



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ANÁLISIS PARA LA INTEGRACIÓN DE LOS  
SERVICIOS DE TELEFONÍA IP EN LA  
SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO**

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

**SERVÍN VALDEZ JOSÉ REFUGIO**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. ALEJANDRO VELAZQUEZ MENA**



**2007**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**Jurado asignado:**

Presidente	M. I. Luís Arturo Haro Ruiz
Vocal	Ing. Alejandro Velásquez Mena
Secretario	M. C. María Jaquelina López Barrientos
1er. Suplente	M. I. Jorge Valeriano Assem
2do. Suplente	Dr. Víctor Rangel Licea

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

Facultad de Ingeniería

**Director de tesis:**

---

Ing. Alejandro Velásquez Mena

# AGRADECIMIENTOS

A mis padres, **Martha** y **Alfredo de la Luz**, que sin escatimar esfuerzo alguno me han proporcionado sus infinitas enseñanzas, apoyo, impulso, desvelos y sacrificios que iniciaron junto con mi vida, y ahora, culminan una etapa muy importante; el cumplimiento de esta gran meta.

A mis hermanos, **Jesús** y **José Alfredo**, por sus interminables voces de aliento, entusiasmo, cariño, solidaridad y compañía.

A mis familiares, por los buenos consejos y regaños que bien han valido la pena.

A la **Facultad de Ingeniería** de la **Universidad Nacional Autónoma de México** por brindarme todas esas oportunidades de crecimiento, no solo profesional sino integral como ser humano.

Al **Ingeniero Alejandro Velázquez Mena**, no solo por todo el tiempo y dedicación que me brindo para llevar por buen camino este trabajo, sino por su amistad sincera.

Al **Ingeniero Guillermo Correa Hernández**, por todas las facilidades y tiempo proporcionado para el pronto acceso a la información de la Dirección General de Informática de la Secretaría de Desarrollo Social.

A mis sinodales **M. I. Luís Arturo Haro Ruiz**, **M. C. María Jaquelina López Barrientos**, **M. I. Jorge Valeriano Assem** y al **Dr. Víctor Rangel Licea**, por su colaboración.

A ti **Gaby**, por tu apoyo incondicional, por aquellas palabras de aliento, por ser y estar ante todo.

A mis amigos **José Luis**, **Edgar**, **Edgar Castro**, **Eduardo**, **Francisco**, **Javier**, **Victor**, **David Talban**, **David Zea**, **Daniel Sixto**, **Daniel (coach)**, **Carolina**, **Alberto**, **Alicia**, **Armando**, **Ivan**, **Josué**, **Julia**, **Luis Manuel**, **Mario**, **Omar**, **Oswaldo**, **Pablo**, **Paulina**, **Rogelio** y todas aquellas personas que ocupan un lugar especial por las vivencias y gratos momentos que siempre llevaré en mi mente y corazón.

Finalmente, a todos los que contribuyeron directa o indirectamente con su apoyo en este trabajo.

**José Refugio Servín Valdez**

---

# ÍNDICE

	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>i</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
	1.1 Marco histórico, Redes de voz.	2
	1.2 Marco histórico, Redes de datos.	11
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>13</b>
	2.1 Medios de transmisión.	14
	2.1.1 Medios de transmisión guiados.	14
	2.1.2 Medios de transmisión no guiados.	19
	2.2 Topologías de red.	22
	2.3 Tipos de redes.	25
	2.4 Tecnologías de red.	28
	2.5 Modelo OSI	32
	2.6 Protocolo TCP/IP.	36
	2.7 Protocolo IPv6.	45
	2.7.1 IPv4.	46
	2.7.2 IPv6.	48
	2.8 Cableado estructurado.	51
	2.8.1 Subsistemas de la norma ISO/TIA/EIA 568 A y B.	53
	2.8.2 Requerimientos para la conexión física.	55
	2.9 Equipo de comunicaciones.	57
	2.9.1 Tarjeta de Red (NIC - Network Interface Card).	58
	2.9.2 Repetidor (Repeater)	59
	2.9.3 Hub (Concentrador)	60
	2.9.4 Puente (Bridge)	61
	2.9.5 Switch	61
	2.9.6 Enrutador (Router)	62
	2.9.7 Servidor	63
	2.9.8 Gateway	63

---

	2.10 Telefonía IP.	<b>64</b>
	2.10.1 Ancho de banda.	<b>66</b>
	2.10.2 Costo	<b>66</b>
	2.10.3 Retraso - Latencia	<b>67</b>
	2.10.4 Jitter (Fluctuación de fase)	<b>68</b>
	2.10.5 Codificación y compresión de voz	<b>68</b>
	2.10.6 Calidad de voz y Eco.	<b>70</b>
	2.10.7 Pérdida de paquetes.	<b>71</b>
	2.10.8 Detección de actividad de voz.	<b>72</b>
	2.10.9 Calidad de servicio (QoS)	<b>73</b>
	2.11 Recomendación H.323.	<b>77</b>
	2.11.1 SIP	<b>80</b>
	2.11.2 Protocolo H.248	<b>81</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED</b>	<b>83</b>
	3.1 Red de voz.	<b>85</b>
	3.2 Red de datos.	<b>93</b>
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>DISEÑO DE LA NUEVA RED</b>	<b>107</b>
	4.1 Alternativas de solución.	<b>112</b>
	4.2 Planeación para la nueva red.	<b>118</b>
	4.3 Facilidades y funcionalidades.	<b>131</b>
	4.4 Análisis de impacto económico.	<b>133</b>
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>137</b>
	5.1 Configuración de la red integrada.	<b>139</b>
	5.1.1 Primer Etapa. Sustitución de los equipos no compatibles con las nuevas funciones y creación de Redes Virtuales.	<b>139</b>
	5.1.2 Segunda Etapa. Integración de los dispositivos H.323.	<b>141</b>
	5.1.3 Tercera Etapa. Implementación de medidas de seguridad y funcionalidades.	<b>145</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>147</b>
	<b>APÉNDICES</b>	<b>151</b>
	<b>GLOSARIO</b>	<b>181</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>191</b>

---

# ***INTRODUCCIÓN***

---

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de sistemas globales de comunicación, hace indispensable utilizar tecnologías de punta para evitar el rezago con respecto al resto del mundo, ejemplo de ello son las redes de voz y datos, hoy en día convertidas en una herramienta fundamental en las comunicaciones de cualquier empresa y entidad pública, las cuales permiten la interacción al interior y al exterior de ellas.

Con la entrada del siglo XXI, las empresas se enfrentan a constantes cambios para crear más bienes y servicios, mejorar la calidad de atención al cliente y reducir gastos, en un esfuerzo para seguir siendo competitivas. Además, están descubriendo que su red de datos no solo es clave en los negocios, sino también que si la utilizan bien, puede ser una ventaja competitiva para obtener nuevos clientes y mantener a los antiguos.

Durante muchos años, las redes se han construido basadas en el Protocolo para el Control de Transmisión / Protocolo Internet (TCP/IP) para aprovechar la potencia de éste y los numerosos servicios que aporta. Estos servicios incluyen acceso a Internet para usuarios remotos, navegadores web de fácil uso, servidores web e Intranet corporativas internas y extranet con sus socios y proveedores comerciales. Todos estos servicios facilitan que las empresas construyan nuevas aplicaciones de negocio para los clientes internos y externos. Conforme las empresas empezaron a conocer los beneficios de consolidar sus redes de voz y datos en una red de servicios múltiples, la migración a estas arquitecturas no se hizo esperar.

La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) no es ajena a estos cambios en tecnologías de la comunicación, ya que debido a las funciones tan importantes que desarrolla, requiere de una permanente interacción con cada uno de los estados de la Republica Mexicana donde tiene implementados sus programas de acción.

La SEDESOL tiene como objetivos principales el incrementar los niveles de vida de parte de la población considerada como más desprotegida, creando mecanismos y políticas que garanticen la prosperidad y equidad mediante el desarrollo de oportunidades y capacidades, por medio de la participación del presupuesto

gubernamental. Busca lograr un equilibrio regional y el bienestar general, para aumentar las condiciones favorables del país con relación al contexto global.

Su influencia incluye temas como educación, salud, cultura, vivienda, equipamiento, servicios y en general el desarrollo social y personal, asumiendo un compromiso solidario y subsidiario en ocasiones para lograr el bien común. Un aspecto importante es la superación de la pobreza, para lo cual aplica diversos programas de acuerdo a las condiciones prevalecientes en espacios rurales y urbanos. Ofrece una serie de servicios electrónicos que ayudan en su desempeño, como es el acceso a la información, en donde los ciudadanos pueden solicitar detalles del funcionamiento de la Secretaría, con el objetivo de proporcionar transparencia del manejo de los recursos públicos, se puede hacer vía telefónica, Internet o directamente en un módulo incorporado en las sedes.

Tiene así mismo, mecanismos internos para garantizar la administración a tiempo de los suplementos necesarios para un buen funcionamiento, como puede ser papelería, equipos de cómputo y vehículos. Es de gran importancia que la Secretaría mantenga una estrecha relación con otras dependencias públicas para darle seguimiento a las acciones iniciadas, además de presentar por ejemplo las declaraciones de impuestos de los servidores públicos, para lo cual, cuenta con sistemas de datos, ya que esta información se envía a la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo y es enviada en la misma aplicación en la cual se elabora este formato específico, es firmada electrónicamente y no se requiere algún documento impreso. También cuenta con una Intranet, para comunicación entre las distintas áreas que la componen.

Una de las áreas más importantes, de acuerdo a las funciones que desempeña, es la Dirección General de Informática, la cual tiene atribuciones de administrar, operar y mantener servicios informáticos y de telecomunicaciones en la Secretaría. La asistencia técnica para los usuarios, administrativos, órganos desconcentrados y entidades a su cargo. La integración, ejecución, evaluación y seguimiento del Programa de Desarrollo Informático de la Secretaría. Proporcionar infraestructura de telecomunicaciones que permita mantener enlaces continuos de voz y datos, Establecer normas y criterios para

la optimización y aplicación de recursos, en el empleo de los sistemas informáticos y de telecomunicaciones bajo la premisa de calidad e innovación. Normar, coordinar, contratar y dictaminar la procedencia técnica en la adquisición, arrendamiento, ampliación o modificación de equipos, servicios de mantenimiento, instalaciones y sistemas de informática y telecomunicaciones en las unidades administrativas centrales y órganos desconcentrados de la Secretaría.

Promover el desarrollo tecnológico y apoyar los programas de modernización administrativa en materia de informática y telecomunicaciones en la Secretaría, así como coordinar técnicamente las acciones relacionadas al sistema "*e-gobierno*". Apoyar en actividades de integración, consolidación y administración de la estadística en materia de desarrollo social para otorgar los servicios de procesamiento de datos a las unidades administrativas de la Secretaría. Y por último, formular los estudios y proyectos en materia informática y de telecomunicaciones que le sean solicitados por las unidades de la Secretaría para el desarrollo de los programas.

La tecnología de la información es una herramienta de gran utilidad en el acontecer de la Secretaría, para lograr la eficiencia requerida en su buen funcionamiento, por lo que el volúmen de tráfico institucional generado es muy grande y cada vez se incrementa más, lo que está colaborando a la saturación de la red instalada. Esta saturación se refleja en tiempos de espera y en reportes de los usuarios por disminución en la velocidad de conexiones.

Para solucionar este problema que poco a poco se incrementará y traerá como consecuencia tiempos muertos en la red y falta de extensiones telefónicas para nuevos usuarios, existe la posibilidad de integrar las redes de voz y datos, tal y como sucede en las comunicaciones multimedia actuales, como telefonía celular, en donde se puede transmitir audio, fotografía, video e inclusive datos con lo que se incrementan las posibilidades para los usuarios.

En el presente trabajo, se describen los fundamentos de las tecnologías hasta ahora utilizadas para el transporte de voz y datos, los principales protocolos utilizados, así como la utilización de la red de datos para poder transmitir la voz en paquetes codificados, para concluir con un análisis de la red actual a fondo, para aprovechar los

beneficios de las nuevas tecnologías, así como los pasos necesarios para su implementación en la SEDESOL, incluyendo la elección de la mejor alternativa en cuanto a fabricantes para la adquisición de los equipos necesarios. Además, se incluirá el análisis de impacto económico para la dependencia con estos cambios. Todo lo anterior, con el fin de utilizar con mayor eficiencia el ancho de banda, re-organizar los recursos actuales para ofrecer una operación confiable y dispuesta para las demandas futuras de los usuarios.

**CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES**

## **1. ANTECEDENTES**

El avance de las telecomunicaciones ha tenido cambios sorprendentes desde la aparición del transistor, posteriormente los circuitos integrados y en la actualidad de los procesadores digitales de señales que en algunos casos se valen de las funciones de los sistemas microelectromecánicos o nanoelectromecánicos, conforme la capacidad de procesamiento y memoria se incrementa, las posibilidades y funciones que ofrecen las transmisiones de voz y datos son mayores. En los siguientes párrafos se describirá este gran avance para ambos casos.

### **1.1 MARCO HISTÓRICO. REDES DE VOZ.**

Resulta difícil imaginar el mundo actual sin la comodidad que brindan los sistemas de comunicaciones remotos. Para la inmensa mayoría, resulta algo natural el uso del teléfono, tanto como la luz eléctrica ó incluso el automóvil, sin embargo no siempre se tuvo esa comodidad. La historia de este aparato comenzó hace mas de 120 años y como la mayoría de los inventos, este también se apoyo en las aportaciones de investigaciones anteriores, es decir, la conjunción de los descubrimientos de distintos campos, entre ellos la Física, la Electricidad y el Magnetismo, los que confluyeron en un dispositivo capaz de transmitir sonidos a distancia.

El ancestro del teléfono, en cuanto a dispositivos que tuvieran como componentes partes electrónicas fue el Telégrafo, anteriormente se utilizaban artefactos como los heliógrafos (sistema basado en espejos y luz solar), o por banderas que permitían la comunicación. Por su parte, el telégrafo permitía transmitir señales sonoras en código Morse, la desventaja de este era la interpretación que el receptor podía darle a dicho mensaje, ya que con las múltiples inflexiones humanas, es posible cambiar el significado de toda una frase.

La primera vez que se planteó la posibilidad de utilizar las vibraciones de la voz sobre un disco flexible o diafragma, fue en 1854, por el inventor francés Charles Bourseul, con el fin de activar y desactivar un circuito eléctrico y producir vibraciones similares en un diafragma situado en un lugar remoto, que reproduciría el sonido original. Años más tarde, el físico alemán Johann Philip Reis inventó un instrumento que transmitía notas musicales, pero no era capaz de reproducir la voz humana.

El 7 de Marzo de 1876, una vez descubierto que para transmitir la voz sólo se podía utilizar corriente continua, el especialista en foniatría e inventor estadounidense de origen escocés, Alexander Graham Bell (figura 1.1) y después de varios intentos fallidos, patentó el “telégrafo de sonidos”, el principal aporte de Bell fue la incorporación del micrófono y auricular que permitiesen transmitir y recibir voz humana. Tres días después de patentar su teléfono, al probar el transmisor, vertió parte del ácido que utilizaba para sus baterías sobre su ropa y en ese momento le dijo a su asistente que se encontraba en la otra habitación “Mr. Watson, come here. I want you” (Señor Watson venga aquí, lo necesito) realizándose así la primera transmisión telefónica.

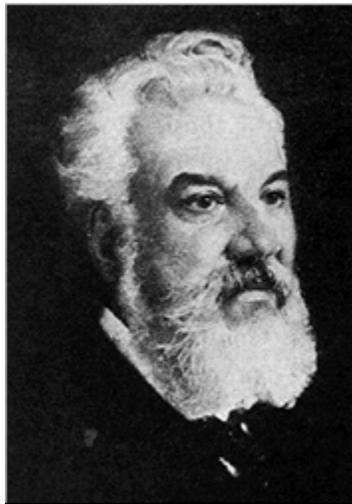


Fig. 1.1 Alexander Graham Bell 1847 – 1922

El invento de Bell estaba formado por un emisor, un receptor y un único cable de conexión. El emisor y el receptor eran idénticos y contenían un diafragma metálico

flexible y un imán con forma de herradura dentro de una bobina. Las ondas sonoras que incidían sobre el diafragma lo hacían vibrar dentro del campo del imán. Esta vibración inducía una corriente eléctrica en la bobina, que variaba según las vibraciones del diafragma. La corriente viajaba por el cable hasta el receptor, donde generaba fluctuaciones de la intensidad del campo magnético de éste, haciendo que su diafragma vibrase y reprodujese el sonido original.

La primera compañía telefónica “Bell Telephone Company” fue fundada el 9 de Julio de 1877, en Abril de ese mismo año se conectaron dos aparatos en serie con una distancia entre ellos de 5 km. en la ciudad de Boston (E.U.). El primer aparato comercial de Bell Co. tenía forma de un prisma rectangular y en uno de los extremos un orificio que hacia las veces de micrófono y auricular, no poseía señal de llamada. Era necesario golpear el diafragma o gritar para que el otro interlocutor entendiera que alguien intentaba comenzar una conversación con el. Watson agrego un dispositivo que golpeaba el diafragma a modo de aviso. Dos meses después se instalaron las primeras líneas pagadas, por lo que se daba por iniciado el primer servicio telefónico del mundo. Para 1879, la compañía de accesorios de Charles Williams, comenzó con la producción de un nuevo modelo de aparato telefónico el cual incluía un auricular independiente del micrófono y una campanilla de aviso de llamada. Al aumentar la demanda de aparatos telefónicos, la compañía Bell dio licencias a cinco compañías para que produjesen los aparatos.

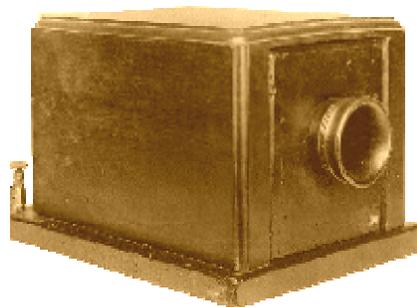


Fig. 1.2 Primer aparato comercial de Bell (1877)

Para 1880, la demanda del servicio creció y con ello se implementaron las primeras centrales telefónicas, en ellas, la operadora se encargaba de enlazar manualmente a los usuarios para lo cual mantenía cargando una pesada caja con el micrófono y un arreglo mediante el cual se le dejaban las dos manos libres. Solo quince años después las centrales eran enormes. Para 1895, la compañía Bell tenía más de 200,000 usuarios en EU. En un principio, las líneas eran generalmente aéreas, sobre postes, lo cual causó protestas por defensores del medio ambiente. Gradualmente las líneas aéreas fueron substituidas por cables subterráneos.

Una de las grandes desventajas de los antiguos teléfonos era la dependencia del usuario con las operadoras. Era imposible comunicarse directamente como se hace hoy en día. En 1888 Almon B. Strowger patentó un sistema de aparatos y centrales telefónicas automáticas, que no requerían la presencia de operadoras para efectuar la conexión entre dos usuarios, lo cual fue resuelto mediante un relé de corriente de línea de un circuito que sustituyó al cuadro de conexión manual de luz de la central, y un conmutador de cruce que hacía las funciones de los cables.

El 3 de Noviembre de 1892, se inauguró la primera central automática Strowger en Indiana E. U. diseñada para 100 líneas. El sistema necesitaba 5 hilos telefónicos entre el aparato telefónico y la central. Funcionaba bien, siempre y cuando el usuario supiese como utilizar el sistema de elección por botones. Los teléfonos tenían varios pulsadores que permitían elegir el usuario con el que se deseaba establecer comunicación, para lo cual, un botón correspondía a las centenas, uno a las decenas y otro a las unidades. Además, se disponía de otro botón para dar la señal a la central de desconectar la comunicación y con ello devolver el sistema a la posición de inicio. Aun no existía un mecanismo para avisar que la línea estaba ocupada.

La selección de usuarios por disco fue introducido en el verano de 1896. La compañía "Automatic Electric Co." fundada por Strowgwer, vendió la licencia a la Bell Telephone Co. en 1916 por 2,500.000 dólares. El sistema Strowger se convertiría en el mas usado hasta los años 70's y traería enormes beneficios económicos a las

compañías que lo utilizaron, así mismo, los usuarios se liberaron de las centrales manuales.

A pesar que ya Strowger había utilizado botones para elegir el usuario, la idea fue olvidada y se regreso hasta finales de los años 50's. Con el desarrollo de los sistemas electrónicos digitales, lo cual no había impactado a los aparatos telefónicos, ya que solo se contaba con tecnología únicamente analógica, en las centrales telefónicas, se volvió a pensar en la posibilidad de marcar con ayuda de un tablero de botones, utilizando un sistema de tonos de varias frecuencias. Entonces la central podría reconocer esa frecuencia y entender que el usuario pulso ese botón determinado y no otro.

Sin embargo este cambio no se produjo con una enorme velocidad ya que para ello fue necesaria la adecuación de los sistemas, por lo cual, compañías como Norelco, propusieron una solución para propietarios de centrales analógicas, el mejorar sus sistemas agregándole un módulo de marcado por tonos con un tablero de botones. El sistema era cómodo, eficaz y tenía menos errores de marcado que el antiguo sistema de disco. Muchas centrales funcionaron con ayuda de dichos módulos que permitían el marcado por tonos, durante los años 70's y 80's. Las centrales automáticas de relés fueron sustituidas por centrales digitales controladas por computadora. La tecnología de estado sólido permite que estas centrales puedan procesar las llamadas en un tiempo de millonésimas de segundo, por lo que se pueden procesar simultáneamente grandes cantidades de llamadas, de esta forma se logró ofrecer un variado catalogo de servicios agregados, como por ejemplo:

- Aviso de línea ocupada y marcación automática.
- Marcado automático al último número.
- Conferencias telefónicas.

Más tarde se agregaron muchos servicios de este tipo, como contestador automático, redireccionamiento de las llamadas entrantes a otro número, despertador automático, etc. Con lo cual el teléfono se convirtió en un dispositivo cada vez más útil.

En los receptores de los teléfonos, el imán cambió su forma a un disco plano por lo cual, el campo magnético era de mayor intensidad y homogeneidad. Los transmisores llevaban un diafragma muy fino montado debajo de una rejilla perforada. En el centro del diafragma había un pequeño recipiente con carbono. Las ondas sonoras que atravesaban la rejilla provocaban vibraciones. En el movimiento descendente, las partículas de carbono quedan compactados y producen un aumento de la corriente que circula por el transmisor.

Dado que el transmisor de carbono no resultaba práctico a la hora de convertir la energía eléctrica en presión sonora, los teléfonos fueron evolucionando hacia receptores separados de los transmisores. Esta disposición permite colocar el transmisor cerca de los labios para recoger el máximo de energía sonora, y el receptor en el auricular, lo cual elimina los molestos ruidos de fondo. En estos teléfonos, el receptor seguía siendo un imán permanente con un arrollamiento de hilo conductor, pero con un diafragma de aluminio sujeto a una pieza metálica.

Con la inserción de centrales computarizadas y teléfonos de marcado por tonos cambio el aspecto del servicio, se convirtió en algo dinámico, ágil e indispensable, por lo que todos los usuarios querían estar al alcance de sus clientes, amigos y familiares. Los aparatos fueron cambiando de aspecto de acuerdo a la moda.

El equivalente eléctrico del imán permanente es una sustancia plástica denominada electreto. Al igual que un imán permanente produce un campo magnético en el espacio, genera un campo eléctrico permanente en el espacio. Tal y como sucede cuando se mueve un conductor en el interior de un campo magnético y se induce una corriente, el movimiento de un electrodo dentro de un campo eléctrico puede producir una modificación del voltaje entre un electrodo móvil y otro estacionario en la parte opuesta del electreto. Aunque este efecto se conocía con anterioridad, fue sólo una curiosidad de laboratorio hasta la aparición de materiales capaces de conservar una carga electrostática durante años. Los transmisores telefónicos actuales se basan en dicho efecto, en vez de en la variación de la resistencia del carbono en función de la presión. Poco a poco, los micrófonos de

carbono fueron sustituidos por micrófonos de electretos, que son más pequeños y baratos, reproducen mejor el sonido y son más robustos. La amplificación de la señal se consigue utilizando circuitos electrónicos vía transistores y/o circuitos integrados. El receptor es normalmente un altavoz de pequeño diámetro, de diafragma o de cono vibrante.

Por otro lado, existe un elemento funcional importante del teléfono que resulta invisible para el usuario: el circuito supresor de efectos locales. Las personas controlan el tono de voz al hablar y ajustan el volumen, fenómeno que se denomina “efecto local”. En los primeros teléfonos, el receptor y el transmisor iban conectados directamente entre sí y a la línea. Esto hacía que el usuario oyera su propia voz a través del receptor con mucha más intensidad que cuando no lo tenía pegado al oído. El sonido era mucho más fuerte que el normal porque el micrófono de carbono amplificaba la energía sonora al mismo tiempo que la convertía de acústica a eléctrica. Además de resultar desagradable, esto hacía que el usuario bajase el volumen de voz al hablar, dificultando la escucha por parte del receptor.

Los primeros circuitos supresores contenían un transformador junto con otros componentes cuyas características dependían de los parámetros eléctricos de la línea telefónica. El receptor y el transmisor iban conectados a diferentes “puertos del circuito” o diferentes derivaciones del transformador, pero no entre sí. El circuito supresor transfiere la mayor parte de la energía del transmisor a la línea, aunque en menor cantidad a otros componentes, sin que nada pase al receptor.

Así se elimina la sensación de que uno grita en su propia oreja. Hoy en día, el transmisor y el receptor están aislados entre sí, separados por circuitos electrónicos que eliminan completamente el “efecto local”. Al mismo tiempo, fueron desarrollándose aparatos digitales, que funcionan actualmente dentro de compañías comerciales, como el fax o las líneas digitales ISDN y ADSL, que permiten pasar datos de computadoras, Internet, etc.

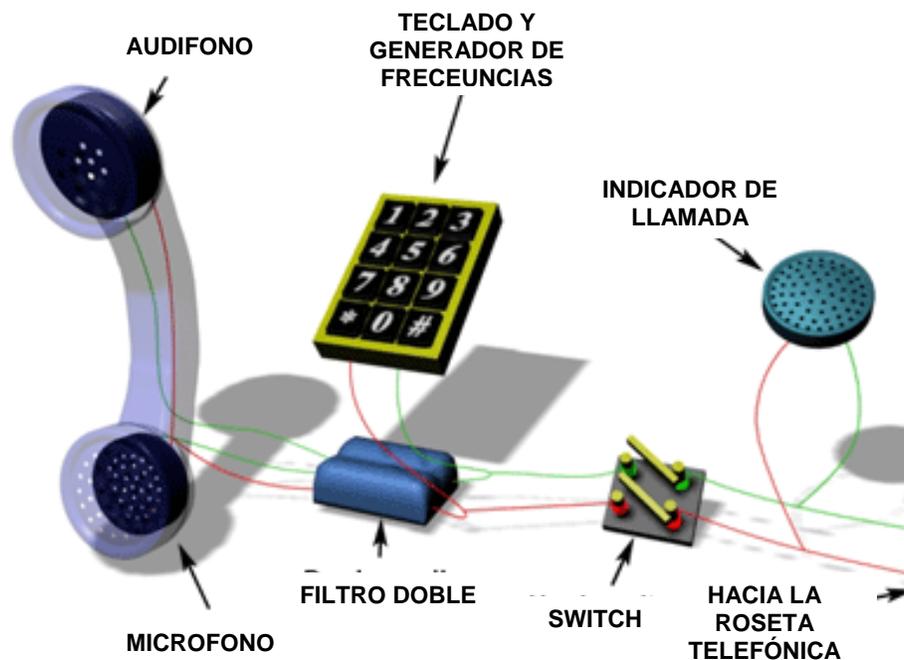


Fig. 1.3 Componentes de un teléfono convencional.

La red telefónica está estructurada de forma modular y jerárquica para realizar la conmutación de las llamadas a cualquier parte del mundo. Para lograr lo anterior se definen cuatro tipos de Centrales Telefónicas:

- Centrales Urbanas. Se conectan a los usuarios con topología en estrella. Pueden tener hasta 10,000 usuarios (se conectan a ella mediante cable de cobre en su mayoría; en algunos casos específicos se utiliza fibra óptica). Se identifican por un número de tres dígitos (dos para ciudades pequeñas), asociada a una determinada área geográfica.
- Centrales de tránsito (Tandem). Son nodos de conmutación de tránsito. Conectan a las centrales urbanas entre sí, y evitan la instalación de grupos troncales (el segmento troncal está conformado por los equipos e infraestructura que interconectan dos centrales de la misma red o una central de tránsito de una red adyacente, mediante fibra óptica) para mantener la interconexión.

- Centrales automáticas Interurbanas. Permiten conmutar entre distintas ciudades, poseen una estructura jerárquica de acuerdo a la importancia de la ciudad (cantidad de habitantes).
- Centrales automáticas Internacionales. Permiten conmutar entre distintos países. Se identifican por un número clave internacional. Poseen también estructura jerárquica de acuerdo al país.

Actualmente, las características más importantes que tiene la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN) creadas en base a los requerimientos de los usuarios son: confiabilidad, facilidad de acceso a los servicios, establecimiento rápido de la llamada, buena calidad de la transmisión y bajos costo de las llamadas. La disponibilidad se refiere a la capacidad que tiene el sistema de voz para proveer de tono de marcado en cualquier momento que desee, se fija como meta de disponibilidad el 99.999% (cifra conocida como “cinco nueves”), lo cual equivale a tener una caída del servicio anual de cinco minutos y quince segundos.

Un elemento importante a considerar en la PSTN es la señalización, se utiliza para generar, organizar y garantizar todas las señales que permitan el establecimiento de llamadas y servicios ofrecidos. Se puede dividir en dos tipos; por Canal Asociado (CAS) y por Canal Común (CCS). En la señalización por Canal Común, la red de señalización puede ser distinta a la red de información debido a que se pretende una red redundante para garantizar la máxima confiabilidad, es decir, mantener en comunicación los procesadores instalados en las Centrales, aún cuando las condiciones de transporte de información entre usuarios sean interrumpidas. En la actualidad, se utiliza el Sistema de Señalización 7 (SS7), que utiliza señalización por Canal Común, diseñado por la ITU-T para proporcionar control en la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).

## 1.2 MARCO HISTÓRICO. REDES DE DATOS.

Una Red de Datos, es un conjunto de dispositivos, cuyo objetivo en común es hacer que dos ó más computadoras puedan comunicarse a través de algún medio y compartir información, sin importar su ubicación en el mundo ó plataformas con las que trabajen. Para lograr esta comunicación, una condición importante, es que los dispositivos utilicen un mismo protocolo, es decir, igual conjunto de reglas que controlen la secuencia en que deben ser ordenados los datos para que transmisor y receptor puedan entenderse entre si.

Las primeras redes de datos surgieron debido a la necesidad de las empresas para compartir datos y aplicaciones de una manera segura y eficiente, evitar la duplicación de equipos informáticos y otros recursos, además de mantener una administración centralizada de los datos y permitir el acceso remoto a estas bases de datos.

Durante la década de los 60's, utilizaban medios telefónicos para realizar sus transmisiones, sin embargo, conforme las necesidades de los usuarios fueron creciendo, el tamaño de la información a transmitir aumentó, la velocidad requerida para las transmisiones fue mayor, los sistemas se trasladaron a nuevas tecnologías, y fue necesario utilizar nuevos medios dedicados exclusivamente al rubro de transferencia de datos, como por ejemplo; el cable coaxial o el cable UTP.

En 1969 la Agencia de Proyectos Avanzados de Investigación del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (ARPA por sus siglas en ingles), posteriormente nombrado DARPA, puso en funcionamiento una red de cuatro nodos, denominada ARPAnet junto con las universidades de EU y otros organismos de investigación cuya finalidad era mantener las comunicaciones vitales del país en el caso de una Guerra Nuclear. En 1975 la Agencia de Comunicación para la Defensa (DCA) asumió la responsabilidad del funcionamiento de la red, considerada hasta el momento como Red de investigación.

El 22 Mayo de 1973, en el Xerox PARC (Palo Alto Research Center), Bob Metcalfe inventó el sistema de conectividad llamado Ethernet para las computadoras. En esta fecha envió un memo acerca del funcionamiento de esta tecnología. El nombre lo puso con referencia a un medio independiente de transporte de paquetes de datos basado en una teoría física sin fundamentos, la cual describe una sustancia llamada “ether”, existente en el espacio que permitía la transmisión de haces de luz del Sol a la Tierra. Este sistema es el más usado hoy en día para interconectar computadoras y para conectarse a altas velocidades a Internet.

Los protocolos iniciales de ARPAnet eran lentos y experimentaban frecuentes fallas. En 1974, Vinton G. Cerf y Robert E. Kahn propusieron en un artículo la base del desarrollo para el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y el Protocolo Internet (IP). Esto generó una gran aceptación de los nuevos protocolos y a principios de los 80 se contaba con más de 300 computadoras conectadas a la red. En 1984 la ARPAnet original sufrió una división en dos partes: Una se siguió llamando ARPAnet y se dedicó a la investigación y desarrollo. La otra se llamó MILNET y se convirtió en una Red Militar no Clasificada.

**CAPÍTULO 2** **MARCO TEÓRICO**

---

## **2. MARCO TEÓRICO.**

Para el diseño de redes de voz y datos son necesarios conceptos como; medios de transmisión, topologías de red, clasificación de redes; de acuerdo a características propias de la red, modelos y protocolos de referencia implementados para el análisis de flujo de los paquetes a través de las redes y equipos que permiten la construcción e interacción al interior y exterior de la red. En este capítulo se pondrán las bases para el análisis de la red de voz y datos, así como su integración y los beneficios de utilizar una red convergente para la Secretaría de Desarrollo Social.

### **2.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN.**

Son los materiales que proporcionan el camino entre el transmisor y el receptor. Se dividen en guiados; en donde las ondas electromagnéticas se confinan en un medio sólido y los no guiados; donde las ondas viajan sin ser confinadas. Los aspectos a tener en cuenta para la decisión de uso de estos materiales son el ancho de banda o velocidad de transmisión de los datos, la interferencia, es decir, señales en bandas de frecuencias próximas, lo cual ocasiona fenómenos de distorsión ó destrucción de la señal (como conductores de corriente eléctrica) y la atenuación, debida a las propiedades físicas de los materiales, conforme la señal va recorriendo distancia, va perdiendo potencia hasta llegar al punto de no ser posible la recuperación del mensaje enviado. Además, es importante cuidar las velocidades máximas que los materiales pueden conducir (consultar el apéndice A).

#### **2.1.1 MEDIOS DE TRANSMISION GUIADOS**

En los medios de transmisión guiados, la capacidad de transmisión, en términos de velocidad de transmisión o ancho de banda, depende de la distancia y de tipo de enlace (punto a punto ó punto multipunto).

### PAR TRENZADO SIN BLINDAR (UTP - Unshielded Twisted Pair).

Consiste en cables de cobre aislados, para cada enlace de comunicación, trenzados con distancias diferentes, lo cual disminuye la interferencia electromagnética. Este tipo de medio es el más utilizado en telefonía y redes de datos debido a su bajo costo. Su inconveniente principal es su velocidad de transmisión y su distancia de alcance, que no debe exceder 100 m., desde el nodo, hasta el panel de parcheo y el patch cord, lo cual implica que la longitud máxima entre el nodo y el cuarto de telecomunicaciones o IDF es de aproximadamente 90 m., para de esta forma utilizar un patch cord de hasta 10 metros. Para transmisión de voz, la longitud máxima no debe exceder los 300 metros y se utilizan los pares en un orden determinado: azul, naranja, verde y café. El par azul es el más trenzado y presenta menor ruido o interferencia y así sucesivamente.

Las velocidades de transmisión oscilan desde 10 hasta 1000 Mbps. La impedancia característica de este tipo de medio es de 100  $\Omega$ . Es recomendable utilizar todo el material en la instalación del cable de una misma marca, para evitar posibles atenuaciones o incidencia de ruido.

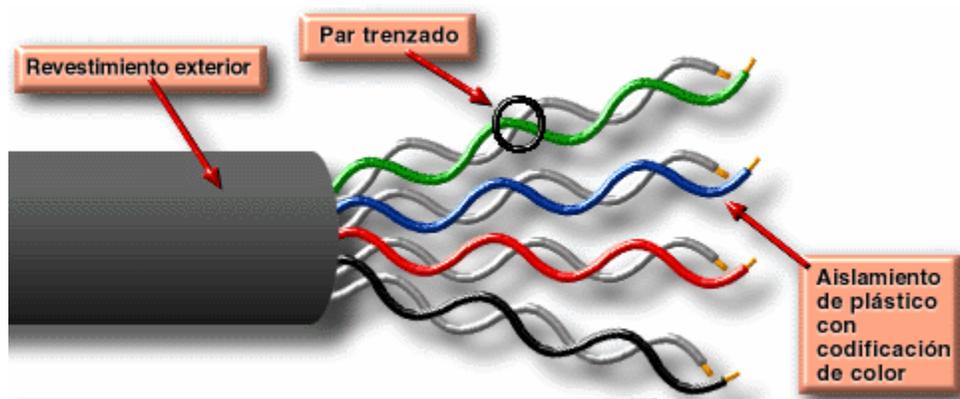


Fig. 2.1 Cable UTP

Existen diferentes categorías de cable UTP, estas se describen en la tabla 2.1:

CATEGORÍA	UTILIZADO EN:
1	Comunicaciones telefónicas. No es adecuado para transmisión de datos.
2	Transmisión de datos a velocidades de 4 Mbps.
3	Redes 10BaseT. Transmisión de datos con velocidades hasta 30 Mbps.
4	Redes Token Ring. Transmisión de datos con velocidades hasta 20 Mbps.
5	Transmisión de datos con velocidades hasta 100 Mbps.
5e	Transmisión de datos. Es una categoría 5 mejorada.
6	Transmisión de datos con velocidades hasta 250 Mbps.
7	Aun no se tiene un estándar de esta categoría. Se definirá para una velocidad de transmisión de 600 Mbps.

Tabla 2.1 Categorías. UTP.

### PAR TRENZADO BLINDADO (STP - Shielded Twisted Pair).

Es similar al UTP, los pares trenzados llevan una capa extra metálica que sirve como pantalla para las señales externas o ruido. La pantalla, para que sea más eficaz, requiere una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta la terminal). Para su instalación, se suelen utilizar conectores RJ49. Su impedancia característica es de  $150\Omega$ . Es más costoso y su instalación es más compleja.

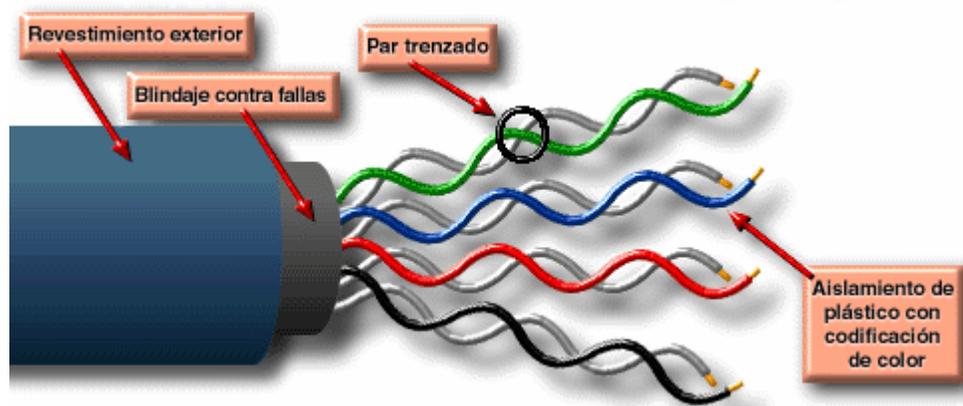


Fig. 2.2 Cable STP

## CABLE COAXIAL

Consta de un cable conductor interno, capas de anillos aislantes ó un aislante sólido y otro cable conductor externo, recubierto por otra capa aislante. Es más costoso que el par trenzado, se puede utilizar para mayores distancias, con velocidades de transmisión superiores y menos interferencias.

Se utiliza en transmisiones para televisión, telefonía de larga distancia, redes LAN y conexión de periféricos a corta distancia. Las velocidades de transmisión oscilan entre los 10 y 100 Mbps, los conectores utilizados son de tamaño mediano.

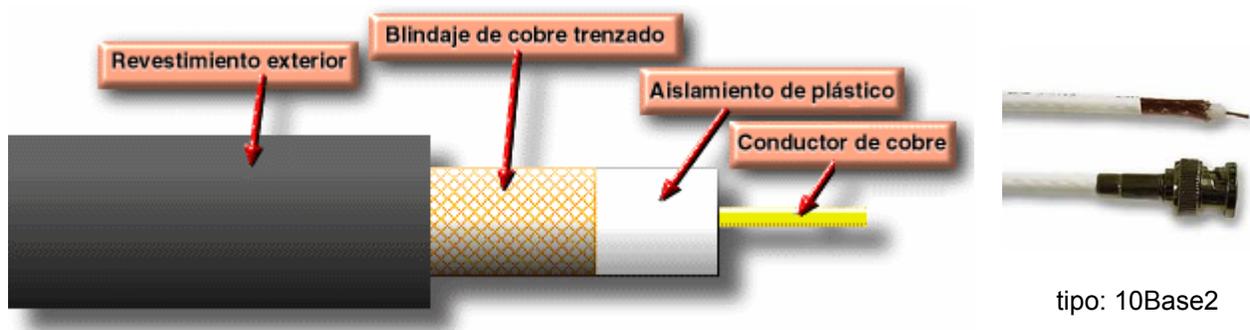


Fig. 2.3 Cable coaxial.

Existen dos tipos de cable coaxial: de 75  $\Omega$ , utilizado en TV por cable, posibilita la transmisión de información a través de varias frecuencias, es decir, distintos canales. Y de 50  $\Omega$ , utilizado en redes LAN con estructura Ethernet, transmisión por un solo canal, a su vez, esta clasificación se subdivide en dos. En primer lugar, Thinnet (Cable delgado), de grosor 1/4 " o menor, comúnmente utilizado en diseños 10Base2, con distancias máximas de 185 m y conectores tipo "N". Y en segundo lugar, Thicknet (Cable grueso), comúnmente utilizado para "backbones", su tamaño es de 3/8 ", utilizado en diseños 10Base5, su distancia máxima entre centrales es de 500 m y conectores tipo "BNC".

Algunos de los estándares se muestran a continuación (tabla 2.2):

TIPO	DESCRIPCIÓN
RG-58 /U	Centro sólido de cobre.
RG-58 A/U	Acordonado de cobre.
RG-58 C/U	Especificación militar del RG-58 A/U
RG-59	Transmisión Banda Ancha (Cable de televisión)
RG-62 ó 92	Especificación del tipo de red ARCnet

Tabla 2.2 Tipos de cable coaxial.

## FIBRA ÓPTICA

Está conformada por tres secciones radiales: Un núcleo (core - corazón) formado por una o varias fibras de Dióxido de Silicio, rodeadas cada una por su propio revestimiento que es un material con diferentes propiedades ópticas a las del núcleo, alrededor de estas capas está la cubierta, hecha de material plástico que se encarga de soportar impactos mecánicos, corrosión y humedad. Se utiliza un LED, para datos con fibras multimodales, ó un LASER, para voz y datos con fibras monomodales. Los rayos de luz inciden con diferentes ángulos en el núcleo del cable, sólo una parte consigue reflejarse en la capa que recubre el núcleo, se propagan rebotando a lo largo del cable hasta llegar a su destino. El otro extremo son captados por medio de fotodiodos (multimodal). Si se reduce el radio del núcleo, el rango de ángulos disminuye hasta que sólo sea posible la transmisión de un rayo (monomodal). En el modo multimodal los rayos, toman caminos diferentes y tardan más o menos tiempo en llegar al destino, lo que puede producir distorsión, con lo que se limita la velocidad de transmisión.

Su rango de frecuencias es todo el espectro visible y parte del infrarrojo. Presenta la mayor velocidad de transmisión, 300,000 km/s (velocidad de la luz). La velocidad con que se pueden transmitir datos oscila entre los 10 y los 1000 Mbps, el costo por instalación de nodo es elevado, los conectores son de tamaño pequeño.

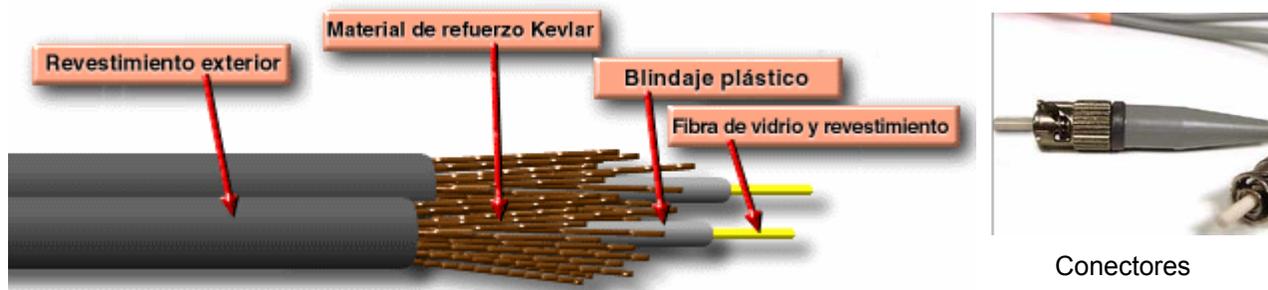


Fig. 2.4 Fibra óptica.

## 2.1.2 MEDIOS DE TRANSMISION NO GUIADOS

Se utilizan cuando la practicidad de los cables no es suficiente, se transmite por el aire, es decir, se radia energía electromagnética por medio de antenas. Existen dos configuraciones para la emisión y recepción de esta energía; direccional, donde toda la energía se concentra en un haz, por lo que tanto, emisor y receptor deben estar frente a frente y omnidireccional, donde la energía es dispersada en múltiples direcciones, por lo que varias antenas pueden captarla. Para enlaces punto a punto, se suelen utilizar microondas (altas frecuencias) y para enlaces con varios receptores, se utilizan las ondas de radio (bajas frecuencias). Los infrarrojos se utilizan para transmisiones a muy corta distancia.

### MICROONDAS

De acuerdo al tipo de aplicación que se desee para esta clase de medio de transmisión, se dividen en terrestres y satelitales.

**Microondas Terrestres.** Se usan para transmisión de televisión y voz por medio de antenas parabólicas. Para conexiones a larga distancia, se utilizan puntos intermedios entre antenas alineadas (en sustitución del cable coaxial o las fibras ópticas).

La principal causa de pérdidas es la atenuación, (aumentan con el cuadrado de la distancia y en el caso de los medios guiados son logarítmicas). La atenuación aumenta con la presencia de lluvia. Las interferencias es otro inconveniente, conforme ha aumentado su uso, los solapamientos entre señales son más comunes.

**Microondas por Satélite.** Una señal es transmitida desde un punto en la tierra (Uplink), el satélite recibe las señales, corrige los errores, las amplifica y las retransmite en una nueva dirección (Downlink). Para mantener la alineación del satélite con los receptores y emisores de la tierra, el satélite debe ser geoestacionario. Se utilizan en transmisiones de televisión, telefónicas y redes privadas. Los rangos de frecuencias para la recepción y transmisión deben ser diferentes, para que no haya interferencias entre las señales que ascienden y las que descienden.

Debido a que la señal tiene un retardo de tiempo desde que sale del emisor en la Tierra hasta que es devuelta al receptor o receptores, se tiene mayor cuidado con el control de errores y el flujo de la señal.

**Infrarrojo.** Emisores y receptores deben estar alineados para evitar la posible reflexión ó absorción de rayo en superficies como las paredes. No existen problemas de seguridad ni de interferencias ya que estos rayos no pueden atravesar los objetos. No están reguladas las bandas de frecuencia para su utilización. Es uno de los principales estándares que se ha adoptado con mayor éxito para ser utilizados por los dispositivos periféricos en las redes como impresoras, PDA's y los teléfonos celulares.

A continuación, se muestra una tabla resumen con las características (tabla 2.3) de los Medios de Transmisión (ventajas y desventajas en la tabla 2.4):

MEDIO	Z ( $\Omega$ )	CONECTOR	DISTANCIA MAX.	VEL. Tx (Mbps)
UTP	100	RJ 45	100 m.	10 - 600
STP	150	RJ 45 RJ 49	100 m.	10 - 600
Cable Coaxial	50 y 75	N - Delgado BNC - Grueso	185 m. Delgado 500 m. Grueso	10 - 100
Fibra Óptica		Individual ó Doble	Hasta 30 Km.	10 - 1000

MEDIO	Z ( $\Omega$ )	CONECTOR	DISTANCIA MAX.	VEL. Tx (Mbps)
Microondas Terrestres	$\infty$	S/C	10 Km.	10 – 600
Microondas Satelitales	$\infty$	S/C	Cientos de Km.	10 – 600
Infrarrojo	$\infty$	S/C	100 m.	< 10

Tabla 2.3 Resumen de características. Medios de Transmisión.

MEDIO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
UTP	Bajo costo. Facilidad para instalar. Facilidad para empalmar. Menos flamable (A mayor costo, menos toxico).	Sujeto a interferencia, estática y ruido.
STP	Blindaje al ruido. Inmune a interferencia estática y ruido.	Precio moderadamente alto por nodo, mayor que el UTP.
Cable Coaxial	No susceptible a interferencias. Transmite más rápido.	Pesado y voluminoso. Menor maleabilidad. Ruido térmico y de intermodulación.
Fibra Óptica	Más pequeña y liviana. No hay interferencias. Permite mayor ancho de banda. Menor atenuación. Aislamiento electromagnético. Mayor separación entre repetidores. Mayor velocidad de transmisión, $c=300,000$ km./s.	De alto precio (a manera de ejemplo, el kit para manejo de fibra óptica cuesta aproximadamente 17,000 dólares). Difícil para instalar o modificar, radios de curvatura específicos, frágil a impactos mecánicos.
Microondas Terrestres	Transmisiones a la velocidad de la luz. Más económico, en comparación con las transmisiones satelitales.	Se propagan solamente en la línea visual. Atenuación por lluvia. Distancia máxima 10 km. entre antena y antena.
Microondas Satelitales	Siempre visibles.	Posicionamiento y descenso costosos.
Infrarrojo	Flexible. Portátil.	Más lento que las conexiones de cable. Sujeto a interferencias.

Tabla 2.4 Resumen de ventajas y desventajas.

## 2.2 TOPOLOGÍAS DE RED.

Define la distribución, estructura y organización de cada estación de trabajo con relación a la red y demás estaciones. Son determinantes para la elección de las redes de área local, reducción del costo de enrutamiento, tolerancia a errores y facilidad para detectarlos, así como su facilidad de instalación y cambios futuros.

**BUS.** Todas las estaciones se conectan a un único medio bidireccional lineal con puntos de terminación definidos (figura 2.5). Cuando una estación transmite, su señal se propaga a ambos lados del emisor, a través del bus, hacia todas las estaciones, por lo cual también se le denomina canal de difusión. Una avería en una estación no afecta el funcionamiento de las otras. Por otra parte, un inconveniente de este tipo de redes es que si falla el bus, afecta toda la red o secciones de esta. La principal ventaja que tiene esta topología es la modularidad, es decir, la facilidad de agregar y quitar estaciones.

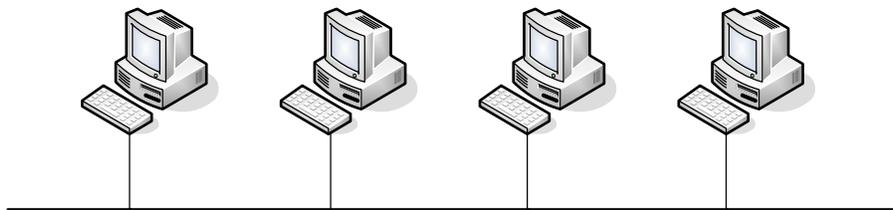


Fig. 2.5. Topología en Bus.

**ESTRELLA.** Las estaciones están conectadas mediante enlaces bidireccionales a una estación o nodo central que controla la red, proporcionando un camino entre cada dos estaciones que deseen comunicarse (figura 2.6). La principal ventaja de la topología en estrella es el acceso a la red, es decir, la decisión de cuando una estación puede o no transmitir, se controla de la estación central. Además la flexibilidad en configuración, localización y control de fallas es aceptable al estar todo el control en el nodo central. El gran inconveniente que tiene esta topología es que al fallar el nodo central, toda la red queda desactivada, así como el costo de las uniones físicas y las

velocidades de transmisión relativamente bajas. Para hacer más confiable la red, es posible tener un doble nodo central (redundante).

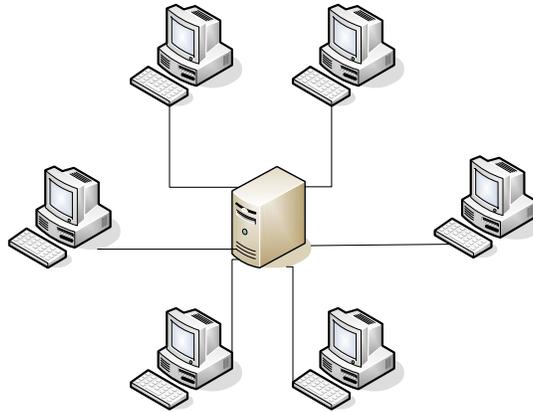


Fig. 2.6. Topología en Estrella.

**ÁRBOL.** Es una variante de la topología en bus, consistente en un bus principal del que parten buses secundarios denominados ramas, cada una de las cuales es capaz de admitir varias estaciones (figura 2.7). Al igual que en la topología en bus, las señales se propagan por cada ramal de la red y llegan a todas las estaciones. Además de las ventajas e inconvenientes de las redes en bus, la red en árbol tiene una mayor adaptabilidad al entorno físico donde se instala la red, con lo que el costo de cableado es aún menor.

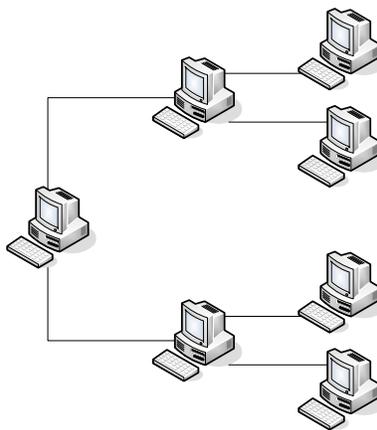


Fig. 2.7. Topología en Árbol.

**ANILLO.** El anillo consiste en una serie de estaciones conectadas entre sí mediante un único enlace de transmisión unidireccional que configura un camino cerrado (figura 2.8). La información se transmite secuencialmente de una estación a la siguiente a lo largo del anillo, de tal forma que cada una regenera la señal que recibe y la retransmite al siguiente, salvo la información dirigida a él, en cuyo caso la recibe en su memoria. Permiten un control eficaz, debido a que en cada momento se puede conocer en que trama está circulando la señal, puesto que se sabe la última estación por donde ha pasado y la primera a la que todavía no ha llegado. La desventaja fundamental es la falta de fiabilidad, una falla en el anillo inhabilitaría todas las estaciones.

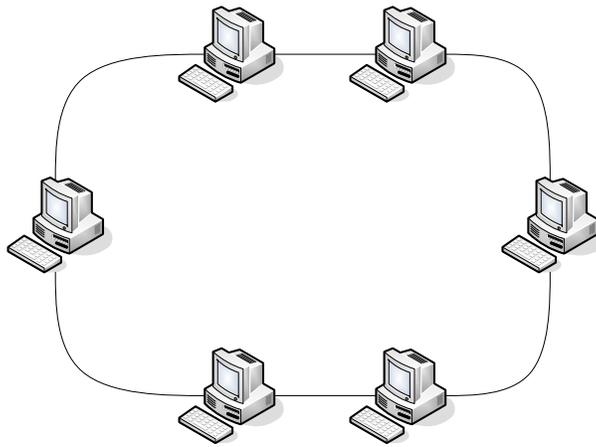


Fig. 2.8. Topología en Anillo.

Existe una variante que trata de solucionar los problemas de la escasa fiabilidad, facilitando algunas tareas como la instalación, mantenimiento y la reconfiguración. La configuración física es distinta a la de anillo pero conserva la misma estructura lógica. Un ejemplo de este tipo de redes es el ofrecido por la red de pase de testigo en anillo ó Token-Ring, consistente en una configuración física en estrella con una configuración lógica en anillo.

**MALLA.** Utiliza conexiones redundantes entre los dispositivos de la red así como una estrategia de tolerancia a fallas. Cada dispositivo en la red está conectado a todos los demás, es decir, todos conectados con todos (figura 2.9). Debido a la redundancia,

la red puede seguir operando si una conexión se rompe. Las redes de malla, son más difíciles y caras para instalar que las otras topologías de red debido al gran número de conexiones requeridas.

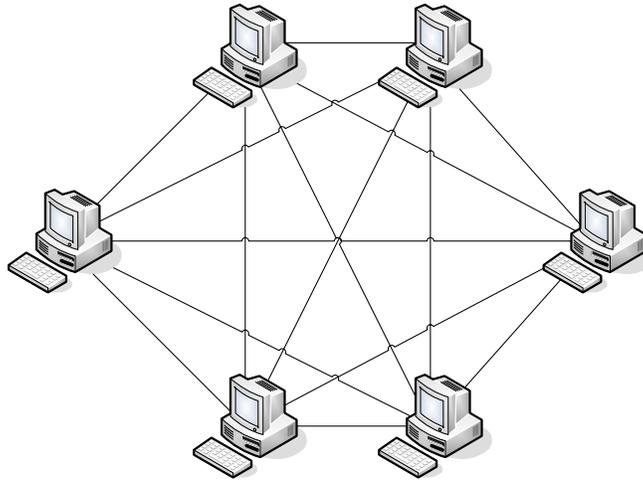


Fig. 2.9. Topología de Malla.

## 2.3 TIPOS DE REDES.

Una red de computadoras, es una herramienta de transmisión de información que proporciona la interconexión, entre diversas computadoras terminales y periféricos situados en un entorno reducido o de área amplia pertenecientes a una ó varias organizaciones.

### REDES DE ÁREA LOCAL (LAN - Local Area Network)

Es un sistema de comunicaciones que conecta PC's y periféricos que se encuentran cercanos, brinda la posibilidad de compartir programas, información y recursos (unidades de disco, directorios e impresoras).

Abarca pocos kilómetros, por ejemplo: edificios, un campus universitario, un complejo industrial, etc. El estándar para LAN más difundido, es Ethernet, el cual será

abordado con mayor detalle en el siguiente subtema. Utilizan un medio privado de comunicación. Las velocidades más habituales de transmisión van desde 10 hasta 1000 Mbits. Ofrecen la posibilidad de comunicación con otras redes a través de pasarelas o Gateways, los cuales serán descritos posteriormente.

El proceso para incorporar una PC a una LAN consiste en la instalación de una tarjeta de interfase de red (NIC) en cada computadora, las cuales se conectan con un cable de red. Cargar cada PC con un sistema operativo de red (NOS), el cual trabaja con el sistema operativo de la computadora y permite que el software de aplicación que sé esta ejecutando en la computadora se comuniquen a través de la red con otra computadora.

### **RED DE ÁREA AMPLIA (WAN - Wide Area Network)**

Es un sistema similar a la LAN, aunque estas no están limitadas geográficamente en tamaño. Suele necesitar un hardware especial, líneas telefónicas ó canales dedicados proporcionadas por una compañía telefónica. Casi todos los operadores de redes nacionales (TELMEX) e internacionales (como DBP en Alemania, British Telecom en Inglaterra ó Telefónica en España) ofrecen servicios para interconectar redes de computadoras, que van desde los enlaces de datos sencillos y a baja velocidad (basados en la red pública de telefonía) hasta los servicios de alta velocidad (*frame relay* y ATM). Permite facilidades de comunicación entre diferentes localidades de un país. El tamaño inicial de la WAN se determina por la cantidad de sitios y de computadoras conectadas. Después pueden irse agregando para conectar sitios o computadoras adicionales.

A continuación se muestra una tabla comparativa (tabla 2.5) de los principales parámetros de redes LAN y WAN.

	LAN	WAN
Área de cobertura (km.)	<5	>5 y hasta 100,000
Información transmitida	Datos, gráficos y voz	Datos, gráficos, voz, audio y video
Pertenencia	Usuario	Servicio Publico

Tabla 2.5 Características de los tipos de red.

Dentro de las redes WAN, podemos encontrar otra subdivisión de redes de acuerdo a su funcionamiento:

**Conmutadas por Circuitos:** Para establecer comunicación se debe efectuar un proceso de llamada, una vez que se consigue un puerto disponible en el conmutador central, se establece la conexión, mediante circuitos electrónicos y los usuarios disponen físicamente de un enlace directo a través de los distintos segmentos de la red.

**Conmutadas por Mensaje:** El conmutador suele ser una computadora que se encarga de aceptar tráfico de las computadoras y terminales conectados a ella. La computadora examina la dirección que aparece en la cabecera del mensaje y la encamina hacia la terminal que debe recibirlo. Esta tecnología permite grabar la información para atenderla después. El usuario puede borrar, almacenar, redirigir o contestar el mensaje de forma automática.

**Conmutadas por Paquetes:** Los datos se descomponen en fragmentos más pequeños denominados paquetes, los cuales están insertados dentro de una cadena de información con un protocolo establecido y recorren la red como entidades independientes.

**Redes Orientadas a Conexión:** En ellas existe el concepto de multiplexión de canales y puertos conocido como canal virtual, debido a que para el usuario se aparenta disponer de un recurso dedicado, cuando en realidad lo comparte con otros, es decir, son atendidos distintos usuarios a ráfagas de tráfico.

**Redes No Orientadas a Conexión:** Son también llamadas “datagramas”, pasan directamente del estado libre al modo de transferencia de datos. Estas redes no ofrecen confirmaciones, control de flujo ni recuperación de errores aplicables a toda la red,

aunque estas funciones si existen para cada enlace particular. Un ejemplo de este tipo de red es INTERNET.

## **2.4 TECNOLOGÍAS DE RED.**

Las redes están compuestas por diferentes elementos de gran variedad de compañías que se dedican a fabricarlos, por lo que es necesario que haya entendimiento y comunicación entre los equipos para garantizar que cada componente trabaja e interactúa con los demás en la red. Existen estándares ó tecnologías de red, los cuales serán analizados a continuación.

### **ETHERNET**

Desarrollada por Xerox en 1975 y normalizada por la IEEE (802.3 10BASE5 a 10 MBps). Usa un método de transmisión de datos conocido como Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones (CSMA / CD). Cuando una estación de trabajo quiere acceder a la red, debe cerciorarse si hay alguna otra maquina transmitido para transferir la información a través de la red. Todas las estaciones de trabajo recibirán el mensaje y la que sea el destino recibirá la información. En caso de que dos estaciones de trabajo traten de enviar datos por la red al mismo tiempo, cada una tendrá un aviso de colisión y esperará una cantidad de tiempo aleatoria antes de volver a hacer el envío. Existen cuatro tipos de estándares de Ethernet; 10Base5, 10Base2, 10BaseT y 10BaseF. En la tabla siguiente (tabla 2.6) se muestran las características principales de las tecnologías antes mencionadas:

Tecnología	Vel. Tx	Medio Tx	Atenuación
1Base5 (Starlan)	1 Mb/s	UTP	
10Base5 (Thicknet)	10 Mb/s	Coaxial RG58	1.6 dB/100m a 10 kHz
10Base2 (Cheapernet)	10 Mb/s	Coaxial	4.6 dB/100m a 10 MHz
10BaseT (Twisted Pair Ethernet)	10 Mb/s	UTP (Cat 3)	21 dB/km a 1 MHz
10Broad36	10 Mb/s	Coaxial RG58 CATV	

Tabla 2.6 Tecnologías de red. Ethernet.

**FAST ETHERNET.** Se crea como respuesta a la demanda de mayores anchos de banda, como bases de datos y aplicaciones cliente-servidor. Aumenta la velocidad a 100Mbps. La norma 100BaseT comprende cinco especificaciones, definen la MAC (Media Access Control address), que proporciona un determinado número de identificación para cada usuario y que este pueda acceder a los recursos de la red, el MII (interfaz de comunicación independiente), que define una interfase entre la MAC y las tres capas físicas. 100BaseTX; definido para transmitir sobre dos pares de cable UTP cat. 3, 4 o 5 ó dos pares de STP. 100BaseT4; sobre cuatro pares de cable UTP de cat. 3, 4 o 5 y 100Base FX; sobre dos segmentos de fibra 62.5/125.

Entre las redes de tipo Ethernet y Fast Ethernet no es necesario algún tipo de traducción protocolar, para que los datos pueden moverse. Fast Ethernet usa las mismas aplicaciones y los mismos drivers que Ethernet. Está basada en un esquema de topología estrella. Suele ser más rápida que las necesidades de las estaciones de trabajo individuales, sin embargo, en ocasiones resulta lento comparado con las necesidades de la red entera. En la tabla siguiente (tabla 2.7) se muestran características de las tecnologías antes mencionadas:

Tecnología	L máxima (m)	Medio	Z ( $\Omega$ )
100BaseFX	3000	Fibra óptica multimodo (62.5/125 $\mu$ m)	
100BaseTX	100	UTP, STP Cat 5	100
100VG	100	UTP Cat 3	100

Tabla 2.7 Tecnologías de red. Fast Ethernet.

**GIGABIT ETHERNET.** Es una extensión a las normas de 10 Mbps y 100 Mbps IEEE 802.3 (Ethernet), para este caso las normas aprobadas en 1995, son IEEE 803.3ab y IEEE 803.3z. Ofrece un ancho de banda de 1000 Mbps y mantiene compatibilidad con las redes antecesoras, opera con fibra óptica, aunque también puede utilizar cable UTP y coaxial de categoría 5. Las tecnologías correspondientes a Gigabit, se muestran en la tabla siguiente:

Tecnología	Medio Tx
1000BaseX	Fibra óptica
1000BaseCX	UTP Cat 5
1000BaseSX (SX - Short Wavelength)	Fibra óptica Multimodo
1000BaseLX (LX - Long Wavelength)	Fibra óptica Multimodo

Tabla 2.8 Tecnologías de red. Gigabit Ethernet.

**WIRELESS ETHERNET.** Actualmente cuenta con un gran impulso. Como su nombre lo indica, deja de lado los cables y utiliza medios no guiados para su funcionamiento. El estándar se encuentra descrito en la norma IEEE 802.11.

Algunos sistemas y sus principales características son:

- Wave – LAN. Desarrollada por Lucent Technologies, cuenta con un alcance de 25 metros, velocidad de transmisión de 2 Mb/s y trabaja en el rango de frecuencias entre 2.4 GHz a 2.483 GHz.
- FreeLink. Alcance de 80 metros, con frecuencias de operación de 1.485 a 2.4 GHz y 5.725 a 5.85 GHz.
- Altair WIN (Wireless Information Network). Desarrollada por Motorola, trabaja a la frecuencia de 18 GHz.

**TOKEN RING.** Descrito en la norma IEEE 802.5, creado por IBM. Puede transmitir información de 4 a 16 MBps. Las estaciones de trabajo están conectadas en topología física de estrella y lógica de anillo. Se basa en un esquema de paso de señales.

**FDDI (Fiber Distributed Data Interface).** Estándar basado en fibra óptica, tiene una velocidad de 100 Mbps. Se utiliza principalmente para interconectar dos o más

redes locales. Esta basado en el estándar Token Ring. La transmisión se da en una de las redes pero si tiene un error en la transmisión del sistema es capaz de utilizar una parte de la segunda red para cerrar la transmisión.

**X.25.** Estándar del CCITT (Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico) desarrollado en los 70's para proveer una interfaz entre las redes públicas de conmutación de paquetes y sus clientes. La mayor parte de las redes X.25 trabajan a velocidades de hasta 64 Kbps, lo cuál las hace obsoletas para muchos propósitos. Esta orientado a la conexión y trabaja con circuitos virtuales tanto conmutados como permanentes. Un circuito virtual conmutado, se crea cuando una computadora envía un paquete a la red y pide que se haga una llamada a una computadora remota. Una vez establecida la conexión, los paquetes se pueden enviar por ella y siempre llegarán en orden. Por su parte, un circuito virtual permanente, se establece previamente por un acuerdo entre el cliente y la portadora, siempre esta presente y no se requiere una llamada que lo establezca para poder usarlo.

**FRAME RELAY.** Surge como evolución de la red X.25, para abatir los errores en la transmisión. Frame Relay transmite paquetes de datos en ráfagas de alta velocidad a través de una red digital, fragmentadas en unidades de transmisión. Es una tecnología de paquete-rápido ya que el chequeo de errores no ocurre en ninguna estación de trabajo de la transmisión, sino en el servidor o servidores. Maneja una velocidad entre 64Kbps y 2Mbps.

**RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).** Es la red que facilita conexiones digitales extremo a extremo y proporciona una amplia variedad de servicios, tanto de voz como de otros tipos (incluye datos e imágenes). Existen dos tipos:

- RDSI-BE (banda estrecha). Trabaja con conexiones conmutadas de 64Kbps, aunque puede llegar hasta los 12MBps.
- RDSI-BA (banda ancha - ATM). Puede trabajar con velocidades de conmutación superiores, lo que permite servicios de transmisión de muy alta velocidad, distribución de TV y videotelefonía de alta calidad.

**ARPANET.** La Agencia de Investigación Avanzada de Proyectos (ARPA) produjo una red a finales de los años setentas en conjunto con la Universidad de Cambridge, con la finalidad de determinar si podía usarse la tecnología de conmutación de paquetes en condiciones de campo de batalla. Fue una de las primeras redes WAN; en la actualidad, es considerada lenta, ya que su velocidad de transmisión es de 56 kbps, sin embargo, sus conceptos, algoritmos y terminología continúan vigentes.

## **2.5 MODELO OSI.**

A principios de la década de los 80 se produjeron aumentos en la cantidad y el tamaño de las redes. A medida que las empresas se dieron cuenta de que podrían ahorrar mucho dinero y aumentar la productividad, comenzaron a agregar redes y a expandir las existentes casi simultáneamente con la aparición de nuevas tecnologías y productos de red. Muchas de las redes eran incompatibles y se volvió muy difícil para las redes con especificaciones distintas poder comunicarse entre sí (sistemas propietarios). Para solucionar este problema, la Organización Internacional para la Normalización (ISO) estudió esquemas de red como DECNET, SNA y TCP/IP a fin de encontrar un conjunto de reglas o modelo de red que pudiera ayudar a implementar redes que pudieran comunicarse y trabajar en conjunto (interoperabilidad).

El modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection, Interconexión de sistemas abiertos) creado en 1984. Permite que los usuarios vean las funciones de red que se producen en cada capa, es un marco que se puede utilizar para comprender cómo viaja la información a través de una red, es decir, desde los programas de aplicación (por ej., hojas de cálculo, documentos, etc.), a través de un entorno de red (por ej., cables, etc.), hasta otro programa de aplicación ubicado en otra computadora de la red, aún cuando el remitente y el receptor tengan distintos tipos de red.

Las principales ventajas de contar con un modelo para redes son:

- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas y sencillas. Reduce la complejidad (técnica modular).
- Normaliza los componentes de red para permitir el desarrollo y el soporte de los productos de diferentes fabricantes.
- Permite a los distintos tipos de hardware y software de red comunicarse entre sí.
- Impide que los cambios en una capa puedan afectar las demás capas, de manera que se puedan desarrollar con más rapidez.

El Modelo se compone de siete capas numeradas, cada una de las cuales ilustra una función de red particular. Las capas se describen de manera descendente para lograr un mejor entendimiento de que capa soporta a las demás, así, las funciones de una inferior servirán como soporte para las superiores (figura 2.10).



Fig. 2.10. Modelo OSI.

**CAPA FÍSICA.** Corresponde a las especificaciones de los medios, define las especificaciones eléctricas, mecánicas, de procedimiento y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico. Se ocupa de la transmisión de bits a lo largo de un canal de comunicación, cuantos microsegundos dura un bit (temporización de cambios de voltaje), niveles de voltaje (representación de unos y ceros), velocidad de datos físicos, distancias de transmisión máximas, así como conectores físicos, placas y cables. Debe garantizar que un bit que se manda llegue con el mismo valor.

Los protocolos de esta capa son las configuraciones en que los medios de transmisión de utilizan como estándares, es decir, para el caso de cable UTP, la 568 A y B, y para coaxial, la 802.3. Los equipos activos de esta capa son los Repetidores y los Concentradores o HUB's.

**CAPA DE ENLACE.** Transforma la línea de transmisión común en una línea sin errores para la capa de red, incluye un patrón de bits entre las tramas de datos, es decir, se define un numero de caracteres por trama, así como caracteres de inicio y fin, soluciona los problemas de reenvío, o mensajes duplicados cuando hay destrucción de tramas y el control de la velocidad de transmisión. Un punto central de esta capa son los algoritmos para la comunicación confiable y eficiente entre dos máquinas adyacentes. Los principales problemas que se presentan para el funcionamiento correcto son; errores en los circuitos de comunicación, velocidades finitas de transmisión, y el tiempo de propagación. El equipo activo de esta capa es el Switch.

Dentro de esta capa se encuentran los servicios de acuses de recibido. Se usan protocolos que prohíben que el remitente pueda mandar sin el permiso del receptor. Por otro lado, se utilizan protocolos para la corrección y detección de errores, entre ellos están; el HDLC (High Level Data Link Control), el HDB3 (High Density Bipolar 3) y el UDP.

**CAPA DE RED.** Se encarga de eliminar los cuellos de botella, para lo cual es necesario encaminar cada paquete con su destinatario. Existe una contabilidad sobre los paquetes enviados a los clientes. Se lleva a cabo la interconexión de redes heterogéneas, y la solución de problemas de protocolo diferentes, o direcciones desiguales. Los dispositivos activos usados en esta capa son los Routers y los Switch de capa 3 (con la capacidad de enrutar los paquetes; por ejemplo los modelos 6024 de Alcatel y BPS 2000 de Nortel).

Encamina los paquetes de la fuente al destino final a través de encaminadores (routers) intermedios. Existen dos tipos de ruteo; estático, en el cual se define un listado con todas las direcciones IP que el equipo va a direccionar y por otro lado, dinámico, en el cual se define el direccionamiento después de un procesamiento. Los protocolos de

enrutamiento usados comúnmente son: RIP y OSPF. Es necesario conocer la topología de la subred, para evitar la congestión, y manejar saltos cuando la fuente y el destino están en redes distintas. Los usuarios no tienen ningún control sobre ella.

**CAPA DE TRANSPORTE.** La función principal es aceptar los datos de la capa de sesión y dividirlos en unidades más pequeñas, para pasarlos a la capa de red, asegurando que todos los segmentos lleguen correctamente, esto debe ser independiente del hardware en el que se encuentre. Segmenta los datos en el emisor y los reensambla dentro del sistema receptor. Los protocolos de transporte se encargan del establecimiento de conexiones en circuitos virtuales, control de flujo, multiplexación, recuperación de caídas, y la desconexión. Se utilizan dispositivos de detección y recuperación de errores de transporte.

**CAPA DE SESIÓN.** Permite acceder a los usuarios en un sistema de tiempo compartido a distancia, y transferir archivos entre dos máquinas. Establece, administra y finaliza las sesiones entre dos terminales. Sincroniza el diálogo entre las capas de presentación de las dos terminales y administra su intercambio de datos. Los servicios de esta capa son; disposiciones para una eficiente transferencia de datos, clase de servicio, registro de excepciones (problemas), así como el seguimiento de turnos en el tráfico de información y administración de tareas, sobre todo para los protocolos y sincronización de operaciones con los tiempos de caída en la red.

**CAPA DE PRESENTACIÓN.** Se ocupa de la sintaxis y semántica de la información que se transmite, los distintos formatos en que se representa la información y la compresión de información reduciendo el número de bits. Garantiza que la información que envía la capa de aplicación de un sistema pueda ser leída por la capa de aplicación de otro. Traduce entre varios formatos de datos utilizando un formato en común.

**CAPA DE APLICACIÓN.** Es la capa más cercana al usuario, asegura una estandarización de las aplicaciones de red para lo cual contiene un gran variedad de protocolos de uso frecuente lo que posibilita las transferencias de archivos cuando los sistemas de archivos de las máquinas son distintos. Proporciona una interfaz al usuario,

es decir, cambiar ceros y unos por un medio amigable. Suministra servicios de red a las aplicaciones del usuario, es decir, a programas como hojas de cálculo, procesamiento de texto, navegadores de red, terminales bancarias y sistema de correo electrónico, en este caso específico, uno de los protocolos que definen la codificación de mensajes enviados es el SMTP, es decir, cualquier máquina del mundo que contenga un programa de correo electrónico y cumpla con el estándar será capaz de ver en pantalla mensajes que son enviados con dicho protocolo.

## **2.6 PROTOCOLO TCP/IP.**

Un protocolo de comunicaciones de datos, es un conjunto de normas, o un acuerdo, que determina el formato y la transmisión de datos, es decir, las reglas que hacen que la comunicación en una red sea más eficiente. Se desarrolló como parte de la investigación realizada por la DARPA para suministrar comunicaciones a través de la misma agencia, y posteriormente se incluyó en la distribución del Software Berkeley de UNIX. TCP/IP (Protocolo de control de transmisión / Protocolo Internet, por sus siglas en inglés) es hoy el estándar para las comunicaciones de redes de computadoras y funciona como el protocolo de transporte para Internet, permitiendo que millones de computadores se comuniquen en todo el mundo.

Su función principal es transferir información desde un dispositivo de red a otro. Se asemeja al modelo de referencia OSI en las capas inferiores y soporta todos los protocolos físicos y de enlace de datos (figura 2.11). Las capas que se ven más afectadas por TCP/IP son la Capa 7 (aplicación), la Capa 4 (transporte) y la Capa 3 (red). Se incluyen otros tipos de protocolo relacionados con la transferencia de información. Es un protocolo abierto. Incluye no sólo las especificaciones de las Capas 3 y 4, sino también especificaciones para aplicaciones tan comunes como el correo electrónico, conexión remota, emulación de terminales y transferencia de archivos (figura 2.12).

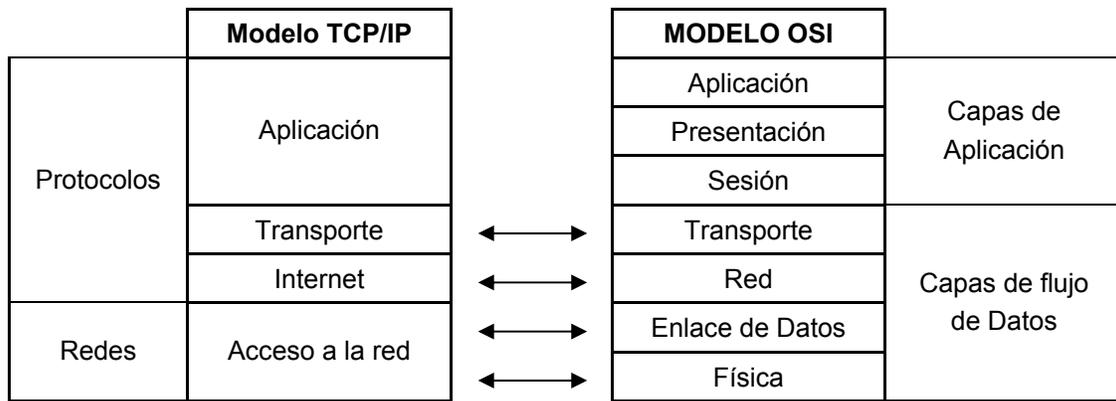


Fig. 2.11 Comparación entre modelos TCP/IP y OSI.

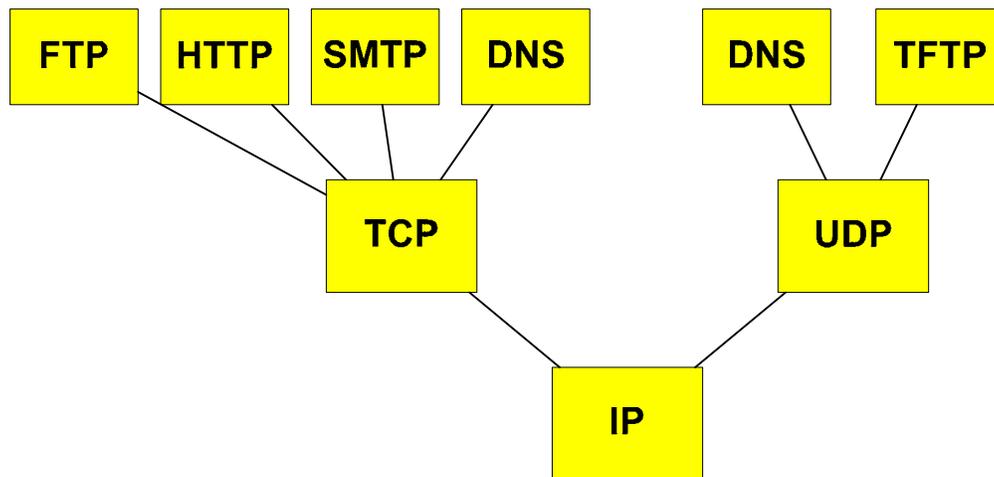


Fig. 2.12 Componentes del protocolo TCP/IP.

Cada nivel lleva a cabo su propia encapsulación añadiendo cabecera y bloques finales que recibe del nivel superior, lo que tiene como resultado seis conjuntos de cabeceras y bloques finales en el momento en que un mensaje llega a la red. Todas estas cabeceras y bloques finales se pasan a la red (como por ejemplo Ethernet) que puede añadir incluso más información al principio o al final.

**CAPA DE APLICACIÓN.** Maneja protocolos de alto nivel; representación, codificación y control de diálogo. Contiene los protocolos de direccionamiento y la administración de red. Además tiene protocolos para transferencia de archivos, correo electrónico y conexión remota. Los protocolos que incluye esta capa son:

- **DNS. (Sistema de denominación de dominio).** Convierte los nombres de los dominios y de sus nodos de red publicados en direcciones.
- **WINS. (Servicio de nombre para Internet de Windows).** Estándar desarrollado para Windows NT de Microsoft que asocia las estaciones de trabajo con los nombres de dominio de Internet de forma automática.
- **HOSTS.** Archivo creado por los administradores de red que se mantiene en los servidores. Se utiliza para suministrar asignación estática entre direcciones IP y nombres de computadoras.
- **POP3.** Estándar de Internet para almacenar correo electrónico en un servidor hasta que se pueda acceder a él y descargarlo a la computadora, utilizando varios niveles de seguridad.
- **NFS (Network File System).** Permite que los directorios en una máquina se monten en otra y que un usuario pueda acceder a ellos como si estos se encontraran en la máquina local.
- **NIS (Network Information Service).** Mantiene las cuentas de usuario en todas las redes, simplificando el mantenimiento de los logins y passwords.
- **RPC (Remote Procedure Call).** Permite que aplicaciones remotas se comuniquen entre ellas de una manera sencilla y eficaz.
- **SMTP (Protocolo simple de transferencia de correo).** Transmisión de correo electrónico a través de las redes informáticas. El único soporte para la transmisión de datos que suministra es texto simple.
- **SNMP. (Protocolo simple de administración de red).** Protocolo que suministra un medio para monitorear y controlar dispositivos de red, y para

administrar configuraciones, recolección de estadísticas, desempeño y seguridad.

- **BOOTP (Boot Protocol)**. Inicializa la maquina al leer la información de arranque de un servidor.
- **FTP (Protocolo de transferencia de archivos)**. Servicio confiable orientado a conexión que utiliza TCP para transferir archivos. Soporta transferencias bidireccionales de archivos binarios y archivos ASCII.
- **TFTP (Protocolo trivial de transferencia de archivos)**. Servicio no confiable y no orientado a conexión que utiliza UDP (protocolo no orientado a conexión, sin ventanas ni acuses de recibo) para transferir archivos. Es útil en algunas LAN porque opera más rápidamente que FTP en un entorno estable.
- **HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto)**. Estándar Internet que soporta el intercambio de información en la World Wide Web, así como en redes internas. Soporta muchos tipos de archivos distintos, incluyendo texto, gráfico, sonido y vídeo. Define el proceso a través del cual los navegadores originan solicitudes de información para enviar a los servidores.<sup>1</sup>

**CAPA DE TRANSPORTE.** Se refiere a los aspectos de calidad del servicio con respecto a la confiabilidad, el control de flujo y la corrección de errores. Permite que un dispositivo de usuario divida en segmentos varias aplicaciones de capas superiores para colocarlas en la misma corriente de datos, y permite que un dispositivo receptor pueda reensamblar los segmentos de las aplicaciones de las capas superiores.

La corriente de datos, es una conexión lógica entre los extremos de una red, y brinda servicios de transporte desde un equipo origen hasta un destino (servicio de extremo a extremo).

La capa de transporte se compone de los protocolos:

---

<sup>1</sup> PARA MAYOR INFORMACIÓN ACERCA DE LA CAPA DE APLICACIÓN DEL PROTOCOLO TCP/IP SE PUEDE LOCALIZAR EN LA RFC1700.

- **TCP (Transmisión Control Protocol).** Protocolo orientado a conexión, confiable; suministra control de flujo a través de ventanas deslizantes, números de secuencia y acuses de recibo. TCP vuelve a enviar cualquier mensaje que no se reciba y suministra un circuito virtual entre las aplicaciones del usuario final (conmutación de paquetes). La ventaja es la entrega garantizada de los segmentos.
- **UDP (User Datagram Protocol).** Protocolo no orientado a conexión y no confiable; aunque tiene la responsabilidad de transmitir mensajes, no suministra ninguna verificación de software para la entrega de segmentos. La ventaja es la velocidad. Como UDP no suministra acuses de recibo, se envía menos cantidad de tráfico a través de la red, lo que agiliza la transferencia.

### Formato de segmentos TCP y UDP

El segmento TCP está formado por los siguientes campos (tabla 2.9):

- **Puerto origen.** Número del puerto que realiza la llamada.
- **Puerto destino.** Número del puerto que recibe la llamada.
- **Número de secuencia.** Número que se utiliza para asegurar el secuenciamiento correcto de los datos que se reciben.
- **Número de acuse de recibo.** Siguiendo octeto TCP esperado.
- **HLEN.** Cantidad de palabras de 32 bits del encabezado.
- **Reservado.** Se establece en 0.
- **Bits de código.** Funciones de control (por ejemplo; establecimiento y terminación de una sesión).
- **Ventana.** Cantidad de octetos que el emisor está dispuesto a aceptar.

- **Suma de comprobación.** Calculada de los campos de encabezado y datos.
- **Señalador urgente.** Indica el final de los datos urgentes.
- **Opción.** La definida en la actualidad: tamaño máximo del segmento TCP.
- **Datos.** Datos de protocolo de capa superior.

Cantidad de Bits	Descripción
16	Puerto origen <sup>2</sup>
16	Puerto destino
32	Número de secuencia
32	Número de acuse de recibo
4	HLEN
6	Reservado
6	Bits de código
16	Ventana
16	Suma de comprobación
16	Señalador urgente
0 o 32	Opción
	Tramas de Datos

Tabla 2.9 Formato del segmento TCP.

Por su parte, UDP no utiliza ventanas ni acuses de recibo. Está diseñado para aplicaciones que no necesitan ensamblar secuencias de segmentos. El encabezado UDP es relativamente pequeño (tabla 2.10).

Entre los protocolos que usan UDP se incluyen TFTP, SNMP, Sistema de archivos de red (NFS), Sistema de denominación de dominio (DNS).

---

<sup>2</sup> VER APNDICE A PARA CONSULTA DE PUERTOS TCP Y UDP.

Cantidad de Bits	Descripción
16	Puerto origen <sup>3</sup>
16	Puerto destino
16	Longitud
16	Suma de comprobación
	Tramas de Datos

Tabla 2.10 Formato del segmento UDP.

### Acuse de recibo simple y ventanas de TCP

Para regular el flujo de datos entre dispositivos, TCP utiliza un mecanismo de control de flujo de par a par. El equipo receptor indica un tamaño de ventana al emisor. Este tamaño de ventana especifica la cantidad de bytes, es decir, la cantidad de datos que puede aceptar de una sola vez y depende directamente del ancho de banda disponible, comenzando por el número de acuse de recibo, que la capa TCP del receptor está preparada para recibir.

La ventana deslizante de TCP utiliza acuses de recibo de expectativa, lo que significa que el número de acuse de recibo se refiere al siguiente octeto esperado. El tamaño de la ventana se negocia de forma dinámica durante la sesión TCP, lo cual tiene como consecuencia un uso más eficiente del ancho de banda, dado que un tamaño de ventana más grande permite que se transmitan más datos antes de recibir el acuse de recibo (figura 2.13).

Proporciona un secuenciamiento de segmentos con un acuse de recibo de referencia de envío. Cada datagrama se numera antes de la transmisión. En la estación receptora, TCP reensambla los segmentos hasta formar un mensaje completo. Si falta un número de secuencia en la serie, el segmento se vuelve a transmitir. Si no se envía un acuse de recibo de los segmentos dentro de un período de tiempo determinado, se lleva a cabo la retransmisión.

---

<sup>3</sup> VER APNDICE A PARA CONSULTA DE PUERTOS TCP Y UDP.

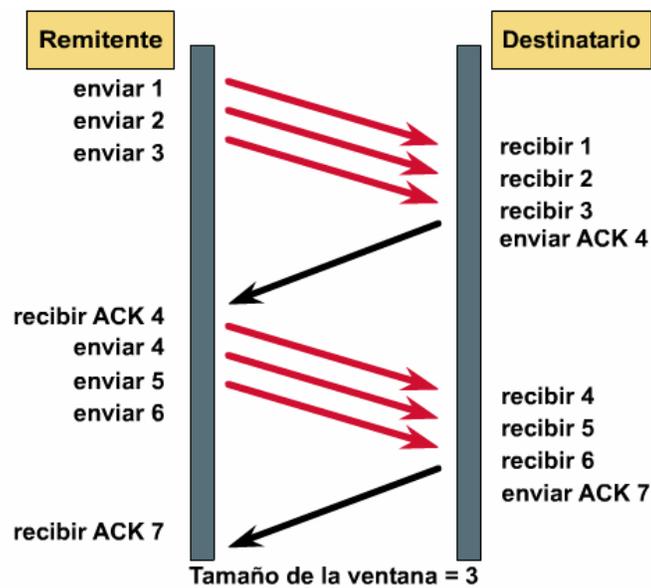


Fig. 2.13 Ventana deslizante TCP.

**CAPA INTERNET.** Corresponde a la capa de red del modelo OSI. Tiene la responsabilidad de transportar paquetes a través de una red utilizando el direccionamiento por software. El propósito es enviar paquetes desde cualquier red y que estos paquetes lleguen a su destino independientemente de la ruta y las redes que se utilizaron para llegar hasta allí.

Los protocolos que operan en la capa Internet de TCP/IP, que corresponde a la capa de red del modelo OSI, son:

- **IP (Internet Protocol).** Proporciona enrutamiento de datagramas no orientado a conexión, de máximo esfuerzo de entrega; no se ocupa del contenido de los datagramas; busca la forma de desplazar los datagramas al destino.<sup>4</sup>
- **EGP (Exterior Gateway Protocol).** Transfiere información de ruta para redes externas.
- **GGP (Gateway-to-Gateway Protocol).** Transfiere información de ruta entre gateway's.

---

<sup>4</sup> VER TEMA 2.7.

- **IGP (Interior Gateway Protocol)**. Transfiere información de ruta para redes internas.
- **ICMP (Internet Control Message Protocol)**. Aporta capacidad de control y mensajería.
- **RIP (Routing Information Protocol)**. Protocolo de información de rutas. Determina el mejor método de ruta para entregar un mensaje.
- **OSPF (Open Shortest Path First)**. Protocolo alternativo para determinar la ruta.
- **ARP (Address Resolution Protocol)**. Determina direcciones numéricas únicas de las máquinas a nivel de capa de enlace de datos para las direcciones IP conocidas.
- **DNS (Domain Name System)**. Determina las direcciones numéricas a partir de los nombres de máquinas.
- **RARP**. Determina las direcciones de red cuando se conocen las direcciones a nivel de la capa de enlace de datos.

### **Protocolo de Mensajes de Control en Internet (ICMP)**

Todas las terminales que utilizan el protocolo TCP/IP implementan ICMP. Se transportan en datagramas IP y se utilizan para enviar mensajes de error y control. Utiliza los siguientes tipos de mensajes definidos (hay otros mensajes que no se incluyen en esta lista): Destination Unreachable (Destino inalcanzable), Time to Live Exceeded (Tiempo de existencia superado), Parameter Problem (Problema de parámetros), Source Quench (Suprimir origen), Redirect (Redirigir), Echo (Eco), Echo Reply (Respuesta de eco), Timestamp (Marca horaria), Timestamp Reply (Respuesta de marca horaria), Information Request (Petición de información), Information Reply (Respuesta de información), Address Request (Petición de dirección), Address Reply (Respuesta de dirección).

Si un router recibe un paquete que no puede enviar a su destino final, envía al origen el mensaje “destino inalcanzable”. Por otra parte, una respuesta de eco es una respuesta exitosa a un comando `ping`, además pueden incluir otros mensajes como; “destino inalcanzable” o “límite de tiempo excedido”.

### **Funcionamiento de ARP**

Se utiliza para resolver o asignar una dirección IP conocida a una dirección de subcapa MAC, para permitir la comunicación a través de un medio de acceso múltiple como por ejemplo, Ethernet. Dicha dirección se verifica en una tabla denominada caché ARP. Si la dirección no se encuentra en la tabla, ARP envía un broadcast (mensaje masivo) que se recibe en cada estación de la red, buscando la estación destino.

El término "ARP local" se utiliza para la búsqueda de una dirección cuando el equipo que la solicita y el destino comparten el mismo medio o cable. Antes de emitir el ARP, se debe consultar la máscara de subred que determina si los nodos se encuentran en la misma subred.

**CAPA DE ACCESO A RED.** Se ocupa de todos los aspectos que requiere un paquete IP para realizar realmente un enlace. Esta capa incluye los detalles de tecnología de LAN y WAN, así como detalles de las capas física y de enlace de datos del modelo OSI.

## **2.7 PROTOCOLO IPv6.**

Los nombres que se usan para realizar la conexión a Internet, se traducen en números, que son los que realmente ocupan los dispositivos de la red. Algo parecido ocurre con las personas, cada una tiene su nombre y apellidos, sin embargo, en muchos tramites, el identificativo que usamos es una clave o un número distintivo como la CURP ó el número de credencial de elector.

### 2.7.1 IPv4

La capa de transporte toma los mensajes y los divide en datagramas. Cada datagrama se transmite a través de la red, posiblemente fragmentándose en unidades más pequeñas. Al final, cuando todas las piezas llegan a la máquina destino, la capa de transporte los reensambla para así reconstruir el mensaje original.

Un datagrama IP consta de una parte de cabecera y una parte de texto. La cabecera tiene una parte fija de 20 octetos y una parte opcional de longitud variable, incluye información necesaria para la correcta transmisión: la *Versión*, las *Opciones*: encaminamiento fuente, informe de errores, depuración y sellado de tiempo; el *Tipo de servicio*: voz digitalizada, datos y multimedia; la *Longitud total*: cabecera y datos; un *Identificador*: secuencia de fragmentos consecutivos; el *desplazamiento de fragmento*: lugar del datagrama actual al cual pertenece dicho fragmento; el *Tiempo de vida*: un contador para limitar el tiempo de vida de los paquetes; así como un *Código de redundancia de la cabecera*: para verificar que los datos contenidos en la cabecera IP son correctos. Así mismo, se incluye; la *Dirección Origen* y la *Dirección Destino*.

El protocolo identifica a cada dispositivo que se encuentre conectado a la red mediante su correspondiente dirección. Esta dirección es un número de 32 bit único, representado como cuatro cifras de 8 bit separadas por puntos (figura 2.14).

16 bits	8 bits	8 bits
Asignado por proveedor	Subred	Máquina

Fig. 2.14 Formato de un datagrama en IPv4.

Se utiliza para identificar tanto al dispositivo en concreto como la red a la que pertenece, de manera que sea posible distinguir a los dispositivos que se encuentran conectados a una misma red. El conjunto global va de 0.0.0.0 a 255.255.255.255, es decir, idealmente se podrían asignar 4,294,967,296 direcciones (más de cuatro mil millones). Un problema grave se presenta porque las direcciones se asignan en bloques o subredes (para empresas, universidades, etc.) y todas ellas se consideran ya

ocupadas aun cuando no estén en uso. Existen tres clases diferentes de direcciones, las cuales se representan mediante rangos de valores (tabla 2.11):

- **Clase A.** Se fija el primer octeto (entre 1 y 126, incluidos ambos) y se dejan los otros tres para que el usuario los maneje. Por ejemplo, se le asigna la subred "30.XX.XX.XX". Sólo puede haber 126 redes de este tamaño. ARPAnet es una de ellas, existiendo además algunas grandes redes comerciales, aunque son pocas las organizaciones que obtienen una dirección de "clase A". Lo normal para las grandes organizaciones es que utilicen una o varias redes de "clase B". Las IPs asignadas al usuario son  $256^3 = 16,777,216$ , es decir mas de 16 millones para cada red.
- **Clase B.** Utilizan en su primer byte un valor comprendido entre 128 y 191, incluyendo ambos. Se fijan los dos primeros octetos teniendo que ser un valor entre 128.1 y 191.254 (no es posible utilizar los valores 0 y 255 por tener un significado especial) y los dos restantes quedan para el usuario. Por ejemplo, "156.23.XX.XX". Las IPs asignadas al usuario son  $256^2 = 65,536$ . En caso de que el número de computadoras que se necesita conectar fuese mayor, sería posible obtener más de una dirección de "clase B", evitando de esta forma el uso de una de "clase A".
- **Clase C.** El valor del primer byte tendrá que estar comprendido entre 192 y 223, incluyendo ambos valores. Se fijan los tres primeros octetos, con un rango desde 192.1.1 hasta 223.254.254 y el que resta queda para el usuario. Por ejemplo, "193.110.128.XX". Las IPs asignadas al usuario son 256. Son las más numerosas pudiendo existir un gran número redes de este tipo (más de dos millones).
- Además de los casos anteriores, se creó la **Clase D** para permitir multicast en una dirección IP. Una dirección multicast es una dirección exclusiva de red que dirige los paquetes con esa dirección destino hacia grupos predefinidos de direcciones IP. Por lo tanto, una sola estación puede transmitir de forma simultánea para múltiples receptores.

Clase	Primer byte	Id de red	Id de dispositivos	Redes	Dispositivos
A	1 - 126	1 byte	3 byte	126	16,387,064
B	128 - 191	2 byte	2 byte	16,256	64,516
C	192 - 223	3 byte	1 byte	2,064,512	254

Tabla 2.11 Clases de direcciones IP.

El número 0 está reservado para las máquinas que no conocen su dirección. Por otro lado, el número 255 se reserva para el *broadcast*, es decir, cuando se pretende hacer que un mensaje sea visible para todos los sistemas conectados a la misma red (Solo en el caso de redes Ethernet), o cuando se quiere convertir el nombre por dominio de un dispositivo a su correspondiente número IP y no se conoce la dirección del servidor de nombres de dominio más cercano. Cuando se quiere hacer uso del *broadcast* es común que se utilice el número 255.255.255.255.

Actualmente el direccionamiento IPv4 está cercano a agotarse y, por tanto, el crecimiento de Internet se pararía porque no podrían incorporarse nuevas máquinas a la red.

### 2.7.2 IPv6

Es la nueva versión del protocolo IP, también conocido como IPng (*Internet Protocol Next Generation*). Los cambios en esta nueva versión son de gran importancia, incluidas características de compatibilidad para una transición sin problemas. Se ha diseñado para solucionar todos los problemas que surgen con la versión anterior, y además ofrecer soporte a las nuevas redes de alto rendimiento (ATM y Gigabit Ethernet, etc.).

El tamaño de la cabecera es de 320 bit (figura 2.15), el doble que en la versión anterior. Se ha simplificado con respecto a la anterior. Algunos campos se han retirado,

mientras que otros se han convertido en opcionales por medio de las extensiones, lo que permite aumentar el rendimiento en la transmisión. Incluye: *Versión*; *Prioridad*: importancia del paquete con respecto a otros paquetes de la misma fuente; *Etiqueta de flujo*: tratamiento especial en los routers que lo soporten; *Longitud*: de los datos que se encuentran a continuación de la cabecera; *Siguiente cabecera*: indica el protocolo al que corresponde la cabecera que se sitúa a continuación de la actual (mismo que el de protocolo en la versión 4); *Límite de existencia* (tiempo de vida en IPv4); *Dirección de origen*; *Dirección de destino*. Las extensiones se sitúan inmediatamente después de la cabecera normal, y antes de la cabecera que incluye el protocolo de nivel de transporte. Los datos situados en cabeceras opcionales se procesan sólo cuando el mensaje llega a su destino final, el tamaño de la cabecera no está limitado a un valor fijo de bytes.

Versión (4 bits)	Prioridad (4 Bits)	Etiqueta de flujo (24 bits)		Extensiones: Seguridad, Confidencialidad, etc. (Multiplo de 8 bytes)
Longitud (16 bits)		Siguiente Cabecera (8 bits)	Límite de existencia (8 bits)	
Dirección de origen (128 bits)				
Dirección de destino (128 bits)				

Fig. 2.15 Organización de la cabecera IPv6 (320 bits).

Entre las características más importantes de IPv6 estan las siguientes:

**Mayor espacio de direccionamiento.** De 32 a 128 bits (figura 2.16), o sea de  $2^{32}$  direcciones (4,294,967,296) a  $2^{128}$  direcciones ( $3,402,823,669 \times 10^{29}$ ). Pudiendo llegar a soportar más de 665,000 trillones de direcciones distintas por cada metro cuadrado de la superficie del planeta Tierra. Estos números una vez organizados de forma práctica y jerárquica quedarían reducidos en el peor de los casos a 1,564 direcciones por cada metro cuadrado, y siendo optimistas se podrían alcanzar entre los tres y cuatro trillones. Esto hace que desaparezcan los problemas de direccionamiento del IPv4 actual. Por lo tanto, todos los dispositivos actuales o futuros (computadoras, PDAs, teléfonos, refrigeradores, lavadoras, etc.) podrán tener conectividad completa a Internet.

La representación de direcciones cambia entre versiones, pasa de estar representadas por 4 octetos separados por puntos a estar divididas en grupos de 16

bits, representadas como 4 dígitos hexadecimales separados por el carácter dos puntos. Por ejemplo, si una empresa media necesita crear muchas subredes para sus delegaciones. Con IPv4 a lo máximo que podría aspirar sería a una Clase B. En IPv6 lo común es que se fijen los primeros 48 bits, y los 16 restantes para hacer subredes (65,535 posibles subredes) y los 64 restantes para la asignación de las máquinas.

48 bits	16 bits	64 bits
Asignado por proveedor	Subred	Máquina

Fig. 2.16 Formato de dirección IPv6.

Existen tres tipos de direcciones IPv6 según se utilicen para identificar a un interfaz en concreto o a un grupo de interfaces. Los bits más significativos son los que permiten distinguir el tipo de dirección, empleándose un número variable de bits para cada caso. Estos tres tipos de direcciones son:

- **Dirección unicast.** Dirigidas a un único interfaz de la red. Dentro de este tipo de direcciones se encuentra también un formato especial que facilita la compatibilidad con las direcciones de la versión 4 del protocolo IP.
- **Direcciones anycast.** Identifican a un conjunto de interfaces de la red. El paquete se enviará a un interfaz cualquiera de las que forman parte del conjunto. Estas direcciones son en realidad direcciones *unicast* que se encuentran asignadas a varios interfaces, los cuales necesitan ser configurados de manera especial. El formato es el mismo que el de las direcciones *unicast*.
- **Direcciones multicast.** Este tipo de direcciones identifica a un conjunto de interfaces de la red, de manera que el paquete es enviado a cada una de ellos individualmente.

Las direcciones de *broadcast* no están implementadas en esta versión del protocolo, debido a que esta misma función puede realizarse ahora mediante el uso de las direcciones *multicast*.

Continuando con las características generales de IPv6, tenemos:

**Seguridad.** Uno de los grandes problemas en Internet es la falta de seguridad en su diseño base. Este es el motivo por el que han tenido que desarrollarse protocolos (nivel de aplicación), que añaden una capa de seguridad a las conexiones que pasan a través de ellos. IPv6 incluye IPsec, que permite autenticación y encriptación del propio protocolo base, de forma que todas las aplicaciones se pueden beneficiar de ello.

**Autoconfiguración.** IPv4 tiene protocolos (nivel de aplicación) que permiten asignar a las computadoras conectadas a una red sus datos de conectividad. IPv6 incluye esta funcionalidad en el protocolo base, permite autoconfigurarse y descubrir el camino de conexión a Internet (router discovery).

**Movilidad.** Una de las características de IPv6 es la posibilidad de conexión y desconexión de computadoras y, poder viajar con él sin necesitar otra aplicación que nos permita que se pueda hacer este proceso directamente.

## **2.8 CABLEADO ESTRUCTURADO.**

Consta de una infraestructura flexible de cables que puede aceptar y soportar sistemas de computación y teléfono. Cada estación de trabajo se conecta a un punto utilizando una topología, facilitando la interconexión y la administración del sistema. Está diseñado para usarse en cualquier lugar, momento y situación adversa. Elimina la necesidad de seguir las reglas de un proveedor en particular, relacionadas con tipos de cable, conectores, distancias, o topologías. Permite instalar una sola vez el cableado, y después adaptarlo a cualquier aplicación, desde telefonía, hasta redes locales Ethernet o Token Ring. Además de las especificaciones propias, emitidas por cada asociación relacionada con el tema, hay un número de normas creadas en conjunto por ellas que deben seguirse con apego. A continuación se enlistan las principales organizaciones encargadas de establecer las normas para implementar el cableado.

**ISO (Organización Internacional para la Normalización).** Tiene a su cargo una amplia gama de estándares, incluyendo los referidos a las redes de datos. ISO desarrolló el modelo de referencia OSI. Establece en julio de 1994 la norma 11801 que

define una instalación completa (componente y conexiones) y la utilización de los cable de 100 o 120  $\Omega$ , además, reitera las categorías EIA/TIA (*Asociación de industria eléctricas y telecomunicaciones*), denominadas actualmente como estándar de cableado para telecomunicaciones.

**ANSI (Instituto Nacional Americano de Normalización).** Organización compuesta por corporativos, organismos del gobierno y otros miembros que coordinan las actividades relacionadas con estandarización en E.U. para comunicaciones en general y redes corporativas (networking). ANSI es miembro de la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), y la Organización Internacional para la Normalización. Las normas emitidas por estos organismos son:

- **ANSI/TIA/EIA 568 A y B.** Especifica el sistema para instalación comercial de cableado para telecomunicaciones, fue desarrollada y aprobada por comités del Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI), la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA), y la Asociación de la Industria Electrónica, (EIA). Establece criterios técnicos así como de rendimiento para diversos componentes y configuraciones de sistemas.
- **ANSI/EIA/TIA 569.** Especifica la construcción comercial para conductos y espacios de telecomunicaciones, es decir, ubicaciones, áreas, y conductos a través de las cuales se instalan los equipos y medios de telecomunicaciones.
- **ANSI/TIA/EIA 606.** Encargada de la administración para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales. Proporciona normas para la codificación de colores, etiquetado, y documentación de un sistema de cableado. El seguimiento de esta norma, permite una mejor administración de una red, creando un método de seguimiento de los traslados, cambios y adiciones. Facilita además la localización de fallas, detallando cada cable en la red por características
- Por ultimo, la **ANSI/TIA/EIA 607**, contiene los requisitos para aterrizado y protección para equipos de telecomunicaciones en edificios comerciales, dicta

prácticas para instalar sistemas de tierras que aseguren un nivel confiable de referencia.

Cada una de estas normas funciona en conjunto con la 568 A y B para diseñar e instalar cualquier sistema de telecomunicaciones, además es necesario revisar las normas adicionales como las leyes y previsiones locales como las especificaciones NOM (Norma Oficial Mexicana).

**IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).** Organización profesional cuyas actividades incluyen el desarrollo de estándares de comunicaciones y redes. Los estándares de LAN de IEEE son los estándares de mayor importancia en la actualidad:

- **IEEE 802.1:** Administración de redes.
- **IEEE 802.2:** Implementación de la capa de enlace de datos. Maneja errores, entramados, control de flujo y la interfaz de servicio de la capa de red (capa 3).
- **IEEE 802.3:** Implementación de las capas física y de la subcapa MAC de la capa de enlace de datos. Utiliza el acceso CSMA/CD a varias velocidades a través de diversos medios físicos. Especifica implementaciones para Ethernet: 10Base2, 10Base5, 10BaseF, 10BaseT, y 10Broad36, y para Fast Ethernet: 100BaseTX y 100BaseFX.
- **IEEE 802.4:** Bus de señal pasante.
- **IEEE 802.5:** Implementación de la capa física y de la subcapa MAC de la capa de enlace de datos para transmisión de tokens a 4 y 16 Mbps en cableado STP ó UTP (equivalente a token Ring de IBM).

### **2.8.1 Subsistemas de la norma ISO/TIA/EIA 568 A y B**

Consta de siete componentes diferenciados para su tratamiento individual dentro del sistema integral de cableado:

- **Instalación de entrada (Acometida).** Es el punto donde la instalación exterior y dispositivos asociados entran al edificio. Puede estar utilizado por servicios de redes públicas, redes privadas del cliente, o ambas. Incluye a los dispositivos de protección para sobrecargas de voltaje.
- **Sala de máquinas o equipos.** Espacio centralizado para el equipo de telecomunicaciones que da servicio a los usuarios en el edificio, en algunos casos se compone de sub-secciones denominadas SITE Central con sus respectivos SITE's Secundarios. En este cuarto se concentran los servidores de la red, el conmutador telefónico, entre otros. Debe ser preferentemente de acceso restringido.
- **Gabinete de telecomunicaciones.** Lugar donde terminan en sus respectivos conectores compatibles, los cables de distribución horizontal.
- **Cableado horizontal.** Medio físico usado para conectar cada toma o salida del área de trabajo a un gabinete. Se pueden usar varios tipos de cable para la distribución horizontal.
- **Área de trabajo.** Comprende los componentes que llevan las señales de telecomunicaciones desde la unión de la toma ó salida y su conector donde termina el sistema de cableado horizontal, al equipo o estación de trabajo del usuario, es decir, donde se instalan los servicios (nodos de datos, telefonía, energía eléctrica, etc.). Es el lugar donde se encuentra el personal trabajando con las computadoras, impresoras, etc.
- **Cableado de backbone.** Su función es proveer interconexión entre la sala de equipo de telecomunicaciones del edificio central y los sitios secundarios o alternos incluyendo los medios de transmisión, intermediarios y terminaciones eléctricas y mecánicas.

Por otro lado, el concepto de estructurado se define por algunos puntos planteados a continuación:

- **Solución Segura.** El cableado se encuentra instalado de tal manera que los usuarios del mismo, tienen acceso a lo necesario y el resto del cableado se encuentra perfectamente protegido.
- **Solución Longeva.** Un cableado estructurado se convierte al ser instalado en parte del edificio, por lo tanto tiene que ser igual de funcional que los demás servicios del edificio. La gran mayoría de los cableados estructurados pueden dar servicio por un periodo de hasta 20 años.
- **Modularidad.** Capacidad de integrar varias tecnologías sobre el mismo cableado voz, datos, video.
- **Fácil Administración.** El cableado estructurado se divide en partes manejables que permiten hacerlo confiable y perfectamente controlable, pudiendo así detectar fallas y repararlas fácilmente.

### 2.8.2 Requerimientos para la conexión física

**Conector (RJ-45 y RJ-11).** Es sencillo de conectar a las tarjetas de equipos, es seguro gracias a un mecanismo de enganche. La siguiente figura (figura 2.17) muestra el conector RJ-45, cuenta con 8 contactos para los 4 pares de hilos del cable UTP.

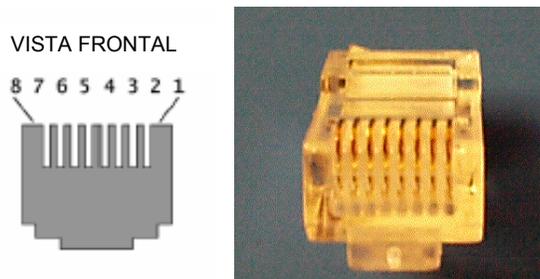


Fig. 2.17 Conector RJ45.

Es el recomendado para la instalación del cableado estructurado. Sujeta al cable de manera que impide que se suelte. Para la instalación, se colocan en orden horizontal los cables. Se inserta la hilera de cables hasta realizar contacto con las terminales, aproximadamente 8 mm. No es necesario retirar el aislante de cada uno de los

alambres de cobre del cable UTP. Posteriormente se presiona el seguro del conector fijando firmemente los cables. La norma EIA/TIA 568 especifica dos configuraciones de conexión para el cable UTP de 4 pares (568 A y B), a continuación se muestra un esquema con el orden a implementar (figura 2.18).

EIA/TIA 568 A		EIA/TIA 568 B	
Blanco – Verde			Blanco – Naranja
Verde			Naranja
Blanco – Naranja			Blanco – Verde
Azul			Azul
Blanco – Azul			Blanco – Azul
Naranja			Verde
Blanco – Café			Blanco – Café
Café			Café

Fig. 2.18 Normas EIA/TIA 568A y 568B.

**Patch Cord.** Cable utilizado para unir dispositivos a la placa en el área de trabajo, es de alta resistencia, esta considerado para ser conectado y desconectado cuantas veces lo requiera el usuario, puede ser fabricado por los encargados de instalar el cableado si cuentan con la experiencia e información para configuración de cable UTP, así como las herramientas necesarias (pinzas especiales para este fin) o en su caso adquirirlo con empresas que se encargan de hacer pruebas y garantizan su certificación con estándares internacionales (figura 2.19).

Existen dos posibilidades de configuración para los extremos de estos cables: directos (straight through) y cruzados (crossover). Los cables directos, tienen en ambas terminales la configuración A o B, pueden ser utilizados para conectar una PC o un router con un switch o hub. Los cables cruzados, es decir terminales combinadas A con B, se utilizan para conectar: PC con PC, switch con switch, hub con hub, switch con hub y router con router.

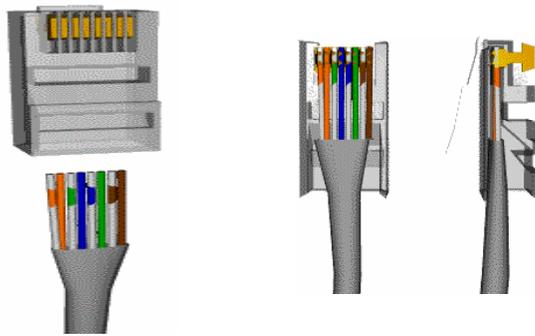


Fig. 2.19 Terminales de Cable UTP.

**Panel de Parcheo.** Consiste en un arreglo de RJ-45 de 12, 24 y 48 puertos en su parte frontal y en su parte posterior, con bloque de punción (110) que proporcionan conectividad con el código de configuración A y B según sea el caso (figura 2.20). Para hacer la instalación de los cables UTP en cada bloque se necesita también una herramienta diseñada especialmente para facilitar este fin. Esta regleta es fijada en un rack y es donde termina el cableado oculto, de esta manera se garantiza que nunca se mueva y no sufra alteraciones. Este dispositivo puede considerarse como de Capa 1 en el Modelo OSI.

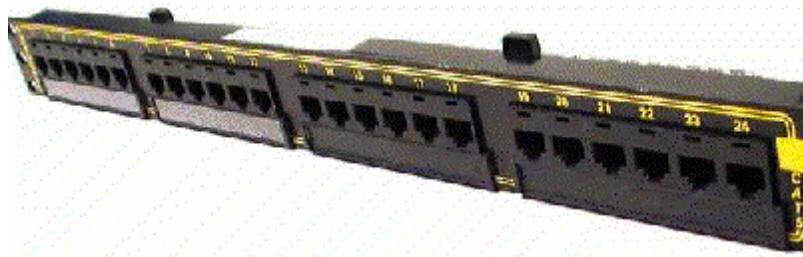


Fig. 2.20 Panel de parcheo.

## 2.9 EQUIPO DE COMUNICACIONES.

Una vez establecidos los conceptos básicos de redes, en cuanto a medios de transmisión, es necesario definir los equipos que serán utilizados para el funcionamiento de la misma.

### 2.9.1 Tarjeta de Red (NIC - Network Interface Card)

 Permite el acceso de los dispositivos conectados en una red para compartir recursos. Operan en la Capa 2 del modelo OSI. Los tipos de tarjeta se diferencian en función del tipo de cableado, arquitectura que se utilice en la red: ISA Arquitectura Estándar de la Industria (Industry Standard Architecture), EISA (Extended ISA), PCI interconexión de Componentes Periféricos (Peripheral Component Interconnect), MCA Arquitectura de Microcanal (Micro Chanel Architecture), PCMCIA Asociación Internacional de Tarjetas de Memoria para Computadoras Personales (Personal Computer Memory Card International Association), sistema operativo de las maquinas, tipo de medio de transmisión, velocidad de transferencia de datos y tipos de bus disponibles.

El más común es del tipo Ethernet con conector RJ45 y las inalámbricas. En una PC convencional se trata de una tarjeta interna al gabinete y para una laptop la terminal denominada PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) es una interfaz externa. El conector (68 pines) tiene contactos más largos para la alimentación e ingresa la energía por el mismo conducto. Pueden variar en función de la velocidad de transmisión (10 Mbps, 10/100 Mbps. o 1000 Mbps). Permite la comunicación y el intercambio de información, convierte de paralelo (PC) a serie (Red) y de serie a paralelo.

Cada tarjeta de red tiene un numero único de 48 bits (12 dígitos en hexadecimal) llamado MAC (Media Access Control - Control de Acceso al Medio), administrados por la IEEE. Seis dígitos son para identificación del fabricante, código del vendedor, y además un identificador único organizativo (ej. para el caso de CISCO es el 00 6D 2F). Los siguientes seis dígitos son para el número de serie de cada NIC, asignado por el vendedor. De lo anterior se desprende que pueden existir un numero de componentes igual a:  $16^{12}$ , es decir, 2 trillones de direcciones posibles ( $281.4749 \times 10^{12}$ ).



Tarjeta ISA (10Mbps)

Tarjeta PCI (10Mbps)



Fig. 2.21 Conectores BNC y RJ45.

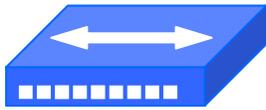
### 2.9.2 Repetidor (Repeater)



Conforme una señal eléctrica viaja a través de un medio de transmisión, esta se va atenuando en proporción directa a la distancia recorrida afectando la calidad de transmisión. Este dispositivo es utilizado cuando se desea un cable más largo que el máximo permitido, dependiendo del material a ser implementado. El repetidor limpia, amplifica y reenvía una señal debilitada por efectos del cable. Por su funcionamiento, se ubica en la Capa 1 del Modelo OSI. Este dispositivo no cuenta con funciones de discriminación, es decir deja pasar todos los paquetes de información.

Para llevar a cabo la implementación de repetidores en la red, se debe tomar en cuenta una restricción llamada: Regla 5-4-3, en la cual se especifica que es posible conectar 5 segmentos de red de extremo a extremo usando 4 repetidores, pero solo 3 segmentos podrán tener hosts (terminales).

### 2.9.3 Hub (Concentrador)



Funciona como un repetidor de múltiples nodos (4, 8 y 24 puertos), cada mensaje enviado por un nodo, es repetido en cada puerto del hub. Permite reunir en un punto los elementos de la red LAN. Se trata de componentes activos; regeneran (amplifican y retemporizan) las señales, las propagan en la red y en algunos casos tienen funciones de supervisión. Por su tipo de función se considera como un dispositivo de Capa 1. No pueden filtrar el tráfico de la red. No pueden determinar la mejor ruta. Se pueden clasificar de acuerdo a sus funciones como sigue:

- **Pasivos.** Solo dividen la señal para varios usuarios, similar a un cable en forma de “y”. (Primera generación)
- **Activos.** Toman la corriente de un suministro de apoyo para regenerar las señales de la red. (Primera generación)
- **Inteligente.** Regeneran la señal y cuentan con un procesador integrado que permite al usuario ejecutar diagnósticos y detectar problemas en los puertos. En la segunda generación de Hub se introducen las funciones de gestión de red mediante el protocolo SNMP, obtiene el estado de puertas (concentrador inteligente *Smart Hub*). Disponen de un microprocesador para la gestión y memoria MIB (base de datos de gestión). La tercera generación de Hub poseen un *backplane* de alta velocidad (ATM). Posee puertas de diferentes técnicas (modularidad LAN, FDDI, Router, Gestión). Incorpora funciones de conmutación para todas las necesidades de una empresa (*Enterprise Switching*). Las funciones de gestión permiten la desconexión de nodos con alarma y aíslan puertas para pruebas locales. Además permite la conexión horaria de puertas, el análisis de protocolo y obtener el estado de carga de enlaces.

Comparten el Ancho de Banda con todos los dispositivos conectados a él. Lo cual provoca que el rendimiento de la red disminuya.

### 2.9.4 Puente (Bridge)



Permite la interconexión de redes LAN (pueden conectar una red Ethernet con una Token Ring u otro tipo) o la subdivisión de redes muy grandes. Diseñado para crear dos o más segmentos LAN, con dominio de colisión separado, permitiendo que más de un dispositivo pueda retransmitir simultáneamente sin provocar una colisión.

Dispositivos de Capa 2 capaces de acceder y leer los paquetes de tal forma que si el destino del paquete está dentro de la misma red de origen, el puente no deja salir la información, para lo cual, el puente necesita las direcciones de ambas redes, ya que filtran el tráfico basándose en las direcciones MAC (tabla interna configurada por el administrador de la red). El usuario final ve las dos redes como si fuera una sola, aunque esta se encuentre segmentada.

### 2.9.5 Switch



Funciona como un puente con múltiples segmentos de red, procesa la información en velocidades más rápidas y es más sofisticado. Dispositivo de capa 2 (en algunos casos existen elementos considerados como de capa 3, de acuerdo a sus funcionalidades). Pueden generar *redes virtuales* (VLAN) y permiten su configuración a través de la propia red. Realiza funciones de conmutación en una estructura en estrella. Simula un Hub desde el punto de vista topológico pero conmuta paquetes en lugar de regenerarlos. Conmutan los datos fuera del puerto al que el propio host está conectado. No detiene el flujo de broadcast y por lo tanto envía esta información hacia todos los segmentos de la red.

Se basa para la toma de decisiones en la dirección MAC. Permite al administrador asignar diferentes anchos de banda a cada nodo de la red, de tal modo que permite dar prioridad a ciertas tareas.

### 2.9.6 Enrutador (Router)



Funciona en la capa de red, se encarga del enrutamiento de paquetes entre redes interconectadas. A través de tablas y algoritmos de enrutamiento, decide el mejor camino que debe tomar un paquete para llegar a una determinada dirección de destino. Permite la conexión de una red LAN hacia una red WAN. Desde el punto de vista del hardware es siempre el mismo, modificándose el software incorporado. Las interfaces de salida dependen de la velocidad a ser utilizada:

- RS-232 o V.24/V.28 para interfaces de 9, 6 o 19.2 kb/s hacia redes X.25.
- V.35 para interfaces de Nx64 kb/s hacia redes Frame Relay.
- G.703 hacia redes de 2 Mb/s del tipo Frame Relay o ATM.
- Interfaz óptica para alta velocidad; por ejemplo, STM-1 en ATM o 100/1000 Mb/s en Ethernet.

El ruteador filtra el tráfico basado en las direcciones IP, la cual dice a que segmento de LAN pertenece cada computadora. Pueden conectar diferentes tecnologías de capa 2; Ethernet, FDDI, etc. Los routers tienen cuatro componentes básicos: procesador, memoria, interfaces y un bus, así mismo, necesitan un Sistema Operativo de Red (IOS) para ejecutar archivos de configuración. Los componentes de la configuración interna de un router son los siguientes:

- *RAM/DRAM*: Almacena tablas de enrutamiento, de conmutación rápida, buffering de paquetes y colas de espera de paquetes. Proporciona memoria temporal y/o de ejecución para el archivo de configuración del router, mientras el router se enciende. El contenido de la RAM se pierde cuando se apaga o se reinicia el router.
- *NVRAM*: RAM no volátil. Almacena el archivo de configuración de inicio/copia de respaldo del archivo de configuración de un router. No se elimina cuando se apaga o se reinicia el router.

- *Flash*: ROM borrable y reprogramable. Contiene la imagen y microcódigo del sistema operativo. El contenido se conserva cuando se apaga o reinicia el router. Se pueden almacenar múltiples versiones del software IOS en la memoria Flash
- *ROM*: Contiene diagnósticos de encendido, un programa bootstrap y software del sistema operativo.
- *Interfaz*: Conexión de red a través de la cual los paquetes entran y salen de un router.

### 2.9.7 Servidor



Equipo que ofrece información o servicios al resto de los dispositivos de la red. La clase de información o servicios determina el tipo de servidor que es; impresión, archivos, páginas web, correo, usuarios, base de datos, etc. El funcionamiento del servidor se basa en el concepto cliente/servidor introducido en 1987 para ambientes de operación LAN, reparte las funciones centrales en el servidor y las distribuidas en los clientes.

### 2.9.8 Gateway

Dispositivo que une dos redes de protocolos distintos en la capa física y enlace de datos, también cuenta con la capas de red y transporte. Realiza una conversión compleja de una arquitectura a otra sin modificar su contenido, solamente cambia cabeceras de una capa a otra, si son superiores; red y transporte, no les realiza ningún cambio. Permiten comunicación entre diferentes aplicaciones; correo electrónico y transferencia de archivos. Son los dispositivos más lentos ya que efectúan dichas conversiones de protocolos. Un Gateway puede ser un nodo de hardware o software, inclusive ambos.

## 2.10 TELEFONÍA IP.

En los años pasados, las personas han utilizado la PSTN (Red Telefónica Conmutada Publica o Public Switched Telephone Network) para la comunicación de voz. Durante una llamada entre dos lugares, la línea es dedicada a las dos partes, ninguna otra información puede viajar sobre ella aunque haya suficiente ancho de banda disponible. Al sobresalir las comunicaciones de datos, las empresas optaron por la contratación de líneas de datos separadas para compartir su información.

Actualmente, las comunicaciones a través de IP se están convirtiendo en un estándar, rompiendo fronteras entre las diferentes tecnologías y medios de comunicación habituales como la telefonía celular, la mensajería instantánea, el correo electrónico, la videoconferencia, etc., el cambio radica en la posibilidad de los usuarios para acceder utilizando un dispositivo como el PDA, la computadora personal, un teléfono inalámbrico ó un teléfono de escritorio.

La convergencia de redes involucra a usuarios de grandes corporativos, pequeñas y medianas empresas e inclusive personas trabajando desde casa, en una sala de espera del aeropuerto ó acceso en lugares con redes inalámbricas. El usuario puede estar conectado en cualquier parte del mundo a través de IP, y hacer uso de sus recursos empresariales como si estuviera físicamente en su oficina.

Se denomina Telefonía IP al conjunto de posibilidades que ofrece el transporte de voz por medio de redes de datos establecidas y las funcionalidades propias del sistema, es decir, convertir las señales de voz en paquetes de datos y llevarlos por la misma infraestructura que se utilizaba únicamente para datos, utilizando el protocolo IP, a este concepto se le conoce como VoIP (Voz sobre IP). Además del uso de este proceso, se agregan las funcionalidades de la telefonía convencional o de conmutación de circuitos, como multiconferencias, servicios de identificación de llamadas, llamadas en espera y la posibilidad de llevar un control en la facturación, entre muchas más.

Existen varios factores para ser tomados en cuenta para implementar la integración o convergencia de redes de voz y datos, entre ellos están; ancho de banda,

costo, retraso – latencia, jitter (Fluctuación de fase), codificación y compresión de voz, calidad de voz y Eco, pérdida de paquetes, detección de actividad de voz y Calidad de servicio (QoS).

El desarrollo de la telefonía IP ha tenido un crecimiento importante, desde hace aproximadamente diez años en que surgieron los primeros acercamientos a la convergencia de redes. Anteriormente a 1995, la comunicación de voz a través de una computadora era virtualmente imposible ya que no tenía disponible un tono de marcado, no había una manera estabilizada para poder canalizar la voz hacia otra computadora, así mismo, no podía entender la recepción de voz digitalizada.

En 1995 VocalTec libero la aplicación InternetPhone, la cual pudo solucionar estos detalles, surgiendo así formalmente la VoIP. Cada computadora creaba un buffer para recibir información de audio de la otra, utilizando un sistema de chat existente a manera de que una computadora pudiera encontrar a otra en Internet. Utilizaba un micrófono agregado y la tarjeta de sonido para la conversión analógica en paquetes digitales y viceversa.

Esta versión de InternetPhone tenía como limitaciones el que ambas computadoras tenían que estar ejecutando la aplicación en el momento en que la llamada era hecha, de lo contrario se perdía la llamada. Las primeras versiones no eran duplex, se hablaba y tenía que esperar por la respuesta, en el caso de las conferencias tripartitas, estas eran imposibles.

Hoy en día, se considera como una tecnología robusta y madura, la cual contempla factores como los anteriormente descritos, incluyendo seguridad, confiabilidad, continuidad del servicio y el buen funcionamiento de arquitecturas de procesamiento centralizado con distribución de aplicaciones. En el caso de México, ya es una realidad, algunos de los distribuidores reportan un crecimiento estimado en 20% anual y se planea utilizarla como motor para llevar los servicios de voz a lugares donde no era posible anteriormente. El análisis de la evolución del negocio de las comunicaciones para voz, muestra una tendencia de migración de minutos de tráfico de voz de telefonía fija a telefonía IP a partir del año 2000, así como un crecimiento en la

contratación de accesos a Internet de banda ancha, lo cual significa la posibilidad de romper con los esquemas hasta ahora utilizados. Es probable que si en alguna ocasión se ha adquirido una tarjeta telefónica prepagada para llamadas internacionales, se ha utilizado ya el sistema de VoIP sin darse cuenta de ello. Al cruzar las fronteras de modo económico como Internet, en lugar de un circuito conmutado, una llamada cuesta solo unos centavos de dólar.

### **2.10.1 Ancho de Banda**

El tipo de aplicaciones utilizadas son sensibles al tiempo y requieren de parámetros muy precisos para su comportamiento adecuado. Este aspecto se complica debido a que el usuario no necesita estar conectado directamente en la red de la empresa, sino que puede estar a kilómetros de distancia, conectarse a través de Internet, y acceder a sus recursos incluidos los de telefonía, es decir, no dispone de un ancho de banda dedicado (10, 100 o 1000 Mbps), sino una conexión de enlace broadband o cable-modem (64, 128 o 256 kbps). Para este caso, en donde la calidad de servicio no es la óptima, es necesario tener mecanismos de contingencia.

### **2.10.2 Costo**

El nivel de inversión inicial depende de la situación actual de la red, es decir, si esta o no basada en estándares, y si los dispositivos de comunicación con los que cuenta actualmente están o no preparados para el cambio, para lo cual existen dos caminos posibles; migración de la red tradicional a IP y PBX habilitado e IP distribuido/híbrido. Los costos actuales pueden ser aminorados por una red convergente. Por un lado, tenemos la disminución de los costos administrativos al centralizarse el control de la red de voz y datos, lo cual le permite a la empresa un crecimiento planeado según las necesidades reales. Por otro lado, disminuyen los costos operativos; larga distancia entre oficinas, sucursales remotas e inclusive a diferentes partes del mundo, es decir,

pagando solo una fracción de lo que cargarían los prestadores de servicios interurbanos tradicionales (carriers) y el costo del cableado estructurado. También es necesario tomar en cuenta las nuevas aplicaciones y el aumento de productividad aprovechando la movilidad, la portabilidad y la colaboración entre los usuarios.

### **2.10.3 Retraso - Latencia**

Ocurre cuando los paquetes de datos son enviados con demasiada lentitud, usualmente a causa de la congestión en la red. Se define como el tiempo que tarda la voz en salir de la boca del que esta hablando y en llegar al oído del que esta escuchando. Existen diferentes tipos de retraso clasificados en: retraso de propagación, causado por la velocidad de la luz en la fibra óptica (una red de 21,000 km, alrededor del mundo, induce un retraso en sentido único de 70 ms) o en las redes basadas en cobre. Retraso de serialización, es la cantidad de tiempo que se tarda en colocar un bit o byte en una interfaz. Retraso de manejo, también llamado retraso de procesamiento, definido por el empaquetado, compresión y switching de paquetes causado por los dispositivos que transmiten la trama a través de la red, cuando se utiliza G.729 se produce un look-ahead inicial de 5 ms, a lo cual se agregan 10 ms, tiempo en que el DSP (Digital Signal Processor – Procesador Digital de Señales) genera una muestra de voz.

El número de muestras depende del administrador de la red y esta estrechamente relacionado con la calidad del servicio (tabla 2.12). Algunos fabricantes de teléfonos IP incluyen la cabecera del Protocolo de Transporte en Tiempo Real (RTP) en el procesamiento del DSP lo cual ahorra tiempo de procesamiento, en lugar de aumentar trabajo para el router que procesará los paquetes. Y por ultimo, el retraso en la gestión de colas aunado al tiempo que se necesita para mover un paquete hasta la cola de salida, ocurre cuando se envían mas paquetes de los que la interfaz de salida puede manejar en un intervalo de tiempo dado, este retraso debe estar por debajo de los 10 ms siempre que se utilice el método de gestión de colas óptimo para cada red.

<b>Muestras G.729 por trama</b>	<b>Cabecera (IP/RTP/UDP)</b>	<b>BW consumido</b>	<b>Latencia (compresión y empaquetado)</b>
Dos (estándar)	40 bytes	24 kbps	25 ms
Cuatro (satélite)	40 bytes	16 kbps	45 ms
Una (latencia baja)	40 bytes	40 kbps	15 ms

Tabla 2.12 Relación entre BW y muestras por trama. G.729.

La recomendación G.114 de la ITU especifica que para una buena calidad de voz no debe darse un retraso mayor de 150 ms de una vía, de extremo a extremo. Algunas formas de retraso son mas largas, aunque están aceptadas porque no hay otra alternativa, por ejemplo, en la transmisión por satélite se tarda aproximadamente 250 ms en el enlace uplink y otros 250 ms en el downlink lo que provoca un retraso total de 500 ms, por lo anterior, se puede concluir que la calidad de voz esta definida por lo que los usuarios aceptan y utilizan.

#### **2.10.4 Jitter (Fluctuación de fase)**

El retraso de extremo a extremo también se ve afectado por la fluctuación de fase. Es una variación en los retrasos de los paquetes, es decir, en el tiempo de llegada de estos. Algunos llegan a tiempo y otros tarde. Cuando los paquetes llegan extremadamente tarde, la red los desecha. Para corregir este problema, se utiliza un búfer de fluctuación de fase, comúnmente considerado como una cola dinámica, su funcionamiento de basa en las marcas de tiempo (timestamps) de RTP, es decir, la cola puede aumentar o disminuir dependiendo del tiempo entre llegada y llegada.

#### **2.10.5 Codificación y compresión de voz**

La comunicación analógica es ideal para la comunicación humana, sin embargo no es robusta ni eficaz para recuperarse del ruido en la línea. En las primeras redes de telefonía, cuando se pasaba una transmisión analógica a través de los amplificadores

para aumentar la señal, no solo se incrementaba la voz, sino también el ruido en la línea, lo cual traía como resultado en la mayoría de los casos una conexión inutilizable.

Resulta mucho más fácil el manejo de muestras digitales, formadas por unos y ceros para discriminar el ruido de la línea. Por lo tanto, se generan las señales analógicas como muestras digitales y se mantiene un sonido limpio. Al hacerse evidentes las ventajas de la representación de la voz en pulsos digitales, la telefonía migro en primera instancia a la Modulación por Impulsos Codificados (PCM, con 8000 muestras por segundo basados en el Teorema de Nyquist). Se utilizan dos variantes de PCM de 64 kbps: la ley  $\mu$ , utilizada en América del Norte y la ley  $a$ , en Europa, ambos utilizan compresión logarítmica en su funcionamiento.

Los primeros métodos de codificación se diseñaron en función de la forma de onda, explotando las características redundantes de estas ondas. En los últimos años se han desarrollado nuevas técnicas empleando procedimientos de procesamiento de señales que comprimen la voz enviando solo información paramétrica simplificada sobre la vibración y modulación de la voz original, necesitando menos ancho de banda para la transmisión. Estas técnicas se pueden agrupar como códecs de origen, e incluyen variaciones como la Codificación con Predicción Lineal (LPC, Linear Predictive Coding), la Compresión de Predicción Lineal con Excitación por Código (CELP, Code Excited Linear Prediction Compression) y la MP-MLQ (Multipulse, Multilevel Quantization).

La ITU normaliza los esquemas de codificación en sus recomendaciones G, entre los estándares más importantes para telefonía y voz por paquetes se encuentran los siguientes (tabla 2.13):

Recomendación	Características
G.711	Describe la técnica PCM de 64 kbps, en un formato para voz digital en la red telefónica pública o a través de PBX.
G.726	Describe la ADPCM (Adaptative Differential Pulse Code Modulation) a 40, 32, 24 y 16 kbps utilizada para comunicaciones de voz por paquetes y telefonía pública o redes PBX.

Recomendación	Características
G.728	Describe una variación de bajo retraso de 16 kbps de una compresión de voz CELP.
G.729	Describe compresión CELP de 8 kbps con dos variantes; G.729 y G.729, anexo A, difieren en cuanto a complejidad de procesamiento, ambas proporcionan calidad de voz buena similar al ADPCM de 32 kbps.
G.723.1	Describe una técnica de compresión utilizada para voz y señales de audio en servicios multimedia a baja velocidad (5.3 kbps, basada en CELP con buena calidad y 6.3 kbps, basada en MP-MLQ de mayor calidad).

Tabla 2.13 Códecs estándar.

### 2.10.6 Calidad de voz y Eco.

Existen dos formas para determinar la calidad de voz, subjetivamente y objetivamente. Los códecs se desarrollan basados en la medida subjetiva de calidad de voz, es decir, la percepción por parte de las personas.

La forma subjetiva se determina por medio de lo que se llama Nota Media de Opinión (MOS, Mean Opinión Score), se dan muestras a un grupo de oyentes para que otorguen puntuaciones entre 1 (malo) y 5 (excelente) y con los datos se obtiene una media. La puntuación MOS para diferentes códecs de la ITU obtenida en pruebas realizadas por los laboratorios CISCO es la mostrada en la tabla siguiente (tabla 2.14):

Método de Compresión	Velocidad (kbps)	Tamaño de muestra (ms)	Puntuación MOS
G.711 PCM	64	0.125	4.1
G.726 ADPCM	32	0.125	3.85
G.728 Predicción lineal con excitación por código de bajo retraso (LD-CELP)	15	0.625	3.61
G.729 Predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada (CS-ACELP)	8	10	3.92
G.729a CS-ACELP	8	10	3.7
G.723.1 MP-MLQ	6.3	30	3.9
G.723.1 ACELP	5.3	30	3.65

Tabla 2.14 Puntuaciones MOS.

Para medir la calidad de voz de forma objetiva, la ITU ha desarrollado la recomendación P.861, utilizando la Medición de la Calidad de Voz según la Percepción (PSQM, Perceptual Speech Quality Measurement), se implementa en una maquina que es capaz de percibir los deterioros provocados por la compresión y descompresión y no por la pérdida de paquetes o fluctuación de fase.

Por otra parte, el eco es un fenómeno provocado normalmente por un desajuste en la impedancia de las terminales y los dispositivos de conversión entre la red IP con la PSTN. El escuchar la propia voz después de un retraso de 25 ms aproximadamente puede provocar interrupciones y romper la cadena en la conversación. El eco puede ser alto y largo, cuanto más alto y largo resultara mayormente incomodo.

Para eliminar el eco se han implementado supresores de eco, para el caso de transmisión de voz analógica y canceladores de eco en códecs de velocidad de transmisión baja directamente en cada DSP. El dispositivo a través del cual esta hablando el usuario guarda una imagen inversa de las palabras durante un cierto tiempo (entre 16 y 32 ms). El cancelador de eco detecta el sonido que viene desde el dispositivo del otro usuario y sustrae lo almacenado para así eliminar todo eco.

### **2.10.7 Pérdida de paquetes.**

En las redes de datos, la pérdida de paquetes es común y esperada. Muchos protocolos de datos utilizan la pérdida de paquetes para saber el estado de la red y reducir el número de paquetes que están enviando. Cuando se genera un tráfico muy intenso en las redes de datos, es importante controlar la cantidad de pérdida de paquetes que hay en esa red.

En promedio los paquetes de voz tienen 20 ms, si la pérdida de paquetes es pequeña, el oyente medio no aprecia la diferencia en la calidad de voz. La estación receptora espera durante un periodo de tiempo (depende del tamaño del buffer de fluctuación de fase) y luego ejecuta una estrategia de ocultación. Esta estrategia de ocultación vuelve a repetir el último paquete recibido por lo que el oyente no aprecia

que hay lagunas de silencios. Se puede realizar la estrategia de ocultación sólo en el caso de pérdida de un único paquete. Si se perdieran múltiples paquetes de forma consecutiva, la estrategia de ocultación sólo se ejecuta una vez hasta que se reciba otro paquete. Para el caso de implementación con el protocolo G.729, se puede alcanzar como máximo un cinco por ciento de pérdida de paquetes a lo largo de la conversación.

### **2.10.8 Detección de actividad de voz.**

En conversaciones de voz normales, una persona habla y la otra se mantiene escuchando. Las redes actuales contienen canales bidireccionales de 64 kbps, con independencia de si alguien está hablando o no, lo cual implica que se pierde por lo menos el 50 % del total del ancho de banda, sin considerar las interrupciones y pausas normales de voz para cada persona.

Al utilizar VoIP se puede utilizar este ancho de banda perdido cuando se tiene dada de alta la Detección de la Actividad de la Voz (VAD – Voice Activity Detection) la cual toma en cuenta la magnitud de la voz en decibelios (dB) y decide cuando debe dejar la voz sin entamar. Cuando la VAD detecta una disminución de la amplitud, espera un tiempo determinado (hangover, aproximadamente 200 ms) antes de dejar de poner tramas de voz en paquetes.

La VAD presenta algunos problemas al momento de determinar cuando finaliza y empieza la voz en situaciones donde hay que distinguir la voz del ruido de fondo, para lo cual se define un umbral de señal a ruido. En ocasiones la VAD se inhabilita a sí misma al principio de la llamada. Otro conflicto inherente es la detección del inicio de una frase, normalmente el principio de la misma es cortada, a este fenómeno se le conoce como recorte de voz frontal, la persona que está oyendo percibe comúnmente este problema.

### 2.10.9 Calidad de servicio (QoS)

El concepto Calidad de Servicio engloba una serie de herramientas implementadas para controlar el flujo de paquetes ordenadamente en una red, y así obtener los recursos de la red optimizados, evitar conflictos y garantizar la disponibilidad en todo momento de comunicación de voz y datos para los usuarios.

QoS hace referencia tanto a la clase de servicio (CoS) como al tipo de servicio (ToS). El objetivo de estas dos características es conseguir el ancho de banda y la latencia necesarios para una aplicación determinada. Una CoS permite agrupar diferentes flujos de paquetes, teniendo cada uno requisitos de latencia y ancho de banda diferentes. Un ToS define un campo en una cabecera del protocolo IP que permite ligar una clase de servicio. Actualmente, un campo ToS utiliza tres bits, lo que permite agrupar ocho flujos de paquetes o CoS. Nuevas peticiones de comentarios (RFC) permitirán que haya seis bits en un campo ToS para obtener mayor número de CoS.

En el diseño de la red, es importante separar las funciones que se desarrollan en los límites de la red de aquellas que ocurren en el backbone de la misma, para conseguir la mejor calidad de servicio posible. Las principales herramientas asociadas son:

- Ancho de banda límite. Depende del tipo de códec utilizado y el número de muestras de voz por paquete.
- Protocolo de transporte en tiempo real (cRTP). Este esquema de compresión reduce la cabecera IP/RTP/UDP a 2 bytes cuando las sumas de verificación de UDP no se utilizan, o a 4 bytes cuando se utilizan las sumas de verificación de UDP. Periódicamente se debe enviar una cabecera entera sin comprimir para verificar que ambos lados tienen el estado correcto.
- Gestión de colas:
  - Gestión de colas apropiada ponderada (WFQ, Weighted Fair Queuing). Utiliza múltiples colas para separar los flujos y concede a cada flujo la

misma cantidad de ancho de banda, se comporta similar a la multiplexión por división de tiempo (TDM), sin embargo, cuando un flujo ya no está presente, se ajusta dinámicamente para utilizar el ancho de banda que queda libre para los flujos que todavía están transmitiendo. WFQ determina un flujo utilizando la dirección de origen y destino, tipo de protocolo, toma y número de puerto y los valores CoS/ToS. Ofrece una fluctuación de fase reducida.

- Gestión de colas personalizada (CQ, Custom Queuing). Permite que los usuarios especifiquen un porcentaje de ancho de banda disponible para un protocolo determinado. Se pueden definir hasta 16 colas de salida, así como una cola adicional para mensajes del sistema.
- Gestión de colas por prioridad (PQ, Priority Queuing). Define cuatro prioridades de tráfico; alta, normal, media y baja. El tráfico de entrada se asigna a una de las cuatro colas de salida, el tráfico de prioridad alta es atendido hasta que la cola este vacía, luego se transmite la prioridad siguiente. Este orden de gestión asegura que el tráfico crítico recibe el ancho de banda necesario, sin embargo, impide que otras aplicaciones lo tengan y tengan riesgo de dejar de funcionar.
- Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ, Class-Based Weighted Fair Queuing). Cuenta con la funcionalidad de proporcionar soporte diferenciado para clases de tráfico definidas por el administrador de la red, se puede crear una clase específica para el tráfico de voz, puede manejar 64 clases diferentes y controlar los requisitos de ancho de banda para cada clase.
- Gestión de colas por prioridad-Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (Priority Queuing- Class-Based Weighted Fair Queuing). Este mecanismo se desarrolló específicamente para dar una prioridad absoluta al tráfico de voz sobre cualquier otro tráfico en una interfaz.

- Clasificación de paquetes:
  - Precedencia IP (IP Precedence). Hace referencia a los tres bits del campo ToS en la cabecera IP los cuales permiten ocho tipos de CoS; rutina, prioridad, inmediato, flash, flash-override, crítica y dos reservadas para info de la red; Internet y red. Es un mecanismo dentro de banda, es decir, no involucra señalización adicional ni carga general en la cabecera IP. Se utiliza con mayor medida en las redes de gran escala. No tiene incorporado ningún mecanismo para rechazar las precedencias IP incorrectas, es necesario monitorear constantemente para que la red permanezca como originalmente fue planificada.
  - Políticas de enrutamiento (Policy routing). Se puede definir una norma para los flujos de tráfico y no tener que depender de los protocolos de enrutamiento para el envío, permite también definir el campo de precedencia IP de tal manera que la red pueda utilizar diferentes clases de servicios.
  - Protocolo de reserva de recursos (RSVP, Resource Reservation Protocol). Permite que los usuarios finales señalen la red con el tipo de QoS necesario para una aplicación determinada. Funciona de extremo a extremo fuera de banda. Solicita una determinada cantidad de ancho de banda y latencia con cada salto en la red que soporta el protocolo. Quien solicita este protocolo es la estación receptora. Tiene tres inconvenientes; la escalabilidad, el control de la admisión y el tiempo que tarda en preparar una reserva de extremo a extremo.
  - IP RTP Reservado (IP Real Time Transport Protocol Reserve). Clasifica el tráfico de acuerdo al rango de puerto UDP del flujo de paquetes. Solo permite una gama de 100 puertos UDP y no admite el control de admisión.

- Prioridad RTP IP (IP RTP Priority). Se utiliza para habilitar la creación del esquema de gestión de colas de prioridad estricta para datos sensibles al retraso.
- o Medición y flujo de formación del tráfico:
  - Formación de tráfico genérico (GTS). La formación de tráfico permite controlar la utilización del ancho de banda disponible, establecer mediciones de tráfico y regular el flujo del tráfico para evitar la congestión. Controla el tráfico saliente de una interfaz para hacer coincidir su flujo con la velocidad de la interfaz de destino remota y asegurar que el tráfico se ajusta a las normas específicas. Soporta una cola de formación WFQ.
  - Formación de tráfico Frame Relay (FRTS). Soporta una formación basada en cada identificador de conexión de enlace de datos.
  - Tasa de acceso comprometido (CAR, Committed Access Rate). Se definen acciones de cumplimiento, para transmitir el tráfico y de exceso, para interrumpir el paquete o marcarlo con un valor de precedencia mas bajo. Se puede limitar la tasa del tráfico también por la dirección de control de acceso al medio, direcciones IP u otros parámetros, se pueden configurar listas de acceso para crear normas de límite de tasa más específicas [no es soportado por Fast EtherChanel, Túnel e Interfaz de acceso principal (PRI, Primary Rate Interface)].
- o Fragmentación. La fragmentación divide los paquetes de mayor tamaño en paquetes más pequeños. Se puede determinar el tamaño del fragmento de acuerdo a la velocidad del enlace (ver la tabla en la sección de apendices) y de las muestras por trama.

Para el caso específico del backbone, se tienen las siguientes herramientas en la red:

- o Transporte de alta velocidad:
  - Paquetes sobre SONET (Synchronous Optical Network).

- Transporte IP sobre ATM (Asynchronous Transmission Mode).
- o Gestión de colas de alta velocidad:
  - Detección temprana aleatoria ponderada (WRED, Weighted Random Early Drop/Detec). Es útil en redes TCP/IP de alta velocidad para impedir la congestión interrumpiendo paquetes a una velocidad controlada.
  - Gestión de colas apropiada temporada distribuida (DWFQ, Distributed Weighted Fair Queuing).

## 2.11 RECOMENDACIÓN H.323.

La recomendación H.320 especifica las características para la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) y H.324 para el Servicio telefónico analógico convencional (POTS, Plain Old Telephone Service) como mecanismos de transporte.

El H.323 es una familia de estándares definidos por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) en 1996, para las comunicaciones multimedia sobre redes LAN. Esta definido especialmente para aquellas redes que no son capaces de garantizar calidad de servicio (QoS) como pueden ser las redes basadas en los protocolos TCP/IP e IP sobre Ethernet, Fast Ethernet o Token Ring. Se construye sobre muchos elementos del H.320 y amplía las características de este último en aspectos como el comportamiento del tráfico de paquetes y en la forma de ser transmitidos, así como mejoras en las técnicas de compresión y señalización. Consta de los siguientes componentes y protocolos (tabla 2.15):

Función	Protocolo
Señalización de llamadas	H.225
Control de medios	H.245
Códecs de audio	G.711, G.722, G.723, G.728, G.729
Códecs de video	H.261, H.263
Compartir datos	T.210

Función	Protocolo
Transporte de medios	RTP/RTCP

Tabla 2.15 Componentes y protocolos H.323.

Para observar la relación entre los protocolos, se puede analizar H.323 como un modelo de capas, dividido en tres áreas de control principales: señalización de registro, admisiones y estado (RAS); proporciona un control de prellamadas en redes basadas en gatekeeper. Señalización de control de llamadas; para conectar, mantener y desconectar llamadas entre puntos finales. Y el área de control y transporte de medios; proporciona un canal H.245 seguro para transporte de mensajes de control de medios, sobre un flujo UDP (para conocer detalles de la funcionalidad de estas áreas, así como un flujo de llamada H.323, ver el apéndice C), en la siguiente figura se muestra la distribución de protocolos en entrega segura y poco segura:

Entrega de TCP segura		Entrega de UDP poco segura		
H.245	H.225		Flujos de audio/video	
	Control de llamadas	RAS	RTCP	RTP
TCP		UDP		
IP				
Capas físicas/datos				

Fig. 2.21 Capas del conjunto de protocolos H.323.

Los elementos necesarios para implementar un sistema H.323 son los siguientes:

**Terminal.** Es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otra terminal H.323, gateway o unidad de control multipunto (MCU). Esta comunicación consta de señales de control, indicaciones, audio, opcionalmente video y datos entre las dos terminales.

Dentro de la terminal, encontramos los siguientes elementos: unidad de control del sistema, intercambio de capacidad, mensajería y señalización de comandos para H.225 y H.245. Transmisión de medios; da formato para el audio, video, flujos de control y mensajes transmitidos y recibidos en la interfaz de red. Códec de audio. Interfaz de red; capaz de hacer servicios de unidifusión y multidifusión de extremo a extremo (TCP y

UDP). Códec de video; es opcional si esta presente debe ser compatible con H.261. Canal de datos; soporta aplicaciones como acceso a base de datos, transferencia de archivos y conferencias audiográficas, especificadas en la recomendación T.120.

**Gatekeeper (GK).** Es una entidad que proporciona la traducción de direcciones y el control de acceso a la red de las terminales H.323, gateways y MCU. Puede también ofrecer servicios como gestión de ancho de banda y localización de gateways. En la versión 3 de H.323 se describe la utilización para el gatekeeper de secuencias consulta/respuesta (Location Request LRQ ó Location Confirmation LCF) para localizar a los usuarios remotos. Si está presente en la red, lleva a cabo lo siguiente: conversión de direcciones; IP (alias H.323; usuario@dominio.com) ó E164 (números de teléfono normales). Control de admisiones; utilizando los mensajes ARQ/ACF/ARJ (Admission Request/Admisión Confirm/Admisión Reject). Administración de zona. Opcionalmente: señalización de control de llamadas. Autorización de llamada; para restringir el acceso a determinadas terminales y gateways o de acuerdo a la hora del día. Administración de ancho de banda; rechazo de admisión si el ancho de banda no está disponible. Administración de llamada; incluye una lista de llamadas activas para indicar que un punto final está ocupado.

**Gateway de VoIP (GW).** Es un extremo que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales H.323 en la red IP y otras terminales o gateways en la red conmutada (PSTN). Traduce entre formatos de audio, video y transmisión de datos, así como en sistemas de comunicación y protocolos. Si la red no tiene conexión con la red de circuito conmutado (SCN) no es necesaria su implementación, los puntos finales se pueden comunicar directamente sobre la red.

**MCU (Multipoint Control Unit).** Soporta conferencias de tres o más puntos finales, bajo el estándar H.323, llevando la negociación entre terminales para determinar las capacidades comunes para el proceso de audio, video y controlar la multidifusión.

Adicionalmente a los elementos descritos, podemos utilizar un Servidor proxy H.323, el cual actúa en la capa de aplicación y puede examinar los paquetes entre dos

aplicaciones que se comunican, pueden determinar el destino de una llamada y realizar la conexión si se desea. Para aumentar la seguridad, se puede utilizar un firewall, de esta manera, el firewall se encarga de la seguridad de los datos y el servidor proxy de la seguridad para H.323.

### **2.11.1 SIP (Session Initiation Protocol)**

En 1999, la IETF (Internet Engineering Task Force – Fuerza de Trabajo de Ingeniería de Internet), publicó un estándar para la telefonía por Internet, el Protocolo de Iniciación de Sesión (RFC 2543, 3261). Es un protocolo de control de señalización de la capa de aplicación para la creación, modificación o finalización de sesiones donde existan uno o más participantes. Estas sesiones pueden ser llamadas telefónicas, distribución de multimedia, videoconferencia, etc. Se trata de un estándar importante para los sistemas de telefonía vía Internet de nueva generación. SIP puede operar en conjunción de señalización, como el H.323.

Funciona de forma similar al protocolo http, es decir, con sintaxis basada en texto claramente entendible y fácil interpretable. Permite establecer una o varias sesiones, sea cual fuere el servicio utilizado (audio, video, mensajería instantánea, etc.), únicamente se requiere la dirección electrónica del usuario para identificarlo (usuario@dominio.com), y no la dirección IP para brindarle el servicio, debido a la existencia de un servidor SIP que funciona como un conmutador telefónico en el que se registran todos los dispositivos SIP.

El proceso es el siguiente: el servidor SIP guarda en una base de datos el nombre de un usuario junto con su clave y avisa al sistema de su entrada, en el momento en que alguien hace una petición para el establecimiento de una sesión con otro usuario, el servidor SIP revisa su base de datos y en caso de tenerlo registrado, envía un mensaje que invita a participar en una comunicación, ya sea a través de una señal de voz, datos o multimedia (tono de marcado virtual de Internet). El destinatario debe aceptar o denegar esta invitación. Una vez que se acepta, se establece la sesión, en caso

contrario, devuelve un mensaje de no disponibilidad, SIP tiene la forma de encontrar el destinatario y ver que tipo de conexión esta utilizando.

SIP habilita también otras aplicaciones de Internet como el nombre de una persona en la lista de contactos del software de mensajería instantánea y videojuegos.

Actualmente, la Universidad Nacional Autónoma de México, es integrante del grupo de trabajo The Presence and Integrated Communications Working Group in Internet 2, en el desarrollo y pruebas del proyecto PIC-SER (Presence and Integrated Communications – SIP Express Router), en conjunto con las universidades; Columbia University, Florida State University, University of California, University of Pennsylvania, Massachusetts Institute of Technology Plasma Science and Fusion Center y la Universidad Politécnica de Cataluña. Los objetivos principales son probar, establecer y dar soluciones para los protocolos SIP y SIMPLE (SIP Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions), mediante una infraestructura para la mensajería instantánea y presencial, unificada con voz, video y diversos medios de comunicación en tiempo real, para el uso de Internet 2.

### **2.11.2 Protocolo H.248**

La norma H.248 representa el enfoque de un protocolo de control de aplicaciones de gateway único, abarca una amplia gama de aplicaciones que trasladan información a través de las redes IP, PSTN, ATM, entre otras.

CAPÍTULO  
3

---

***SITUACIÓN ACTUAL  
DE LA RED***

---

### 3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED

La Secretaría de Desarrollo Social es parte importante del sistema gubernamental, su relación con la población requiere presencia en cada uno de los estados que componen el país, así como oficinas centrales en el Distrito Federal que se encargan de regir la distribución de recursos y programas. Para realizar lo anterior, cuenta con una infraestructura de comunicaciones amplia, sin embargo, poco a poco va llegando al límite de sus capacidades, por ello la importancia de implementar nuevas tecnologías como la integración de redes de voz y datos, es decir, implementar Telefonía IP. Este cambio orientado principalmente para aumentar la calidad y servicio en beneficio de las prácticas administrativas al interior de la SEDESOL, para satisfacer las necesidades de los servidores públicos y con ello brindar pronta atención a la ciudadanía.

Actualmente, la parte central de la Secretaría se encuentra dividida en departamentos instalados en las tres sedes de la Ciudad de México (Av. Reforma 51, 116 y 333), además existen sedes alternas en Palacio Nacional, Tepepan y Cuicuilco, donde se tienen establecidas oficinas y bodegas de materiales que son utilizados por la Secretaría para su funcionamiento interno. Por otra parte, cuenta también con instalaciones en cada uno de los estados de la República Mexicana (Delegaciones).

El Site Central (o MDF – Servicio de Distribución Principal) se encuentra en el cuarto piso de Av Reforma 116. El acceso a Internet, así como la salida a la PSTN es administrado por enlaces contratados a TELMEX, equivalentes a 5 E1's (7.72 Mbps).

La comunicación entre edificios, en el caso de la Ciudad de México y con las delegaciones en los estados, se realiza por medio de enlaces dedicados contratados con TELMEX, por medio de fibra óptica y cable coaxial. En el caso de comunicaciones entre el edificio de Av Reforma 51 y 116, existe también un enlace de microondas, sin embargo este enlace es poco utilizado por las deficiencias propias de medio de comunicación.

### 3.1 RED DE VOZ

El sistema telefónico institucional actual esta compuesto por un conmutador central PBX, el cual esta a punto de saturarse por el número de extensiones telefónicas asignadas a los usuarios. Este equipo es capaz de soportar aplicaciones de nueva generación en telefonía como correo de voz, extensiones digitales y multiconferencias, sin embargo para hacer más eficiente el uso de los recursos es recomendable unificar sus funciones con la red de datos para incrementar la disponibilidad de extensiones telefónicas. En cada uno de los IDF's se encuentran los paneles con tabletas de identificación para la administración de cada extensión telefónica instalada, en los cuales se realiza la conexión y movimientos para los casos en que extensiones telefónicas se mueven físicamente entre oficinas o estaciones de trabajo.

En una primera etapa, la Dirección General de Informática de la Secretaría decidió cambiar las extensiones telefónicas para migrar a digitales únicamente y dejar atrás las analógicas con el fin de mejorar la infraestructura y proporcionar mayores funcionalidades a los usuarios, proceso en el que actualmente se esta trabajando como primer punto de actualización. Con el incremento de los usuarios, se ha generado una desorganización en muchas partes del edificio donde desembocan las conexiones a los racks telefónicos, inclusive en algunas ocasiones los ductos instalados para este fin, no tienen el número suficiente para transportarlos. El sistema telefónico en el edificio sede, cuenta actualmente con el siguiente equipo:

- Conmutador Definity (multi - carrier) de AVAYA modelo **G3xV11** con versión de software **R011x.03.0.526.5** con la siguiente cantidad de tarjetas (tabla 3.1):

Cantidad	Descripción	Total puertos	Puertos libres
1	Tarjeta de extensiones analógicas 24 puertos	24	24
55	Tarjetas de extensiones analógicas 16 puertos	880	138
9	Tarjetas de extensiones digitales 8 puertos	72	67
7	Tarjetas de extensiones digitales 24 puertos	168	27

Tabla 3.1. Tarjetas instaladas en el conmutador de SEDESOL.

La configuración física de las tarjetas en los gabinetes del conmutador se encuentra en el Apéndice H.

- Las extensiones en funcionamiento actualmente son (tabla 3.2):

Tipo	Cantidad
Analógicas	740
Digitales	258
Total	998

Tabla 3.2. Extensiones actuales en la Secretaría.

De manera gráfica, se observa la distribución de las extensiones al interior de la Secretaría (figura 3.1):

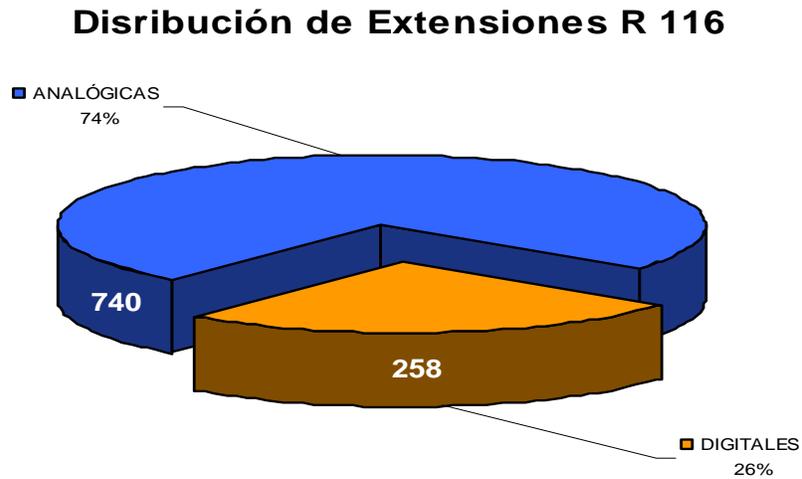


Fig. 3.1. Distribución de extensiones telefónicas en SEDESOL.

A su vez, las extensiones analógicas tienen diferentes usos como en máquinas de FAX. Además de que actualmente algunas de las extensiones declaradas en el conmutador están disponibles, en la figura 3.2 se muestran estos datos:

### Distribución Extensiones Analógicas

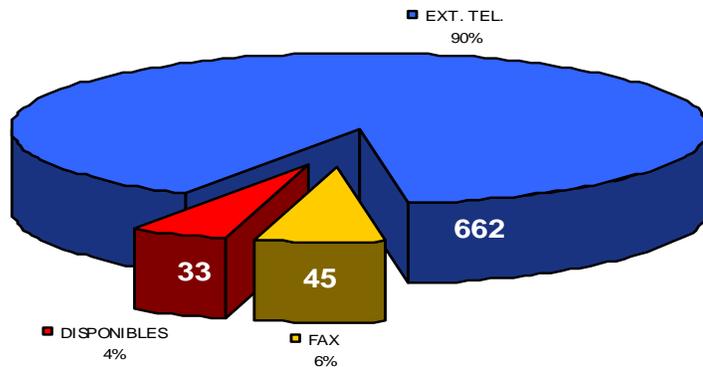


Fig. 3.2. Distribución de extensiones analógicas en SEDESOL.

En el caso de las extensiones digitales, la distribución es la siguiente (figura 3.3):

### Distribución Extensiones Digitales

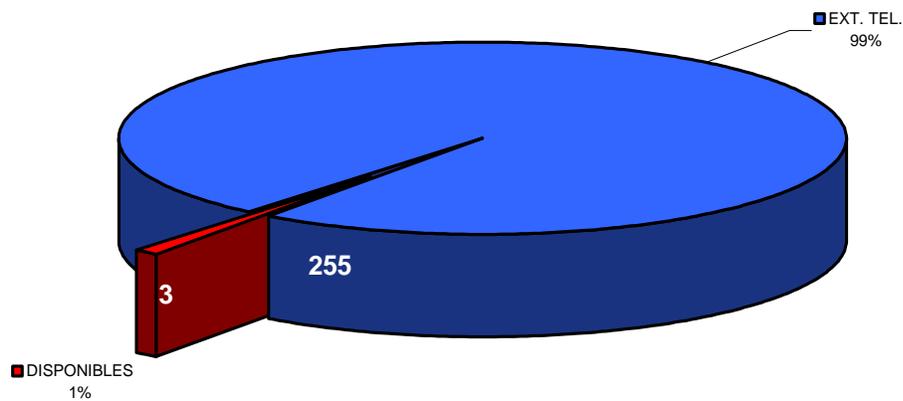


Fig. 3.3. Distribución de extensiones digitales en SEDESOL.

- Líneas directas o DID: 200 en total.
- Los equipos telefónicos en su mayoría se encuentran dados de alta en el conmutador como el modelo K2500, siendo este el estándar para homologar las altas de las extensiones nuevas o los cambios internos, por su parte los teléfonos digitales unilínea y multilínea, son del modelo 6210, 6408D+, 7406D y 8410D (marca AVAYA).

Por otro lado, el nivel de disponibilidad de procesamiento del equipo es alto, en monitoreos periódicos llevados a cabo se observa que el porcentaje de ocupación del procesador es no mayor al 3% diario. El período es 20 - 24 de Junio del 2004 (figura 3.4).

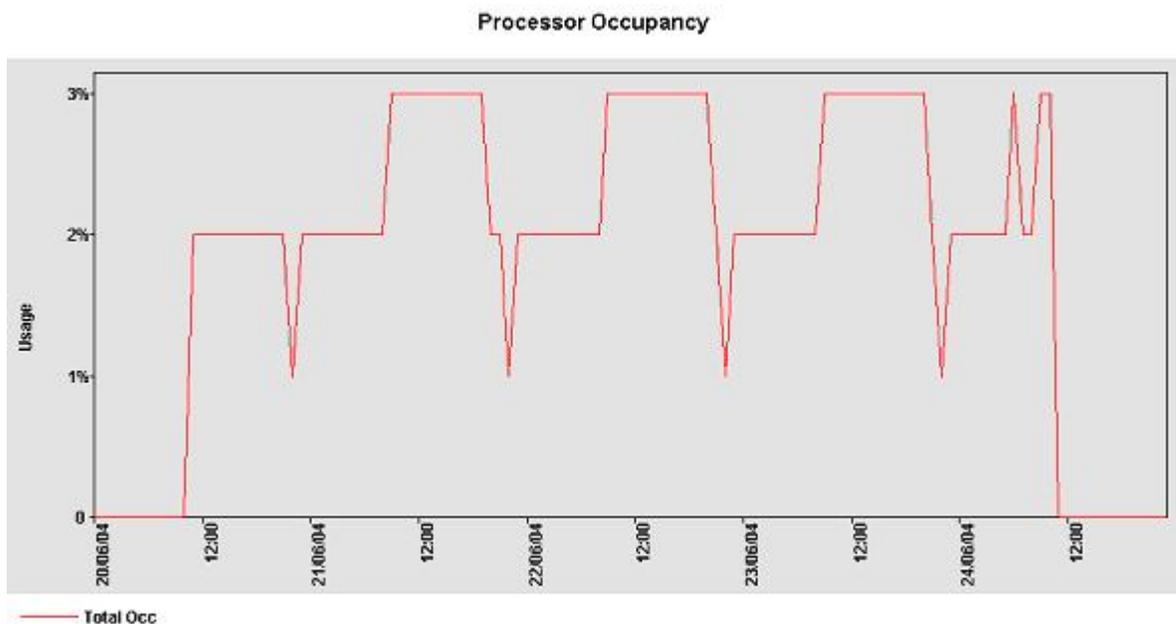


Fig. 3.4. Comportamiento del procesador central del conmutador telefónico en SEDESOL.

El análisis de número de llamadas en el período del 20 al 24 de Junio del 2004 se muestra en la siguiente gráfica (figura 3.5):

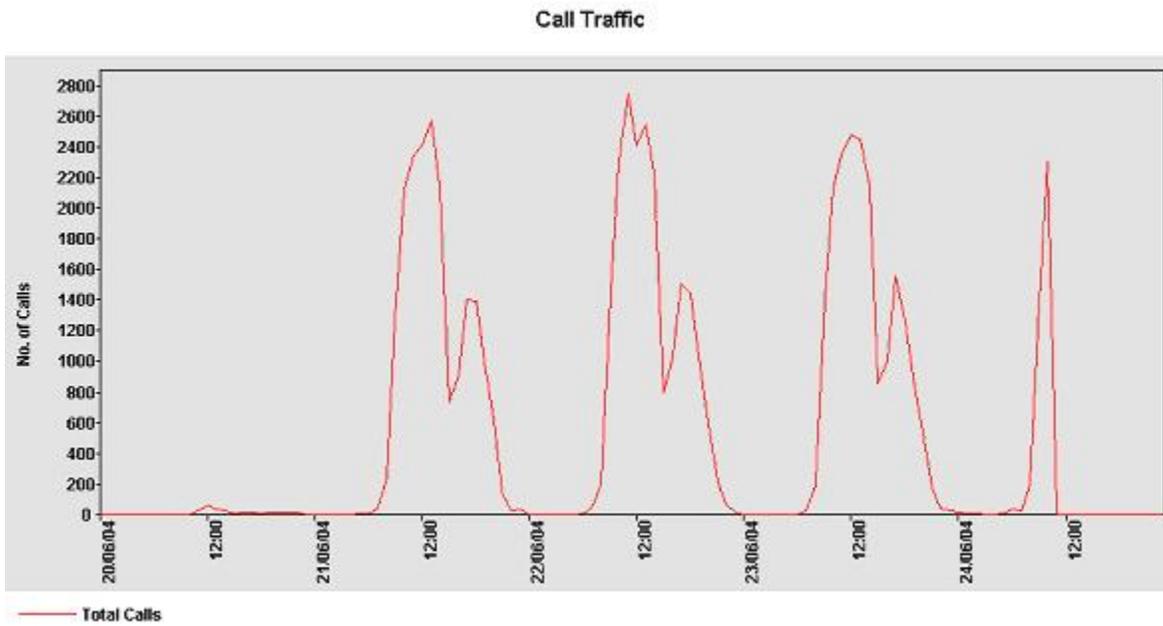


Fig. 3.5. Número de llamadas diarias en SEDESOL.

El día con mayor tráfico el 22 de Junio del 2004 (figura 3.6).

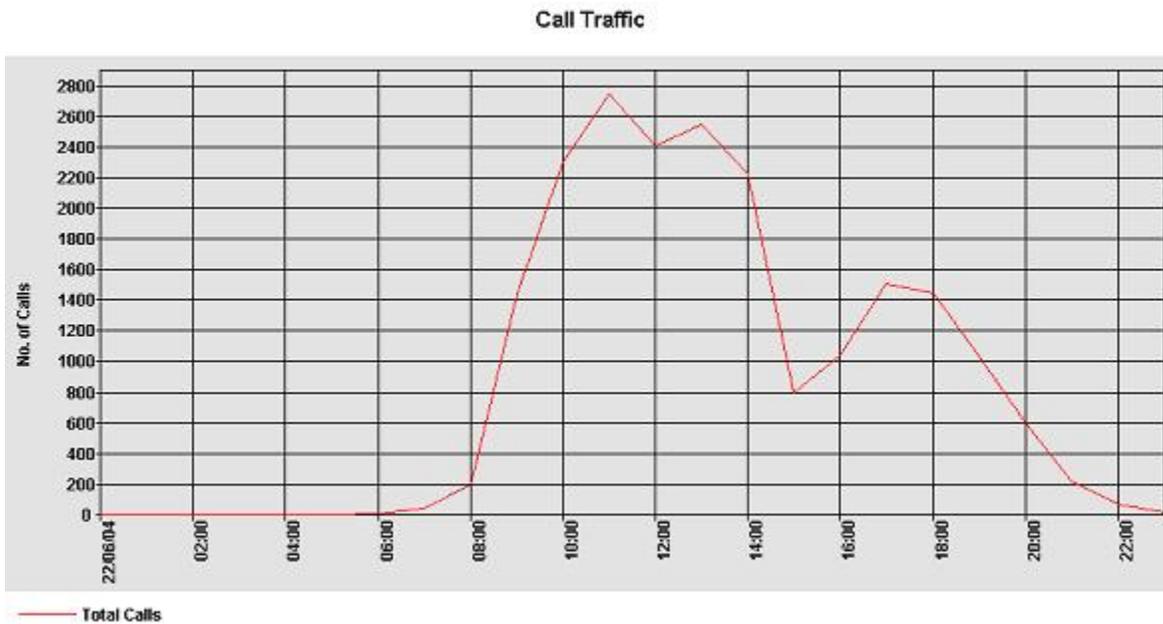


Fig. 3.6. Tráfico mayor.

El mayor tráfico del día se presenta a las 11:00 hrs.

Existen además dispositivos que permiten llamadas a servicios de celular (Telulares) con un control de números autorizados al interior de las instalaciones de la Secretaría.

A continuación, se muestra en la figura 3.7 la distribución de la Red telefónica:

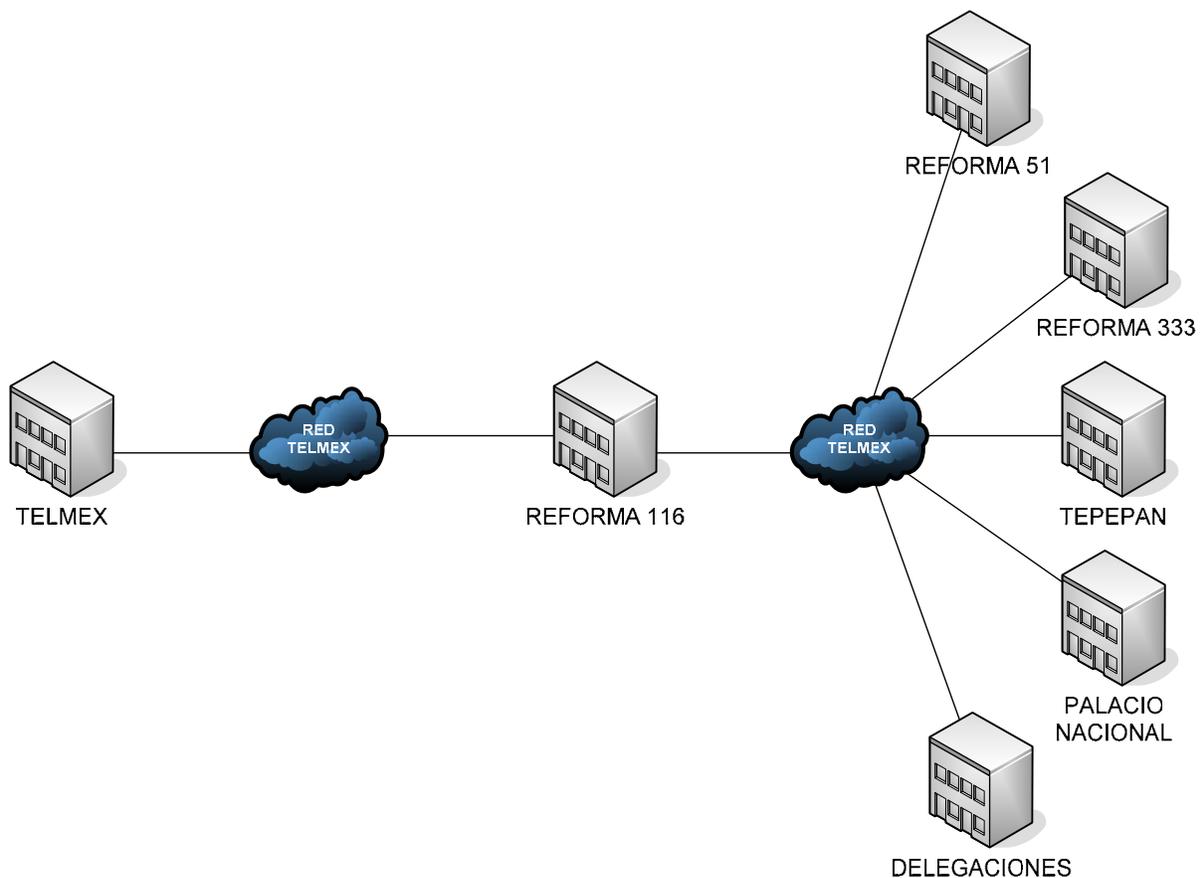


FIG 3.7. Situación actual en la red de voz. SEDESOL.

Así mismo, se muestran las conexiones locales e interoficinas en las figuras 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11.

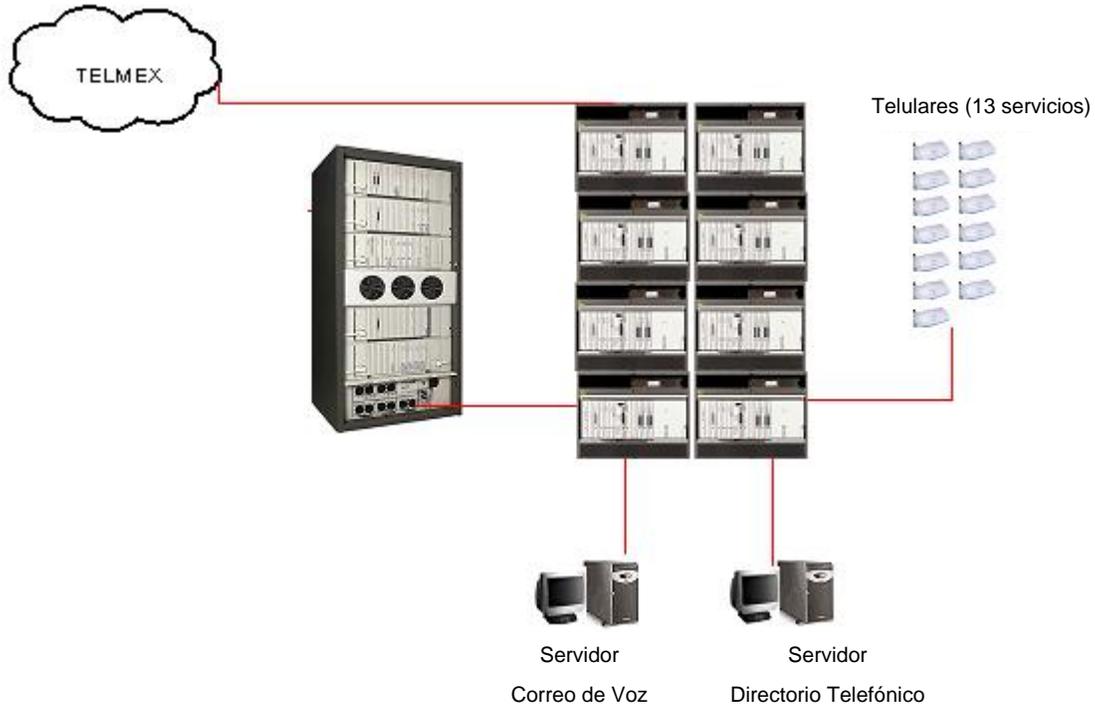


FIG 3.8. Situación actual en la red de voz. SEDESOL (Reforma 116).

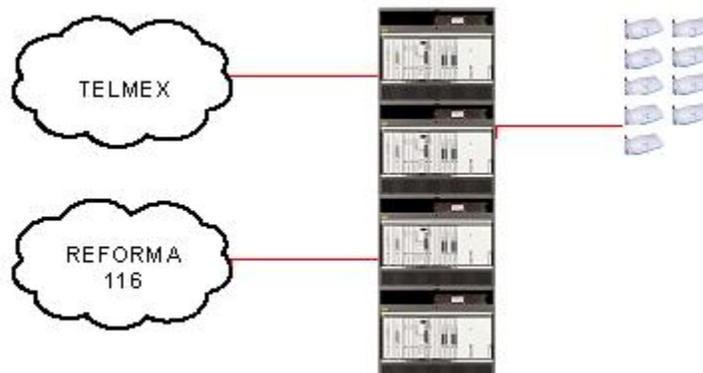


FIG 3.9. Red de voz SEDESOL (Reforma 51).

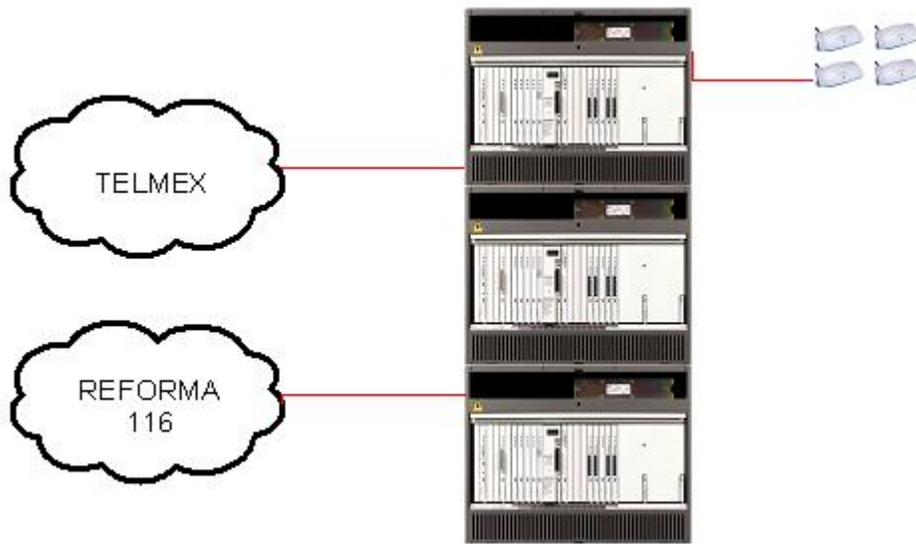


FIG 3.10. Red de voz SEDESOL (Reforma 333).

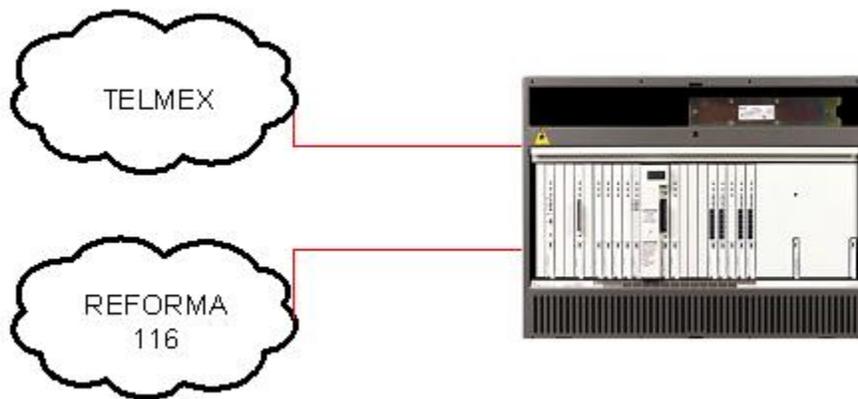


FIG 3.11. Red de voz SEDESOL (Palacio Nacional y Tepepan).

## 3.2 RED DE DATOS

Por otro lado, la infraestructura de datos ha crecido conforme el número de usuarios se incrementa, lo que trae consigo un retardo en la red, en algunas partes del edificio se tiene cableado de estándares inferiores a la categoría 5e, el cual se encuentra en proceso de ser sustituido, en áreas donde el cableado es inexistente o se registran remodelaciones, se instala categoría 5e y se toman las medidas para prevenir los requerimientos futuros en la zona. La red trabaja a velocidades 10/100 Mbps, con tecnología Fast Ethernet y con un backbone de fibra óptica a 1000 Mbps (Gigabit).

La red de datos esta identificada con etiquetas en las placas de salida a los usuarios y en los paneles de parcheo de los IDF's (Servicio de Distribución Intermedio, en Reforma 116 en los pisos: Sótano, Piso 6, Piso 9, Piso 12, Piso 15) instalados a lo largo del edificio central y sedes alternas, de acuerdo a las normas EIA/TIA568A.

Los racks cuentan con instalaciones de energía eléctrica regulada conectados a un UPS, al sistema de tierra física y ductos instalados del sistema de aire acondicionado para garantizar la correcta ventilación.

Tiene instalado un backbone de fibra óptica conectado a un switch central de alto desempeño, modelo Catalyst 2950 de CISCO, cuenta con sistemas redundantes para administración y procesamiento. Puede soportar manejo de Calidad de Servicio mediante políticas de tráfico. Es capaz de soportar Redes Virtuales por puerto o subred separando entre redes de voz y datos. Proporciona estadísticas de transmisión y recepción de paquetes, errores por puerto y uso de memoria.

Cuenta con 24 hub's y 27 switch's. A continuación se muestra una relación de los equipos utilizados, distribuido por piso y tipo de conexión (tabla 3.2).

Ubicación	Marca	Tipo de Equipo	Modelo	Serie	Conexión	
Sótano	Avaya	Switch	C363T	S4637505 (Principal) S4637340 S4637441 S4637395 S4637349 S4637433 S4637412 S4637409 S4639429	Apilamiento	
	Alcatel			Omni Stack 6024	S/N	Cascadeo
Piso 4	3Com	Switch	3C16467	0200/LPWG013680 (Principal)	Cascadeo	
		Hub	3C16405	0308/7TRV26B0F0		
			3C16671	180000/19001/00019		
			3C16611	0900/7ZBV2064FA4 0900/7ZBV2065808 0801/7ZBV2009FE1 0802/7ZBV2058941 0801/7ZBV200EFBE		
				3C16610		0801/KZAS406E94E
				3C16630A		0100/7TAB018905
Piso 6	Alcatel	Switch	Omni Stack 6024	S/N (Prncipal)	Cascadeo	
	3Com		3C16987A	0702/7MCV1L7B72F38 0702/7MCV1L7B736B8		
			3C16465B	0301/7MFF046577		
		Hub	3C16406	0303/7TSV2991D4 0303/7TSV24C897 0801/7ZBV200F078		
Piso 9	Alcatel	Switch	Omni Stack 6024	S/N (Principal)	Cascadeo	
	3Com	Hub	3C16611	0801/KZBS4D83024	Cascadeo	
				0802/7ZBV061E69	Apilamiento	
			3C16610	0802/7ZAV204CC86 0802/7ZAV205EAF7		
			3C16406	0303/7TSV24ED98	Cascadeo	
3C16671A	0101/7W5V096586 0101/7W5V097378					

Ubicación	Marca	Tipo de Equipo	Modelo	Serie	Conexión	
Piso 12	Avaya	Switch	C363T	S4639468 (Principal) S4637332 S4637392 S4639373 S4637326 S46477290 S46377327	Apilamiento	
	3Com			3C16467	0200/LPWG013887	Cascadeo
	Alcatel			Omni Stack 6024	S/N	
Piso 15	Alcatel	Switch	Omni Stack 6024	S/N	Cascadeo	
	3Com		3C16467	0200/LPWG013711		
		Hub	3C16611	0801/7ZBV200EF43 0801/7ZBV200EEBC 0900/7ZBV2064CB3 0802/7ZBV20582FF 0801/7ZBV200EF04		

Tabla 3.2. Descripción de equipo de comunicaciones. SEDESOL.

La descripción de los servicios para el edificio sede, así como las áreas del mismo se encuentra en la siguiente tabla (tabla 3.3):

Piso	Departamento	Conexión desde
Sótano	Dirección general de informática, Dirección de proyectos informáticos, Dirección de planeación normatividad y dictaminación técnica, Dirección de servicios informáticos, Dirección de telecomunicaciones, Subdirección de análisis y diseño de sistemas, Subdirección de diseño de sistemas de información geográfica y sitios web, Subdirección de dictaminación técnica, Subdirección de planeación y normatividad, Subdirección de telecomunicaciones, Subdirección de administración de la arquitectura de datos y sistemas aplicativos, Subdirección de servicios informáticos, Subdirección de construcción de componentes de software e integración de sistemas, Departamento de servicios de voz y datos, Departamento de desarrollo de sistemas administrativos,	Sótano

Piso	Departamento	Conexión desde
	Departamento de servicios de correo Internet, Departamento de servicios informativos.	
PB	Coordinación de asesores del C. secretario (Gabinete de apoyo), Dirección de eventos de SEDESOL externos, Dirección general adjunta de análisis y enlace con delegaciones, Fonart.	Sótano
1	Estacionamiento	S/C
2	Estacionamiento	S/C
3	Estacionamiento	S/C
4	Dirección general de recursos materiales, Dirección de adquisiciones y contrataciones, Dirección de gestión y presupuesto, Dirección de almacenes y activo fijo, Dirección de regulación inmobiliaria, Dirección de servicios informáticos, Dirección de mantenimiento, Dirección de relaciones públicas, Subdirección de administración documental, Subdirección de relaciones públicas, Subdirección de contratación, Subdirección de adquisiciones mayores, Subdirección supervisión de servicios, Subdirección de logística, Subdirección de eventos, Subdirección de telefonía, Subdirección de obras y proyectos, Subdirección de suministro y control de bienes, Subdirección de mantenimiento, Subdirección de control de gestión.	4
5	Subsecretaría de prospectiva planeación y evaluación, Secretaría particular del C. subsecretario (gabinete de apoyo), Secretaría técnica del C. subsecretario (gabinete de apoyo), Secretaría de apoyo del C. subsecretario (gabinete de apoyo), Dirección general de evaluación y monitoreo de los programas sociales, Dirección general adjunta de monitoreo de programas sociales, Dirección de monitoreo, Dirección de análisis estadístico, Dirección de análisis socioeconómico, Dirección de análisis e interpretación de métodos cuantitativos,	4

Piso	Departamento	Conexión desde
	Subdirección de análisis y procesos, Departamento de indicadores de impacto, Dirección general de análisis y prospectiva, Subdirección de investigación estratégica, Subdirección de información estadística, Unidad de planeación y relaciones internacionales, Dirección general adjunta de relaciones internacionales y proyectos especiales, Dirección general adjunta de planeación, Dirección de proyectos especiales.	
6	Dirección general de geoestadística y padrones de beneficiarios, Dirección general adjunta de integración de padrones, Dirección general adjunta de estadística, Dirección de estadística, Dirección de georreferenciación, Dirección de normatividad y tecnología, Dirección de supervisión e integración, Dirección de soporte de padrones de beneficiarios, Subdirección de estudios socio económicos, Subdirección de visualización geográfica, Subdirección de supervisión y validación, Subdirección de procesamiento estadístico, Subdirección de digitalización cartográfica, Subdirección de edición y visualización electrónica, Subdirección de vinculación operativa, Departamento de procesos de padrones.	6
7	Coordinación jurídica, Subsecretaría de desarrollo social y humano, Coordinación de asesores (gabinete de apoyo).	6
8	Dirección de eventos de SEDESOL externos, Dirección de planeación, Subdirección de prensa, Subdirección de prospectiva y transparencia informativa, Subdirección de atención a medios regionales y locales, Departamento de seguimiento de proyectos editoriales, Departamento de síntesis, Departamento de monitoreo, Departamento de diseño gráfico, Dirección de enlace social.	6
9	Unidad de coordinación sectorial,	9

Piso	Departamento	Conexión desde
	Unidad de coordinación de delegaciones, Dirección general adjunta de operación de programas, Dirección general adjunta de desarrollo delegacional, Dirección de aseguramiento de calidad y mejora continua, Dirección de operación de programas de desarrollo urbano, Dirección de estudios y análisis con delegaciones, Dirección de gestión institucional,	
10	Subdirección de atención ciudadana y demanda social, Subdirección de reingeniería de procesos, Subdirección de recursos humanos delegacionales, Subdirección de seguimiento y atención a observaciones, Subdirección de análisis político, Subdirección de recursos financieros delegacionales, Subdirección de recursos materiales delegacionales, Subdirección de sistemas en delegaciones, Subdirección de acceso a la información y transparencia, Subdirección de control de gestión, Subdirección de avance financiero de programas, Departamento de apoyo a giras.	9
11	Órgano interno de control, Área de auditoría de control, evaluación y apoyo al buen gobierno, Área de auditoría interna, Área de responsabilidades y quejas, Dirección de auditoría a órganos desconcentrados, Dirección de auditoría a oficinas centrales, Dirección de desarrollo y eficiencia administrativa, Dirección de responsabilidades, Dirección de apoyo al buen gobierno, Dirección de control y evaluación, Dirección de auditoría a delegaciones,	9
12	Dirección de lo contencioso, Coordinación administrativa, Subdirección de auditoría a órganos desconcentrados, Subdirección de evaluación, Subdirección zona norte de normatividad e inconformidades, Subdirección de auditoría a crédito externo, Subdirección de inconformidades y de sanciones, Subdirección de evaluación de programas especiales, Subdirección de recursos administrativos, Departamento de quejas y denuncias,	12

<b>Piso</b>	<b>Departamento</b>	<b>Conexión desde</b>
	Departamento de recursos administrativos, Dirección de análisis legislativo.	
13	Dirección general de enlace social y atención ciudadana, Dirección general adjunta de sistemas de gestión, Dirección de innovación de procesos, Dirección de mejora regulatoria, Dirección de estructuras, Subdirección de asesorías en estructuras, Subdirección de asesoría en calidad, Subdirección de análisis organizacional, Subdirección de asesoría y análisis regulatorio, Subdirección de diagnóstico de procesos.	12
14	Dirección gral. adjunta consultiva y de asuntos contenciosos, Subdirección de asuntos administrativos y agrarios, Subdirección de apoyo a trámites internos, Subdirección de amparos y asuntos especiales, Subdirección de análisis y dictámenes, Departamento de asuntos penales, Departamento de archivo y correspondencia.	12
15	Subsecretaría de desarrollo urbano y ordenación del territorio, Dirección general adjunta de seguimiento de programas, Coordinación de asesores (gabinete de apoyo), Dirección general adjunta de instrumentación normativa, Dirección de seguimiento de información, Subdirección de reportes estadísticos, Subdirección de difusión de programas.	15
16	Salón de usos múltiples.	15
17	Oficinas del C. Secretario de estado.	15
18	Subsecretaría de Desarrollo Social y Humano.	15

Tabla 3.3. Ubicación y nombre de los departamentos de la SEDESOL.

La red de datos maneja redes no homologadas con direcciones clase B (IPv4) con submáscaras estándar de 16 bits y asignación de direcciones estática. El GW general es el 172.16.3.1 y el DNS 172.16.3.7. Constantemente existen cambios en los equipos por parte de los usuarios generando la mayoría de las veces duplicidad de las direcciones IP. En su mayor parte, la red es TCP/IP, sin embargo se utilizan también protocolos como IPX, SPX, NETBIOS, STP que ocasiona que el rendimiento de la red se deteriore, presentando lentitud en los servicios. Existen servidores con distintas plataformas: Win2000, WinNT, Linux y Solaris. Los principales servicios que ofrecen son: correo electrónico, acceso a bases de datos, Intranet e Internet. Los servicios de impresión son configurados de acuerdo a cada piso u oficina que lo requiera. La mayoría de los servidores se encuentran en el piso cuatro y en el sótano del edificio central. A continuación se muestra una relación de servidores (tabla 3.4):

Nombre en la Red / Dirección IP	Características
www-services / 172.16.3.50	Procesador: 2 - UltraSparc III a 1.2 Ghz RAM: 4.5 GB OS: Solaris 9 Servicios: HTTP, FTP Aplicaciones: Iplanet Web Server 6.9 Funciones: Servidor Web Hosting (www.sedesol.gob.mx, www.fonart.gob.mx, www.indesol.gob.mx, www.inapam.gob.mx, www.manualciudadano.org.mx)
Gateway / 172.16.3.3	2 - PII a 3 Ghz 2 GB Windows 2003 Server PROXY Surf control SMTP filter SQL Server 200 Filtrado de correo
Interscanmss / 172.16.3.16	2 - PIII a 2 Ghz 2 GB Windows 2003 Server PROXY InterScan Servidor de Filtrado de virus SMTP
Extrasds / 172.16.3.34, 172.16.3.21	2 - PIII a 2 Ghz 2 GB Linux RedHat 9 HTTP, FTP Apache 3.2, Vsftpd, MySQL PHP 4.0 Servidor Web Hosting (sintesis.sedesol.gob.mx, servicios extranet)

Nombre en la Red / Dirección IP	Características
Ftpcgp / 172.16.20.10	1 - PIII a 600 Mhz 128 MB Linux RedHat 7.2 FTP Servidor FTP para la Dirección general de Geoestadística y Padrones de Beneficiarios
IdpAdminServer / 172.16.3.64	4 - PIII XEON a 500 Mhz 1.2 GB Linux Fedora Core 2 SSH, FTP Administración IDP Administración y registro IDP
Websurf / 172.16.3.4	2 PIII a 2 Ghz 2 GB Windows 2000 server Service Pack 4 PROXY Surf Control Web Filter 5.0, SQL Server 2000 Filtrado de Contenido HTTP
cert-sedesol / 172.16.3.25	2 – PIII a 2 Ghz 2 GB Windows 2003 Server http iis5.0, MS Certificate Server Servidor de Certificados para clientes VPDN
Indesol / 172.16.3.22	2 PII/400 Mhz 512 MB Windows NT 4.0 Service Pack 6a HTTP IIS 4.0, ColdFusion 5.0 Servidor Web Indesol Pagina sios.sedesol.gob.mx
dns-interno / 172.16.3.7	Risc a 700 Mhz 1 GB Irix 6.5.22 DNS Bind 9.2 Servidor para resolución de nombres Intranet-Internet
Serverdgms / 172.16.3.62	2 - PIV a 1.2 Ghz 256 MB WINDOWS NT 4.0 Servidor Web Dirección General de Seguimiento
Guerrero / 172.16.3.11	PIV a 1.2 Ghz 256 MB Windows 2000 server Service Pack 4 HTTP, FTP IIS 5.0 Servidor Web para la pagina de la delegación estatal guerrero

Nombre en la Red / Dirección IP	Características
CAT / 172.16.3.43	INTEL XEON a 3.06 GHZ 4 GB Windows 2003 Server HTTP, FTP, SQL IIS 5.0, SQL Server, Terminal Server Servidor Web Unidad de Microrregiones para captura de información
Sramyccas / 172.16.3.20	INTEL XEON 3 a GHZ 4 GB Windows 2003 Estandar Edition HTTP, FTP, SQL IIS 5.0, SQL Server, Terminal Server Servidor Web Unidad de Microrregiones para captura de información
Microrregiones / 172.16.3.12	INTEL XEON a 2.4 GHZ 2.6 GB Windows 2000 server Service Pack 4 HTTP, FTP, SQL IIS 5.0, SQL SERVER 2000 Servidor Web pagina principal de la unidad de microrregiones y servidor de base de datos
Esedesol / 172.16.3.6	PIII a 450 Mhz 1 GB Linux RedHat 7.2 1 DD 18 GB HTTP, FTP, SMT Apache 2.0, MySQL, PHP 4.0
Registro / 172.16.3.23	Linux RedHat 10 Fedora core 2 HTTP, FTP Apache 2.0, PHP 5.0 Servidor Web de indesol para el registro de organizaciones civiles
Exttel / 172.16.3.85	PIII a 1.2 Ghz 512 MB Windows 2000 server Service Pack 4 HTTP IIS 5.0, SQL SERVER 2000, Avaya Visability Suite Servidor Web para el directorio telefónico en línea
dgdsh01 / 172.16.3.26	2 - Ultrasparc III a 900 MHZ 4 GB Solaris 9 ORACLE oracle 9i Servidor de Base de Datos Dirección General de Atención a Grupos Prioritarios

Nombre en la Red / Dirección IP	Características
dgdsh02 / 172.16.3.17	2 - Intel Xeon a 2.4 GHZ. 4 GB Windows 2000 server Service Pack 4 HTTP, FTP IIS 5.0 Servidor Web para la pagina de la Dirección General de Atención a Grupos Prioritarios

Tabla 3.4. Principales servidores de la red actual en SEDESOL.

A continuación se presentan los segmentos de red por piso que tiene la SEDESOL (tabla 3.5):

Ubicación	Segmento de Red
Sótano	172.16.1.0
Planta Baja	172.16.2.0 y 172.16.9.0
Piso 4	172.16.3.0 y 172.16.15.0
Piso 5	172.16.4.0
Piso 6	172.16.5.0 y 172.16.20.6
Piso 7	172.16.6.0
Piso 8	172.16.7.0
Piso 9	172.16.8.0
Piso 11	172.16.21.0
Piso 12	172.16.22.0
Piso 13	172.16.9.0
Piso 14	172.16.10.0
Piso 15	172.16.10.0 y 172.16.11.0
Piso 16	172.16.12.0
Piso 17	172.16.13.0 y 172.16.14.0
Piso 18	172.16.13.0 y 172.16.14.0

Tabla 3.5. Segmentos de la red SEDESOL

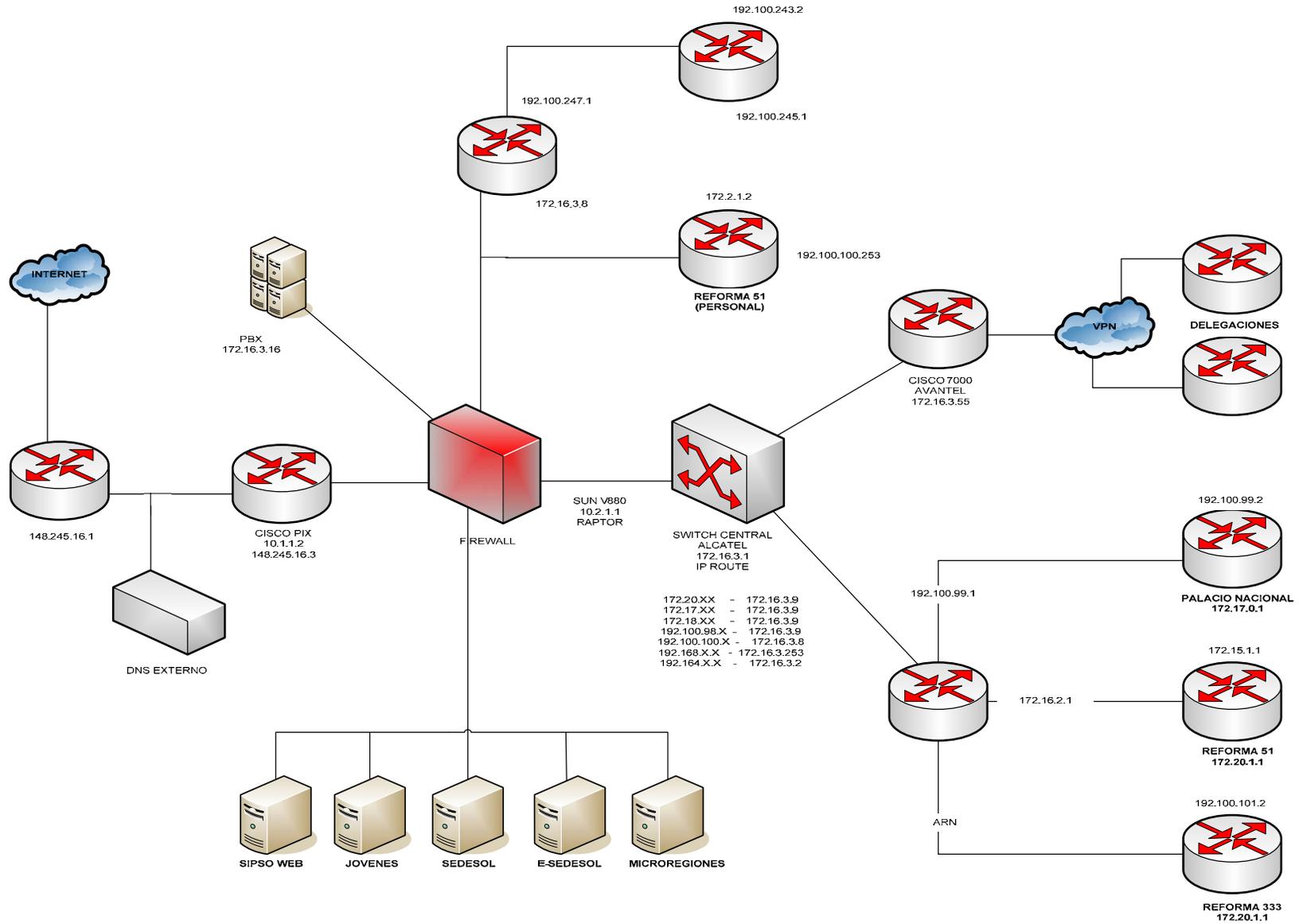


FIG 3.12. Ruteo Estático. SEDESOL.

En la figura 3.12 se puede observar la conexión lógica de los sistemas que componen la Red de Datos, así como el método con el cual la Dirección General de Informática detecta aplicaciones no permitidas como mensajería instantánea (msn Messenger, Yahoo Messenger, etc.), a través del filtrado de accesos por medio de un firewall.

CAPÍTULO

4

---

***DISEÑO DE LA  
NUEVA RED***

---

## 4. DISEÑO DE LA NUEVA RED

En el caso de la Secretaría de Desarrollo Social la solución para implementar Telefonía IP no incluye la integración en su totalidad de una nueva red, en cambio, se requiere la adecuación de los sistemas y equipos actuales, la adquisición de nuevos elementos, la sustitución de los hub's que están en uso por switch con capacidad suficiente para soportar la creación de redes virtuales (VLAN) y tráfico de voz. Además de la redistribución de mascarar y submáscaras de red para un mejor control del ancho de banda disponible, necesario para las nuevas aplicaciones, lo cual traerá como beneficio directo mejorar el desempeño de la red.

Una VLAN es una agrupación lógica de estaciones, servicios y dispositivos de red que no se limita a un segmento de LAN físico. Facilitan la administración de grupos lógicos de estaciones y servidores que se pueden comunicar como si estuviesen en el mismo segmento físico de LAN, así como la administración y cambios en los miembros de esos grupos.

Segmentan de manera lógica las redes conmutadas según las funciones laborales, departamentos o equipos de proyectos, sin importar la ubicación de los usuarios o las conexiones físicas a la red. La configuración o reconfiguración de las se logra mediante el software.

Las VLAN segmentan de forma lógica la red en diferentes dominios de broadcast, de manera tal que los paquetes sólo se conmutan entre puertos y se asignan a la misma. Se componen de equipos de red conectados mediante un único dominio de puenteo. El dominio de puenteo se admite en diferentes equipos de red (principalmente en puentes, switchs y routers).

Se crean para brindar servicios de segmentación proporcionados tradicionalmente por routers físicos en las configuraciones de LAN. Se ocupan de la escalabilidad, seguridad y gestión de red. Los routers en las topologías de VLAN proporcionan filtrado de broadcast, seguridad y gestión de flujo de tráfico. Los switches no puentean ningún

tráfico entre VLAN, dado que esto viola la integridad del dominio de broadcast de las VLAN. El tráfico sólo debe enrutarse entre VLAN.

Para la implementación de VLAN en el interior de un switch ocurren las siguientes acciones:

- Mantiene una tabla de puenteo separada para cada VLAN.
- Si la trama entra en un puerto en la VLAN 1, el switch busca la tabla de puenteo para la VLAN 1.
- Cuando se recibe la trama, el switch agrega la dirección origen a la tabla de puenteo si es desconocida en el momento.
- Se verifica el destino para que se pueda tomar una decisión de envío.
- Para aprender y enviar se realiza la búsqueda en la tabla de direcciones para esa VLAN solamente.

Los usuarios conectados al mismo segmento compartido comparten el ancho de banda de ese segmento. Cada usuario adicional conectado al medio compartido significa que el ancho de banda es menor y que se deteriora el desempeño de la red. Las VLAN ofrecen mayor ancho de banda a los usuarios que una red Ethernet compartida basada en hubs. Las VLAN de asociación dinámica son creadas mediante software de administración de red (por ejemplo Cisco Works 2000 o Cisco Works for Switched Internetworks). Las VLAN dinámicas permiten la asociación basada en la dirección MAC del dispositivo conectado al puerto de switch. Cuando un dispositivo entra a la red, el switch al que está conectado consulta una base de datos en el Servidor de Configuración de VLAN para la asociación de VLAN.

En la asociación de VLAN de puerto central basada en puerto, el puerto se asigna a una VLAN específica independiente del usuario o sistema conectado al puerto. Al utilizar este método, todos los usuarios del mismo puerto deben estar en la misma VLAN. Un solo usuario, o varios usuarios pueden estar conectados a un puerto y no darse nunca cuenta de que existe una VLAN.

Este método es fácil de manejar porque no se requieren tablas de búsqueda complejas para la segmentación de VLAN. Los administradores de red son responsables por configurar las VLAN de forma estática y dinámica.

Las VLAN permiten realizar varias tareas de manera sencilla como son las siguientes:

- Trasladar las estaciones de trabajo en la LAN.
- Agregar estaciones de trabajo a la LAN.
- Cambiar la configuración de la LAN.
- Controlar el tráfico de red.
- Mejorar la seguridad,

Se clasifican en tres tipos básicos de acuerdo a la forma en que se determina y controla la asignación de un paquete:

- VLAN basadas en puerto.
- VLAN basadas en direcciones MAC.
- VLAN basadas en protocolo.

La cantidad de VLAN en un switch varía de acuerdo a diversos factores:

- Patrones de tráfico.
- Tipos de aplicaciones.
- Necesidades de administración de red.
- Aspectos comunes del grupo.

El esquema de direccionamiento IP es otra consideración importante al definir la cantidad de VLAN en un switch. Por ejemplo, una red que usa una máscara de 24 bits para definir una subred tiene en total 254 direcciones de host permitidas en una subred. Dado que es altamente recomendada una correspondencia de uno a uno entre las

VLAN y las subredes IP, no puede haber más de 254 dispositivos en una VLAN. También se recomienda que las VLAN no se extiendan fuera del dominio.

Cada VLAN debe tener una dirección única de subred de Capa 3 asignada a ella. Las VLAN pueden existir como redes de extremo a extremo, o pueden existir dentro de las fronteras geográficas.

Una red VLAN de extremo a extremo tiene como características principales las siguientes:

- La asociación a las VLAN para los usuarios se basa en el departamento o función laboral, sin importar la ubicación de los usuarios.
- Todos los usuarios en una VLAN deberían tener los mismos patrones de flujo de tráfico 80/20 (la red se diseña, sobre la base de los patrones de flujo de tráfico, para que tengan el 80 por ciento del tráfico contenido en una VLAN. El 20 por ciento restante atraviesa el router a los servidores de la empresa, a Internet y redes WAN.).
- Cada VLAN tiene un conjunto común de requisitos de seguridad para todos los miembros.

Dado que los usuarios se reubican, cada switch con el tiempo se transforma en miembro de todas las VLAN. El etiquetado de tramas se utiliza para transportar información desde múltiples VLAN entre los switches de la capa de acceso y los switches de la capa de distribución.

Por otra parte, es necesario también, eliminar todos aquellos protocolos diferentes a TCP/IP o reducir su uso para garantizar un buen funcionamiento y hacer eficiente el tráfico en la red. La arquitectura a utilizar será H.323, este conjunto de protocolos esta diseñado para garantizar su optimo funcionamiento en redes con dimensiones similares a la instalada en la Secretaría.

Por otro lado, se deben implementar mecanismos para garantizar la Calidad de Servicio, en beneficio de los usuarios, de tal manera que no distingan la diferencia entre

el servicio hasta ahora utilizado de circuitos conmutados y la voz a través de conmutación de paquetes. Aunado a lo anterior, es necesario considerar costos por la adquisición de equipos H.323 necesarios para el control en el flujo de paquetes IP, así como las licencias y software para implementar soft-phone.

Otro aspecto a considerar es el crecimiento controlado de la red, ya que los cambios en la distribución de oficinas son comunes, es importante tener registros estadísticos de este tipo de movimientos y utilizarlos para eliminar la necesidad de instalar sobre pedido y evitar la molestia de los usuarios por las maniobras de tendido de cables y los daños a las canaletas, ductos y los mismos plafones por su constante remoción y reinstalación.

## **4.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

Existen en el mercado diferentes alternativas en cuanto a tecnologías de red, las más importantes son Ethernet, con sus variantes Fast y Gigabit, además de ATM y Frame Relay, descritas en el capítulo dos. En el caso de la SEDESOL, la tecnología implementada es Fast Ethernet y debido a su buen funcionamiento no es necesario realizar algún cambio significativo en este rubro. Una posible mejora, es la posibilidad de hacer el cambio a Gigabit Ethernet, lo cual traería modificaciones desde la adecuación del cableado estructurado, sin embargo para implementar telefonía IP, las características actuales de la red son muy buenas. Las características de la red al utilizar Fast Ethernet como base son: equilibrio entre velocidad, costos de instalación y mantenimiento, hardware estandarizado y de fabricantes variados, así como escalabilidad para su posible expansión. Otro aspecto a tomar en cuenta, es la parte de proveedores de servicios. A continuación se muestra una relación de las principales opciones de proveedores de servicios:

○ **ALESTRA (AT&T).**

Productos	Características	Costo
Internet Total	Velocidad 64 kbps – 2048 kbps. Disponibilidad IP > 99.98%. Pérdida de paquetes < 1%. Retardo de la red < 50 ms (Nacional). Retardo de la red < 80 ms (Nacional e Internacional). Acceso ilimitado a la red mundial. Líneas privadas y Frame Relay.	Depende de la localidad y velocidad
Internet de Alta Capacidad	Velocidades. E3(34.36Mbps), T3(45Mbps), STM-1(155Mbps). Acceso Nacional e Internacional.	
Datos.	Frame Relay Velocidades. 64 – 384 kbps	\$1700 - \$4000 por instalación
	Líneas Privadas Digitales NxEO (64, 128, 256, 384, 512, 768, 1024 kbps). E1 – 1920 y 1984 kbps. E3 – 34 Mbps. T3/T45 – 45 Mbps. SMT-1/T155 – 155 Mbps.	Depende de la velocidad

Tabla 4.1. Principales proveedores de servicios. ALESTRA (AT&T).

ALESTRA ofrece servicios adicionales de ruteo, hosting; virtual y dedicado, firewall; basado en red, basado en servidor y basado en router, túneles de VPN (encriptación IPSec) y Streaming.

El servicio de red convergente de esta compañía se llama Conexión Inteligente, utiliza equipos Cisco, ofrece servicios de voz, datos y video a través de un mismo dispositivo. Tiene llamadas ilimitadas entre sitios conectados a la VPN. Plan de marcación sin necesidad de PBX y salida a Internet de forma segura.

○ **TELMEX.**

Productos	Características	Costo
Prodigy	Internet. Cobertura en 1100 poblaciones en la Republica Mexicana y Estados Unidos. Roaming gratuito. Directo empresarial. 228 poblaciones con 10 salidas internacionales. Acceso dedicado. LAN Inalámbrica. 5 Gbps de salida internacional.	Depende de los nodos necesarios y velocidades.
Prodigy Infinitum	Domestico. Tecnología ADSL. Empresarial. 3500 poblaciones en México y 750 en EU. Velocidad de 11 Mbps (protocolo 802.11b – Wi-Fi), bandas de transmisión entre 2.4 y 5 GHz. Movil. Mismas que empresarial. Hospitality. Tecnología inalámbrica WiFi. Pymes. ADSL	Depende de la velocidad
Datos	Frame Relay. Disponible en cualquier parte de México. Internacional por medio de red única entre México, EU, Canada y esto del mundo. Conexiones a través de Circuitos Virtuales Permanentes. Velocidades: 10, 16, 20, 32, 40, 48, 64, 96, 128, 192, 256, 384, 512, 768, 1024 (Nacional) y 1792 (Internacional).	Para CVP renta mensual depende de la velocidad.
	IP. RPV Multiservicios. RPV Conmutado. Puerto Extendido RPV Multiservicios. Con disponibilidad dentro de backbone del 99.99%. Estructura de red separada a infraestructura de Internet.	Depende del tipo de tráfico contratado.
	Lada Enlaces. Velocidades: 64, 128, 192, 256, 384, 512, 768, 1024 (Punto a punto) y 2048 (Punto multipunto)	Depende de la velocidad.

Tabla 4.2. Principales proveedores de servicios. TELMEX.

TELMEX ofrece la posibilidad de contratar servicios de QoS, de acuerdo al tipo de tráfico contratado: QoS 1, datos no prioritarios, es decir, sin sensibilidad al retardo, incluye correo electrónico, transferencia de archivos y consulta de bases de datos. QoS 2, datos críticos, incluidos SAP y sybase. QoS 3, voz/video, es decir aplicaciones sensibles al retardo, incluye VoIP, telefonía IP y videoconferencias.

Actualmente, los enlaces utilizados en la red son contratados a TELMEX. Brinda soporte para cualquier conflicto, cuentan con personal capacitado, al reportar alguna anomalía por parte de la Secretaría, las pruebas iniciales que aplican se llevan a cabo

con un escáner que verifica la trama inicial mandada y el comportamiento en un determinado tiempo para garantizar la estabilidad de la transmisión. Es importante garantizar que los enlaces se comporten adecuadamente porque de el edificio sede depende el trabajo de muchas personas y evita retrasos en la toma de decisiones para la SEDESOL.

○ **AVANTEL.**

<b>Productos</b>	<b>Características</b>	<b>Costo</b>
Internet	Corporativo. Conexión de alta capacidad redundante.	Depende de la velocidad.
	Suite. Mensajería a través de Internet. Básico, incluye correo, antivirus, antispam, agenda y calendario. Avanzado, mismas características que básico con asistente virtual.	Básico \$15.0 Avanzado \$40.0
	Community Access. Servicio disponible en 57 ciudades de la República Mexicana.	Depende de la velocidad.
	VPN Acceso remoto a Red Privada Virtual montada sobre la infraestructura de Internet.	Depende de las características de la VPN.
Datos	Centro de datos. Web hosting. Acceso dedicado y conmutado, VPNs o correo corporativo.	Depende de velocidad.
	Multimedia. Servicios de audio y video.	Depende de velocidad.

Tabla 4.3. Principales proveedores de servicios. AVANTEL.

Los costos que ofrece AVANTEL para Frame Relay son: \$1650 por instalación de puertos y la renta mensual depende del ancho de banda y tipo de servicio contratado.

Ofrece también servicios de red convergente para uso residencial, NetVoice permite navegar y hablar por teléfono al mismo tiempo. Cuenta con acceso ilimitado de banda ancha a Internet a 256 kbps. El costo de las llamadas es de \$1+IVA en México, \$2.30+IVA a EU y Canadá. Las llamadas locales a celular por \$2.25+IVA.

- **Otros proveedores y servicios.**

AXTEL ofrece Servicios IP, es una solución integral de comunicación con servicios de voz, datos y video en una sola red. IUSA COM, tiene el producto VOXIP, funciona a través de Banda Ancha, utiliza las características de él servicio de Internet para realizar y recibir llamadas, tiene características de identificación de llamadas, correo de voz, bloqueo de llamadas, conferencia tripartita, regreso de llamadas, transferencia de llamadas, numero privado y llamadas en espera. Ofrecen plan residencial y Pymes, los costos para el primer caso son \$499 por activación, \$1.25 llamadas locales, \$1.30 llamadas nacionales, EU y Canadá, desde \$1.75 a celulares y \$99 por línea adicional. Para microempresas, el consto de VOX ilimitado es de \$899. Por su parte, AVAYA, ofrece el servicio VRNMS (Servicios de administración remota de redes de voz), con monitoreo, diagnostico, solución de problemas y administración de la red de forma remota con informes cada mes. Sus soluciones integran las marcas Nortel, Cisco y Avaya.

La compañía Skype, perteneciente al sitio de subastas en Internet eBay, tiene la opción de obtener un software vía web ([www.skype.com/intl/es/download/](http://www.skype.com/intl/es/download/)) y realizar llamadas con otros usuarios por medio de VoIP, funciona de manera similar a un software de conversaciones de texto, se agregan a los contactos y se decide cuando marcar y a quien contestar con lo cual se pueden hacer llamadas a otras partes del mundo y los costos son muy cercanos a cero. Skype fue desarrollado por los programadores que crearon KaZaA, programa mediante el cual se podían hacer descargas de música de manera gratuita.

Ofrece además un servicio llamada Skypeln, que mediante un prepago permite aceptar llamadas de las redes públicas de telefonía, además SkeOut permite que las llamadas realizadas se interconecten con terminales en la red telefónica pública, sin necesidad de una infraestructura compleja.

El único requisito tecnológico es tener acceso a Internet con Banda Ancha (33.6 kbps como mínimo) y algunas características de procesamiento en la computadora (400

MHz, 128 en RAM, 15 MB disponibles en disco duro, plataformas Win2000 o XP y MacOS X) para hacer uso de este software. También requiere tarjeta de sonido, bocinas y micrófono. En la siguiente tabla se muestra un comparativo de costos entre Skype, los servicios ofrecidos por TELMEX en su “Paquete TELMEX” y NETVOICE de AVANTEL:

	<b>Skype (PC a PC)</b>	<b>SkypeOut (PC a Tel.)</b>	<b>TELMEX (Tel. A Tel.)</b>	<b>AVANTEL (Tel. a Tel.)</b>
Larga distancia en México	\$ 0.0	\$ 0.22	\$ 1.0	\$ 1.0
EU y Canadá	\$ 0.0	\$ 0.22	\$ 2.0	\$ 2.30
Europa (Francia o Italia)	\$ 0.0	\$ 0.22	\$ 8.0	\$ 5.0
Resto del mundo	\$ 0.0	No definido	\$ 10.0	\$ 9.99

Tabla 4.4. El costo de hablar.

Es necesario considerar los costos inherentes de implementar este sistema ya que los servicios de Internet de banda ancha tienen precios de acuerdo a la capacidad contratada. Un aspecto a considerar por parte de los proveedores de servicios de telecomunicaciones es la legislación de cada país, en el caso de México, se establece que los únicos que pueden ofrecer servicios de telefonía son los concesionarios de redes, y los proveedores de servicios de valor agregado, entre los cuales se tiene Internet, tienen explícitamente prohibido el prestar servicios de voz. Por lo anterior la Comisión Federal de Telecomunicaciones considera como ilegal el ofrecer este tipo de servicios.

El siguiente paso en aspectos de telecomunicaciones está empezando a emprenderse en el ámbito de los celulares, existen acuerdos entre compañías como Motorola y Siemens con desarrolladores de VoIP para que integren programas de este tipo en sus productos, es decir, desarrollar VoIP WiFi (Wireless Fidelity). En Alemania, la compañía E-Plus, considerada como la tercera operadora de telefonía celular en ese país, ofrecerá los servicios de Skype como parte de su paquete 3G, lo que permitirá que sus usuarios (más de 2.8 millones en Alemania) se comuniquen con los casi 10 millones de suscriptores de Skype.

Así mismo, en paralelo se esta desarrollando un producto llamado FON, el cual pretende construir un mundo VoIP WiFi permitiendo que los usuarios sincronicen sus puntos de acceso en una misma red, se crean para ello tres figuras, el usuario que tiene la infraestructura, la comparte con otros usuarios y obtiene el mismo beneficio de los demás. El usuario que tiene el punto de acceso y desea ganar dinero al compartir su conexión, por lo que los otros usuarios también le cobraran al ingresar a otro punto. Y los usuarios que quieren navegar por Internet con precios bajos.

## 4.2 PLANEACIÓN PARA LA NUEVA RED

Como se hizo mención en el capítulo dos, el códec a utilizar es muy importante ya que es el primer paso para garantizar el uso eficiente de los recursos disponibles en la red. Para el caso de la SEDESOL, se implementará el estándar G.729, el cual describe compresión CELP (Compresión de Predicción Lineal con Excitación por Código, Code Excited Linear Prediction Compression) de 8 kbps con dos variantes; G.729 y G.729, anexo A, difieren en cuanto a complejidad de procesamiento, ambas proporcionan calidad de voz buena similar al ADPCM (Adaptative Differential Pulse Code Modulation) de 32 kbps.

Para Telefonía IP, es necesario agregar los encabezados de los protocolos que se utilizan en el proceso de la llamada; IP, UDP y RTP. Para calcular el ancho de banda<sup>1</sup> se tiene:

$$\text{Paquetes por segundo} = \frac{1[s] \times 1[\text{paquete} / \text{muestras}]}{\text{Tamaño de paquetes} [ms / \text{muestra}]},$$

Considerando dos muestras por paquete, tenemos el tamaño del paquete de 20 ms, sustituyendo datos:

---

<sup>1</sup> MATHHEW F. MICHELS, BUSINESS COMMUNICATIONS REVIEW, DESIGNNING VOIP NETWORKS: LESSONS FROM THE EDGE, FEB 2003, PAG 43.

$$Paquetesporsegundo = \frac{1000[ms/s] \times 1[paquete/muestras]}{20[ms/muestra]},$$

$$Paquetesporsegundo = 50[paquetes/s]$$

Por otro lado, calculando el tamaño del paquete en bytes, tenemos:

$$Tamañodelpaquete = \frac{Velocidaddelcódex}{Paquetesporsegundo}$$

La velocidad del códec (G.729) es de 8 kbps, es decir 8000 bits/s, sustituyendo tenemos:

$$Tamañodelpaquete[Byte] = \frac{8000[bits/s]}{8[bits/Byte] \times 50[paquetes/s]}$$

$$Tamañodelpaquete[Byte] = 20[B/paquete]$$

Además, el encabezado RTP consta de nueve campos con un mínimo de 12 Bytes, el encabezado UDP tiene 8 Bytes de longitud y el IP 20 Bytes. Por su parte, la capa de enlace, agrega 18 Bytes de encabezado, es decir, un total de 58 Bytes adicionales para tomar en cuenta en el cálculo del ancho de banda requerido.

Para Ethernet, el ancho de banda demandado se calcula con la siguiente expresión:

$$BW[kbps] = (Tamañodepaquete + Encabezado) \times (8[b/B]) \times (Paquetesporsegundo)$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$BW[kbps] = (20 + 58)[B/paquete] \times (8[b/B]) \times (50)[paquetes/s]$$

$$BW[kbps] = 31.2kbps$$

Para el cálculo anterior existen variantes como el introducir el protocolo HDLC (High Level Data Link Control – Control de errores en Capa de enlace), el tamaño del

encabezado de capa de enlace, se reduce a 6 Bytes, con lo cual tendríamos 46 Bytes de encabezado y por lo tanto:

$$BW[kbps] = (20 + 46) [B / paquete] \times (8 [b / B]) \times (50) [paquetes / s] + 10\% \text{ Señalización}$$

$$BW[kbps] = 26.4 kbps + 10\%$$

$$BW[kbps] = 29.04 kbps$$

Por otro lado, considerando parte de las herramientas de Calidad de Servicio al protocolo cRTP, recordando que este esquema de compresión reduce la cabecera IP/RTP/UDP a 2 bytes cuando las sumas de verificación de UDP no se utilizan, o a 4 bytes cuando se utilizan las sumas de verificación de UDP. Periódicamente se debe enviar una cabecera entera sin comprimir para verificar que ambos lados tienen el estado correcto. De lo anterior se desprende:

$$BW[kbps] = (4 + 46) [B / paquete] \times (8 [b / B]) \times (50) [paquetes / s] + 10\% \text{ Señalización}$$

$$BW[kbps] = 22 kbps, \text{ con sumas de verificación y,}$$

$$BW[kbps] = (2 + 46) [B / paquete] \times (8 [b / B]) \times (50) [paquetes / s] + 10\% \text{ Señalización}$$

$$BW[kbps] = 21.12 kbps, \text{ sin sumas de verificación.}$$

Para el caso en estudio, se considerada un valor promedio redondeado hacia la cifra superior para las consideraciones totales de la red, es decir, 26 kbps.

La red de SEDESOL, en sus instalaciones centrales (Reforma 116) cuenta con 5 enlaces E1. Por sus funciones es necesario que soporte 250 llamadas simultáneas en las horas pico, por lo cual, tenemos el siguiente ancho de banda necesario:

$$BW_{necesario}[kbps] = BW_{demandado\ por\ llamada} \times Num_{de\ llamadas}$$

$$BW_{necesario}[kbps] = 26 kbps \times 250$$

$$BW_{necesario}[kbps] = 6500kbps$$

Cada enlace E1 tiene un ancho de banda de 1.544 Mbps, por lo cual se desprende que los enlaces contratados equivalen a tener un ancho de banda de 7.72 Mbps por lo cual no será necesario adquirir otro para satisfacer las necesidades al implementar los servicios de Telefonía IP.

Por otra parte, las medidas complementarias para garantizar QoS óptima, incluyendo la ya mencionada cRTP, son: Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ, Class-Based Weighted Fair Queuing), debido a que proporciona soporte diferenciado para clases de tráfico definidas por el administrador de la red, se crearán cuatro clases de servicio, una clase para transporte de control y administración del sistema, una clase para datos, una clase para datos prioritarios, y una clase específica de para el tráfico de voz, con esta herramienta se puede controlar los requisitos de ancho de banda para cada clase. Además, se propone la utilización de prevención de congestión utilizando WRED (Detección temprana aleatoria ponderada, Weighted Random Early Drop/Detec), en la parte del backbone, ya que este mecanismo es útil en redes TCP/IP de alta velocidad para impedir la congestión interrumpiendo paquetes de baja prioridad a una velocidad controlada.

Es necesario tomar en cuenta otras características de la red como son el plan de marcación y la transparencia en el cambio de funciones. Un plan de marcación es el método por el cual se asignarán los números telefónicos individuales o por bloques (E164) a líneas o circuitos físicos. En las redes de telefonía convencional, los planes de marcación se crean partiendo bloques de números de manera jerárquica (10,000 de manera normal). En el caso de una red empresarial, se asignan también números de teléfono individuales para usuarios, es común también en este caso adoptar asignaciones jerárquicas.

La SEDESOL cuenta con un plan de marcación de cinco dígitos, sin embargo, por las dimensiones que alcanzará la red a futuro, es importante considerar un plan de marcación con seis dígitos y así cubrir todas las delegaciones en los 31 estados de la

republica y el distrito federal, para tener una marcación sencilla y tener regionalizados los números a ser marcados. Con un plan de seis dígitos disminuye la posibilidad de solapar ó superponer números. Utilizando los primeros dos dígitos para diferenciar entre estados de la republica.

En la tabla 4.5 se muestra la distribución de numeración, los restantes cuatro dígitos se dividirán en los departamentos de cada Delegación:

<b>Indicativo</b>	<b>Estado</b>	<b>Indicativo</b>	<b>Estado</b>
10	D. F.	42	Morelos
12	Aguascalientes	44	Nayarit
14	Baja California	46	Nuevo León
16	Baja California Sur	48	Oaxaca
18	Campeche	50	Puebla
20	Coahuila	52	Querétaro
22	Colima	54	Quintana Roo
24	Chiapas	56	San Luis Potosí
26	Chihuahua	58	Sinaloa
28	Durango	60	Sonora
30	Guanajuato	62	Tabasco
32	Guerrero	64	Tamaulipas
34	Hidalgo	66	Tlaxcala
36	Jalisco	68	Veracruz
38	México	70	Yucatán
40	Michoacán	72	Zacatecas

Tabla 4.5. Plan de marcación nacional.

Se debe cambiar el plan de marcación del PBX para convertir las extensiones E164 válidas para que la llamada siga su recorrido en la PSTN. Una vez realizado este cambio inicial y que los usuarios comiencen a utilizar el nuevo plan de marcación, se debe hacer la transición a VoIP modificando la tabla de selección de ruta automática (ARS, Automatic Route Selection). En la tabla siguiente se establece la distribución propuesta para los cuatro dígitos restantes para el caso de las instalaciones del D. F.,

las posibilidades de numeración son de 9999, de ellas se definen cuatro rangos; el primero de la 0001 a la 2400 se destinan para los usuarios del edificio de Reforma 51, de la 2401 a la 4800 para Reforma 333, de la 4801 a la 8400 para Reforma 116 y el rango desde 8401 a la 9999 para los demás edificios pertenecientes a la Secretaría en la Ciudad de México.

A continuación se muestran los rangos específicos para este caso de estudio (tabla 4.6), es decir, en Reforma 116:

<b>Piso</b>	<b>Rango de Extensiones</b>
Sótano	4801 a 5000
PB	5001 a 5200
4	5201 a 5400
5	5401 a 5600
6	5601 a 5800
7	5801 a 6000
8	6201 a 6400
9	6401 a 6600
10	6601 a 6800
11	6801 a 7000
12	7000 a 7200
13	7201 a 7400
14	7401 a 7600
15	7601 a 7800
16	7801 a 8000
17	8001 a 8200
18	8201 a 8400

Tabla 4.6. Plan de marcación Reforma 116.

El concepto transparencia de funciones, se refiere a las dificultades del cambio a VoIP debido a que muchos conmutadores tienen registrados métodos de señalización propietarios de acuerdo a cada fabricante, por lo que no pueden mudar a IP, lo cual solo permite ofrecer funciones limitadas. Para proporcionar una interoperabilidad entre PBX y los fabricantes, se ha desarrollado el estándar Q.Sig de la ETSI, basado en

Q.931 (ISDN) con extensiones que permiten que señalización adicional sea pasada por los PBX. El protocolo H.323 asume las interfases Q.931 en los gateways de voz, no tiene la posibilidad de transportar y utilizar tunneling para mensajes SS7.

Para el plan de marcación a implementar es necesario considerar las extensiones (dial-peers) locales para asociar números de teléfono a un puerto físico, extensiones de red para asociar números a una dirección IP, la posibilidad de quitar y agregar dígitos, así como la expansión de números. Un comando prefix agrega dígitos antes de que el número de teléfono sea enviado a una extensión local, es decir, se configuran los equipos de tal forma que se pueden agregar, sustituir o reducir dígitos, lo cual se conoce como expansión de número. Por otro lado, se deben considerar las DID's ó líneas directas sin conmutador, las troncales analógicas y digitales, las terminales telefónicas inalámbricas, los puestos para operadoras, operadora automática y buzón de voz.

El Sistema de Tarificación con capacidad para 500 extensiones. Debe ser compatible con el sistema de telefonía IP a implementar. Establecimiento de presupuestos mensuales de gasto telefónico, ya sea por monto de gasto, número de llamadas o por duración total para cada empleado. Envío automático cada mes a cada empleado un mensaje de notificación a su correo electrónico o celular, en donde se le informará su presupuesto mensual asignado, y se le invitará a que cumpla con él, enviándoles un mensaje de felicitación cuando cumpla con su presupuesto asignado, o bien, amonestándolo cuando lo exceda. El mensaje de notificación deberá incluir el gasto o consumo a la fecha, presupuesto asignado, porcentaje alcanzado, y una sugerencia personalizada por parte de la Secretaría, el sistema impedirá continuar realizando llamadas salientes si el presupuesto se ha excedido. Análisis de importe, duración y cantidad de llamadas por nivel. Así como detección de mal uso del servicio, por ejemplo las llamadas a números de entretenimiento.

En cuanto a equipo necesario para la convergencia, es necesario cambiar los hubs que se encuentren en funcionamiento, para lograr una distribución y utilización mejor de los recursos disponibles en la red. Existen muchas alternativas en el mercado

actual como: Alcatel OmniSwitch 7000 y 8000, es una familia de switches que permiten enviar información, datos y video, así como aplicaciones de telefonía IP.

Cuenta también con switches pequeños como el Omni Switch 512 o el Omni Switch 6124, el cual es un equipo de capa 2 que cuenta con QoS (calidad de servicio).

Por otra parte, existen los Switch Cisco Catalyst 1900, así como las familias 3560, 3560 G, 3750 y 3750 G, que son soluciones competitivas para grandes redes convergentes. Además de los anteriores, la familia 5500 de la marca 3Com ofrece tolerancia a fallos mejorada, soporte de alimentación flexible y un precio accesible. Sus funcionalidades incluyen controles de tráfico basados en tiempo, QoS/CoS avanzadas, y múltiples niveles de seguridad.

Se propone adquirir los Switch de la marca Cisco, modelo Catalyst 3560 y 3750 (24 puertos), debido a su alto desempeño y capacidades óptimas para procesar tráfico de VoIP (figura 4.1). Tiene capacidad para módulos Gigabit y Fast Ethernet. Apilable a través de un puerto dedicado sin necesidad de consumir ranuras de puertos. Maneja al menos 1000 VLAN's activas. El mecanismo de segmentación de VLAN es 100% compatible con la asignación de VLANs de voz y datos manejado por los teléfonos IP. Maneja priorización de clases de servicio. Operación Full Duplex de ancho de banda a las estaciones finales y servidores, así como auto-negociación en todos los puertos 10/100 Mbps. Maneja al menos 12000 direcciones MAC.



Figura 4.1. Switch. Modelo Catalyst 3560 y 3750. CISCO.

Permite actualización del switch a través de software, con Telnet y vía WEB. Maneja colas de egreso por puerto en hardware con una cola de estricta prioridad. Maneja IPv4 y soporta IPv6. Es capaz de configurar los parámetros de calidad de

servicio de forma automática en los puertos donde se coloquen los teléfonos IP solicitados, así como la asignación automática de VLANs independientes para el tráfico del teléfono IP del tráfico de la PC conectada a cada teléfono. Es capaz de limitar el ancho de banda en base a dirección IP fuente/destino, dirección MAC fuente/destino y en base a puerto TCP/UDP.

Una alternativa para compra de equipo que representa un menor costo, es la adquisición del equipo 3COM modelo SuperStack ® 3 Switch 4400 (24 y 48 puertos), comparten las características funcionales con la marca CISCO, por lo que el ahorro en recursos económicos es alto (figura 4.2).

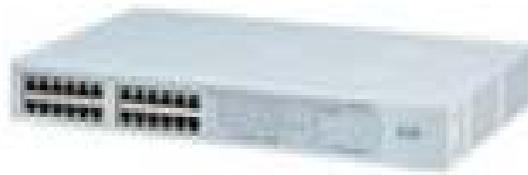


Figura 4.2. Switch. Modelo SuperStack ® 3 - 4400. 3COM.

Una vez adquiridos estos equipos, se deberá implementar un esquema de Redes Virtuales (VLAN) distribuidas por áreas y sub-áreas, lo cual se describe en el capítulo 5 “Implementación” de este trabajo.

Por otra parte, para la implementación de VoIP, es necesario adquirir equipos que sean capaces de integrarse a una arquitectura H.323, como un Servidor de Medios. Se propone el modelo S8700 de la marca AVAYA (figura 4.3), esto con el fin de tener completa compatibilidad con los equipos actuales, descritos en el capítulo anterior. Los requerimientos de software para la instalación necesarios son; Sistema operativo Windows 98, 2000 o XP, 32 MB de memoria RAM, 40 MB de espacio en disco, conector o puerto RS232 y tarjeta de Red, adicionalmente, los requerimientos de software son; programa FTP, Telnet, programa de emulación de Terminal (AVAYA Terminal Emulator) e Internet Explorer 5.0 o superior. Cuenta con un procesador incorporado en una tarjeta TN2312BP que provee al sistema de un generador de reloj para mantener la sincronización, así como generar y detectar los tonos telefónicos correspondientes.

Soporta un máximo de 12,000 estaciones IP con una arquitectura H.323 o SIP, cuatro niveles de prioridad, 16 clases de servicio (COS) y 1000 clases de restricción (COR). Tiene capacidad para crear hasta 5000 grupos de captura. Por otra parte, puede mantener activas 10,304 multiconferencias de tres participantes y 5,152 en el caso de seis participantes. Tiene un máximo de siete dígitos y mínimo de uno por extensión para el plan de marcación, con 49,733 extensiones en total de diferentes tipos, así como 666 DID's. Puede manejar hasta 8,000 llamadas con la RDSI.



Figura 4.3. Media Server. Modelo S8700. AVAYA.

Los teléfonos IP, modelo 4602 (figura 4.4), 4620 (figura 4.5) y 5420 (figura 4.6) de AVAYA, cuentan con pantalla de cristal líquido, teclado alfanumérico con caracteres internacionales, control de volumen de timbre y altavoz, tienen capacidad para manejar timbrados diferentes, directorios, teclas de función para configurar la retención de llamadas, conferencia, transferencias y manos libres. Administran al menos seis llamadas o seis líneas telefónicas en forma simultánea. Son compatibles con QoS, con la arquitectura H.323 y SIP, protocolos G.711 y G.729a, cuentan con dos puertos Ethernet integrados (10/100 BaseT), conector RJ-45, detección automática, tiene capacidad para conectar a la red, el teléfono y una computadora o impresora. Tiene la posibilidad de asignación automática de dirección IP a través de DHCP. El teléfono IP proporciona la apariencia y comportamiento de un microteléfono convencional con la funcionalidad añadida de conectividad IP. En lugar de depender del PBX existente para la funcionalidad, como el tono de marcado.



Figura 4.4. Teléfono de escritorio IP. Modelo 4602. AVAYA.



Figura 4.5. Teléfono de escritorio IP. Modelo 4620. AVAYA.



Figura 4.6. Teléfono de escritorio IP. Modelo 5420. AVAYA.

Además, se propone la adquisición de teléfonos inalámbricos con características similares a los descritos para escritorio anteriormente, el modelo IP 3711 (figura 4.7) de la marca AVAYA cumple con las especificaciones técnicas necesarias. La cantidad a

ser comprada es menor que los anteriores ya que solo se destinaron para mandos superiores de la Secretaría.



Figura 4.7. Teléfono inalámbrico IP. Modelo 3711. AVAYA.

También es necesario adquirir licencias y software para operar terminales telefónicas virtuales IP, denominadas Soft-phone (figura 4.8), este sistema actúa sin alterar el plan de marcación. Son compatibles con Windows 98, 2000 o XP, cuentan con las mismas funciones que los teléfonos IP. Los requerimientos de sistema (PC) son: procesador Pentium II a 300 MHz, 128 MB de RAM, 40 MB de espacio en disco duro, tarjeta de red o Modem (mínimo a 28.8 kbps), navegador de Internet y tarjeta de sonido. Además requiere para las funciones de ayuda de Internet Explorer 5.5 o superior. En algunos casos incluyen diademas de conexión a los puertos de la tarjeta de sonido o USB de la computadora. Los soft-phones basados en PC amplían la funcionalidad del microteléfono en la computadora con una interfaz gráfica de usuario y se integra con otras aplicaciones multiservicio como el navegador web o los servicios de directorio. Elimina también la necesidad de tener un dispositivo adicional en cada puesto de trabajo, ya que soft-phone utiliza auriculares y altavoces comunes hoy en día en la mayoría de las computadoras.

Un ejemplo de este software es Microsoft Netmeeting, proporciona la integración entre servicios de telefonía convencionales con aplicaciones compartidas y videoconferencias basadas en H.323. Permite que los usuarios que se encuentran en

distintas ubicaciones participen fácilmente en proyectos, así como reducir los gastos consolidando el equipamiento y las redes de voz y datos.



Figura 4.8. Softphone. AVAYA.

Una aplicación a considerar en un tiempo breve es la posibilidad de adquirir también el softphone para utilizarlo en los Organizadores Personales (PDA) y con ello darles mayor movilidad a los usuarios (figura 4.9).



Figura 4.9. Softphone. AVAYA.

### 4.3 FACILIDADES Y FUNCIONALIDADES

Conforme los usuarios se adapten al cambio en el funcionamiento de la red en la Secretaría, las aplicaciones a ser instaladas son las que pueden aplicar servicios a los clientes, en este caso a los ciudadanos, grupos de proyectos interactivos, en general aplicaciones basadas en distancia. Algunos ejemplos de estas áreas incluyen:

- **Clic-2-Dial.** Permite poner un enlace en el sitio web, lo que automáticamente pasa la llamada al área correspondiente con un representante capacitado para brindar información.
- **Centro de llamadas (Aplicación futura).** Es un sistema compatible con Telefonía IP, conformado por un grupo de contestación, incorporado a la Secretaría para mantener una relación con la ciudadanía y para dar seguimiento a los programas y proyectos impulsados. Es indispensable crear un software de manejo de base de datos en donde se pueda ver por parte de los operadores las características del programa, tiempos y requisitos así como trámites necesarios y procesos para poder distribuir en las áreas adecuadas al interior de la Secretaría (CTI) y para brindar información sin necesidad de utilizar recursos por consultas rápidas.

Debe ser capaz de distribuir las llamadas por tiempo, disponibilidad de los operadores y especialidad, tratamiento en caso de emergencia a través de códigos en caso de siniestro, con posibilidad de dejar mensajes para que sean atendidos posteriormente. Tratamiento de tiempos de espera con emisión de mensajes o música. Monitoreo de llamadas, tiempos de duración y reportes estadísticos de funcionamiento.

- **Asignación de claves** o códigos de autorización para acceso a servicios.
- **Mensajería unificada.** Es capaz de administrar y operar la transferencia de correos de voz y fax a través del correo electrónico (Microsoft Exchange). Permite escuchar el texto de correos electrónicos.

- **Correo de voz con indicación de mensaje almacenado, en los equipos IP o soporte de operadora automática.** Tiene capacidad de operar y administrar buzones de correo de voz mediante códigos de acceso, con un tiempo promedio de grabación de 20 minutos por usuario. Puede interactuar con los teléfonos IP, indicando visualmente que existen correos de voz en espera (CTI). El acceso puede ser dentro o fuera de la red. Además del almacenamiento, permite el borrado y reproducción de los mensajes, así como la personalización del buzón. La función de operadora automática es capaz de grabar mensajes de bienvenida y anuncios, transferencia de llamadas provenientes de la PSTN y opción para ser atendido por una operadora normal.
- **Mostrar nombre de la persona que llama, hora, fecha y número de extensión.**
- **Distintos tonos para usuarios.**
- **Silenciador para altavoz y auricular.**
- **Desvío de llamadas (Ocupado ó No disponible), en la misma red y fuera de ella. Llamada de espera (con indicador).** Rellamada del ultimo número. Estacionamiento de llamadas. Transferencia de llamada. Conferencia de mas de 6 usuarios (sin importar el origen de la llamada: dentro de red y fuera de red).
- **Servicio de música para tiempos de espera.**
- **Grupos de captura.** Restricciones de acuerdo al grupo de captura.
- **Marcación directa** entre todas las extensiones del sistema (terminales IP, extensiones analógicas, digitales y terminales de software).
- **Marcación directa entrante DID.**
- **Acceso a directorio desde el teléfono.**

## 4.2 ANÁLISIS DE IMPACTO ECONÓMICO

Cuando las empresas empiezan a pensar en unificar sus redes de voz y datos en una única red multiservicios, la aplicación inicial que tiene en consideración es el toll-bypass (salto de llamada), es decir, enviar las llamadas de fax y voz interoficinas sobre su red TCP/IP existente. Al sacar este tráfico de la PSTN, las empresas pueden ahorrar inmediatamente en los cobros de larga distancia utilizando un ancho de banda extra en su red de datos sin perder las funciones existentes.

Se puede cuantificar inmediatamente al ahorro que se obtiene con el toll-bypass. En las empresas con muchas llamadas interoficinas, tanto en el mismo país como internacionales, han experimentado una recuperación de la inversión en un periodo de entre tres y seis meses.

Actualmente, la Secretaría tiene contratados con TELMEX cinco enlaces E1, el costo de renta mensual de cada uno de ellos es de \$9,300.00, es decir en total paga por estos servicios \$46,500.00.

En la tabla 4.7 se muestran los costos unitarios por equipo, así como los costos globales necesarios para la implementación de Telefonía IP en el edificio de Reforma 116 de la SEDESOL. Se incluye en la tabla las diferentes opciones de fabricante, para obtener una visibilidad completa en el cambio de precios entre equipos. En la parte final de la tabla se incluye además el costo global para cada alternativa:

Equipo	Marca	Descripción	Precio unitario (M.N.)	Cantidad solicitada	Costo Total (M.N.)
Catalyst 3560	CISCO	Switch Ethernet 24 puertos.	\$24,012.00	12	\$288,144.00
Catalyst 3750	CISCO	Switch Ethernet 24 puertos.	\$64,558.50	12	\$774,702.00
SuperStack® 3 Switch 4400	3 COM	Switch Ethernet 24 puertos.	\$15,870.00	24	\$380,880.00

Equipo	Marca	Descripción	Precio unitario (M.N.)	Cantidad solicitada	Costo Total (M.N.)
Superstack ® 3 Switch 4400	3 COM	Switch Ethernet 48 puertos.	\$21,735.00	12	\$260,820.00
4602	AVAYA	Teléfono de escritorio IP	\$560.00	50	\$28,000.00
4620	AVAYA	Teléfono de escritorio IP	\$980.00	50	\$49,000.00
5420	AVAYA	Teléfono de escritorio IP	\$2,479.68	30	\$74,390.40
3711	AVAYA	Teléfono inalámbrico IP	\$1,695.40	30	\$50,862.00
Phone Manager PC Softphone	AVAYA	Softphone	\$1,456.00	90	\$131,040.00
S8700	AVAYA	Media server	\$61,940.955	1	\$61,940.955
<b>TOTAL GLOBAL (Switch CISCO)</b>					<b>\$1,458,079.355</b>
<b>TOTAL GLOBAL (Switch 3COM 24 PTS)</b>					<b>\$776,113.355</b>
<b>TOTAL GLOBAL (Switch 3COM 48 PTS)</b>					<b>\$656,053.355</b>

Tabla 4.7. Costos.

De la tabla anterior (tabla 4.7) se desprende el costo global, la diferencia es mayor (\$802,026.00) si se compara la opción de utilizar switch 3COM de 48 puertos y utilizar equipo CISCO, con la otra opción, la diferencia de costos disminuye un poco (\$681,966.00) sin embargo sigue siendo considerable. Se propone la alternativa con switch 3COM con 24 puertos debido a la posibilidad de daño en los equipos, es mas conveniente perder la comunicaron en 24 equipos que en 48 de ellos.

Es importante considerar que al ser esta dependencia un componente gubernamental, las adquisiciones de equipo requieren de un tiempo de espera para poner a licitación pública los requerimientos, formas y capacidades necesarias, por lo cual los tiempos de espera para tener los equipos son más prolongados de lo convencional.

La nueva tecnología traerá importantes beneficios reduciendo los costos en comunicaciones telefónicas, eliminando el gasto por el uso de la red de voz entre los edificios corporativos. También habrá un aumento de la productividad, gracias a los servicios de mensajería unificada, directorio centralizado y la utilización de teléfonos IP inteligentes. Se proyecta recuperar la inversión en 12 a 16 meses. Los próximos objetivos son para las Delegaciones estatales. Principalmente, reducir los costos en llamadas de larga distancia, lograr una administración centralizada vía red de datos WAN e integrar PBX y multilíneas existentes (entronque IP).

---

**CAPÍTULO 5 IMPLEMENTACIÓN**

---

## 5. IMPLEMENTACIÓN

La infraestructura de la red actual, no permite la generación de segmentación vía Redes Virtuales, lo cual implica en primera instancia un procedimiento preparatorio por medio de la sustitución de hubs por switches, equipos aun existentes en los distintos IDF's. Lo anterior se realizará con la finalidad de crear las VLAN's necesarias para mejorar el funcionamiento de la red convergente. No es necesario cambiar los racks de comunicaciones, los actuales cumplen con las especificaciones necesarias para instalar los equipos nuevos y llevar a cabo un reordenamiento de los existentes. En algunos casos, es necesario además de instalar y configurar los equipos, el revisar el etiquetado de los puertos y cables tanto en los paneles de parcheo como en los equipos activos. Este capítulo considera las etapas necesarias para la migración, una vez que se han cubierto los requerimientos de equipo, es decir, se debe contar con el 100% de los equipos solicitados, sujetos a las licitaciones que se convoquen a los distribuidores de equipos y presupuesto asignado a la Dirección General de Informática por la Secretaria, para que la red convergente pueda ser implementada sin contratiempos.

Se debe reconfigurar el sistema actual en cuanto a:

- Plan de marcación.
- Interconexión con la PSTN.
- Configuración de herramientas para Calidad de Servicio.
- Asignación de direcciones IP.
- Creación de Redes Virtuales.
- Implementar políticas de seguridad en la red.
- Permisos y restricciones a los usuarios.
- Configuración y asignación de correo de voz.
- Configuración y asignación de mensajería unificada.

- Configuración y asignación de teléfonos IP, inalámbricos y de software.
- Configuración y asignación de funcionalidades telefónicas.
- Sistemas de operadora telefónica automática.

Además de lo anterior, es necesario realizar una bitácora técnica actualizada que incluya las trayectorias de los cables instalados, orígenes y destinos. Incluir en registro de todos los componentes de la red, salidas de telecomunicaciones, escalerillas, ductos, paneles de parcheo y sitios de comunicaciones, así como un listado de software que requieren licencia para su utilización, integrando el esquema de licenciamiento correspondiente. Diagramas de interconexión de los equipos y subsistemas, especificaciones técnicas de los equipos, relación de normas y estándares.

## **5.1 CONFIGURACIÓN DE LA RED INTEGRADA**

La manera en que se realizara la migración para hacer converger las redes de voz y datos se divide en tres etapas principales (cuatro si consideramos la adquisición de equipo) descritas a continuación:

### **5.1.1 Primer Etapa. Sustitución de los equipos no compatibles con las nuevas funciones y creación de Redes Virtuales.**

1. **Verificación y reestructuración** en la distribución de cables y de la numeración establecida en los IDF's para asegurar la coincidencia de terminales con paneles de parcheo y puertos de equipos.
2. **Instalación y configuración de los switches.** Sustitución de los Hub's que se encuentran actualmente funcionando en los diferentes pisos del edificio. La configuración de los equipos se realiza por medio de un puerto RS-232 (serie). se pueden habilitar niveles de administración para los usuarios. El software de

administración opera en una plataforma Windows, mediante http, permite la configuración con comandos y desde ambiente gráfico.

3. **Configuración de Redes Virtuales** para proporcionar salida a Internet, enlaces para control de los switches, granjas de servidores, etc. Se propone un nuevo direccionamiento para la red utilizando una de clase C, con mascara de 24 bits (estándar), es decir, un máximo de 254 usuarios por cada segmento de red. La dirección propuesta sería 172.25.X.0/254, estos segmentos forman Redes Virtuales asignadas a un departamento en particular. Se deberá tener en cuenta aquellas áreas en donde se tiene interrelación con otras secretarías o dependencias de gobierno para que las direcciones IP no causen conflictos.

La mascara de red seria la 255.255.255.0 para todos los casos. A continuación se presenta la asignación de direcciones (tabla 5.1) de acuerdo a los pisos que conforman el edificio de Reforma 116.

Ubicación	Dirección del GW
Sótano	172.16.2.254 - VLAN 2
Planta Baja	172.25.3.254 - VLAN 3
Piso 4	172.25.4.254 - VLAN 4
Piso 5	172.25.5.254 - VLAN 5
Piso 6	172.25.6.254 - VLAN 6
Piso 7	172.25.7.254 - VLAN 7
Piso 8	172.25.8.254 - VLAN 8
Piso 9	172.25.9.254 - VLAN 9
Piso 11	172.25.11.254 - VLAN 11
Piso 12	172.25.12.254 - VLAN 12
Piso 13	172.25.13.254 - VLAN 13
Piso 14	172.25.14.254 - VLAN 14
Piso 15	172.25.15.254 - VLAN 15
Piso 16	172.25.16.254 - VLAN 16
Piso 17	172.25.17.254 - VLAN 17
Piso 18	172.25.18.254 - VLAN 18

Tabla 5.1. Configuración VLAN. SEDESOL

La VLAN 1, se designará para las granjas de servidores, es decir, para la administración general de las funcionalidades de la red.

4. **Habilitar el ruteo** entre las Redes Virtuales.
5. **Migración de los usuarios** a sus nuevos segmentos de red. Configuración de las terminales de cada usuario. Adicionalmente a la segmentación, se debe instalar un software que permita analizar el tráfico de paquetes por la red y los protocolos utilizados. Con él se pueden detectar computadoras que al tener mala configuración, emitan paquetes de protocolos que no se utilizan en la red, para evitar el uso de recursos innecesarios.
6. **Pruebas** para verificar el correcto funcionamiento de los switches nuevos, salidas a Internet y accesos a la red por los usuarios.

### 5.1.2 Segunda Etapa. Integración de los dispositivos H.323.

1. **Conexión y configuración de los equipos H.323.** Servidores, y equipos de usuario final; teléfonos IP y software. Los teléfonos IP, pueden ser actualizados y reiniciados vía software a través de la red. La aplicación de directorio telefónico corporativo, debe configurarse de tal forma que refleje todas las modificaciones realizadas en el sistema, así como poder ser consultado desde cualquier equipo IP con pantalla.
2. **Instalación y configuración del software de administración.** El sistema de AVAYA incluye software necesario para administración, configuración, programación y operación del sistema. Tiene la capacidad de realizar respaldos de información de la configuración del sistema. Permite la generación de informes de eventos y alarmas.
3. **Implementación de políticas de QoS.**
4. **Integrar la red IP con al PSTN.** Se requiere configurar los Gateways que se encargarán de la interconexión, para llevar la óptima administración de llamadas.

Es necesario conservar la aplicación DID (Direct Inward Dial), es decir, llamadas directas sin necesidad de conmutador. Además de ANI (Automatic Number Identification), con número único de identificación y DNIS (Dialed Number Identification Service), utilizadas para localizar a usuarios específicos con asistencia del conmutador.

En la figura 5.1 se muestra la conexión de los equipos que componen el Sistema telefónico IP.

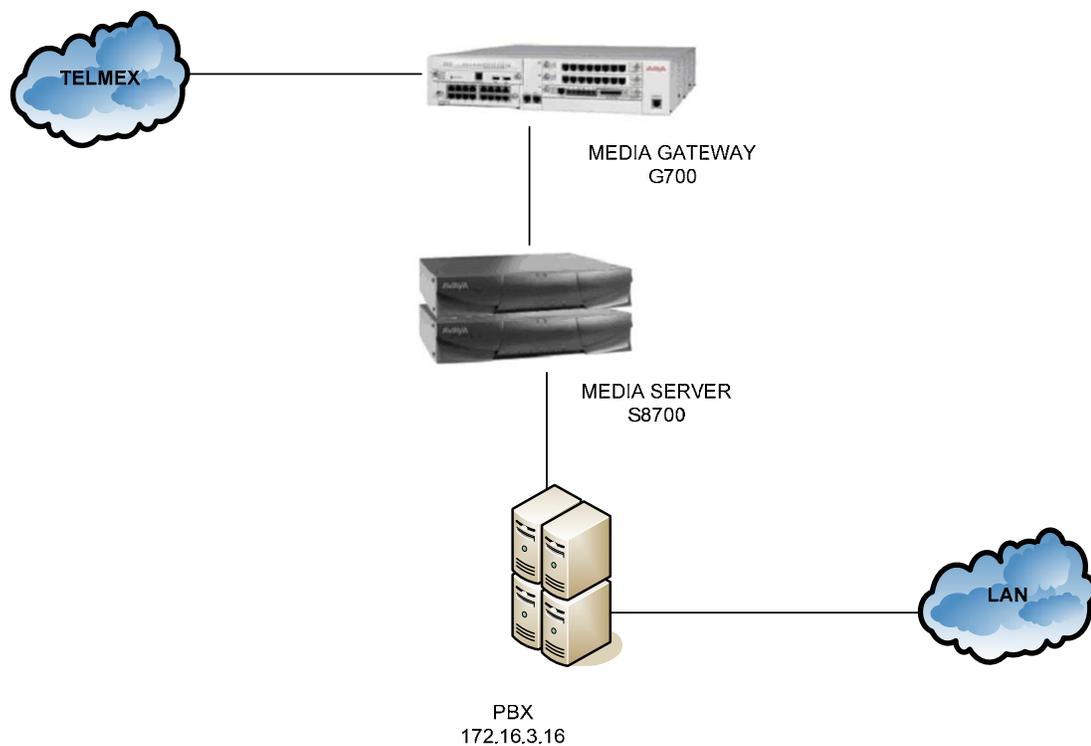


Fig. 5.1 Esquema de conexión de equipos IP.

5. **Pruebas en la red**, con tráfico de voz y datos. Se propone un periodo de una semana a partir de la instalación y configuración de los equipos para observación de respuesta. En caso de presentarse fallas graves, el periodo se

extenderá hasta solucionar el conflicto. De lo contrario, el periodo de tiempo en prueba no debe tener retrasos.

En la figura 5.2 se muestra el diagrama resultante después de integrar los equipos de telefonía IP en la red de SEDESOL.

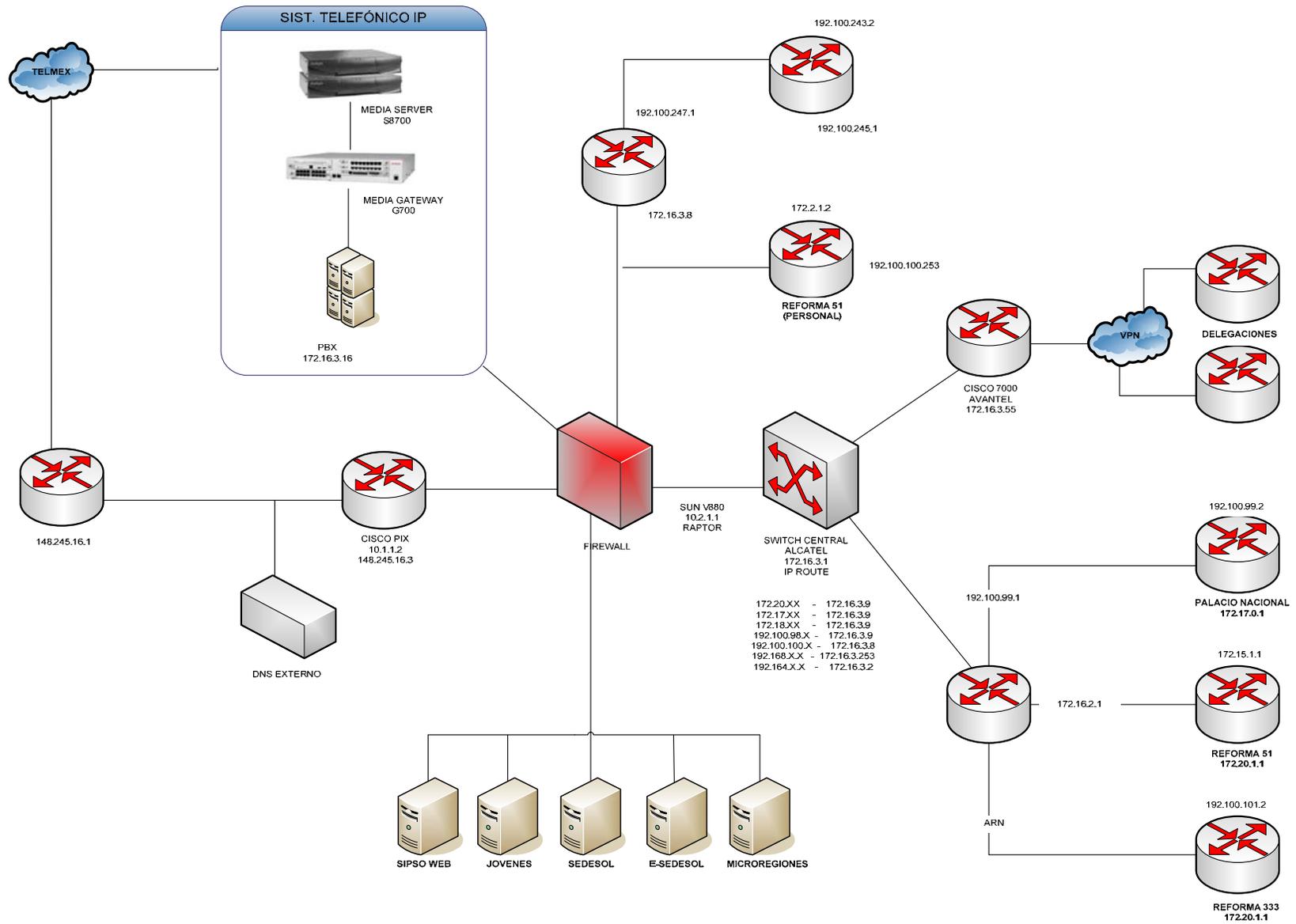


FIG 3.12. Red convergente. SEDESOL.

6. **Capacitación a los usuarios.** En la primera parte, se capacitará al personal que integra la Dirección, Ingenieros y técnicos, para lo cual se elaborará material de apoyo. Posteriormente se capacitara a personal seleccionado de las áreas, se tomará lo aprendido por estas primeras personas para que ellas mismas entrenen a la otra parte de los usuarios con asistencia del área, además de la elaboración de trípticos con las principales funciones disponibles y la forma en que se utilizan los servicios.

### 5.1.3 Tercera Etapa. Implementación de medidas de seguridad y funcionalidades.

1. La seguridad mejora con la creación de VLAN's y grupos de trabajo ya que se limita el tráfico a un solo dominio de broadcast.
2. Los perfiles de usuario a crearse son los siguientes:
  - **Usuario estándar:** Este tipo de usuario es el oficinista que labora en la Secretaría que por sus responsabilidades solo requiere una pequeña parte de las funcionalidades a ser instaladas: llamadas interoficinas, transferencia de llamada, llamada en espera y como funciones adicionales, solo acceso al directorio global.
  - **Usuario Dirección General de Informática:** Corresponde a los técnicos y personal que labora en la Dirección General de Informática, los cuales por sus funciones requieren de hacer pruebas, para lo cual tendrán acceso a: llamadas interoficinas, locales, a teléfonos celulares, larga distancia (nacional únicamente), de acuerdo al tipo de trabajo que estén llevando a cabo. Algunas de las funcionalidades serán restringidas para los líderes del proyecto en turno por medio de claves de acceso a los servicios. Así mismo de funciones adicionales como: multiconferencia, transferencia de llamada, llamada en espera, identificador de llamadas y acceso al directorio.

- **Usuario mandos medios:** Son las personas que toman decisiones al interior de la Secretaría, a partir del puesto de Jefe de Departamento, Subdirecciones etc, por su nivel de mando requieren la totalidad de funciones a ser instaladas, mencionadas en el capítulo anterior de este trabajo: llamadas interoficinas, locales, números 800, larga distancia nacional, internacional, llamadas a celular. Así mismo servicios complementarios como: multiconferencia, transferencia de llamadas, toma de llamadas del grupo de captura, llamada en espera, identificador de llamada, además de acceso al directorio global y navegar en Internet por medio del teléfono IP (esta última se menciona a manera de aplicación futura).

Así mismo, es necesario proporcionar usuarios para las operadoras de la Secretaría, que se encargan de dar soporte a las personas que se comunican y no conocen la extensión telefónica o que no logran establecer la comunicación con el mensaje de bienvenida del conmutador.

3. Es necesario adecuar el Sistema de tarificación actual para hacerlo compatible con Telefonía IP. Debe ser capaz de cuantificar el tráfico de salida, entrada, así como el registrado entre las extensiones del interior de la Secretaría, reportando los parámetros de hora, fecha, duración de la llamada, número marcado, lugar desde donde se marca, números marcado y de quien marca, claves y códigos de autorización, llamadas transferidas y en conferencia, para procesarlos en forma de estadísticas. Debe tener la capacidad de reconocer llamadas locales, a celulares, larga distancia nacional e internacional. Así mismo, los avisos de presupuesto mensual y gasto del mismo.

---

# CONCLUSIONES

---

## CONCLUSIONES

La tecnología Ethernet proporciona muchas ventajas; escalabilidad, variedad de fabricantes, estandarización de equipos, velocidades de transmisión y un aspecto muy importante para este caso de análisis, los costos de implementación, debido a que la infraestructura actual en la SEDESOL esta diseñada expresamente para su optimo funcionamiento, motivos por los cuales no es necesario realizar la migración a otras opciones como ATM o Frame Relay. La conmutación Ethernet aumenta el ancho de banda disponible en la red, creando segmentos de redes dedicadas, o conexiones punto a punto, y conectando estos segmentos en una red virtual dentro del switch. Un switch emplea "microsegmentación" para reducir el dominio de colisión en una LAN y conecta estos segmentos en una red virtual dentro del mismo. Este circuito de red virtual existe solamente cuando dos nodos necesitan comunicarse.

Hay dos motivos fundamentales para dividir una LAN en segmentos; aislar el tráfico entre segmentos y lograr mayor ancho de banda por usuario mediante la creación de dominios de colisión más pequeños. Sin la segmentación, las LAN más grandes que un pequeño grupo de trabajo podrían atascarse rápidamente con el tráfico y las colisiones.

El sustituir hub's por switchs tiene como principal ventaja el uso de ancho de banda dedicado para cada terminal. Además permite migrar de un esquema plano a uno segmentado, con lo cual se obtiene una distribución del control, administración de grupos de trabajo, así como mayor eficiencia entre ellos. Un beneficio directo de este cambio es la velocidad de respuesta y reducción de colisiones en la transmisión de datos, lo cual influye en mejoras en la calidad de servicio implementada para esta red.

Al dividir redes de gran tamaño en unidades autónomas, los switchs ofrecen varias ventajas. Un switch, reduce el tráfico que experimentan los dispositivos en todos los segmentos conectados ya que sólo se envía un determinado porcentaje de tráfico. Reducen el dominio de colisión pero no el dominio de broadcast, es decir, aunque el

switch LAN reduce el tamaño de los dominios de colisión, todos los hosts conectados al switch pertenecen al mismo dominio de broadcast. Por lo tanto, un broadcast emitido de un nodo seguirá siendo percibido por todos los demás nodos conectados a través del switch LAN.

Los switches son dispositivos de enlace de datos que, al igual que los puentes, permiten la interconexión de múltiples segmentos físicos de LAN para formar una sola red de mayor tamaño. Dado que la conmutación se ejecuta en el hardware en lugar del software, es significativamente más veloz. Cada puerto de switch puede considerarse como un micropuente que actúa como un puente distinto y ofrece el ancho de banda completo del medio a cada host.

Para lograr el funcionamiento óptimo de la red integrada, es necesario apearse a las etapas descritas en este trabajo para garantizar la migración y obtener los mayores beneficios económicos para la Secretaría, la absorción de los gastos por el cambio se planea para un tiempo no mayor a seis meses a partir de que los esquemas instalados funcionen al 100%. Uno de los costos que se elimina con este cambio es el de administración de la red ya que se tiene una infraestructura de red integrada en lugar de dos sistemas independientes, los costos por cargos de larga distancia y el mantenimiento se reduce a la mitad ya que la misma red transporta voz y datos.

Los enlaces proporcionados por TELMEX tienen las características de rendimiento necesarios para la correcta operación del sistema. Permite comunicación con troncales digitales y analógicas externas. En conjunción con los equipos instalados permite que el servicio hacia la PSTN sea transparente para los usuarios.

La capacitación para el personal que se encargará de administrar la red convergente debe ser integral, para el monitoreo de datos, servidores y para los servicios telefónicos, deben trabajar en equipo ya que el efecto de dar prioridad a un tráfico o a otro traerá como consecuencia el incremento de reportes de fallas a ser atendidos por los técnicos de soporte y con ello gastos innecesarios. Por otra parte, es conveniente proporcionar a los usuarios información para configuración de los teléfonos IP y que puedan explotar todas las funciones que estos le ofrecen sin necesidad de

levantar un reporte por este motivo. Hasta el momento, la Dirección General de Informática cuenta con un tríptico para el uso de los equipos digitales, por lo que se requiere de elaborar un material de características similares en el uso de los teléfonos IP.

La implementación del Directorio Activo garantiza el buen funcionamiento y la veracidad de la información ya que esta se actualiza inmediatamente cuando se registra algún cambio en la red, los servicios disponibles de mensajería unificada se encuentran relacionados con este sistema.

Con el plan de marcación se tiene un mejor control del flujo de llamadas, debido a los dos primeros dígitos que identifican el estado de la Republica Mexicana especificado por la parte llamada y quien inicia esta.

---

# ***APENDICES***

---

## APÉNDICE A

### ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

En la figura A.1 se muestra el Espectro Electromagnético, así como la frecuencia en la que operan distintos medios de transmisión guiados y no guiados.

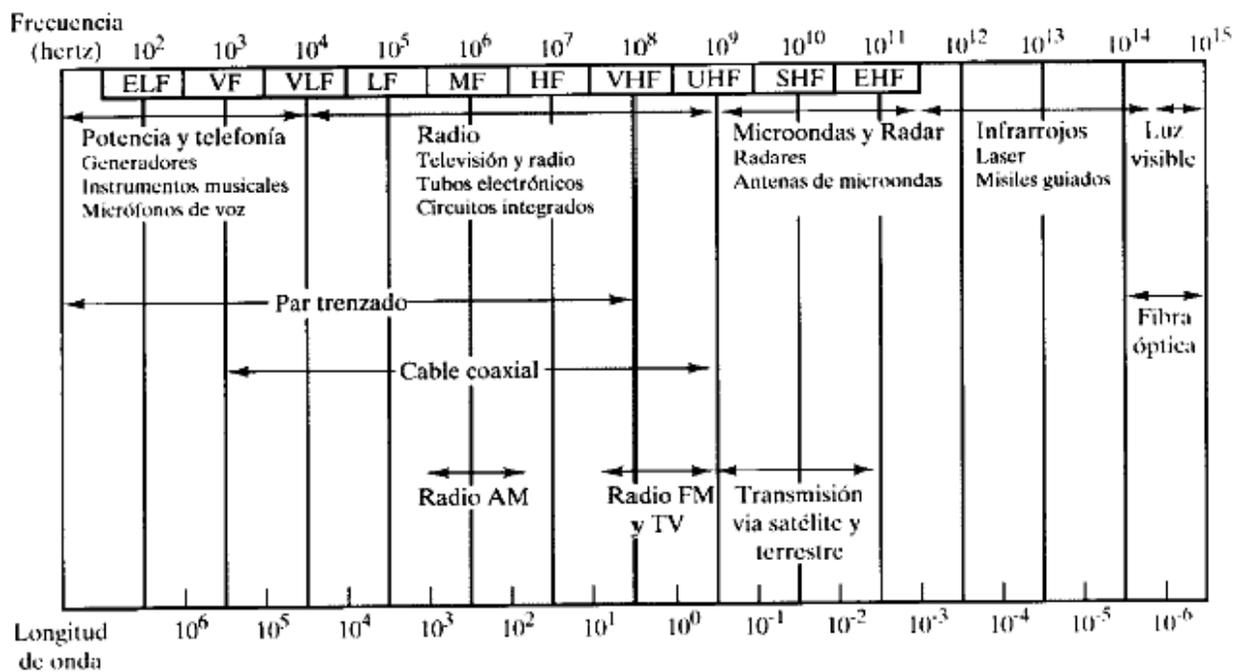


Fig A.1. Espectro electromagnético.

## APÉNDICE B

### FLUJO DE LLAMADA DE SWITCH DE OFICINA CENTRAL

La figura B.1 ilustra un flujo básico de llamada en la PSTN, para llevarla a cabo se requieren los siguientes pasos:

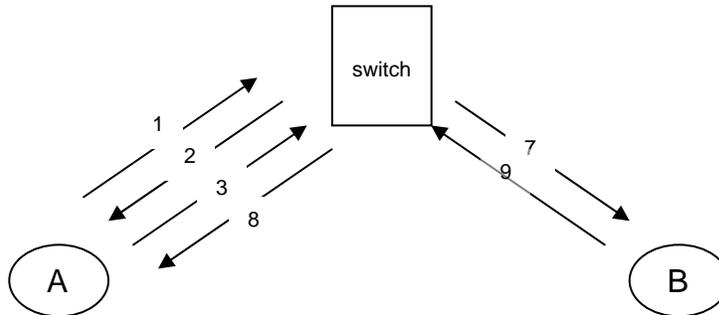


Fig B.1. Llamada de telefonía convencional.

1. El usuario A descuelga su microteléfono (off-hook) y espera el tono de llamada. Esto provoca el cierre de un switch eléctrico que activa el flujo de una corriente eléctrica por la línea de la persona que efectúa la llamada, entre la ubicación de ésta y el edificio que alberga la central telefónica automática, que forma parte del sistema de conmutación. Se trata de una corriente continua.
2. El switch de oficina final local da al usuario A un tono de marcado, una combinación concreta de dos notas para que resulte perfectamente detectable, tanto por los equipos como por las personas.
3. El usuario A marca el número de teléfono del usuario B. Esta secuencia es exclusiva de otro usuario, es decir, la persona a quien se llama.
4. El switch de oficina final elimina el tono de llamada reúne y analiza el número para determinar el destino de la llamada telefónica. El switch de oficina final sabe que alguien desde la casa del usuario A esta haciendo una llamada debido al puerto específico que esta dedicado a este usuario.

5. El switch analiza el número llamado para determinar si el número es local, es decir, que el conmutador pueda atender. Se aplican una serie de intervalos de corriente de llamada a la línea del receptor de la llamada. La corriente de llamada es corriente alterna de 20 Hz, que fluye en ambos sentidos. En caso de que los usuarios no se encuentren en la misma región de influencia del switch de oficina final, el switch de quien marca buscaría en sus tablas de enrutamiento para determinar como conectar esta llamada. Las centrales telefónicas forman una red jerárquica. Si el código del número marcado no pertenece a la misma central, pero pertenece a otra central del mismo nivel y área geográfica, se establece una conexión directa entre ambas centrales. Sin embargo, si el número marcado pertenece a una rama distinta de la jerarquía hay que establecer una conexión entre la primera y aquella de conmutación de mayor nivel común a ambas y entre ésta y la segunda central. Las centrales de conmutación están diseñadas para encontrar el camino más corto disponible entre las dos centrales. Una vez que la conexión entre las dos centrales está establecida, la segunda central activa la alarma del correspondiente receptor como si se tratara de una llamada local.
6. El switch determina la línea de abonado específica del usuario B.
7. El switch de oficina final señala a continuación al circuito del usuario B haciendo sonar su teléfono.
8. Una ruta de voz permite que el usuario A pueda oír el tono de llamada que el conmutador de la oficina final esta enviando. El tono de llamada es enviado de vuelta al usuario A de tal manera que este puede saber que el teléfono del usuario B esta sonando (el sonido del teléfono del usuario B y el tono devuelto al usuario A pueden no estar sincronizados).
9. El usuario B descuelga su teléfono (off-hook). Comienza a circular una corriente continua por su línea que es detectada por la central. Ésta deja de aplicar la corriente de llamada y establece una conexión entre la persona que llama y la que esta siendo llamada, que es la que permite hablar.

10. El switch de oficina final acorta la ruta de voz desde el usuario A al B. Esto es un DS-0 (servicio digital de capa cero) duplex completo a 64 kbps en el plano de switching de oficina final para permitir la transmisión de voz.

El circuito de entrada convierte, en primer lugar, la voz de quien llama a impulsos digitales. Estos impulsos se transmiten entonces a través de la red mediante sistemas de alta capacidad, que conectan las diferentes llamadas en base a operaciones matemáticas de conmutación computarizadas. Las instrucciones para el sistema se hallan almacenadas en la memoria de una computadora. El mantenimiento de los equipos se ha simplificado gracias a la duplicidad de los componentes. Cuando se produce algún fallo, entra automáticamente en funcionamiento una unidad de reserva para manejar las llamadas. Gracias a estas técnicas, el sistema puede efectuar llamadas rápidas, tanto locales como a larga distancia, encontrando con rapidez la mejor ruta disponible.

## APÉNDICE C

### FLUJO DE LLAMADA TELEFÓNICA IP

La figura C.1 ilustra un flujo básico de llamada IP, utilizando una aplicación de PC. Ambos usuarios necesitan estar en Internet o tener acceso a una red IP.

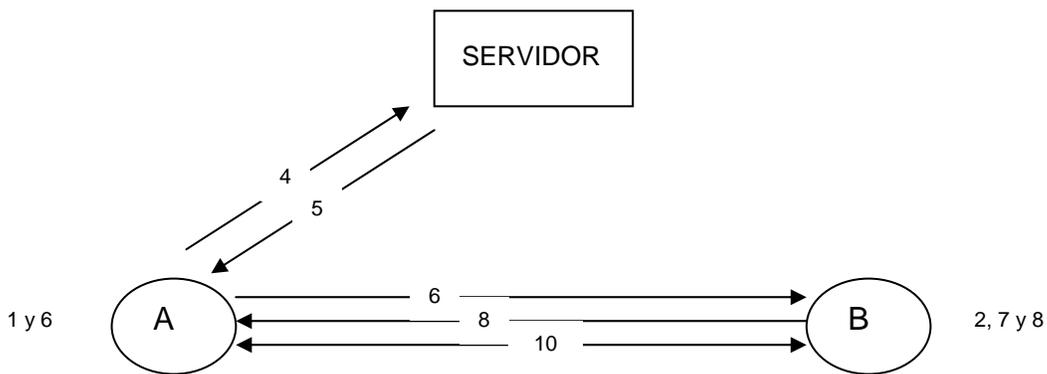


Fig C.1. Llamada de telefonía IP.

Para llevarla a cabo se requieren los siguientes pasos:

1. El usuario A inicia su aplicación de teléfono Internet (I-phone, softphone, etc.), que es compatible con H.323.
2. El usuario B ya ha iniciado su aplicación anteriormente.
3. El usuario A sabe que el nombre en la red del usuario B o entrada del Sistema de denominación de dominio (DNS, Domain Name System) es usuarioB.dominio.com, por lo que escribe eso en la sección "a quien llamar" de su aplicación de teléfono Internet y lo ejecuta.
4. la aplicación de teléfono Internet convierte usuarioB.dominio.com en un nombre de host DNS y va a un servidor DNS que esta estáticamente configurado en la máquina del usuario A para convertir el nombre DNS y tomar una dirección IP.
5. El servidor DNS pasa de nuevo la dirección IP del usuario B.

6. La aplicación de teléfono Internet del usuario A toma la dirección IP del usuario B y envía un mensaje H.225 al usuario B.
7. El mensaje H.225 señala que la PC del usuario B comience a sonar.
8. El usuario B hace clic en el botón Aceptar, que indica a su aplicación de teléfono Internet que tiene que enviar un mensaje de conexión H.225.
9. La aplicación de teléfono Internet del usuario A empieza la negociación H.245 con la PC del usuario B.
10. La negociación H.245 termina y se abren los canales lógicos. El usuario A y el B pueden comenzar a hablar a través de la red de paquetes.

## APÉNDICE D

### NÚMEROS DE PUERTO TCP y UDP

Tanto TCP como UDP utilizan números de puerto (o socket) para enviar información a las capas superiores. Los números de puerto se utilizan para mantener un registro de las distintas conversaciones que atraviesan la red al mismo tiempo. Por ejemplo, cualquier conversación destinada a una aplicación FTP utiliza el número de puerto 21 como estándar. En cambio, a las conversaciones que no involucran ninguna aplicación que tenga un número de puerto conocido, se les asignan números de puerto que se seleccionan de forma aleatoria dentro de un intervalo específico. Estos números de puerto se usan como direcciones origen y destino en el segmento TCP/UDP.

Algunos puertos son puertos reservados, tanto en TCP como en UDP, aunque es posible que algunas aplicaciones no estén hechas para soportarlos. Los números de puerto tienen los siguientes intervalos asignados:

- Los números inferiores a 255 corresponden a aplicaciones públicas.
- Los números entre 255-1023 se asignan a empresas para aplicaciones comercializables.
- Los números superiores a 1023 no están regulados.

Los sistemas finales utilizan números de puerto para seleccionar la aplicación adecuada. El host origen asigna dinámicamente los números de puerto origen, por lo general un número mayor que 1023. En la tabla D.1 se muestran los puertos principales y una breve descripción de los mismos.

Decimal	Palabra clave	Descripción	Decimal	Palabra clave	Descripción
0		Reservado	43	NICNAME	¿Quién es?
1 - 4		No asignado	53	DOMAIN	Servidor de denominación del dominio
5	RJE	Entrada de tarea	67	BOOTPS	Servidor de protocolo

Decimal	Palabra clave	Descripción	Decimal	Palabra clave	Descripción
		remota			bootstrap
7	ECHO	Eco	68	BOOTPC	Cliente de protocolo bootstrap
9	DISCARD	Descartar	69	TFTP	Protocolo de transferencia de archivos trivial
11	USERS	Usuarios activos	75		Cualquier servicio de discado privado
13	DAYTIME	Horario diurno	79	FINGER	Finger
15	NETSTAT	¿Quién esta conectado?	95	SUPDUP	Protocolo SUPDUP
17	QUOTE	Cita del día	101	HOSTNAME	Servidor NIC de nombre de host
19	CHARGEN	Generador de caracteres	102	ISO-TSAP	ISO – TSAP
20	FTP-DATA	Protocolo de transferencia de archivos (datos)	113	AUTH	Servicio de autenticación
21	FTP	Protocolo de transferencia de archivos	117	UUCP-PATH	Servicio de ruta UUCP
23	TELNET	Conexión de terminal	123	NTP	Protocolo de tiempo de red
25	SMTP	Protocolo de transferencia de correo simple	133-159		No asignado
37	TIME	Hora del día	160-223		Reservado
39	RLP	Protocolo de ubicación de recursos	224-241		No asignado
42	NAMESERVER	Servidor de nombre del host	242-255		No asignado

Tabla D.1. Puertos UDP.

## APÉNDICE E

### RETRASO DE PROPAGACIÓN POR TRAMA.

En la tabla E.1 se presentan distintos valores de retraso de propagación de acuerdo a la velocidad de propagación y el tamaño de la trama.

		Tamaño de la trama (bytes)						
		1	64	128	256	512	1024	1500
Velocidad de enlace (kbps)	56	143 $\mu$ s	9 ms	18 ms	36 ms	72 ms	144 ms	214 ms
	64	125 $\mu$ s	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	128 ms	187 ms
	128	62.5 $\mu$ s	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	93 ms
	256	31 $\mu$ s	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	46 ms
	512	15.5 $\mu$ s	1 ms	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	23 ms
	768	10 $\mu$ s	640 $\mu$ s	1.28 ms	2.56 ms	5.12 ms	10.24 ms	15 ms
	1536	5 $\mu$ s	320 $\mu$ s	640 $\mu$ s	1.28 ms	2.56 ms	5.12 ms	7.5 ms

Tabla E.1 Retraso de propagación.

## APÉNDICE F

### SEÑALIZACIÓN H.323

#### 1. Señalización RAS.

Proporciona un control de prellamadas en redes donde existen gatekeepers. Se establece un canal entre los puntos finales y gatekeepers independiente de la señalización de control de llamadas y de los canales de transporte de medios. Los mensajes RAS realizan el registro, las admisiones, los cambios de ancho de banda, el estado y los procedimientos de desenganche.

**Descubrimiento del Gatekeeper.** Es un proceso manual, configurando la IP de antemano ó automático, dinámico, con la utilización de un mensaje multidifusión, por parte de los puntos finales para identificar un gatekeeper para registrarse. La dirección de difusión es 224.0.1.41, el puerto UDP para descubrimiento del gatekeeper es 1718, y el puerto de estado y registro es 1719. Se utilizan tres mensajes RAS:

- Gatekeeper Request (GRQ). Mensaje de multidifusión enviado por un punto final que este buscando al gatekeeper.
- Gatekeeper Confirm (GCF). Respuesta que incluye la dirección de transporte del canal RAS del gatekeeper.
- Gatekeeper Reject (GCJ). Informa al punto final que el gatekeeper no acepta su registro.

El GK puede identificar GK's alternativos en los mensajes GCF que se pueden utilizar cuando falla el GK principal.

**Registro.** Es el proceso que permite a los gateways, puntos finales y MCU informen al GK sus direcciones IP y alias, ocurre antes de intentar establecer una llamada. Los mensajes en esta etapa son:

- Registration Request (RRQ). Enviado desde un punto final a la dirección del canal RAS del GK.

- Registration Confirm (RCF). Enviado por el GK, confirma un registro de punto final.
- Registration Reject (RRJ). Enviado por al GK, rechaza un registro de punto final.
- Unregister Request (URQ). Enviado desde un punto final o GK para cancelar un registro.
- Unregister Confirm (UCF). Enviado desde el punto final o GK para confirmar la cancelación del registro.
- Unregister Reject (URJ). Indica que el punto final no estaba preregistrado con el GK.

**Localización de punto final.** Se utiliza para obtener información del contacto cuando solo está disponible el alias, se envían mensajes de multidifusión de descubrimiento de GK. El GK puede incluir una o más direcciones E164 fuera de la zona de petición. Se pueden utilizar los siguientes tres mensajes para localizar puntos finales:

- Location Request (LRQ). Se envía para solicitar información del contacto del punto final o GK para una ó más direcciones E164.
- Location Confirm (LCF). Se envía por el GK y contiene el canal de señalización de llamadas ó dirección del canal RAS de sí mismo o del punto final solicitado.
- Location Reject (LRJ). Se envía por los GK que reciben un LRQ para el que no está registrado el punto final solicitado ó tiene recursos no disponibles.

**Admisiones.** Proporcionan las bases para la admisión de llamadas y control de ancho de banda. Los GK autorizan el acceso a las redes H.323 confirmando o rechazando una petición de admisión, en la cual se incluye el ancho de banda solicitado y puede ser reducida por el GK en la confirmación. Los mensajes requeridos se muestran a continuación:

- ARQ. Intento del punto final para iniciar una llamada.

- ACF. Autorización dada por el GK para admitir la llamada. Tiene la IP del GW o GK de terminación y permite al GW de origen iniciar el control de la llamada.
- ARJ. Deniega la petición del punto final de tener acceso para una llamada determinada.

**Información de estado.** El GK puede utilizar el canal RAS para obtener información de estado del punto final y monitorear si dicho punto esta en línea o no. El período típico de sondeo para los mensajes de estado es de 10 segundos. Se utilizan los tres mensajes siguientes para proporcionar el estado en el canal RAS:

- Information Request (IRQ). Se envía desde el GK al punto final que solicita el estado.
- Information Request Response (IRR). Se envía desde el punto final al GK en respuesta a una petición IRQ, es también enviado si el GK solicita actualizaciones periódicas del estado.
- Status Enquiry. Se envía fuera del canal RAS, en el canal de señalización. Un punto final lo envía a otro para saber el estado de la llamada. Los GK utilizan estos mensajes para saber si la llamada sigue activa.

**Control de ancho de banda.** Se administra inicialmente a través del intercambio en la secuencia ARQ/ACF/ARJ. Puede cambiar durante la llamada, se pueden utilizar los siguientes mensajes:

- BRQ. Enviado por un punto final al GK pidiendo un incremento o disminución en el ancho de banda de la llamada.
- BCF. Enviado por el GK para confirmar la petición del cambio de ancho de banda.
- BRJ. Enviado por el GK para rechazar la petición de cambio de ancho de banda, si este ancho de banda no está disponible. El GK solo utiliza su ancho de banda estático para determinar si acepta ó rechaza el ancho de banda solicitado.

## **2. Señalización de control de llamadas (H.225).**

La recomendación H.225 de la ITU especifica la utilización y soporte de los mensajes de señalización Q.931 y para servicios suplementarios Q.932. Un canal de control de llamadas seguro se crea en una red IP en el puerto 1720 de TCP. Los mensajes de señalización más utilizados son:

- Setup. Mensaje enviado por la entidad H.323 que intenta establecer conexión con la entidad llamada. Se envía en el puerto TCP 1720 de H.225.
- Call Proceeding. Enviado desde la entidad llamada a la que llama para informar que los procedimientos de establecimiento de llamada han iniciado.
- Alerting. Mensaje de la entidad llamada hacia la llamante indicando que el sonido de llamada ha comenzado.
- Connect. Enviado desde la entidad llamada a la llamante para indicar que se ha respondido a la llamada. Puede contener una dirección UDP/IP para la señalización de control H.245.
- Release Complete. Enviado por el punto final que inicia la desconexión, indica que la llamada ha sido liberada. Se puede enviar este mensaje solamente si el canal de señalización esta abierto ó activo.
- Facility. Mensaje Q.932 para solicitar o confirmar servicios suplementarios. Se utiliza también para indicar si una llamada debe ser dirigida o ir a través de un GK.

Se puede utilizar el método de señalización de llamada de GK enrutado ó señalización de llamada directa de punto final.

### 3. Control y transporte de medios (H.245 y RTP/RTCP).

H.245 maneja mensajes de extremo a extremo entre entidades H.323, establece canales lógicos para la transmisión de información de audio, video, datos y canal de control. El canal de control seguro se crea sobre IP utilizando un puerto TCP dinámicamente asignado en el último mensaje de señalización de llamada. Se pueden utilizar los siguientes procedimientos y mensajes para la operación de control:

- Capability Exchange. Mensajes de intercambio de manera segura de las capacidades para recibir y transmitir audio, video y datos entre los puntos finales, incluye los códecs y velocidades de muestreo.
- Master-Slave Termination. Determina que terminal funciona como principal y cual como secundaria durante la llamada, se utiliza para resolver conflictos, es decir, cuando ambos puntos finales solicitan acciones similares a la vez.
- Round-Trip Delay. Determina el retraso entre los puntos finales de origen y terminación y verifica si la entidad remota del protocolo H.245 está activa.
- Logical Channel Signaling. Abre y cierra el canal lógico que transporta la información de audio, video y datos. El canal se prepara antes de la transmisión real para asegurar que los terminales estén preparados y son capaces de recibir y decodificar información.

Para mejorar el rendimiento en el control y transporte, existe un procedimiento para establecer canales de medios entre puntos finales de manera rápida: Fast Connect, para llamadas básicas punto a punto. Además, es posible encapsular ó tunelar mensajes H.245 dentro del canal lógico H.225, mejorando el tiempo de conexión de la llamada y la asignación de recursos.

Cualquier punto final que participe en la llamada puede iniciar el proceso de terminación de la misma. En principio, deben terminar las transmisiones de medios y cerrarse los canales lógicos. Posteriormente, se debe finalizar la sesión H.245 y enviarse un mensaje de liberación completa en el canal de señalización de llamada, si

aún sigue abierto. Si la llamada no estaba controlada por un GK, en ese momento se termina la misma, de lo contrario, se utilizan los mensajes RAS siguientes:

- Disengage Request (DRQ). Se envía por un punto final o GK para terminar una llamada.
- DCF. Se envía por un punto final o GK para confirmar la desconexión de la llamada.
- DRJ. Se envía por el punto final o GK para rechazar la desconexión de la llamada.

Por otra parte, en el transporte de medios en tiempo real para H.323 esta a cargo RTP, permite la entrega de extremo a extremo de medios interactivos sobre redes de unidifusión o multidifusión. Los servicios de empaquetamiento y transmisión incluyen la identificación de carga útil, la secuenciación, la marca de temporización y la monitorización.

RTP depende de otros mecanismos y de las capas bajas para asegurar la entrega a tiempo, la reserva de recursos, la fiabilidad y la QoS. RTCP monitoriza la entrega de datos, controla e identifica los servicios. El canal de medios se crea utilizando UDP, los flujos RTP actúan en los puertos pares y el flujo RTCP corresponden a los puertos siguientes inmediatos (impares).

## APÉNDICE G

### FLUJO DE LLAMADA H.323

Los flujos de llamadas descritos a continuación (figura G.1) muestran configuraciones de llamadas entre dos puntos finales.

Punto Final	Origen	Gatekeeper 1	Punto Final	Destino
	H.225 Admission Request (ARQ)	➡		
	H.225 Admission Confirm (ACF)	←		
←	Open TCP Channel	For Q.931		➡
	Q.931	Setup		➡
←	Q.931	Call Proceeding		
		←	H.225 Admission Request (ARQ)	
			H.225 Admission Confirm (ACF)	➡
←	Q.931	Alerting		
←	Q.931	Connect		
←	Open TCP Channel	For H.245		➡
	H.245 Terminal	Capabilities		➡
←	H.245 Terminal	Capabilities		
←	H.245 Terminal	Capabilities		
	H.245 Terminal	Capabilities		➡
←	Exchange of Master-Slave	Determination Messages		➡
	H.245 Open Audio	Logical Channel		➡
←	H.245 Open Audio Logical	Channel Acknowledgement		
←	H.245 Open Audio	Logical Channel		
	H.245 Open Audio Logical	Channel Acknowledgement		➡
←	Bi-directional Audio with	Transcoding in the Endpoints		➡

FIG G.1. Señalización directa de punto final. Mismo GK.

En la figura G.2 se muestra la señalización para una llamada con GK enrutado.

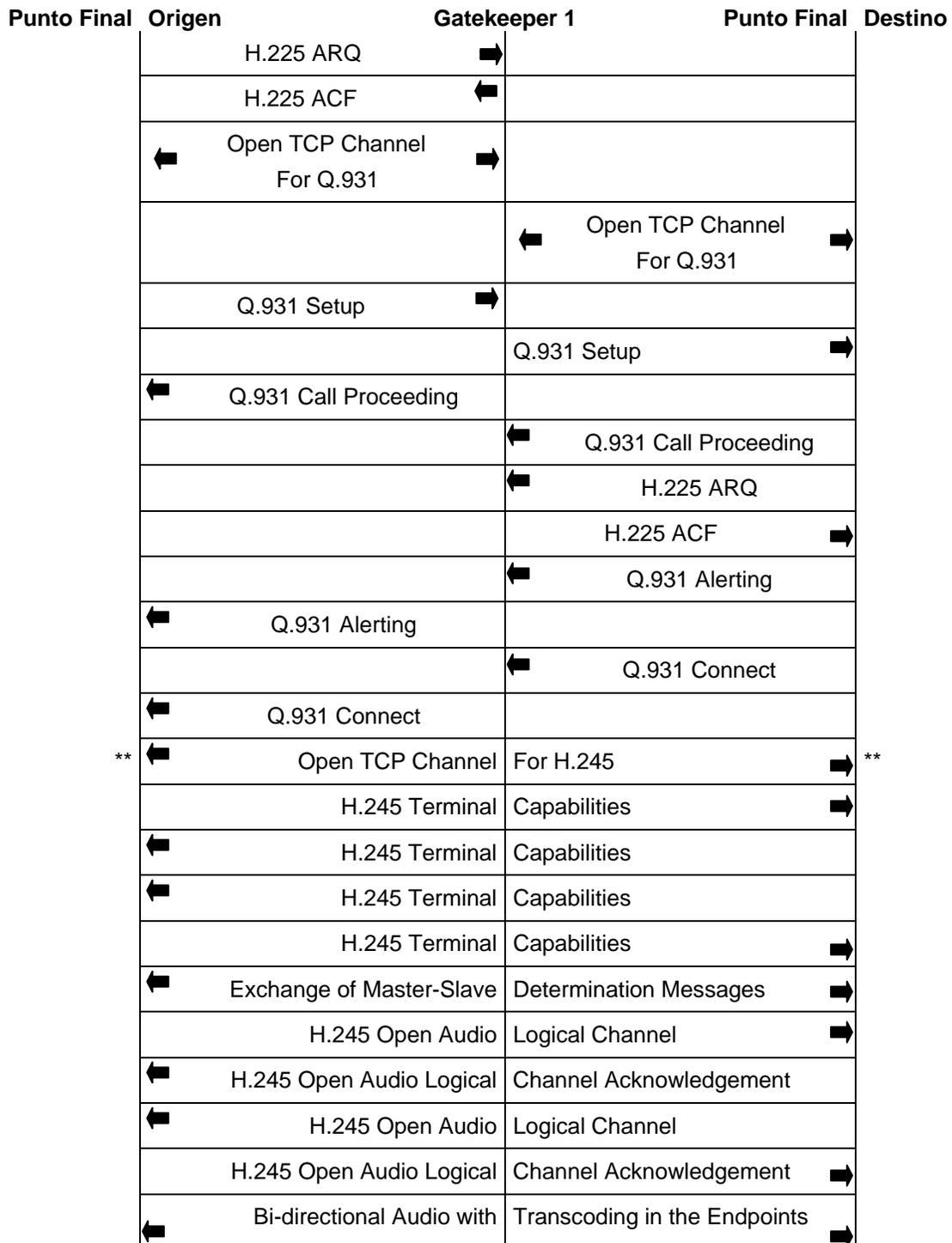


FIG G.2. Señalización de llamada de GK enrutado. Mismo GK.

En la figura G.3 se muestra la señalización directa con dos GK.

Punto Final	Origen	Gatekeeper 1	Gatekeeper 2	Punto Final	Destino
	H.225 ARQ	➡			
	H.225 ACF	←			
	Open TCP Channel For Q.931	➡			
		←	Open TCP Channel For Q.931		➡
	Q.931 Setup	➡			
			Q.931 Setup		➡
		←	Q.931 Call Proceeding		
				←	H.225 ARQ
					H.225 ACF ➡
		←	Q.932 Facility		
			Q.931 Release Complete		➡
		←	Open TCP Channel For Q.931		➡
				←	Open TCP Channel For Q.931 ➡
			Q.931 Setup		➡
				Q.931 Setup	➡
		←	Q.931 Call Proceeding		
				Q.931 Call Proceeding	➡
				←	ARQ
					ACF ➡
				←	Q.931 Alerting
		←	Q.931 Alerting	←	Q.931 Connect
←	Q.931 Alerting	←	Q.931 Connect		
←	Q.931 Connect				
**	Mismos pasos que anteriores esquemas				**

FIG G.3. Señalización directa de punto final. Dos GK.

En la figura G.4 se muestra la señalización con dos GK enrutados.

Punto Final	Origen	Gatekeeper 1	Gatekeeper 2	Punto Final	Destino
	H.225 ARQ	➡			
	H.225 ACF	←			
←	Open TCP Channel For Q.931	➡			
	Q.931 Setup	➡			
			Q.931 Setup	➡	
		←	Q.931 Call Proceeding		
			←	H.225 ARQ	
				H.225 ACF	➡
		←	Q.932 Facility		
			Q.931 Release Complete	➡	
			Q.931 Setup	➡	
			Q.931 Setup	➡	
		←	Q.931 Call Proceeding		
			←	Q.931 Call Proceeding	
			←	ARQ	
				ACF	➡
			←	Q.931 Alerting	
		←	Q.931 Alerting	←	Q.931 Connect
←	Q.931 Alerting	←	Q.931 Connect		
←	Q.931 Connect				
**	Mismos pasos que anteriores esquemas				**

FIG G.4. Señalización de GK enrutado. Dos GK.

## APÉNDICE H

### CONFIGURACIÓN FÍSICA DE TARJETAS EN EL CONMUTADOR SEDESOL

En la tabla H.1 se muestra la distribución física de las tarjetas instaladas en el PBX de la Secretaría.

Número de Tarjeta	Tipo de Tarjeta	Código	Versión
01A01	EXPANSION INTRFC	TN570D	000005
01A17	DS1 INTERFACE		no board
01E02	SWITCH NODE INTF	TN573B	000006
01E03	SWITCH NODE INTF	TN573B	000006
01E10	SWITCH NODE CLOCK	TN572	000017
01E19	SWITCH NODE INTF	TN573B	000006
01E20	SWITCH NODE INTF	TN573B	000006
02A01	EXPANSION INTRFC	TN570D	000005
02A02	DIGITAL LINE	TN2214CP	HW02 FW001
02A03	DIGITAL LINE	TN754B	000004
02A04	ANALOG LINE	TN746B	000006
02A05	ANALOG LINE	TN746B	000008
02A06	DS1 INTERFACE	TN2464BP	HW02 FW006
02A07	CALL CLASSIFIER	TN744	000006
02A09	DS1 INTERFACE	TN464F	000006
02A10	DS1 INTERFACE	TN464F	000004
02B01	TONE DETECTOR	TN748D	000003
02B02	ANALOG LINE	TN746B	000006
02B03	ANALOG LINE	TN746B	000006
02B04	ANALOG LINE	TN746B	000006
02B05	ANALOG LINE	TN746B	000010
02B06	ANALOG LINE	TN746B	000008
02B07	CONTROL-LAN	TN799DP	HW00 FW005
02B08	ANALOG LINE	TN746B	000006
02B09	ANALOG LINE	TN746B	000008
02B10	CALL CLASSIFIER	TN744B	000002

Número de Tarjeta	Tipo de Tarjeta	Código	Versión
02B11	DS1 INTERFACE	TN464F	000004
02B12	ANALOG LINE	TN746B	000008
02B13	ANALOG LINE	TN746B	000004
02B14	ANALOG LINE	TN746B	000010
02B15	ANALOG LINE	TN746B	000008
02B16	ANALOG LINE	TN746B	000008
02B17	DS1 INTERFACE	TN464F	000004
02B18	ANNOUNCEMENT	TN750C	000007
02C01	TONE DETECTOR	TN748D	000007
02C02	CALL CLASSIFIER	TN744C	000001
02C03	DIGITAL LINE	TN754B	000004
02C04	ANALOG LINE	TN746B	000008
02C05	ANALOG LINE	TN746B	000006
02C06	ANALOG LINE	TN746B	000008
02C07	ANALOG LINE	TN746B	000008
02C08	ANALOG LINE	TN746B	000008
02C09	CO TRUNK	TN747B	000018
02C10	CO TRUNK	TN747B	000018
02C11	TONE DETECTOR	TN748D	000006
02C12	DS1 INTERFACE	TN464F	000004
02C13	DS1 INTERFACE	TN464F	000004
02C14	DS1 INTERFACE	TN464F	000006
02C15	DS1 INTERFACE	TN464D	000002
02C16	DS1 INTERFACE	TN464F	000004
02C18	DS1 INTERFACE	TN464F	000004
03A01	EXPANSION INTRFC	TN570D	000005
03A02	DIGITAL LINE	TN754B	000016
03A03	DIGITAL LINE	TN2214B	000012
03A04	DIGITAL LINE	TN2214CP	HW01 FW001
03A05	DIGITAL LINE	TN2214CP	HW03 FW002
03A06	DIGITAL LINE	TN754B	000004
03A07	DIGITAL LINE	TN754B	000004
03A08	ANALOG LINE	TN746B	000009

Número de Tarjeta	Tipo de Tarjeta	Código	Versión
03A09	ANALOG LINE	TN746B	000008
03A10	CONTROL-LAN	TN799DP	HW00 FW005
03A11	ANALOG LINE	TN746B	000008
03A12	ANALOG LINE	TN746B	000008
03A13	ANALOG LINE	TN746B	000008
03A14	CO TRUNK	TN747B	000018
03B01	TONE DETECTOR	TN748D	000003
03B02	ANALOG LINE	TN746B	000006
03B03	ANALOG LINE	TN746B	000006
03B04	ANALOG LINE	TN746B	000006
03B05	ANALOG LINE	TN746B	000006
03B06	ANALOG LINE	TN746B	000009
03B07	ANALOG LINE	TN746B	000008
03B09	CO TRUNK	TN747B	000018
03B10	CO TRUNK	TN747B	000018
03B11	CO TRUNK	TN747B	000013
03B12	CO TRUNK	TN747B	000018
03B13	CO TRUNK	TN747B	000018
03B14	CO TRUNK	TN747B	000018
03B15	CO TRUNK	TN747B	000013
03B16	CO TRUNK	TN747B	000018
03C01	TONE DETECTOR	TN748D	000007
03C02	ANALOG LINE	TN746B	000010
03C03	ANALOG LINE	TN746B	000008
03C04	ANALOG LINE	TN746B	000008
03C05	ANALOG LINE	TN746B	000008
03C06	ANALOG LINE	TN746B	000008
03C07	ANALOG LINE	TN746B	000008
03C08	ANALOG LINE	TN746B	000010
03C09	ANALOG LINE	TN746B	000008
03C10	ANALOG LINE	TN746B	000008
03C11	ANALOG LINE	TN746B	000008
03C12	ANALOG LINE	TN746B	000008

Número de Tarjeta	Tipo de Tarjeta	Código	Versión
03C15	TONE/CLOCK	TN780	000006
03C16	CALL CLASSIFIER	TN744C	000001
03D01	ANALOG LINE	TN746B	000008
03D02	ANALOG LINE	TN746B	000008
03D03	ANALOG LINE	TN746B	000008
03D04	DIGITAL LINE	TN2214CP	HW01 FW001
03D05	ANALOG LINE	TN746B	000008
03D06	CO TRUNK	TN747B	000013
03D07	DIGITAL LINE	TN754B	000004
03D08	DIGITAL LINE	TN754B	000004
03D09	DIGITAL LINE	TN754B	000002
03D10	ANALOG LINE	TN2793B	000007
04A01	EXPANSION INTRFC	TN570D	000005
04A02	TONE DETECTOR	TN748D	000007
04A03	DS1 INTERFACE	TN2464BP	HW02 FW006
04A04	ANALOG LINE	TN746B	000008
04A05	ANALOG LINE	TN746B	000008
04A06	ANALOG LINE	TN746B	000008
04A07	ANALOG LINE	TN746B	000008
04A08	ANALOG LINE	TN746B	000008
04A09	ANALOG LINE	TN746B	000008
04A10	ANALOG LINE	TN746B	000008
04A11	ANALOG LINE	TN746B	000008
04A12	DIGITAL LINE	TN754B	000004
04A13	DIGITAL LINE	TN2214CP	HW02 FW001
04A14	ANALOG LINE	TN746B	000010
04A15	DS1 INTERFACE	TN2464BP	HW02 FW006
04A16	ANALOG LINE	TN746B	000008
04A17	DIGITAL LINE	TN2224	000005
01A	MAINTENANCE	TN775D	000003
01A	IP SERVER INTFC	TN2312AP	HW02 FW005
02A	MAINTENANCE	TN775D	000003
02A	IP SERVER INTFC	TN2312AP	HW02 FW004







## APÉNDICE I

### DIRECCIÓN Y MAPA DE LOCALIZACIÓN SEDESOL.

En la figura I.1 se muestra el mapa de localización del edificio principal de la SEDESOL.

Av. Paseo de la Reforma No.116 Colonia Juárez,  
C.P.06600 México, DF.  
Teléfono: 53-28-5000, Ext. 53220.



Fig. I.1. Mapa de localización SEDESOL.

# APÉNDICE J

## ORGANIGRAMA SEDESOL

En la figura J.1 se muestra el Organigrama general de la SEDESOL.

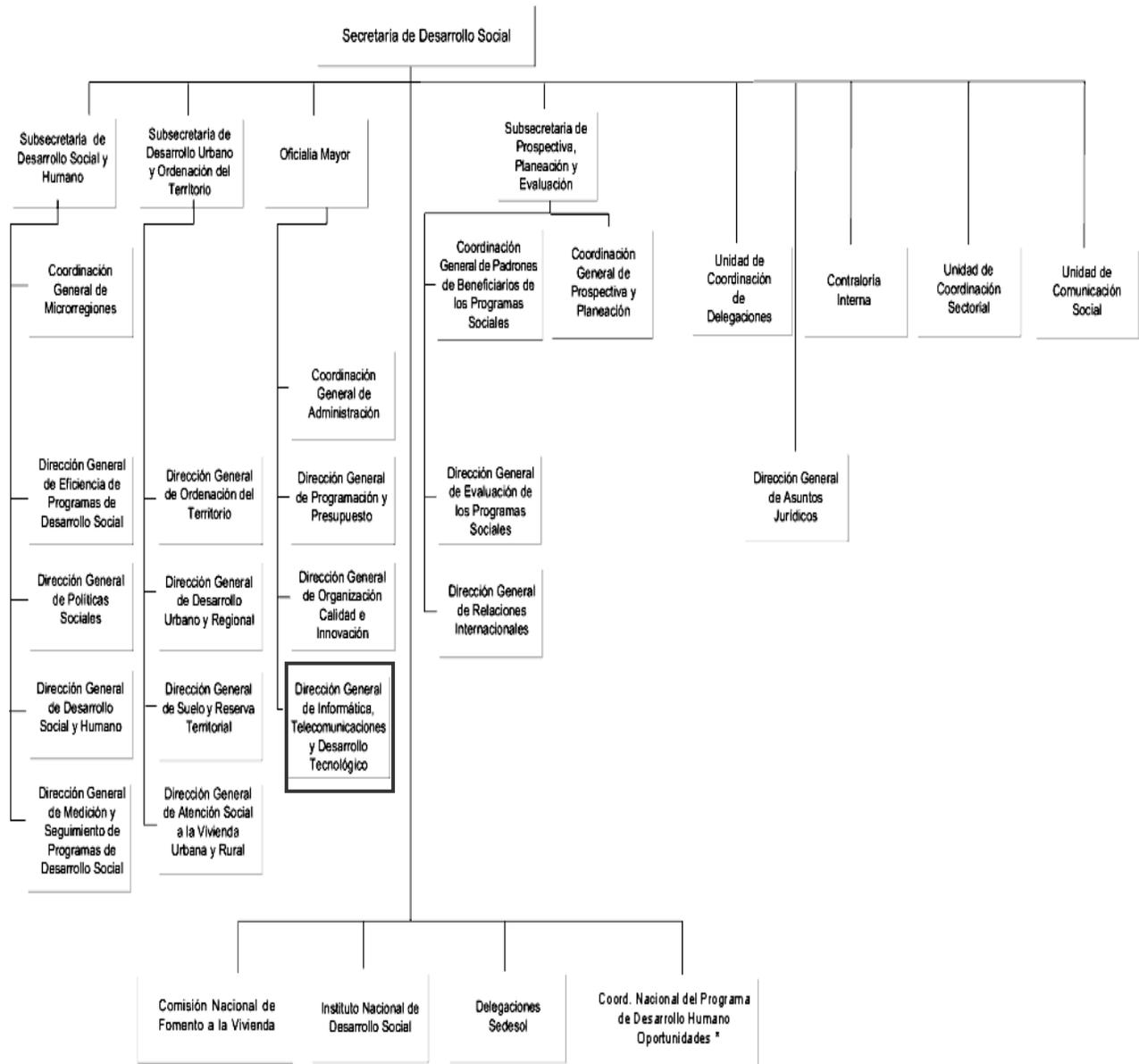


Fig. J.1. Organigrama SEDESOL.

---

# ***GLOSARIO***

---

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

### A

**Asignación.** Los servidores DHCP, proporcionan direcciones IP a sus clientes. Una dirección IP individual asignada por un servidor a menudo se denomina asignación.

**ATM** Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrona).

### C

**Circuit switching (conmutación de circuitos).** Técnica de comunicación en la que se establece un canal (circuito dedicado) durante toda la duración de la comunicación. La red de conmutación de circuitos telefónica asigna recursos de comunicaciones (segmentos de cable, tiempo o frecuencias) dedicados para cada llamada telefónica.

**Clase.** Método de definición de máscaras de subred (A, B, C, etc.).

**CCITT** Consultative Committee for International Telegraph and Telephone (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía).

**Codec.** Algoritmo software usado para comprimir/descomprimir señales de voz o audio. Se caracterizan por la cantidad de bits, el tamaño de la trama, los retardos de proceso, etc. Algunos ejemplos son G.711, G.723.1, G.729 o G.726.

**Colisión.** Se produce cuando dos paquetes se solapan y dejan de ser legibles.

**Conector.** El punto de inicio y de fin de una conexión. Cada máquina implicada en el tráfico de la red debe comunicarse mediante este elemento.

**CPE** Customer Premises Equipment (Equipo en Instalaciones de Cliente).

**CTI** Computer Telephony Integration (Integración Computadora - Telefonía).

## D

**Dirección IP.** La dirección unívoca que identifica a una computadora en una red.

**DNS** Domain Name System (Sistema de Nombres de Dominio).

## E

**E.164** Recomendación de la ITU para la numeración telefónica internacional (ISDN).

**Encapsulación.** Proporciona un medio para transmitir un protocolo por una red con la que no es compatible, insertando el protocolo en otro que si lo sea.

**Encriptación de datos.** Modificación de datos para hacerlos no utilizables en su formato.

**ENUM** Telephone Number Mapping (Integración de Números de Teléfono en DNS).

**Ethernet.** Estándar principal en la comunicación de redes TCP/IP.

**Extranet.** Red que permite a una empresa compartir información contenida en su Intranet con otras empresas y con sus clientes. Transmiten información a través de Internet e incorporan mecanismos de seguridad para proteger los datos.

## F

**FDM** Frequency Division Multiplexing (Multiplexión por División de Frecuencia).

**FoIP** Fax over IP (Fax sobre IP).

**Fragmentación.** Cuando se segmenta o dividen los paquetes para ser transportados.

**FTP (File Transfer Protocol).** Protocolo de Transferencia de Archivos. Un método rápido y de bajo nivel para transferir archivos en redes TCP/IP.

## G

**Gatekeeper (GK).** Entidad de red H.323 que proporciona traducción de direcciones y controla el acceso a la red de los terminales, gateways y MCUs H.323. Puede proporcionar otros servicios como la localización de gateways.

**Gateway (GW).** Dispositivo empleado para conectar redes que usan diferentes protocolos de comunicación de forma que la información puede pasar de una a otra. En VoIP existen dos tipos principales: de Medios (Media Gateways), para la conversión de datos (voz), y de Señalización (Signalling Gateway).

## H

**H.323** Estándar de la ITU para voz y videoconferencia interactiva en tiempo real en redes de área local, LAN, e Internet.

**Host virtual.** Uso de una única dirección IP para proporcionar servicios con diferentes nombres de terminales.

**HTTP (Hypertext Transfer Protocol).** Protocolo de transferencia de hipertexto. Permite transmitir por Internet texto formateado, gráficos y otros datos.

## I

**ICMP (Internet Control Message Protocol).** Protocolo de Mensajes de Control Internet. Implementado como parte de la serie TCP/IP, se usa para devolver información de estado acerca de los dispositivos de la red.

**IETF** Internet Engineering Task Force (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet).

**IGMP** Internet Group Management Protocol (Protocolo de Gestión de Grupos en Internet).

**IMAP (Internet Message Access Protocol).** Protocolo de Acceso a Mensajes Internet. Protocolo que mantiene una lista de los mensajes en el servidor y proporciona un método estándar para acceder a ellos.

**IN** Intelligent Network (Red Inteligente).

**Intranet.** Red propia de una organización, diseñada y desarrollada siguiendo los protocolos propios de Internet, en particular el protocolo TCP/IP. Puede tratarse de una red aislada, o conectada a Internet.

**IP** Internet Protocol (Protocolo Internet).

**IP Multicast** Extensión del Protocolo Internet para dar soporte a comunicaciones multidifusión.

**IPBX** Internet Protocol Private Branch Exchange (Central Privada basada en IP).

**IPSec** IP Security (Protocolo de Seguridad IP).

**IP Telephony (Telefonía Internet).** Ver Voice over IP.

**ISDN** Integrated Services Data Network (Red Digital de Servicios Integrados, RDSI).

**ISO (Organización Internacional de Estándares).** Organización formada por miembros de 75 países que trabajan en la recopilación y mantenimiento de estándares de ingeniería de todo el mundo.

**ISP** Internet Service Provider (Proveedor de Servicios Internet, PSI).

**ITSP** Internet Telephony Service Provider (Proveedor de Servicios de Telefonía Internet, PSTI).

**ITU** International Telecommunications Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

## J

**Jitter (variación de retardo).** Es un término que se refiere al nivel de variación de retardo que introduce una red. Una red con variación cero tarda exactamente lo mismo en transferir cada paquete de información, mientras que una red con variación de retardo alta tarda mucho más tiempo en entregar algunos paquetes que en entregar otros. La variación de retardo es importante cuando se envía audio o video, que deben llegar a intervalos regulares si se quieren evitar desajustes o sonidos ininteligibles.

## M

**Máscara de subred.** Similar a una dirección IP, proporciona un método con los bits significativos de una dirección IP para definir una red.

**MBONE** Multicast Backbone (Red Troncal de Multidifusión).

**MCU** Multipoint Control Unit (Unidad de Control Multipunto).

**MEGACO** Media Gateway Control (Control de Gateway de Medios).

**MGCP** Media Gateway Control Protocol (Protocolo de Control de Gateway de Medios).

**MOS** Mean Opinion Score (Nota Media de Resultado de Opinión).

## N

**NetBIOS.** Un nivel de transporte que permite compartir archivos de Windows a través de TCP/IP.

**Nivel de aplicación.** Séptimo y último nivel en el modelo OSI. Forma parte de las aplicaciones que usan TCP/IP, tal como los exploradores de Web.

**Nivel de enlace de datos.** Segundo nivel del modelo OSI. Gestiona las comunicaciones de bajo nivel entre las partes del hardware de red.

**Nivel de presentación.** Sexto nivel del modelo OSI. Define los protocolos que usan las aplicaciones para comunicarse.

**Nivel de red.** Tercer nivel del modelo OSI. Define un estándar para la comunicación entre los diferentes niveles de enlace de datos.

**Nivel de sesión.** Quinto nivel del modelo OSI. Trabaja junto con el nivel de transporte para proporcionar comunicaciones punto a punto.

**Nivel de transporte.** Cuarto nivel del modelo OSI. Define el concepto de conexión, mediante la que los dispositivos pueden comunicarse.

**Nivel físico.** Primer nivel del modelo OSI. Proporciona las características para establecer conexiones físicas entre las máquinas.

## O

**OSI (Open Systems Interconnect).** Proporciona una visión abstracta del funcionamiento de redes, desde el cableado, hasta los programas que se usan para la comunicación. Los componentes fundamentales del modelo OSI se constituyen en siete niveles: físico, enlace de datos, red transporte, sesión, presentación y aplicación.

## P

**Packet Switching (conmutación de paquetes).** Técnica de conmutación en la cual los mensajes se dividen en paquetes antes de su envío. Cada paquete se transmite de forma individual y puede incluso seguir rutas diferentes hasta su destino. Una vez que los paquetes llegan a éste se agrupan para reconstruir el mensaje original.

**Paquete.** Una unidad de datos transmitida por la red.

**PBX** Private Branch Exchange (Central Telefónica Privada).

**Ping.** Utilidad que envía paquetes ICMP a una computadora remota para comprobar su estado.

**PoP** Point of Presence (Punto de Presencia).

**POP(Post Office Protocol).** Un protocolo ampliamente utilizado para recuperar el correo electrónico de un servidor central. (POP3, versión 3 del protocolo).

**POTS** Plain Old Telephone Service (Servicio Telefónico Tradicional).

**PPP** Point to Point Protocol (Protocolo Punto a Punto).

**PSTN** Public Switched Telephone Network (Red de Telefonía Conmutada Pública).

**Puerto.** Un punto de conexión virtual para los servicios TCP/IP. Por ejemplo, un servidor Web (HTTP) opera en el puerto 80.

## Q

**QoS** Quality of Service (Calidad de Servicio).

## R

**RAS** Registration, Authentication and Status (Registro, Autenticación y Estado).

**Redireccionamiento IP.** El proceso de trasladar paquetes de una interfaz de red a otra.

**Router (encaminador, enrutador).** Dispositivo que distribuye tráfico entre redes. La decisión sobre a donde enviar los datos se realiza con base a información de nivel de red y tablas de direccionamiento.

**RSVP** Reservation Protocol (Protocolo de Reserva).

**RTCP** Real Time Control Protocol (Protocolo de Control de Tiempo Real).

**RTP** Real Time Protocol (Protocolo de Tiempo Real).

## S

**SAP** Session Annunciation Protocol (Protocolo de Anuncio de Sesión).

**SCN** Switched Circuit Network (Red de Circuitos Conmutados).

**SDP** Session Description Protocol (Protocolo de Descripción de Sesión).

**Servidor DNS (Domain Name Service Server).** Servidor de Nombres de Dominio. Proporciona el servicio de resolución de nombres para una red.

**SIP** Session Initiation Protocol (Protocolo de Inicio de Sesión).

**SLA** Service Level Agreement (Acuerdo de Nivel de Servicio).

**SMTP (Simple Mail Transport Protocol).** Protocolo Simple de Transporte de Correo. Se usa para enviar el correo electrónico por Internet.

**Softswitch (conmutación por software).** Programa que realiza las funciones de un conmutador telefónico y emula funciones para dirigir el tráfico de voz, añade la flexibilidad y las prestaciones propias del tráfico de paquetes.

**SS7** Signalling System Number 7 (Sistema de Señalización 7).

**Subred.** Una red individual, usualmente separada de una red más grande mediante un puente.

## T

**TCP** Transmission Control Protocol (Protocolo de Control de Transmisión).

**TDM** Time Division Multiplexing (Multiplexión por División de Tiempo).

**Telnet.** Un protocolo para comunicarse con servicios de red remotos basados en texto.

**Trama.** Unidad de datos transmitida por la red.

**Tunneling.** Proceso de intercambio de datos de una computadora en una red privada de trabajo, enrutándolos sobre otra red. Los otros enrutamientos de la primera red no

pueden acceder porque están en la red privada. Sin embargo, el tunneling activa el enrutamiento de la red para transmitir el paquete a una computadora intermediaria. Este servidor está conectado a ambas, a la red privada de la compañía y a la red de enrutamiento, que en algunos casos es Internet. Ambos, el cliente y el servidor usan el tunneling para transmitir paquetes de forma segura a una computadora en la red privada.

## U

**UDP** User Datagram Protocol (Protocolo de Datagramas de Usuario). Define un método de envío de datos, como TCP, pero no incluye ninguna corrección de errores.

**UMTS** Universal Mobile Telephone System (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles).

## V

**VLAN** Virtual Local Area Network (Red de Área Local Virtual).

**VoIP, Voice over IP (Voz sobre IP)**. Método de envío de voz por redes de conmutación de paquetes utilizando TCP/IP, tales como Internet.

**VPN** Virtual Private Network (Red Privada Virtual).

## W

**Windows NT**. Plataforma de servidor de Microsoft, que proporciona servicios TCP/IP.

## X

**xDSL** Cualquiera de las tecnologías de Líneas de Suscripción Telefónica Digital.

---

# ***BIBLIOGRAFÍA***

---

## BIBLIOGRAFÍA

1. STORCH Rudolf A., **Introduction to telephone engineering**, Ed. Siemens & halske, Berlin, 1962.
2. SCHMITT Gerhard, **Introduction to switching technology**, Ed. Wien: R. Oldenbourg, 1965.
3. CARCY David C., **The telephone**, Ed. Ladybird book, 1972.
4. WELCH Samuel, **Signaling in telecommunications networks**, Ed. P. pereginus on behalf of the institution of electrical engineers, Londres, 1981.
5. HARB Mahmoud, **Modern telephony**, Ed. Prentice Hall, New Jersey, 1989.
6. HELD Hilbert, **Data communications networking devices**, Ed Wiley, EU, 1992.
7. SHAY William A., **Understanding data communications and networks**, Boston EU, 1995.
8. STALLINGS W., **Comunicación y redes de computadores**, Ed. Prentice Hall, 1997
9. GARCÍA T. Jesús, **Redes de alta velocidad**, Ed. Alfaomega, México DF, 1997.
10. HALSALL F., **Comunicación de datos, Redes de computadoras y Sistemas abiertos**, Ed. Addison Wesley, 1998.
11. MINOLI Daniel y Minoli Emma, **Delivering Voice over Frame Relay and ATM**, Ed. Wiley Computer Publishing, EU, 1998.
12. CHAPPELL Laura, **CISCO internetwork troubleshooting**, Ed. Cisco systems, Indianapolis, 1999.
13. KEAGY Scott, **Integrating Voice and Data Networks**, Cisco Press, Indianapolis EU, 2000.

14. DAVIDSON, Jonathan y Peters James, **Fundamentos de Voz sobre IP**, Ed. Pearson Educación, Cisco press, Madrid, 2001.
15. VINEET Kumar, **IP Telephony with H.323: Architectures for unified networks and integrated service**, Ed. Wiley, New York EU, 2001.
16. BICSI, **Network Design Reference Manual Vol. 1 y 2**, 5<sup>th</sup> Edición, Ed. BICSI, Tampa, Florida, 2003.
17. HOBOKEN, **Managing IP networks: challenges and opportunities**, Ed Wiley, New Jersey, 2003.
18. MORALES Norma et. al., **Revista RED, Suplemento Coleccionable: Todo sobre IP**, México DF, Julio 2005.
19. PISANTY Alejandro et. al., **GACETA UNAM, Suplemento ENTER@TE: PIC - SER sistemas de comunicación presencial por: Juan Israel Oetrga Aceves**, DGSCA, México DF, Octubre 2005.
20. ZEPEDA Jorge et. al., **Revista Día Siete: ¡Hablele...! Pero más barato por: Rigo Sandoval Uribe**, El Universal, México DF, Año 6, No. 283.

## INTERNET

- <http://www.cybercursos.net/tcp-ip.htm>
- [http://elsitiodelascomunicaciones.iespana.es/elsitiodetelecomunicaciones/protocolo\\_tcp\\_ip.htm](http://elsitiodelascomunicaciones.iespana.es/elsitiodetelecomunicaciones/protocolo_tcp_ip.htm)
- <http://www.ipv6.unam.mx>
- <http://www.ipv6.org>
- <http://www.recursosvoip.com/tutoria2/teleip.php>
- <http://www.sedesol.gob.mx>

- <http://www.cofetel.com>
- <http://www.sistemasdigitales.com.mx/paginas/telefonaiip.html>
- <http://www.cisco.com>
- <http://www.cisco.com/global/LA/LATAM/sne/pc/tecnologia/telefonaiip/index.shtml>
- [http://www.cisco.com/global/LA/powernow/docs/VoIP/Santiago\\_enero2004.pdf](http://www.cisco.com/global/LA/powernow/docs/VoIP/Santiago_enero2004.pdf)
- [http://www.cisco.com/global/ES/solutions/smb/avvid\\_solutions/iptel\\_home.shtml](http://www.cisco.com/global/ES/solutions/smb/avvid_solutions/iptel_home.shtml)
- <http://www.avaya.com>
- <http://www.avaya.com.mx/>
- <http://www.avaya.com/gcm/master-usa/en-us/pillars/iptelephony/index.htm>
- [http://www.avaya.com.mx/external-definity/PresentacionNCS-ROAD\\_SHOW-IPT\\_04.pdf](http://www.avaya.com.mx/external-definity/PresentacionNCS-ROAD_SHOW-IPT_04.pdf)
- <http://www.avaya.com.mx/external-definity/IPTelephonyRoadShow-BarrerasdeMigracion.pdf>
- [http://telematica.cicese.mx/redes/102\\_act.htm](http://telematica.cicese.mx/redes/102_act.htm)
- [ftp://ftp.cicese.mx/pub/dirTel/redes/webredes/Proyecto/VoIP\\_CICESE.pdf](ftp://ftp.cicese.mx/pub/dirTel/redes/webredes/Proyecto/VoIP_CICESE.pdf)
- <http://www.alcatel.com>
- [http://www.alcatel.com/smb/SP/Pages/Library/OXO\\_VoIP\\_SP.pdf](http://www.alcatel.com/smb/SP/Pages/Library/OXO_VoIP_SP.pdf)
- <http://www.avantel.com>
- <http://www.telmex.com>
- <http://www.alestra.com>
- <http://www.totalvox.com.ve>
- <http://www.skype.com/intl/es/download/>
- <http://www.voxip.com>