

69  
2ef



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE REDES LAN Y WAN PARA LA  
SUBDIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION  
DEL AGUA DE LA COMISION NACIONAL DEL AGUA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO EN COMPUTACION**

**P R E S E N T A N :**

**MARIA CRISTINA MAYA TELLO**

**NORMA ARACELI MONTIEL HERNANDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. JESUS RAMIREZ ORTEGA.**



**CIUDAD UNIVERSITARIA.**

**1998.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

262944



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



**EL PRESENTE TRABAJO SE IMPRIMIÓ CON EL APOYO DE  
LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA**

DISEÑO DE REDES LAN Y  
WAN PARA LA  
SUBDIRECCION GENERAL  
DE ADMINISTRACIÓN DEL  
AGUA DE LA COMISIÓN  
NACIONAL DEL AGUA

*A mis Padres, por su amor,  
sus consejos y entusiasmo brindado,  
en este y todos los proyectos de mi vida.  
Gracias.*

*A mi gran Amor,  
gracias Raúl,  
por apoyarme una vez más.*

*Alejandro, gracias por tu compañía,  
y por hacerme reír  
en mis momentos de angustia.*

*Norma*

*A mis Padres, por su apoyo, su confianza  
y porque en esos momentos de angustia,  
cuando mis ojos se han vuelto inquietos  
y perdidos, siempre han encontrado la  
serenidad de los suyos.*

*A mis hermanos porque en las buenas y  
en las malas siempre he podido contar  
con ellos y sobre todo porque me han  
dado un lugar muy especial en sus vidas.*

*A Marisol, porque nunca me he escapado  
de su ojo crítico.*

*Cristina*

# ÍNDICE

## Introducción

### Capítulo 1. Conceptos generales de redes

1.1.	Tipos de redes. ....	2
1.2.	Ventajas de establecer una red. ....	4
1.3.	Componentes de una red. ....	5
1.4.	Medios físicos de conexión de red. ....	7
	1.4.1. Medios físicos de conexión alámbricos (medios guiados).	
	1.4.2. Medios físicos de conexión inalámbricos (medios no guiados).	
1.5.	Arquitectura de red. ....	16
	1.5.1. Topología.	
	1.5.2. Métodos de acceso al medio.	
	1.5.3. Protocolos de comunicación.	
1.6.	Dispositivos de interconectividad. ....	33
	1.6.1. Repetidores.	
	1.6.2. Concentradores.	
	1.6.3. Puentes.	
	1.6.4. Conmutadores.	
	1.6.5. Ruteadores.	
	1.6.6. Compuertas.	
	1.6.7. Módems.	
1.7.	Sistemas operativos de red. ....	36
1.8.	Redes LAN y WAN. ....	42
	1.8.1. Redes de área local (LAN).	
	1.8.1.1. Estándares para redes locales.	
	1.8.2. Redes de área amplia (WAN).	
	1.8.2.1. Tecnologías de telecomunicaciones.	
	1.8.2.2. Transmisión digital.	
1.9.	Administración de redes. ....	70
	1.9.1. Administración de redes LAN.	
	1.9.2. Administración de redes WAN.	
1.10.	Evolución de las redes. ....	72

### Capítulo 2. Análisis de las necesidades de intercomunicación de la Subdirección General de Administración del Agua

2.1.	Planteamiento del problema. ....	76
2.2.	Hipótesis. ....	79

2.3.	Diagnóstico de necesidades y recursos. ....	80
2.4.	Realización del diseño de la prueba. ....	82
2.5.	Objetivo y justificación. ....	88
2.6.	Plan de trabajo. ....	89
2.7.	Evaluación y determinación de tecnología para instalar una LAN. ....	91
2.8.	Evaluación y determinación de tecnología para instalar una WAN. ....	95

**Capítulo 3.** Diseño e implementación de redes LAN y WAN para la Subdirección General de Administración del Agua de la Comisión Nacional del Agua

3.1.	Diseño de redes LAN. ....	98
3.1.1.	Diseño de redes LAN en Oficinas Centrales.	
3.1.2.	Diseño de redes LAN en Gerencias Regionales y Estatales.	
3.2.	Diseño de la red WAN de la SGAA. ....	115
3.3.	Implementación de redes LAN. ....	120
3.3.1.	Implementación de redes LAN en Oficinas Centrales.	
3.3.2.	Implementación de redes LAN en Gerencias Regionales y Estatales.	
3.4.	Implementación de la red WAN de la SGAA. ....	127
3.5.	Proyectos vinculados con la red. ....	129

**Conclusiones**

**Glosario**

**Bibliografía**

# INTRODUCCIÓN

No son pocas las historias que se cuentan acerca de lo inútil que resulta la información cuando ésta es mucha y desordenada. De hecho, parte del éxito de las tecnologías de información se debe precisamente a su capacidad de organizarla, además de procesarla y almacenarla. El desarrollo de las tecnologías de cómputo aunadas a las telecomunicaciones han traído al hombre ventajas insospechadas en lo que se refiere al manejo de información.

Debido al tremendo impacto que han alcanzado las computadoras y las redes de cómputo en la sociedad durante la última década, a este período de la historia se le ha dado el nombre de "era de la informática". La productividad y la creatividad tanto de los individuos como de las empresas, ha influido considerablemente en la evolución de este tipo de herramientas. Diariamente millones de individuos utilizan la computadora para realizar sus actividades personales y de negocios, lo que la ha hecho casi indispensable. Este tren de vida se acelera más en tanto más personas descubren el potencial de las computadoras y las ventajas que proporcionan las redes de cómputo.

El objetivo principal de una red es la transferencia e intercambio de datos entre computadoras. Ahora, desde una computadora y con una sencilla conexión a una red mundial (como Internet) una persona tiene la capacidad de poseer toda la información disponible en el mundo, organizada de tal forma que puede manejarla y emplearla para sus necesidades particulares sin importar el volumen o el lugar donde se encuentre.

Actualmente las empresas líderes ya no se cuestionan si instalan o no una red local o de área amplia o si se conectan o no a Internet, porque esto garantiza que su empresa sobreviva en el futuro próximo. Sus preguntas van en dirección de encontrar las soluciones que impliquen las mayores ventajas competitivas a un costo al alcance de sus estados financieros.

A medida que se va incrementando el uso de las redes, la cantidad de servicios que se integran a éstas también aumentan. Tareas tales como el trabajo remoto en su oficina desde su casa, compras, contratación de servicios, investigaciones de mercado con respuestas interactivas y consultas técnicas o profesionales con los mejores especialistas del orbe serán cada vez más populares, accesibles a las personas no especializadas y tan eficaces que quizás en un futuro no muy lejano tendremos tiempo de dedicarnos a los fines y dejaremos de perdernos en el laberinto de los medios.

No obstante, la mayor parte de la gente todavía no ha aprendido a explotarlo en su totalidad, ocasionando con esto un desaprovechamiento de los recursos y generando que las comunicaciones no sean lo suficientemente fluidas como se espera. En estos momentos la tecnología de redes está en pleno desarrollo y aún es un tema relativamente nuevo en

México. El desarrollo del presente trabajo está basado en la importancia de la modernización tecnológica de la Comisión Nacional del Agua, particularmente de la Subdirección General de Administración del Agua en cuanto a redes de telecomunicaciones se refiere como parte de la nueva política del agua.

La nueva política del agua responde al compromiso establecido de enfrentar con firmeza y sentido de futuro el reto del agua y atender, con hechos, las demandas de la sociedad. La instrumentación de esta política ha requerido un importante esfuerzo institucional para organizar la tarea del Estado y posteriormente, alentar la movilización social para resolver los problemas del agua, resultado de la escasez del recurso, su explotación excesiva, su uso poco eficiente y su contaminación.

A partir de programas específicos y metas cuantificables, la Comisión ha emprendido el camino hacia la modernización del sector y, con resultados concretos, ha avanzado en la tarea de vencer rezagos y administrar el patrimonio nacional. Ha impulsado también los cambios estructurales que habrán de posibilitar el desarrollo sustentable de los recursos hidráulicos del país y el tránsito de la sociedad mexicana hacia los retos del nuevo siglo.

Para enfrentar adecuadamente los problemas del agua es necesario desarrollar un esfuerzo tecnológico importante. Construir una nueva cultura del agua no implica, únicamente desarrollar una mayor conciencia sobre el valor del líquido y sobre la necesidad de hacer uso de él con criterios de racionalidad y eficiencia; sino que también requiere que su administración sea la adecuada para que cumpla con las demandas de la población.

El facilitar esta administración es el objetivo del presente trabajo de tesis, ya que se busca que con la instalación de redes locales tanto en las Oficinas Centrales como en las Gerencias Regionales y Estatales que forman parte de la Subdirección General de Administración del Agua (SGAA) y al enlazar todas éstas redes en una red WAN (Wide Area Network), se pueda hacer más eficiente el acceso en tiempo real a las bases de datos de todas las aplicaciones desarrolladas en la SGAA, además del correo electrónico, el trabajo en grupo, etc.

La estructura de este trabajo de tesis se conforma de tres capítulos; el primero, llamado *Conceptos generales de redes*; nos da un panorama general de los conceptos básicos de lo que es la teoría de redes, desde su definición hasta los estándares más utilizados en la implementación de redes locales (LAN, Local Area Network) y las tecnologías que se utilizan para realizar los enlaces de una red de área amplia (WAN).

En el segundo capítulo llamado *Análisis de las necesidades de intercomunicación de la SGAA*, se consideran los problemas que tienen los usuarios con el manejo de su información. Mediante el estudio de estos problemas se plantea la instalación de una red de área local en cada una de las gerencias así como el enlace de las mismas a una red de área amplia y se hace la planeación de actividades del proyecto. Una vez definidas las actividades se procede a levantar el inventario del equipo de cómputo existente en la SGAA

para, de esta manera, determinar que equipos conformarán a las redes. Se realiza la evaluación de tecnologías tanto LAN como WAN mediante cuadros comparativos y en base a éstas, se seleccionan las más apropiadas para el proyecto.

El tercer capítulo lleva por nombre *Diseño e implementación de redes LAN y WAN para la SGAA de la CNA*, en este capítulo se plantea el diseño físico de las redes LAN y WAN, se determinan las características de los componentes que las integrarán, la ubicación física de los nodos y las adquisiciones realizadas para su instalación. También se describen los proyectos que van a hacer uso de esta infraestructura, con lo que se puede apreciar el verdadero alcance del proyecto.

Por último se presentan las conclusiones del proyecto y un glosario de algunos términos utilizados en la teoría de redes.

# **CAPÍTULO 1**

## **CONCEPTOS GENERALES DE REDES**

# 1. CONCEPTOS GENERALES DE REDES

Tanto la forma como ha avanzado la tecnología como la importancia que ha alcanzado la transmisión de información, es lo que ha provocado el creciente desarrollo de las redes de computadoras, haciendo que jueguen cada día más un papel preponderante en la organización de cualquier empresa. El objetivo del presente capítulo es proporcionarle al lector los conceptos básicos de lo que es la teoría de redes para que tenga las herramientas que le permitan saber en primer lugar, qué es una red de computadoras, los componentes que las integran y las tecnologías más utilizadas en la implementación de las mismas con el fin de que pueda aplicar estos conceptos en el diseño de redes.

## 1.1. TIPOS DE REDES

Una *red de computadoras* es un sistema de comunicaciones de datos que enlaza dos o más computadoras y dispositivos periféricos.

En los siguientes párrafos se describen las gamas de redes. Una red por su tamaño en número de nodos puede ser inicialmente pequeña y después crecer con una organización.

**Segmento de red o subred.** El hardware o una dirección concreta de red definen un segmento de red. Cada segmento tiene su propia dirección de red y todas las computadoras enlazadas reciben las mismas transmisiones de señal.

**Red de área local (LAN).** Es un segmento de red con estaciones de trabajo y servidores enlazados, o un conjunto de segmentos de red interconectados, por lo general dentro de la misma área; como por ejemplo una oficina ó un edificio.

**Red de campus.** Red que abarca otros edificios dentro del área de un campus o de un parque industrial. Los distintos segmentos o LAN's existentes en cada edificio se conectan con cables soporte. Por regla general la organización es propietaria del terreno y es libre de tender tanto cable como necesite.

**Red de área metropolitana (MAN).** Una red que se extiende sobre áreas de ciudades o municipios, y que se interconecta mediante la utilización de servicios proporcionados por la compañía de telecomunicaciones local.

**Red de área extensa (WAN).** Redes que cruzan fronteras interurbanas, interestatales o internacionales. Los enlaces se realizan con los servicios públicos y privados de telecomunicaciones, además de los enlaces por satélites y microondas.

**Red corporativa.** Una red corporativa interconecta todos los sistemas de computadoras dentro de una organización, independientemente del sistema operativo, protocolos de comunicación, diferencias de aplicaciones o ubicación geográfica. Puede por lo tanto ser una LAN, MAN o WAN. La red se ve a sí misma como una plataforma sobre la cual se conectan muchos tipos de dispositivos distintos. Se emplean diversas técnicas para ocultar las diferencias entre sistemas, así los usuarios pueden acceder a cualquier recurso de forma transparente.

Las redes pueden ser clasificadas de acuerdo a la técnica que emplean para el transporte de mensajes entre los nodos en: red de conmutación de circuitos, red de conmutación de mensajes y red de conmutación de paquetes.

Una *red de conmutación de circuitos* establece una ruta de comunicación extremo a extremo antes de que se envíe cualquier conjunto de datos. Esta ruta contiene un mensaje especial de señalización enviado por el nodo origen al nodo destino. Como respuesta de este mensaje de señalización, el nodo destino le informa al nodo origen que proceda con la transmisión de datos. Los datos son transmitidos progresivamente sobre todos los canales de la ruta sin retrasos intermedios de almacenaje. La ruta completa es fija y está disponible para esta transmisión hasta que el transmisor la libera.

Una *red de conmutación de mensajes* no establece anticipadamente una ruta entre el que envía y el que recibe. En su lugar, cuando el que envía tiene listo un bloque de datos, éste se almacena en la primera central de conmutación, (es decir, un Procesador de Intercambio de Mensajes, IMP) para expedirse después dándose sólo un salto a la vez. Cada bloque se recibe íntegramente, se revisa en busca de errores, y se retransmite con posterioridad. La transmisión del mensaje en un nodo no puede comenzar hasta que el buffer del siguiente nodo sobre la ruta ha sido dispuesto para ello. La ruta para la transmisión de mensajes puede ser determinada dinámicamente como la progresión del mensaje hacia el nodo destino. Esta clase de redes son también llamadas redes de almacenamiento y reenvío. Debido a que el mensaje es almacenado en los nodos intermedios sobre la ruta del mensaje, algunos nodos pueden experimentar colas de mensajes y congestión. Un atributo importante de las redes de conmutación de mensajes es la amplia variación de retrasos de mensajes a través de la red.

Una *red de conmutación de paquetes* difiere de la red de conmutación de mensaje en que los mensajes grandes se descomponen primero en bloques de tamaño fijo llamados paquetes. Estos mensajes independientemente recorren la red hasta que alcanzan el nodo deseado, donde son reensamblados para formar el mensaje correspondiente. De esta forma, varios paquetes del mismo mensaje pueden ser transmitidos simultáneamente. Los paquetes que pertenecen a un mensaje particular son retenidos en la memoria del buffer del nodo destino hasta que todos los paquetes que se necesitan para reensamblar el mensaje completo hayan llegado. De esta manera, además de los buffers de almacenamiento y envío, los nodos en las redes de conmutación de paquetes también requieren buffers de reensamble. En algunos casos, especialmente cuando todos los paquetes de un mensaje recorren el mismo par físico, los paquetes fuera de secuencia son descartados por el nodo receptor.

Las redes también se clasifican de acuerdo a la forma como modulan la señal en redes de banda ancha y redes de banda base.

Las **redes de banda ancha** se caracterizan por utilizar un módem para inyectar en el medio de transmisión señales portadoras que son después modificadas (moduladas) a diferentes frecuencias mediante la multiplexión por división de frecuencia (FDM), lo cual permite subdividir el ancho de banda en diversos canales de comunicación que ocupan un rango de frecuencias específicos. Cada canal es completamente independiente de los otros, por lo que se pueden utilizar todos los canales en cualquier momento sin interferencias. Las redes de banda ancha tienen una gran flexibilidad para soportar servicios múltiples y simultáneos.

Las **redes de banda base** aplican una señal digital directamente al medio de transmisión y utilizan todo el ancho de banda del medio, es decir, se transmite sólo una señal a la vez. Lo que justifica el uso de todo el ancho de banda del medio, es que la transmisión de los datos se lleva a cabo en instantes verdaderamente cortos. En una red de banda base los sistemas transmiten por turnos. Cuando un sistema transmite, los otros sistemas que comparten el medio de transmisión con él, no pueden transmitir durante ese periodo. La distancia máxima de una red de banda base está limitada por la distancia que la señal tiene que recorrer antes de que se degrade. Cuanto más se aumenta la velocidad de transmisión de los datos, más susceptible es la señal a degradarse. Por esta razón, las normas de redes especifican los tipos de cables, los protectores y las distancias del mismo, la velocidad de transmisión y otros detalles para trabajar y proporcionar un servicio relativamente libre de errores en la mayoría de los entornos.

## 1.2. VENTAJAS DE ESTABLECER UNA RED

A continuación se listan algunas de las aplicaciones más comunes de las LAN dentro de una organización.

**Compartición de archivos y programas.** Las versiones de red de muchos paquetes populares de software están disponibles, con un ahorro considerable de costos cuando se compara con la compra de copias de licencias individuales. Los archivos de programas y datos se almacenan en un servidor de archivos y acceden a ellos muchos usuarios de red con lo que se ahorra espacio en los discos locales de los equipos de cómputo.

**Compartición de recursos de red.** Los recursos de red incluyen impresoras, módems, cd's, trazadores gráficos y dispositivos de almacenamiento. La red ofrece un enlace de comunicación que permite a los usuarios compartir estos dispositivos.

**Compartición de bases de datos.** Un sistema gestor de bases de datos es una aplicación ideal para una red. Una característica de red llamada bloqueo de registro permite que

múltiples usuarios accedan simultáneamente a un archivo sin corromper los datos. El bloqueo de registro asegura que dos usuarios no editen el mismo registro a la vez.

**Expansión económica de la base del PC.** Las redes proporcionan una forma económica de aumentar el número de computadoras en una organización. Se pueden enlazar económicas estaciones de trabajo sin disco a una red que utilice la unidad de disco duro del servidor para el arranque y el almacenamiento.

**Grupos de trabajo.** Una red ofrece un medio de crear grupos de usuarios que no se localicen necesariamente en el mismo departamento. Los grupos de trabajo facilitan nuevas estructuras colectivas "planas", donde las personas de diversos y remotos departamentos pertenecen a proyectos de grupos especiales.

**Correo electrónico.** El correo electrónico permite que los usuarios se comuniquen fácilmente entre ellos. Los mensajes son enviados a los "buzones" para que el receptor los lea en el momento oportuno.

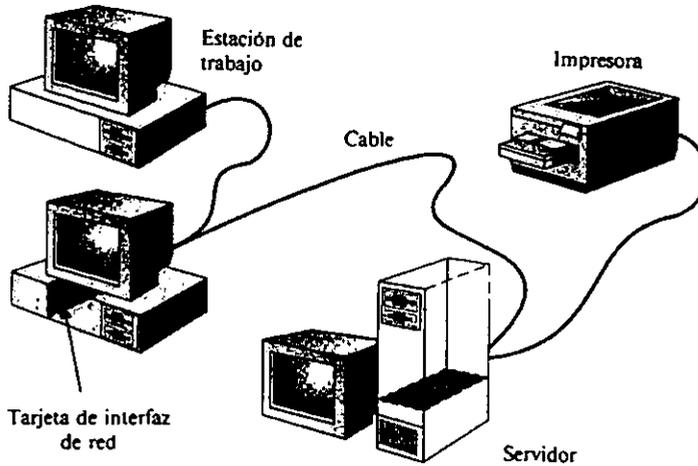
**Software de grupos y de flujo de trabajo.** Se diseñó específicamente el software de grupos y el software de flujo de trabajo para las redes y para aprovechar las ventajas en los sistemas de correo electrónico que ayudan a los usuarios a colaborar en proyectos, programas y procesamiento de documentos.

**Administración centralizada.** Una red ofrece un camino a los servidores centralizados y a sus datos, junto con otros recursos. Cuando los dispositivos se localizan en un lugar las modernizaciones de hardware, las copias de seguridad de software, el mantenimiento y la protección del sistema son mucho más fáciles de administrar.

### 1.3. COMPONENTES DE UNA RED

La Figura 1.1 ilustra los componentes que integran una red. Una red de computadoras consta tanto de hardware como de software. El hardware incluye a equipos de cómputo, tarjetas de interfaz de red y el cable que las une. Los componentes software incluyen sistemas operativos, protocolos de comunicación y controladores de la tarjeta de la interfaz de red del servidor.

**Sistema operativo de red.** El sistema operativo de red es el que rige y administra los recursos y lleva todo el control de seguridad de estos. En una red par a par, cada nodo de la red ejecuta un sistema operativo con el soporte de conexión de red incorporado, el cual permite que los usuarios compartan archivos y periféricos. Normalmente también se incluyen características de seguridad y administración. El sistema operativo de red para una red dedicada, se ejecuta en servidores que ejecutan el software para su comunicación con sus clientes.



**Figura 1.1.** Componentes de una red.

**Servidores.** Un servidor es un programa ejecutándose en un equipo de cómputo que presta un servicio en particular a los usuarios de la red, todo esto bajo el control de un sistema operativo. Puede haber los siguientes tipos de servidores:

- *Servidor de Archivos.* Proporciona servicios de almacenamiento y recuperación de archivos, incluidas las utilidades de seguridad que controlan los derechos de acceso a los archivos.
- *Servidor de Correo Electrónico.* Ofrece servicios de correo electrónico de corporación extensa o local y traducción entre distintos sistemas de correo.
- *Servidor de Comunicaciones.* Permite los servicios de conexión en sistemas de computadora central o de minicomputadoras, o en sistemas y redes de computadoras remotas por medio de enlaces de área extensa.
- *Servidor de Bases de Datos.* Un servidor dedicado que administra las peticiones y respuestas del usuario de la base de datos.
- *Servidor Web.* WWW (World Wide Web). Publicación de documentos en hipertexto.

**Tarjetas de la interfaz de red (NICs).** Las tarjetas de la interfaz de red (NICs, Network Interface Cards) son adaptadores instalados en una computadora que ofrece un punto de conexión a la red. Las NICs permiten empaquetar la información y transmitirla a cierta velocidad y de acuerdo con características determinadas de envío. Estas varían según la topología y el protocolo de red que se este utilizando. Cada NIC se diseña para un tipo de red específica, como Ethernet, Token Ring, FDDI, ARCNET y demás. Operan en el nivel

físico de la pila de protocolos de la Interconexión de sistemas abiertos (OSI, Open Systems Interconnection) y proporcionan un punto de acoplamiento para un tipo específico de cable como los cables coaxiales, de par trenzado o de fibra óptica. El cable de red se une a la parte posterior de la NIC.

**Sistemas clientes (nodos o estaciones de trabajo).** Sistemas clientes o estaciones de trabajo es un término general que se aplica a las computadoras conectadas a las redes. Estos sistemas se unen a la red por medio de tarjetas de interfaz de red. El sistema operativo que se ejecuta en la estación de trabajo puede incluir el software ya incorporado para soportar las tarjetas, o puede ser necesario cargar el software del cliente. El software del cliente redirecciona las peticiones de red de los usuarios o las aplicaciones al servidor.

**Sistema de cableado.** El sistema de cableado de red es el medio físico que conecta juntos servidores y estaciones de trabajo. El sistema de cableado es la columna vertebral de cualquier sistema de red, ya que lleva la información de un nodo a otro.

**Recursos y periféricos compartidos.** Los recursos y periféricos compartidos incluyen dispositivos de almacenamiento unidos al servidor, unidades de disco óptico, impresoras, módems, trazadores gráficos y otros equipos disponibles que utiliza cualquier usuario autorizado de la red.

## 1.4. MEDIOS FÍSICOS DE CONEXIÓN DE RED

Los medios de transmisión soportan la propagación de señales de onda acústica, electromagnética y de luz. Dependiendo del tipo de señal que se tenga que transmitir, es el tipo de medio a utilizar. Para los medios de transmisión se han establecido estándares que determinan cómo se efectuará la transmisión. En el caso de las redes, los estándares con los que se rigen los medios, incluyen la velocidad de transmisión de los datos, las características eléctricas y la topología de cableado.

Existen dos tipos de medios de transmisión de datos: medios físicos de conexión alámbricos (*medios guiados*) y medios físicos de conexión inalámbricos (*medios no guiados*).

### 1.4.1. Medios Físicos de Conexión Alámbricos (*Medios Guiados*)

Los medios guiados incluyen a los cables metálicos (cobre, aluminio, etc.) y de fibra óptica. El cable se instala normalmente en el interior de los edificios o bien en conductos subterráneos. Los cables metálicos pueden presentar una estructura coaxial o de par trenzado, y el cobre es el material preferido como núcleo de los elementos de

transmisión de las redes. El cable de fibra óptica se encuentra disponible en forma de hebras simples o múltiples de plásticos o fibra de vidrio.

#### **1.4.1.1. Cable de cobre**

El cable de cobre conforma una tecnología relativamente barata, bien conocida y sencilla de instalar y es el cable utilizado en la mayoría de las instalaciones de redes de comunicaciones. Sin embargo, presenta una serie de características eléctricas que imponen ciertos límites a la transmisión. Por ejemplo, es resistente al flujo de electrones, lo que limita la distancia del flujo de transmisión. Produce radiación de energía en forma de señales que se pueden detectar, además de ser sensible a la radiación externa que puede producir distorsión sobre la transmisión. Sin embargo, los productos en uso admiten una velocidad de transmisión sobre Ethernet de hasta 100 Mbps.

Los datos codificados en binario se transmiten sobre un cable de cobre mediante la aplicación de un nivel de voltaje en un extremo del mismo, recibándose esta característica eléctrica en el otro extremo. Los tres tipos principales de cable de cobre utilizados en la transmisión de señales digitales se exponen a continuación.

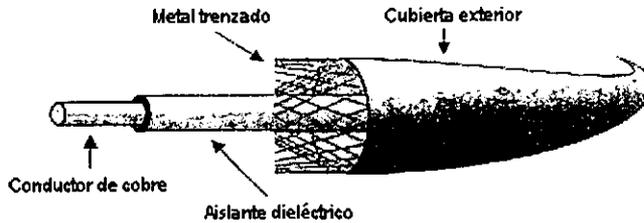
##### **1.4.1.1.1. Cable paralelo**

Este cable consta de hilos de cobre rodeados por un aislante. Se utiliza para conectar distintos tipos de dispositivos periféricos a través de distancias cortas, que no requieran una alta velocidad de transmisión. Los cables serie utilizados para conectar módem o impresoras utilizan este tipo de cable, que sufre diafonía (distorsión por señales que emanan de cables cercanos) en distancias largas de transmisión. No es deseable en redes.

##### **1.4.1.1.2. Cable coaxial**

El cable coaxial consta de un núcleo de cobre sólido rodeado por un aislante, una especie de combinación entre pantalla y cable de tierra y un revestimiento protector exterior. Este cable se muestra en la Figura 1.2.

Los cables coaxiales pueden ser de varios tipos y anchos su principal característica es que pueden transportar una señal eléctrica a mayor distancia entre más grueso es el conductor. El cable grueso suele ser más caro y menos flexible. Por tal razón, cuando tiene que colocarse en instalaciones en donde ya existen canales para cableado o conductos con espacio reducido y, sobre todo limitado en las esquinas o dobleces, resulta más conveniente utilizar el cable delgado debido a que las nuevas instalaciones de ductos para cable por lo general son muy costosas.



**Figura 1.2.** Cable coaxial.

En general se pueden citar como las principales ventajas de este tipo de cable las siguientes:

- Transmisión de voz, video y datos.
- Compatibilidad con Ethernet y Arcnet.
- Ancho de banda de 10 Mbps.
- Distancias hasta de 600 metros sin necesidad de repetidores.
- Buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales.

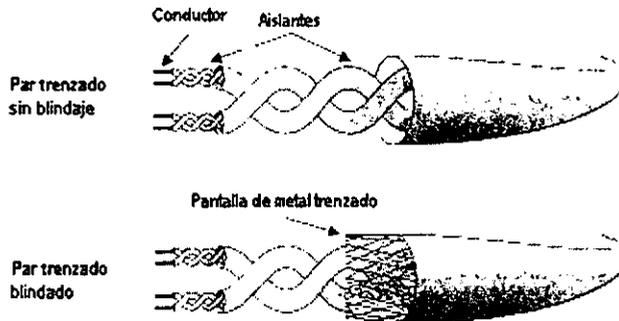
#### 1.4.1.1.3. Cable de par trenzado

El cable par trenzado consta de dos hilos de cobre aislados que se trenzan uno alrededor del otro. Los hilos se encuentran trenzados por pares como se muestra en la Figura 1.3, de manera que cada par forma un circuito que puede transmitir datos. Un cable consta de un haz de uno o mas pares trenzados rodeados por un aislante. El par trenzado sin blindaje (UTP, Unshielded Twisted Pair) consta de pares de alambre de cobre trenzados aislados con PVC y es usual en la red telefónica, el par trenzado blindado (STP, Shielded Twisted Pair) se define con un blindaje individual por cada par, mas un blindaje que envuelve a todos los pares y proporciona protección frente a la diafonia, y el par trenzado blindado general (FTP, Foiled Twisted pair) cuenta con un blindaje de aluminio que envuelve a los pares para dar una mayor protección contra las emisiones electromagnéticas del exterior. Precisamente en estos cables, es el trenzado el que previene los problemas de interferencia. Son posibles velocidades de transmisión elevadas (100 Mbps) si se ha instalado cable de grado de datos (de categoría 5). El trenzado debe mantenerse durante todo el recorrido del cable entre los puntos extremos de la conexión. El cable de par trenzado se utiliza usualmente en redes con topología Ethernet y Token Ring.

Los cables UTP y STP para redes de tipo Ethernet y Token Ring deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tener una impedancia entre 85 y 115 Ohms a 10 MHz.

- Presentar una atenuación máxima de 11dB/110 metros a 10 MHz o una atenuación mínima de 7.2 dB/110 metros a 5 MHz.



**Figura 1.3.** Cable de par trenzado.

Los cables de par trenzado tienen como principales ventajas:

- Tecnología conocida.
- Compatibilidad con Ethernet y Token Ring.
- Ancho de banda de 10 Mbps a 100 Mbps.
- Distancias de hasta 110 metros con cables UTP y de hasta 500 metros en caso de cable STP.
- Buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales.

Se dispone de cable de par trenzado de las siguientes categorías:

*Categoría 1.* Cable tradicional de par trenzado sin blindaje para teléfono, adecuado para la transmisión de voz pero no de datos.

*Categoría 2.* Cable de par trenzado sin blindaje certificado para la transmisión de datos hasta 4 Mbps. Este cable tiene cuatro pares.

*Categoría 3.* Este cable tiene cuatro pares y tres rizados por pie (0.3048 metros). Velocidades de transmisión de datos de hasta 10 Mbps. Generalmente usadas para redes Ethernet 10Base T.

*Categoría 4.* Velocidad para uso en las redes en anillo con testigo a 16 Mbps.

*Categoría 5.* Velocidad para usar en redes a 10 Mbps y en las nuevas que transmiten entre 100 Mbps a 150 Mbps.

Los cables de cobre presentan los siguientes problemas:

- Las transmisiones de la señal a largas distancias se encuentran sujetas a atenuación, que consiste en una pérdida de la amplitud o intensidad de la señal, lo que limita la longitud del cable.
- La capacitancia es una característica no deseada que puede producir distorsión sobre el cable. Cuanto mayor es la longitud del cable o el espesor del aislante, mayor es la capacitancia y la distorsión resultante.
- La diafonía constituye la mayor parte de ruido en estos cables (excepto en el par trenzado). Se origina por la pérdida de la señal entre cables adyacentes.

#### 1.4.1.2. Cable de fibra óptica

El cable de fibra óptica utiliza fotones en la transmisión de las señales digitales. Las señales de las computadoras se envían a través de la fibra óptica mediante la conversión de los 1's y 0's en códigos ópticos. En un extremo de un cable de fibra óptica se sitúa un diodo emisor de luz y un fotodetector percibe el destello de luz en el otro extremo, convirtiéndolo en una señal eléctrica.

Un cable de fibra óptica se fabrica con vidrio puro, que no impone resistencia alguna al paso de los fotones por él. El núcleo óptico del cable de fibra óptica consiste en dióxido de silicio puro.

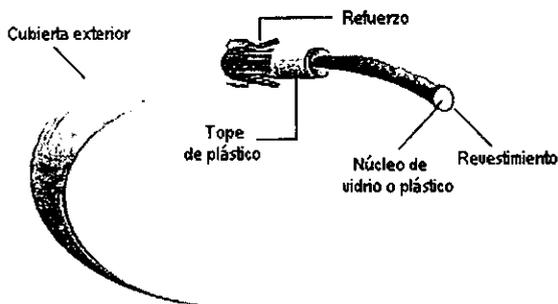


Figura 1.4. Estructura de un cable de fibra óptica.

De acuerdo al dibujo del cable de fibra óptica de la Figura 1.4, el núcleo es el componente transparente del cable (vidrio o plástico). La luz brilla a través de él de un extremo a otro. El revestimiento, una cubierta de vidrio que rodea al núcleo, es la pieza

clave. Como un espejo, refleja la luz del núcleo. Según ésta atraviesa el cable, sus rayos se reflejan de distinta forma, como se muestra en la Figura 1.5, cuanto mayor sea el ángulo de incidencia del rayo, mayor será el tiempo que tardará éste en alcanzar el otro extremo del cable. Aunque esta diferencia de tiempo se mide en milmillonésimas de segundo, introduce el suficiente retardo como para que deban restringirse las longitudes de cable utilizadas, en función del diámetro del núcleo. La dispersión se mide en nanosegundos por kilómetro.

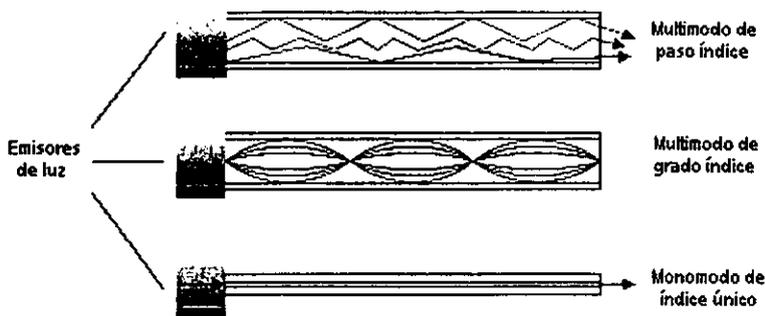


Figura 1.5. Dispersión de la luz en un cable de fibra óptica.

Los tipos de cable de fibra óptica se relacionan a continuación:

- Cable de *plástico*. No puede superar la longitud de unos pocos metros. Es barato y requiere componentes también baratos.
- Cable de *silice revestido de plástico*. Ofrece mayores prestaciones que el anterior y presenta un costo algo superior.
- Cable de *fibra monomodo de índice único*. Se utiliza para extender sobre distancias extremadamente largas. Su núcleo es pequeño y proporciona un alto ancho de banda a largas distancias. Se utilizan láseres para generar señales de luz con un único modo. Este es el cable más caro y difícil de manipular, pero es el que presenta un mayor ancho de banda y una longitud más extensa.
- Cable de *fibra multimodo de paso índice*. Dispone de un diámetro de núcleo relativamente grande y presenta un rango de dispersión comprendido entre 15 y 30 nanosegundos por kilómetro. Este cable está diseñado para su utilización en el entorno de las redes de área local. La luz se genera a través de un diodo emisor de luz.
- Cable *multimodo de grado índice*. Tiene múltiples capas de vidrio que presentan una dispersión que permite aumentar su longitud. Este tipo de cable presenta una dispersión de alrededor de 1 nanosegundo por kilómetro.

Entre las principales ventajas de la fibra óptica se encuentran las siguientes:

- Transmisión de voz, video y datos por el mismo canal.
- Aplicaciones de alta velocidad.
- No genera señales eléctricas o magnéticas.
- Inmune a interferencias y relámpagos.
- Puede propagar una señal sin necesidad de utilizar un amplificador a distancias de hasta 2000 metros.
- Tiene un ancho de banda de 200 Mbps. Compatibilidad con Ethernet, Token Ring y FDDI.
- Excelente tolerancia a factores ambientales.
- Ofrece la mayor capacidad de adaptación a nuevas normas de rendimiento.

#### 1.4.2. Medios Físicos de Conexión Inalámbricos (*Medios no Guiados*)

Este tipo de medios se refiere a la utilización de técnicas de transmisión de señales a través del aire y el espacio entre transmisor y receptor. Al no utilizar cables, facilitan la conexión en lugares difíciles o imposibles de comunicar por medios guiados, permiten procesos flexibles en caso de mudanzas, ampliación o cambios sin la necesidad de invertir en un nuevo sistema de cableado. La Figura 1.6, ilustra algunas de estas técnicas de transmisión.

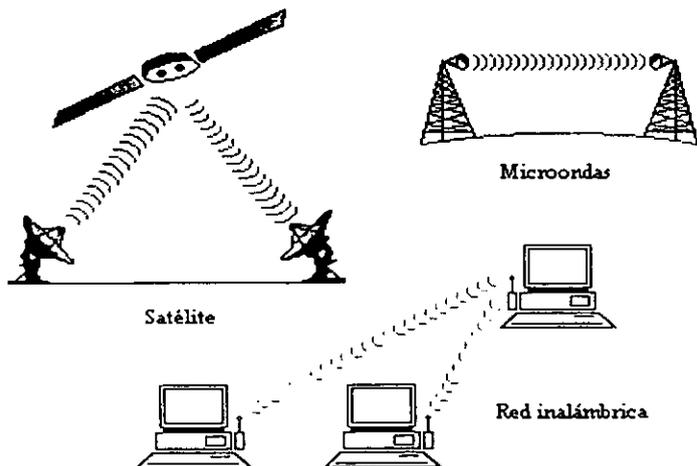


Figura 1.6. Técnicas de transmisión inalámbricas.

### 1.4.2.1. Luz infrarroja

Este método ofrece un amplio ancho de banda que transmite señales a velocidades extremadamente altas. Las transmisiones de luz infrarroja operan mediante líneas de visión, así que la fuente y el receptor deben estar apuntando o enfocando una al otro. Hay que tener en cuenta las posibles obstrucciones del entorno de la oficina, pero si fuera necesario, se pueden usar espejos para curvar la luz infrarroja. Debido a que las transmisiones de luz infrarroja son sensibles a la fuerte luz de las ventanas u otras fuentes, podrían hacerse necesarios los sistemas que produzcan emisores de alta intensidad.

### 1.4.2.2. Láser

Una comunicación por láser transmite datos sobre un haz de luz. Este haz de luz es generalmente energía infrarroja, la que es modulada a impulsos digitales. El haz modulado es capturado por fotodiodos y trasladada a señales digitales. Los láseres también son dispositivos de línea de vista y son extremadamente direccionales: los elementos transmisores y receptores deben estar perfectamente alineados.

La mayor ventaja de este medio es el *uso de las altas frecuencias de la luz*. Al igual que la fibra óptica, el láser es capaz de proporcionar extensos anchos de banda y una alta velocidad de transmisión de datos y es altamente inmune al ruido y perturbaciones. Sin embargo, es sensible a la atenuación debida a la lluvia, nieve y otras condiciones atmosféricas.

### 1.4.2.3. Microondas

Un sistema de transmisión por microondas consta de dos antenas bidireccionales que enfocan haces de energía electromagnética u ondas de radio de uno a otro punto, en disposición similar a la mostrada en la Figura 1.6. Las antenas requieren que la trayectoria no sea obstruida (en la línea) y el rango máximo esté cerca de las 48.280 kilómetros. Frecuentemente, las antenas se montan sobre grandes torres para extender su rango y evitar obstáculos que puedan bloquear las señales. Los transceptores (transmisores/receptores) de radio en cada localización transmiten señales sobre las antenas.

Contrariamente a la radiodifusión, que envía señales desde un lugar a muchos otros, las antenas de microondas se enfocan a un punto (otra antena de microondas), debido a esto son sistemas de comunicación punto a punto. Las estaciones retransmisoras, equipadas con amplificadores de señal, se utilizan para extender el rango de las transmisiones de microondas. Una estación retransmisora consta de dos antenas, cada una enfocada a una antena distante en una dirección diferente. Las frecuencias de transmisión abarcan un rango entre 2 a 5 gigahertz, con el ancho de banda más alto utilizado en las redes privadas de trayecto corto.

#### 1.4.2.4. Redes inalámbricas

Una red inalámbrica es aquella que utiliza tecnología de radiofrecuencia para enlazar los equipos conectados a ella. Esta técnica difunde señales en un amplio rango de frecuencia. Se usa un código para expandir la señal y la estación receptora emplea el mismo código para recuperarla. De esta forma, una señal puede operar en un rango de frecuencias ocupado ya por otras señales. Para que una red pueda ser considerada como inalámbrica, tiene que tener una velocidad de transmisión de tipo medio (el mínimo establecido por el IEEE 802.11 es de 1 Mbps, aunque las actuales tienen una velocidad del orden de 2 Mbps) y además deben trabajar en el orden de frecuencias de 2.45 GHz.

#### 1.4.2.5. Satélite

Los sistemas de comunicación por satélite transmiten señales desde transceptores (transmisores / receptores), situados en tierra, a satélites situados en el espacio, según se muestra en la Figura 1.6. Los satélites están situados en órbitas geoestacionarias a 36,000 kilómetros de la superficie terrestre. Con esta órbita el satélite se puede sincronizar con la órbita terrestre y mantenerse sobre un lugar concreto. Las antenas situadas en las estaciones de seguimiento se orientan hacia el satélite y se transmiten, desde y hasta el satélite, señales multiplexadas, que contienen cientos de canales, sobre haces de microondas.

Las transmisiones hacia los satélites se denominan enlaces-ascendentes (*uplinks*) y las transmisiones hacia las estaciones terrestres se denominan enlaces-descendentes (*downlinks*).

Los satélites se utilizan para el teléfono, la televisión y la transmisión de datos. Una aplicación muy habitual es la de servir como canal de comunicación alternativo en el que se duplica la información transmitida por un canal primario, para el caso de que se produzca algún fallo en la línea terrestre. Sin embargo, debido a la distancia que la señal debe recorrer, se produce en la misma un retardo de 0.25 segundos. Este retardo puede acarrear problemas en ciertas transmisiones de datos de computadoras para las que el tiempo es un factor crítico. La seguridad es otro factor que hay que considerar ya que se pueden interceptar las transmisiones de señales hacia tierra.

#### 1.4.2.6. Tecnología celular

La comunicación celular, por el momento es una de las más representativas aplicaciones de la tecnología inalámbrica, la cual no usa cables y se transmite a través de ondas electromagnéticas.

La tecnología celular está basada en la división en "células" de una zona geográfica determinada. Estas células conforman una red donde el servicio telefónico está dividido por celdas. Por ejemplo, si un usuario desea hacer una llamada a través de un teléfono celular, cuando éste marca el número, la señal viaja a través de ondas de radio hasta la estación

transmisora (célula) que le corresponda, de acuerdo a su ubicación geográfica y una vez ahí, la señal será retransmitida de célula en célula hasta llegar a su destino.

## 1.5. ARQUITECTURA DE RED

La arquitectura de una red está definida por la topología, el método de acceso al medio y los protocolos de comunicación utilizados. Antes de que cualquier estación de trabajo pueda acceder a los servicios de la red, debe establecer sesiones de comunicación con otros nodos en la red. El método de acceso al medio de una red define cómo una estación de trabajo tiene acceso a los niveles físicos de la red (cable) para transmitir información. Los protocolos son las reglas y procedimientos que los sistemas utilizan para comunicarse unos con otros sobre la red.

### 1.5.1. Topología

Se puede considerar una topología de red como un mapa de la distribución de cables. La topología define cómo se organiza el cable en las estaciones de trabajo individuales y desempeña un papel importante en la decisión que se tome sobre el cable. Se debe considerar la topología de una red cuando se tomen decisiones sobre qué tipo de red instalar. Como se describe aquí, la topología equivale a cómo se instalará el cable a través de los ductos y estructura de un edificio.

Hay dos categorías de diseño de topologías, que dependen del tipo de red, esto es, si la red es una Red de área local (LAN) o una conexión de inter-redes con ruteadores y enlaces de telecomunicaciones (Red de área extensa (WAN)).

Las topologías LAN son fundamentalmente las divisiones en subredes de una inter-red. Algunas de estas topologías se ilustran en la Figura 1.7. Constan de los diseños siguientes:

- *Bus*. Un único cable se extiende de una computadora a la siguiente en un modo serie. Los extremos del cable se terminan con una resistencia. Las señales se emiten a todas las estaciones, pero sólo recibe los paquetes la estación a la cual están dirigidos. Aunque es fácil de instalar, una rotura en cualquier parte del cable inutiliza toda la red.
- *Estrella*. Todas las estaciones se unen a concentradores y las señales se difunden a todas las estaciones o se pasan de unas a otras. Las topologías en estrella necesitan un cable por cada estación de trabajo, así un cable roto sólo desconecta la estación enlazada a él.

- *Anillo*. El cable de red se conecta circularmente y las señales viajan en un anillo. La ventaja de una red en anillo es que se puede operar a grandes velocidades, y los mecanismos para evitar colisiones son sencillos. Las topologías en anillo físico son raras.
- *Anillo configurado en estrella*. Una red en anillo donde se pasan las señales de una estación a otra en círculo. La topología física constituye una estrella en la que las estaciones de trabajo se ramifican desde los concentradores.
- *Configuración estrella/bus*. Una red que tiene grupos de estaciones de trabajo configurados en estrella conectados con cables de conexión largos de bus lineales.

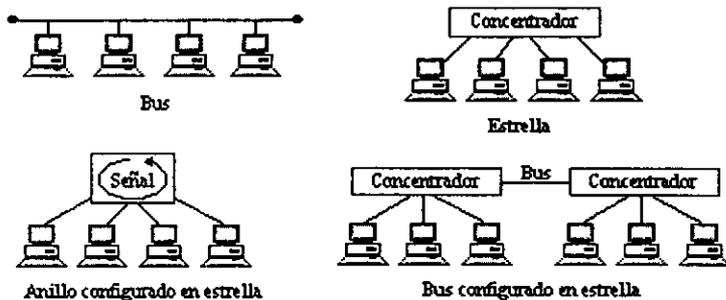


Figura 1.7. Topologías de red de área local.

Una inter-red consta de LAN's departamentales o de estaciones de trabajo que se interconectan con puentes y ruteadores. En un entorno local, tal como un edificio, frecuentemente se utiliza un cable soporte (*backbone*), pero para construir redes de área extensa se utilizan los servicios públicos, como aquellos ofrecidos por las compañías telefónicas. En la Figura 1.8 se representan las tres topologías principales, las cuales se discuten a continuación.

- *Red soporte*. Típicamente encontrada en entornos de oficina o campus en los que los departamentos o edificios se interconectan a través de los cables soportes. Los puentes o ruteadores gobiernan el flujo de tráfico entre las subredes unidas y el soporte.
- *Red de malla*. Los ruteadores se interconectan con otros ruteadores. La topología se puede configurar localmente, pero frecuentemente se encuentra en redes de área metropolitana o extensa que conectan oficinas remotas mediante enlaces de telecomunicaciones. Se utilizan los ruteadores para elegir el trayecto mejor y más eficiente de la fuente al destino a través de la malla.
- *Estrella entrelazada*. Este es un paradigma de nueva topología para los sistemas de cableado estructurado en entornos de edificios o de campus. Los concentradores de

departamentos configurados se cablean en estrella a un concentrador central que gobierna el tráfico entre concentradores.

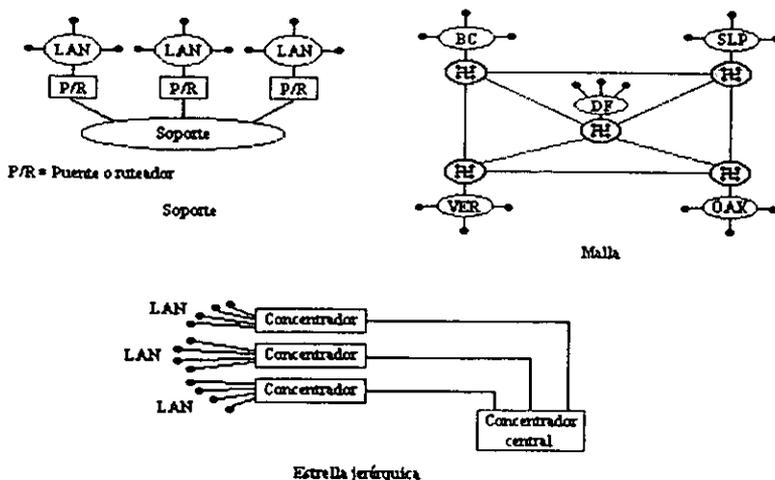


Figura 1.8. Topologías de red de área extensa.

## 1.5.2. Métodos de Acceso al Medio

El método de acceso al medio describe cómo una estación de trabajo tiene acceso al sistema de cables. Cuando la tarjeta de la interfaz de red obtiene el acceso al cable, comienza el envío de paquetes de información en un formato de trama como flujos de bits sobre la red. A continuación se mencionan los métodos de acceso más utilizados.

**Acceso múltiple con detección de portadora/detección de colisión (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection).** La detección de portadora implica que los nodos de la red esperan un tono de portadora en el cable y envían información cuando otros dispositivos no transmiten. Acceso múltiple significa que muchos dispositivos comparten el mismo cable. Una estación de trabajo transmite una señal y cada uno de los otros nodos de la red la oye, pero solo el nodo direccionado presta atención. Si uno o más dispositivos detectan que la red está libre e intentan el acceso simultáneo (contención), causarán una colisión. En este caso, cada estación debe retirarse y esperar un cierto tiempo antes de intentar la retransmisión. El desempeño se degrada cuando el tráfico de la red es pesado debido a estas colisiones y a las retransmisiones. La reducción del número de estaciones de trabajo en la LAN (segmentación), disminuye el retardo causado por la contención. Un fallo en la detección de un acceso múltiple origina la corrupción de los datos y puede bloquear el segmento de la red.

**Acceso múltiple con detección de portadora/Evitación de colisiones (CSMA/CA, Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance).** Este método de acceso es una variación del método CSMA/CD. Los nodos estiman cuando puede ocurrir una colisión y evitan la transmisión durante ese período. La implementación de este método es más barata, ya que no se requiere circuitería de detección de portadora, sin embargo, impone un retardo mayor y puede bajar el rendimiento de la red.

**Método de acceso de prioridad bajo demanda.** Este es un método nuevo de acceso para LAN a 100 Mbps. Con el método de prioridad bajo demanda, las estaciones de trabajo pueden recibir al mismo tiempo que transmitir. Esto es posible gracias a la utilización de los cuatro pares del cable de par trenzado y del cuarteto de señalización. La prioridad bajo demanda aprovecha el diseño estructurado del cableado y cede el control de acceso a la red a un concentrador (*hub*) central, en lugar de confiar en que cada estación de trabajo individual determine cuándo puede acceder al cable. Cuando una estación de trabajo necesita transmitir, envía una petición al concentrador, acompañada de un nivel de prioridad. Si la red no está ocupada, la estación de trabajo puede comenzar la transmisión. Todas las transmisiones se realizan a través del concentrador, que ofrece un sistema de conmutación rápida al nodo destino. Si llegan al concentrador muchas peticiones de transmisión, se atenderá la más prioritaria. Si dos estaciones realizan una petición de transmisión de igual prioridad, se atienden simultáneamente, alternándose el servicio entre ambas. Este método de transmisión es superior a CSMA/CD donde, las estaciones de trabajo compiten para obtener acceso al cable por sí solas, sin estar dirigidas por un concentrador. Una ventaja añadida del método de prioridad por demanda es que las transmisiones enviadas a través del concentrador no alcanzan a otras estaciones, como en Ethernet estándar, lo que permite reducir la probabilidad de que el contenido de una transmisión pueda ser observado por alguien no autorizado, asegurándose una mayor privacidad.

**Paso de testigo (Token Passing).** Un testigo es un paquete especial de las redes ARCNET, Token Ring e Interfaz de datos distribuidos por fibra (FDDI, Fiber Distributed Data Interface), que controla el acceso a la red. El nodo que toma el control del paquete testigo tiene derecho a comunicarse en la red. Al contrario que en las redes basadas en la contención (como Ethernet), las estaciones de trabajo no intentan el acceso simultáneo a la red. Sólo transmite la estación que está en posesión del testigo. El testigo se pasa alrededor de la red de una estación a la siguiente, lo que garantiza que todas las estaciones tendrán la misma oportunidad de transmitir y que sólo un paquete viajará a la vez en la red. Si hay una estación de trabajo que este lista para transmitir, sólo debe esperar que el testigo esté disponible y entonces cogerlo. En redes en anillo con testigo, una estación toma posesión de un testigo y cambia uno de sus bits, convirtiéndolo en la secuencia de comienzo de trama (SFS, Start-of-Frame Sequence). Existe un campo en el testigo donde las estaciones de trabajo pueden indicar el tipo de prioridad requerida para la transmisión. Básicamente el establecimiento de prioridades consiste en una petición a otras estaciones para la utilización futura del testigo. Las otras estaciones comparan la prioridad del testigo con la suya propia. Si la prioridad de la estación de trabajo es más alta, las otras estaciones otorgan el acceso al testigo a la estación de trabajo, durante un período prolongado.

**Por piolet.** Este método de acceso se caracteriza por contar con un dispositivo controlador central, que es una computadora inteligente, como un servidor. Pasa lista a cada nodo en una secuencia predefinida solicitando acceso a la red. Si tal solicitud se realiza, el mensaje se transmite; de lo contrario, el dispositivo central se mueve a pasar lista al siguiente nodo.

Los métodos de detección de portadora tienden a ser más rápidos que los métodos de paso de testigo, pero las colisiones pueden atascar la red durante las cargas de tráfico pesado. El anillo con testigo no sufre problemas de colisiones por el cable.

### **1.5.3. Protocolos de Comunicación**

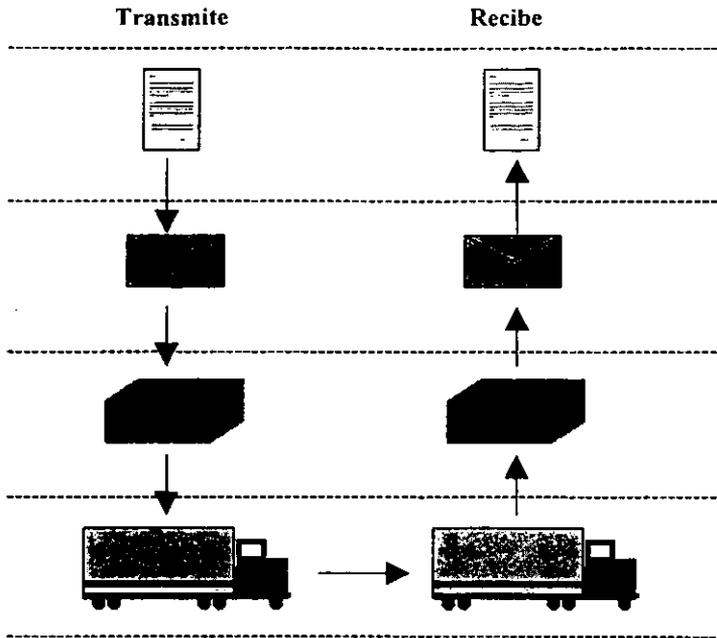
Los protocolos de comunicación son las reglas y procedimientos utilizados en una red para comunicarse entre los nodos que conforman la red. Los protocolos controlan dos niveles de comunicación diferentes. Los protocolos de nivel superior definen cómo se comunican las aplicaciones y los protocolos de nivel inferior cómo se transmiten las señales por un cable. Hay protocolos entre estos niveles que establecen y mantienen sesiones de comunicación entre computadoras y controlan el tráfico de errores. Cuando se definen y publican los protocolos de red, los fabricantes pueden diseñar y fabricar fácilmente productos de red que trabajen en sistemas de múltiples vendedores.

Los protocolos de comunicación están formados por capas para facilitar tanto la transmisión como la recepción de datos, con lo que se evita programación complicada, extensa e innecesaria de funciones que pudieran repetirse. Para la creación de una capa, los programadores sólo deben concentrarse en las funciones que va a realizar dicha capa, relacionarla con la capa superior y con la capa inferior conociendo los servicios que debe proporcionar a la capa superior y los servicios que debe recibir de la capa inferior, así como los protocolos donde se encuentran estos servicios. Al relacionar cada una de las capas con su capa superior e inferior, se va formando lo que se llama una pila de protocolos. Las pilas de protocolos más utilizadas son: TCP/IP y el modelo OSI.

#### **1.5.3.1. Ejemplo de protocolos y capas**

Para ejemplificar el funcionamiento de los protocolos que operan en las capas dentro de una pila de protocolos, vamos a hacer una analogía con el envío de una carta, como se ilustra en la Figura 1.9.

1. El dato de usuario es la carta que contiene la información.
2. La carta se mete a un sobre que tiene ya la dirección del destinatario, la dirección del remitente, y el control de información (tal como grueso, si es de primera clase, correo aéreo u otros).



**Figura 1.9.** Analogía del uso de protocolos entre las capas de los sistemas abiertos.

3. La carta va a la oficina postal donde se mete en una caja con otras cartas destinadas a la misma ciudad.
4. La carta se embarca a la ciudad destino.
5. Un trabajador de la oficina postal, abre la caja y clasifica los sobres para que puedan ser colocados en el transporte de correos correcto.
6. El sobre original es entregado por el transporte de correos, luego el sobre se abre y la información se recibe.
7. Si el sobre se envió con un control especial (si estuviera certificado, por ejemplo), el cartero es responsable de la correcta implementación de este protocolo.

Los protocolos usados para el envío de datos a través de una red de comunicación operan de una forma muy parecida. Los datos que van a ser enviados de un nodo a otro, son empacados por cada uno de los protocolos de embarque, parecidos a lo que correspondería a introducir la carta en un sobre, luego en una caja y finalmente en un transporte.

El software del protocolo reside en la memoria de la computadora o en la memoria del dispositivo de transmisión tal como la tarjeta de interfaz de red (NIC). Cuando los datos

están listos para la transmisión, se ejecuta este software de protocolos, quien prepara los datos e inicia el proceso de transmisión. Cuando la recepción termina, el software de protocolo libera los datos del cable, retira toda la información añadida para la transmisión y los prepara para que puedan ser procesados por la computadora.

**Transmisión.** El proceso para transmitir los datos está compuesto por el paso de los datos desde los protocolos de los niveles superiores hasta los protocolos de los niveles inferiores. El protocolo de cada capa añade información a los datos en forma de encabezados. El protocolo considera los datos como una combinación de datos de usuario y de encabezados que se le añaden al pasar entre los niveles para ser finalmente transmitidos sobre la red como conjuntos de bits llamados paquetes.

**Recepción.** En el proceso de recepción, el paquete pasa de los niveles inferiores a los superiores. El protocolo de cada nivel sólo interpreta la información que contiene el encabezado puesto por su nivel homólogo. El protocolo considera el resto del paquete como datos que deben ser interpretados por los protocolos de los niveles que están sobre él.

### 1.5.3.2. Modelo OSI

El modelo de referencia OSI (Open Systems Interconection, Interconexión de sistemas abiertos) fue desarrollado en 1978 por la Organización Internacional de Estándares (ISO) para especificar un estándar que pudiera ser usado para el desarrollo de aplicaciones independientes del proveedor y como una norma para comparar diferentes sistemas de comunicación. Los sistemas de redes diseñados de acuerdo al marco de especificaciones del modelo OSI hablan el mismo lenguaje, esto es, usan métodos similares o compatibles de comunicación. La estructura del modelo OSI está formada por *siete capas* y cada una se describe a continuación:

#### Capa 1: Física

La capa física transmite señales digitales (bits) sobre un canal de comunicación. Los bits pueden representar registros de bases de datos o archivos de transferencia; la capa física es indiferente a lo que representen esos bits. Define las características físicas de la interfaz como son los componentes y conectores mecánicos, los aspectos eléctricos como los valores binarios que representan niveles de tensión y los aspectos funcionales entre los que se incluyen el establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace físico.

De acuerdo con nuestra analogía del camión de correo de la Figura 1.9, el camión y el camino proporcionan los servicios de la capa física.

#### Capa 2: Enlace

La capa de enlace define las reglas para el envío y recepción de información a través de la conexión física entre dos sistemas. Los bits transmitidos y recibidos son agrupados en unidades lógicas llamadas tramas (*frames*).

Los bits en una trama tienen significados especiales. El principio y el final de una trama pueden estar marcados por patrones especiales de bits. Adicionalmente, los bits en una trama están divididos en cuatro campos (dirección, control, datos y un campo de control de error).

El campo de dirección, contiene las direcciones de los nodos de envío y recepción. El campo de control es usado para indicar los diferentes tipos de tramas de enlace, las cuales incluyen tramas de datos y tramas usadas para administrar el canal de enlace. El campo de datos, contiene los datos transmitidos por la trama. El campo de control de error usualmente detecta errores en la trama de enlace. La capa de enlace también es la primer capa en la que ocurre el control de error. El campo de control de error usualmente es un bit usado para detectar errores en la trama de enlace.

De acuerdo con la analogía de la Figura 1.9, la capa de enlace de datos asigna el camión de correo, envía cada camión al camino y se asegura que lleguen a salvo.

### **Capa 3: Red**

La capa de red define los protocolos para abrir y mantener un camino sobre la red entre los sistemas. Se relaciona con los procedimientos de transmisión y conmutación de datos y oculta tales procedimientos a las capas superiores. Los ruteadores operan en el nivel de red. Esta capa, mira las direcciones del paquete para determinar los métodos de enrutamiento. Si se direcciona un paquete a una estación de trabajo de la red local, se envía directamente allí. Si se direcciona a una red de otro segmento, el paquete se envía al dispositivo de enrutamiento, que lo envía a la red.

En la analogía de la Figura 1.9, la capa de red actúa como los distintos centros de distribución de correos regionales a lo largo del país. Los camiones son direccionados a los centros de distribución indicándoles la mejor ruta para que lleguen a su destino final.

### **Capa 4: Transporte**

La capa de transporte proporciona un alto nivel de control para trasladar la información entre sistemas, así se incluyen las utilidades más sofisticadas de control de errores, prioridades y seguridad. La capa de transporte ofrece servicios de calidad y distribución segura mediante la utilización de los servicios orientados a la conexión entre los dos sistemas finales. Controla la secuencia de paquetes, regula el flujo del tráfico y reconoce los paquetes duplicados. La capa de transporte asigna a la información empaquetada un número de seguimiento que se controla en el destino. Si el dato desaparece del paquete, el protocolo de la capa de transporte en el sistema receptor acuerda con la capa de transporte del sistema de transmisión que tiene paquetes a retransmitir. Este nivel asegura que se reciben todos los datos y en el orden adecuado. Se puede establecer un *circuito lógico*, que es como una conexión dedicada, para proporcionar una transmisión fiable entre sistemas.

La capa de transporte puede ser responsable para la creación de varias conexiones lógicas sobre la misma conexión de red. Este proceso llamado multiplexaje (o tiempos

compartidos), ocurre cuando un número de conexiones de transporte comparten la misma conexión de red.

En la analogía de la Figura 1.9, las funciones de la capa de transporte le corresponderían al despachador del camión de correo, quien retira el camión en caso de que ocurra un accidente en el camino.

## **Capa 5: Sesión**

Ejemplos de una sesión comprenden usuarios conectados a un servidor a través de la red y una sesión establecida para la transferencia de archivos. La capa de sesión hace uso de la capa de transporte para proporcionar mejores servicios de sesión incluyendo los siguientes:

- Control de diálogo.
- Administración de señales.
- Administración de actividades.

La capa de sesión coordina el intercambio de información entre sistemas mediante técnicas de conversación o diálogos. Los diálogos no son siempre necesarios, pero algunas aplicaciones pueden necesitar una forma de saber donde reiniciar una transmisión de datos si se perdió temporalmente una conexión, o pueden necesitar un diálogo periódico que indique el final de un conjunto de datos y el comienzo de otro nuevo.

El proceso de administración de la señal es el que determina que sentido tiene la señal y la forma como se va a transferir.

Suponga que se está realizando una transferencia de archivo de una hora entre dos máquinas, pero ocurren colisiones en la red aproximadamente cada 30 minutos por lo que se debe comenzar de nuevo después de que cada transferencia es abortada, por lo que nunca se podría completar la transferencia del archivo. Se puede resolver este problema poniendo la transferencia de archivo completa como una actividad particular con puntos de verificación (*checkpoints*) insertados en el flujo de los datos (*datastream*). Entonces, si ocurre una colisión, la capa de sesión puede sincronizarse para hacer checkpoints previos. Esta operación con la cual se administra una operación completa, es hábilmente llamada *administración de actividades*.

## **Capa 6: Presentación**

Los protocolos de la capa de presentación forman parte del sistema operativo y de la aplicación que el usuario ejecuta en una estación de trabajo. En esta capa se da formato a la información para visualizarla o imprimirla. Los códigos se interpretan dentro de los datos, como pueden ser las secuencias de tabulación o gráficos especiales. También se controla el cifrado de datos y la traducción de otros conjuntos de caracteres. La capa de presentación representa datos con una semántica y sintaxis común. Si todos los nodos utilizan y entienden este lenguaje común, los malentendidos pueden ser eliminados.

De acuerdo con la analogía de la Figura 1.9, las funciones de la capa de presentación se podrían ver como un traductor que interpreta o traduce una carta que se recibió en inglés al español.

## **Capa 7: Aplicación**

La capa de aplicación contiene los protocolos y funciones que requieren ser aplicados para realizar tareas de comunicación. Las aplicaciones acceden a los servicios de red subyacentes mediante procedimientos definidos. La capa de aplicación se utiliza para definir una serie de aplicaciones que controlan transferencias de archivos, sesiones de terminales e intercambio de mensajes (por ejemplo, correo electrónico), servicios de directorio global para la localización de recursos en la red, etc.

De acuerdo a la analogía de la Figura 1.9, las funciones de la capa de aplicación le corresponderían a la persona que escribe o que lee la carta.

### **1.5.3.3. TCP/IP**

Los objetivos de desarrollo para el grupo de protocolos TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) fueron el permitir comunicaciones entre varios sistemas independientes y multiproveedores. En 1983, los protocolos TCP/IP se convirtieron en el mecanismo de transporte oficial para la red del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DOD, Department of Defense), que evolucionó en un sistema de redes interconectadas expandidas por todo el globo terráqueo (Internet). Tiene fuertes capacidades de interconexión de red y sufre una oleada creciente de popularidad, principalmente debido a que se ha empleado como estándar para la interconexión de redes.

Las principales características de la arquitectura TCP/IP están implementadas bajo los siguientes objetivos:

- Protocolos sin conexión (cada paquete se transmite independientemente uno de otro).
- Rutas dinámicas.
- Protocolos de transporte con funciones de seguridad.
- Un conjunto de programas de aplicación comunes.

### **Protocolo de control de transmisión (TCP, *Transmission Control Protocol*)**

Se desarrolló el protocolo TCP original como un modo de interconectar redes con el uso de muchos tipos diferentes de métodos de transmisión. Para acomodarse a esos medios, se creó el concepto de pasarela (más tarde llamada ruteador) en el que los paquetes de una red se encapsulaban en un paquete que contenía la dirección de la otra pasarela. El paquete podría ser reempaquetado y direccionado a varias pasarelas, antes de alcanzar su destino

final. Se utilizó este método de encapsulación por varias razones, pero la más importante de ellas es que los diseñadores no querían que los propietarios de diversas redes alterasen sus esquemas de interconexión de red. Se asumió que cada red implementaría sus propias técnicas de comunicación.

El protocolo TCP establece una conexión de dos sentidos (dúplex) entre dos sistemas mediante la utilización de una interfaz de *conectores*. Un conector es un extremo de la comunicación que especifica la dirección de una computadora y el "puerto" dentro de esa computadora que una aplicación que se ejecuta utiliza para comunicarse. Podría pensarse en esta disposición como si se quisiese un teléfono dentro de un edificio, éste tiene una dirección y el número de teléfono es como un puerto dentro de ese edificio que le conecta con una persona específica. De esta forma, un conector es una conexión a una aplicación o proceso que se ejecuta en una computadora.

Las sesiones de comunicaciones TCP son orientadas a la conexión y tienen las siguientes características:

- Control de flujo, proporciona un modo para que dos sistemas cooperen activamente en la transmisión de paquetes para evitar exceso de flujo y pérdida de paquetes.
- Reconocimiento del paquete recibido, permite al emisor saber que el receptor ha recibido los paquetes.
- Secuencia extremo a extremo asegura que los paquetes se reciben en orden, de ese modo el destinatario no necesita reorganizarlos.
- Se usa una utilidad de *código de paridad* para asegurar la integridad de los paquetes.
- La retransmisión de los paquetes corrompidos o perdidos se puede manejar de una manera oportuna y eficiente.

Para establecer una conexión TCP, la estación activa envía un mensaje a otra estación. Esta responde a la estación activa que está preparada para el establecimiento de una sesión de comunicación. Luego, la primera estación responde para confirmar la conexión y tiene lugar una transferencia inicial de datos para establecer los controles de la transferencia consiguiente. Se describen los campos de los paquetes TCP aquí:

- *Puerto fuente/destino*. Contiene el número del puerto para el proceso de aplicación mediante el uso de servicios TCP.
- *Número de secuencias*. Proporciona la información necesitada por el receptor para ordenar los paquetes y saber si se ha perdido alguno.
- *Número de reconocimiento*. Proporciona una indicación de los bytes devueltos al emisor, de modo que puede retransmitir los paquetes perdidos si es necesario.
- *Longitud o desplazamiento*. Especifica la longitud de la cabecera.

- *Códigos*. Este campo contiene códigos que indican la necesidad urgente de datos o que este paquete es el final de los datos.
- *Ventana Corredera*. Proporciona una manera de incrementar el tamaño del paquete, de este modo mejora la eficiencia de la transferencia de los datos.
- *Código de paridad de la cabecera*. Proporciona un valor de comprobación de errores para asegurar la integridad de un paquete distribuido.
- *Punto urgente*. Indica la posición de los datos donde se localizan datos urgentes.
- *Opciones*. Una variable reservada para opciones futuras o especiales.

Cuando una aplicación usa TCP, hay una fase de establecimiento de conexión, pero una vez que se hace, proporciona distribución fiable y eficiente de los datos entre los sistemas finales. Las sesiones orientadas a la conexión son útiles para los intercambios de datos prolongados o cuando es necesaria una conexión relativamente permanente.

### **Protocolo Internet (IP, Internet Protocol)**

IP es un protocolo de comunicación sin conexión que por si mismo proporciona un servicio de datagramas. Los datagramas son paquetes independientes de información, que se envían a través de los ruteadores en función de su dirección y a la información de la tabla de encaminamiento contenida en los ruteadores. Los datagramas se pueden direccionar a un único nodo o a múltiples nodos. No hay control de flujo, reconocimiento de recepción, comprobación de error ni secuenciamiento. Los datagramas pueden atravesar trayectos diferentes para llegar al destino y así llegar fuera de secuencia. La estación receptora es responsable del resecuenciamiento y de determinar si se han perdido los paquetes. IP maneja la congestión simplemente con el descarte de paquetes. Los protocolos de nivel superior cuidan el resecuenciamiento y el manejo de errores, de modo que no lo tiene que hacer IP. Por eso, IP es rápido y eficiente, y muy adecuado para las redes y los sistemas de telecomunicaciones modernos, que ya proporcionan un servicio relativamente fiable.

IP trabaja con diversas redes de área local y extensa. Cuando IP se ejecuta en el entorno LAN de una red Ethernet, por ejemplo, el campo de datos de la trama Ethernet mantiene el paquete IP y un campo específico de la trama que indica la información IP que contiene. IP usa un esquema de direccionamiento que trabaja independientemente del esquema de direcciones de la red. Por ejemplo, cada adaptador Ethernet tiene una dirección hardware asignada en la fábrica. IP utiliza esta dirección para crear una dirección lógica que le asigna a cada nodo, como se describe a continuación.

### **Direccionamiento IP**

Cada nodo en una red TCP/IP requiere una dirección numérica de cuatro bytes (32 bits) que identifica una red y un anfitrión local (*host*) o nodo de la red. Esta dirección se compone de cuatro números menores a 255 (FF en Hex) separados por puntos, por ejemplo,

191.31.140.115 en la mayoría de los casos, el administrador de la red establece esas direcciones cuando instala nuevas estaciones de trabajo; sin embargo, en algunos casos es posible, para una estación de trabajo, consultar un servidor para alguna asignación dinámica de dirección cuando arranca.

Hay tres clases de direcciones Internet, clase A, clase B y clase C, el Cuadro 1.1 establece una forma fácil para poder reconocer cada una de éstas, lo que se conoce como "regla del primer octeto".

- *Clase A.* En esta clase, el primer número (*byte*) representa el número de red y los tres restantes el número del anfitrión local. Como el primer bit del byte utilizado para el número de red se pone en 0 se pueden tener, en total, 128 redes de clase A con 16,777,216 anfitriones cada una.
- *Clase B.* Esta clase consiste en utilizar los dos primeros números (*bytes*) para indicar la red y los dos siguientes para el anfitrión local. Los primeros bits del número de red se ponen en 10 de manera que puede haber 16,384 redes de clase B con 65,536 anfitriones cada una.
- *Clase C.* En este tipo los tres primeros bytes se utilizan para el número de red y el último para el número de anfitrión local. Los primeros bits se ponen como 110, de manera que podemos tener 2,097,152 redes de clase C con 256 anfitriones cada una.

Bits de mayor orden	Octeto en decimal	Tipo de clase
0	1 - 126	A
10	128 - 191	B
110	192 - 223	C

**Cuadro 1.1.** Reconocimiento de clases en el direccionamiento IP.

Debido a que la dirección Internet es una combinación de números de anfitriones y de red, múltiples anfitriones pueden compartir la parte del número que corresponde al de red, pero cada anfitrión tiene su propio número único. Por ejemplo, en los números de la Clase A, el primer conjunto de dígitos representa el número de red y los últimos tres conjuntos de dígitos el del anfitrión.

El direccionamiento IP soporta millones de direcciones, pero recientemente, ha surgido una limitación potencial. Con el aumento de la popularidad de Internet, es inevitable una escasez de las direcciones asignables. Se estimó que Internet agotaría sus direcciones hacia 1995. Sin embargo, un nuevo protocolo llamado Protocolo básico Internet (SIP, Simple Internet Protocol) remediará esta situación. SIP utilizará direcciones de 64 bits en vez del direccionamiento de 32 bits que utiliza IP, lo que incrementará considerablemente el número de direcciones posibles. SIP será compatible con IP.

## La estructura de datagramas de IP

El datagrama de IP contiene direcciones, información de encaminamiento y otra información de cabecera, para la distribución de un paquete de datos de una fuente a un destino. A continuación, se describen los campos del datagrama IP. Nótese que las banderas (*flags*) y campos de desplazamiento de segmento tienen que ver con la fragmentación de los paquetes en dos o más datagramas para su distribución sobre subredes que son incapaces del manejo de datagramas grandes.

- *Versión*. Describe la versión del protocolo IP y permite la transición de una versión de protocolo a otra.
- *Longitud*. Especifica la longitud de la cabecera.
- *Tipo de servicio (TOS, Type of Service)*. Utilizado para indicar el tipo o "calidad" del servicio requerido para el datagrama. Los ruteadores que manejan el datagrama leen este campo y proporcionan, si es necesario, prioridad al servicio. En un principio, este campo especificaba la prioridad del paquete para emergencias militares o eventos de crisis. La definición de TOS cambia para indicar una necesidad de minimizar el retardo y el costo monetario, maximizar el rendimiento o la fiabilidad.
- *Longitud total*. Especifica la longitud total del datagrama, que tiene una longitud máxima de 65,536 bytes.
- *Identificación*. Proporciona información para unir los datagramas fragmentados, de ese modo el destino puede reensamblarlos de forma unívoca en paquetes completos.
- *Banderas (flags)*. Hay dos bits de bandera, el primero indica que un paquete no se debería fragmentar y de ese modo se debe enviar a lo largo de una sub-red que pueda manejar su tamaño actual. El segundo bit de bandera indica que un datagrama es el último de un paquete fragmentado.
- *Desplazamiento de fragmentos*. Para datagramas fragmentados, este campo indica la posición de los datos en el paquete y se usa durante el reensamblado.
- *Tiempo de vida*. El tiempo en segundos que un datagrama puede estar en tránsito. Si se excede este tiempo el datagrama se considera perdido o en un bucle y por lo tanto se descarta.
- *Protocolo*. Identifica el tipo de protocolo de datagrama, de ese modo permite protocolos no TCP/IP.
- *Código de paridad de cabecera*. Proporciona un valor para comprobar los errores y de esta forma asegurar la integridad de un paquete distribuido.
- *Dirección fuente/destino*. Las direcciones de la fuente y del destino del datagrama.

- *Opciones.* Este campo tiene direcciones que proporcionan un modo de grabar un trayecto a través de una red o imponer un proyecto (encaminamiento fuente).

### **Técnicas de enrutamiento**

Los protocolos de enrutamiento de IP de TCP/IP permiten el reenvío de paquetes IP de una red a otra por medio del intercambio de información entre los ruteadores pertenecientes a dichas redes. TCP/IP da soporte al estado del enlace, vector de distancia (ruteamiento dinámico) y ruteamiento estático.

- *Protocolo de información de enrutamiento (RIP, Routing Information Protocol).* Utiliza el algoritmo de vector distancia como base para efectuar operaciones y tomar decisiones de enrutamiento. Basa éstas decisiones de enrutamiento en el menor número de saltos hasta el destino o en la ruta de menor costo. La mayoría de las empresas que utilizan TCP/IP utilizan RIP.
- *Protocolo primero abrir el camino más corto (OSPF, Open Shortest Path First).* Usa el algoritmo de estado del enlace como base para efectuar operaciones y tomar decisiones. Selecciona la ruta más corta entre la fuente y el destino. Los criterios para la creación de las rutas se basan en evitar las áreas congestionadas, la velocidad de las líneas, el costo de uso de las líneas, entre otras. OSPF está siendo muy bien aceptado en empresas públicas y privadas que usan redes extensas y complejas.
- *Protocolo gateway externo (EGP).* Se utiliza para intercambiar información de enrutamiento entre redes IP que están bajo control administrativo diferente.
- *Encaminamiento estático.* Las rutas estáticas están configuradas manualmente. Las rutas estáticas definen los ruteadores a utilizar para alcanzar el destino remoto. Los ruteadores pueden utilizar rutas estáticas en lugar, o además de, las rutas indicadas por los protocolos de enrutamiento dinámico.

### **El protocolo TCP/IP**

Como ya se mencionó anteriormente, TCP establece sesiones orientadas a la conexión las cuales requieren una fase de establecimiento, una fase de desconexión y mucha supervisión y posiblemente más exceso de tráfico debido a la sobrecarga necesaria para algunas transmisiones de datos. Durante el desarrollo del TCP, Denny Cohen recomendó la división del protocolo TCP para acomodar “oportunidad antes que precisión”. Argumentó que no siempre eran necesarias todas las características de control de flujo y verificación de errores ya descritas, además de la sobrecarga del establecimiento de una sesión orientada a la conexión. Lo que se necesitaba era una forma de obtener los datos rápidamente de otro sistema, para luego permitir que el sistema maneje toda la verificación de errores y el secuenciamiento por sí mismo. Así se creó el Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet (TCP/IP, Transmission Control Protocol/Internet Protocol). También se creó el *Protocolo de datagrama de usuario (UDP, User Datagram Protocol)*

para proporcionar un camino a las aplicaciones para el acceso a características sin conexión de IP. Ambos, TCP y UDP usan IP. A continuación se describen brevemente.

- TCP proporciona transporte de datos fiables de un nodo a otro mediante el uso de técnicas orientadas a la conexión.
- UDP proporciona servicios datagrama para las aplicaciones. El papel principal de UDP es el de añadir la dirección del puerto de un proceso de aplicación a un paquete IP.
- IP es un servicio sin conexión que proporciona servicios básicos de distribución de datagramas.

Nótese que se usa IP sin conexión para el transporte de datos entre los nodos en la red, mientras que los niveles TCP, que se ajustan en los finales proporcionan las funciones de fiabilidad. El paquete IP contiene la dirección del nodo final, mientras que el paquete TCP contiene el número del puerto de la fuente y el destino.

El modelo de la arquitectura TCP/IP se muestra en la Figura 1.10.

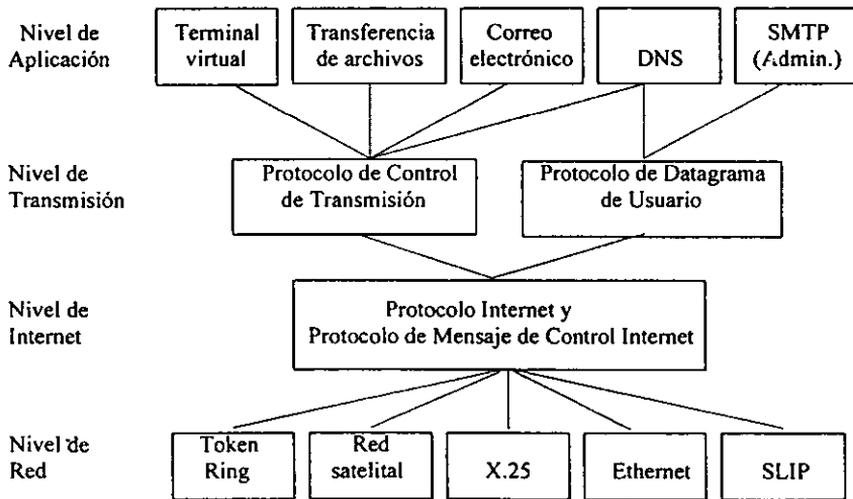


Figura 1.10. Arquitectura de TCP/IP.

### Aplicaciones sobre TCP/IP

Las aplicaciones siguientes se han construido encima del grupo de protocolos TCP/IP y están disponibles en la mayoría de las instalaciones TCP/IP, inclusive Internet.

- *Protocolo básico de administración de red (SNMP, Simple Network Management Protocol)*. Un protocolo de administración de red que recoge la información sobre la red e informa de ello a los administradores.
- *Protocolo de transferencia de archivos (FTP, File Transfer Protocol)*. Permite las transferencias de archivos entre estaciones de trabajo y un anfitrión (puede ser un anfitrión remoto).
- *Protocolo básico de transferencia de correo (SMTP, Simple Mail Transfer Protocol)*. Un protocolo que permite mensajería electrónica.
- *Telnet*. Se utiliza para enlazar una computadora con anfitriones remotos. Cuando ocurre un enlace de comunicación, la computadora actúa como una consola remota o terminal virtual (no está conectada físicamente) VT100 ó VT330 de DEC.

#### 1.5.3.4. Relación entre la arquitectura del modelo OSI y la de TCP/IP

La relación que existe entre las arquitecturas OSI y TCP/IP se dan en el Cuadro 1.2. La diferencia entre éstas arquitecturas, se da primeramente por la filosofía de las capas arriba del nivel de transporte. Aquí, el modelo OSI cuenta con dos capas adicionales, la capa de sesión y la capa de presentación. Por otro lado, la arquitectura TCP/IP ve las funciones de las capas de sesión y presentación como parte del nivel de aplicación.

El requerimiento de independencia del medio de transmisión dio como resultado en el nivel de red de TCP/IP la combinación de las dos últimas capas del modelo OSI (capas física y de enlace). En TCP/IP los elementos del nivel de red, pueden ser Ethernet, Token Ring, etc.

Los requerimientos para la conectividad universal son soportados por el Protocolo Internet (IP): En el nivel de red de TCP/IP hay sólo un protocolo al cual todos los servidores y nodos participantes pueden entender. El Protocolo de Mensajes de Control Internet (ICMP), transporta información de errores y de diagnóstico para el IP.

TCP/IP	Modelo OSI
Aplicación	Aplicación Presentación
TCP	Sesión Transporte
IP	Red
Red	Enlace Física

**Cuadro 1.2.** Relación entre el modelo OSI y el conjunto de protocolos TCP/IP.

Para el nivel de transporte, además del Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y el Protocolo de Datagramas de Usuario (UDP), otros protocolos son también operados en el Internet, la mayoría para propósitos de investigación. Sin embargo, TCP y UDP son los dos protocolos más comúnmente utilizados.

## 1.6. DISPOSITIVOS DE INTERCONECTIVIDAD

Los dispositivos de interconectividad de red son aquellos que permiten que una red crezca y se clasifican en cuatro grupos según su correspondencia a capas específicas del modelo OSI. Esta correspondencia se muestra en la Figura 1.11.

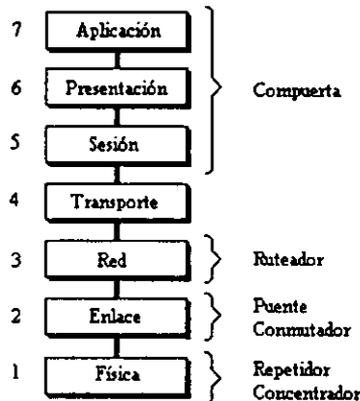


Figura 1.11. Dispositivos de interconectividad y el modelo OSI.

### 1.6.1. Repetidores (*Repeaters*)

Los repetidores operan en la capa física (capa 1 de OSI) e interconectan a dos segmentos de la misma red que estén geográficamente separados. Un repetidor proporciona servicios de regeneración de señales. Cuando una señal eléctrica pasa por un medio de transmisión (por ejemplo, cable coaxial), la señal se degenera en proporción directa a la longitud e impedancia del cable. Esta pérdida de señal se conoce como atenuación. Un repetidor conecta dos redes idénticas, por ejemplo Ethernet y las protege contra atenuaciones. El repetidor amplifica la señal recibida por un segmento de cable y retransmite (repite) la misma señal hacia otro segmento de cable. El repetidor no realiza filtrado de paquetes, por tanto, ambas redes comparten el mismo ancho de banda.

### **1.6.2. Concentradores (*Hubs*)**

Los concentradores son dispositivos que trabajan en la capa física (capa 1 de OSI) y en su forma más simple, un concentrador es un dispositivo que centraliza la conexión física y lógica de las estaciones de trabajo, los concentradores se diseñan específicamente para cada tipo de red (Ethernet, Token Ring)

### **1.6.3. Puentes (*Bridges*)**

Los puentes son dispositivos que operan en la capa de enlace de datos (capa 2 de OSI) e interconectan a dos redes de tal manera que los usuarios piensen que están conectados a una sola red. Los puentes son más eficientes que los repetidores en esta tarea, debido a que los primeros envían solamente los datos que son necesarios para la otra red. Esto reduce bastante la cantidad de tráfico que se transmite entre las dos redes, pero requiere que ambas sean del mismo tipo (por ejemplo, Ethernet con Ethernet).

### **1.6.4. Conmutadores (*Switches*)**

En una red estándar, cada nodo sigue un esquema de control de acceso a medios (MAC), como Ethernet o Token Ring, que permite compartir el mismo ancho de banda. Entre más nodos hay en una LAN, será menor la cantidad de tiempo que cada uno de ellos va a necesitar para las transmisiones. Un conmutador aísla y cataliza los datos, de modo que cada nodo tiene acceso a un mayor ancho de banda y una mejora radical en el desempeño, éste dispositivo sigue la misma filosofía del puente. Un conmutador es la manera más sencilla y más económica para mejorar el desempeño de una red muy ocupada, dado que permite el aumento del ancho de banda en cada puerto, así como la creación de redes virtuales (VLAN). El conmutador opera en la capa de enlace de datos (capa 2 de OSI).

### **1.6.5. Ruteadores (*Routers*)**

Los ruteadores son dispositivos que operan en la capa de red (capa 3 de OSI) y pueden interconectar a dos redes diferentes (por ejemplo Ethernet con Token Ring). Sus capacidades van mucho más allá de las de un puente. Debido a que los ruteadores no son transparentes, los usuarios que desean tener acceso a los recursos o a otra red, deben dar una dirección de destino. Esta dirección es igual a la dirección Internet. Los ruteadores utilizan la dirección Internet para encontrar ese destino siempre que esté en la red. Ya que los ruteadores realmente “hablan” con los dispositivos de la red cada uno debe soportar los protocolos que utilizan los dispositivos en esa red. Esto hace que los ruteadores sean más costosos, más complejos de establecer y mantener, y más lentos para establecer la conexión que los puentes. Sin embargo, son el producto de interconexión a utilizar cuando el requerimiento es establecer conexiones de extremo a extremo en cualquier parte de la red,

independientemente del tipo de red (por ejemplo, X.25, Frame Relay, Ethernet o Token Ring).

### 1.6.6. Compuertas (*Gateways*)

Son dispositivos que operan en la capa de aplicación (capa 7 de OSI) e interconectan a redes de diferentes tipos. Realizan la interconexión de la manera más directa posible. Literalmente convierten la salida de los dispositivos de una red en el protocolo que entienden los dispositivos de la otra red. A diferencia de los ruteadores, los gateways de hecho traducen un protocolo a otro. Los ruteadores agregan otro nivel de información de dirección a los datos, de modo que estos se pueden enviar a otra red. Cuando se utiliza un gateway para interconectar diferentes redes, los dispositivos de una red se comunican con los de la otra como si fueran de la misma clase.

### 1.6.7. Módems

Los módems (moduladores/demoduladores) son Equipos de comunicación de datos (DCE, Data Communication Equipment) que proporcionan conexiones para las computadoras sobre la red telefónica pública conmutada (PSTN, Public Switched Telephone Network). Los módems convierten (modulan) las señales digitales de computadoras en señales analógicas que se pueden transmitir a lo largo de las líneas telefónicas. Un módem en el otro extremo del enlace demodula la señal convirtiéndola de nuevo a bits digitales. Se muestra una conexión de módem típica en la Figura 1.12.

Cuando un módem “llama” a otro, el módem destino contesta y tiene lugar un intercambio de señal, que establece los parámetros para una sesión de comunicación. El proceso de negociación determina la velocidad de señalización máxima disponible entre los dos módems así como el uso de compresión. La utilización de las líneas telefónicas impone restricciones de ancho de banda en la velocidad de transferencia de datos.

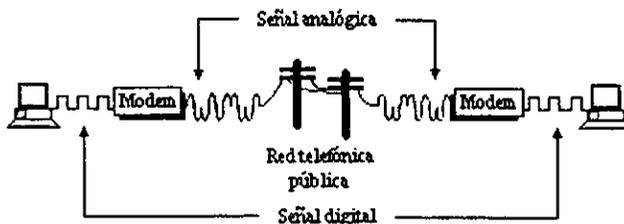


Figura 1.12. Conexiones de módem.

Los módems para computadora están disponibles en módems internos y externos. Un módem interno es una placa de circuito o adaptador que se ajusta a una ranura (*slot*) de una computadora. Un módem externo es una pequeña caja que permanece exterior a la computadora y se conecta a su puerto serial de comunicación (COM1 ó COM2).

## 1.7. SISTEMAS OPERATIVOS DE RED

El sistema operativo y los protocolos que proporcionan servicios de comunicación y de red, definen el entorno de una red. Hay dos tipos básicos de sistemas operativos de red:

- *Par a Par*. Este es un sistema operativo que permite a los usuarios compartir recursos en sus computadoras y acceder a los recursos compartidos en otras computadoras. Par a par implica que todos los sistemas tienen el mismo rango en la red. Ningún sistema es "esclavo" de otro.
- *Servidor Dedicado*. En un sistema operativo de servidor dedicado, una o más computadoras (servidores), regulan la comunicación entre los equipos que requieren de los servicios (clientes). A diferencia de las redes par a par, el funcionamiento de los clientes, depende de sus permisos de acceso al servidor.

El sistema operativo de la red se engloba en dos componentes básicos. El *sistema operativo de red del servidor* mismo y el *sistema de la estación de trabajo*. El sistema operativo del servidor de red se ejecuta dentro de la máquina del servidor y procesa todos los servicios. El sistema operativo de red normalmente es proporcionado por el fabricante de equipo original (OEM, Original Equipment Manufacturer). Los componentes de la estación de trabajo se ejecutan en esta, establecen la conexión con la red y el servidor y controlan el flujo de las comunicaciones.

El sistema operativo del servidor de red se puede dividir en cinco subsistemas básicos: el núcleo de control (Control Kernel), las interfaces de la red, los sistemas de archivo, las extensiones del sistema y los servicios del sistema.

- El *control kernel* o el núcleo de control es el corazón del sistema operativo, el cual coordina los diferentes procesos de los otros subsistemas. De una manera central, en el diseño del kernel están los procesos que optimizan el acceso a los servicios para la actividad del usuario. El kernel puede distribuir la actividad del usuario tan uniformemente como sea posible a través de los sistemas de disco y de cualquier dispositivo de entrada/salida, de tal manera que no se favorece a un usuario o grupo de usuarios obteniendo un mejor funcionamiento. El kernel también es responsable de mantener la información de estado de muchos procesos, es un componente de las

facilidades de administración de la red. El reporte de error, la inicialización del servicio y la terminación del servicio, comúnmente se rigen por los servicios del kernel.

- Las *interfaces de red* apoyan las tecnologías que son la implantación real del medio de la red. En los sistemas operativos de red más completos, las interfaces de red pueden cargarse y descargarse en forma dinámica, y se pueden instalar, simultáneamente, múltiples interfaces de diferentes tipos y marcas. Los componentes de la interface de red también manejan los protocolos de bajo nivel de la red y proporcionan el traslado básico entre estos protocolos cuando se requieren servicios de puenteo.
- Los *sistemas de archivo (file systems)* son los mecanismos mediante los cuales, se organizan, almacenan y recuperan los datos, a partir de los sistemas de almacenamiento disponibles para el sistema operativo de red. Estos sistemas pueden ser subsistemas de alta velocidad, tales como discos duros o discos RAM, o dispositivos de plazo mas largo, tales como los sistemas de almacenamiento óptico. Los sistemas de archivo con frecuencia se instrumentan con el concepto de aplicabilidad universal, es decir, el sistema de archivos puede presentarse como compatible con cualquier expectativa de aplicación de protocolos de entrada/salida del archivo.
- Las *extensiones del sistema operativo de red* definen lo “abierto” del sistema. Las extensiones que comúnmente se ofrecen en los sistemas operativos de red, por lo general son manejadores de productos de alto nivel que efectúan operaciones, tales como el traslado entre protocolos de acceso de archivos que requieren los diferentes sistema operativos de usuarios o estaciones.
- Los *servicios de sistemas* de red pueden ser servicios de almacenar y dirigir al nivel de sistema, tales como enfilear protocolos o subsistemas de contabilidad de recursos. Las características de seguridad y confiabilidad con frecuencia se implantan en los servicios del sistema de red para asegurar que proporcionen un nivel de sistema confiable. Para las estaciones de trabajo, los servicios del sistema operativo de red atrapan o capturan las llamadas desde la estación de trabajo y luego las dirigen hacia un recurso de la red.

A continuación se dan algunas características de los sistemas operativos de redes más utilizados.

### **LAN Server de IBM**

LAN Server de IBM es un sistema de servidor de red que opera sobre el sistema operativo OS/2. Debido a que OS/2 es el sistema operativo base, algunas de sus ventajas están disponibles inmediatamente. Primero, el núcleo (*kernel*) del sistema operativo OS/2 se ejecuta en el Anillo 0 del así llamado programa de protección de “memoria anillada” de los procesadores de Intel. La ejecución en el anillo 0 asegura que el núcleo de OS/2 nunca puede ser vulnerado por aplicaciones que pasen a su zona prohibida de memoria y causen errores que posiblemente podrían echar abajo a otras aplicaciones. El esquema de protección anillada es jerárquico, con el anillo 0 en el centro, Los procesos que se ejecutan

en el anillo pueden escribir en la memoria perteneciente a los procesos que se ejecutan en niveles superiores, pero estos niveles no pueden escribir en la memoria usada por los procesos inferiores.

### **LANtastic de Artisoft**

LANtastic es un producto de conexión de redes par a par desarrollados y comercializados por Artisoft. La red LANtastic trabaja en entornos DOS y Windows. Los usuarios pueden acceder a múltiples recursos con un único inicio de sesión. Las características de administración incluyen la capacidad de conseguir una visión completa de la red para manejar los derechos de usuario y supervisar el tráfico de la red. Además, LANtastic soporta una fuente de alimentación ininterrumpida que permite cerrar adecuadamente las aplicaciones que estén corriendo en el servidor en caso de pérdida de suministro eléctrico. Un sistema de intervención permite que el sistema LANtastic mantenga un registro de todos los accesos a subdirectorios y dispositivos tales como la hora y duración de los recursos usados.

LANtastic cuenta con algunas utilerías como seguridad, funciones de impresoras sofisticadas, correo electrónico incorporado, caché de disco, compartir CD-ROM, capacidades de DOS e interfaz Windows.

### **NetWare de Novell**

Novell ofrece una serie de sistemas operativos de red bajo el nombre de NetWare, desde el básico y económico NetWare Lite al NetWare 4.x, un sistema operativo diseñado específicamente para redes corporativas. Aquí se describe brevemente la línea de productos del sistema operativo.

*NetWare Lite.* Sistema operativo de red par a par de 2 a 25 usuarios. Se ejecuta sobre el sistema operativo DOS y es compatible con Windows de Microsoft. Los usuarios con poco conocimiento sobre conexión de redes, pueden establecer una para la compartición de archivos, aplicaciones e impresoras.

*NetWare 2.x.* Diseñado para grupos de trabajo y oficinas de pequeño a mediano tamaño dentro de grandes compañías. El sistema operativo se ejecuta tanto en modo dedicado como no dedicado en computadoras basadas en 80286, 80386 y 80486 de Intel. Proporciona soporte para la interconexión de red local y remota, tanto como las herramientas para los administradores de red.

*NetWare 3.x.* Sistema operativo diseñado para dar soporte a cientos de usuarios en un único servidor dedicado. Ofrece muchas de las utilidades avanzadas tratadas anteriormente, incluso el diseño modular y la capacidad de integrar distintos sistemas, también minicomputadoras.

*NetWare 4.x*. Sistema operativo corporativo de Novell que hereda todas las capacidades de NetWare 3.x y añade nuevas utilidades propias para crear un entorno multiservidor distribuido que ofrece servicios de directorio (NDS) que da soporte a la red corporativa, además de soporte de aplicaciones Internet.

El sistema operativo NetWare reside en un servidor de red que es normalmente una computadora de Intel. Proporciona servicios y conexiones de red a las estaciones de trabajo. Esta relación ofrece un sistema de comunicación que distribuye los servicios de red a los usuarios de las estaciones de trabajo. El componente importante en el lado del cliente es el software de redirección, que se carga generalmente cuando se arrancan las computadoras. El redireccionador intercepta las ordenes para los servidores de NetWare y las envía a través de la red. Las órdenes que no vienen de la red se envían al sistema operativo local.

Las funciones principales proporcionadas por el servidor de NetWare son la administración del sistema de archivos, la administración de la memoria y la planificación de las tareas de procesamiento. La relación entre el servidor y la estación de trabajo se basa en la de cliente-servidor, lo cual significa que las estaciones de trabajo controlan mucha de la carga de procesamiento, lo que libera al servidor para que pueda realizar sus propias tareas mas eficientemente.

El software que da soporte a la red une el hardware y el sistema de cableado al sistema operativo de la misma. Este software utiliza controladores específicos que proporcionan el soporte para los tipos de tarjetas de red instaladas en el servidor y en las estaciones de trabajo.

## UNIX

En 1969 y los primeros setenta, Ken Thompson y Dennis Ritchie desarrollaron en los laboratorios AT&T Bell, el sistema operativo UNIX. Es un sistema multiusuario que soporta las redes interconectadas y los sistemas de archivos distribuidos. UNIX consiste básicamente en un pequeño núcleo que ejecuta procesos, además de aplicaciones de usuario y servicios. El núcleo (*kernel*) de UNIX es un sólido corazón que cambia muy poco de un sistema a otro, mientras que el usuario puede añadir procesos a discreción. Este enfoque de diseño facilita que el usuario añada nuevos servicios o elimine los que ya no sean necesarios. Así además se fomenta la simplicidad, ya que no hay que volver a compilar la totalidad del sistema operativo. Los usuarios interactúan con el sistema operativo a través de un *shell*, que también es un proceso que acepta entradas del usuario y realiza diversas tareas. Como el shell es un proceso reemplazable, hay muchas variaciones, como el Bourne shell, el C shell y el Korn shell. El sistema de archivos es jerárquico. Hay un directorio raíz y un grupo de subdirectorios que dependen de él, cada uno de los cuales tiene su propio conjunto de subdirectorios.

El UNIX y los protocolos TCP/IP están estrechamente enlazados. Hoy en día, la mayor parte de las implementaciones UNIX incluyen TCP/IP y el soporte para Ethernet, lo que simplifica en gran medida la conexión de redes dentro de ese entorno. De esta forma, UNIX proporciona la posibilidad de instalar en una computadora un potente sistema

operativo que permite que los usuarios compartan archivos y ejecuten programas en las computadoras de otros usuarios.

### **VINES de Banyan**

VINES de Banyan es un sistema operativo de conexión de red que permite a los usuarios de los populares sistemas operativos de escritorio de PC como DOS, OS/2, Windows y los de los sistemas Macintosh compartir la información y los recursos entre ellos y con los sistemas de informática del anfitrión. VINES, que se basa en UNIX, apareció por primera vez en los años ochenta. Proporciona un soporte completo del sistema de archivo de red (NFS, Network File System) de UNIX para los servicios principales y el protocolo de control de transmisión/protocolo internet (TCP/IP) para el transporte.

Como otras redes, VINES se construyó alrededor de los servidores que proporcionan servicios a las estaciones de trabajo de los clientes. Se diseñó para ayudar a las organizaciones a la construcción de entornos de informática distribuida, por medio de una serie de servicios de redes corporativas, que incluyen la seguridad, la mensajería, la administración, la conectividad anfitrión y las comunicaciones de red de área extensa. Los servicios de directorios SteerTalk ayudan a los administradores de los usuarios a seguir la pista de los usuarios y los refuerzos de la red.

VINES ofrece servicios de red corporativa que no son servidores céntricos, pero sí servicios céntricos. Los usuarios de las redes Banyan acceden y visualizan lógicamente los recursos, sin necesidad de conocer su ubicación física. Los usuarios ven toda la red y solo necesitan iniciar la sesión una vez.

### **Windows NT de Microsoft**

Windows NT es un sistema operativo de 32 bits con multitareas priorizadas y protección de memoria, además de soporte para el multiproceso simétrico y el trabajo en red, todo con un interfaz gráfico de usuario. La capacidad que tiene Windows NT de acceder plenamente a los procesadores de 32Bits, permite trabajar con grandes números, direcciones de memoria e instrucciones. Por encima de todo se consigue rendimiento que es el resultado de haber potenciado la combinación de la capacidad de ejecución del procesador, la transferencia de datos y el acceso a memoria.

*Multitarea* significa que el sistema operativo pueda hacer varias cosas a la vez.

*Priorizada* significa que el usuario u otra tarea puede interrumpir la ejecución de una tarea, en lugar de esperar a que termine por completo. Como la velocidad del procesador es tan alta, las utilidades relacionadas con el hardware, como el acceso al disco, pueden parecer increíblemente lentas. Cuando un sistema operativo no priorizado accede al disco, el procesador espera mientras accede al disco mecánico, con lo que se pierden ciclos de procesamiento. En Windows NT se pueden realizar múltiples tareas simultáneamente, así que si una tarea queda colgada al acceder a un dispositivo lento del tipo de un disco, el

procesador puede volver su atención hacia otras tareas. Básicamente, no se pierde ningún ciclo de proceso.

La *protección de memoria* asegura que los múltiples programas se ejecuten a su propio espacio de memoria y no corrompan la memoria usada por las otras aplicaciones. Si falla una aplicación, el resto de ellas y el sistema operativo permanecen activos, de modo que los usuarios pueden cerrar sus trabajos y salir de forma adecuada.

El *multiprocesamiento simétrico* hace que Windows NT pueda aprovecharse de múltiples procesadores. A pesar de que los sistemas multiprocesadores existen desde hace tiempo, normalmente estos sistemas asignan tareas dedicadas a cada procesador, como la entrada/salida de la red. Este *multiprocesamiento simétrico* tiene un procesador dedicado a cada tarea, esto implica que cada procesador permanece inactivo cuando termina su trabajo específico. El multiprocesamiento simétrico es más difícil de implementar, pero proporciona un resultado superior.

Las *facilidades de red* de Windows NT permiten la compartición de archivos del sistema propio con otros usuarios de la red y la conexión con directorios compartidos de otros sistemas. Además Windows NT viene con software y controladores que soportan conexiones con otros tipos de sistemas operativos como las computadoras centrales (mainframes) de UNIX e IBM.

Además Windows NT incluye además de todas estas características un mayor control sobre los dominios administrativos y facilidades avanzadas de tolerancia de fallos, incluyendo soporte para el nivel 5 de RAID. Las características del servidor de acceso remoto (*Remote Access Server*) aportan el medio para que los administradores accedan y controlen los sistemas de forma remota a través de las líneas telefónicas asincrónicas y de las redes digitales de servicios integrados (ISDN, Integrated Services Digital Networks) y X.25.

## **Windows para Trabajo en Grupo de Microsoft**

Windows para trabajo en grupo (Windows for Workgroups) de Microsoft es una versión de redes par a par del popular sistema operativo Windows. Facilita que la gente pueda conectar sus computadoras, compartan información y trabajen juntos. Pueden enviarse mensajes de correo electrónico a los asociados, planear sus reuniones de grupo, compartir archivos e impresoras, administrar calendarios y trabajar juntos en proyectos de grupo.

Con Windows para trabajo en grupo, cualquier 80386 o modelo posterior puede actuar como servidor y compartir sus recursos (archivos e impresoras) con otros usuarios de la red. Cualquier otro sistema conectado a la red y que esté ejecutando Windows para trabajo en grupo puede usar aquellos recursos compartidos como un cliente.

## 1.8. REDES LAN Y WAN

En los últimos veinte años, la industria de comunicaciones ha concentrado su atención en sistemas que transportan datos a largas distancias. La industria de las redes de gran cobertura WAN (Wide Area Networks) ha madurado y es hoy por hoy un sector estable. Las redes locales LAN (Local Area Networks) se basan en una tecnología que empezó a adquirir interés a mediados de los setenta y es en la actualidad uno de los sectores de más rápido crecimiento dentro de la industria de comunicación de datos.

### 1.8.1. Redes de Área Local (LAN)

Las principales características o atributos de una red local son:

- Las conexiones entre las estaciones de trabajo suelen tener longitudes comprendidas entre algunos metros y dos kilómetros.
- Una red local transmite datos entre estaciones de usuario y computadoras (aunque algunas redes pueden transportar también imágenes y sonido).
- La capacidad de transmisión de una red local suele ser mayor que la de una red extensa: las velocidades de transmisión suelen estar comprendidas entre 1Mbps a 100 Mbps.
- El canal de la red local suele ser propiedad de la misma organización que utiliza la red. Por lo general, las compañías telefónicas no intervienen en su propiedad ni en su administración.
- La tasa de errores de una red local suele ser considerablemente menor que la del canal de telecomunicaciones orientado a redes extensas.

#### 1.8.1.1. Estándares para redes locales

Un estándar es un conjunto de lineamientos que todos los fabricantes están dispuestos a cumplir. En el mundo de la computación, cuando se establece un estándar y un fabricante lo cumple se dice que su producto es compatible. De esta manera, los fabricantes pueden desarrollar productos de red que puedan desempeñarse con otros productos que a su vez también lo sean. Con esto no importa la marca de un producto. Mientras se apegue al estándar podrá comunicarse perfectamente con todos los que lo sigan.

Para las redes locales, organizaciones tales como el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, Institute of Electrical and Electronic Engineers), principalmente en el proyecto 802, desarrollan estándares de comunicación. Este proyecto,

en particular, tiene como finalidad establecer el procedimiento para lograr la comunicación entre los nodos de una red. Entre los estándares más utilizados se encuentran el 802.3, el 802.5, el 802.12 y el FDDI.

#### 1.8.1.1.1. IEEE 802.3 (Ethernet)

El sistema de red Ethernet fue originalmente creado por Xerox, pero desarrollado conjuntamente como una norma en 1980 por Digital Equipment Corporation, Intel y Xerox. Esta norma se conoció como DIX Ethernet, haciendo referencia a los nombres de quienes lo habían desarrollado. La norma 802.3 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) define una red similar, aunque ligeramente diferente, que utiliza un formato alternativo de trama (una *trama* constituye la estructura de codificación de un flujo de bits transmitidos a través de un enlace).

Ethernet presenta un rendimiento de 1,10 y 100 Mbps, y utiliza un método de acceso sensible a la señal portadora, mediante el que las estaciones de trabajo comparten el canal de comunicación de la red, pero sólo una de ellas puede utilizarlo en un momento dado. El método de acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) se utiliza para arbitrar el acceso al medio.

El comité 802.3 del IEEE es el responsable de la definición del nivel físico en la pila de protocolos OSI. Este nivel se divide en dos subniveles denominados subnivel de control de acceso al medio (MAC, Media Access Control) y subnivel de enlace de datos (Data-Link).

Todas las adaptaciones de la norma 802.3 del IEEE presentan una velocidad de transmisión de 10 Mbps, con la excepción de 1Base-5 y 100Base-T, que permite la transmisión a 1 Mbps y 100 Mbps respectivamente. Pueden conectarse hasta 8,000 estaciones de trabajo en una única red de área local (LAN). En la siguiente lista se relacionan todas las topologías. Téngase en cuenta que el primer número del nombre se refiere a la velocidad en Mbps, y el último a los metros que admite un segmento (multiplicados por 100). *Base* hace referencia a banda base y *Broad* a banda ancha.

- *10 Base-5*. Cable coaxial con longitud máxima de segmento de 500 metros; utiliza métodos de transmisión en banda base.
- *10 Base-2*. Cable coaxial (RG-58 A/U) con longitud máxima de segmento de 185 metros; utiliza métodos de transmisión en banda base.
- *10 Base-T*. Cable de par trenzado con longitud máxima de segmento de 100 metros.
- *1 Base-5*. Cable de par trenzado con longitud máxima de segmento de 500 metros y velocidad de transmisión de hasta 1 Mbps.

- *10 Broad-36*. Cable coaxial (RG-59 A/U CATV) con longitud máxima de segmento de 3,600 metros; utiliza métodos de transmisión en banda ancha.
- *10 Base-F*. Sirve de soporte a redes soporte de fibra óptica de hasta 4 kilómetros con transmisión a 10 Mbps. La EIA/TIA (Electronic Industries Association/ Telecommunication Industries Association) ha adoptado este cable para establecer conexiones cruzadas entre los edificios de un campus en su normativa de cableado para edificios comerciales.
- *100 Base-T*. Una nueva norma Ethernet que presenta un rendimiento de 100 Mbps y utiliza el método de acceso CSMA/CD sobre configuraciones jerárquicas de cableado de par trenzado, también se le denomina Ethernet rápida (*Fast Ethernet*).

La topología de las redes Ethernet 802.3 consiste en un bus lineal que utiliza el método de acceso CSMA/CD. En las realizaciones sobre cableado coaxial, las estaciones de trabajo se conectan en serie conectando los segmentos de cable entre cada estación. Los segmentos forma un único y extenso sistema de cableado, denominado *línea troncal*. La versión de cable trenzado de Ethernet (10 Base-T) adopta una topología física en estrella, en la que el cable dirigido hacia cada estación es una rama que parte de un concentrador central de cableado.

### Formatos de Trama

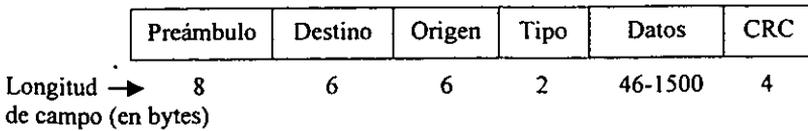
Una trama Ethernet representa la estructura de un paquete de datos enviados a través de una red Ethernet. Describe la posición de las cabeceras, bits de datos y la carga útil de información del paquete. Comprender los tipos de trama es importante si se desea conectar un analizador de protocolos a una red para realizar una supervisión del tráfico de la misma. Es posible descubrir ciertos problemas en la red observando el contenido de los paquetes y reuniendo estadísticas al respecto.

Existen cuatro tipos de trama en Ethernet:

- *Ethernet\_II*. El tipo de trama original de Ethernet asigna una única cabecera al paquete, el utilizado en las redes AppleTalk Phase I y las redes conectadas a sistemas DEC o a computadoras que utilizan el protocolo TCP/IP.
- *Ethernet\_802.3*. El tipo de trama utilizado genéricamente en redes NetWare de Novell.
- *Ethernet\_802.2*. El tipo de trama utilizado por defecto en redes NetWare 4.x de Novell.
- *Ethernet\_SNAP*. El tipo de trama utilizado en redes Apple Talk Phase II.

En la parte superior de la Figura 1.13, se muestra la trama original de *Ethernet\_II*, y en la parte inferior la trama IEEE 802.3. Los campos mas importantes de las tramas se describen a continuación.

### Trama Ethernet original



### Ethernet (IEEE 802.3)

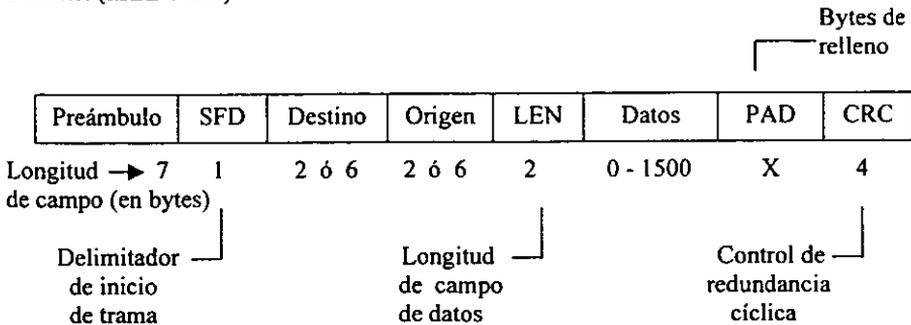
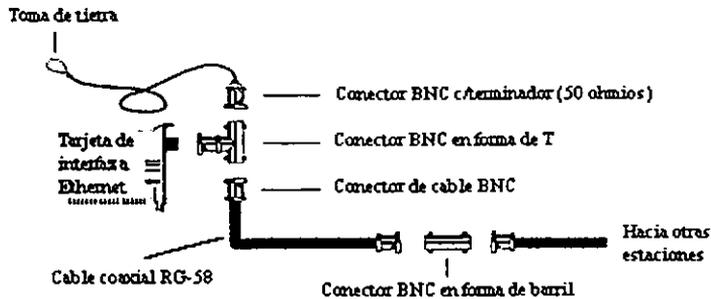


Figura 1.13. Trama Ethernet.

- *Preámbulo*. Este campo señala el comienzo de la trama.
- *Delimitador de inicio de trama (SFD, Start Frame Delimiter)*. Este campo proporciona un campo adicional que indica el comienzo de la trama Ethernet IEEE 802.3.
- *Destino y Origen*. Estos campos mantienen la dirección original y destino.
- *Longitud (LEN) del campo de datos*. Este campo indica la longitud de la porción de datos de la trama.
- *Control de redundancia cíclica (CRC, Cyclical Redundancy Checksum)*. Este campo mantiene un valor calculado por el emisor. El receptor realiza el mismo cálculo para ver si coincide con el valor del campo CRC. Si no es así, se considera que la trama se ha corrompido y se retransmite de nuevo.

#### 1.8.1.1.1. Ethernet 10 BASE-2 (Delgado)

El cable coaxial delgado Ethernet se manipula más fácilmente que el cable grueso y no requiere transceptores en las estaciones. Este cable es más barato, aunque la longitud máxima de la línea troncal es menor. Después del Ethernet 10Base-T este es el estándar más utilizado.



**Figura 1.14.** Componentes de un sistema de cableado Ethernet 10Base-2.

La Figura 1.14, ilustra los componentes de una red 10Base-2, los cuales se describen a continuación.

**Tarjeta de interfaz de red.** La mayoría de las tarjetas Ethernet admiten cable grueso o delgado. La tarjeta debería disponer de un conector tipo BNC acoplado en su parte posterior, además de un conector de cable Ethernet grueso. El cable troncal se conecta a un conector BNC en forma de T, que se acopla a un conector BNC macho en la parte posterior de la tarjeta. Si la tarjeta se instala en una estación sin disco, debe utilizarse una memoria programable de solo lectura PROM de arranque remoto.

**Repetidor.** Un repetidor es un dispositivo opcional utilizado para unir dos líneas troncales Ethernet y reforzar las señales entre éstas. Un mensaje transmitido sobre una red de área local (LAN) debe atravesar dos repetidores como máximo antes de alcanzar su destino o pasar a través de un puente de LAN.

**Cable Ethernet delgado.** Se trata de un cable coaxial RG-58 A/U o RG-58 C/U de 5 milímetros de diámetro y 50 ohmios de impedancia. El cable Ethernet delgado se encuentra disponible a través de numerosos fabricantes, en segmentos de longitud estándar y puede presentar ya acoplados los conectores. Este cable se suministra en forma de cable plenum a prueba de incendios, interior nonplenum, subterráneo y aéreo.

**Conectores BNC en forma de T.** Un conector en forma de T se acopla al conector BNC situado en la parte posterior de la tarjeta de interfaz a Ethernet. El conector en forma de T proporciona dos conexiones al cable una de entrada y otra de salida. Se necesitará un conector en forma de T en cada estación de trabajo, incluso en la última de la línea troncal. En este caso, se conecta un terminador BNC en el extremo abierto del conector en forma de T.

**Conectores BNC en forma de barril.** Los conectores en forma de barril se utilizan para unir dos segmentos de cable.

**Terminadores BNC.** Cada segmento de cable debe finalizar en ambos extremos con un terminador BNC de 50 ohmios. Cada segmento de cable necesita un terminador con toma de tierra y uno sin ella.

Hay que atenerse a las siguientes especificaciones y limitaciones cuando se construyen redes con cable coaxial RG-58 A/U o RG-58 C/U:

- La longitud máxima de segmento troncal es de 186 metros.
- Pueden unirse hasta cinco segmentos troncales mediante cuatro repetidores. Las estaciones de trabajo sólo pueden conectarse en tres de los segmentos. Los otros se usan para distanciar.
- La longitud máxima de la línea troncal es de 910 metros. En una línea troncal puede haber hasta un máximo de treinta nodos. Los repetidores, puentes, ruteadores y servidores se consideran nodos. El número total de nodos en todos los segmentos no puede exceder de 1024.
- Debe situarse un terminador en cada extremo de un segmento troncal, con uno de sus extremos a tierra.

#### **Cable delgado y grueso combinado**

Pueden crearse segmentos que combinen cable grueso y delgado mediante un adaptador especial BNC/Serie N, disponible en forma de adaptador serie N macho o hembra en un extremo. Los segmentos combinados resultantes se encuentran normalmente dentro de unos límites de longitud que oscilan entre 185 y 500 metros (607 y 1640 pies). Se utiliza la siguiente ecuación para encontrar la longitud máxima de cable delgado que puede utilizarse en un segmento troncal:

$$t = (1640 \text{ pies} - L) / 3.28$$

Donde: L es la longitud del segmento troncal que se desea construir y t es la longitud máxima de cable delgado que puede utilizarse.

#### **1.8.1.1.1.2. Ethernet 10 BASE-5 (Grueso)**

Ethernet 10Base-5 se considera a menudo el estándar de Ethernet debido a que fue la realización original de Ethernet. La Figura 1.15, ilustra un esquema de cableado de cable coaxial Ethernet grueso. Cada estación se conecta a una línea troncal Ethernet grueso mediante un transceptor. Este dispositivo no es igual al conector en forma de T utilizado en instalaciones de cable delgado. Tiene el aspecto de una pequeña caja y proporciona el aislamiento eléctrico entre la estación y el cable. En el transceptor se realiza un examen a

través de pulsos eléctricos, para determinar si la estación se encuentra conectada correctamente.

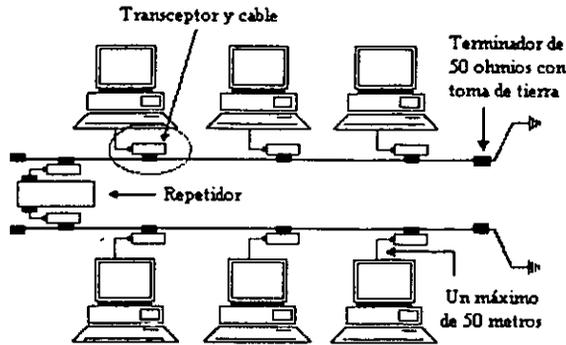


Figura 1.15. Ejemplo de cableado Ethernet 10Base-5 (grosso).

A continuación se describen los componentes de una red Ethernet gruesa:

**Tarjeta de interfaz de red.** La mayoría de las tarjetas de red Ethernet admiten cableado grueso o delgado. La tarjeta debe disponer de un conector hembra tipo AUI para realizar la conexión del cable grueso procedente del transceptor. Será necesaria una PROM de arranque remoto si la estación de trabajo no dispone de disco duro.

**Repetidor.** Un repetidor es un dispositivo opcional utilizado para unir dos líneas troncales Ethernet y reforzar las señales entre éstas. Un repetidor se conecta a un transceptor situado en una línea troncal mediante un cable especial para transceptor. Un mensaje transmitido sobre una LAN puede atravesar dos repetidores como máximo antes de alcanzar su destino o pasar a través de un puente de LAN.

**Transceptor.** Un transceptor sirve de unión entre las estaciones de trabajo y el cable Ethernet grueso. Dispone de tres conectores: dos de ellos son los de entrada y salida de cable grueso, y el tercero se utiliza para conectar la estación de trabajo al transceptor mediante un cable especial para transceptor. Los transceptores se conectan a la línea troncal de la red de dos formas posibles. Un sistema de abrazaderas atraviesa el cable, eliminando la necesidad de cortarlo y montar los conectores. De forma alternativa, una versión BNC del transceptor dispone de un conector T al que se conectan los extremos del cable. El corte del cable y el acoplamiento de los conectores debe realizarse mediante herramientas especiales.

**Cable para el transceptor.** Este cable se suministra normalmente con cada unidad de transceptor. En cada extremo del cable se monta un conector tipo AUI (en un extremo macho y en otro hembra), junto con cierres deslizantes que sirven para bloquear el cable

con la tarjeta de red. El cable para el transceptor normalmente es más flexible que el cable troncal.

**Conectores machos serie N.** Estos conectores se instalan en ambos extremos del cable, cuando se utilizan transceptores que utilizan conectores en forma de T. Los cables ya ensamblados tienen montados los conectores.

**Conectores en forma de barril serie N.** Estos conectores se utilizan para unir dos segmentos de cable.

**Terminadores serie N.** Cada segmento de cable debe finalizar en ambos extremos con un terminador serie N de 50 ohmios. En cada segmento de cable es necesario un terminador con una toma de tierra y otro sin ella.

Las especificaciones y limitaciones de la norma 10Base-5 se relacionan a continuación.

- La longitud máxima de un segmento troncal es de 500 metros.
- Los transceptores se conectan al segmento troncal.
- La distancia máxima entre una estación de trabajo y el transceptor es de 50 metros.
- La distancia mínima al siguiente transceptor es de 2.5 metros.
- Pueden unirse hasta cinco segmentos troncales mediante cuatro repetidores. Las estaciones de trabajo pueden conectarse únicamente a tres de los segmentos.
- La longitud máxima principal resultante de la unión de los segmentos es de 2460 metros.
- En una línea troncal puede existir un máximo de 100 estaciones de trabajo. Los repetidores se consideran estaciones de trabajo.
- Debe situarse un terminador en cada extremo de un segmento principal con uno de sus extremos conectado a tierra. Para evitar problemas no conectar a tierra un segmento por ambos extremos.

#### **1.8.1.1.1.3. Ethernet 10 BASE-T (*Par trenzado*)**

10Base-T ofrece la mayoría de las ventajas de Ethernet sin las restricciones y el costo que impone el cable coaxial. Además, la topología en estrella o distribuida permite la conexión de grupos de estaciones de trabajo departamentales o situadas en otras zonas. Es por esto que este estándar es el más utilizado.

Parte de la especificación 10Base-T es compatible con otras normas 802.3 del IEEE, de modo que es sencillo realizar una transición de un medio a otro. Es posible mantener las mismas tarjetas Ethernet al pasar de cable coaxial a cable de par trenzado. Además, pueden añadirse líneas troncales de par trenzado a las existentes, gracias a repetidores que admiten la conexión de líneas troncales de cable coaxial, fibra óptica y par trenzado.

La especificación 10Base-T incluye una utilidad de verificación de cableado denominada verificación de integridad del enlace. Gracias a esta utilidad el sistema puede realizar controles constantes del cable de par trenzado en busca de hilos abiertos o cortes del cable. Se realiza la supervisión desde un punto central.

En la Figura 1.16, se muestra una red básica Ethernet 10Base-T. Las estaciones de trabajo se conectan a un concentrador central que actúa como repetidor. Cuando llega la señal procedente de una estación de trabajo, el concentrador la difunde hacia todas las líneas de salida. Es posible realizar conexiones entre distintos concentradores para obtener una configuración jerárquica. Las estaciones de trabajo están conectadas a través de un cable de par trenzado que no puede exceder 100 metros de longitud. En una red pueden existir hasta 1024 estaciones sin necesidad de utilizar puentes.

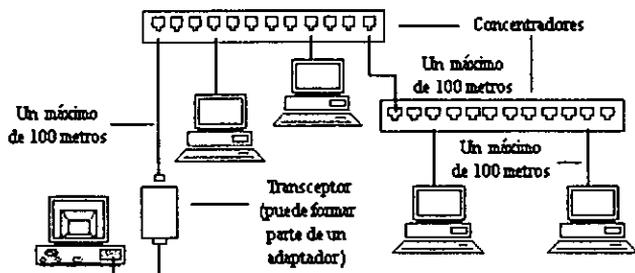


Figura 1.16. Ejemplo básico de cableado Ethernet 10Base-T

Las conexiones 10Base-T utilizan cable de categoría 3 y categoría 5, las cuales permiten un crecimiento futuro a tecnologías de transmisión más rápidas, como 100 Mbps.

Los componentes que se describen a continuación forman parte típica de las redes 10Base-T.

**Tarjeta de interfaz de red.** La tarjeta Ethernet deberá incluir un conector tipo RJ-45 10Base-T. Si la tarjeta se instala en una estación de trabajo sin disco, hay que añadir una PROM de arranque remoto.

**Concentrador (HUB).** El concentrador dispone a menudo de 12 a 24 puertos. Normalmente dispone de un puerto de conexión a redes con soporte de cable coaxial o de fibra óptica y tiene la capacidad de comunicarse en cascada con otros concentradores.

**Cable de par trenzado.** 10Base-T utiliza cable de par trenzado con conectores RJ-45 de hasta 100 metros de longitud. Puede adquirirse cable a granel y conectores aparte para construir segmentos de distintas longitudes según las necesidades.

**Conector RJ-45.** Se debe instalar un conector de este tipo en cada extremo de los cables. Los pines 1 y 2 son “transmisores” y el 3 y 6 “receptores”. En el caso de un cable que vaya a conectar una estación de trabajo con el concentrador, las conexiones de los pines son uno a uno, para conectar dos concentradores, cada par debe estar cruzado de modo que el transmisor en un extremo se conecta con el receptor en el otro.

Las especificaciones y limitaciones de la norma 10Base-T se relacionan a continuación:

- Se debe utilizar cable de par trenzado sin blindaje de categoría 3, 4 ó 5.
- Requiere de conectores RJ-45 en cada extremo de los cables.
- La longitud del cable entre la estación de trabajo y el concentrador no debe exceder los 100 metros.
- Un concentrador normalmente conecta 12 ó 24 puertos.
- Pueden conectarse los concentradores en cascada para aumentar el número de estaciones en la red.
- Los concentradores pueden conectarse a redes soporte de cable coaxial ó fibra óptica con objeto de formar parte de redes Ethernet extensas.
- Pueden existir hasta 1024 estaciones en una red sin necesidad de utilizar puentes.

#### **1.8.1.1.4. Ethernet 100 BASE-T (*Ethernet Rápida o Fast Ethernet*)**

Ethernet rápida constituye la norma 100Base-T del IEEE desarrollada originalmente por Grant Junction Network, 3 COM, SynOptics, Intel y otros fabricantes. Modifica la norma Ethernet existente en el sentido de admitir una velocidad de transmisión de 100 Mbps, aunque sigue utilizando el método de acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD). Necesita el cable de par trenzado de grado de datos de categoría 5 homologado por la Asociación de Industrias Electrónicas y de Telecomunicaciones (EIA/TIA), para aceptar una alta velocidad de transmisión de datos. La topología en estrella es similar a la de Ethernet 10Base-T con todos los cables controlados por un concentrador.

El principal objetivo en el desarrollo de 100Base-T fue preservar el estándar CSMA/CD, con objeto de acomodarse a las instalaciones ya existentes de Ethernet. 100Base-T se sitúa en el ámbito del subnivel de acceso al medio de IEEE, que permite establecer un puente entre distintas normas IEEE, como las relativas a redes en anillo con testigo, FDDI (Fiber Distributed Data Interface) y a otras normas Ethernet.

El tipo de cableado utilizado para proporcionar una transmisión de 100 Mbps es una consideración importante cuando se escoge un diseño Ethernet de alta velocidad. Existen tres diferentes medios de transmisión para implantar una red 100Base-T: 100Base-T4, 100Base-TX y 100Base-FX. El significado de los identificadores es el siguiente: *100*, establece que la transmisión de datos es de 100 Mbps. *Base*, significa que la técnica de transmisión es banda base y el tercer identificador establece el tipo de segmento.

- *T4*. Indica un segmento que utiliza cuatro pares de cable par trenzado.
- *TX*. Establece un segmento que usa dos pares de cable par trenzado de estándar ANSI (American National Standards Institute, Instituto Nacional Norteamericano de Estándares).
- *FX*. Indica que el segmento es un enlace de fibra óptica basado en el estándar desarrollado por ANSI.

#### 1.8.1.1.2. IEEE 802.12 (*Ethernet 100VG-AnyLAN*)

La propuesta 100VG-AnyLAN se basa en una tecnología desarrollada originalmente por AT&T y Hewlett Packard. Actualmente recae bajo la dirección del comité 802.12 del IEEE. La norma utiliza cable de par trenzado de ocho hilos, como se muestra en la Figura 1.17.



**Figura 1.17.** El cuarteto de señalización Ethernet 100VG-AnyLAN utiliza los cuatro pares para la señalización.

Utiliza además un nuevo método de acceso denominado prioridad bajo demanda que reemplaza el método de acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones utilizado en las redes Ethernet existentes.

## **Especificaciones 100VG-AnyLAN**

100VG-AnyLAN utiliza cuatro pares de grado de voz de categoría 3 ó superior por estación. La norma Ethernet a 100 Mbps (100Base-T) utiliza cable de grado de datos de categoría 5, lo que podría requerir una reinstalación de cableado en muchos lugares. 100VG-AnyLAN puede aprovechar el cable de categoría 5 si ya se encuentra instalado. Si es así, las distancias de cable pueden aumentar de 100 a 150 metros.

El método de acceso original de Ethernet ha cambiado, pero la trama permanece siendo la misma. El nuevo método de acceso se denomina prioridad bajo demanda. Manteniendo el formato de trama original, puede mantenerse la compatibilidad entre las normas Ethernet existentes y la norma 100VG-AnyLAN. De acuerdo con Hewlett Packard, es el formato de trama Ethernet y no CSMA/CD el componente que define la interoperatividad y la compatibilidad entre las distintas normas Ethernet.

En el método de prioridad bajo demanda, el concentrador arbitra qué estaciones de trabajo acceden a la red (y cuando acceden). Un sistema de prioridad puede garantizar que las aplicaciones sensibles al tiempo real (como video en tiempo real) obtienen el tiempo de acceso que necesitan de la red. La eficiencia mejora con este esquema debido a que el fenómeno de contención se elimina. El concentrador determina la estación que obtiene el acceso.

Debido a que 100VG-AnyLAN es similar a 10 Base-T en cuanto a topología, los adaptadores y otros componentes comparten muchas de las mismas características.

### **Métodos de señalización**

100VG-AnyLAN puede utilizar el mismo tipo de cable que las instalaciones existentes de 10Base-T. Puesto que este cable se clasifica como de grado de voz, se requiere un cuarteto de señalización para asegurar una velocidad de transmisión fiable de 100 Mbps sobre la línea. Mientras que 10Base-T utiliza dos pares en el cable, uno para transmitir y el otro para recibir, 100VG-AnyLAN utiliza los cuatro pares.

El método de señalización por cuarteto utiliza las mismas frecuencias que 10Base-T, pero transmite señales a 25 MHz en cada uno de los pares del cable. Un esquema de codificación denominado 5B6B reemplaza el método de codificación Manchester utilizado en 10Base-T. Las frecuencias de señal más pequeñas de 100VG-AnyLAN, divididas a través de los hilos, mantienen las emisiones de radiofrecuencia dentro de los requisitos que permiten la utilización de cable de grado de voz. En contraste, la norma 10Base-T transmite una señal de 20 MHz dividida en dos pares.

### 1.8.1.1.3. IEEE 802.5 (Token Ring)

La topología Token Ring está basada en un anillo con enlaces punto a punto. El anillo opera a 4 o 16 Mbps en un ciclo cerrado. La Figura 1.18 ilustra la topología de anillo.

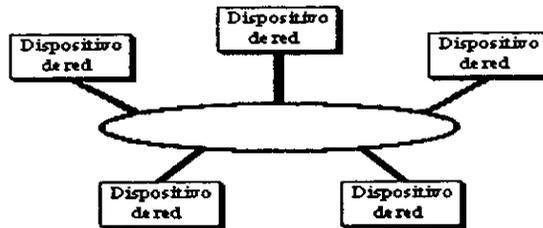


Figura 1.18. Topología de anillo de las redes Token Ring.

Token Ring es un método de acceso determinístico. No como el CSMA/CD de Ethernet ( donde cada estación compite con todas las otras estaciones para acceder al medio), cada estación en Token Ring tiene predeterminada o preasignada una cantidad de tiempo para acceder al medio. Un grupo especial de bits llamado *token* esta circulando alrededor del anillo. Cualquier estación puede apoderarse del token y reemplazarlo por una trama de información. Unos controles de reloj, determinan cuanto tiempo puede una estación monopolizar el token antes de pasarlo a la siguiente estación. Cuando la estación termina de transmitir, devuelve el token al anillo.

Una estación en Token Ring puede operar en uno de los siguientes modos:

- Transmisión
- Alerta
- Bypass
- Recepción

Para entrar al modo de transmisión, una estación se apodera del token. Cambia el bit de token de 1 a 0, con lo que indica que el token está ocupado. La estación entonces transmite su trama de información la cual especifica las direcciones fuente y destino.

En el modo de alerta, todas las estaciones revisan la dirección destino para determinar si la trama está direccionada hacia ella. Si la trama está direccionada a otra estación, la estación que se encuentra en modo de atención pasa los bits que llegan al enlace de salida.

Si una estación ha sido apagada, ésta se encuentra en modo de bypass y los bits pasan a través de ésta sin ser atendidos.

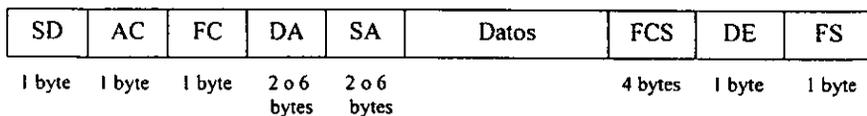
Si una estación descubre que el destino de la trama está direccionado hacia ella, entra en modo de recepción. La estación copia la trama en su memoria, modifica la bandera de estatus de la trama para indicar que recibió los datos de la trama, y después copia nuevamente la trama en el anillo. La estación transmisora (fuente) recibe la trama de datos y examina la bandera de estatus de la trama. La bandera de estatus de la trama está combinada para representar si una dirección fue reconocida, si la trama se copió con éxito, y si la trama esta bien o se corrompió. Cuando los bits que fueron enviados por la estación fuente regresan a ella, ésta los retira del anillo.

¿Qué sucede si el token se pierde o está confuso? Una estación especial llamada monitor activo examina ciertos bits en el token para determinar si el token ha circulado en el anillo demasiado rápido o si se debe generar un nuevo token. Cualquier estación puede actuar como monitor activo. La elección de la estación que va a funcionar como monitor activo se determina durante la inicialización del anillo. También se seleccionan monitores de seguridad (*Standby*) en caso de que el monitor activo falle.

Dado que cada estación en el anillo regenera la trama de datos a la potencia de la señal original, no son necesarios los repetidores. Esto significa que las redes Token Ring no están limitadas por la distancia o la velocidad, como es el caso de las redes que usan la topología de bus. Sin embargo, debido a que el token debe circular por el anillo continuamente, el anillo debe tener el retraso suficiente para retener los 24 bits del token, incluso cuando no halla actividad en el anillo. Si el anillo está operando a 4 Mbps, en el anillo debe haber un retraso de 6 microsegundos (24/4 Mbps). El monitor activo le suma un buffer de retraso de 24 bits para asegurar el retraso de 6 microsegundos.

### Formato de trama Token Ring

La Figura 1.19 ilustra el formato de la trama de información Token Ring.



**Figura 1.19.** Formato de trama de las redes Token Ring.

Delimitadores de Inicio y fin

(SD y ED) Secuencia especial de bits que especifican el inicio y fin de cada trama transmitida, independientemente de su contenido.

Control de acceso	(AC) Contiene bits de prioridad, los bits de token y de monitor y bits reservados. Se usa para controlar el acceso al anillo.
Control de trama	(FC) Define el tipo de trama (control de acceso al medio o información) y otras funciones de control.
Dirección fuente y dirección destino	(DA y SA) Puede tener 16 o 48 bits de longitud, pero para una LAN debe ser el mismo para todas las estaciones.
Datos	Puede contener datos o información de control adicional. No tiene especificada una longitud máxima, pero en la práctica, está limitada por el tiempo que tiene una estación para transmitir, es decir, mientras esté en posesión del token.
Secuencia de verificación de trama	(FCS) Un CRC de 32 bits que tiene funciones similares a las descritas en el formato de trama Ethernet.
Estatus de campo De la trama	(FS) Le permite a la estación que origina la señal, determinar si la estación direccionada no existe, está apagada, está activa pero no copia la trama, o si está activa y copia la trama.

#### 1.8.1.1.4. Interfaz de Datos Distribuidos por Fibra (*FDDI, Fiber Distributed Data Interface*)

En redes, se está incrementando la confiabilidad en la utilización de cable de fibra óptica para conectar múltiples LAN's y para proporcionar un aumento en el ancho de banda para aplicaciones emergentes. La fibra óptica ofrece muchas ventajas sobre los cables coaxiales de cobre y el par trenzado, incluyendo:

- Incremento en la capacidad del ancho de banda.
- Baja atenuación de la señal.
- Alta integridad en los datos.
- Inmunidad ante las interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia.
- Distancias largas entre estaciones.
- Larga duración.
- Gran seguridad.

FDDI está basado en una topología de anillo particularmente apto para el tráfico de datos a alta velocidad con un segundo anillo girando en sentido opuesto para redundancia. La Figura 1.20 ilustra esta topología. FDDI conecta las dos capas inferiores del modelo de referencia OSI (física y de enlace).



Figura 1.20. Topología de las redes FDDI.

FDDI es un sistema de comunicación de datos que utiliza fibra en lugar de cables de cobre. La información es acarreada sobre el medio óptico mediante rayos de luz modulados. Los dispositivos de las redes FDDI transforman las señales de luz en señales eléctricas para su procesamiento. La información se convierte de nuevo en rayos de luz antes de ser colocada en el anillo.

Como en Token Ring, FDDI también utiliza el método de acceso de paso de testigo (token-passing). La tecnología FDDI está basada en un par de anillos binarios girando en sentidos opuestos. Operando a 100 Mbps, FDDI provee un camino extremadamente rápido para el tráfico de datos. Fue diseñado para operar con distancias entre estaciones arriba de los 2 kilómetros. La arquitectura de anillos binarios también proporciona un alto grado de seguridad y tolerancia a fallas, bajo operación normal, uno de los anillos (llamado anillo primario) acarrea el tráfico de datos. El otro anillo (llamado anillo secundario) es generalmente usado para recuperación automática en caso de que halla un rompimiento en el anillo primario.

Cuando ocurre un fallo como en la Figura 1.21, las estaciones entre uno y otro lado de la falla, la detectan y automáticamente lo desvían hacia el otro anillo. Esta configuración de anillo es conocida como anillo envuelto (*ring wrap*).

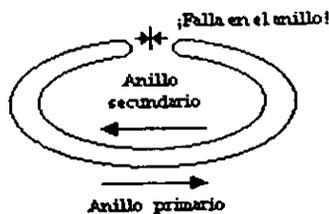
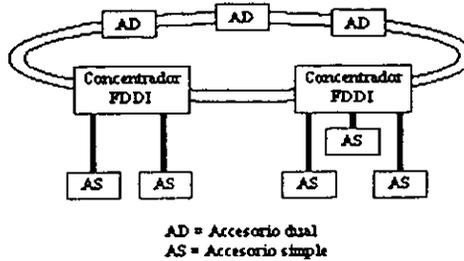


Figura 1.21. Falla en una red FDDI.

En general la operación de FDDI es similar al método de paso de testigo descrito para Token Ring.

## Componentes de FDDI

Hay tres componentes asociados a las redes FDDI. Estos se ilustran en la Figura 1.22.



**Figura 1.22.** Componentes de las redes FDDI.

- El accesorio dual (dual attachment, DA) que es la interface que conecta una estación con los anillos de fibra óptica primario y secundario para realizar la recuperación de fallas. Si ocurre una falla en el anillo primario, los dispositivos en ambos lados de la falla la detectan, entonces cada estación automáticamente reconfigura la ruta de sus datos para que operen sobre el anillo secundario, esto es, para que envuelvan a la falla. Esto contribuye para que FDDI tenga una alta disponibilidad.
- El concentrador conecta físicamente los dos anillos de fibra óptica para realizar la recuperación de fallas. Sus principales funciones es la administración del acceso al backbone de fibra óptica de los dispositivos que no están asociados al FDDI. También remueve los dispositivos que fallan del anillo que no tienen capacidades de recuperación de errores.
- El accesorio simple (single attachment, SA) conecta una estación de trabajo con el concentrador FDDI con una configuración en estrella. El accesorio único no interviene en la recuperación ya que éste no está conectado con el anillo secundario. Sin embargo el concentrador por si mismo tiene una alta arquitectura redundante.

## Formato de trama FDDI

La Figura 1.23 ilustra la información del formato de la trama FDDI.

Todos los bits que van a ser transmitidos primero son codificados usando grupos de código "4 de 5". Esto significa que por cada 4 bits, se genera un código de 5 bits denominado palabra de código o símbolo. El número de 5 bits se muestra en la Figura 1.23 como S.

PA	SD	FC	DA	SA	Datos	FCS	DE	FS
16S	2S	2S	4 o 12S	4 o 12S		8S	1 o 2S	3S

**Figura 1.23.** Trama FDDI.

Preámbulo	(PA) Formada por dieciséis o más símbolos de 5 bits. Establece una sincronización de reloj para el receptor.
Delimitadores de Inicio y fin	(SD y ED) Para secuencias especiales de bits que especifican el inicio y fin de cada trama transmitida independientemente de su contenido.
Control de trama	(FC) Define el tipo de trama (control de acceso al medio o información) y otras funciones de control.
Dirección destino y dirección fuente	(DA y SA) Similar a la de Token Ring excepto porque son símbolos de longitud 4 o de 12.
Dato	Puede contener arriba de 4500 bytes.
Revisión de secuencia De trama	(FCS) Un CRC que tiene funciones similares a las descritas en el formato de trama de Token Ring.
Nivel de campo De la trama	(FS) Contiene la información que determina si existe la estación direccionada, si está apagada, si está activa pero no puede copiar la trama o está activa y copia la trama.

## 1.8.2. Redes de Área Amplia (WAN)

La interconexión de LAN's puede implementarse dentro de una misma área geográfica o a través de grandes distancias. Cuando las LAN's están geográficamente dispersas, éstas se conectan por medio de una red de área amplia (WAN, Wide Area Network). Típicamente, las WANs corren a velocidades mucho menores que las LAN. Por ejemplo los enlaces WAN frecuentemente operan a 2.048 Mbps y menores. En cambio, una LAN Ethernet opera a 10 Mbps, una LAN Token Ring opera ya sea a 4 o 16 Mbps, y las LAN FDDI y Fast Ethernet operan a 100 Mbps.

Hoy en día las WANs se enlazan mediante la utilización de módems, líneas privadas, X.25, Frame Relay e ISDN (Integrated Services Digital Network, Red digital de servicios integrados). Además de estas tecnologías se han ido incorporando algunas otras,

tales como ATM y el B-ISDN. Si bien existen muchas tecnologías, todas pueden agruparse en dos categorías: punto a punto o de nube.

### Tecnologías punto a punto

Como el nombre lo sugiere, los enlaces punto a punto se componen de líneas de comunicaciones dedicadas entre dos puntos específicos, cada uno con su propia red o redes remotas. Los enlaces punto a punto pueden ser de propietarios privados y operados por ellos, pero más frecuentemente son arrendados por los *carriers* (portadores de señal) que dan el servicio de larga distancia. La Figura 1.24, muestra una WAN construida utilizando la tecnología de punto a punto.

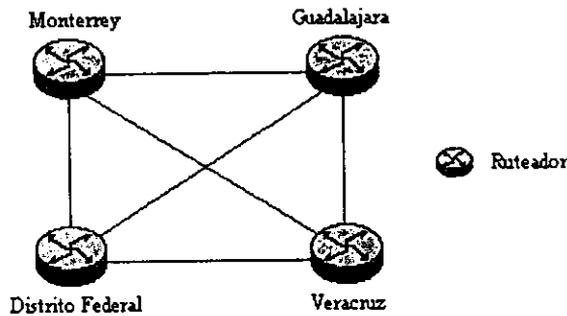


Figura 1.24. Red WAN con enlaces punto a punto.

Las líneas punto a punto proporcionan un ancho de banda fijo, lo que significa que son operadas a velocidades fijas. Normalmente las tarifas de arrendamiento de líneas dependen tanto del ancho de banda proporcionado como de la distancia entre las localidades a enlazar.

Una desventaja de utilizar enlaces punto a punto es que estos pueden ser muy costosos si se utiliza una topología de malla completa. En una topología de malla completa, cada dispositivo de acceso tiene un enlace punto a punto con los demás dispositivos de acceso a la red.

### Tecnologías de nube

Mientras que los enlaces punto a punto utilizan una línea de comunicación individual entre cada punto terminal, las tecnologías de nube proporcionan conectividad de una manera menos directa. La nube indica que las conexiones entre dos puntos cualquiera

parecen transparentes para los dispositivos conectados a la red. Algunos ejemplos de tecnología de nube son X.25, Frame Relay e ISDN.

Es importante entender que esta tecnología sola, semeja a una nube en el exterior. Dentro de la nube hay una red compleja de switches y líneas troncales que garantizan que los mensajes que llegan son entregados a su destino correcto. Cada tecnología de nube también especifica una única interface de red de usuario que corre entre el equipo del subcriptor y la red en la nube. La Figura 1.25, ilustra un ejemplo de la estructura interna de una nube WAN.

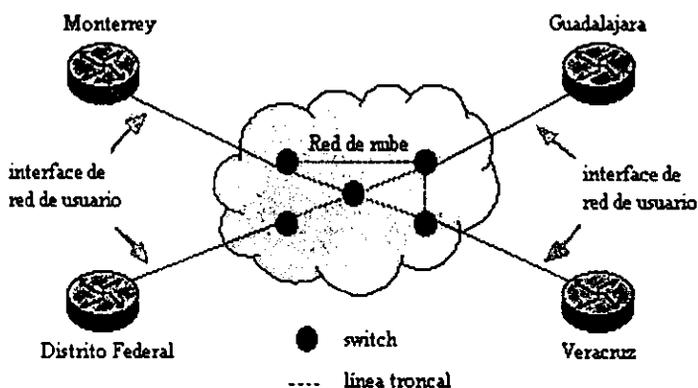


Figura 1.25. Estructura interna de una nube WAN.

Hay varios beneficios al utilizar una tecnología de nube en lugar de las tecnologías de punto a punto.

- El administrador sólo necesita instalar y mantener una sola línea de acceso por cada puente o ruteador.
- Se pueden añadir puentes o ruteadores a la red con una sola línea de acceso, no se tiene una línea privada para cada puente o ruteador remoto.
- Enlazarse a una red WAN de nube generalmente es menos caro cuando consideramos que el número de líneas punto a punto y el número de puertos en cada puente o ruteador es menor.
- El ancho de banda de la nube puede ser repartido entre los usuarios de la red que lo demanden.

### 1.8.2.1. Tecnologías de Telecomunicaciones

Las tecnologías más utilizadas para la transmisión de datos a niveles locales, nacionales e internacionales son, sin duda alguna, el X.25, el Frame Relay, ATM, ISDN y VSAT. Dichas tecnologías están siendo usadas cada día más por operadores públicos para ofrecer servicios de alta y baja velocidad, que buscan satisfacer las necesidades de interconexión de datos y redes de área amplia, así como la transmisión de voz, imágenes y video.

#### 1.8.2.1.1. X.25

X.25 es un servicio de conmutación de paquetes que tradicionalmente se usa para la conexión de terminales remotos a sistemas anfitriones (*host*). El servicio proporciona conexiones cualquiera a cualquiera para usuarios simultáneos. Se pueden multiplexar las señales a través de una interfaz X.25 en la red de conmutación de paquetes y distribuirlas a diferentes lugares remotos. Un canal de comunicación llamado circuito virtual conecta estaciones finales a través de la red sobre un trayecto predefinido. La interfaz X.25 soporta velocidades de línea de hasta 64Kbps, aunque una parte importante del rendimiento es la sobrecarga para la corrección de errores ya que esta se lleva a cabo en cada nodo de conmutación. El CCITT revisó la norma en 1992 y aumentó la velocidad a 2Mbps.

La arquitectura de conmutación de paquetes de X.25 tiene sus ventajas y desventajas. Los paquetes de información se encaminan a través de una red de malla, en función de la información que contenga la cabecera del paquete sobre la dirección destino. Los usuarios pueden conectarse con muchos lugares diferentes, a diferencia de las redes orientadas a circuitos donde existe un trayecto dedicado entre sólo dos puntos. Debido a que los paquetes viajan a través de los puertos compartidos de los ruteadores, es posible que se produzcan retardos en la distribución. Los usuarios experimentan una prestación lenta cuando más y más personas acceden a la red, aunque la mayoría de las redes pueden soportar exceso de tráfico por el encaminamiento alrededor de las áreas congestionadas. Por contraposición, las redes orientadas a circuitos proporcionan un ancho de banda fijo entre dos puntos que no se acomoda a las ráfagas de tráfico que sobrepasen ese ancho de banda.

X.25 adolece de prestaciones pobres y no es aceptable para la mayoría de las aplicaciones en tiempo real LAN o WAN. Sin embargo, X.25 es muy conocido, entendido y aceptado para el acceso a terminales o computadoras remotas, siempre y cuando el tráfico sea ligero. X.25 puede ser el único camino fiable para establecer enlaces de red internacionales con países con sistemas telefónicos no fiables. Casi todos los países tienen servicios X.25. Por el contrario la obtención de circuitos dedicados fiables en algunos países es casi imposible.

El concepto de circuito virtual es importante en X.25. Un circuito virtual establece un canal de comunicaciones "lógico" temporal o permanente entre dos puntos extremos a través de la red de conmutación de paquetes. El uso de un circuito garantiza que los

paquetes lleguen en secuencia, ya que siguen la misma trayectoria. También proporciona transporte fiable de datos a través de la red.

#### **1.8.2.1.2. Frame Relay**

Frame Relay constituye un método de comunicación orientado a paquetes para la conexión de sistemas informáticos. Se utiliza principalmente para la interconexión de redes de área local (LAN) y redes de área extensa (WAN) sobre redes públicas o privadas. La mayoría de las compañías públicas de telecomunicaciones ofrecen los servicios de Frame Relay como una forma de establecer conexiones virtuales de área extensa que ofrezcan unas prestaciones relativamente altas. Frame Relay es una interfaz de usuario dentro de una red de conmutación de paquetes de área extensa, que típicamente ofrece un ancho de banda comprendida en un rango entre 56 Kbps Y 1.544 Mbps. Frame Relay se originó a partir de las interfaces ISDN y se propuso como estándar al comité consultivo internacional para telegrafía y telefonía (CCITT, Consultative Committee for International Telegraph and Telephone) en 1984.

Las conexiones a una red Frame Relay requieren un ruteador y una línea desde las instalaciones del cliente hasta el puerto de entrada a Frame Relay en la compañía de telecomunicaciones. Esta línea consiste a menudo en una línea digital alquilada como DS0, E0 ó E1 dependiendo del tráfico.

Frame Relay hace uso de circuitos virtuales para el establecimiento de la comunicación entre puntos finales. Un circuito virtual permanente (PVC, Permanent Virtual Circuit) consiste en un trayecto predefinido a través de una red Frame Relay que conecta dos puntos finales. El servicio Frame Relay proporciona PVC's situados donde hayan especificado los clientes, entre los emplazamientos designados. Estos canales permanecen activos continuamente y están garantizados, con el objeto de proporcionar un nivel específico de servicios, que se ha negociado con el cliente. Los circuitos virtuales conmutados se añadieron al estándar Frame Relay a finales de 1993. Así, Frame Relay se ha convertido en una auténtica red de conmutación "rápida" de paquetes.

#### **Conmutación mejorada de paquetes**

En los últimos años, las compañías de telecomunicaciones han instalado gran cantidad de cables de fibra óptica en las redes nacionales y mundiales con objeto de aumentar el ancho de banda disponible. Para aprovechar este ancho de banda, son necesarios nuevos esquemas de comunicación que eliminen la sobrecarga inherente a otros esquemas. Frame Relay lo consigue evitando el control de flujo y la administración de errores dentro de la propia red, originadores de retardos. En comparación, la antigua tecnología X.25 realiza una verificación exhaustiva de errores al asumir que se utilizan líneas telefónicas no fiables para la transmisión de datos.

La eliminación de estas características en Frame Relay no presenta ningún problema, incluso cuando los errores hacen acto de aparición. Frame Relay asume que los nodos finales son máquinas programables que pueden realizar su propio control de errores. Los sistemas finales no se encuentran sobrecargados con este control de errores debido a que generalmente se producen muy pocos. En contraste, X.25 asumía que la red podría necesitar realizar esta acción debido a que los nodos finales consistían en terminales mudos conectados a computadoras centrales.

En Frame Relay los nodos intermedios (conmutadores) simplemente realizan una retransmisión de trama a través de un trayecto predefinido. En X.25 los nodos intermedios deben recibir completamente cada paquete y realizar una verificación de errores antes de reenviarlo. Si existe un error, el nodo solicita una retransmisión desde el emisor. De esta forma, el emisor puede retransmitir un paquete tan pronto como se haya perdido. Las tablas de estado utilizadas por X.25 en cada nodo intermedio que tratan la administración, el control de flujo y la verificación de errores no son necesarias en Frame Relay.

Si se produce la corrupción o pérdida de un paquete debido a la congestión en una red Frame Relay, el sistema receptor detectará la pérdida de la trama y solicitará una retransmisión. Las redes Frame Relay ponen toda su energía en el movimiento de los paquetes. Los nodos de conmutación de la subred no realizan ningún tipo de corrección de errores, aunque pueden detectar paquetes corrompidos. Los paquetes se descartan tras su detección.

### **Establecimiento de conexiones Frame Relay**

La conexión a Frame Relay se lleva a cabo por medio de la compañía de telecomunicaciones local. Hay que seleccionar la velocidad de acceso y el tipo de acceso (dedicado o conmutado).

Los puertos de Frame Relay se conectan normalmente mediante PVCs. Los PVCs son enlaces lógicos, que disponen de puntos finales y características específicas de servicio. Proporcionan conexiones lógicas sobre topologías mixtas y ofrecen de forma anticipada a las compañías de telecomunicaciones un modo de especificación de las características del servicio y de la velocidad. También proporcionan conexiones rápidas entre puntos finales. Algunas de las características del servicio definidas para PVCs durante el establecimiento del servicio con un proveedor se relacionan a continuación:

- *Velocidad de acceso.* Esta es la velocidad de la línea que determina la rapidez de envío de los datos sobre la red.
- *Tasa de información comprometida (CIR, Committed Information Rate).* CIR es la velocidad mínima de transmisión de datos en un circuito Frame Relay. Es normalmente menor que la velocidad de acceso; las transmisiones pueden exceder la cifra CIR si existe ancho de banda disponible.

- *Tamaño de ráfaga acordada.* (CBS, Committed Burst Size). CBS es la máxima cantidad de datos en bits que el proveedor de la red acuerda transferir bajo condiciones normales de trabajo de la red durante un intervalo de tiempo.
- *Tamaño de ráfaga en exceso.* (EBS, Excess Burst Size). EBS es la máxima cantidad de datos no validados (en bits) en exceso de CBS que la red intentará enviar durante un intervalo de tiempo. EBS recibe un tratamiento de descarte selectivo por parte de la red.

Las velocidades a las cuales se pueden configurar los puertos Frame Relay son las siguientes:

64 Kbps	384 Kbps	1024 Kbps
128 Kbps	512 Kbps	1792 Kbps
256 Kbps	768 Kbps	2048 Kbps

En lo que respecta a la Tasa de Información Comprometida (CIR), que viene asociada a cada PVC, se le puede asignar alguna de las siguientes velocidades:

16 Kbps	256 Kbps	1024 Kbps
32 Kbps	384 Kbps	1792 Kbps
64 Kbps	512 Kbps	2048 Kbps
128 Kbps	768 Kbps	

#### 1.8.2.1.3. Modo de Transferencia Asíncrono (*ATM, Asynchronous Transfer Mode*)

ATM surgió como una evolución de la tecnología ISDN. De hecho, el modelo de ATM tuvo su origen en otro modelo conocido como B-ISDN (Broadband ISDN, ISDN en banda ancha). ATM permite la consolidación de múltiples señales en un solo canal (multiplexión) de diversos servicios tales como voz, video y datos, a muy alta velocidad.

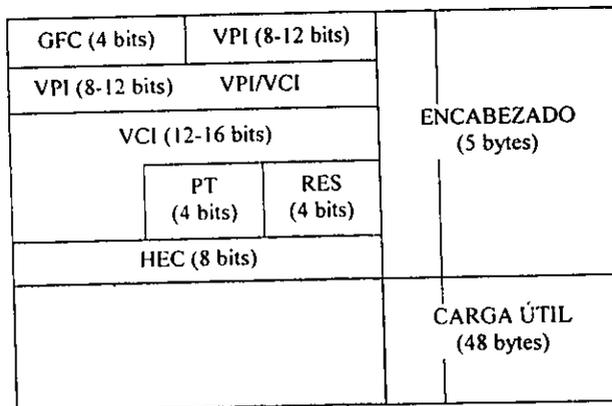
La naturaleza de estos servicios está bien definida y difieren en el volumen de tráfico y el ancho de banda que se requiere para su transmisión, esto es, en los servicios de datos es necesario un desempeño mejor en lo que respecta a control de errores y en el caso de la voz, la sensibilidad de tiempo real para la transmisión. La necesidad de integrar todo esto en sistemas viables de comunicación es lo que ha llevado al concepto de ATM.

En ATM la información se organiza en celdas de tamaño fijo, en la actualidad definidas en 53 bytes de largo. Sin embargo, para satisfacer la gran variedad de necesidades mencionadas anteriormente, las celdas se asignan en forma dinámica a un servicio específico dependiendo de las necesidades. Este sencillo concepto permite dos cosas: la primera es que un sistema de comunicación basado en concepto asigna recursos en forma dinámica, característica que es muy bien recibida por la mayoría de los usuarios. La segunda es que los servicios se integran en forma automática, característica excelente para los proveedores del servicio.

El elemento fundamental -la celda- consta de un total de 53 bytes. De estos, hay un encabezado (*header*) de 5 bytes y los 48 restantes son para información (también denominada carga útil o *payload*). La organización del campo de encabezado varía ligeramente dependiendo de si se trata de la interface de red a usuario, o de la interface de red a red. A continuación nos concentraremos exclusivamente en la interface de usuario a red. El encabezado se divide aún más como se muestra en la Figura 1.26.

La asignación de información de enrutamiento en la interface del usuario no excede 24 bits, de los cuales solo 20 bits están activos en un determinado momento. Estos bits se definen a un tiempo de suscripción basado en el servicio al que se está suscribiendo el usuario. El *header* consta de los cinco subcampos siguientes:

1. Control General de Flujo (GFC: General Flow Control). Campo de cuatro bits que está disponible para la interface usuario a red. Controla el flujo de información en la celda para diferentes calidades de servicio.
2. Identificador de Trayectoria Virtual (VPI: Virtual Path Identifier). Campo de 8 a 12 bits de largo que proporciona una identificación explícita de trayectoria en la interface.
3. Identificador de Canal Virtual (VCI: Virtual Chanel Identifier). Campo que proporciona una identificación explícita de canal en la interface.
4. Tipo de Carga Útil o Payload (PT: Payload Type). Campo de dos bits de largo que indica si la celda contiene información de usuario o red.
5. Revisión de Error de Título (HEC: Header Error Check). Campo de ocho bits de largo que revisa si no hay errores en el título y proporciona una capacidad limitada de corrección de errores en éste.



**Figura 1.26.** Estructura de la celda ATM.

Las empresas que aprovechen el servicio de ATM tienen la opción de utilizar una plataforma de acceso multiservicio dentro de sus redes y comunicarse con el carrier mediante un solo enlace, con lo que se reducen los costos de comunicación.

Los actuales equipos ATM integran y adaptan varios servicios como SNA (System Network Architecture, Arquitectura de sistemas de red), voz con alta calidad y demás aplicaciones críticas de negocios. Los equipos ATM optimizan con base en análisis estadísticos el multiplexaje de servicios, a la vez que garantizan los niveles de calidad en los mismos. Los usuarios finales, consecuentemente, reciben beneficios en cuanto a rapidez, disponibilidad y transmisiones libres de error. Es cierto que dichas características se encuentran también en tecnologías maduras que utilizan procesos determinísticos (como SNA, TDM y X.25), pero la diferencia estriba en que, en lugar de tener redes paralelas, todas las aplicaciones se integran en una sola plataforma multiservicios.

#### **1.8.2.1.4. Red Digital de Servicios Integrados (ISDN, *Integrated Services Digital Network*)**

ISDN se declara a menudo como la interfaz pública para telefonía y telecomunicaciones del futuro. ISDN integra datos, voz y señales de video en una línea digital (en oposición a la analógica) telefónica. El punto importante es que lleva servicios digitales a todo tipo de casas u oficinas. Aunque la mayoría de las compañías telefónicas se han cambiado ya al cable óptico y a la transmisión digital para enlaces dentro y entre las ciudades, el "lazo local" que conecta a muchos usuarios domésticos y de oficinas a la central de conmutación de la compañía telefónica utiliza todavía técnicas analógicas de señalización.

La norma original es la ISDN de banda estrecha. La nueva norma desarrollada llamada ISDN de banda ancha (ISDN-B) trabaja en la gama del megabit al gigabit. La ISDN de banda estrecha tiene una velocidad de 2 Mbps y trabaja sobre cables de cobre. Puede proporcionar servicios digitales a 64 o 128 Kbps sobre enlaces de área extensa. Compárese esto con las velocidades típicas de los módems de 33.6 Kbps o menos. ISDN proporciona una mejora importante sobre las líneas existentes conectadas a los módems, pero no se puede comparar todavía con las velocidades de 10 Mbps de una red de área local Ethernet.

Ahora ISDN se ve como una tecnología adecuada para usuarios remotos que acceden desde LAN's de su compañía y para algunas conexiones LAN a LAN. ISDN también puede manejar el tráfico de fax. ISDN proporciona un método económico de establecer enlaces digitales con oficinas remotas de difícil acceso, hasta que las necesidades del tráfico requieran líneas dedicadas más caras. La interfaz de ISDN conmutará automáticamente entre diferentes dispositivos unidos a ella, como el puente (bridge), el teléfono o el fax. ISDN también ofrece un enlace en el punto de acceso de redes públicas como Frame Relay y otras de paquetes rápidos.

### **1.8.2.1.5. Terminales de Apertura muy Pequeña (VSAT, Very Small Aperture Terminal)**

Una red VSAT es un sistema de comunicación de datos que usa tecnología satelital utilizada para una gran variedad de aplicaciones en el campo de las telecomunicaciones, que incluye las comunicaciones de datos interactivas y por lotes en diversos protocolos, operación de redes con conmutación de paquetes, servicios de voz, transmisión de datos, videos y operación de red en una vasta área para permitir a muchas localidades remotas comunicarse en forma bidireccional (con excepción de video) con una oficina encargada de centralizar y procesar la información.

Las características de una red VSAT son las siguientes:

- Redes satelitales con datos interactivos y/o radiodifusión de video.
- Típicamente configuración en estrella, enlace punto-multipunto.
- Estaciones remotas con antenas muy pequeñas (1.2 - 2.4 metros de diámetro), equipo de radiofrecuencia (RF) menor y equipo de comunicación de datos. Son estaciones terrenas satelitales compactas, confiables y económicas.
- La estación terrena maestra tiene una antena mayor (4.5 - 7 metros), conmutador de paquetes y control computarizado de red.
- Pueden transmitir a velocidades de hasta 56 kbps.
- El tamaño de una antena depende de los requisitos de la transmisión.

#### **Beneficios clásicos de las VSAT**

- Alta confiabilidad.
- Acceso a sitios remotos y de difícil acceso.
- Instalación rápida.
- Optimización del ancho de banda.
- Flexibilidad en la configuración de la red.
- Costos bajos y estables.
- Control de red total.

#### **Componentes de la red VSAT**

La estación maestra es una tradicional estación terrena satelital con conmutación de paquetes y equipo de procesamiento de banda base. Cada estación remota consta de una estación terrena relativamente pequeña y una unidad interna. El equipo del usuario es conectado a uno de los 4 puertos de la unidad interna.

Aparte de la capacidad de transmitir datos, la tecnología VSAT tiene la capacidad de transmitir en forma unidireccional video.

Se recomienda el uso de las terminales VSAT cuando es necesario transmitir información a y desde instalaciones en puntos remotos.

### 1.8.2.2. Transmisión Digital

Una vez conocidas las formas como pueden transmitirse los datos, la siguiente etapa es conocer a qué velocidades y bajo qué estándares se puede hacer uso de una transmisión digital en servicios de red.

La CCITT ha estandarizado algunas combinaciones de canales posibles, como un servicio internacional que ofrecen las compañías telefónicas a los suscriptores que requieren servicios de transmisión digital. Algunos de estos canales son los siguientes:

- Canal básico compuesto de dos canales tipo B y un canal tipo D de 8 a 16 Kbps que se utiliza para señalización y control de tráfico dentro del canal. Este último es de sólo 16 Kbps y los canales B son de 64 Kbps cada uno.
- Canal A sencillo, que es una línea telefónica convencional. Línea analógica de 8 Khz. Por la cual se transporta voz, también se puede utilizar para transportar datos utilizando un módem.
- Canal tipo B de 64 Kbps que puede ser utilizado para enviar datos, o voz digitalizada.
- Canal tipo D, es un canal digital de 8 a 16 Kbps.

**DS0.** De acuerdo a la jerarquía digital utilizada en Norte América, a un canal de voz simple se le denomina señal digital cero (DS0, Digital Signal Zero). Este canal cuenta con un ancho de banda de 64 Kbps.

**T1.** Es una especificación para la transmisión de datos, que define la interconexión física entre una red y otra, a través de la cual viajarán los datos, sobre un esquema de transmisión digital remota. T1 es un canal compuesto de 24 canales lógicos, 23 llamados de tipo B que se utilizan para transmisión digital de datos y uno de tipo D, que se utiliza para controlar la información de los otros 23 canales (señalización). Cada canal, cuenta con un ancho de banda de 64 Kbps, haciendo un total de 1.544 Mbps, es decir, la capacidad que cubre un canal T1. T1 permite acceder un canal única y exclusivamente a través de una técnica digital. La transmisión es de tipo remoto y se obtienen beneficios adicionales como inmunidad a las emisiones electromagnéticas, además de que cuenta con mayor ancho de banda disponible. T1 sólo es una especificación en la capa física de acuerdo al modelo OSI, de qué medio se va a utilizar para transmitir los datos, de tal forma que sobre T1 se pueden implementar diferentes usos para diferentes necesidades.

**E1.** E1 es prácticamente lo mismo que T1, pero su diferencia básica es que el ancho de banda que soporta es más grande que el de T1, por lo tanto su capacidad de transmisión es más grande. E1, permite con un solo canal (compuesto por 30 canales lógicos con capacidad de 64 Kbps) acceso a velocidades de hasta 2.048 Mbps. Esta diferencia no implica problemas de comunicación, ya que los canales digitales como T1 y E1 pueden comunicarse de una ciudad a otra sin obstáculos.

**T3.** T3, es también una especificación física basada en T1. Ofrece servicios para transferir datos digitales hasta una velocidad de 44.54 Mbps. Por lo que ofrece un servicio mucho más rápido que T1 y E1. T3 está constituido por el multiplexaje de 28 líneas T1, es decir por 672 canales lógicos.

**E3.** Así como se desarrolló un estándar T3 basado en T1. También se ha desarrollado uno E3 con una capacidad de 34.368 Mbps.

**SONET** (*Synchronous Optical Network, Red óptica síncrona*). Es un estándar que se basa también en líneas E1 y que va a dar servicios de transmisión digital, desde los 51.85 Mbps hasta los 2.5 Gbps.

DS0, T1, E1, T3, E3 y SONET son estándares que permiten la transmisión digital de datos, físicamente hablando. Esto es, son el medio por el cual va a viajar la información de un lugar a otro y X.25, ATM y Frame Relay por ejemplo, son protocolos para transmisión de datos que permiten la comunicación digital de redes de computadoras.

## 1.9 ADMINISTRACIÓN DE REDES

Debido al crecimiento de las redes, cada vez son más las personas que trabajan con ellas, las caídas de dichas redes y sistemas afectan cada día más a las empresas y organizaciones. Esto, hoy en día sigue siendo un grave problema.

Si se administra de una manera eficiente a las redes y a los sistemas, se puede eliminar o reducir grandemente la falta de disponibilidad del servicio y garantizar que los recursos (servidores, impresoras, aplicaciones, etc.), se estén utilizando adecuadamente.

La administración de redes debe definir una filosofía de control central en la que se consideren las funciones globales de la red. Lo anterior significa la existencia de una fuente de control única para los problemas de emergencia, las pruebas y la planeación futura.

Un administrador de redes, requiere definir estrategias que incluyen aspectos tales como planeación, elección de estándares e integración de sistemas, esto es, el administrador de redes debe desarrollar la capacidad de implementar el estado del hardware, la integración y compatibilidad de los sistemas y la arquitectura de la red, buscando siempre anticiparse al futuro con soluciones a largo plazo.

Para facilitar esta tarea, se han desarrollado sistemas de administración para ayudar a los administradores en la reunión de información acerca de la red y de sus componentes, inclusive el sistema de cableado, servidores, puentes, ruteadores y estaciones de trabajo. Los sistemas de administración proporcionan una forma de reunir información desde varios dispositivos de red en lugares diversos y mostrar la información sobre un sistema central,

donde los administradores pueden manipularla e interpretarla, según se expanden las interredes, ya que los administradores necesitan una forma de gobernar recursos remotos sin viajar hacia ellos.

Con una mala administración, se debe emplear una gran cantidad de tiempo, esfuerzo e inversión para asegurar que trabajen efectivamente la administración de las tecnologías, la configuración total del tráfico y el aprovechamiento del ancho de banda de la red. Además, el costo del equipo que siempre significa un esfuerzo importante para las empresas puede aumentar con un alto costo operacional.

### **1.9.1. Administración de Redes LAN**

En el caso de una red de área local, la administración está regida por el sistema operativo que se tenga instalado. Sin embargo no importando que sistema operativo se utilice, las tareas que debe realizar el administrador de la red contemplan:

- Instalación y configuración del sistema operativo de red.
- Configuración de volúmenes (unidades de almacenamiento de la información).
- Configuración de impresión en red.
- Instalación y configuración de software cliente.
- Altas y bajas de cuentas de usuarios en el servidor.
- Establecer grupos de trabajo.
- Otorgar derechos a cuentas de usuarios sobre los recursos de la red (archivos, impresoras, CD, unidades de cinta, etc.).
- Respaldo y recuperación de archivos y datos almacenados en el servidor.
- Depuración de archivos en el servidor.
- Corrección de fallas en la red.
- Monitoreo del tráfico de la red.

La creación de los grupos de trabajo nos permite facilitar la administración de la red, ya que se puede tener una mejor asignación de la seguridad de acuerdo a las prioridades de cada grupo, además de que permiten aislar problemas para que no afecten a toda la red.

Dependiendo de la forma como se lleven a cabo estas tareas, la administración de las redes LAN permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos y un mejor control de la información que corra sobre ella.

### **1.9.2. Administración de Redes WAN**

La administración de redes de área amplia implica la administración de hardware así como de equipos y/o sistemas intermedios (equipo de conexión de redes), esto es, todas las

actividades necesarias para controlar, coordinar y monitorear los recursos que hacen posible una comunicación dentro de un ambiente de red. Estas actividades de administración pueden agruparse en cinco principales áreas funcionales:

- *Administración de fallas.* Se relaciona con la detección, aislamiento y corrección de cualquier operación anormal de la red.
- *La administración de la configuración.* Se usa para iniciar y arrancar un servicio de interconexión, para asegurar su continuidad y posiblemente para darla por terminada.
- *La administración de la contabilidad.* Define los cargos por usar los objetos administrados y para determinar el costo por su uso.
- *La administración del desempeño.* Evalúa el comportamiento de los objetos administrados y la efectividad en las actividades de comunicación.
- *La administración de la seguridad.* Asegura que sólo personal autorizado tenga acceso al sistema. La confidencialidad es una característica adicional.

Para facilitar la administración de una red ya sea local o amplia, se puede crear un centro de administración de redes y sistemas, que es una integración de herramientas de software y hardware, además de personal calificado y de un conjunto de procedimientos y tareas que tiene como función principal auxiliar al personal técnico a resolver cualquier problema que se le presente, para dar una solución de una manera ordenada y secuencial y cumplir con el objetivo de un centro de administración de redes y sistemas: el de proporcionar el mejor servicio realizando en forma integrada y centralizada las cinco tareas de administración de redes y sistemas que se mencionaron anteriormente.

## 1.10. EVOLUCIÓN DE LAS REDES

La tecnología de redes de computadoras no surge de un día para otro, sino que es el resultado de la evolución de las computadoras y una tecnología con bases más firmes como lo es la telefonía, ya que la finalidad de ésta es la transmisión de voz a largas distancias, de aquí surge la inquietud de lograr la transmisión de datos a distancia y a grandes velocidades, lo que da lugar al desarrollo de las telecomunicaciones. Pero para llegar a este fin tuvieron que pasar varios años de investigaciones.

El primer logro en comunicaciones se da en 1837 cuando el físico y artista norteamericano Samuel Morse inventa el telégrafo eléctrico y un código de signos, o alfabeto en el que las letras se representan por medio de rayas y puntos que por medio de corriente eléctrica se grababan en un conductor metálico. Este invento es considerado como “la chispa” de la revolución de las Telecomunicaciones.

En 1876, Alexander Graham Bell, escocés radicado en América, registra en Boston, bajo la patente 178399 los “receptores telegráficos telefónicos”, es decir, el teléfono que conocemos hoy. Este es el medio de comunicación que más impactó a la humanidad.

El teléfono llega a México en 1877. El 13 de marzo se enlaza, a manera de ensayo, la Ciudad de México y la población de Tlalpan, a 18 kilómetros de la capital, usando una línea telegráfica. En diciembre de ese año, el gobierno mexicano conviene con la Alfred Westrup & Company un contrato para establecer las primeras líneas telefónicas.

En el año de 1935 se crea el cable coaxial. Con un par de ellos (cada uno de ellos era del grueso de un lápiz) se podían transmitir simultáneamente 1860 conversaciones telefónicas.

En 1957, Rusia lanza el Sputnik, el primer satélite en órbita, cuya misión es realizar experimentos biológicos. En diciembre de 1958, los Estados Unidos comenzaron a efectuar experimentos con satélites de comunicaciones y una semana antes de navidad lanzaron el satélite denominado SCORE que llevaba un mensaje pregrabado del presidente Eisenhower, felicitando las pascuas al pueblo norteamericano y que fue transmitido automáticamente desde el espacio. Otros mensajes se transmitieron durante un período de 13 días. Actualmente hay más de 3,600 satélites en órbita en el mundo.

Durante la década de 1960 empiezan a tomar auge las computadoras. En el periodo de 1962 a 1964, la agencia ARPA del Departamento de Defensa Americano, bajo la dirección de J. C. Licklider, fomentó la investigación de sistemas de tiempo compartido y a partir de estas investigaciones, L. Roberts propuso, en 1967, la primera red experimental proporcionada por la ARPA, interconectando las computadoras de varios centros de investigación y universidades americanas. Esta red fue entonces diseñada por la firma Bolt, Beranek y Newman y se le dio el nombre de ARPANET y entró en operación al final de 1969, con cuatro nodos y desde entonces, ha venido creciendo hasta convertirse en la actual Internet.

En tanto que en 1969 se establece en México el primer servicio vía satélite mediante una conferencia telefónica.

Al comienzo de los 70, dos científicos ingleses crean la fibra óptica (guías de luz del grueso de un cabello humano). Con un par de ellas se pueden transmitir hasta dos mil llamadas telefónicas simultáneamente. También se desarrolló en Francia la red CYCLADES, interconectando varios centros de investigación, bajo la orientación de L. Pouzin. Poco tiempo después se instaló la red RCP, cuyo diseño fue orientado por R. Despres.

Esta época también asistió a la creación de la red European Informatics Network (EIN), interconectando varios centros de investigación europeos; esta red, sin embargo, sólo se volvió operativa en 1976.

La mayoría de las redes mencionadas tenían un carácter experimental en la investigación sobre tecnología de redes de computadoras. Con el abaratamiento del costo de proceso versus el costo de transmisión, la tecnología de conmutación de paquetes para la transmisión de datos pasó a ser económicamente ventajosa, lo que atrajo el interés en ofrecer este tipo de servicio por parte de los órganos de correo y telégrafos de varios países. La primera red pública de paquetes, llamada EPSS, se ofreció en Inglaterra y se basó en el trabajo de D. Davies. En Francia se creó la red TRANSPAC, basada en la tecnología desarrollada por la red RCP. En los Estados Unidos, una subsidiaria de Bolt, Beranek y Newmann creó la red TELRNET, basada en la tecnología desarrollada para la red ARPANET. En el Canadá fue creada en 1974 la red DATAPAC.

A partir de 1974, fueron creadas diversas redes públicas en Europa, Japón y Australia. En el ámbito de América Latina, ésta desarrolló la red REDLAC, cuyo objetivo era interconectar las redes locales implementadas en varias universidades latinoamericanas.

Las investigaciones en el área de redes de computadoras llevaron más recientemente, a un tipo particular de red, denominada red local. Se llaman así debido a que sus componentes están separados por distancias que van desde algunos metros a un máximo de dos kilómetros. A estas distancias se puede utilizar una tecnología que permite la transmisión de un alto volumen de datos con un alto grado de fiabilidad. Este tipo de red permite la creación de sistemas distribuidos en espacios que abarquen un solo edificio o un conjunto de edificios vecinos.

En 1982, Telmex da los primeros pasos para utilizar la tecnología digital que permite enviar por un mismo conducto señales de voz, datos e imágenes.

A nivel mundial, Japón introduce en 1984 uno de los primeros sistemas digitales con el que se puede llegar a todos lados y recibir todo tipo de información, disponiéndose de telefonía, acceso a bancos de datos, telex, telemetría, televisión por cable, correo electrónico, entre otros servicios.

En 1992 cobra auge el término de super-autopistas informativas, un término que propone a las redes de telecomunicaciones como carreteras donde transitan voz, datos y video para lograr la comunicación global.

En 1995 se otorgan en México las primeras concesiones para que otras empresas (además de Telmex) operen el servicio telefónico de larga distancia y telecomunicaciones.

En la actualidad (1998), las compañías de telecomunicaciones integran una gama de servicios que engloban telefonía y redes, todas sobre una misma plataforma, gracias a las modernas tecnologías que permiten la transmisión de voz, datos y video sobre un canal común de comunicaciones.

# **CAPÍTULO 2**

## **ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DE INTERCOMUNICACIÓN DE LA SGAA**

## **2. ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DE INTERCOMUNICACIÓN DE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA**

En este capítulo se hace el análisis de la situación actual de la empresa para identificar problemas de intercomunicación y encontrar una posible solución. Para llevar a cabo esta solución es necesario conocer con que recursos se cuenta y cuáles son los planes que dicha empresa tiene a futuro y así poder determinar la tecnología que cubra sus necesidades.

### **2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Mediante el decreto del Ejecutivo Federal publicado el 16 de enero de 1989 en el Diario Oficial de la Federación, se creó la Comisión Nacional del Agua (CNA) como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. El objetivo de la Comisión es llevar a cabo el manejo integral del gasto, el financiamiento y el ingreso, de modo que articule eficientemente los esfuerzos nacionales en la creación de obras hidráulicas y sistemas de aprovisionamiento, distribución, usos y aprovechamiento del agua; ejercer un balance para que la cantidad corresponda también la calidad del agua y enfrentar los usos múltiples de la misma a nivel de cuencas hidráulicas. La Comisión Nacional del Agua cuenta con una estructura organizacional compuesta por una Dirección General que se encarga de coordinar a las diferentes subdirecciones que conforman a la Comisión, éstas son: Subdirección General de Administración del Agua, Subdirección General de Administración, Subdirección General de Construcción, Subdirección General de Operación, Subdirección General de Programación y Subdirección General Técnica; además de las siguientes áreas: Unidad de Programas Rurales y Participación Social, Contraloría General, Unidad de Comunicación Social, Unidad de Asuntos Jurídicos, Unidad de Revisión y Liquidación Fiscal e IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua).

La Subdirección General de Administración del Agua tiene como objetivo el administrar las aguas nacionales y sus bienes inherentes a cargo de la Comisión Nacional del Agua, así como reconocer los derechos y vigilar el cumplimiento de las obligaciones de los usuarios, en los términos que establecen las disposiciones legales que compete aplicar a la misma. La SGAA está compuesta por la Gerencia de Servicios a Usuarios, Gerencia de Recaudación y Control, Gerencia del Registro Público de Derechos del Agua y la Gerencia de Evaluación y Desarrollo así como de la Coordinación de Asesores, la Subgerencia de

Administración y la Subdirección General. El organigrama completo de la SGAA se muestra en la Figura 2.1.

Actualmente, los sistemas de cómputo que operan en las gerencias de la Subdirección General de Administración del Agua, no permiten a los usuarios compartir los datos que se encuentran registrados en los sistemas RED\_DE\_AGUA, REPDA y SERVICIOS A USUARIOS, así como los diferentes recursos informáticos con los que cuenta cada una de ellas. Estos recursos requieren de una permanente transmisión de información para mantener actualizadas sus bases de datos. Dicha transferencia de datos se lleva a cabo por medio de comunicaciones costosas y poco eficientes, ocasionando el retraso en la actualización de la información y su correspondiente procesamiento. Asimismo, la SGAA está proponiendo proyectos que requieren modernizar los canales de comunicación existentes para la consulta e intercambio de información entre los diversos puntos donde se localizan las Gerencias Regionales y Centrales, razón por la cual es necesario contar con medios de comunicación de capacidad suficiente para transmitir datos a gran velocidad y bajo costo.

**Problema:** No existe un medio de comunicaciones eficaz que permita compartir la información de las diversas bases de datos y recursos informáticos con que cuenta la SGAA, además de que no se cuenta con herramientas que faciliten la transmisión de información, como el trabajo en grupos, correo electrónico, intranet, FTP, etc.



COMISION NACIONAL  
DEL AGUA

SUBDIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION  
DEL AGUA

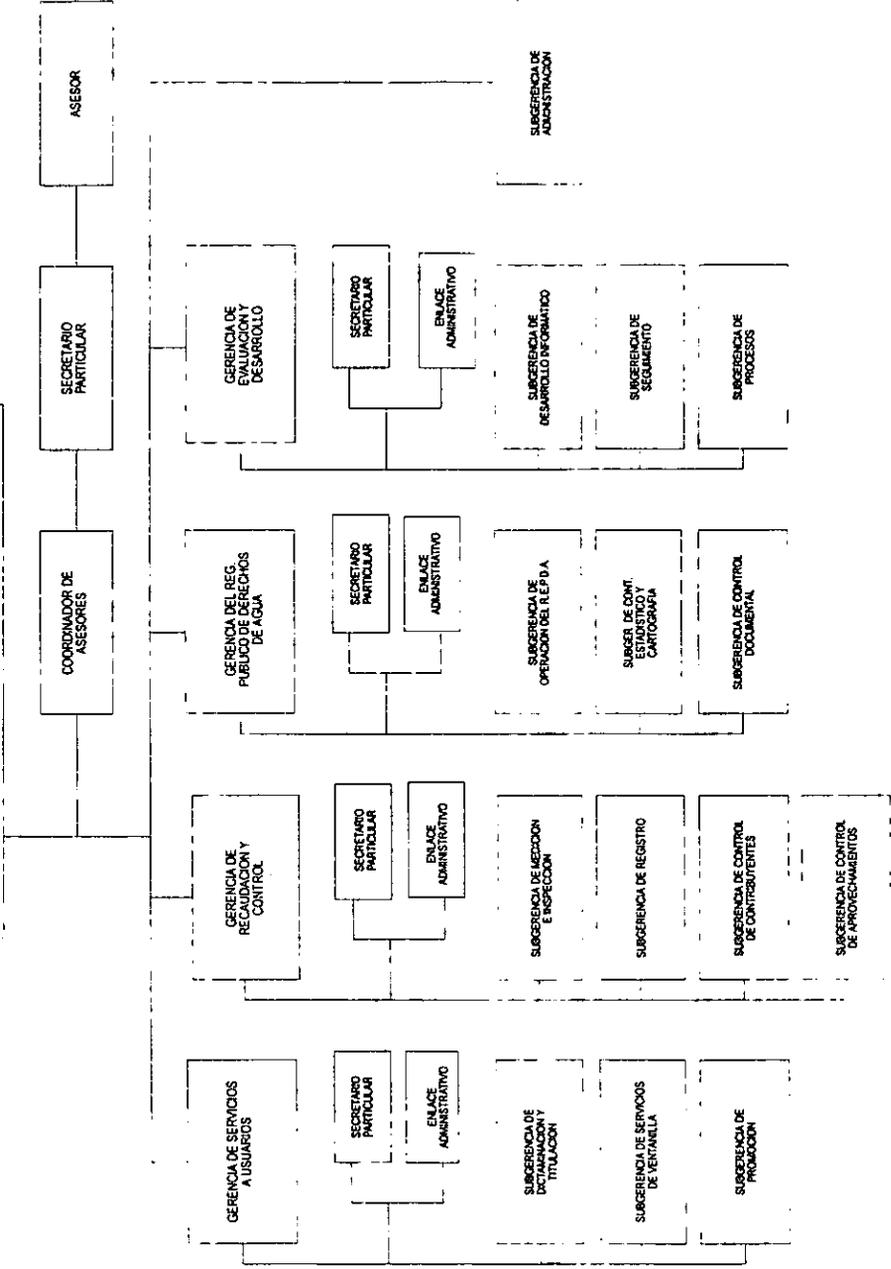


Figura 2.1 Organigrama de la SGAA.

## 2.2. HIPÓTESIS

Dentro del actual sistema de procesamiento de datos con que cuenta la SGAA, uno de los principales problemas que se presentan es que la actualización de bases de datos y la transmisión de información no es muy segura, esto se debe a que la mayoría de la información se maneja manualmente, además de que se cuenta con bases de datos aisladas que manejan los distintos departamentos, sin satisfacer los requerimientos de rapidez y consistencia de la información.

Otro de los aspectos que afectan directamente a los usuarios de los equipos es el hecho de no poder contar con suficientes dispositivos periféricos que puedan satisfacer las demandas que de ellos se tienen, como es el caso de las impresoras, donde cada usuario tiene que trasladar su información vía disco flexible hasta donde se encuentra el equipo que tiene conectada una impresora.

Esto trae como consecuencia información errónea, duplicidad de datos, tiempo extraordinario en trámites y el no poder contar con herramientas que faciliten la transmisión de información.

En base a las necesidades de comunicaciones, se plantea la siguiente hipótesis:

“Si se instalan redes de área local en cada una de las áreas de la SGAA, con el objeto de que varios usuarios puedan tener acceso a diferentes recursos informáticos y fuentes de información desde su estación de trabajo y estas redes se interconectan por medio de enlaces de alta velocidad para crear una red de área amplia (WAN, Wide Area Networks); entonces tanto las Oficinas Centrales como las Regionales estarían intercomunicadas con mecanismos eficientes de transmisión de datos y se dotaría a cada área de mejores herramientas para el cumplimiento de sus funciones”.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## 2.3. DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES Y RECURSOS

Para poder identificar de una manera clara las necesidades que debe satisfacer la instalación de la red LAN, fue necesario conocer antes los requerimientos operativos de cada departamento y la forma como realizaban las operaciones hasta ese momento. Para llevar a cabo este análisis, se elaboró el Cuestionario 1 para los usuarios, que se aplicó tomando como base las gerencias de la SGAA ubicadas en el edificio de Insurgentes Sur 1863. Dicha información dio a conocer las necesidades más urgentes en cuanto a manejo de información en cada gerencia.

### CUESTIONARIO DE DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES DE COMUNICACIONES

#### CUESTIONARIO 1

Gerencia: \_\_\_\_\_

Subgerencia: \_\_\_\_\_

1.-¿Es constante el intercambio de archivos con personas de su misma Gerencia o con otras?

\_\_\_\_\_

2.-Este intercambio ¿cómo se lleva a cabo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3.-¿Necesita acceder a bases de datos o programas que no residen en su equipo de cómputo?

\_\_\_\_\_

4.-¿De qué manera realiza sus tareas de impresión?

a) Impresora conectada a otra PC.      b) Impresora local      c) No requiero acceso a impresora

5.-Del 100% de la información que genera, ¿qué porcentaje es de uso de la Gerencia a la que pertenece y cuánto de otras Gerencias?

\_\_\_\_\_

6.- De la información que recibe para su procesamiento, ¿qué porcentaje proviene de su Gerencia y cuánto de otras Gerencias?

\_\_\_\_\_

7.-¿Intercambia información con las Gerencias Regionales?. Si la respuesta es no, omita la última pregunta.

Si \_\_\_\_\_, ¿cada cuándo? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_.

8.-¿Cómo se lleva a cabo el intercambio de información con las Gerencias Regionales?

\_\_\_\_\_

¿es rápido? \_\_\_\_\_



## 2.4. REALIZACIÓN DEL DISEÑO DE LA PRUEBA

Como se mencionó anteriormente, el cuestionario 1, fue aplicado sólo a una parte de la población de la SGAA, el cual se enfocó en el edificio ubicado en Insurgentes Sur 1863. Fueron contestados 76 cuestionarios, los resultados obtenidos de éstos se resumen en forma global en el Cuadro 2.1, donde se muestra gráficamente en porcentaje los principales requerimientos estimados por los usuarios.

De este cuadro se puede observar lo siguiente:

- El 76.68% de los usuarios accesan diariamente a programas o bases de datos de otros usuarios, el 15.79% de los usuarios intercambian archivos semanalmente y un 10.53% sólo requieren el intercambio cada mes, ya sea dentro de su misma gerencia o con otras.
- Del total de intercambio de archivos que se realiza entre las Oficinas Centrales con las Gerencias Regionales, el 22.06% se hace diariamente, el 33.82% se hace semanalmente y el 44.11% mensualmente.
- De la información que se genera, el 51.48% es para uso de la gerencia a la que pertenece el usuario, mientras que el 48.52% es para uso en otras gerencias.
- De la información que se recibe el 51.74% proviene de la gerencia a la que pertenecen los usuarios y el 48.25% proviene de otras gerencias.
- El manejo de información entre las Oficinas Centrales, se llevaba a cabo principalmente por el intercambio de información en discos flexibles en un 77.63%, mientras que el 22.37% restante utiliza otros medios, como: teléfono, fax, mensajero, etc.
- El manejo de información con las Gerencias Regionales y Estatales se realiza esencialmente por medio de módem en un 57.89%, por correo o valija un 34.21% y el 7.89% utiliza otros medios ya sea por medio de fax e incluso el traslado de personal.
- La impresión de documentos es otro de los problemas más comunes, ya que como se tienen pocas impresoras, solo un 17.89% cuenta con impresora local, el 2.63% de los usuarios no requieren acceso a impresoras mientras que el 79.47% restante tiene que trasladar la impresora de un lugar a otro o llevarse el archivo vía disco flexible a imprimir a una máquina que sí cuente con impresora conectada.

El intercambio de información que se lleva a cabo entre las Gerencias Regionales y Estatales es frecuente, el intercambio que hay entre las Gerencias Estatales y las Oficinas Centrales es bajo, el intercambio entre las Gerencias Regionales y las Oficinas Centrales es frecuente y el intercambio que se realiza entre las Oficinas Centrales es constante.

		PORCENTAJE DE REQUERIMIENTOS											
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	% Exacto
Intercambio de archivos.	Acceso a bases de datos o programas de otros usuarios.	Nunca											
		Diario											73.68
		Semanal											15.79
		Mensual											10.53
	Dentro de la gerencia a la que pertenecen.	Nunca											
		Diario											2.63
		Semanal											52.63
		Mensual											27.63
	Entre otras Oficinas Centrales.	Nunca											
		Diario											7.89
		Semanal											44.74
		Mensual											30.26
	Entre Oficinas Centrales con Gerencias Regionales	Nunca											
		Diario											10.53
		Semanal											19.74
		Mensual											30.26
Información generada.	Uso para la gerencia a la que pertenecen.	Nunca											
		Diario											
		Semanal											
		Mensual											
	Uso para otras gerencias.	Nunca											
		Diario											
		Semanal											
		Mensual											
Información recibida.	Proviene de la gerencia a la que pertenecen.	Nunca											
		Diario											
		Semanal											
		Mensual											
	Proviene de otras gerencias.	Nunca											
		Diario											
		Semanal											
		Mensual											
Manejo de información.	Disco flexible.												
	Otros												
Manejo de información con las regionales.	Correo.												
	Modem.												
	Otros.												
Tareas de impresión.	Impresora local.												
	Impresora conectada a otra PC.												
	No tiene acceso a impresora.												

Cuadro 2.1. Resultados de los cuestionarios.

La mayor carga de información generada se presenta de 10:00 a 15:00 y de 17:00 a 19:00 horas aproximadamente y de lunes a viernes, trabajando principalmente con la transmisión de datos.

Una vez que fueron devueltos los formatos para recabar información de los bienes informáticos con toda la información requerida se pudo identificar a todos los equipos de cómputo con los que se cuenta a nivel nacional, a finales de 1997 se contaba con un total de 729 equipos, de los cuales se tenían 367 equipos pentium, 291 equipos 486 y 61 equipos 386 y menores. A principios de 1998 se adquirieron 114 equipos pentium, con lo que actualmente el número total de equipos asciende a 833.

Lo que pretende la Comisión Nacional del Agua con todas estas adquisiciones es que por lo menos todos sus mandos medios y superiores cuenten cada uno con un equipo de cómputo, ya que un requerimiento importantísimo dentro del manejo de información es definitivamente la seguridad. El hecho de que por la falta de equipo de cómputo éstos se tengan que compartir entre varios usuarios, hace que la información que genera cada uno de ellos esté desprotegida contra los demás usuarios. La relación de equipos de cómputo a nivel nacional se muestra en el Cuadro 2.2.

En base a todo el recuento anterior, se determinó que sólo los equipos 486 y superiores y que además contaran con Windows 95 o Windows para trabajo en grupo 3.11 podrían conectarse en red, esto es por la velocidad que presentan, su rendimiento y porque los sistemas operativos sugeridos han sido diseñados para trabajar en red, en el caso de Windows 95 se puede conectar sin necesidad de adiciones a las redes NetBEUI (Windows NT, Windows para trabajo en grupo, LAN Manager, OS/2 LAN Server de IBM), TCP/IP (incluyendo PPP y SLIP) e IPX/SPX (NetWare). Además de que permiten que el desempeño del software existente sea más eficiente. Esto es tanto a nivel central como regional, ya que se buscó que todas las LAN que se instalen a nivel nacional, cuenten con una arquitectura similar.

Junto con el inventario de equipo, se levantó otro inventario de software. Ambos inventarios se encuentran en una base de datos creada en Foxpro con el fin de mantener actualizados todos los registros de equipo y licencias de software a nivel nacional y sirvan para planear futuras adquisiciones. Al final de cada año, se hace una revisión del software que hay en el mercado y de éste se elige aquel que requiera la SGAA para facilitar o mejorar el desempeño de sus actividades. Se hacen las compras de software por licitación y éstas se distribuyen a toda la República.

De este inventario de software, la Tabla 2.1 hace referencia al que se encuentra instalado en los equipos de la SGAA.

**SUBDIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION DEL AGUA  
RELACION DE EQUIPO DE COMPUTO A NIVEL NACIONAL 1996**

GERENCIA	No. DE EQUIPOS	EQUIPO						
		PENTIUM 1996	486	386 Y MENORES	ADQUISICIÓN 1996		ADQUISICIÓN 1997 PENTIUM HP	NUEVO No. DE EQUIPOS
					PENTIUM Epson	IBM		
					1a.	2a.		
<b>ORIGNAS CENTRALES</b>								
EVALUACIÓN Y DEARROLLO	32	18	3	0	9	4	10	42
RECAUDACIÓN Y CONTROL	68	27	12	15	4	7	11	79
REPA	34	12	11	0	9	2	7	41
SERVICIOS A USUARIOS	47	8	12	3	12	12	16	63
ADMINISTRACIÓN	15	1	8	0	3	3	1	16
COORDINACIÓN DE ASESORAS	10	1	2	3	2	2	0	10
SOAA	5	1	3	0	1	0	3	6
<b>SUBTOTAL</b>	<b>211</b>	<b>66</b>	<b>51</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>46</b>	<b>259</b>
<b>REG. PENINSULA DE YUCATÁN</b>								
CAMPECHE	10		5	0	3	2	2	12
YUCATÁN	24		10	4	5	5	2	26
QUINTANA ROO	11	2	3	1	3	2	2	13
<b>SUBTOTAL</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>51</b>
<b>REG. GOLFO SUR</b>								
CHIAPAS	14		5	0	4	4	2	16
TABASCO	13		7	1	3	2	2	15
<b>SUBTOTAL</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>31</b>
<b>REG. PACIFICO SUR</b>								
OAXACA	12		5	0	4	2	2	14
<b>SUBTOTAL</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
<b>REG. IBERIA SANTIAGO</b>								
AGUASCALIENTES	13	3	4	0	3	3	2	15
GUANAJUATO	17		9	2	4	2	2	19
MICHOACÁN	15		7	2	4	2	2	17
NAYARIT	13		8	0	3	2	2	15
JALISCO	19		11	0	5	3	2	21
QUERETARO	28		19	0	5	4	2	30
<b>SUBTOTAL</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>68</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>117</b>
<b>REG. PENINSULA BAJA CALIFORNIA</b>								
BAJA CALIFORNIA	13		7	0	4	2	2	15
BAJA CALIFORNIA SUR	11		5	1	3	2	2	13
<b>SUBTOTAL</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>28</b>
<b>REG. NOROESTE</b>								
SINALOA	15		8	0	4	3	2	17
SONORA	25		13	1	6	5	2	27
<b>SUBTOTAL</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>44</b>
<b>REG. NORESTE</b>								
SAN LUIS POTOSÍ	23		11	2	6	4	2	25
ZACATECAS	15		9	1	3	2	2	17
VERACRUZ	19		9	3	4	3	2	21
TAMAULIPAS	18	4	3	2	5	4	2	20
<b>SUBTOTAL</b>	<b>75</b>	<b>4</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>83</b>
<b>REG. NORTE</b>								
CHIHUAHUA	11	3	3	0	3	2	2	13
COAHUILA	36		17	4	7	8	4	40
DURANGO	11		5	0	3	2	2	13
NUEVO LEÓN	14		8	0	4	2	2	16
<b>SUBTOTAL</b>	<b>72</b>	<b>3</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>82</b>
<b>REGIONAL VALLE DE MÉXICO</b>								
HIDALGO	14		5	1	3	2	2	16
MÉXICO	15		7	0	3	2	2	17
D.F.	22	3	5	9	4	1	2	24
<b>SUBTOTAL</b>	<b>51</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>57</b>
<b>REG. PACIFICO CENTRO</b>								
MORELOS	9		3	0	3	3	2	11
COLIMA	12		7	1	3	1	2	14
TLAXCALA	9		3	1	3	2	2	11
GUERRERO	11		5	0	4	1	2	13
PUEBLA	16		10	1	4	1	2	18
<b>SUBTOTAL</b>	<b>57</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>67</b>
<b>TOTAL</b>	<b>728</b>	<b>61</b>	<b>291</b>	<b>91</b>	<b>171</b>	<b>116</b>	<b>114</b>	<b>833</b>

Cuadro 2.2. Relación del equipo de cómputo a nivel nacional.

**Tabla 2.1.** Relación de software que se encuentra instalado en los equipos de la SGAA.

---

ACCESS	NOVELL 4.1
ARCVIEW	PARADOX DOS
AUTOCAD	PCTOOLS DOS
COREL DRAW	PKWARE DOS
DBASE IV	QPRO (DOS/WIN)
ESTADISTICA	SURFER DOS
FOXPRO (DOS/WIN)	TELEX 3.22
HARVARD GRAPHICS (DOS/ WIN)	TIMES SERIES PROCESOR
LOGIC ERWIN	TURBO C DOS
LOTUS NOTES WIN	TURBO PASCAL DOS
MS PROJECT WIN	VENTURA PUBLISHER
MS VISUAL BASIC 4.0	VIRUSCAN MCAFEE
MS-DOS	WINDOWS (3.1, 3.11, 95)
MS OFFICE (4.0, 95 Y 97)	WORD DOS
MS WORKS	WORD PERFECT
MTE	WP PRESENTATIONS WIN
NORTON UTILITIES (DOS/WIN)	

---

Además de este software, también se encuentran instaladas bases de datos desarrolladas en Foxpro/Win, Foxpro/DOS, Paradox/DOS realizadas expresamente para las funciones de la SGAA, como es el sistema SISEG, el sistema REPDA y el RED\_DE\_AGUA, de los cuales se da una breve explicación a continuación:

### **Sistema REPDA**

Es un sistema que maneja la Gerencia del Registro Público de Derechos del Agua y que se utiliza para llevar el control de todos los registros concernientes al uso y distribución del agua. Los objetivos primordiales del sistema REPDA son dos:

- a) Controlar las inscripciones de los títulos a través de la Gerencia de Registro Público de Derechos del Agua.
- b) Emitir los títulos de concesiones y asignaciones a través de la Gerencia de Servicios a Usuarios.

En el ámbito de la titulación el REPDA está operando en un equipo asignado para ello en cada Gerencia Estatal y en cada Gerencia Regional y Central. La captura, revisión y entrega de los títulos restantes se está llevando a cabo en cada Gerencia Estatal en la Ventanilla Unica. En el área de las inscripciones cada Gerencia Regional envía semanalmente los títulos de los estados respectivos a Oficinas Centrales, de tal manera que en la gerencia del REPDA se tienen registrados en el sistema todos los títulos a nivel nacional.

## **Sistema RED\_DE\_AGUA**

Es un sistema desarrollado para la Gerencia de Recaudación y Control y que contiene las cuotas que corresponden a cada uno de los servicios relacionados con el uso y distribución del Agua.

Su objetivo es el control y seguimiento de la recaudación por derechos en materia de agua que realiza la CNA. Este sistema se encuentra conformado por tres módulos: Central, Regional y Estatal. El módulo central se encuentra operando en las redes locales de la Gerencia de Recaudación este sistema también está preparado para ser operado en red en las Gerencias Estatales y Regionales.

El sistema cuenta con un módulo de comunicaciones vía módem, mediante el cual se consolidan los datos a nivel regional y central, así como actualización de catálogos básicos y mejoras al sistema en forma automática, de esta forma se cuenta con la información de la recaudación actualizada.

## **Sistema SISEG**

El sistema SISEG realiza el proceso de seguimiento de asuntos, básicamente de la Solicitud Única, es decir, desde que el usuario llega a Ventanilla Única a solicitar cualquier servicio y todo el proceso intermedio hasta que la solicitud es aceptada o rechazada. En caso de que se autorice el servicio, se procede a la realización del título.

## **2.5. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN**

### **Objetivo**

Contar con un medio de telecomunicación eficiente, que permita el intercambio y consulta de la información generada en los sistemas de la Subdirección General de Administración del Agua, mediante el uso de redes de área local enlazadas en una red de área amplia que contenga a todas las Gerencias Regionales y a las Oficinas Centrales. Asimismo, que permita la agilización del correo electrónico, el acceso al nodo Internet de la SGAA y hacia las Gerencias Regionales, por medio de enlaces de telecomunicaciones de alta velocidad.

### **Justificación**

Con el fin de contar con la infraestructura de telecomunicaciones requerida por la SGAA para comunicar las Gerencias Regionales con el conjunto de instalaciones donde se encuentran las Oficinas Centrales y la Dirección General de la SGAA, se requiere implementar la tecnología informática de telecomunicaciones de vanguardia por medio de la instalación de redes de área local y redes de área amplia, lo que facilitará la comunicación y compartición de recursos e información entre todas las oficinas de acuerdo a los planes de sistematización de la Subdirección General de Administración del Agua.

## 2.6. PLAN DE TRABAJO

Una vez que se ha determinado instalar redes locales y una red de área amplia, se procede a planear las actividades que van a conformar éste proyecto de tesis. De esta forma el desarrollo del proyecto se compone de las siguientes actividades:

1. Análisis y determinación de requerimientos.
2. Elección del estándar e instalación de las redes LAN.
3. Análisis de las tecnologías de telecomunicaciones para la red WAN.
4. Contratación e instalación de enlaces y servicios de telecomunicaciones.

Para llevar a cabo el cumplimiento de todas éstas actividades a las que se sometió el proyecto, se realizó un plan de instalación en el cual se indican tiempos terminales para las actividades 1, 2, y 3; a la actividad 4, no se le asignó tiempo ya que ésta será realizada por una empresa de telecomunicaciones en conjunción con la CNA. El plan de instalación general se presenta en el Cuadro 2.3. Así mismo, en el Cuadro 2.4 se encuentra el desglose de cada una de éstas actividades.

No.	Actividad	1				2				3				4				5			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	Análisis y determinación de requerimientos	X	X	X	X	X															
2.	Elección del estándar e instalación de las redes LAN.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.	Análisis de las tecnologías de telecomunicaciones.																X	X	X	X	X
*4.	Contratación e instalación de enlaces y servicios de telecomunicaciones																				

\* El presente trabajo sólo dejará propuesto este punto, ya que será realizado por la CNA mediante el proceso de licitación y por la empresa de telecomunicaciones que se contrate, por lo mismo no se da el tiempo para realizarla.

**Cuadro 2.3.** Plan general de instalación.

No.	ACTIVIDAD	Mes 1.		Mes 2.		Mes 3.							Mes 4.		Mes 5.						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S E M A N A S																					
1	Análisis y determinación de requerimientos																				
1.1	Análisis de la situación actual en la transmisión de información																				
1.2	Estudio de la cantidad y tipo de tráfico generado																				
1.3	Inventario de equipo existente.																				
2	Elección del estándar e instalación de las redes LAN																				
2.1	Revisión de tecnología existente para LAN's																				
2.2	Diseño de la LAN.																				
2.3	Adquisición del equipo faltante para la instalación de la LAN																				
2.4	Instalación de conectores, canaletas y cable																				
2.5	Instalación de tarjetas de red y configuración de equipos																				
2.6	Instalación de redes LAN en Gerencias Regionales y Estatales																				
3	Análisis de las tecnologías de telecomunicaciones																				
3.1	Análisis de las tecnologías de telecomunicaciones disponibles																				
3.2	Diseño de la WAN.																				
4	Contratación e instalación de enlaces y servicios de telecomunicaciones																				

\* El presente trabajo sólo dejará propuesto este punto, ya que será realizado por la CNA mediante el proceso de licitación y por la empresa de telecomunicaciones que se contrate, por lo mismo no se da el tiempo para realizarla. El desglose de actividades de este punto se presenta en el punto 3.4.

Cuadro 2.4. Desglose de actividades.

## 2.7. EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA INSTALAR UNA LAN

En el Capítulo 1 se explicaron los tipos de redes que existen y sus componentes principales, ahora se tomarán las características de cada uno de los elementos a considerar para la implementación de las redes de área local LAN y se irán resumiendo en cuadros para un análisis más rápido y simplificado.

Una parte fundamental en el diseño de una red LAN es definir el estándar que se va a implementar, para esto, se llevó a cabo el estudio de los estándares Ethernet, Token Ring y FDDI que son los más comúnmente usados y que definen la implementación de una red de área local. Analizando estos estándares, se pudieron definir sus características principales reuniéndolas en el Cuadro 2.5 en donde se aprecian claramente las diferencias entre cada una de ellas.

	ETHERNET	TOKEN RING	FDDI
Velocidad de transferencia de datos	10 Mbps	4 o 16 Mbps	100 Mbps
Topología	Bus físico. Bus lógico/estrella física	Anillo con estrella	Anillo doble
Método de acceso	CSMA/CD	Token passing	Token passing
Especificación del medio	Coaxial grueso, Coaxial Delgado, par trenzado, fibra óptica	Par trenzado blindado y no blindado, fibra óptica	Fibra óptica
Longitud máxima de la red (sin puentes)	500 m	1000 m	200 km (100 km por anillo)
Distancia máxima entre estaciones de trabajo	500 m	100 m	Aprox. 2 km (-11 dB perdidos entre nodos)
Tamaño máximo del paquete	Aprox. 1.5 K	Aprox. 4 o 18 K	Aprox. 4.5 K
Número máximo de estaciones de trabajo	1024	260 usando par trenzado blindado, 72 con par trenzado sin blindaje	500 (1000 conexiones) para la configuración por default

Cuadro 2.5. Estándares de redes LAN.

Cada estándar admite una o más topologías específicas como se vio en el cuadro 2.5 y dependiendo de la topología es el medio de transmisión que se debe utilizar. En el Cuadro

2.6, se muestran las topologías existentes para la implementación de una red y la relación que guarda ésta con los medios de transmisión.

Medio	Topología Física		
	Bus	Anillo	Estrella
Cable de par trenzado			■
Cable coaxial banda base	■	■	
Cable coaxial banda ancha	■		
Cable de fibra óptica		■	

**Cuadro 2.6.** Relación entre las topologías y los medios de transmisión.

Para complementar la información obtenida del Cuadro 2.6, se presentan en el Cuadro 2.7 las principales características de los diferentes medios de transmisión.

	CABLE COAXIAL	PAR TRENZADO (UTP, STP)	FIBRA ÓPTICA
Transmisión	Voz, video y datos	Voz y datos	Voz, video y datos
Instalación	Fácil	Fácil y rápida	Delicada
Compatibilidad	Ethernet y Arcnet	Ethernet, Token Ring y Starlan	Ethernet, Token Ring y FDDI
Ancho de Banda	10 Mbps	10 ó 100 Mbps	100 ó 200 Mbps
Distancia máxima. Sin repetidores	600 m.	110 m. con UTP 500 m. con STP	2000 m.
Tolerancia a interferencias	Buena	Buena	Excelente
Costo	Bajo	Bajo	Alto

**Cuadro 2.7.** Características de los medios de transmisión.

Con el cuestionario que se aplicó y la información recabada mediante el Formato 1, en cuanto a los bienes informáticos y los problemas que cada gerencia tenía, es como se va conformando el perfil de las características generales que deberán tener las redes LAN en la

SGAA. De esta manera, la primera de estas características es el estándar de las redes locales. Para la elección del estándar se tomarán como base los cuadros presentados anteriormente.

### Elección del estándar para las redes locales

Para poder hacer una buena elección del estándar a utilizar en las redes locales, debemos conocer primeramente los requerimientos de la empresa para el mismo, los cuales se listan a continuación:

- Velocidad de transmisión de al menos 10Mbps.
- Fácil de instalar.
- Que permita que se añadan nuevos nodos de forma sencilla.
- Que permita la migración a una velocidad mayor.
- Que tenga una buena administración de los recursos hardware.
- Que tenga un costo accesible.

De acuerdo a estos requerimientos y al evaluar los cuadros anteriores en donde se comparan las diversas tecnologías de redes LAN más utilizadas, se determinó que el estándar a utilizar en las redes LAN sería el Ethernet. En el Cuadro 2.8 se resumen las características de las especificaciones más utilizadas.

	10Base-2	10Base-5	10Base-T
Velocidad de transmisión	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps
No. de estaciones	1024	1024	1024
Longitud del cable	200 m.	500 m.	100 m./nodo
Topología física	Bus	Bus	Estrella
Tipo de cable	RG58 50 Ohms coax.	RG59 50 Ohms coax	UTP 24 AWG
Tipo de conector	BNC	DB15 AUI	RJ-45
Tipo de Transceptor	Int./Ext.	Externo	Int./Ext.

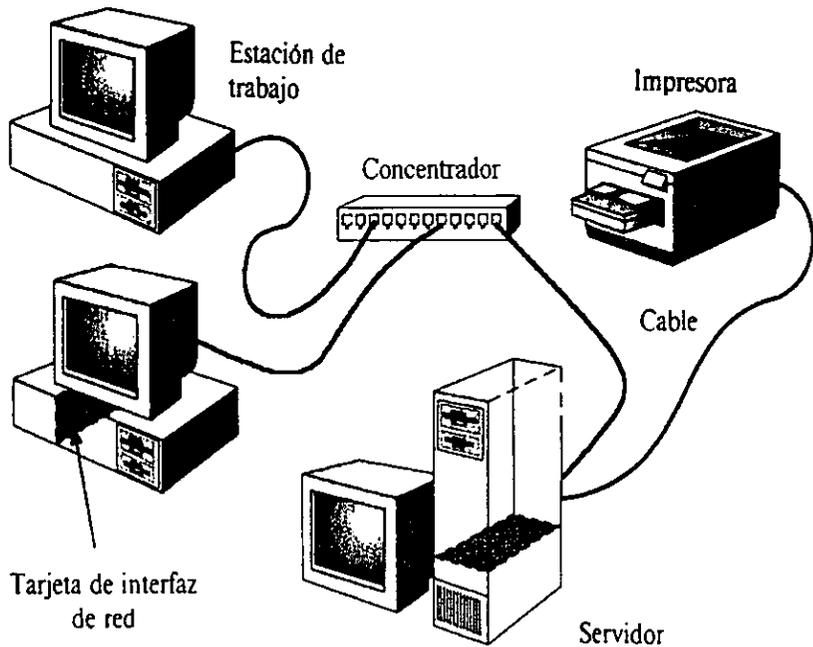
**Cuadro 2.8.** Especificaciones Ethernet.

De acuerdo a las características presentadas en el Cuadro 2.8, la especificación elegida fue la 10Base-T porque utiliza topología de tipo estrella, lo que permite que en caso de que ocurra algún problema con una de las estaciones de trabajo, sólo la estación donde se presentó el problema será la que quede desconectada de la red sin afectar a las demás

estaciones, también por su velocidad, precio medio, gran estandarización, facilidad de cableado y sobre todo la posibilidad de administrar los recursos hardware más fácilmente.

Otra de las ventajas del estándar Ethernet 10Base-T es que utiliza como medio de transmisión cable de par trenzado sin blindaje dado que es la mejor elección para las conexiones de red en un mismo edificio y si se utiliza cableado UTP que se adapte a la especificación denominada categoría 5, podrá transportar los datos a una velocidad de 10 a 100 Mbps, además de satisfacer las necesidades de transmisión de datos requeridas por más de diez años (según las especificaciones de los fabricantes) y de ser más fácil de manipular que los otros cables.

La Figura 2.2, ilustra las características descritas anteriormente para las redes LAN Ethernet 10Base-T que se van a instalar.



**Figura 2.2.** Elementos que conforman una red LAN Ethernet 10Base-T.

## 2.8. EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA INSTALAR UNA WAN

Como se vio en el Capítulo 1, actualmente tenemos una gran variedad de opciones disponibles para el transporte de información. Sin embargo, antes de seleccionar la tecnología y los servicios de transporte de comunicación que mejor cubran las necesidades de la empresa proporcionándole el mejor costo-beneficio, es necesario conocer cuáles son las opciones que están disponibles en México y cómo se desempeña cada una de ellas. Las tecnologías más utilizadas en México son: Enlaces Privados, X.25, Frame Relay y VSAT. Los Enlaces Privados no fueron considerados como una opción viable para la implementación de la red de telecomunicaciones de la SGAA ya que estos enlaces requieren de su propia red o redes dando esto una gran confiabilidad en cuanto a seguridad, pero por la misma razón resultan ser demasiado costosos. De las tecnologías restantes se resumen algunas de sus características en el Cuadro 2.9.

	X.25	FRAME RELAY	VSAT
Aplicación	Conectividad servidor a terminal	Interconexión de LAN's	Interconexión de nodos rurales.
Unidad de conmutación	Paquetes	Paquetes de longitud variable	Paquetes
Velocidad de acceso	600 bps a 64 Kbps	64 Kbps a 2 Mbps	56 kbps.
Retraso	Alto	Bajo	Alto
Servicios ofrecidos	Redes públicas y privadas	Redes públicas y privadas	Servicios móviles, redes públicas y privadas.
Tipo de servicios	Datos	Datos y voz	Datos, voz, fax y videoconferencia
Enlaces	Análogo o Digital	Análogo, Digital, Fibra óptica	Banda Ku
Ventajas	Es aceptado para el acceso a terminales o a computadoras remotas, siempre y cuando el tráfico sea ligero. Es un camino fiable para establecer enlaces internacionales con países con sistemas telefónicos no fiables.	Es excelente cuando se necesita una intercomunicación de redes LAN hasta de E1 entre varios sitios con cobertura nacional o internacional dentro de la misma empresa.	Es recomendable para interconectar redes de difícil acceso.
Costo	Bajo	Medio	Alto

Cuadro 2.9. Tecnologías de telecomunicaciones.

## **Elección de tecnología para la red de área amplia**

La elección de la tecnología de telecomunicaciones para la red de área amplia de la SGAA también debe considerar los requerimientos que para la misma tiene la empresa, tales como:

- Medios de comunicación eficientes para la transferencia de información.
- Enlaces de alta velocidad entre los nodos de la red.
- Que tenga poco retraso en las transmisiones.
- Redundancia para evitar caídas de la red.
- Que permita el aumento del ancho de banda en los enlaces.
- Soporte de diferentes tipos de tráfico.
- Incorporación de nuevas terminales en cada nodo de la red.
- Soporte de nuevas tecnologías.
- Que permita el monitoreo de la red.
- Costo accesible.

Viendo lo que nos ofrece cada una de estas tecnologías de acuerdo al Cuadro 2.9, se decidió utilizar Frame Relay para la interconexión de las LAN por las siguientes ventajas:

- Tiene un costo medio.
- El manejo del ancho de banda es dinámico.
- Se pueden tener varias conexiones lógicas sobre una simple línea de acceso.
- Soporta múltiples protocolos y necesita menos equipo con pocos puertos.
- Ofrece múltiples rutas.
- Elige la ruta más corta entre dos localidades.
- Brinda redundancia.
- Soporta fácilmente ambientes de malla.
- Permite un rápido desarrollo en redes digitales.

Además de que es un medio de transmisión de datos muy confiable y proporciona un ancho de banda garantizado con el beneficio de permitir ráfagas adicionales a la velocidad nominal cuando hay ancho de banda disponible de otros circuitos, y figura como la plataforma acorde para esperar ATM, porque sólo implica una inversión en software aprovechando el potencial de la inversión que ya se posee en hardware, con la ventaja de que en cuanto ATM este listo y sea un estándar se podrá migrar sin que se noten grandes cambios más que mayor ancho de banda.

# **CAPÍTULO 3**

## **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE REDES LAN Y WAN PARA LA SGAA DE LA CNA**

### **3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE REDES LAN Y WAN PARA LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA**

El presente capítulo se contiene los diseños para las redes LAN y WAN de la SGAA. El diseño de éstas redes es la parte más importante del proyecto ya que hace uso del análisis previo de la situación de la empresa que se realizó en el Capítulo 2, además de utilizar los conceptos de la teoría de redes vistos en el Capítulo 1, para establecer las características con las que debían contar las redes instaladas en la SGAA y la forma de implementarse, para que de esta forma se pudieran alcanzar las metas que dicha empresa tiene a futuro.

#### **3.1. DISEÑO DE REDES LAN**

El objetivo de la SGAA es contar con redes locales en cada una de sus Gerencias Centrales, Regionales y Estatales. Para cumplir con este objetivo el diseño de las redes LAN se dividió en dos partes: Diseño de redes LAN en Oficinas Centrales y Diseño de redes LAN en Gerencias Regionales y Estatales. Ambos diseños tendrán las mismas especificaciones.

El inventario de los recursos informáticos con que cuenta la Comisión Nacional del Agua se presentó en el Capítulo 2, este inventario se hizo a nivel nacional y de acuerdo a los resultados del mismo, se determinó que sólo los equipos 486 y superiores que contaran con Windows 3.11 o 95 se tomarán en cuenta para la instalación de las redes locales. Así mismo, de acuerdo al análisis realizado se estableció que se utilizaría el estándar Ethernet 10Base-T.

##### **3.1.1. Diseño de Redes LAN en Oficinas Centrales**

Las Oficinas Centrales de la Subdirección General de Administración del Agua están ubicadas en el Distrito Federal, son tres y en cada una de ellas se va a instalar una red de área local. Dichas oficinas se localizan en:

1. Insurgentes Sur 1863.
2. Insurgentes Sur 1960.
3. Insurgentes Sur 2140.

En este trabajo se presenta solamente lo que corresponde al diseño e instalación de la red en el edificio de Insurgentes Sur 1863 porque se planea sea éste el nodo central de la red WAN. Los dos edificios restantes que corresponden a las Oficinas Centrales, contratarán el servicio de instalación de su red en forma independiente, pero en base a las especificaciones utilizadas en la instalación de la red del edificio de Insurgentes Sur 1863, debiendo quedar conectados un total de 30 nodos en Insurgentes Sur 2140 y 100 en Insurgentes Sur 1960.

### **Descripción del edificio Insurgentes Sur 1863**

El edificio de Insurgentes Sur 1863, es un edificio de 11 pisos incluyendo la planta baja. Las Gerencias de Evaluación y Desarrollo, Registro Público de Derechos del Agua, Servicios a Usuarios y la Subgerencia de Administración, se trasladaron al mismo en julio de 1996 ocupando los pisos del 1 al 7 y la planta baja. El edificio cuenta con un total de 140 equipos de cómputo y 26 impresoras repartidas entre los 8 pisos, además de 6 servidores. De estos servidores, 3 tienen instalado el sistema operativo NetWare 4.1 y los tres restantes el sistema Windows NT 4.0. En cada uno de los pisos se va a instalar una red, por lo cual, la red del edificio estará compuesta por 8 subredes, las cuales tendrán la capacidad de acceder a los servidores con NT y a los de NetWare.

Para la instalación de las redes locales, es necesario contar con los componentes de hardware adecuados, por lo que además del equipo de cómputo e impresoras con los que ya se cuenta en el edificio, se debe adquirir el equipo restante como tarjetas de red, concentradores, cable, canaletas, rosetas, conectores, etc. Los requerimientos que debe cumplir este equipo se presentan a continuación.

### **Requerimientos de Hardware**

*Tarjetas de red Ethernet.* Tarjeta tipo 10Base-T de 16 bits con entrada para cable tipo par trenzado. Conexión a computadoras con arquitectura IBM PC, XT o AT. Conector UTP RJ-45. Estándar IEEE 802.3 10Base-T. Velocidad de transferencia 10Mbps. Mínimo de 16KB de memoria RAM en la tarjeta para buffer de transmisión de paquetes. Soporte de software para productos Novell NetWare 4.x, Windows para trabajo en grupos, Windows NT 4.x y Windows 95.

*Concentrador para red Ethernet.* Concentrador Ethernet 10Base-T con un número de conexiones mayor o igual a doce, tipo RJ-45. Una puerto AUI. Estándar IEEE 802.3 10Base-T. Capacidad de conectarse en cascada con otros concentradores. Velocidad de

transferencia de 10Mbps. Luces indicadoras del funcionamiento de cada puerto. Módulo SMTP para administración remota.

*Tipo de cable:* Cable UTP nivel 5 de cuatro pares.

*Conectores:* Plug RJ-45 nivel 5 de ocho conductores.

*Canaleta:* De acuerdo al requerimiento de instalación.

*Rosetas de red:* Tipo Jack RJ-45 nivel 5 de ocho conductores.

*Placas:* Placa de red compatible con el tipo de roseta mencionado anteriormente.

*Cajas:* Cajas de soporte compatibles con la placa y roseta anteriormente definidas.

*No break e /regulador integrado.* Corriente de salida 450/280 (VA/W) mínimo. Voltaje de salida 120V AC, a 60Hz. Frecuencia de entrada y corriente 60 Hz/300 W. Voltaje bajo de línea a batería-nominal 90V AC, voltaje bajo de batería a línea-nominal 97V AC. Voltaje alto de línea a batería-nominal 150V AC, voltaje alto de batería a línea nominal 143V AC. Tiempo de respaldo media carga/carga completa 17/5 min. Tiempo típico de transferencia 2-4 mseg. Velocidad de recarga de 4-6 hrs. Tomas de corriente alterna 4 mínimo. Conector para redes DB-9.

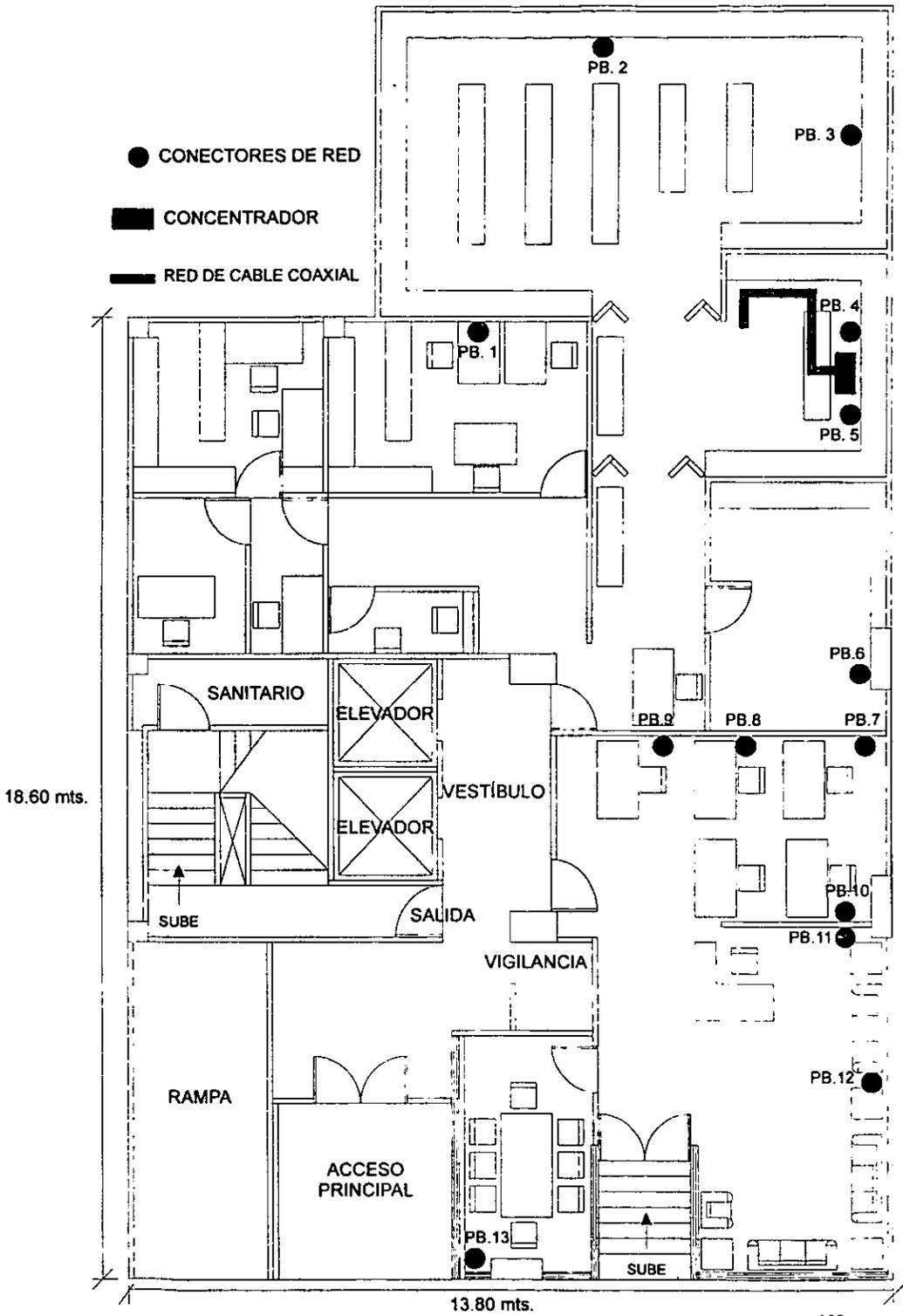
### **Distribución de los nodos en el edificio de Insurgentes Sur 1863**

Como ya se mencionó, se van a instalar 8 subredes en el edificio, la distribución de los nodos, concentradores e impresoras en cada piso quedan especificados en el Cuadro 3.1 y junto con éste, se muestra el plano correspondiente a cada piso en donde se puede ver la ubicación física de los nodos y los concentradores. Cabe hacer notar que se instalarán 180 nodos en total, de los cuales sólo se utilizarán 140 por el momento, los restantes se han planeado para un futuro crecimiento de la red.

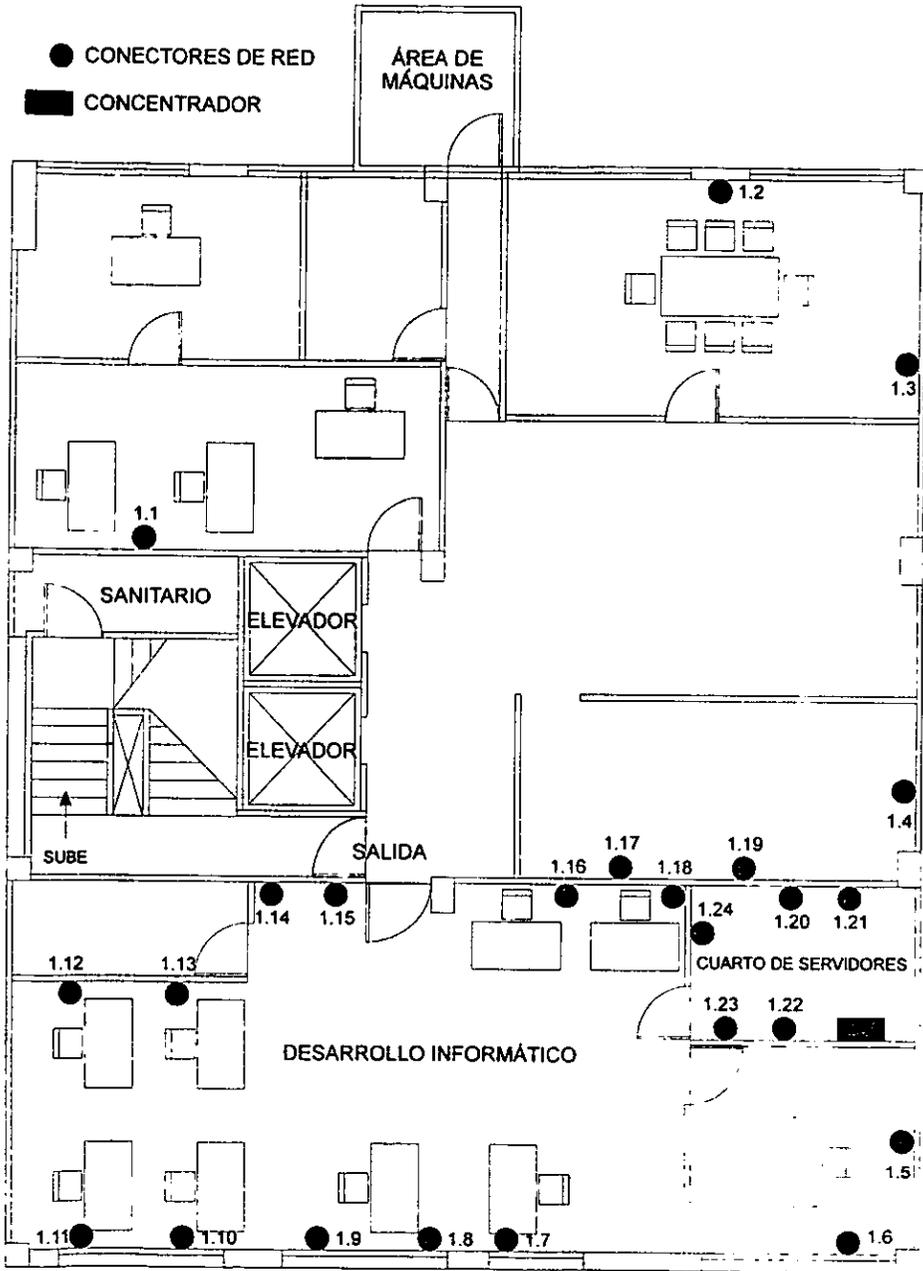
Para establecer la comunicación entre las redes de cada piso, se van a conectar todos los concentradores a un backbone (o red dorsal) de cable coaxial mediante un puerto AUI. A este tipo de backbone se le denomina colapsado.

<b>PLANTA BAJA</b>			
Plano	3.1		
Gerencia	Ventanilla Unica		
No. de nodos	13	En uso	7
No. de concentradores	1		
No. de impresoras			
Anotaciones	5 con cable coaxial delgado y 2 con UTP		
<b>PISO 1.</b>			
Plano	3.2		
Gerencia	Evaluación y Desarrollo		
No. de nodos	24	En uso	22
No. de concentradores	2		
No. de impresoras	3		
Anotaciones	En este piso se encuentran todos los servidores		
<b>PISO 2.</b>			
Plano	3.3		
Gerencia	Servicios a Usuarios		
No. de nodos	28	En uso	20
No. de concentradores	2		
No. de impresoras	3		
<b>PISO 3.</b>			
Plano	3.4		
Gerencia	Servicios a Usuarios		
No. de nodos	23	En uso	14
No. de concentradores	2		
No. de impresoras	3		
<b>PISO 4.</b>			
Plano	3.5		
Gerencia	Servicios a Usuarios, Registro Público de Derechos del Agua.		
No. de nodos	30	En uso	23
No. de concentradores	2		
No. de impresoras	3		
<b>PISO 5.</b>			
Plano	3.6		
Gerencia	Registro Público de Derechos del Agua		
No. de nodos	23	En uso	23
No. de concentradores	2		
No. de impresoras	5		
<b>PISO 6.</b>			
Plano	3.7		
Gerencia	Evaluación y Desarrollo		
No. de nodos	21	En uso	17
No. de concentradores	2		
No. de impresoras	3		
<b>PISO 7.</b>			
Plano	3.8		
Gerencia	Subgerencia de Administración		
No. de nodos	22	En uso	14
No. de concentradores	2		
No. de impresoras	6		

**Cuadro 3.1.** Distribución de nodos y equipo en el edificio de Insurgentes Sur 1863.

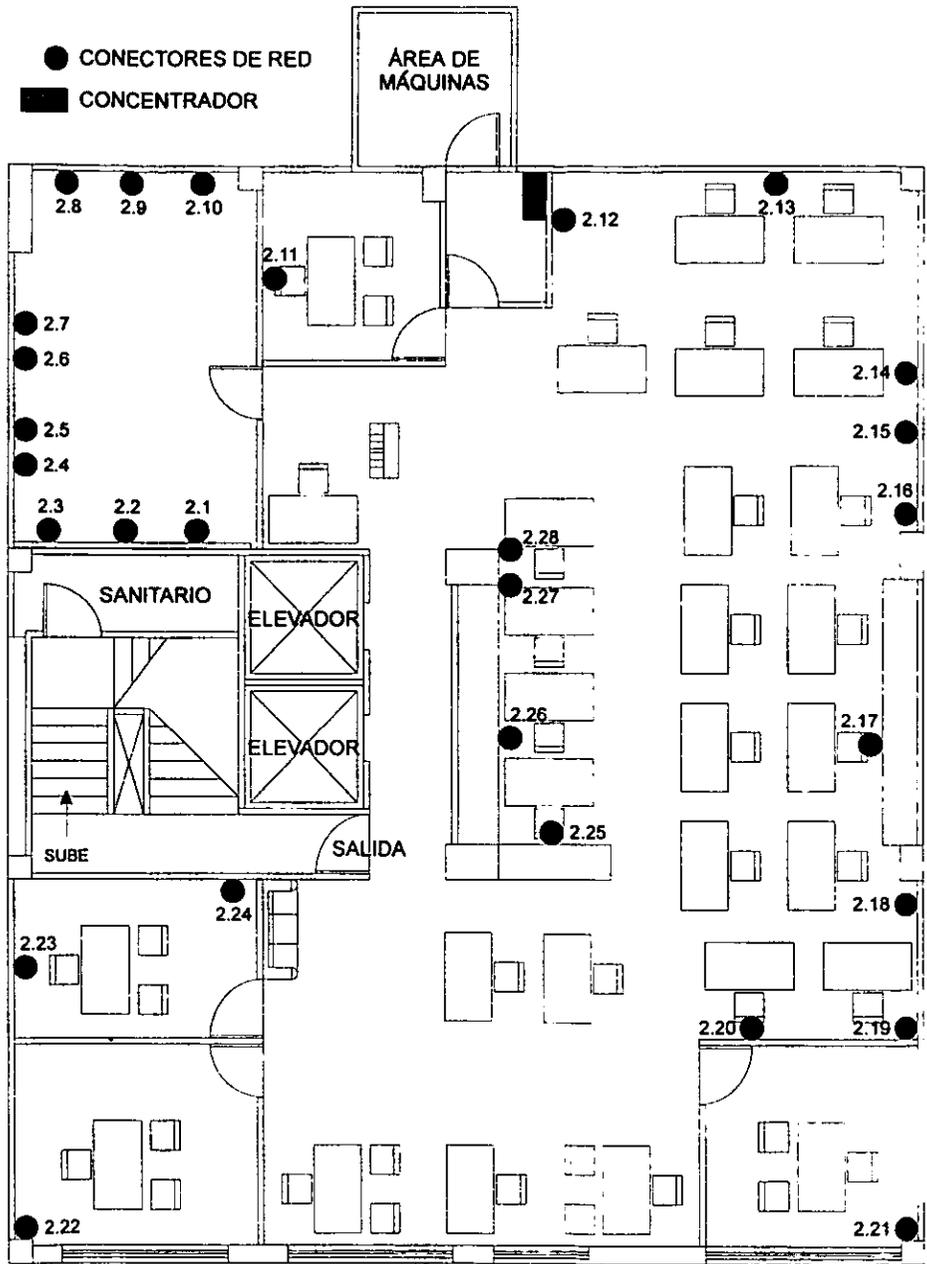


PLANO 1. PLANTA BAJA



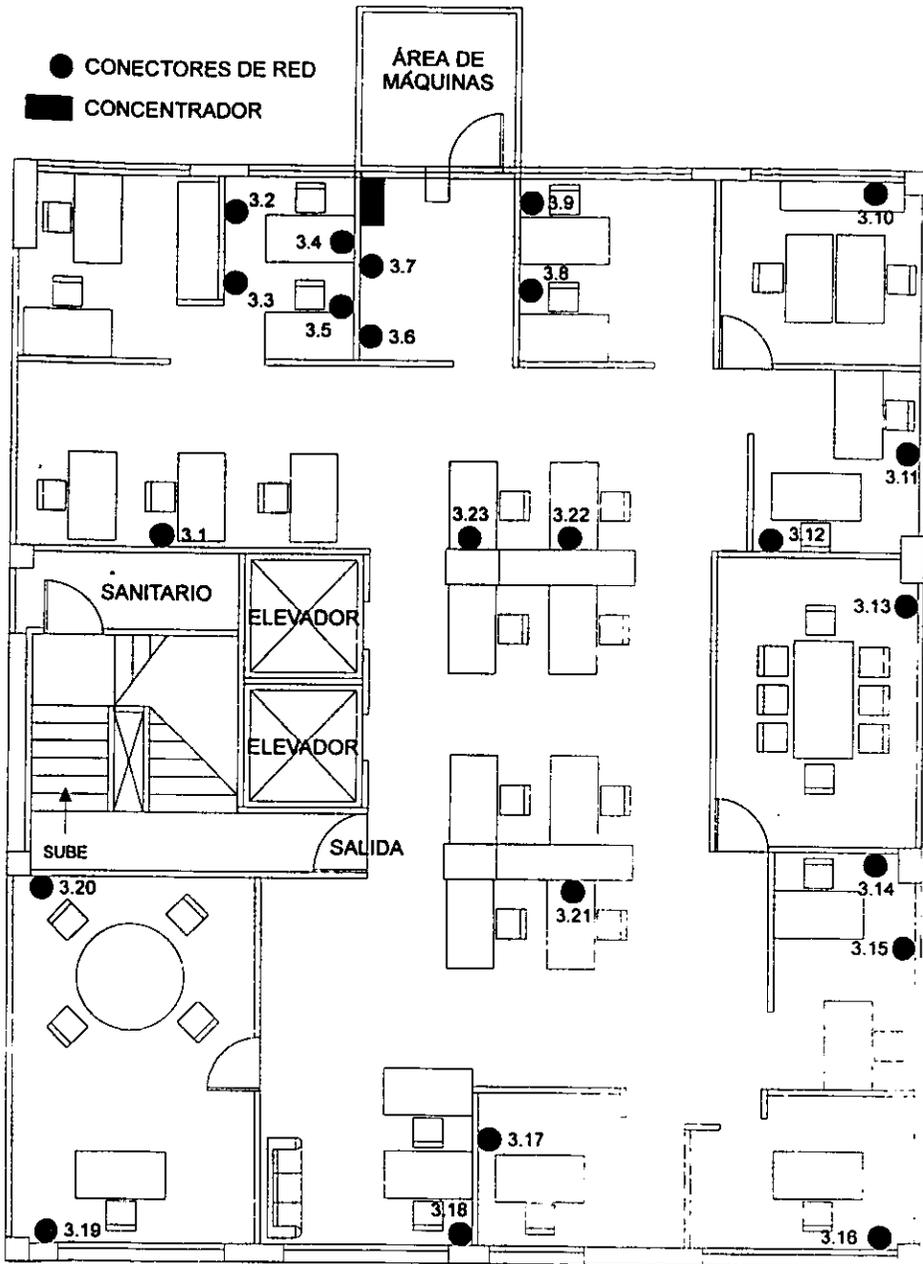
GERENCIA DE EVALUACIÓN Y DESARROLLO

PLANO 2. PISO 1



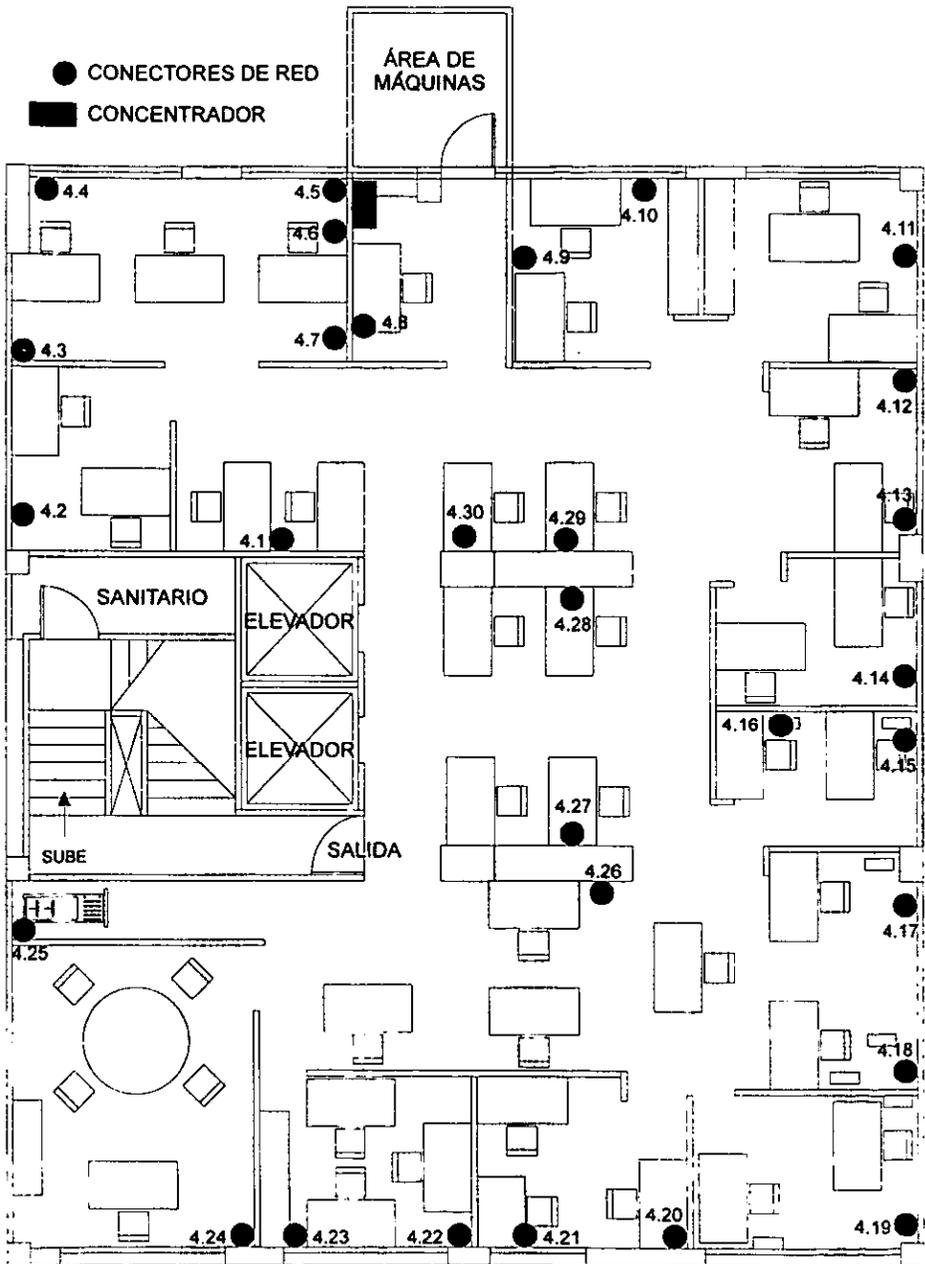
GERENCIA DE SERVICIOS A USUARIOS

PLANO 3. PISO 2



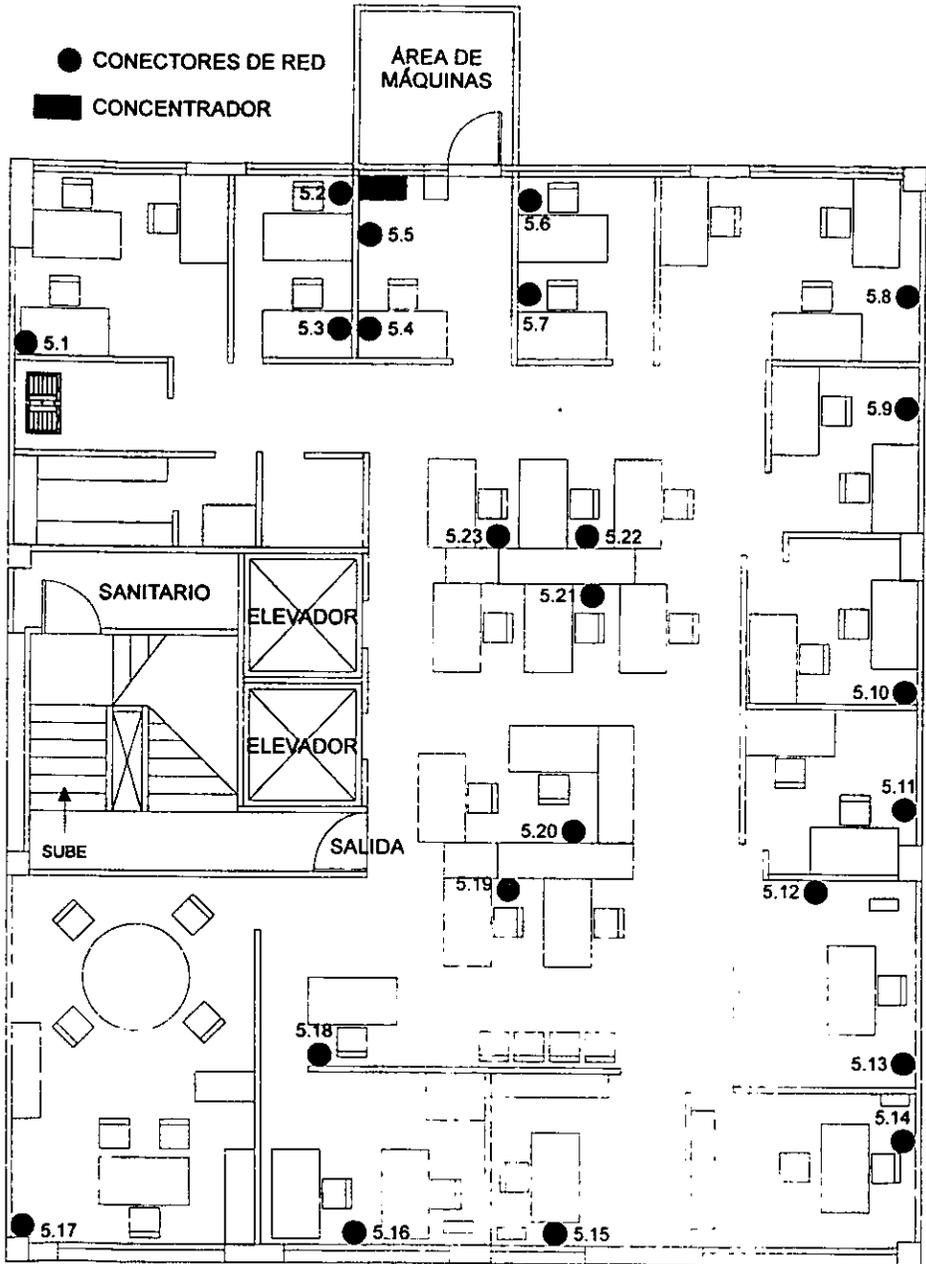
GERENCIA DE SERVICIOS A USUARIOS

PLANO 4. PISO 3



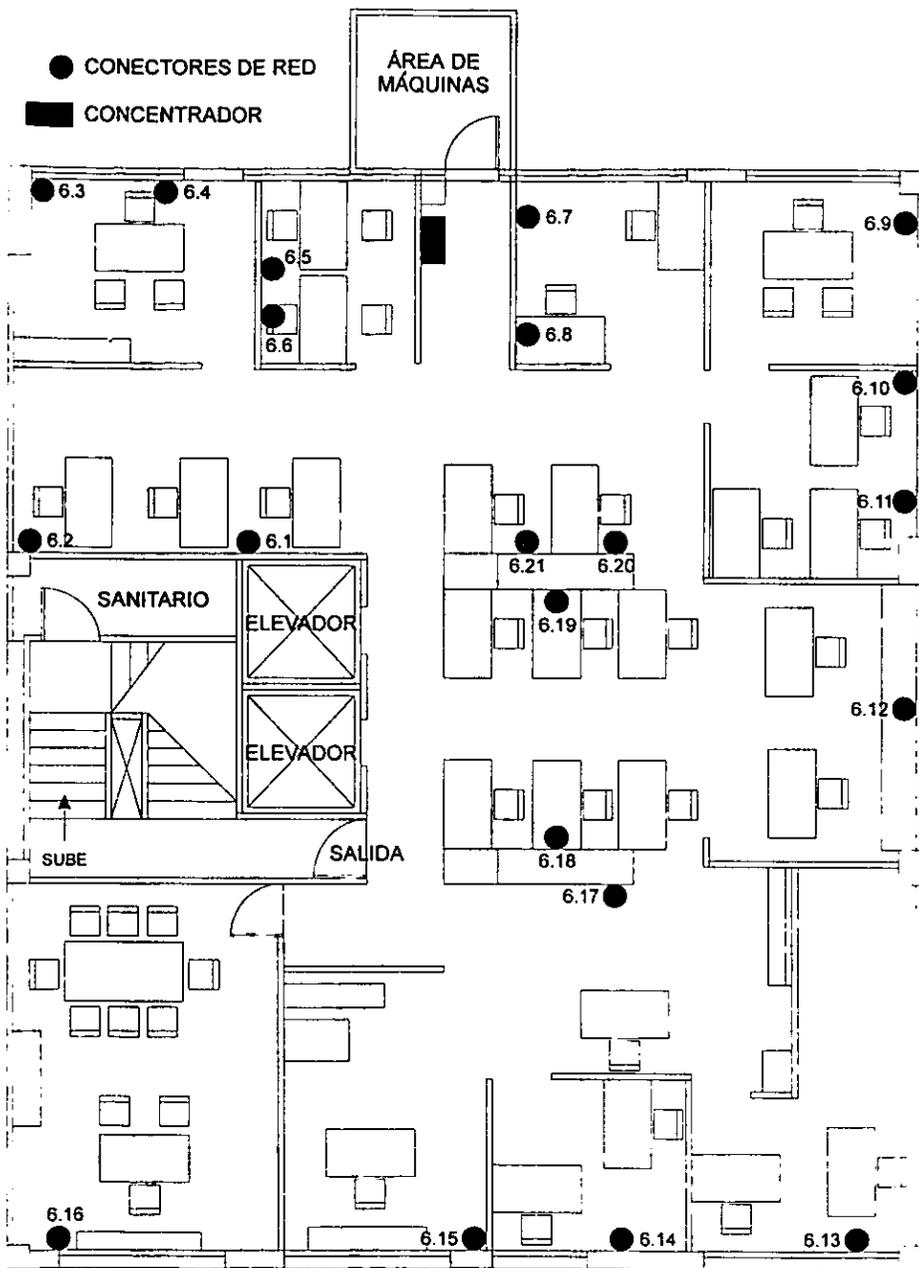
GERENCIA DE SERVICIOS A USUARIOS  
 GERENCIA DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DE AGUA

PLANO 5. PISO 4



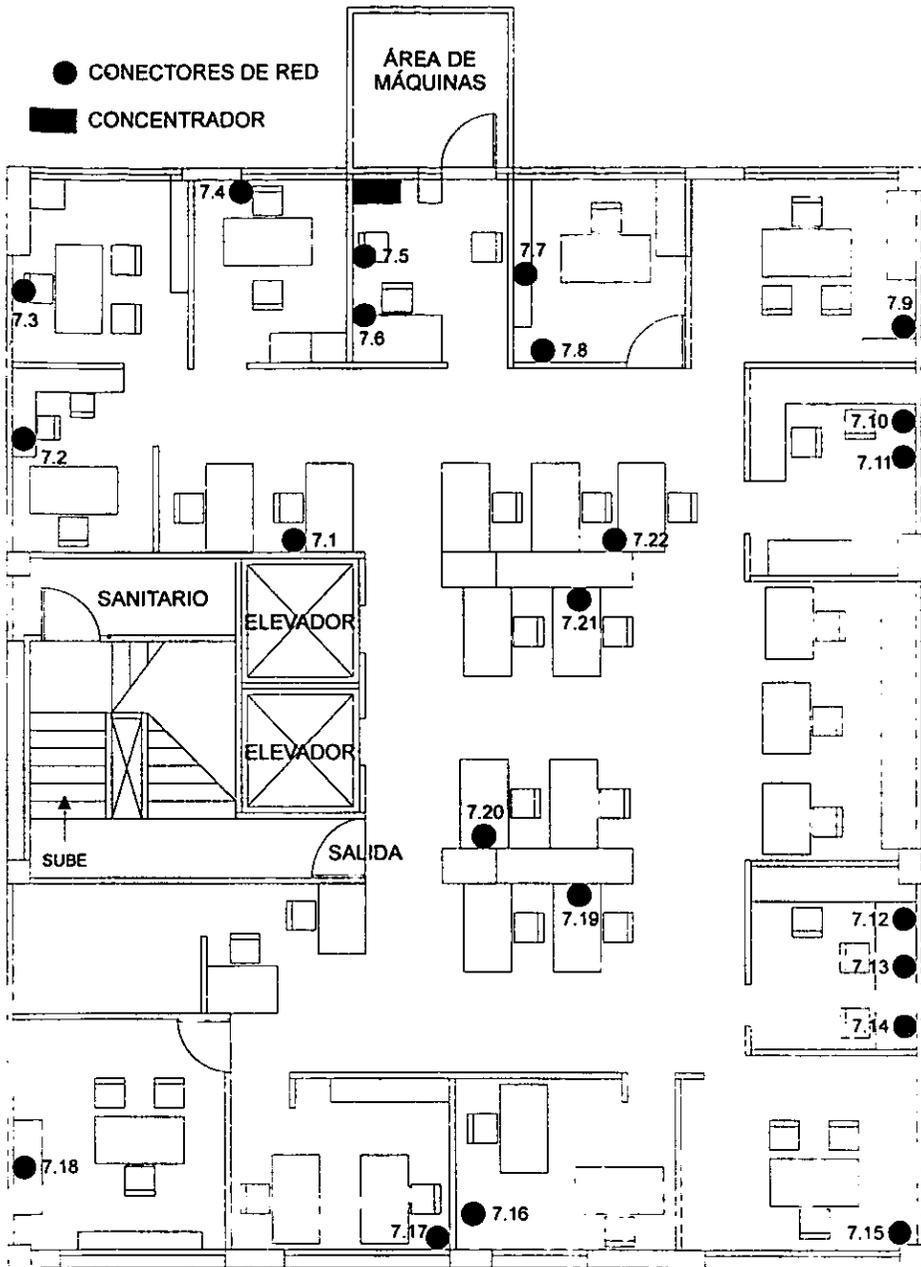
GERENCIA DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DE AGUA

**PLANO 6. PISO 5**



GERENCIA DE EVALUACIÓN Y DESARROLLO

PLANO 7. PISO 6



SUBGERENCIA DE ADMINISTRACIÓN

PLANO 8. PISO 7

## Configuración de clientes de red

De la misma forma que se busca que todas las redes instaladas tengan las mismas características técnicas, también se ha establecido que la configuración de los clientes sea la misma en todos los equipos. Las características de esta configuración se dan a continuación:

- Tarjetas: Direcciones E/S: 0300 / 031F  
IRQ: 10
- Clientes: Para red Microsoft con dominio Servidor NT  
Novell NetWare Client 32
- Protocolos: IPX 32-bit Protocol for Novell NetWare Client 32  
NetBEUI  
Compatible con IPX/SPX  
TCP/IP

Cuando se instalen los equipos en red Microsoft, a cada uno de ellos se le tiene que asignar un nombre para la PC, el grupo de trabajo al que pertenece y la descripción del equipo. La creación de grupos de trabajo permite que se tenga un mejor control sobre la red y que la administración de la misma sea más sencilla. Los parámetros de la configuración de los clientes se indicarán en el punto 3.3.1.

Para dar de alta la impresión en los equipos que no cuentan con impresora, se configurará ésta como compartida en los equipos que disponen de una impresora conectada en forma física, para después direccionar los equipos que no cuenten con este recurso mediante una conexión lógica hacia aquellos equipos que tienen la impresora compartida.

### 3.1.2. Diseño de Redes LAN en Gerencias Regionales y Estatales

Las redes LAN en las Gerencias Regionales y Estatales se implementarán con las mismas características establecidas para la red del edificio de Insurgentes Sur 1863, es decir, en cada una de éstas se instalará una red LAN IEEE 802.3 10Base-T con al menos 12 nodos conectados en red. La distribución de los nodos y la ubicación del(los) concentrador(es), se hará en base a los planos proporcionados por cada Gerencia.

Las Gerencias Regionales y Estatales donde se instalarán redes locales son las siguientes:

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1. Baja California (Reg. P.B.C.).  | 17. Nayarit.                             |
| 2. Baja California Sur.            | 18. Querétaro.                           |
| 3. Sonora (Reg. Noroeste).         | 19. D.F. (Reg. Valle de México).         |
| 4. Sinaloa.                        | 20. Hidalgo.                             |
| 5. Coahuila (Reg. Norte).          | 21. Estado de México.                    |
| 6. Chihuahua.                      | 22. Morelos (Reg. Pacífico Centro).      |
| 7. Durango.                        | 23. Colima.                              |
| 8. Nuevo León.                     | 24. Puebla.                              |
| 9. San Luis Potosí (Reg. Noreste). | 25. Tlaxcala.                            |
| 10. Tamaulipas.                    | 26. Guerrero.                            |
| 11. Veracruz.                      | 27. Oaxaca (Reg. Pacífico Sur).          |
| 12. Zacatecas.                     | 28. Chiapas (Reg. Golfo Sur).            |
| 13. Jalisco (Reg. Lerma Santiago). | 29. Tabasco.                             |
| 14. Aguascalientes.                | 30. Yucatán (Reg. Península de Yucatán). |
| 15. Guanajuato.                    | 31. Campeche.                            |
| 16. Michoacán.                     | 32. Quintana Roo.                        |

Cada Gerencia Regional y Estatal será responsable de la instalación de su red, únicamente los servidores serán adquiridos en las Oficinas Centrales y posteriormente distribuidos a cada Regional y Estatal. Por lo que se van a adquirir 13 servidores para las Regionales y 20 para las Estatales con las siguientes características:

*Servidores para Gerencias Regionales.* Procesador Intel Pentium II o compatible con crecimiento a dos procesadores. Velocidad mínima de 266 MHZ. Caché interno de 512 Kb expandible a 1 Mb. Memoria principal ECC de 128 MB en SIMM's ó DIMM's, expandible a 256 MB. Controlador de disco Ultra SCSI. Disco Duro de 9.0 GB al menos Ultra SCSI con velocidad de acceso no mayor a 10 ms. Tarjeta controladora de video Super VGA con 4 MB de memoria mínimo, con capacidad de manejar 256 colores a una resolución de 1024 por 768 pixels. Unidad de CD-ROM 12X mínima, ATAPI. Tarjeta de red PCI Ethernet

10/100 Base T con conector RJ-45. Unidad de respaldo en cinta interna DAT SCSI de 8GB en 4mm. Unidad interna de disco flexible de 1.44 MB. Gabinete tipo Torre. Ranuras de expansión : cinco ISA y tres PCI libres mínimo después de configurar. Bahías de expansión internas para disco duro: 2 de 5.25". Fuente de poder mínima de 300 Watts. Un puerto paralelo bi-direccional, un puerto serial 16550 UART y un puerto USB.

*Servidores para Gerencias Estatales.* Procesador Intel Pentium II o compatible. Velocidad mínima de 233 MHZ. Caché interno de 512 Kb. Memoria principal ECC de 128 MB en DIMM's, expandible a 256 MB. Controlador de disco Ultra SCSI. Disco Duro de 6.0 GB al menos SCSI con velocidad de acceso no mayor a 11 ms. Tarjeta controladora de video Super VGA con 4 MB de memoria mínimo, con capacidad de manejar 256 colores a una resolución de 1024 por 768 pixels. Monitor de 1024 colores de 14". Unidad de CD-ROM 12X mínima, ATAPI. Tarjeta de red PCI Ethernet 10/100 Base-T con conector RJ-45. Unidad de respaldo en cinta interna DAT SCSI de 8GB en 4mm. Unidad interna de disco flexible de 1.44 MB. Teclado en español de 102 teclas para Windows. Mouse de dos botones con conector mini-din. Gabinete tipo Torre. Ranuras de expansión: cuatro ISA y dos PCI libres mínimo después de configurar. Bahías de expansión internas para disco duro: 2 de 5.25". Fuente de poder mínima de 250 Watts. Un puerto paralelo bi-direccional, un puerto serial 16550 UART y un puerto USB.

Debido a estándares establecidos en CNA, el sistema operativo que tendrán todos los servidores de las Regionales y Estatales será Windows NT 4.0.

Con la finalidad de que todas las redes que se instalen a nivel nacional cuenten con las mismas características técnicas, se les hará llegar a cada una de las Gerencias el Documento 1, donde se les informa que deben contratar los servicios de una empresa integradora de redes para la instalación de la misma. En el Documento 1, se dan las especificaciones de los componentes de red, respetando las características antes mencionadas en cuanto al tipo de cable, especificaciones de tarjetas, concentradores, rosetas, canaletas, etc.

# INSTALACIÓN DE UNA RED DE ÁREA LOCAL

## DOCUMENTO 1

### TRABAJOS A REALIZAR

El proyecto consistirá en la instalación de una red de área local en las instalaciones de la Subgerencia de la Subdirección General de Administración del Agua, con domicilio en \_\_\_\_\_ en un plazo no mayor de 20 días a partir de la formalización del contrato mediante orden de servicio.

### CONDICIONES Y RESTRICCIONES

Los trabajos a realizar referentes a la instalación de la red de área local deberán ser llevados a cabo en las instalaciones de la Subgerencia Regional o Estatal, siendo responsabilidad de la empresa que preste el servicio la instalación del cableado, concentrador y tarjetas de red.

La duración de los trabajos incluyendo pruebas no excederá de 20 días calendario, contados a partir de la aprobación del mismo.

Todos los trabajos realizados, contarán con una garantía de un año a partir de la liberación y entrega del proyecto, por lo que la empresa que instale la red se comprometerá a corregir todos los defectos encontrados en algún componente de ésta, durante el periodo mencionado.

El número de nodos a instalar será definido por la Subgerencia correspondiente, conformando una topología tipo estrella, de acuerdo con el estándar Ethernet IEEE 802.3 para redes de par trenzado.

El punto central de la estrella corresponderá a la ubicación física del(los) concentrador(es) de red, misma que estará determinada por la Subgerencia Regional o Estatal, considerando para ello la distribución de sus terminales.

La ubicación de los nodos de red, las tarjetas y concentrador(es) será la descrita en el croquis proporcionado por la Subgerencia.

Toda modificación al diseño de la red de área local instalada debe restringirse al mínimo, en caso de alguna modificación indispensable, debe ser autorizada previamente por el área correspondiente de la CNA.

Características técnicas de los accesorios que se requieren, mismos que el prestador del servicio deberá proporcionar:

Tipo de cable: UTP nivel 5 de 4 pares.

Conectores: Plug RJ-45 nivel 5 de 8 conductores.

Canaleta: De acuerdo al requerimiento de la instalación.

Rosetas de red: Tipo Jack RJ-45 nivel 5 de 8 conductores.

Placas: Placa de red compatible con el tipo de roseta mencionado en el punto anterior.

Cajas: Cajas de soporte compatibles con la placa y roseta anteriormente definidas.

Concentrador: Concentrador Ethernet 10 BaseT de doce puertos RJ-45, estándar IEEE 802.3 10BaseT, velocidad de transferencia de datos de 10 Mbps, luces indicadoras del funcionamiento de cada puerto. Capacidad de conexión en cascada con otros concentradores.

Tarjetas de red: Tarjetas de red Ethernet 10 BaseT ISA, configuración por software, conector UTP RJ-45, velocidad de transferencia de datos de 10 Mbps, compatible con computadoras IBM PC, XT, AT y superiores, soporte de software para sistemas operativos Windows para trabajo en grupo, Novell Netware 4.x, Windows95, Windows NT 4.x.  
No break e/ regulador integrado: Corriente de salida 450/280 (VA/W) mínimo. Voltaje de salida 120V AC, a 60Hz. Frecuencia de entrada y corriente 60 Hz/300 W. Tomas de corriente alterna 4 mínimo. Conector para redes DB-9.

La instalación deberá incluir los cables de conexión Computadora - Roseta, de acuerdo al número de nodos a instalar.

### 3.2. DISEÑO DE LA RED WAN DE LA SGAA

Una vez que se instalen todas las redes LAN tanto en las oficinas centrales como en las regionales, el siguiente paso es interconectar estas LAN's mediante enlaces de alta velocidad para crear una red WAN confiable.

La creación de la red WAN está dividida en dos etapas, la primera etapa consiste en la interconexión de las Gerencias Regionales con las Oficinas Centrales y la segunda etapa consistirá en añadir las Gerencias Estatales a la red. El nodo central de la WAN estará ubicado en el edificio de Insurgentes Sur 1863 y de éste se pretende a futuro que salga la conexión a Internet. El presente trabajo no incluye la segunda etapa ni la conexión a Internet.

Se pretende que los nodos que integren la red WAN de la SGAA en su primera etapa sean los que corresponden a las 10 Gerencias Regionales que hay actualmente, más 3 Gerencias Estatales (que con la nueva regionalización subirán a Regionales) y las Oficinas Centrales, por lo tanto, los nodos que están contemplados son los siguientes:

Nodo	Gerencia	Ubicación
I	Regional Península de Baja California	Mexicali, Baja California
II	Regional Noroeste	Hermosillo, Sonora
III	Estatad Sinaloa	Culiacán, Sinaloa
IV	Regional Pacífico Centro	Cuernavaca, Morelos
V	Regional Pacífico Sur	Oaxaca, Oaxaca
VI	Estatad Nuevo León	Monterrey, Nuevo León
VII	Regional Norte	Torreón, Coahuila
VII	Regional Lerma Santiago	Guadalajara, Jalisco
IX	Regional Noreste	San Luis Potosí, S.L.P.
X	Estatad Veracruz	Jalapa, Veracruz
XI	Regional Golfo Sur	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
XII	Regional Península de Yucatán	Mérida, Yucatán
XIII	Regional Valle de México	México, D.F.
XIV	Oficinas Centrales	Insurgentes Sur 2140, México, D.F.
XV	Oficinas Centrales	Insurgentes Sur 1960, México, D.F.
XVI	Oficinas Centrales (Nodo Central)	Insurgentes Sur 1863, México, D.F.

La topología de la red por la ubicación que tienen los nodos será de tipo estrella física y malla lógica, teniendo como nodo central el edificio de Insurgentes Sur 1863. La Figura 3.1 representa la distribución geográfica de los nodos con la topología establecida.



Figura 3.1. Nodos que integran la red WAN de la SGAA.

Cada nodo que conforma la red será capaz de comunicarse con estaciones de trabajo conectadas a cualquier otro nodo, además de tener acceso a Internet mediante el enlace instalado en el nodo central (XVI).

#### Requerimientos para los enlaces de telecomunicaciones, puertos Frame Relay y PVC's

El estudio de requerimientos que se hizo en el Capítulo 2, muestra que el intercambio de información entre las Gerencias Regionales y las Oficinas Centrales no es tan frecuente en comparación con el que se lleva a cabo entre las Oficinas Centrales y debido a que las aplicaciones que se correrán sobre la WAN como correo electrónico, aplicaciones sobre Lotus Notes y Action Workflow, información gráfica, acceso a Internet, sistemas de seguridad complejos y videoconferencias de escritorio aún están en desarrollo, no se puede saber el ancho de banda preciso que van a utilizar. Por esta razón se está proponiendo un ancho de banda medio de 64 Kbps (ó DS0) para las Gerencias Regionales. En las Oficinas Centrales, el tráfico es más intenso ya que las redes son más grandes y el intercambio de archivos es mayor, además de que el nodo central (16) es el que va a administrar todo el tráfico de la red y va a ser el que tenga el acceso hacia Internet, por lo que se proponen enlaces con ancho de banda medio de 2.048 Mbps (ó E1). Como la instalación de los enlaces se adjudicará a una empresa de telecomunicaciones, ésta tendrá que monitorear los mismos para que en caso de que se saturan los anchos de banda

propuestos, éstos puedan ser ampliados. El Cuadro 3.2, muestra el tipo de enlace para cada nodo de la red WAN.

En el Capítulo 2 también se analizaron las tecnologías de telecomunicaciones existentes para realizar los enlaces de la WAN y se determinó utilizar tecnología Frame Relay por todas las ventaja que ésta nos representa. Como se mencionó en el Capítulo 1 la tecnología Frame Relay está basada en la utilización de circuitos virtuales (PVC), los cuales son contratados con una empresa de telecomunicaciones.

Cada PVC que se contrate deberá llevar asociada una Tasa de Información Comprometida (CIR), en donde esta velocidad (CIR), que se le asigne a cada uno de éstos PVC's deberá satisfacer las necesidades de comunicación que presente el usuario de la red. Todos los PVC's que se contraten, deberán garantizar que siempre se tenga disponible una tasa de transferencia de información, igual al valor del CIR que se contrate.

El ancho de banda de los puertos Frame Relay y enlaces de telecomunicaciones contratados deben ser mayores al valor de los CIR's que contenga, con lo cual se garantiza la transmisión de la información de todos los CIR's junto con su CBE (Ráfaga en exceso comprometida) asignado. El ancho de banda de los puertos y el CIR asociado a cada uno de los nodos, se proponen en el Cuadro 3.2.

Nodo	Gerencia	Ubicación	Tipo de enlace	Velocidad	Puerto Frame Relay	CIR* (Kbps)
1	Regional Península de Baja California	Mexicali, Baja California	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
2	Regional Noroeste	Hermosillo, Sonora	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
3	Estatad Sinaloa	Culiacán, Sinaloa	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
4	Regional Pacífico Centro	Cuernavaca, Morelos	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
5	Regional Pacífico Sur	Oaxaca, Oaxaca	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
6	Estatad Nuevo León	Monterrey, Nuevo León	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
7	Regional Norte	Torreón, Coahuila	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
8	Regional Lerma Santiago	Guadalajara, Jalisco	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
9	Regional Noreste	San Luis Potosí, S.L.P.	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
10	Estatad Veracruz	Jalapa, Veracruz	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
11	Regional Golfo Sur	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
12	Regional Península de Yucatán	Mérida, Yucatán	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
13	Regional Valle de México	México, D.F.	DS0	64 Kbps	64 Kbps	32
14	Oficinas Centrales	Insurgentes Sur 2140, México, D.F.	E1	2.048 Mbps	2048 Kbps	64
15	Oficinas Centrales	Insurgentes Sur 1960, México, D.F.	E1	2.048 Mbps	2048 Kbps	64
16	Oficinas Centrales (Nodo Central)	Insurgentes Sur 1863, México, D.F.	E1	2.048 Mbps	2048 Kbps	1024

\*Tasa de Información Comprometida. (Committed Information Rate: CIR).

**Cuadro 3.2.** Tipos de enlaces y puertos Frame Relay.

Cabe señalar que la manera de establecer la tasa (CIR) que se le asigna a cada PVC y su correspondiente CBE, depende principalmente del tipo y comportamiento de las aplicaciones que se emplean en cada sitio que se va a conectar. Por lo tanto es muy importante conocer el volumen, la periodicidad y las características del tráfico a cursar, para poder así determinar en una forma exacta, el ancho de banda apropiado según las necesidades verdaderas de cada nodo. Por esto, dentro del proyecto, la empresa a la que se le asigne la instalación de los enlaces, tendrá que entregar cuadros de tráfico que permitan saber si la capacidad de los mismos es suficiente o tiene que aumentarse.

### **Equipo para la instalación de la red WAN**

Debido a que se van a conectar 16 nodos a la red WAN de la SGAA, 10 de ellos con enlaces DS0 y 3 con enlaces E1, se requiere el siguiente equipo para su instalación:

*16 ruteadores*, uno para cada nodo de la red. Dado que la implementación se le va a adjudicar a alguna empresa de telecomunicaciones, ésta empresa debe proporcionar todos los ruteadores para la instalación de la red de área amplia de la SGAA. Las características básicas que deben tener éstos ruteadores son las siguientes:

- Soporte del protocolo TCP/IP.
- Soporte del protocolo Frame Relay.
- Interface LAN: tipo IEEE 802.3 10Base-T.
- Interface WAN: tipo V.35 con al menos un puerto serial.

*3 convertidores de interface y velocidad para E1 fraccional G.703* para los nodos 14, 15 y 16, que servirán para convertir la interface G.703 a V.35, éstos dispositivos se conectarán a los ruteadores.

La Figura 3.2, muestra el diseño de la red WAN de la SGAA con las características que se han dado hasta este momento.

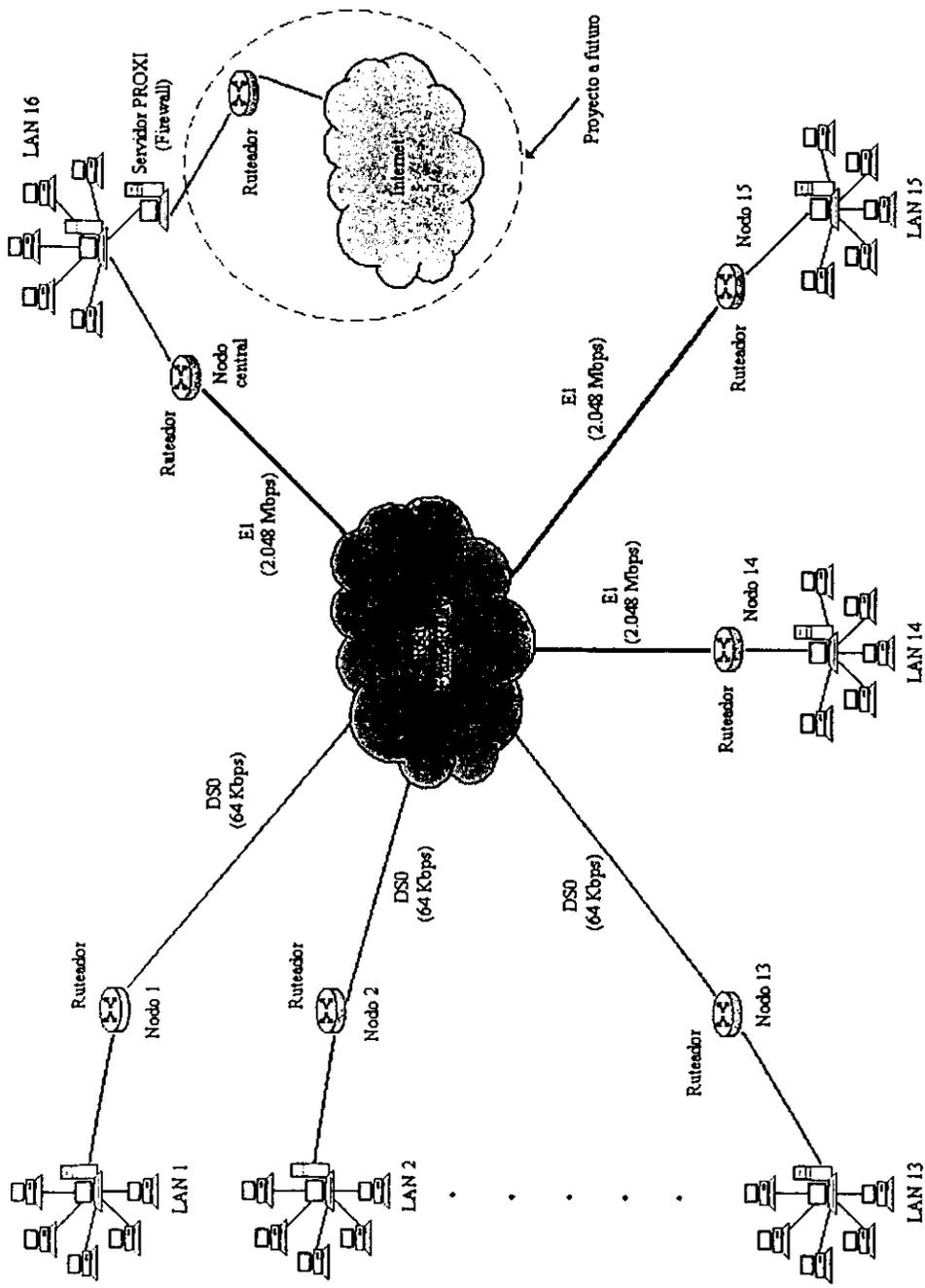


Figura 3.2. Diseño de la red de área amplia de la SGAA.

### 3.3. IMPLEMENTACIÓN DE REDES LAN

Al igual que en el diseño de las redes LAN, la implementación de éstas también se dividió en dos partes: Implementación de redes LAN en Oficinas Centrales e Implementación de redes LAN en Gerencias Regionales y Estatales. Ambos puntos se describen a continuación.

#### 3.3.1. Implementación de Redes LAN en Oficinas Centrales

De acuerdo a lo especificado en el diseño, el número de nodos que se instalaron en cada uno de los edificios de las Oficinas Centrales se indica en el Cuadro 3.3.

OFICINAS CENTRALES	No. NODOS
INSURGENTES SUR 2140	30
INSURGENTES SUR 1960	100
INSURGENTES SUR 1863	140

**Cuadro 3.3.** Número de nodos en Oficinas Centrales.

Cabe recordar que en el presente trabajo sólo se hace mención a la instalación de la red del edificio de Insurgentes Sur 1863, las redes de los dos edificios restantes de las Oficinas Centrales fueron instaladas por una empresa integradora, tomando como base para la distribución física de los nodos y concentradores, los planos proporcionados por dichas oficinas.

#### Implementación de la red del edificio de Insurgentes Sur 1863

De acuerdo a la distribución física de los nodos y concentradores en cada uno de los pisos del edificio dados en el Cuadro 3.1 y en base a los requerimientos de hardware para la instalación de las redes LAN establecidos en el punto 3.1, se realizaron para la implementación de la red en el edificio de Insurgentes Sur 1863, licitaciones públicas para la adquisición de cada uno de éstos componentes. Fueron evaluadas diversas opciones, de las cuales se eligieron las que más se apegaban a los requerimientos técnicos y económicos de acuerdo al proceso de licitación.

La relación del equipo adquirido para la instalación de la red en el edificio de Insurgentes Sur 1863 se muestra en los Cuadros 3.4, 3.5 y 3.6.

<b>Tarjetas de red adquiridas</b>	<b>Cantidad</b>
<i>EtherLink III 3C509B-TPO (3COM)</i> Tarjeta Ethernet para 10Base-T de par trenzado. Conector RJ-45. Adaptador ISA de 16 bits. Conexión a computadoras con arquitectura IBM PC, XT, AT o superiores. Soporte Plug and Play que automáticamente configura los recursos del bus ISA sin la intervención del usuario. Soporte de software para Novell NetWare, Windows 95, Windows NT y Banyan VINES.	42
<i>EtherLink III 3C509B-TP (3COM)</i> Tarjeta Ethernet para 10Base-T y 10Base-5. Adaptador ISA de 16 bits. Conectores AUI y RJ-45. Conexión a computadoras con arquitectura IBM PC, XT, AT o superiores. Soporte Plug and Play que automáticamente configura los recursos del bus ISA sin la intervención del usuario. Soporte de software para Novell NetWare, Windows 95, Windows NT y Banyan VINES.	42
<i>TRENDnet TE16-PnPT Plug-and-Play</i> Tarjeta Ethernet ISA de 16 bits, configurable por software. Cumple con el estándar IEEE 802.3 10Base-T y 10 Base-2. Conectores BNC y RJ-45. Memoria en el buffer de la tarjeta de 16 KB. Velocidad de transferencia de 10 Mbps y soporte Plug and Play, se puede utilizar para topologías de bus y estrella. Soporte software de Novell NetWare, Windows NT, Windows for Workgroups y Windows 95.	28
<i>Ethernet Card for ISA (YES)</i> Tarjeta Ethernet ISA 16 bits. Se puede conectar a computadoras IBM PC, XT, AT y superiores. Configurable por software. Bus ISA. Estándar IEEE 802.3 10 Base-T y 10 Base-2. Conectores RJ-45 y BNC. 16 KB de memoria RAM en el buffer de la tarjeta. Soporta software de Novell NetWare, Windows NT, Windows for Workgroups y Windows 95.	28

**Cuadro 3.4.** Tarjetas de red adquiridas.

<b>Concentradores adquiridos</b>	<b>Cantidad</b>
<i>HP28688B EtherTwist Hub Plus (Hewlett Packard)</i> 12 puertos de par trenzado, un puerto para conectar LAN's de cable coaxial delgado, un puerto AUI para conectar un transceptor externo. Compatibilidad con el estándar IEEE 802.3 10Base-T. LEDs en ambas caras del panel para una mejor interpretación del estatus del concentrador. Autosegmentación de los puertos en caso de que se presenten problemas en la comunicación de la red. Capacidad de conectarse en cascada con otros concentradores.	1
<i>SUPERSTACK II HUB (3COM)</i> De 10 a 12 puertos de par trenzado dedicados en el panel delantero y un puerto AUI en la parte posterior. En el panel posterior tiene una ranura de expansión para un transceptor o un puente. Capacidad de conectarse en cascada con otros concentradores. Compatible con el estándar IEEE 802.3 10 Base-T. Luces indicadoras del funcionamiento de cada puerto. Permite una longitud de cable del nodo al concentrador que no exceda de 100m.	15

**Cuadro 3.5.** Concentradores adquiridos.

<b>Componentes de red adquiridos</b>	<b>Cantidad</b>
<i>Cable.</i> UTP nivel 5 de cuatro pares.	3240 m
<i>Conectores.</i> Plug RJ-45 nivel 5 de ocho conductores.	540
<i>Canaleta</i>	512 m
<i>Rosetas de red.</i> Tipo jack RJ-45 nivel 5 de ocho conductores.	180
<i>Placas</i>	180
<i>Cajas.</i> Cajas de soporte compatibles con la placa y roseta anteriormente definidas.	180
<i>No breake.</i> Corriente nominal de 3.8 Amperes, voltaje de salida 120 Vca, frecuencia de entrada 60 Hz.	10

**Cuadro 3.6.** Componentes de red adquiridos.

En total, quedaron instalados 180 nodos, de los cuales hasta el momento sólo se están utilizando 140, se conectaron 15 concentradores y 26 impresoras en red distribuidos en los 8 pisos que ocupa la SGAA.

#### **Parámetros para la configuración de clientes de red**

La configuración de los clientes de red Microsoft, Windows NT y NetWare, se llevó a cabo de acuerdo a los siguientes parámetros:

Como se mencionó anteriormente, la creación de grupos de trabajo facilitan la administración de la red, por esta razón, se crearon en red Microsoft 14 grupos de trabajo. La relación de los grupos de trabajo y el número de usuarios de cada grupo se listan en el Cuadro 3.7.

La asignación del nombre, grupo de trabajo y descripción de cada equipo se hizo tomando en cuenta lo siguiente: Para el nombre de las PC's se utilizó el primer nombre del usuario que tiene asignado el equipo. El nombre para los grupos de trabajo está compuesto por las iniciales de la Subgerencia a la que pertenece el equipo, seguido de un guión y las iniciales de la Gerencia a la que corresponde dicha Subgerencia. Ejemplo: SGDI-GED (Subgerencia de Desarrollo Informático - Gerencia de Evaluación y Desarrollo).

Para asignarle nombre a una impresora conectada en forma lógica a un equipo, se consideró el tipo de impresora, especificando que la conexión es por red y el nombre del equipo al que pertenecía dicha impresora, por ejemplo: "HPLJ5 (RED-NORMA)".

No.	Grupo de trabajo	Subgerencia	No. de Usuarios
<i>Gerencia de Servicios a Usuarios</i>			
1	Gerencia-GSU	Gerencia de Servicios a Usuarios	2
2	SGDT-GSU	Subgerencia de Dictaminación y Titulación	20
3	SGP-GSU	Subgerencia de Promoción	3
4	SGSV-GSU	Subgerencia de Servicios de Ventanilla	12
5	SGVU-GSU	Subgerencia de Ventanilla Unica	2
<i>Gerencia del Registro Público de Derechos del Agua</i>			
6	Gerencia-REPDA	Gerencia del REPDA	3
7	SGCD-REPDA	Subgerencia de Control Documental	7
8	SGCEC-REPDA	Subgerencia de Control Estadístico y Cartografía	6
9	SGO-REPDA	Subgerencia de Operación	11
<i>Gerencia de Evaluación y Desarrollo</i>			
10	Gerencia-GED	Gerencia de Evaluación y Desarrollo	5
11	SGDI-GED	Subgerencia de Desarrollo Informático	11
12	SGP-GED	Subgerencia de Procesos	6
13	SGS-GED	Subgerencia de Seguimiento	5
<i>Subgerencia de Administración</i>			
14	SGA	Subgerencia de Administración	13

**Cuadro 3.7.** Relación de grupos de trabajo.

Los grupos especificados anteriormente para redes Microsoft, son los mismos que se encuentran en Windows NT. Al dominio en NT se le denominó SGAA\_01 que contiene a los servidores con nombre: Proxi-sгаа, Www-sгаа y Server\_nt01. De éstos, el Server\_nt01 es el controlador de dominio primario (PDC) y los otros dos son los controladores de dominio de respaldo (BDCs).

La forma como quedó implementado el árbol NDS (NetWare Directory Services) de NetWare en el edificio de Insurgentes Sur 1863 se muestra en la Figura 3.3. El nombre de la organización en el árbol es CNA, ésta contiene 3 servidores que llevan el nombre de la gerencia a la que pertenecen (GED, GSU y REPDA), 4 volúmenes cuyo nombre está formado por el nombre de la gerencia y el nombre del volumen (GED\_DATA, GED\_SYS, GSU\_SYS, REPDA\_SYS) y 4 unidades organizativas con el nombre de la gerencia a la que pertenecen (GESU, GEYD, GREPDA y SGA), cada una de estas unidades organizativas contiene otras unidades cuyo nombre está compuesto por las iniciales de la subgerencia correspondiente y a este mismo nivel se encuentra el entorno de impresión. Dentro de éstas últimas unidades organizativas se encuentran los usuarios como objetos hoja. En la Figura 3.3 se muestra como ejemplo las unidades que pertenecen a la unidad organizativa GEYD (GED, SGDI, SGP y SGS), dentro de cada una de éstas, se encuentran finalmente los usuarios de cada Subgerencia.

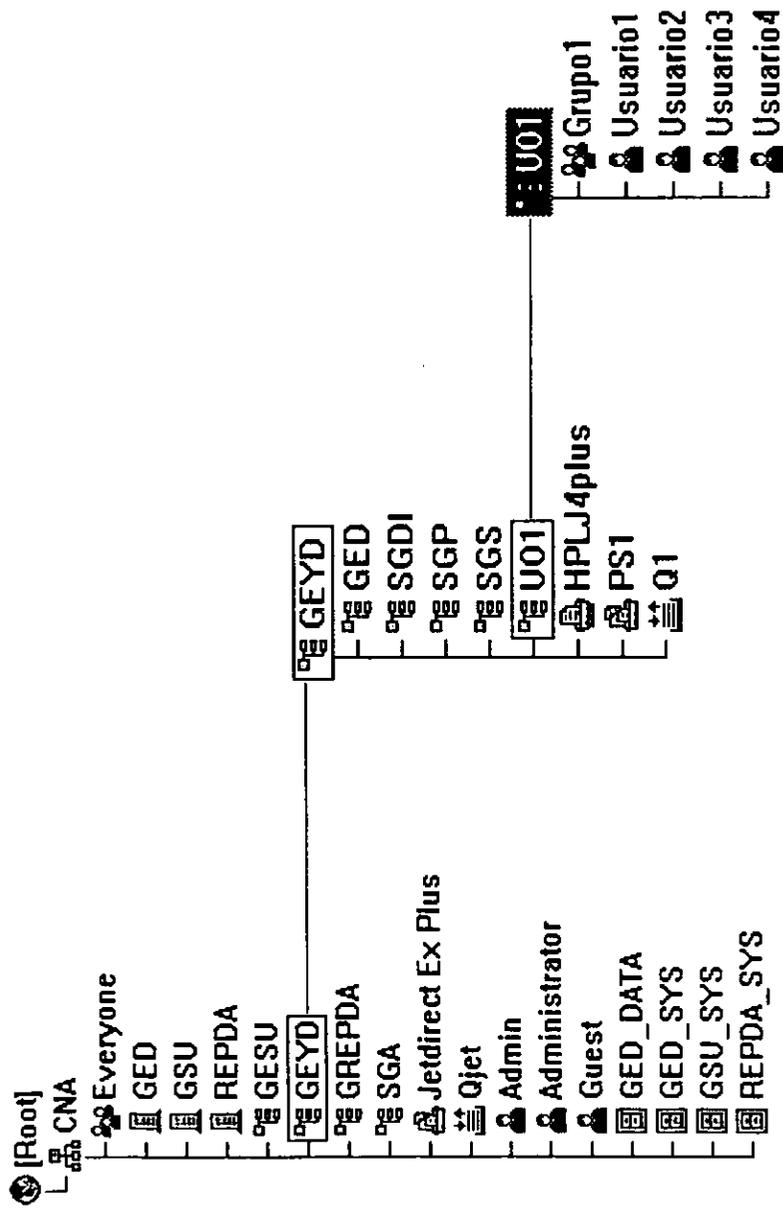


Figura 3.3. Árbol NDS del edificio de Insurgentes Sur 1863.

### 3.3.2. Implementación de Redes LAN en Gerencias Regionales y Estatales

Con el fin de llevar un seguimiento de la instalación de las redes LAN en las Gerencias Regionales y Estatales, se elaboró el Cuestionario 2 que se les envió a todas las Gerencias para que lo remitieran periódicamente a la Subgerencia de Desarrollo Informático y así poder conocer el avance en la instalación de las mismas.

#### CUESTIONARIO DE AVANCE EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS REDES LOCALES

##### CUESTIONARIO 2

Subgerencia: \_\_\_\_\_

¿Los trabajos de instalación LAN se encuentran concluidos?

SI

NO

En caso de que su respuesta sea NO, enuncie los motivos por los cuales no se ha llevado a cabo.

\_\_\_\_\_

¿Cuántos equipos de cómputo e impresoras conforman su red de área local?

\_\_\_\_\_

¿Pretende conectar más equipos de cómputo e impresoras a la red en el corto plazo?

SI

NO

Si su respuesta es sí, ¿cuántos? \_\_\_\_\_

De acuerdo a las respuestas de éstos cuestionarios se pudo saber cuantos nodos conforman cada una de las redes en las Gerencias Regionales y Estatales, así como el avance en la instalación de las mismas hasta que fueron concluidas. El número de nodos instalados en cada una de las Gerencia Regionales y Estatales se presenta en el Cuadro 3.8.

GERENCIA	No. NODOS
<b>REG. PENINSULA BAJA CALIFORNIA</b>	
BAJA CALIFORNIA (Reg. P.B.C.)	14
BAJA CALIFORNIA SUR	12
<b>REG. NOROESTE</b>	
SONORA (Reg. Noroeste)	15
SINALOA	16
<b>REG. NORTE</b>	
COAHUILA (Reg. Norte)	17
CHIHUAHUA	12
DURANGO	15
NUEVO LEÓN	13
<b>REG. NORESTE</b>	
SAN LUIS POTOSÍ (Reg. Noreste)	23
VERACRUZ	16
TAMAULIPAS	12
ZACATECAS	12
<b>REG. LERMA SANTIAGO</b>	
JALISCO (Reg. Lerma Santiago)	20
AGUASCALIENTES	13
GUANAJUATO	16
MICHOACÁN	12
NAYARIT	12
QUERETARO	12
<b>REGIONAL VALLE DE MÉXICO</b>	
D.F. (Reg. Valle de México)	24
ESTADO DE MÉXICO	12
HIDALGO	12
<b>REGIONAL PACÍFICO CENTRO</b>	
MORELOS (Reg. Pacífico Centro)	25
COLIMA	12
GUERRERO	12
PUEBLA	18
TLAXCALA	12
<b>REG. PACÍFICO SUR</b>	
OAXACA (Reg. Pacífico Sur)	12
<b>REG. GOLFO SUR</b>	
CHIAPAS (Reg. Golfo Sur)	12
TABASCO	12
<b>REG. PENINSULA DE YUCATÁN</b>	
YUCATÁN (Reg. Península de Yucatán)	14
CAMPECHE	12
QUINTANA ROO	12

Cuadro 3.8. Número de nodos en las Gerencias Regionales y Estatales.

### **3.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED WAN DE LA SGAA**

En el plan de trabajo del Capítulo 2, se hace mención a que la actividad 4, deberá ser realizada por una empresa de telecomunicaciones para la implementación de la red de área amplia. Dicha actividad se detalla a continuación:

- Contratación e instalación de enlaces y servicios de telecomunicaciones.
  - Trámites de contratación de la empresa que realizará los enlaces de la WAN.
  - Instalación y configuración de los enlaces para los edificios de las Oficinas Centrales.
  - Instalación y configuración de los enlaces entre las Gerencias Regionales.
  
  - Pruebas de funcionamiento entre los nodos de la red en las Oficinas Centrales.
  - Pruebas de funcionamiento entre los nodos de la red en las Gerencias Regionales.
  - Monitoreo del estado de los nodos de la red.
  
  - Cursos de capacitación para el personal.

Para el cumplimiento de estas actividades, la empresa ganadora deberá apearse a los siguientes lineamientos:

- Entregará enlaces digitales privados a cada una de las oficinas de la SGAA con el ancho de banda que fue requerido en el diseño. También proporcionará el servicio de Frame Relay en cada uno de los enlaces instalados.
- Se hará responsable de la contratación de los enlaces E1 para las Oficinas Centrales y los DS0 para los nodos regionales con la compañía telefónica local.
- Se encargará del acondicionamiento del local de acceso al enlace de telecomunicación, el cual deberá cumplir con las normas establecidas de acuerdo a la tecnología elegida para tal fin (ductos, cableado, rack, etc.). En el entendido de que los trabajos de obra civil necesarios, serán llevados a cabo por la SGAA en coordinación con la empresa de telecomunicaciones. El local deberá quedar listo para la inmediata recepción del enlace y su conexión a la red de área local correspondiente.
- Llevará a cabo la instalación y configuración de los ruteadores en las instalaciones de la SGAA. El tipo de interface LAN que se proporcionará a la salida de éstos equipos será 10Base-T.

- Cada una de las oficinas remotas serán interconectadas a la red Frame Relay de la empresa seleccionada a través del POP (Punto de presencia) más cercano a las instalaciones de la SGAA.
- Llevará a cabo pruebas de transferencia de información entre los nodos de la red, y el intercambio de datos llevado a cabo por los sistemas de cómputo existentes en la SGAA, revisando que la comunicación se lleve a cabo en forma eficiente con grandes cantidades de información. Las pruebas incluirán a las Subgerencias Regionales y Oficinas Centrales de la SGAA, tomando en cuenta la topología definida y el tráfico generado.
- Todos los nodos de la red deberán mantener su conectividad bajo el sistema operativo de red Windows NT 4.x, convivir perfectamente con el software utilizado por los sistemas de la SGAA en operación (FoxPro para Windows, Lotus Notes para Windows y PARADOX para DOS) y soportar el acceso a nodos de Internet e Intranet.
- Deberá garantizar la confidencialidad de la información que viaje dentro de la red WAN de la SGAA, por lo que deberá incorporar a la red los mecanismos de seguridad que considere convenientes.
- Quedará como total responsable del monitoreo de la red Frame Relay y ruteadores utilizados en las instalaciones de la red de la SGAA para éste propósito.
- Deberá proporcionar un software de monitoreo de los enlaces de esta red WAN para permitir a un administrador de la misma, visualizar el estado de dichos enlaces de telecomunicaciones, con el fin de identificar y reportar posibles caídas de los mismos, así como conocer el tráfico generado en la red para considerar posibles mejoras en la administración del ancho de banda de los canales de comunicación.
- Deberá cumplir un programa de mantenimiento que cubra los ruteadores proporcionados a la SGAA. Este programa debe tener una cobertura de 24 horas al día, los 7 días de la semana e incluir dos visitas de mantenimiento preventivo programadas en común acuerdo con la SGAA para verificar que las condiciones de obra civil, eléctricas, ambientales y de cableado, operen satisfactoriamente y las visitas que sean necesarias de mantenimiento correctivo.
- Proporcionará equipo de soporte que garantice la seguridad del continuo funcionamiento de la red, ya que si algún equipo falla y requiere compostura, la empresa seleccionada sustituirá la parte y/o equipo dañado por uno equivalente en tanto éste es reparado.
- Deberá impartir un curso de configuración, operación y mantenimiento de los equipos de telecomunicaciones. Los temas propuestos para éste curso de telecomunicaciones son:

#### Redes de Área Local.

- Definición y componentes de una LAN.
- Sistemas Operativos para redes LAN.
- Redes Ethernet.
- Sistemas de cableado LAN.
- Tecnologías LAN emergentes.

#### Interconexión de redes LAN.

- Concentradores, Switches y Ruteadores.
- Protocolos de red TCP/IP, IPX/SPX.
- Protocolos de ruteo RIP, OSPF.

#### Interconexión LAN por redes WAN.

- Definición de red WAN.
- Redes de conmutación de paquetes y circuitos.
- Líneas privadas y conmutadas.
- Enlaces digitales DSO, E0, E1.
- Redes Frame Relay.
- Protocolo SNMP y Analizadores de protocolos.

### **3.5. PROYECTOS VINCULADOS CON LA RED**

La implementación de la red no es un proyecto aislado, en realidad son un conjunto de proyectos dependientes unos de otros con los cuales la CNA pretende tener un sistema de telecomunicaciones en toda la República, a fin de optimizar todas las operaciones que dentro de ésta se generan.

Entre los proyectos que se encuentran relacionados con la red están:

#### **Nodo Internet de la SGAA**

Nodo Internet es el nombre del proyecto, pero éste está formado por la creación de las páginas WEB y la instalación del servidor WEB que contendrá dichas páginas, además de la instalación de otro servidor para el correo electrónico y FTP.

El objetivo principal de este proyecto es que a través de la red WAN de la SGAA, se cuente con un foro de consulta a nivel nacional e internacional de las actividades que se desarrollan en la Subdirección General de Administración del Agua, que les permita a los usuarios nacionales tales como Gerencias de Oficinas Centrales, Regionales y Estatales depositar y obtener información en materia de administración del agua, legislación hidráulica, inscripción y titulación de aprovechamientos, estadísticas, etc., y para los usuarios externos, todos los productos y actividades que se generan en la SGAA y que son de consulta, para lo cual se está diseñando e implementando una página WEB para tener la presencia en Internet y poder de esta manera realizar todo tipo de consultas, conjuntamente con un sistema de soporte relacionado que cubra las necesidades de estos usuarios y público en general.

El correo electrónico es un método fácil, rápido y cómodo para enviar y recibir información. Usando líneas de transmisión de alta velocidad, el correo electrónico viaja por el mundo en cuestión de segundos. Algunos aspectos avanzados de correo electrónico proporcionan:

- Ordenamiento automático, que ayuda a eliminar mensajes inútiles no requeridos o no deseados.
- La posibilidad de copiar y retransmitir correo a otras personas eliminando la necesidad de escribir o eliminar copias múltiples.
- Un mecanismo directo para añadir archivos (como una hoja de cálculo) en el mensaje que habrá de enviarse.
- Un medio para enviar mensajes de manera simultánea a múltiples personas, por medio de las listas del correo electrónico.

## **Integración de los Sistemas REPDA y RED\_DE\_AGUA**

Lo que se busca con la integración de estos sistemas corriendo sobre la red de área amplia, es el tener una correspondencia entre la información relativa al pago y registro, volúmenes autorizados, extraídos y declarados, tarifas autorizadas y utilizadas a nivel nacional. Este sistema está dividido en tres módulos:

- *Módulo de Integración.* El objetivo de este módulo es ligar los conceptos del Registro Público de Derechos del Agua con aquellos contenidos en el sistema de Recaudación para efectuar el proceso de registro y cobro de derechos a los concesionarios de aprovechamientos de agua. A partir de este módulo, se pretende que ambas gerencias realicen una explotación de la información enlazada, conforme a sus funciones.

- *Módulo de Estadísticas del Registro.* Este módulo surge de la necesidad que presenta la Gerencia del Registro Público de Derechos del Agua para clasificar su información existente en las bases de datos del sistema REPDA, por medio de reportes que contengan información específica de acuerdo al tipo de consultas más utilizadas.
- *Módulo Gerencial.* Este módulo deberá tener un manejador de bases de datos multidimensional cuyo fin sea soportar la toma de decisiones y facilitar el acceso a los datos importantes en diversas plataformas, en especial las presentes en la integración REPDA-RED\_DE\_AGUA. El sistema deberá tener solamente la capacidad de lectura de las bases de datos operativas. Este módulo solamente está al alcance de los Subgerentes y de los Gerentes y ningún otro empleado puede tener acceso a él.
- *Módulo Cartográfico.* Este módulo contempla el poder determinar claramente la ubicación de los aprovechamientos, a partir de la utilización del sistema SIGA (Sistema de Información Cartográfica del Agua desarrollado en la Subdirección General de Programación). La información del sistema REPDA se podrá visualizar en el sistema geográfico aprovechando la información que ya contiene el SIGA, como es: División política de México, Estados, Municipios, Localidades, Regiones hidrológicas, Cuencas hidrológicas y Subcuencas hidrológicas.

## **Integración del Banco de Datos del Universo de Usuarios**

Lo que se pretende con este proyecto es contar con un Banco de Información Único de los usuarios de aguas nacionales y sus bienes inherentes, que promueva la eficiencia en el uso de la información relevante de dichos usuarios, y comparta al mismo tiempo los recursos que se obtendrán al tener la información organizada y actualizada.

Con el fin de obtener el mejor uso de los grandes volúmenes de la información que se generan de manera aislada en los diferentes sistemas que se utilizan en la Subdirección General de Administración del Agua, se requiere contar con un banco de información que haciendo uso de la red de área amplia, concentre y permita a la vez, organizar, clasificar y sistematizar el tratamiento de todos los datos registrados, para obtener información y conclusiones válidas, así como proveer un marco de referencia y estándares de organización y sistematización de los datos, con el fin de facilitar la recuperación, proceso y elaboración de los informes gerenciales o especiales concernientes a los usuarios de aguas nacionales y sus bienes inherentes que se requieren en cada una de las áreas de la Subdirección General de Administración del Agua.

## **Sistema de Control y Seguimiento de Solicitudes**

El objetivo principal de este proyecto es el de proporcionar a las Oficinas Estatales y Regionales una herramienta de control y seguimiento de las solicitudes presentadas por los usuarios de forma coordinada con las diferentes áreas que participan en la autorización, permitiendo a los niveles directivos de nivel central, regional y estatal la consulta de la situación que guardan las solicitudes.

El sistema está siendo desarrollado en Lotus Notes y Action Workflow, que representan las últimas tendencias en software para trabajo en grupo y desarrollo de aplicaciones utilizando la metodología de flujos de trabajo en redes de comunicaciones.

El sistema se va a utilizar para automatizar todo el proceso de obtención del título de aprovechamientos del uso del agua, desde que el usuario se presenta en Ventanilla Única, su aprobación, su registro en el REPGA y entrega del título al usuario, siguiendo cada uno de los pasos y procesos de cada etapa de la titulación para conocer fallas y necesidades para mejorar cada una de éstas y dar un mejor servicio, obteniendo los resultados más adecuados y mayores beneficios tanto para el usuario como para la Comisión.

Se tiene planeado el sistema para que las personas responsables de cada una de las etapas de la titulación tenga el control y conocimiento de lo que pasa en ésta y en las etapas anteriores y que la solicitud pase a la siguiente etapa al cumplir los requisitos necesarios. Así mismo, informar a Oficinas Centrales y Regionales de la situación que guarda cada solicitud, verificando los vencimientos y plazos.

### **Beneficios:**

- Seguimiento automático de solicitudes en Oficinas Estatales, Regionales y Centrales.
- Consolidación automática de la información a nivel nacional utilizando la red de la SGAA.
- Control automático sobre fechas de vencimiento de plazos para la atención de solicitudes.
- Flexibilidad en la modificación de diseño de formatos y procesos.
- Uso de un correo electrónico que permitirá una ágil comunicación entre los usuarios del sistema a nivel nacional.
- Adecuados niveles de seguridad y acceso.

## **Sistema de Seguimiento y Atención de Asuntos de la SGAA a Nivel Nacional Vía Internet y Lotus Notes**

Este proyecto pretende ser un sistema de control de correspondencia, el cual se considera como una herramienta importante en el proceso de seguimiento de la información que se recibe y envía a las diferentes áreas de la SGAA para agilizar la información que fluye entre las diferentes áreas a nivel nacional.

El objetivo es lograr por medio de la red de área amplia una comunicación permanente entre las diversas áreas que forman la SGAA a través de un sistema de correo electrónico que permita de manera automática controlar, dar seguimiento y atender lo más eficazmente posible todos y cada uno de los asuntos que competen a esta Subdirección, mediante los turnos de correspondencia y mensajes electrónicos.

### **Características del sistema:**

- El sistema al recibir los asuntos le indica al usuario, los presenta de forma automática ordenándolos por la prioridad de cada uno de ellos y le recuerda al usuario la fecha límite de atención de cada uno de estos asuntos.
- El sistema permite a los usuarios dependiendo de su jerarquía dentro del sistema saber de forma inmediata en cual o cuales etapas de la atención se encuentran todos y cada uno de los asuntos, teniendo con ello una mejor y más rápida comunicación entre todas y cada una de las áreas, para así obtener una mayor productividad en esta Subdirección.
- El sistema permite emitir la respuesta de los asuntos cuando así se requiere con su respectivo antecedente y que éstos sean enviados de manera automática después de su atención a todos y cada uno de los interesados.
- Ofrezca en forma rápida y oportuna la información requerida mediante una fácil localización del documento, permitiendo obtener de manera automática, quién lo remite, a quién va dirigido, a qué gerencia se le turnó, el tiempo de respuesta, etc.
- Permite informar a los niveles superiores de cada grupo los asuntos pendientes de atender que rebasaron la fecha límite de atención.
- Permite de forma eficiente obtener informes acerca de la situación que guarda cada uno de los asuntos, con diferentes criterios de clasificación y selección, además de mostrar mediante gráficas el avance en la atención de los diferentes asuntos por cada una de las áreas.

## Conceptualización del Sistema de Información de la SGAA y Tecnología Informática.

El objetivo de este proyecto es definir la estrategia en materia informática, que permita incrementar la eficiencia en el desarrollo de las funciones actuales, tomando en cuenta las expectativas de crecimiento en el manejo de información. Considerando un horizonte de planeación de cinco años.

Para lograr una verdadera integración de la información en la SGAA, se requiere que todos los datos procesados por cada una de las gerencias, se integren bajo un mismo modelo de información, con un modelo de datos homogéneo, compatible y con los mismos estándares informáticos, pero sin perder la autonomía de sus procesos y control de cada área. Para la realización de este proyecto, fue dividido en cuatro etapas fundamentales, que son:

- *Visión tecnológica.* El objetivo de este punto es definir las necesidades tecnológicas requeridas y adecuadas para las actividades realizadas en la SGAA, analizando los 9 proyectos en desarrollo más importantes de la misma: Digitalización del archivo de pozos, Integración del banco de datos de usuarios, Seguimiento y atención de asuntos de la SGAA, Telecomunicaciones y servicios WEB, Cuotas aplicables, Sistema de seguimiento de solicitudes, Mantenimiento a red de agua, Visitas de inspección, Control documental e integración de la base de datos.
- *Tendencias Tecnológicas.* El objetivo de este punto es identificar las tendencias en materia de tecnología utilizadas por empresas de administración del agua en otros países y su posible aplicación en la SGAA.
- *Diagnóstico de la situación actual.* Éste punto evalúa el equipo de cómputo en cuanto a calidad, capacidad y tecnología del equipo disponible actualmente en todas las gerencias de la SGAA. Se analizan las principales herramientas de programación utilizadas para el desarrollo de los sistemas actualmente en operación. Considerando sus principales ventajas, puntos de comparación y tendencias. Así como las posibilidades de actualización, ante las perspectivas de la tecnología, su compatibilidad y accesos desde nuevas herramientas de desarrollo de sistemas y explotación de información. Se hace un análisis de la infraestructura de telecomunicaciones considerando planes de crecimiento y modernización.
- *Diseño de la nueva arquitectura tecnológica.* En este punto se pretende realizar el diseño de la nueva plataforma (hardware, software, bases de datos y telecomunicaciones) que satisfaga las necesidades de sistematización requeridas por la SGAA. Para garantizar el funcionamiento eficiente de los procesos, así como la satisfacción del incremento en los volúmenes de información.

La nueva arquitectura de aplicaciones mostrada en el Cuadro 3.9, se diseñó para apoyar toda la cadena de valor en la SGAA con cuatro niveles de información:

- Información ejecutiva y de control de gestión, la cual apoyará la toma de decisiones y la evaluación del desempeño de la operación, proporcionando herramientas de representación geográfica.
- Funciones comunes que permitirán unificar el universo de usuarios y garantizar la estandarización de los catálogos en todas las aplicaciones operativas de la SGAA.
- Operación, la cual apoyara a los usuarios en la realización y control de sus actividades cotidianas, siendo ésta la base para la integración del Data Warehouse y el sistema de información ejecutiva y geográfica.
- Intercambio con el exterior utilizando las herramientas de la red de telecomunicaciones, la cual servirá como enlace para el intercambio en ambos sentidos de datos entre aplicaciones de otras Subdirecciones de la CNA y entidades externas a la misma (INEGI, SECOFI, SHCT, CANACINTRA, etc.).

Cadena de valor Nivel de Información	Servicios a Usuarios	REPDA	Recaudación	Control a Contribuyentes	Evaluación y Desarrollo	Administración		
	Sistema de información Geográfica y Ejecutiva							
Información Ejecutiva y de Control de Gestión	Data Warehouse							
	Base de Datos del Universo de Usuarios							
Funciones Comunes	Administración de Catálogos							
	Sistema de integración y Seguimiento de Programas y Presupuesto							
Operación	Administración de Solicitudes y Correspondencia							
	Integración de Expedientes y Generación de Títulos	Comité Técnico Virtual	Registro de Títulos y Movimientos	Consultas al REPDA	Pagos y Conciliación Bancaria	Situación Fiscal y Admva. De Usuarios	Seguimiento de Contratos y Licitaciones	
		Dictaminación	y Generación de Títulos	REPDA	Bancaria	De Usuarios	Inventario Tecnológico	Control Presupuestal
							Normatividad y Capacitación	Recursos Humanos
	Integración, Seguimiento y Control del Plan de Visitas	Control Documental	Línea de Ayuda Operativa y de Informática				Control de Parque Almacén	
			Monitoreo de Red e Instalación Remota				Control de Parque Vehicular	
	Seguimiento y Resolución de Observaciones de Contraloría y Visitas de Supervisión							
	Internet							
	Intercambio con el Exterior	Fuentes de Posibles Usuarios/Contribuyentes						
		Balances Hidráulicos						
Seguimiento a Acciones Legales y Administrativas								
Atención Telefónica		Medición Remota				SIGA		
					SIF	SICCA		
					SISCON	PAA		

**Cuadro 3.9.** Nueva arquitectura de aplicaciones de la SGAA.

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

La modernización tecnológica de la Subdirección General de Administración del Agua, en cuanto a la instalación de redes de computadoras se refiere, obedece a los requerimientos de eficientización de procedimientos y de recuperación oportuna de información actualizada en diversas áreas de la dependencia.

Anteriormente se tenía muchos problemas con el intercambio de archivos y la distribución de recursos periféricos, por lo que se propuso la instalación de redes de área local en cada una de las Gerencias de la SGAA y posteriormente el enlace de las mismas a una red de área amplia. Como ya se mencionó, el proyecto se dividía en dos fases, la primera de ellas consistía en la instalación de las redes de área local y la segunda en la implementación de los enlaces WAN para las Oficinas Centrales y Gerencias Regionales (para la implementación de los enlaces WAN se contrató a una empresa integradora). La instalación de las redes de área local ya han quedado concluidas y actualmente se están instalando los enlaces en las Gerencias Regionales. Con lo que quedará terminada la fase 2 del proyecto.

Con la instalación de la red de telecomunicaciones y las redes de área local se van a resolver muchas demandas que se tenían para el manejo de la información, varias de estas demandas se han solucionado con las redes locales y una vez que la red de área amplia y los proyectos vinculados con ella, se hallan terminado, se podrán satisfacer muchas más, como:

1. Reducir los tiempos de respuesta, principalmente en el intercambio de archivos entre las Gerencias, ya que anteriormente este intercambio se llevaba a cabo entre las Oficinas Centrales mediante correo y mensajería y con las Regionales, mediante el uso de módems o valija. Con estos métodos dependiendo del lugar a donde se fuera a enviar la información, el tiempo mínimo que tardaban en recibirla era de 15 minutos. Ahora con el uso de las redes, el intercambio es inmediato. Lo que ha permitido un considerable ahorro en gastos de envío, larga distancia y consumibles.
2. Compartición de recursos. Se ha logrado una mejor distribución y explotación de los dispositivos periféricos, lo que resulta más cómodo para los usuarios ya que ahora no tienen que desplazarse con su información a otros equipos para utilizar el periférico, sino que pueden enviarla desde su propio equipo.
3. De acuerdo a los proyectos que se están desarrollando para correr en la red WAN, se podrán compartir todas las bases de datos y aplicaciones a nivel nacional, con lo que se solucionarán los problemas de duplicación de datos, información errónea y se reducirán los tiempos de muchos trámites.

4. Se tiene un mayor ancho de banda en la transmisión de información. Lo que hace que la información fluya con mayor rapidez entre los nodos de las redes agilizando el intercambio de archivos entre las Oficinas Centrales y las Gerencias Regionales.
5. Ahora se dispone de herramientas que facilitan el manejo de información y de aplicaciones para el trabajo en grupo. Estas aplicaciones para trabajo en grupo engloban todo el software diseñado para ser utilizado en red y servir a un grupo de usuarios que trabajen en proyectos relacionados (como el correo electrónico, acceso a Internet, participación en un mundo de comercio electrónico, publicaciones en el Web, etc.).

Al satisfacer todas estas demandas, se justifica plenamente este esfuerzo tecnológico porque se están cumpliendo los objetivos establecidos para este proyecto. La Subdirección General de Administración del Agua ha logrado un importante avance tecnológico con el que se beneficiarán tanto el personal que labora dentro de la misma como los usuarios externos que soliciten algún servicio proporcionado por esta institución.

La mejor manera de aprovechar al máximo toda esta infraestructura, es dando al personal una capacitación continua que le permita explotar la amplia gama de recursos que proporciona la red.

Los grandes avances que han ido surgiendo en redes de datos han dado lugar a una mayor consolidación de la industria, sin embargo, es necesario observar que detrás de la comodidad de los usuarios de las redes móviles, de la capacidad de comunicaciones de las complejas tecnologías inalámbricas, de las amplias coberturas de los satélites, de las altas velocidades de transmisión de las fibras ópticas y de todo el entorno sofisticado que rodea al hombre contemporáneo con todo su poder de controlar la información, está la razón que fundamentó la generación de estas tecnologías revolucionarias: la búsqueda del hombre por aumentar su percepción y conocimiento del mundo, en un intercambio constante de información con sus semejantes, incrementando al mismo tiempo, la capacidad productiva de sus instituciones.

GLOSARIO  
Y  
BIBLIOGRAFÍA

# GLOSARIO

<b>Ancho de Banda</b>	Un intervalo de frecuencia entre dos límites definidos y expresados en ciclos por segundo o hertz.
<b>ANSI</b>	(American National Standards Institute, Instituto nacional de estándares americanos). Es una organización que define las normas de código y los esquemas de señalización en los Estados Unidos y los representa en la organización de estándares internacionales (ISO) y dentro del comité consultivo internacional para telegrafía y telefonía (CCITT).
<b>Backbone</b>	Es el canal de comunicación principal, al cual se interconectan segmentos individuales de red, para formar una red LAN o WAN más grande.
<b>Broadcast</b>	La transmisión de un mensaje hacia dos o más estaciones al mismo tiempo.
<b>Carriers</b>	Compañías de telecomunicaciones que prestan el servicio de transporte de información sobre un canal de comunicaciones propietario.
<b>CCITT</b>	(Consultative Committee for International Telephony and Telegraphy) Comité consultivo internacional para telefonía y telegrafía. Una organización internacional de normas de comunicaciones. Es uno de los cuatro órganos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, fundada en 1865, con sede central en Ginebra y compuesta por más de 150 países miembros.
<b>Circuito Virtual</b>	Es un trayecto a través de una red de conmutación de paquetes de tipo malla que adopta el aspecto de un circuito conectado físicamente y dedicado. Los sistemas finales y nodos a lo largo de la red predefinen y mantienen un circuito virtual, pero el trayecto actual a través de la red de conmutación de paquetes puede cambiar.
<b>Control de Flujo</b>	Técnica de ajuste de velocidad que se utiliza en las comunicaciones de datos para impedir el bloqueo de dispositivos receptores y la pérdida de datos.

<b>DCE</b>	(Equipo de Comunicación de Datos). Es un dispositivo que mantiene y termina una conexión entre el equipo terminal de datos y un medio de comunicación (por ejemplo un módem).
<b>DTE</b>	(Equipo Terminal de Datos). Es un dispositivo que transmite o recibe datos.
<b>Encapsulación</b>	Consiste en la inserción de un encabezado correspondiente a un protocolo dentro de otro paquete, asociado a un protocolo distinto.
<b>Encriptar</b>	Alterar o codificar datos para prevenir accesos no autorizados.
<b>Firewall</b>	Un ruteador lógico que crea una barrera que aísla segmentos de red y protege al resto de la red de otros incidentes, tal como, accesos no autorizados.
<b>Frame</b>	Es una unidad de transmisión lógica manejada en los niveles de enlace de datos, ésta incluye, su propio control de información para direccionamiento y chequeo de error, además de la dirección de transmisión.
<b>FTP</b>	Protocolo de transferencia de archivos. Es un programa de transferencia de archivos en entornos TCP/IP. Se utiliza para conectarse con otro sistema y ejecutar varias órdenes de generación de listas y transferencia de archivos entre ambos sistemas.
<b>IEEE</b>	(Institute of Electrical and Electronic Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos). Es una sociedad con base en Estados Unidos que desarrolla, entre otras cosas, normas para la comunicación de datos.
<b>ISO</b>	(International Standards Organization) Organización de estándares internacionales. Una organización que establece estándares (normas) internacionales de comunicaciones e intercambio de información, fundada en 1946 con sede en Ginebra.
<b>Internet</b>	Es una malla mundial de computadoras y redes de computadoras interconectadas en una única gran red de comunicaciones extendida por todo el mundo. La malla se refiere al hecho de que Internet es una red de redes que utiliza el protocolo TCP/IP para la transmisión de datos.

<b>Intranet</b>	Red de uso privado que emplea los mismos estándares y herramientas que Internet.
<b>Multicast</b>	Un mensaje enviado simultáneamente a un grupo específico de nodos dentro de una red.
<b>OSI</b>	Interconexión de sistemas abiertos. Las normas OSI fomentan los entornos abiertos de conexión de red que permite a los sistemas de computadoras de múltiples fabricantes, comunicarse unos con otros mediante el uso de protocolos que han sido aceptados internacionalmente por los miembros de ISO.
<b>Paquete</b>	Un conjunto de datos manipulados por una red en un formato bien definido que incluye un encabezado y un campo de datos.
<b>PPP</b>	Es un protocolo de comunicación serie que opera sobre líneas de enlace telefónico o alquiladas (dedicadas) para proporcionar conexiones dentro de redes.
<b>Red</b>	Una red de computadoras es un sistema de comunicaciones de datos que enlaza dos o más computadoras y dispositivos periféricos.
<b>Red Virtual</b>	Una asociación lógica que permite a los usuarios comunicarse entre sí como si estuvieran conectados al mismo segmento de red. Independientemente del segmento en el que estén conectados físicamente.
<b>SONET</b>	(Synchronous Optical Network). Red sincrónica óptica. Es la especificación ANSI para las transmisiones de fibra óptica y define la infraestructura global genérica para la transmisión de información sincrónica y asincrónica (datos sensibles al tiempo), puede transmitir en los rangos multimegabit y multigigabit.
<b>TCP/IP</b>	(Transmission Control Protocol/ Internet Protocol). Es un software desarrollado por el departamento de defensa de Estados Unidos. El IP trabaja con el nivel tres de OSI y TCP trabaja en los niveles cuatro y cinco de OSI.
<b>Throughput</b>	Es la cantidad de bits transmitidos en un determinado periodo de tiempo. Por lo general, este término se relaciona con el aprovechamiento del ancho de banda.
<b>WWW</b>	(World Wide Web). Malla extensa mundial, proporciona servicios de localización de información mediante la utilización de enlaces de hipertexto que conectan un documento con otro.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Ahuja, Vijay. Design and Analysis of Computer Communication Networks. McGraw\_Hill Book Company. 1986.
- ❖ Black, Uyles. Redes de Computadoras, Protocolos, Normas e Interfaces. Coedición Macrobit™ ra-ma. 1990.
- ❖ Comisión Nacional del Agua. Informe 1989-1994. Noviembre, 1994.
- ❖ Davidson, Robert P. and Muller, Nathan J. Internetworking LANs: Operation, Design and Management. Artech House. Boston London. 1992.
- ❖ FitzGerald, Jerry. Comunicación de Datos en los Negocios (conceptos básicos, seguridad y diseño). Editorial: Megabyte Noriega editores. México 1993.
- ❖ Introduction to Internetworking. Independent Study Guide. 3COM Education Services. 1993.
- ❖ McClimans, Fred J. Communications Wiring and Interconnection. Editorial: McGraw-Hill. 1992.
- ❖ Sheldon, Tom. Enciclopedia LAN TIMES de Redes (Networking). Editorial: McGraw-Hill. 1995.
- ❖ Stallings, William. Local Networks. Fourth edition. Macmillan Publishing Company. New York. 1993.
- ❖ Stantifaller, Michael. TCP/IP and NFS™ Internetworking in a UNIX Environment. Addison\_Wesley publishing company. 1992.
- ❖ Tanenbaum, Andrew S. Redes de Ordenadores. Segunda edición en español. Editorial: Prentice Hall. 1989.

## HEMEROGRAFÍA

- ❖ Bhushan, B.: Frame Relay, paquete rápido y conmutación de paquetes, convergencia o coexistencia. *RED* 10: 34-39, 1991.
- ❖ El ABC de las redes locales. Especial *RED*.1991.

- ❖ Luczak, M.: Interconexión de redes. *RED 7*: 35-38, 1991.
- ❖ Baran, N.: Redes inalámbricas. *PC/TIPS BYTE 51*: 94-100, 1992.
- ❖ Derfler, F.: Conectividad simplificada. *PC MAGAZINE en español V3 No.8*: 69-82, 1992.
- ❖ Alvarez Del Castillo Legarreta, R.: Las redes VSAT. *RED 32*: 3-8, 1993.
- ❖ Derfler, F.: Adaptadores Ethernet: rápidos y eficientes. *PC MAGAZINE en español V4 No.5*: 45-50, 1993.
- ❖ De la Vega, L.: Solución de red Nextar, VSAT para comunicaciones digitales económicas por satélite. *RED 49*: 78-79, 1994.
- ❖ Gómez Velasco, M.: Frame Relay y ATM: La respuesta al reto de comunicación de los 90. *RED 40*: 30-37, 1994.
- ❖ Mayo Guzmán, L.: Transmisión digital: un roce con la tecnología más avanzada de redes. *RED 40*: 20-23, 1994.
- ❖ Rello Corzo, A.: Diseño de red. *RED 49*: 2-6, 1994.
- ❖ Aldaco, Y.: El ABC de las telecomunicaciones. *RED 63*: 10-15, 1995.
- ❖ Carreño, J.: Tendencias en redes locales. *RED 54*: 24-28, 1995.
- ❖ Cunningham, P.: Desenredando los cables Fast Ethernet. *BYTE MÉXICO 95*: 44-46, 1995.
- ❖ Mayo, L.: Tendencias en administración de redes de telecomunicaciones. *RED 60*: 20-28, 1995.
- ❖ Peral, G.: ¿Cómo entender la administración de redes y sistemas?. *RED 60*: 12-14, 1995.
- ❖ Yager, T.: Windows 95, NT, OS/2, UNIX. El paraíso de los sistemas operativos. *BYTE México 94*: 40-52, 1995.
- ❖ Cortés, P.: Tendencias en cableado. *RED 73*: 20-26, 1996.
- ❖ Guerrero, G.: Tendencias en administración de redes. *RED 72*: 16-26, 1996.
- ❖ TC TAN.: UTP contra STP/FTP: una comparación de cableado, sistemas y desempeño para transportar señales de alta velocidad de datos. *RED 74*: 43-47, 1996.

- ❖ Zamora, J.: Aplicaciones, uso y diferencias entre: X.25, Frame Relay y ATM. *RED 70*: 30-36, 1996.
- ❖ Zamora, J.: La evolución de la tecnología ATM. *RED 64*: 10-14, 1996.
- ❖ Gutiérrez, J.: Ethernet, un nuevo estándar en competencia con la velocidad. *RED 77*: 14-19, 1997.
- ❖ Redes locales inalámbricas. Cortando cables. *Comunicaciones World*. <http://www.ictnet.es/noticias/privinfo/privinfo-www.ictnet.es>. Diciembre de 1997.