

55
2ef



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE
ÁREA AMPLIA (WAN) DE ALTA VELOCIDAD A
NIVEL NACIONAL EN PETRÓLEOS MEXICANOS
UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA ATM”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACIÓN
P R E S E N T A N :

ANTONIO FIERRO BRAVO
DANIEL MARTÍNEZ CABALLERO
GUILLERMO NÁJERA MUNIVE
KARINA MIREYA QUIJANO TRINIDAD



DIRECTOR DE TESIS: ING. JOSÉ LUIS LEGORRETA
CODIRECTOR DE TESIS: ING. VÍCTOR HUGO PIÑA

MÉXICO, D. F.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

268316



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.

Gracias a Dios por permitirme disfrutar de este mundo

Gracias a mis padres por el don de la vida

Gracias a mi mamá por su entrega total en todo momento

Gracias a mi hermano por su tiempo, esfuerzo y comprensión

Gracias a mis abuelos, por dedicarme sus cariños, sus esfuerzos y su paciencia

Gracias a la UNAM y en particular a la Facultad de Ingeniería por permitirme dar un paso más para el logro de mis objetivos

Víctor Hugo Piña, gracias por atreverte a tomar las riendas de unos caballos desbocados, y saber dirigir sus pisadas para lograr este trabajo. Nuevamente gracias

José Luis Legorreta, gracias por las palabras, consejos e indicarnos el camino a seguir en este y todos los trabajos que nos toquen en la vida

Con agradecimiento al Ing. José Luis Legorreta y al Ing. Víctor Hugo Piña por su valiosa colaboración que nos brindaron desinteresadamente y con ahínco, para satisfacción de nosotros y reconocimiento de ellos, por su amistad y deseo de brindarnos parte de su tiempo

Gracias a todos mis familiares, en especial a Guillermo Bravo Fernández por creer siempre en mí y apoyarme en todo momento. Vaya este trabajo como muestra a todos aquellos que estudian o trabajan en lo que les gusta, aún en contra de sus familiares y amistades

A todos mis amigos que me han apoyado, cada uno de ustedes sabe en que medida los estimo, quiero y agradezco; ofrezco este trabajo como una muestra de que se puede lograr cualquier cosa que se propongan. Siempre estaré dispuesto a ayudarlos incondicionalmente

Antonio Fierro Bravo

Vaya dedicado este esfuerzo a aquellos que más han soportado su carga:

A MI FAMILIA

Por su tenacidad y amor, su aguante y comprensión, su paciencia y apoyo, por su cordura y locura

A Esteban Ibarra Contreras...

...al niño: Por entregarme tu felicidad e inquietudes

...al compañero: Por estar siempre cerca de mí y permitirme estar junto a ti

...al amigo: Por brindarme tu amistad incondicionalmente y en cualquier instante. Por estar ahí en el momento justo para hablar, escuchar, reír, llorar

...al hermano: Por estar siempre unidos. Por hacer de tus logros los míos y los míos tuyos

...al padre: Por tus consejos, regaños, ideas. Por estar pendiente de los tuyos y de quienes te rodeamos. Por tu ejemplo, tu preocupación, tu interés. Por saber educarnos, encaminarnos. Por tu presencia

...al hombre: Por ser alguien digno de seguir e imitar por todos aquellos a los que nos rodeas. Por tu entereza, fuerza, empeño, dedicación, entrega, esmero... Por siempre ser mejor cada día

Por esto y más Esteban, este trabajo también es tuyo, gózalo al igual que yo y los míos

Antonio Fierro Bravo

A DIOS

Le doy gracias a Dios por darme la oportunidad de llegar a la culminación de esta meta, la cual desde que tengo uso de razón me propuse y creo que sin el apoyo, bendiciones y fortaleza de él lo hubiera logrado, **GRACIAS DIOS MIO.**

A MI FAMILIA

Este trabajo de Tesis lo dedico a Mi PADRE y MADRE, ya que en el pueden ver reflejado el esfuerzo que durante tantos años me brindaron y donde espero continúen confiando en mi y estando a mi lado en todos los triunfos que pueda lograr y obtener en mi vida.

PAPÁ yo se que este tiempo que hemos vivido y compartido me has brindado toda tu confianza y comprensión, por ello y por mucho más te doy las gracias, y aun más las gracias porque en lo momentos en que he fallado en mi vida me has sabido corregir, apoyar e inducir por el buen camino; esto es sólo una muestra del orgullo que espero darte en la vida, Gracias.

MAMÁ espero que este trabajo, sea para ti una satisfacción y orgullo donde veas reflejados tus esfuerzos; espero continúes a mi lado y que me sigas apoyando como hasta ahora lo has hecho ya que sin tus preocupaciones, confianza, ayuda y amor, hubiera sido imposible llegar a este día. Prometo que todos tus esfuerzos, cansancio y bendiciones serán recompensados, Gracias.

Nasheli (Peque), te doy las gracias por aguantarme todo este tiempo y en especial por lo difícil que ha de ser, ser hermana mía. Lo único que te puedo decir es que le heches ganas a todo lo que deseas en la vida ya que todo lo que te propongas puedes lograrlo, espero que este trabajo te sirva como fuente de motivación para que logres todos tus deseos y para que sepas que cuentas con mi confianza y apoyo para todo lo que decidas realizar en tu vida. Gracias Peque.

A MIS ASESORES

De ante mano les pido mis más sinceras disculpas por todas las molestias que les hemos ocasionado y nos han soportado, yo se que no les ha sido fácil brindarnos su tiempo pero Gracias.

Este trabajo espero que les brinde alguna satisfacción ya que ha sido elaborado con todo su apoyo, sabiduría, conocimiento y confianza nunca hubiera iniciado y que sin su colaboración y aprobación nunca hubiera culminado.

De verdad mis más humildes y sinceras **GRACIAS**

Ing. José Luis Legorreta
Ing. Victor Hugo Piña Ornelas

GRACIAS

Gracias le quiero dar al Ing. Pastor Cortés García, ya que sin su comprensión, apoyo y confianza en los momentos difíciles en que me he encontrado me hubiera sido muy difícil e imposible haber logrado la culminación de este trabajo, mil Gracias.

Gracias a mis Amigos, por aguantar hasta el último momento en las buenas y en las malas. (Karina, Guillermo, Toño, Aline, Mario E. G. G.). Y por supuesto Gracias a mi amigo, compañero y gran hermano Oscar Gutierrez Gómez.

Gracias a ti Monserrat, por ser una fuente de inspiración, y por ser una gran persona, espero este trabajo te sirva en algún momento de tu vida.

En fin gracias le doy a toda la gente que tal vez en algún momento de mi vida ha sido alguien significativa en la colaboración y realización de este trabajo, de verdad

“ MIL GRACIAS “

Daniel Martínez Caballero

A MIS PADRES

Me siento muy agradecido con dios por darme unos padres como ustedes que siempre me han apoyado durante toda mi vida. A mi madre que tiene toda mi admiración y respeto por ser una gran mujer, a mi padre porque siempre me ha dado su apoyo y sabe ser un amigo para mí.

A MI HERMANO

Omar espero que siempre pongas todo tu empeño e interés como hasta hoy para realizar tu trabajo, yo creo que tienes mucho potencial para triunfar en esta vida y espero estar a tu lado en cada uno de los éxitos que logres.

A MIS AMIGOS

Quiero dar las gracias a mis amigos que han estado conmigo durante estos últimos años y tomaron parte en esta tesis, ya que estoy consciente que sin su apoyo y esfuerzo hubiera sido muy complicado lograr esta meta.

A MIS ASESORES

Quiero agradecer al Ing. José Luis Legorreta y a el Ing. Víctor Hugo Piña, ya que a pesar de encontrarse muy ocupados nos brindaron su apoyo para que pudiéramos terminar este trabajo.

Guillermo Nájera Munive

Hoy se cierra un ciclo de mi vida que deja atrás grandes momentos de dedicación, estímulos, sufrimientos, tropiezos, logros, vigilada en todo momento por Dios quien me brindó la mayor oportunidad que se puede dar: la vida.

Y no sólo él sino una maravillosa familia con la que cuento a la que agradezco sus sacrificios y esfuerzos, su confianza y apoyo incondicional, a todos ellos que hicieron realidad este maravilloso sueño. A ustedes que me criaron como una hija y fueron más que unos padres para mí, a mi madre que ha vencido muchos obstáculos y me ha ofrecido todo lo que una niña pudiera desear, a Jorge que me abrió las puertas de su casa, a mis gordas: Scarlett y Kyveli, que dieron luz a mi vida, a todos mis tíos y primos que siempre están al pendiente de lo que pueda necesitar, mil gracias por su cariño y respeto.

Dentro de todo este camino que he recorrido me he tropezado con miles de personas que confiaron en mí y me ofrecieron su amor, a Claudia que fue la primer persona que me enseñó a escribir, a Mónica que represento mi primer amiga, a todas las chicas que junto conmigo disfrutamos la secundaria, la prepa fué la transformación de mi vida junto con gratos amigos que hoy conservo y por supuesto a la Universidad que fué mi casa, que me dió mil cosas buenas y malas, donde conocí a grandes personalidades entrañables que sería difícil mencionar a todos: los de computación, los industriales, los mecánicos, los civiles, etc. A ti Aline que con tu vitalidad, tu chispa y tus locuras a hecho divertida mi vida.

Doy las Gracias a Daniel, Toño y Guillermo con quienes comparto esta felicidad.

Especialmente quiero dedicar este trabajo a las dos personas que nos regalaron su tiempo, sus conocimientos y su talento. Al Ing. José Luis Legorreta y al Ing. Víctor Hugo Piña Ornelas, quienes nos tuvieron la suficiente paciencia para poder llegar al final. Mil gracias por su apoyo y respetuosamente les brindo mi admiración y cariño, no hay palabras que compensen lo que ustedes nos han regalado.

Finalmente, brindo un homenaje a un hombre que nos enseñó como se debe luchar por la vida, como sonreírle a las turbulencias, como encontrar una luz en la obscuridad, sí a esa luz que esta a mi lado todo el tiempo desde hace un año tres meses, a ti Esteban que desde el cielo cuidas cada paso que doy, te quiero mucho.

Karina M Quijano Trinidad

CONTENIDO

Prólogo	I
Introducción	III

CAPÍTULO I

Situación actual en Pemex	1
I.1 Red PemexPaq, X.25	2
I.2 Red Frame Relay	3
I.3 Red telefónica	6
I.4 Red de videoconferencias	6
I.5 Red FDDI	6
I.6 Redes WAN	9
I.6.1 Red WAN de Pemex Exploración y Producción	9
I.6.2 Red WAN de Pemex Gas y Petroquímica Básica	9
I.6.3 Red WAN de Pemex Petroquímica	12
I.6.4 Red WAN de Pemex Refinación	12
I.7 Redes de Pemex Corporativo	14
I.8 Redes LAN de Pemex	14
I.8.1 Redes LAN de Pemex Exploración y Producción	14
I.8.2 Red LAN de Pemex Refinación	16
I.8.2.1 Red LAN de la Subdirección de Planeación y Evaluación	16
I.8.2.2 Red LAN de la Subdirección de Servicios Técnicos	19
I.8.2.3 Red LAN de la Subdirección de Finanzas y Administración	19
I.8.2.4 Red LAN de la Subdirección de Producción	19
I.8.2.5 Red LAN de Pemex Gas y Petroquímica Básica	19
I.8.2.6 Red de la Dirección Corporativa de Administración	24
I.8.2.7 Red LAN de la Unidad de Planeación Corporativa	24

CAPÍTULO II

Necesidades para la migración	28
II.1 Conexiones punto a punto	29
II.1.1 Comunicación asíncrona	29
II.1.2 Comunicación síncrona	29
II.2 X.25	31
II.2.1 Características de X.25	31
II.2.2 Operación de X.25	32
II.2.3 El PAD	32
II.2.3.1 Estándar X.3	33
II.2.3.2 Estándar X.28	33

II.2.3.3 Estándar X.29	33
II.2.4 Formato de los paquetes	34
II.2.5 Conclusiones de X.25	35
II.3 Ethernet	36
II.3.1 Teoría de operación	36
II.3.2 Especificaciones técnicas	37
II.4 FDDI	38
II.4.1 Antecedentes	38
II.4.2 Tecnología básica	39
II.4.3 Especificaciones FDDI	40
II.4.4 Conexiones físicas	41
II.4.5 Tipos de tráfico	41
II.4.6 Características de tolerancia a fallas	42
II.4.7 Formato de la trama	43
II.5 Frame Relay	43
II.5.1 Surgimiento de Frame Relay	43
II.5.2 Modelo de Frame Relay	44
II.5.3 Conmutación de circuitos virtuales	44
II.5.4 Transmisión de tramas	46
II.5.5 Protocolos de gestión del enlace y de la congestión	47
II.5.6 Características adicionales de Frame Relay	49
II.6 SAP	49
II.6.1 Orígenes de SAP	49
II.6.2 Proceso de adquisición del paquete R/3 de SAP por Pemex	50
II.6.2.1 Evaluación de los paquetes financieros integrados (PFI)	51
II.6.3 Descripción de los rubros contemplados en la metodología de evaluación	52
II.6.4 Mecanismo de calificación	52
II.6.5 Calificación de los paquetes financieros integrados	53
II.7 Implantación de Internet y Correo electrónico	53
II.7.1 Antecedentes de Internet	54
II.7.2 Internet en Pemex	55
II.8 Transmisión de videoconferencia a nivel nacional	55

CAPÍTULO III

Fundamentos de ATM	60
III.1 Desarrollo de la tecnología digital	61
III.1.1 IDN	61
III.1.2 ISDN	62
III.1.3 SS7	63
III.1.4 B-ISDN	64
III.1.5 ATM	65
III.2 Análisis de la estructura ATM	66
III.2.1 Estándares ATM	66

III.2.1.1 Celdas ATM	68
III.2.2 Capa de adaptación de ATM (AAL)	69
III.2.2.1 Modelo de referencia de protocolos ATM	69
III.2.2.2 Capa física	70
III.2.2.3 Capa ATM	70
III.2.2.4 Capa de adaptación ATM (AAL)	71
III.2.2.5 Subcapa de convergencia (CS)	72
III.2.2.6 Subcapa de segmentación y reensamblado (SAR)	73
III.2.2.7 Clases de calidad de servicio ATM	73
III.2.2.7.1 Clase A	74
III.2.2.7.2 Clases B y C	74
III.2.2.7.3 Clase D	74
III.3 Beneficios y desventajas que presenta dicha tecnología	75
III.3.1 Beneficios	75
III.3.2 Desventajas	76
III.4 Identificar los aspectos de ATM que se implementarán en Pemex	77
III.5 Evaluación generalizada acerca de ATM	77

CAPÍTULO IV

Diseño del proyecto	79
IV.1 Análisis de la problemática	80
IV.2 Desarrollo del proceso a seguir	81
IV.2.1 Componentes LANE	82
IV.2.2 LAN Virtual (<i>Virtual Lan</i>)	82
IV.2.3 Componentes de migración de las redes	83
IV.2.3.1 PVCs	83
IV.2.3.2 SVCs	83
IV.3 Identificación de topologías	84
IV.3.1 Topología ATM de la red WAN de Pemex Exploración y Producción	84
IV.3.2 Topología ATM de la red WAN de Pemex Gas y Petroquímica Básica	87
IV.3.3 Topología ATM de la red WAN de Pemex Petroquímica	89
IV.3.4 Topología ATM de la red WAN de Pemex Refinación	91
IV.3.5 Topología ATM de la red WAN de Pemex Corporativo	91
IV.4 Topología de la red MAN de Pemex	91
IV.5 Elaboración de los diagramas y planes de trabajo	95
IV.6 Requerimientos de Pemex, acerca de la infraestructura que desea implementar	96
IV.6.1 Estructura preliminar del proyecto	97
IV.6.2 Requerimientos generales	97
IV.6.3 Recomendaciones, estándares y especificaciones	98
IV.6.3.1 Especificaciones del foro ATM	99
IV.6.3.2 Recomendaciones de la ITU-T	99
IV.6.3.3 Estándares de la IEEE/ANSI	100
IV.6.3.4 Especificaciones del IETF	100
IV.6.4 Características de las interfases	100

IV.6.5 Sistema de alimentación	101
IV.6.6 Sistema de alimentación con cargadores y bancos de baterías	102
IV.6.7 Especificaciones técnicas de la red de acceso al backbone	102
IV.6.7.1 Elementos pasivos del backbone	102
IV.6.7.2 Elementos activos del backbone	103
IV.6.7.3 Especificaciones de los elementos activos	103
IV.6.7.4 Conmutadores ATM multimedia	104
IV.7 Investigación de mercado y concurso de licitación	105
IV.7.1 Investigación del equipo que se implementará	105
IV.7.2 Evaluación de las soluciones integrales propuestas de cada empresa	106

CAPÍTULO V

Adquisición de equipos	112
V.1 Cisco LightStream 1010	113
V.2 Cisco Catalyst 5000	115
V.3 Cisco 7513	117
V.4 Stratacom BPX	120
V.5 Stratacom IGX	123

CAPÍTULO VI

Servicios de valor agregado	126
VI.1 Internet	127
VI.2 Videoconferencia	128
VI.2.1 Características de RSVP	129
VI.2.2 Salas de videoconferencia	129
VI.2.3 Videoconferencia de escritorio (front-end)	131
VI.3 Correo electrónico	131

CAPÍTULO VII

Liberación de la red de alta velocidad con tecnología ATM	134
---	-----

CONCLUSIONES

137

APÉNDICE A

Configuración de equipos	140
A.1 Equipo Cisco 7513	140
A.2 Equipo Catalyst 5000	141

A.3 Equipo LightStream 1010	144
APÉNDICE B	
Diferentes Tecnologías de Alta Velocidad disponibles en el mercado	147
B.1 FDDI-II	147
B.2 FAST ETHERNET(100 Base-T)	147
B.3 100VG-AnyLAN	148
APÉNDICE C	
Diagramas	150
APÉNDICE D	
Acrónimos	164
APÉNDICE A	
Glosario de ATM	167
BIBLIOGRAFÍA	176

PRÓLOGO

La evolución y surgimiento de las grandes tecnologías y de los grandes inventos atienden a todos los retos e inquietudes que siempre ha despertado el hombre a sus necesidades desde los inicios de la humanidad, como mero ejemplo podemos citar al siglo XIII de la alta escolástica o de las universidades, la Revolución Renacentista y la era Florentina, escenario del gran invento de Gutenberg (ya conocido desde antes, en la antigua China), el descubrimiento de América y la llegada del siglo de la razón y la era Newtoniana (s. XVII).

Los siglos siguientes, además de traer la Revolución Industrial, fueron los años de los grandes maestros como Laplace, Fourier, Euler, Franklin, Gauss, Maxwell, Faraday, Morse, Edison, Marconi y Bell entre otros. Esta plataforma científica fue el disparador del siglo de la tecnología, o siglo XX, con genios como Einstein, Von Newman, De Forest, Fleming, Shannon, Shockley y tantos más que nos trajeron la TV, la Radio, la Computación Analógica (1930), el Reactor Nuclear (1942), el Transistor (1947), la Computación Digital (1950), los Satélites (1957), el Láser (1960), los Circuitos Integrados (1962), los Procesadores (1978) y la Alta Integración del estado Sólido VLSI (1981), entre un sinnúmero de ejemplos que han motivado a futurólogos a dar rienda suelta a su imaginación y fantasía.

El tercer milenio llevará consigo grandes retos y replanteamientos, como la globalización vs. la localización, las megalópolis vs. las infolópolis, la ecología vs. el proceso industrial, la realidad vs. la simulación, la personalización e individualización vs. la masificación y despersonalización, así como la controversia de la genética controlada, la revolución del transporte y las nuevas fuentes energéticas. El enfrentamiento, al acortar tiempo y distancia entre culturas, civilizaciones, religiones, principios y valores.

Junto con los retos existirán grandes oportunidades en campos como la alimentación y la ingeniería genética, el aprovechamiento de la superficie marina para cosechas, la desalinización del agua de mar, el control climático, el desarrollo de invernaderos globales, el diagnóstico electrónico, la colonización del espacio y miles de oportunidades más.

Una condición necesaria para aprovechar este universo de oportunidades del futuro, será la infraestructura y los servicios de telecomunicación. Para las telecomunicaciones, el siglo XXI será el siglo de la luz, terminándose la era de las comunicaciones eléctricas.

La sociedad del futuro con redes de ancho de banda ilimitado, será altamente especializada debido al florecimiento de millones de bases de datos y(o) conocimiento, librerías y servicios de información debido al bajísimo costo de transmisión. Las redes intra/trans/inter y meta corporativas administrarán más el conocimiento y la inteligencia que los datos y la información.

Además de la revolución óptica, que permitirá el movimiento de grandes cantidades de información a las comunicaciones fijas o estáticas, la otra gran corriente del desarrollo se orientará a optimizar el uso del medio ambiente o espectro electromagnético natural del planeta. Para el siglo XXI, los futuros teléfonos celulares serán avanzadas computadoras personales tan portátiles como un reloj y tan personales como una cartera, realizando funciones de reconocimiento oral, cartografía regional, nacional e internacional, grabación de notas y mensajes, manejo de horarios e itinerarios, recolección de correo, administración de dinero, apertura de puertas, encendido de carro y lo que su imaginación le permita pensar!!!!

El mundo actual que vivimos es un mundo de compresión (voz, datos, imágenes, video) debido al costoso, angosto y ruidoso ancho de banda del que disponemos. Hoy la electrónica, y su hija predilecta la informática, representan los cuellos de botella del manejo de grandes cantidades de información, como antes fueron las comunicaciones eléctricas. Hoy desperdiciamos grandes cantidades de potencia computacional y almacenamiento; pero el gran reto del día de mañana es aprender a despreciar ancho de banda, acabándose la era de los algoritmos y técnicas de compresión.

Finalmente, es importante señalar que las políticas nacionales deberán considerar a las telecomunicaciones no como un servicio en sí, sino como un pilar estratégico del desarrollo económico, una fuente de ventajas competitivas, un medio de prosperidad social, cultural y moral y de reducción de disparidades regionales, así como proveedor de conocimiento, inteligencia e información para el bien universal de los pueblos.

La revolución de la tecnología de información del futuro, se basará en las llamadas Ciencias de la Complejidad y afectará más al software que al hardware. Las sociedades que dominen estas ciencias y conviertan su conocimiento en productos y formas de organización social serán líderes cultural, económica, militar y social.

El próximo milenio será marcado por una economía de servicios, en donde resulta imperativo convertir las telecomunicaciones en un recurso verdaderamente universal que coadyuve a una mayor individualización, mayores libertades personales, libre circulación de la información, mayores sistemas de comunicación multimedios, redes inteligentes de gran capacidad, supermercados de información, explotación de la robótica y ofimática, pasión por la ecología y calidad de vida.

Siendo este un futuro que promete una gran oportunidad y desarrollo para el manejo y utilización de las comunicaciones como un medio de convivencia social, cultural y común de la vida cotidiana.

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad la necesidad de la comunicación siempre ha sido un aspecto latente de cualquier sociedad ya sea desarrollada o subdesarrollada, la evolución de esta ha recibido infinidad de cambios desde los simples mensajeros a pie, palomas mensajeras, sonidos de tambor, antorchas, etc., hasta el progreso de cada una de ellas sustituyéndose por sistemas y modos de comunicación, adecuados a la conveniencia y necesidad de cada sociedad dependiendo de sus distancias e intereses particulares.

En la mayor parte del mundo, estos modos de comunicación antiguos han sido desplazados por los sistemas de comunicación principalmente los basados en energía eléctrica, los cuales permiten la transmisión de señales a través de distancias mucho más grandes (estados, ciudades, países, e incluso planetas y galaxias distantes), a velocidades vertiginosas como la de la luz.

La comunicación eléctrica hoy en día es una de las formas más confiables y económicas; y es por tal motivo que la tecnología en el ámbito de las comunicaciones día con día avanza a pasos agigantados, cambiando el procesamiento de la información por un uso más racional de la misma. La influencia de las telecomunicaciones ha ido aumentando progresivamente desde la introducción de la telegrafía, la radio comunicación, la telefonía, etc. En la actualidad, la mayoría de nosotros dependemos directamente de una o más de sus muchas facetas para el desempeño eficaz de nuestro trabajo, en casa, o en nuestros ratos de ocio.

Es por todo esto y mucho más que las comunicaciones en la actualidad son esenciales para el desarrollo de un país, y México no es la excepción, nuestro país se encuentra actualmente en el umbral de una nueva era, esto es, en el desarrollo de una sociedad informática, en el que las telecomunicaciones serán una parte esencial de la infraestructura básica para alcanzar la modernización productiva del país, al apoyar la descentralización y crear nuevas opciones de desarrollo en cada una de las regiones del país por muy lejanas que estas sean.

En los últimos años México ha experimentado avances en este sector y su rápido desarrollo tecnológico hacen del campo de trabajo en computación y telecomunicaciones una fuente creciente de empleos. A este campo pertenecen sistemas telefónicos, redes digitales de servicios integrados, radio y microondas, redes de área local, sistemas basados en fibra óptica, redes de computadoras y teleinformática, sistemas de transmisión analógica, digital y áreas de radiocomunicación.

Dentro de todo este afán de modernización, actualización y vanguardia, PEMEX como una de las empresas y pilares más importantes y sólidas del sostén de la nación mexicana se prepara para afrontar los retos que demanda el país en el futuro. Ya que en el México actual, las necesidades de comunicación y transmisión de información han crecido

enormemente y en un corto plazo la tecnología ha permitido que el volumen de datos y la rapidez con que éstos se transmiten sea cada vez mayor.

El mundo de las telecomunicaciones e informática avanza a pasos vertiginosos ofreciendo múltiples alternativas para los distintos problemas que se presentan y donde muchas veces la última tecnología no es la que se adapta a resolverlos, ya que cada uno ofrece sus ventajas y desventajas.

México por tal motivo está experimentando la globalización en el ámbito de las telecomunicaciones, muchas empresas tanto nacionales como extranjeras comienzan a ofrecer sus servicios y a llenarnos con propaganda sobre que debemos escoger, estar informados acerca de los puntos a favor y en contra que envuelve cada tecnología para poder comprarlas nos permite tener un punto de referencia más amplio al momento de decidimos a utilizar alguna de ellas. Es por tal motivo que el objetivo de este trabajo de tesis es preparar y presentar la infraestructura en materia de telecomunicaciones que utilizará PEMEX para afrontar los múltiples retos que demande tanto la sociedad, el país y el mundo entero.

CAPÍTULO I

Situación actual en Pemex

Pemex representa una de las más grandes e importantes empresas en todo el país, siendo capital primario dentro de la economía nacional. Su extensión abarca prácticamente todo el territorio nacional.

Actualmente la empresa se encuentra estructurada en 5 organismos que son: Pemex Exploración y Producción, Pemex Gas y Petroquímica Básica, Pemex Refinación, Pemex Petroquímica Secundaria y finalmente Pemex Corporativo; las cuales manejan información técnica, financiera, documental, administrativa, científica y tecnológica. Para ello se vale del procesamiento de la información, la comunicación oral y electrónica, lo que contribuye a la toma de decisiones que aumentan la eficiencia.

Por otro lado no se puede dejar de destacar el control computarizado de equipos de exploración y producción, la utilización de radares, la información gerencial, así como la automatización tanto de los procesos industriales como de oficinas.

Con lo que respecta a las comunicaciones, Pemex cuenta con una red nacional X.25, una red Frame Relay, una red telefónica nacional, un *backbone* de microondas digitales a 140 Mb y un *backbone* analógico en ciertos sectores, además de enlaces punto a punto en las coberturas de área local (LANs). Todo esto conectado a nivel nacional apoyándose de *backbones* FDDI y redes Ethernet en los diferentes campus o edificios, manejándose la transmisión de datos, voz y video.

Por otra parte se esta implementando sobre las LANs los nuevos servicios que permiten una mejor intercomunicación a nivel nacional tales como: Internet, Correo electrónico, Videoconferencias, Intranet, Extranet, Comercio Electrónico y SAP. Sin dejar de integrar los ya existentes como: las aplicaciones gráficas, las bases de datos distribuidas, ambiente cliente/servidor y procesamiento de tres niveles.

Cada una de las redes, topologías y tecnologías usadas actualmente en la red de área amplia de Pemex, tiene su impacto, aplicación y área de funcionamiento; que depende de la distribución geográfica de los organismos y sus redes, de la demanda de canales de comunicación, oportunidad y confiabilidad en aplicaciones de misión crítica, etc. Cada tecnología aplica su funcionalidad y versatilidad según las necesidades actuales.

A continuación daremos una referencia de los diferentes tipos de redes con las que cuenta Petróleos Mexicanos.

I.1 Red PemexPaq X.25

Es una red de área amplia que utiliza el protocolo X.25 de conmutación de paquetes, integrada por 12 nodos principales interconectados en forma de malla, mediante enlaces que van hasta 2.048 Kbps.

A partir del nodo del D.F. se derivan 214 concentradores de datos que extienden el alcance de la red a los centros de trabajo de esta Institución, además de contar con 4000 puertos de usuario, operando a velocidades que van desde 1.2 hasta 64 Kbps. Los protocolos soportados por la red son: X.25, SDLC y asíncrono.

Por último, cabe mencionar que dispone de dos centros de control ubicados en D.F. y Villahermosa, Tab.

La estructura de la red PemexPaq se puede observar en la figura 1.1.

1.2 Red Frame Relay

Es una red simplificada de conmutación de paquetes diseñada para trabajar sobre las líneas de transmisión digitales presentando una baja probabilidad de errores de transmisión por características propias del protocolo, aumentando además la velocidad de tránsito a través de la red reduciendo el procesamiento efectuado sobre los paquetes, *overhead*, etc. Sus conexiones se basan en el establecimiento de circuitos virtuales permanentes y circuitos virtuales conmutados, actualmente solo están implementados los circuitos virtuales permanentes, con enlaces punto a punto, donde tienen puertos de acceso desde 64 Kbps hasta E1 (2.048 Mbps).

La red Frame Relay integra principalmente 3 zonas:

- Zona Norte: Cd. de México, Venta Carpio, San Martín, Querétaro, Veracruz, Poza Rica, Monterrey, Tula, Salamanca, Cadereyta y Reynosa.
- Zona Marina: Coatzacoalcos, Minatitlán, El Plan, Agua Dulce, Cosoleacaque y Pajaritos.
- Zona Sur: Reforma, Cd. Pemex, Comalcalco, Cd. del Carmen y Villahermosa.

Haciendo un total de 28 concentradores Frame Relay que se direccionan a unidades de transferencia asíncrona para salir por una central telefónica y enlaces troncales con puertos dedicados PRI que son E1 digitales con estándares ISDN y MFC-R2. Además cuenta con conexiones a la red PemexPaq X.25 con puertos de usuario desde 9.6 Kbps a 64 Kbps.

Las dos aplicaciones en las que más se utiliza Frame Relay son la interconexión de LANs y el acceso a Internet, este último se conecta a un *Firewall* para la comunicación bidireccional y protección de la red interna.

En la figura 1.2 se muestra la topología de la red Frame Relay.

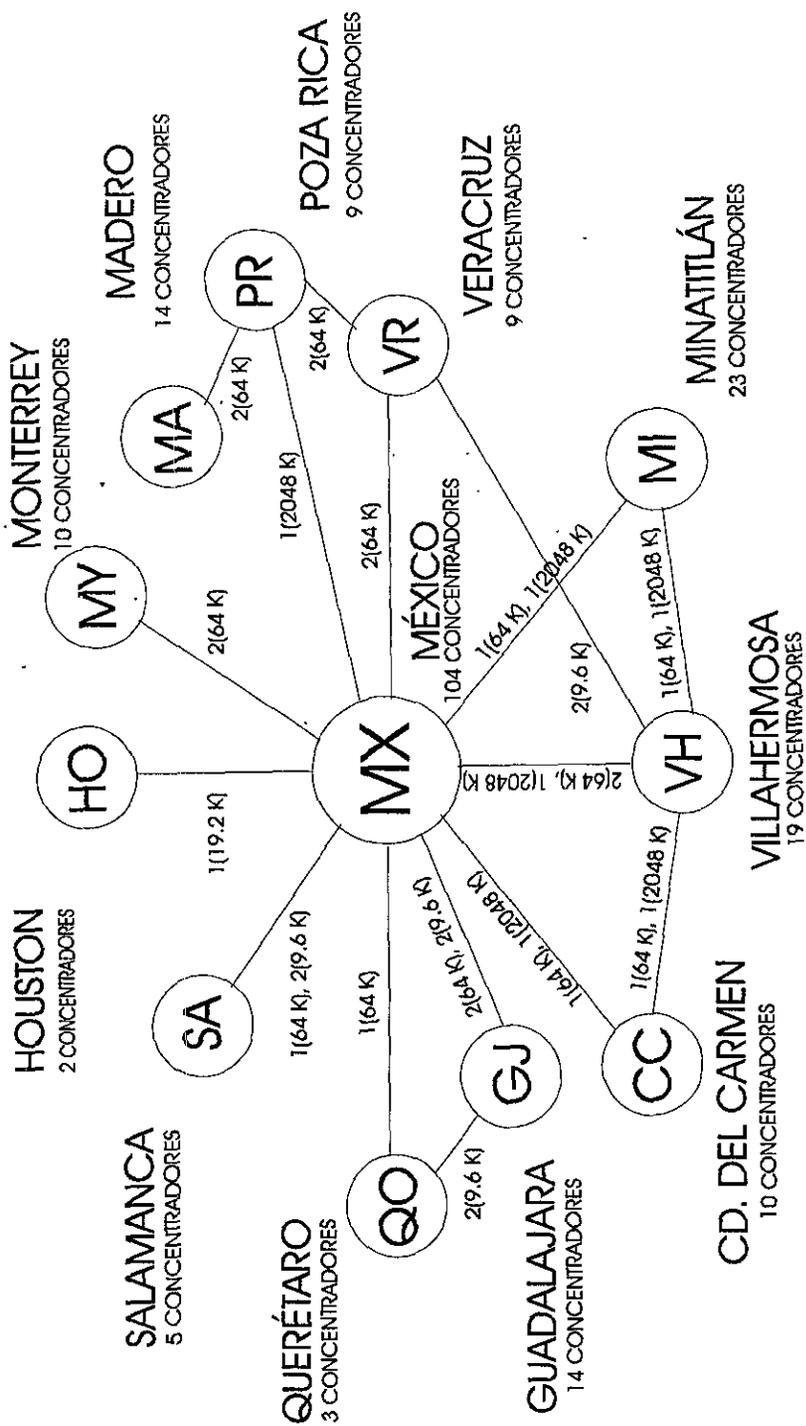


Figura 1.1 Red actual de PemexPaq de concentradores y velocidades de transmisión

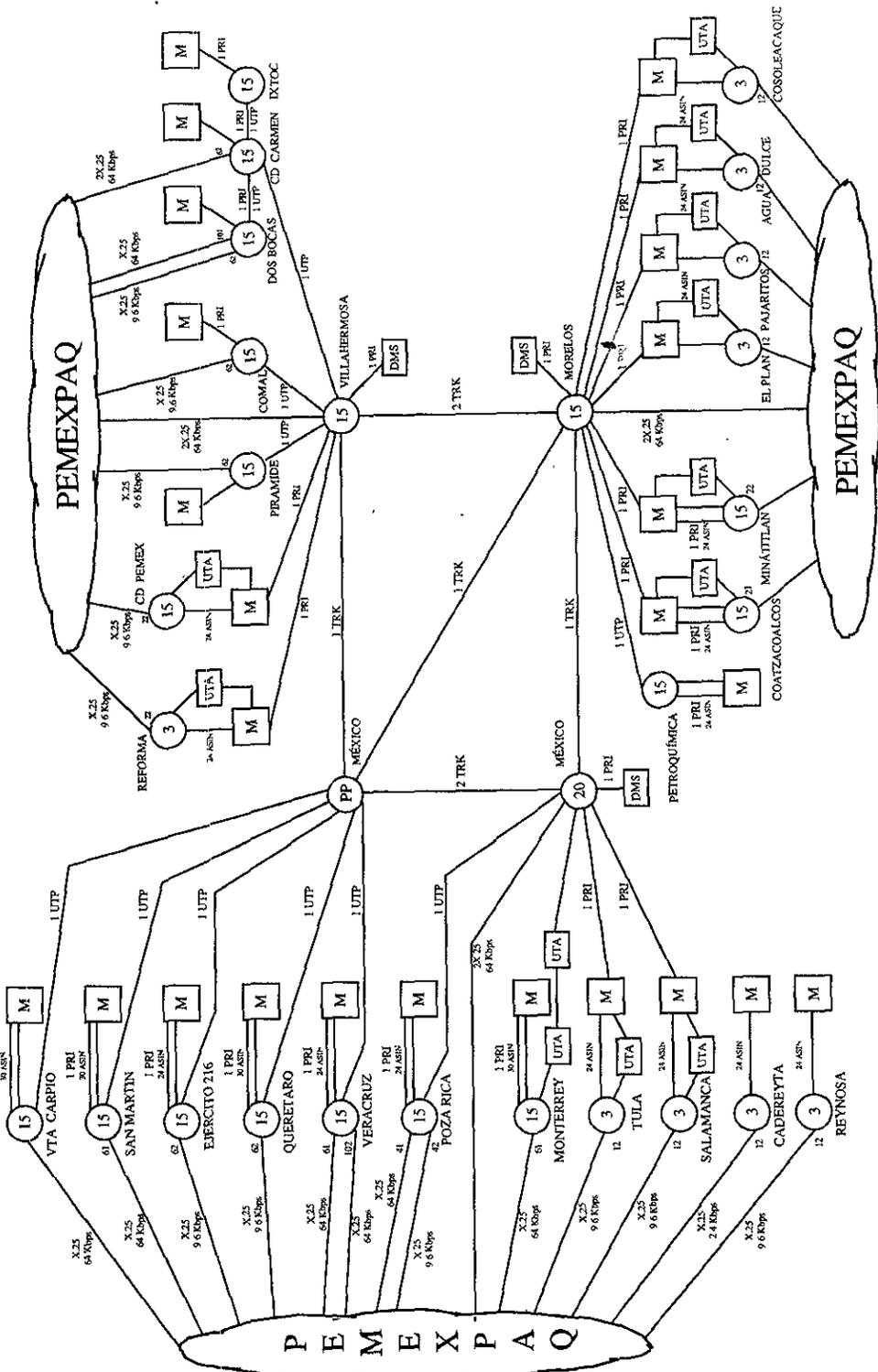


Figura 1.2 Topología de la red DPN

I.3 Red telefónica

La red opera con 7 conmutadores telefónicos privados PBX, utilizando dispositivos propietarios y el mismo cableado telefónico para transmitir y recibir información digital, a velocidades de 300 hasta 64 Kbps en el modo síncrono o asíncrono. Los enlaces de la red se manejan con multiplexaje por división de tiempo, donde en un enlace E1 de 2.048 Mbps se multiplexan 30 circuitos E0 a 64 Kbps.

Los estándares para la integración de la red son: ISDN y PRI a través de interfases E1 y T1.

El equipo de acceso soporta puertos para troncales digitales de conmutadores telefónicos, así como las recomendaciones de la ITU-T Q.932 para troncales PRI (ISDN) y MFC-R2 (modificado).

La figura 1.3 muestra el esquema de la red telefónica.

I.4 Red de videoconferencias

Esta red se centraliza en el MCU de la Ciudad de México conectando mediante enlaces E1 punto a punto, las ciudades de Poza Rica, Salamanca, Minatitlán, Sede Petroquímica Coatzacoalcos, Villahermosa, Sede Villahermosa y Ciudad del Carmen.

Actualmente Pemex cuenta con 42000 líneas telefónicas a nivel nacional. La figura 1.4 muestra el esquema de la red de videoconferencia.

I.5 Red FDDI

Existen 6 *backbones* FDDI en los diferentes campus de Pemex como son: 1 en el D.F., 3 en Villahermosa y 2 en Ciudad del Carmen.

El *backbone* del D.F. integra 12 concentradores, con alrededor de 62 ruteadores. Uno de los ruteadores se enlaza a la red PemexPaq y a la red Frame Relay por medio de E1s.

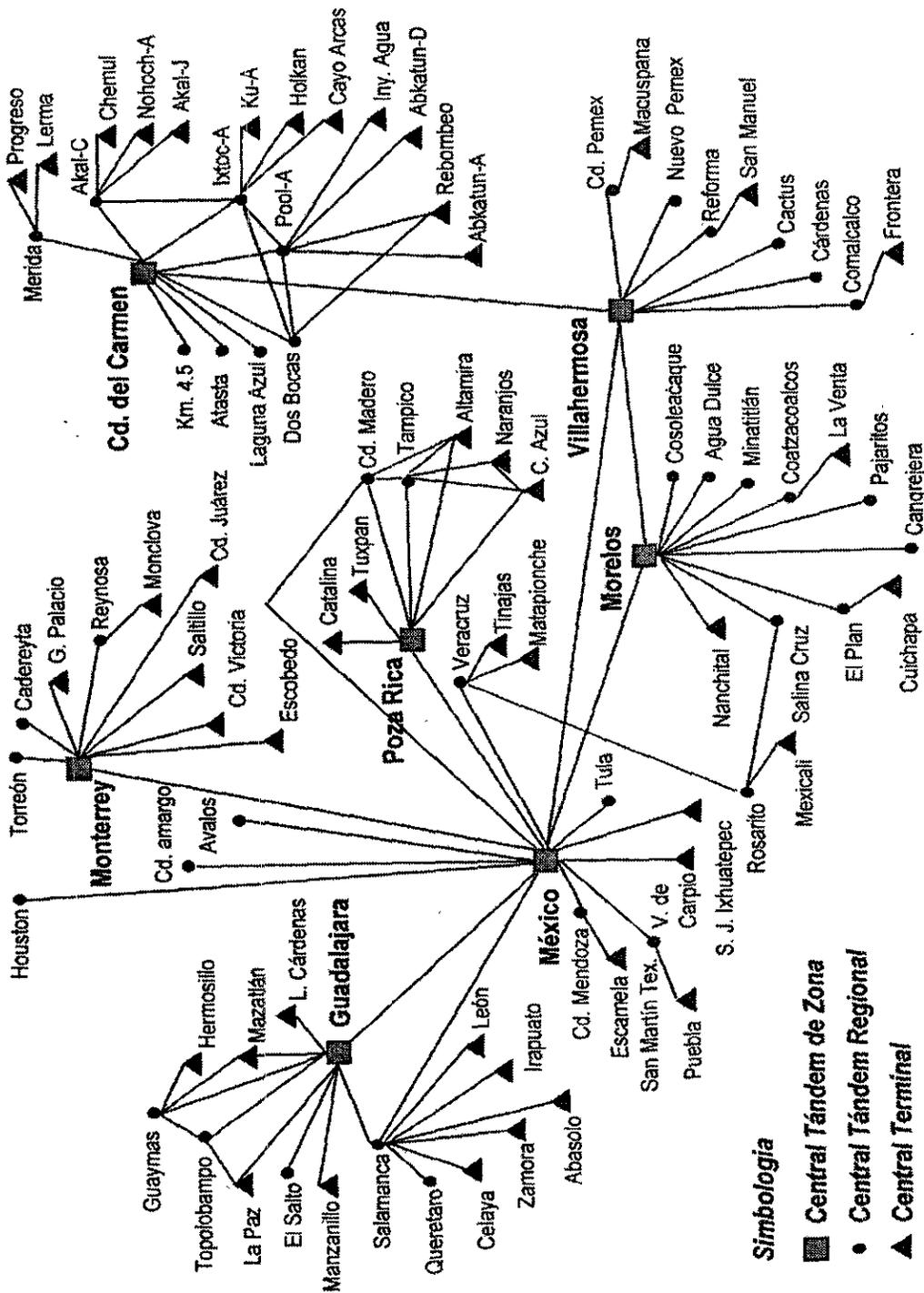


Figura 1.3 Red telefónica de larga distancia

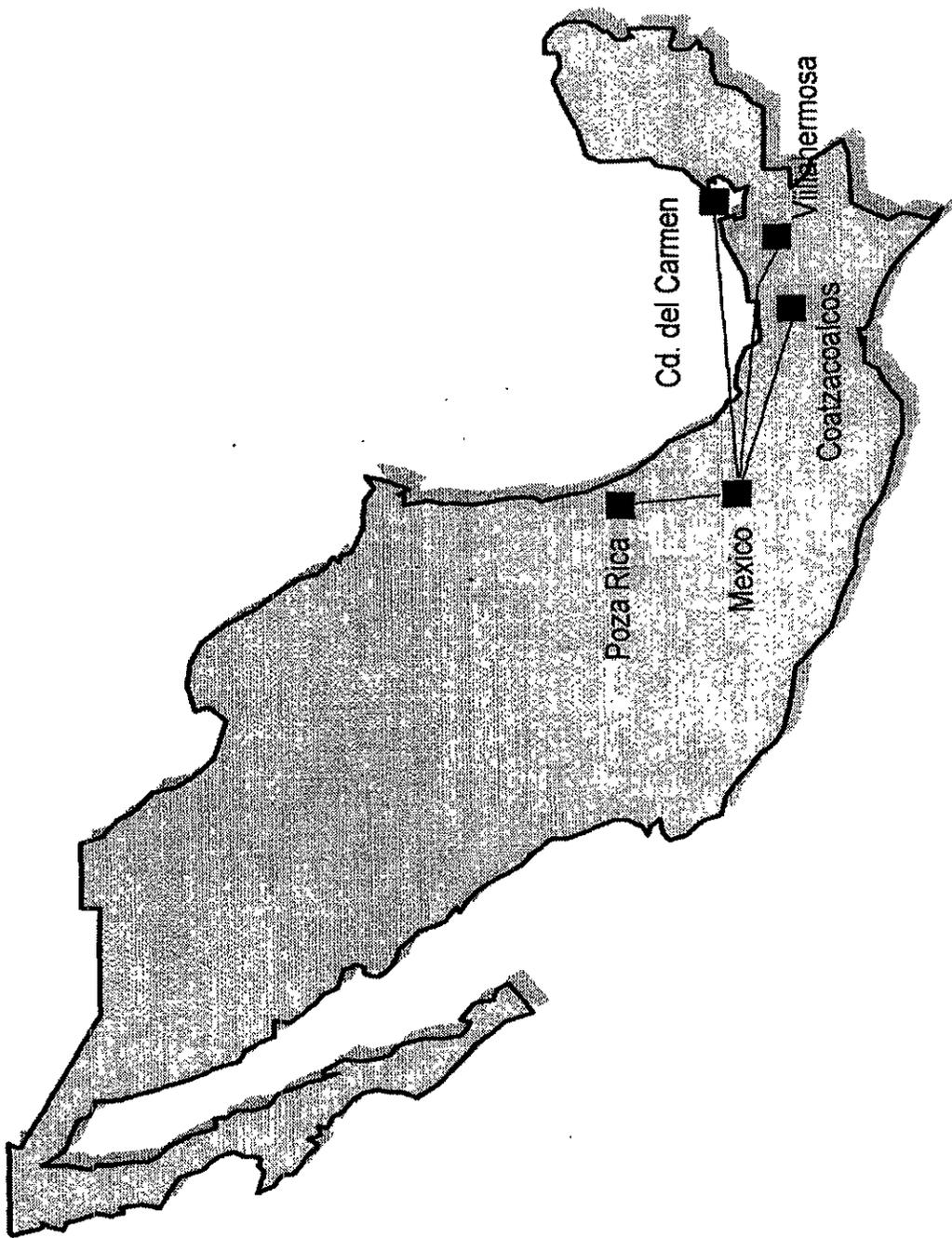


Figura 1.4 Red de Videoconferencia

I.6 Redes WAN

Una vez que identificamos las diferentes redes que permiten transmitir datos, voz y video, es importante señalar como es la estructuración de las redes WAN y LAN dentro de los corporativos.

Existen básicamente 5 redes WAN independientes unas de otras, correspondientes a las subsidiarias Pemex Exploración y Producción, Pemex Gas y Petroquímica Básica, Pemex Refinación, Pemex Petroquímica y finalmente Pemex Corporativo.

A continuación se hace una descripción somera de cada una de las redes WAN antes mencionadas.

I.6.1 Red WAN de Pemex Exploración y Producción

En la figura 1.5 se muestra la red de ruteadores interconectados con enlaces radioeléctricos de 2.048 Mbps y protocolo *Point to Point Protocol (PPP)*, adicionalmente se cuentan con protocolos X.25 para conectarse a la red de conmutación de paquetes PemexPaq, a velocidades que van de los 9600 bps a los 64 Kbps. Cada uno de estos ruteadores concentra en su puerto WAN la salida de complejas redes MAN asociadas a cada uno de ellos, conformadas básicamente por redes LAN de tipo Ethernet y anillos FDDI.

En el ruteador de las Oficinas Centrales se tiene asociado un anillo FDDI que cubre básicamente todo el Centro Administrativo de Marina Nacional en México, a este anillo se encuentran conectadas prácticamente todas las redes WAN de las diferentes subsidiarias ya que requieren transferir información a un punto común del corporativo. Por otra parte, las diferentes regiones identificadas en la figura 1.5 como Región Sur: Villahermosa, Tab; Región Marina: Ciudad del Carmen, Campeche y Región Norte: Poza Rica; transfieren información a oficinas centrales en el D.F. y oficinas sede en Villahermosa, Tab.

La cantidad aproximada de nodos en la red de Pemex Exploración y producción es de 15000 usuarios.

I.6.2 Red WAN de Pemex Gas y Petroquímica Básica

La sede de ésta subsidiaria se encuentra ubicada en la Ciudad de México y es el destino principal de la información desde los complejos petroquímicos, terminales de distribución y sectores de ductos indicados en la figura 1.6. En la Ciudad de México, la información se integra en un ruteador con enlaces de microondas digitales a velocidades de 2.048 Mbps y protocolo PPP, el cual se encuentra conectado a un anillo FDDI desde donde se transfiere la información a diferentes puntos del Centro Administrativo.

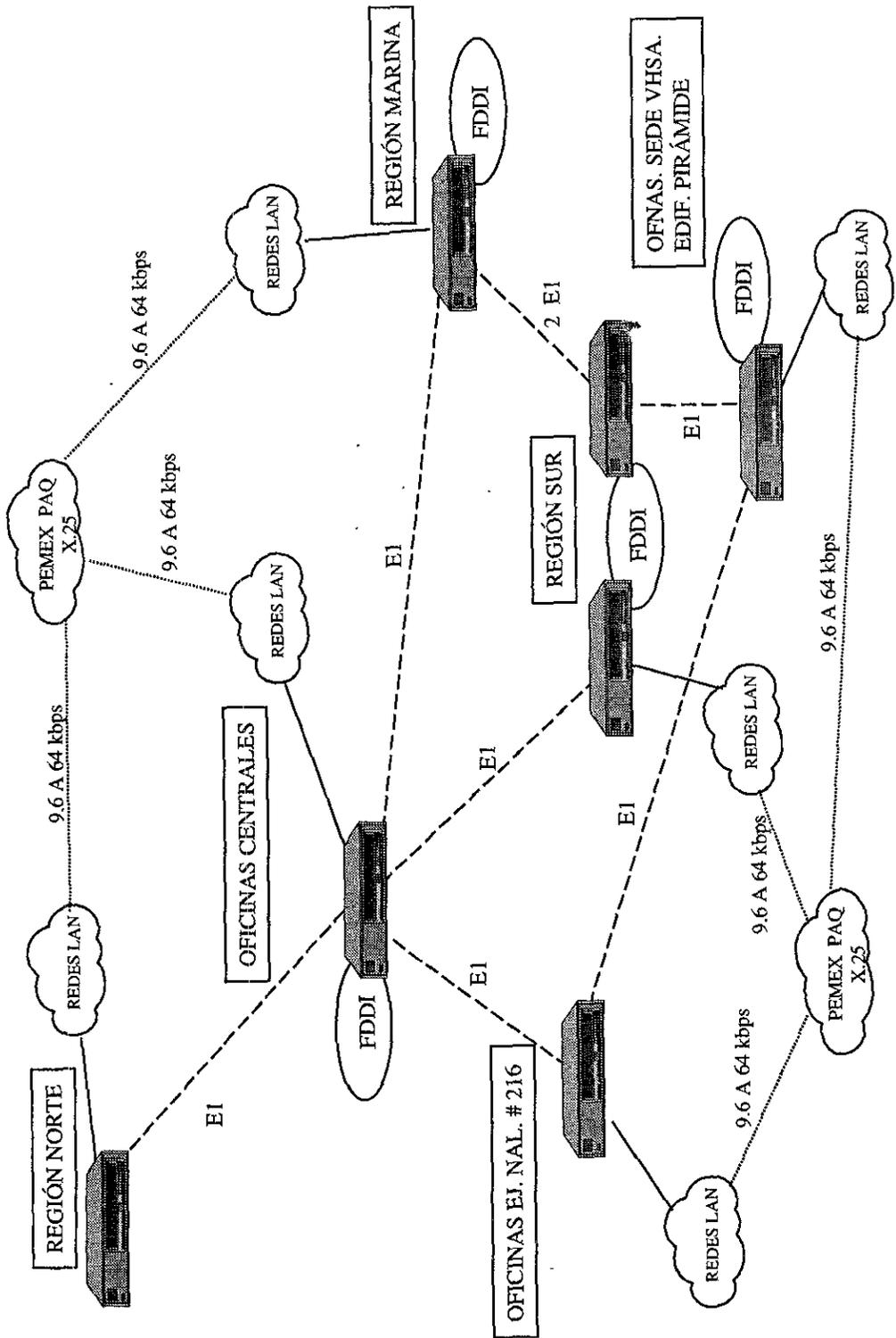


Figura 1.5 Red WAN de ruteadores de Pemex Exploración y Producción

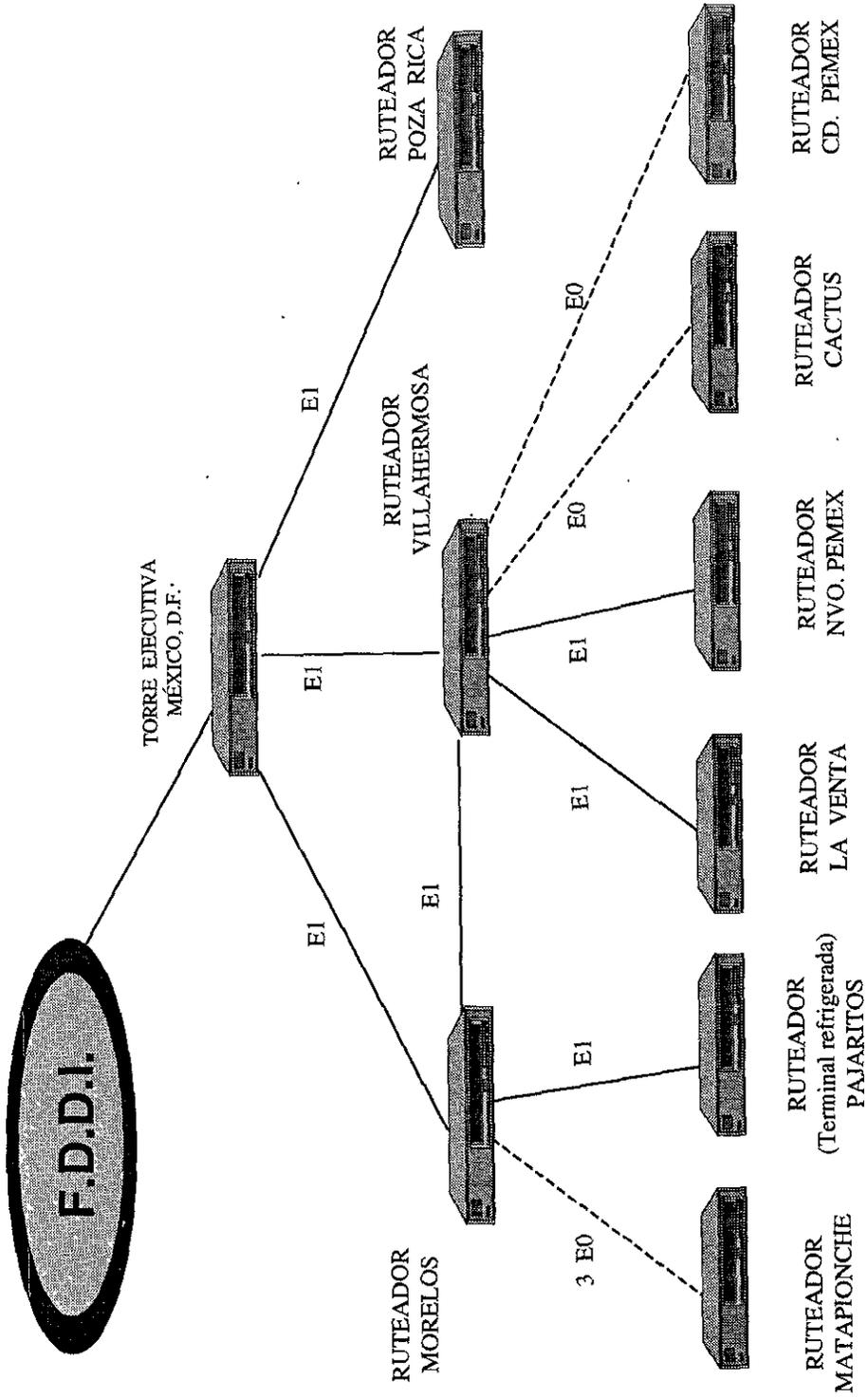


Figura 1.6 Red WAN de alta velocidad de Pemex Gas y Petroquímica Básica

Adicionalmente existen 18 ruteadores que se conectan vía red de conmutación de paquetes X.25 (PemexPaq) a otro ruteador, a velocidades de entre 9.6 Kbps y 19.2 Kbps, el cual transfiere la información al anillo FDDI antes mencionado.

La cantidad aproximada de nodos en la red de Pemex Gas y Petroquímica Básica es de 3000 usuarios.

I.6.3 Red WAN de Pemex Petroquímica

La sede de la subsidiaria se encuentra ubicada en la Cd. de Coatzacoalcos, Ver. y es el destino principal de flujo de información desde los complejos petroquímicos.

En la sede se encuentra ubicado un ruteador el cual soporta la estructura de *backbone* colapsado para la transferencia de información de los usuarios ubicados en el edificio sede, así mismo cuenta con puertos WAN para comunicarse a los 8 complejos y unidades Petroquímicas de: La Cangrejera, Cosoleacaque, Escolón, Salamanca, Morelos, Independencia, Pajaritos y Tula.

Adicionalmente cuenta con puertos de las mismas características para comunicarse al edificio Ignacio de la Llave ubicado en Coatzacoalcos y al Centro Administrativo de la Ciudad de México.

Todos los puertos antes mencionados, operan a velocidades de 64 Kbps utilizando la Red Digital de Servicios Integrados de Pemex. El protocolo de comunicación utilizado es el (PPP).

También se cuenta con puertos de acceso a la red de conmutación de paquetes X.25 PemexPaq, ver figura 1.7.

Por último cabe señalar que la WAN de Pemex Petroquímica tiene aproximadamente 1500 usuarios.

I.6.4 Red WAN de Pemex Refinación

En lo que respecta a la subsidiaria Pemex Refinación actualmente no se ha estructurado una red formal WAN a base de ruteadores de altas velocidades y en su lugar existe un esquema de comunicación entre redes LAN a través de la red PemexPaq a bajas velocidades, principalmente a 9.6 Kbps. Por otra parte se tiene en proyecto la adquisición de una gran cantidad de ruteadores y redes LAN que conformarán finalmente la red de alta velocidad de ésta subsidiaria.

La cantidad aproximada de nodos en la red de Pemex Refinación es de 4500 usuarios.

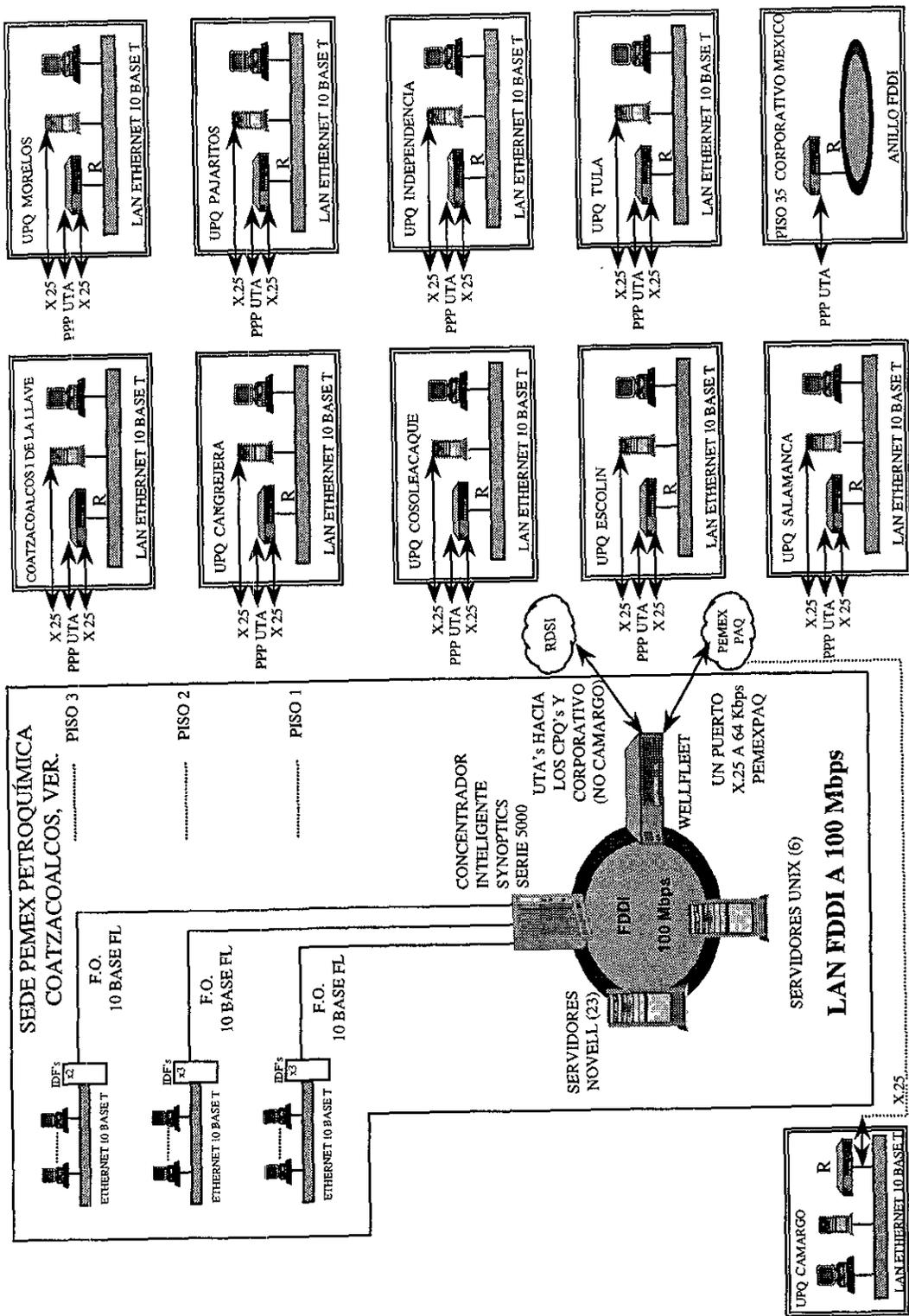


Figura 1.7 Topología general de las redes LAN/WAN de Pemex Petroquímica

I.7 Redes de Pemex Corporativo

En lo que respecta a Pemex Corporativo, se encuentran establecidas principalmente cuatro redes de comunicación de datos: La red ATM de Finanzas, de Telecomunicaciones, del Servicio Médico y el Corporativo de Administración.

La topología del Corporativo de Finanzas está formada por una red MAN interconectada con tres conmutadores ATM marca Cisco LightStream 1010 con la cual se da servicio a los usuarios de finanzas en el Centro Administrativo. Esta red se conecta al anillo FDDI mediante un ruteador Cisco 7000 y vía este anillo se logra la conectividad a las diferentes redes de las subsidiarias descritas anteriormente, lográndose con éste esquema la transferencia de información financiera.

Por lo tanto se puede observar en la figura 1.8 la comunicación entre Pemex Gas y Petroquímica Básica, Pemex Exploración y Producción, Pemex Refinación, Pemex Petroquímica, así como la Gerencia de Servicios Médicos (GSM) y la Gerencia de Ingeniería en Telecomunicaciones (GIT).

En lo que respecta a la GIT se han adquirido 7 ruteadores Cisco 2511, 3 ruteadores Cisco 4500, un LanSwitch Cisco Catalyst 5000, los cuales serán ubicados en Monterrey, Poza Rica, Guadalajara, Ciudad de México, Coatzacoalcos, Villahermosa y Ciudad del Carmen a fin de consolidar la red WAN de alta velocidad con una cantidad estimada de 800 usuarios y protocolo de comunicación Frame Relay a 2.048 Mbps. El flujo de información será a la Ciudad de México y deberá ser posible la transferencia de información entre los demás usuarios.

I.8 Redes LAN de Pemex

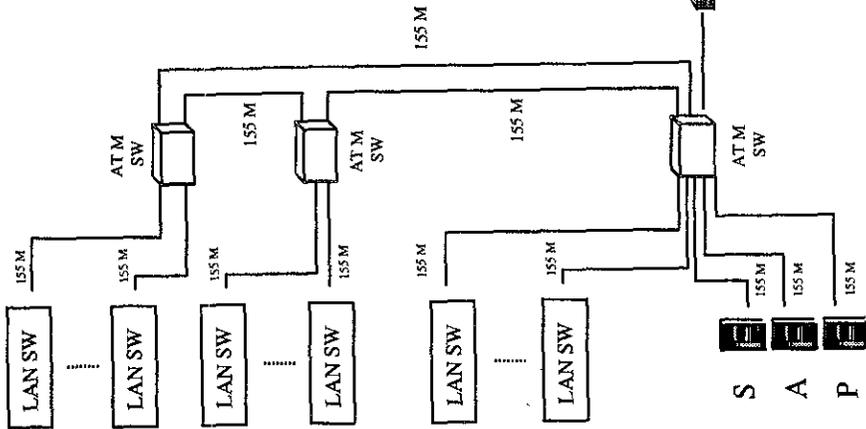
Al igual que las redes WAN, las redes de área local se configuran de acuerdo a las necesidades de las dependencias, las cuales se describen a continuación.

I.8.1 Redes LAN de Pemex Exploración y Producción

Pemex Exploración y Producción está integrada por la Dirección General y 4 subdirecciones que se ubican en la Ciudad de México, Ciudad del Carmen, Villahermosa y Poza Rica, que en conjunto con las gerencias y superintendencias cubren prácticamente todo el territorio nacional.

La Subdirección de Administración y Finanzas por conducto de la Gerencia de Informática y Sistemas, se encarga de proporcionar los servicios de informática para Pemex Exploración y Producción.

INTERNOS



INTERDEPENDENCIAS

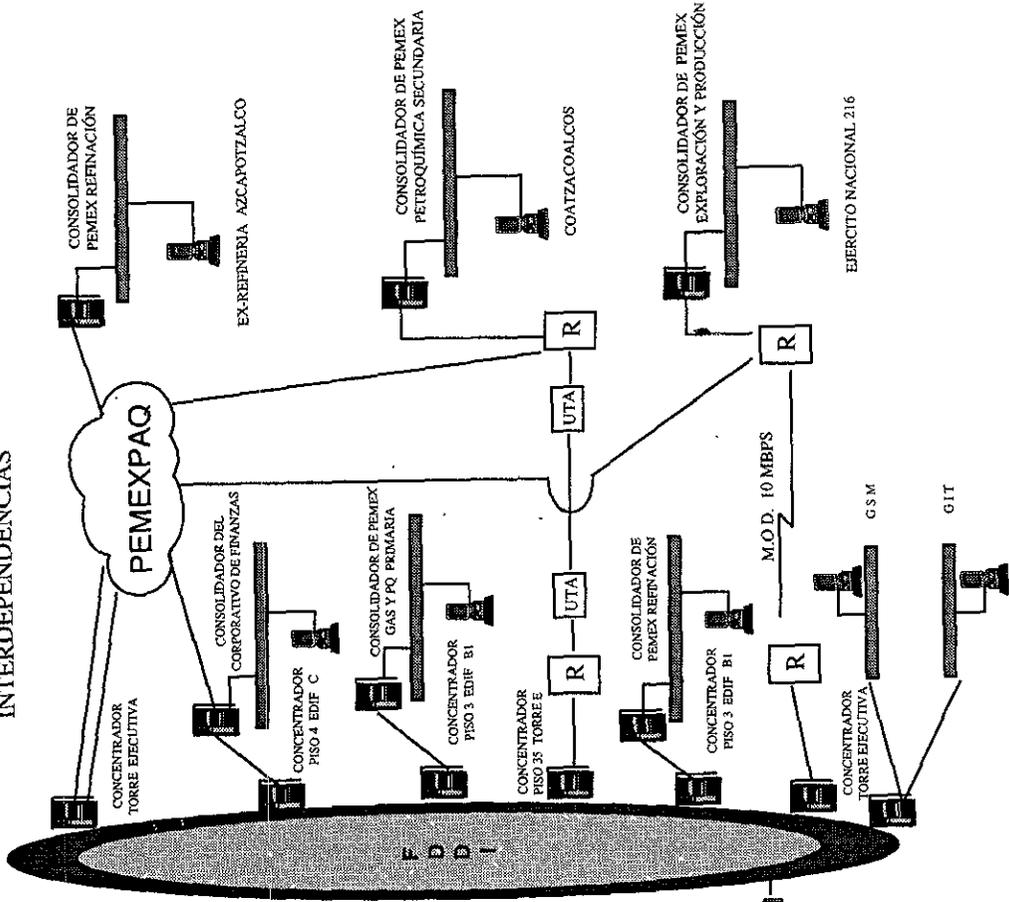


Figura 1.8 Red de comunicación de Pemex Corporativo con las otras subsidiarias

La conexión entre las redes del edificio de Ejército Nacional 216 y la Torre Ejecutiva se lleva a cabo con un enlace radioeléctrico de 10 Mbps instalado entre ambos edificios. El equipo está instalado en el piso 35 de la torre y mediante un ruteador se conectan al *backbone* de fibra óptica FDDI de la Dirección Corporativa de Finanzas.

Cada una de las redes LAN son del tipo Ethernet formadas por 30 nodos en promedio. A continuación se presenta en la figura 1.9 el diagrama de conexiones actuales de Pemex Exploración y Producción.

I.8.2 Red LAN de Pemex Refinación

Pemex Refinación se divide en 7 subdirecciones que son:

- Subdirección de Planeación y Evaluación
- Subdirección de Servicios Técnicos
- Subdirección de Finanzas y Administración
- Subdirección de Proyectos de Desarrollo
- Subdirección de Producción
- Subdirección de Distribución y
- Subdirección de Comercialización

las cuales tienen estructuras independientes.

I.8.2.1 Red LAN de la Subdirección de Planeación y Evaluación

Se ubica en el piso 9 del edificio D del Centro Administrativo de la Ciudad de México, donde se tiene instalada una red LAN con 60 nodos y 3 servidores.

En el piso 5 del edificio A, se tiene la Gerencia de Planeación de Proyectos de Inversiones, que tiene una red con capacidad de 30 nodos. Además de contar con otro grupo de trabajo en la Torre Ejecutiva donde se disponen de 80 nodos. Así mismo se tiene un enlace coaxial grueso entre los edificios D y B2, UTP. Disponen también de un cable coaxial grueso que va del edificio D hasta el edificio B2, donde se conectan al *backbone* FDDI de la Dirección Corporativa de Finanzas.

En la figura 1.10 se muestra la conexión actual.

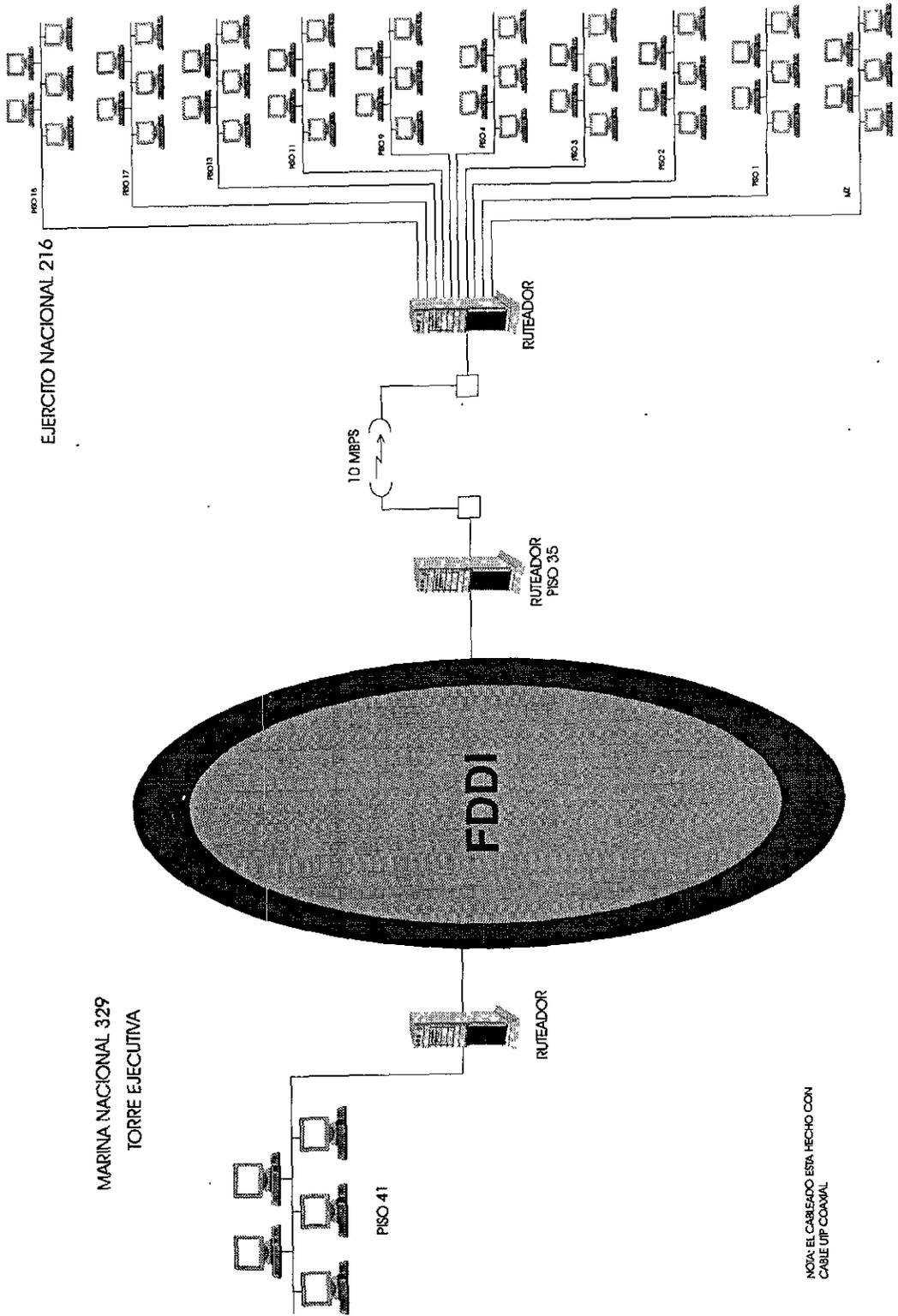


Figura 1.9 Red LAN de Pemex Exploración y Producción

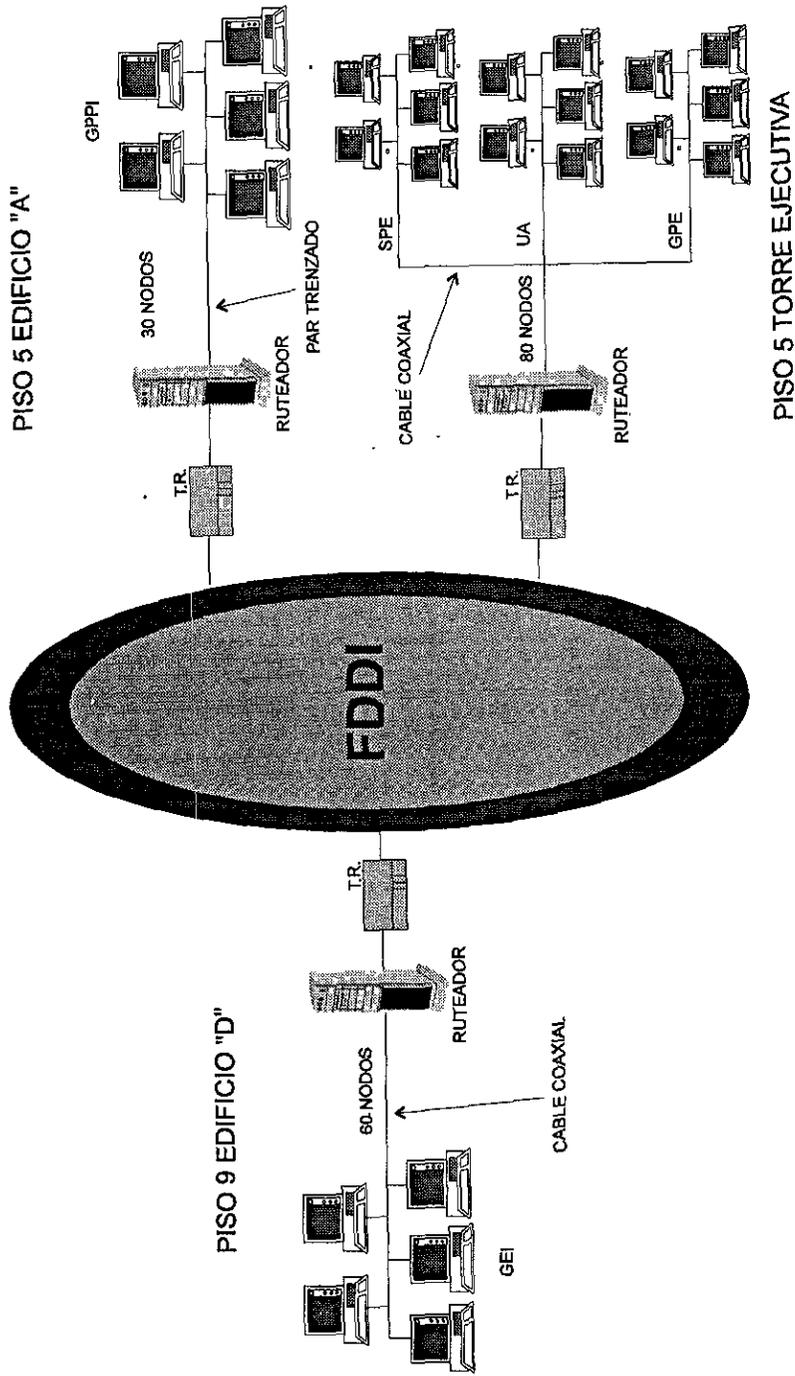


Figura 1.10 Red LAN de Pemex Refinación, Subdirección de Planeación y Evaluación

I.8.2.2 Red LAN de la Subdirección de Servicios Técnicos

Se ubica en el piso 6 de la Torre Ejecutiva y en el piso 10 del edificio D localizada en la Subgerencia de Ingeniería, aquí se dispone de una red tipo Ethernet integrada por 8 servidores: 6 MicroVAXs y 2 PCs 386 que emplean el sistema operativo VMS V.5, de Digital, Netware 3.11 y UNISYS 2.11. La red dispone de 82 nodos distribuidos en todo el piso del edificio D y 30 nodos en la Torre Ejecutiva. En la figura 1.11 se muestra la configuración.

I.8.2.3 Red LAN de la Subdirección de Finanzas y Administración

Dispone de redes de área local tipo Ethernet en diversos pisos de la Torre Ejecutiva, así como en el edificio B2, las cuales se conectan en forma de estrella mediante cableado UTP. Las terminales se conectan a equipos de concentración de 12 puertos, los que a su vez se conectan en bus mediante cable coaxial delgado que se conecta en un ruteador 3Com NETbuilderI instalado en cada piso. Este ruteador permite la conexión al *backbone* FDDI de la Dirección Corporativa de Finanzas. Ver figura 1.12.

I.8.2.4 Red LAN de la Subdirección de Producción

Se dispone de una red LAN segmentada e integrada con *hubs* de 16 puertos, además de redes tipo bus estrella en cada piso que integran la Subdirección. Las estaciones de trabajo se conectan a los *hubs* mediante cable UTP de 100 Ohms, los cuales se enlazan en configuración bus con cable coaxial. El bus de cable permite la conexión de las redes al *backbone* de fibra óptica de la Dirección Corporativa de Finanzas.

En la figura 1.13 se muestra la configuración actual.

I.8.2.5 Red LAN de Pemex Gas y Petroquímica Básica

Esta Subdirección dispone de varias redes de área local con cable UTP, interconectadas con *hubs* los que a su vez se enlazan con un ruteador para acceder al *backbone* FDDI de la Dirección Corporativa de Finanzas.

La capacidad de puertos por piso de la Torre Ejecutiva son del orden de 80 a 100 y de 148 puertos por piso en el edificio B1. Finalmente la configuración actual se muestra en la figura 1.14.

TORRE EJECUTIVA

1ER. PISO B2

10 PISO EDIFICIO D

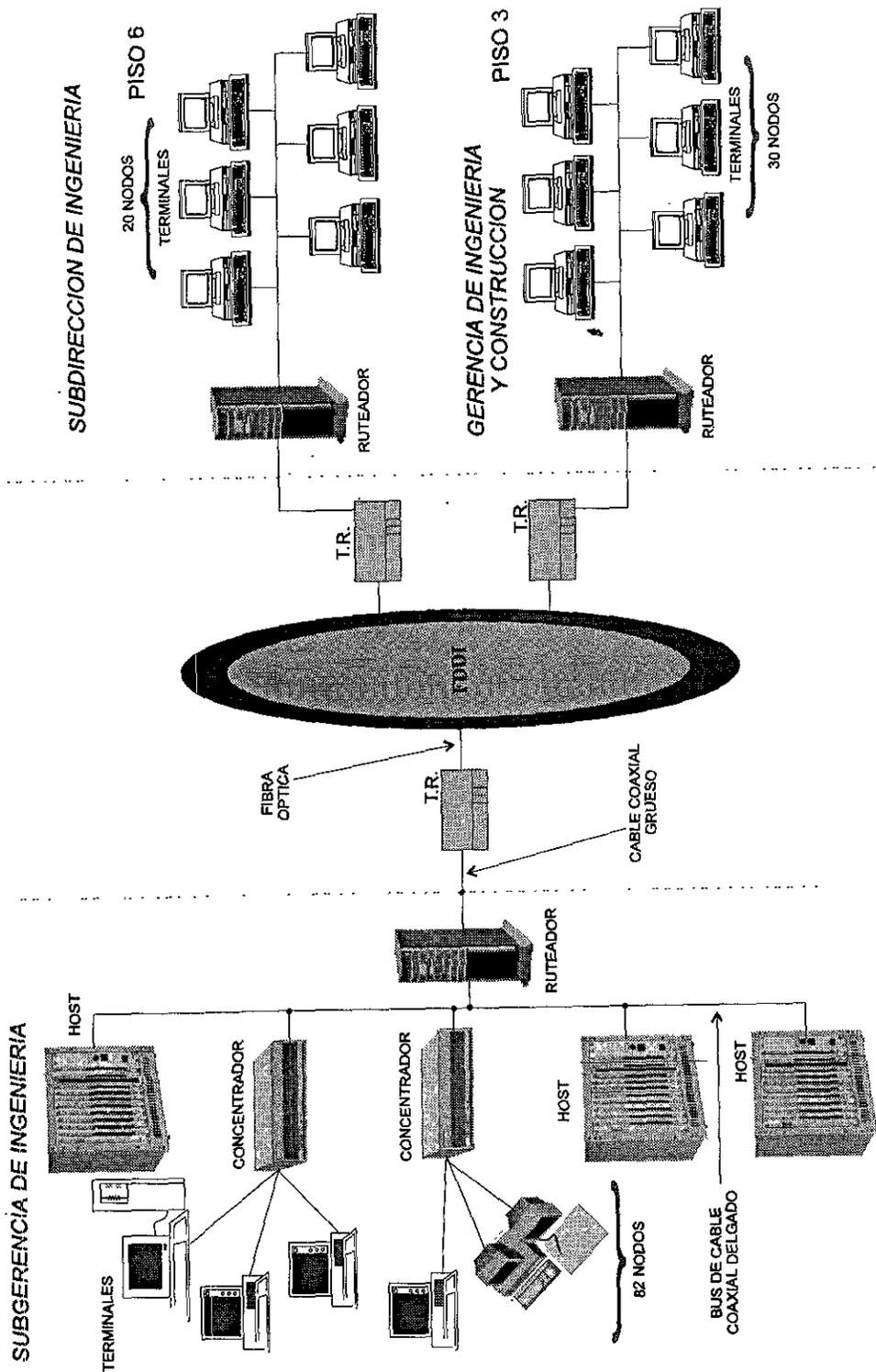


Figura 1.11 Red LAN de Pemex Refinación, Subdirección de Servicios Técnicos

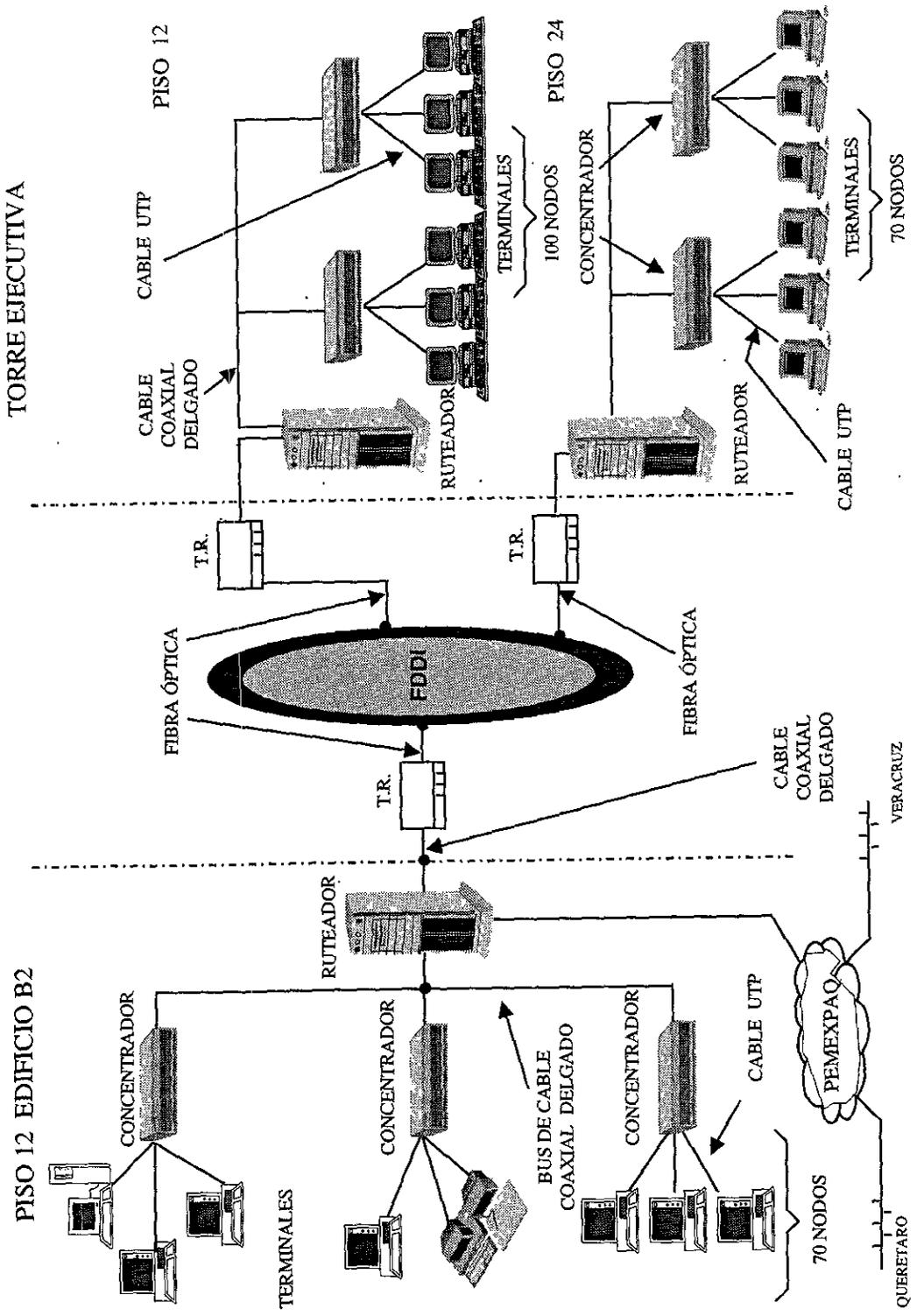


Figura 1.12 Red LAN de Pemex Refinación, Subdirección de Finanzas y Administración

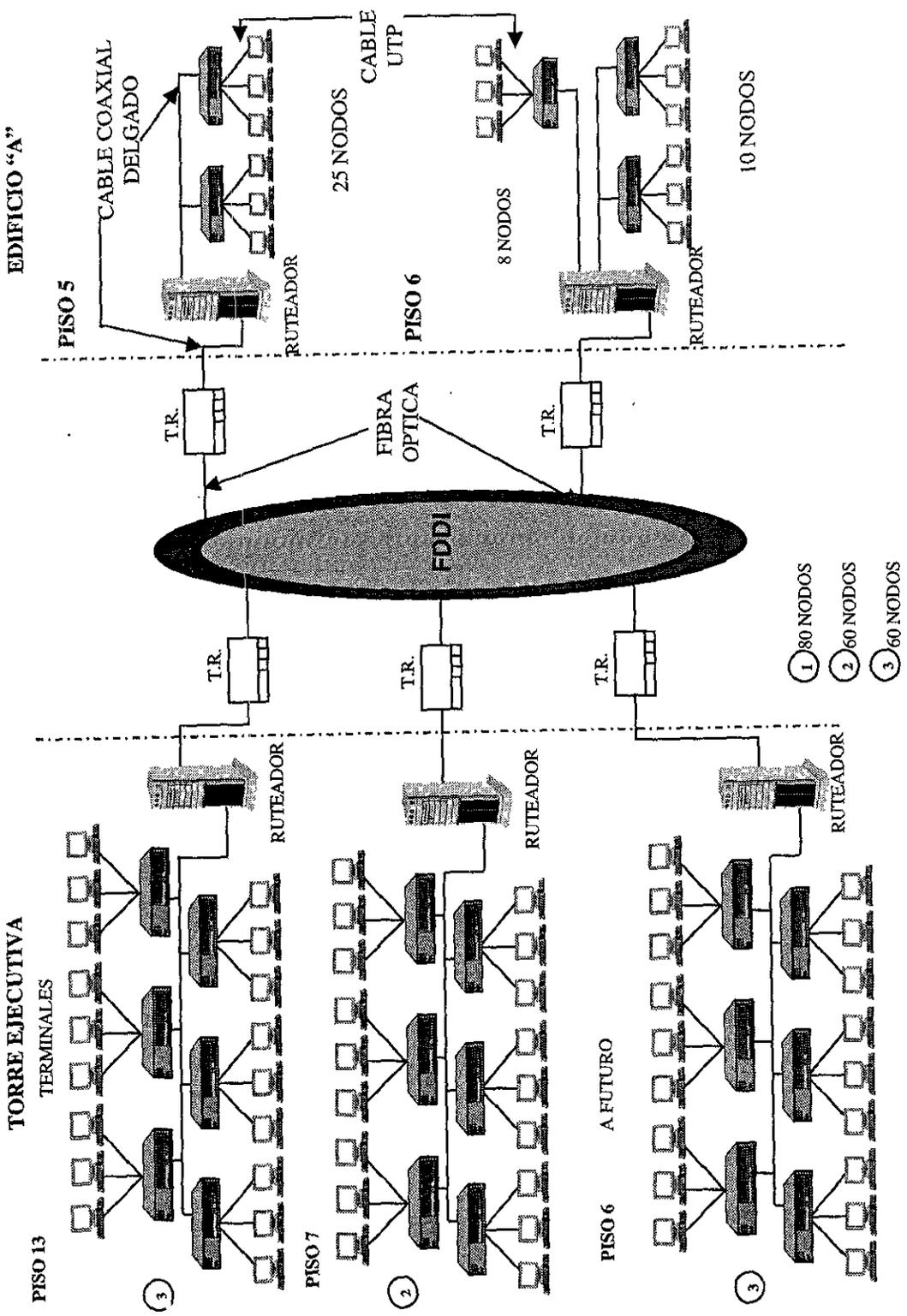


Figura 1.13 Red LAN de Pemex Refinación, Subdirección de Producción

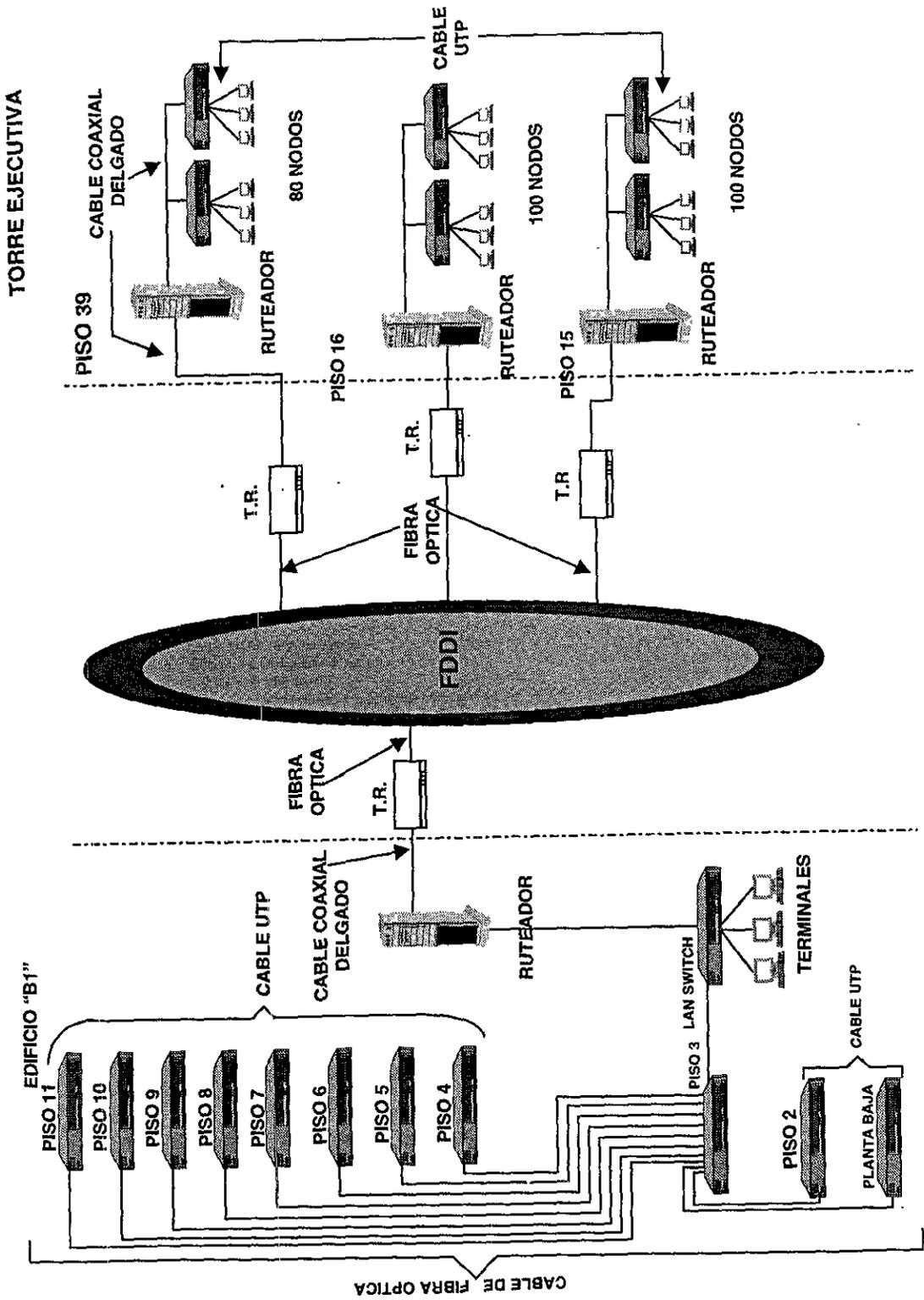


Figura 1.14 Red LAN de Pemex Gas y Petroquímica Básica

I.8.2.6 Red de la Dirección Corporativa de Administración

Esta integrada por 16 dependencias que ocupan parte de los edificios:

Edificio	Nº. de redes
A	19
B1	5
B2	2
C	1
D	3
Torre Ejecutiva	8
ExItam	13

Las cuales nos dan un total de 51 redes LAN. Actualmente, estas redes están conectadas como se muestra en la figura 1.15.

I.8.2.7 Red LAN de la Unidad de Planeación Corporativa

La unidad de Planeación Corporativa depende directamente de la Dirección General la cual ocupa los pisos 32 y 36 de la Torre Ejecutiva, antes conocida esta dependencia como la Dirección Corporativa de Operación.

En el piso 32 se tiene un total de 85 nodos y 100 en el piso 36. La comunicación principal es entre las terminales y los servidores que se ubican en los dos pisos mencionados.

La figura 1.16 muestra la red actualmente en servicio, en tanto la figura 1.17 muestra la conexión de las redes al *backbone* ATM de la GIT.

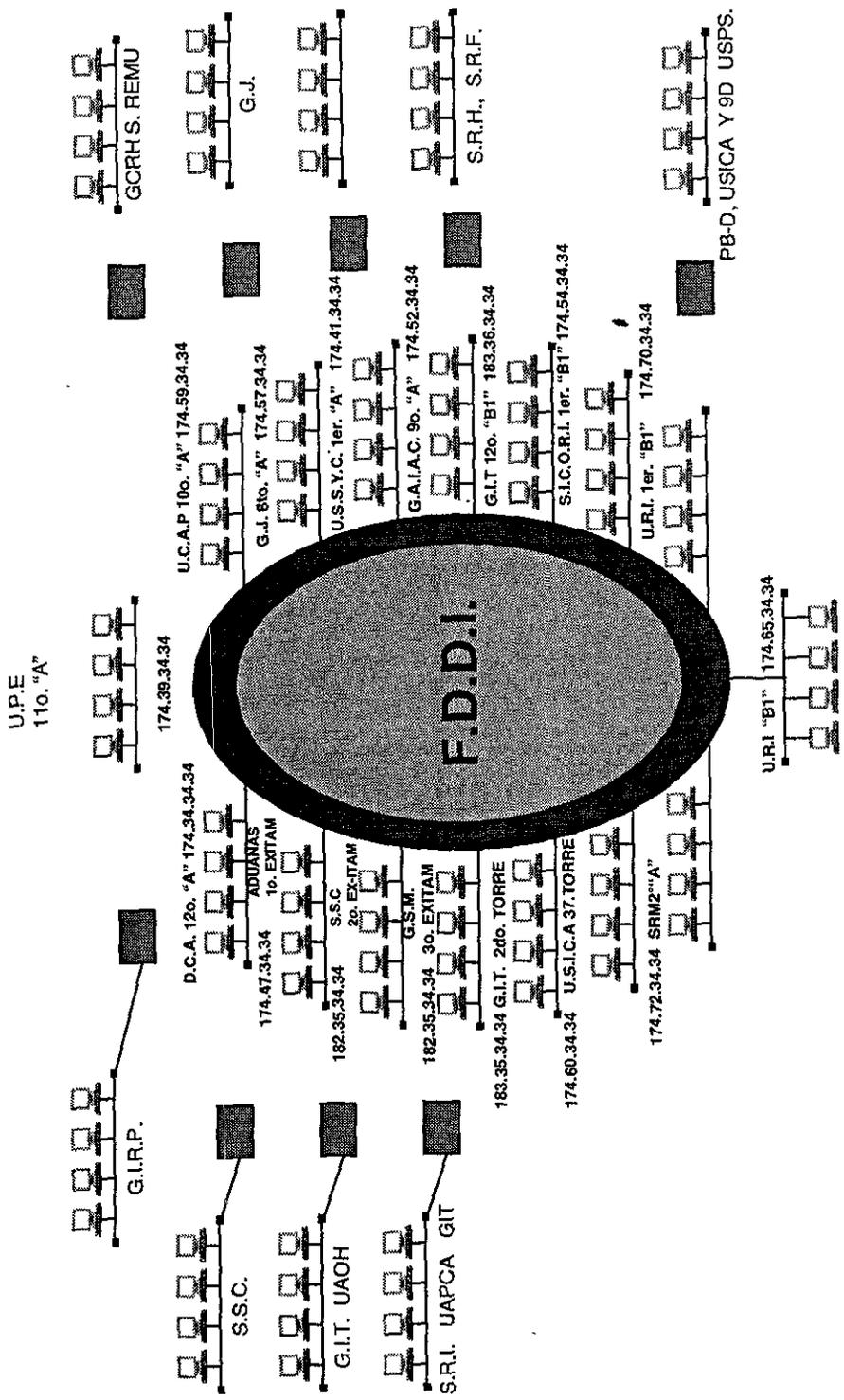


Figura 1.15 Esquema de conectividad del Centro Administrativo de la Dirección Corporativa de Administración

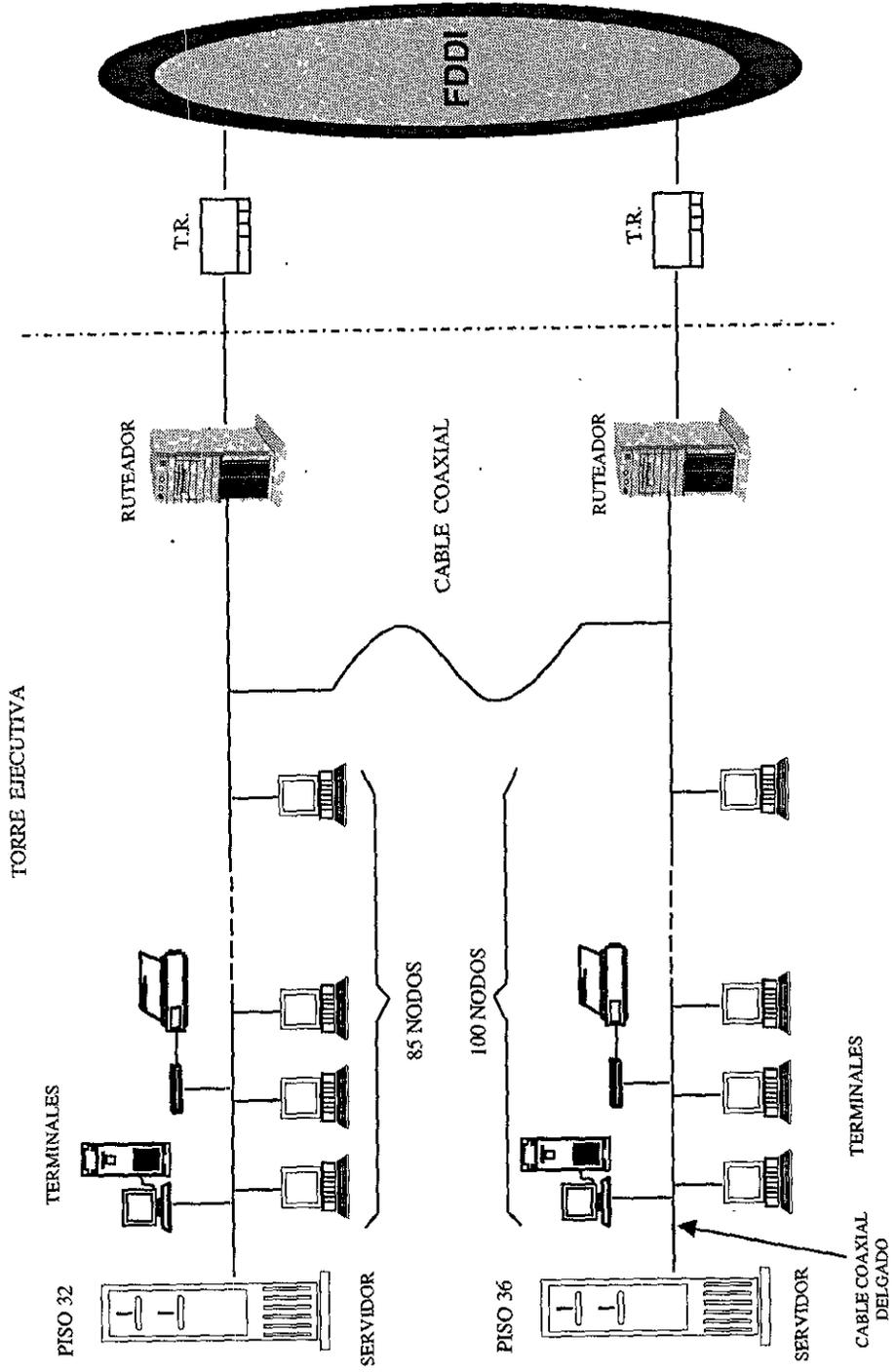


Figura 1.16 Esquema de conexión de la Unidad de Planeación Corporativa

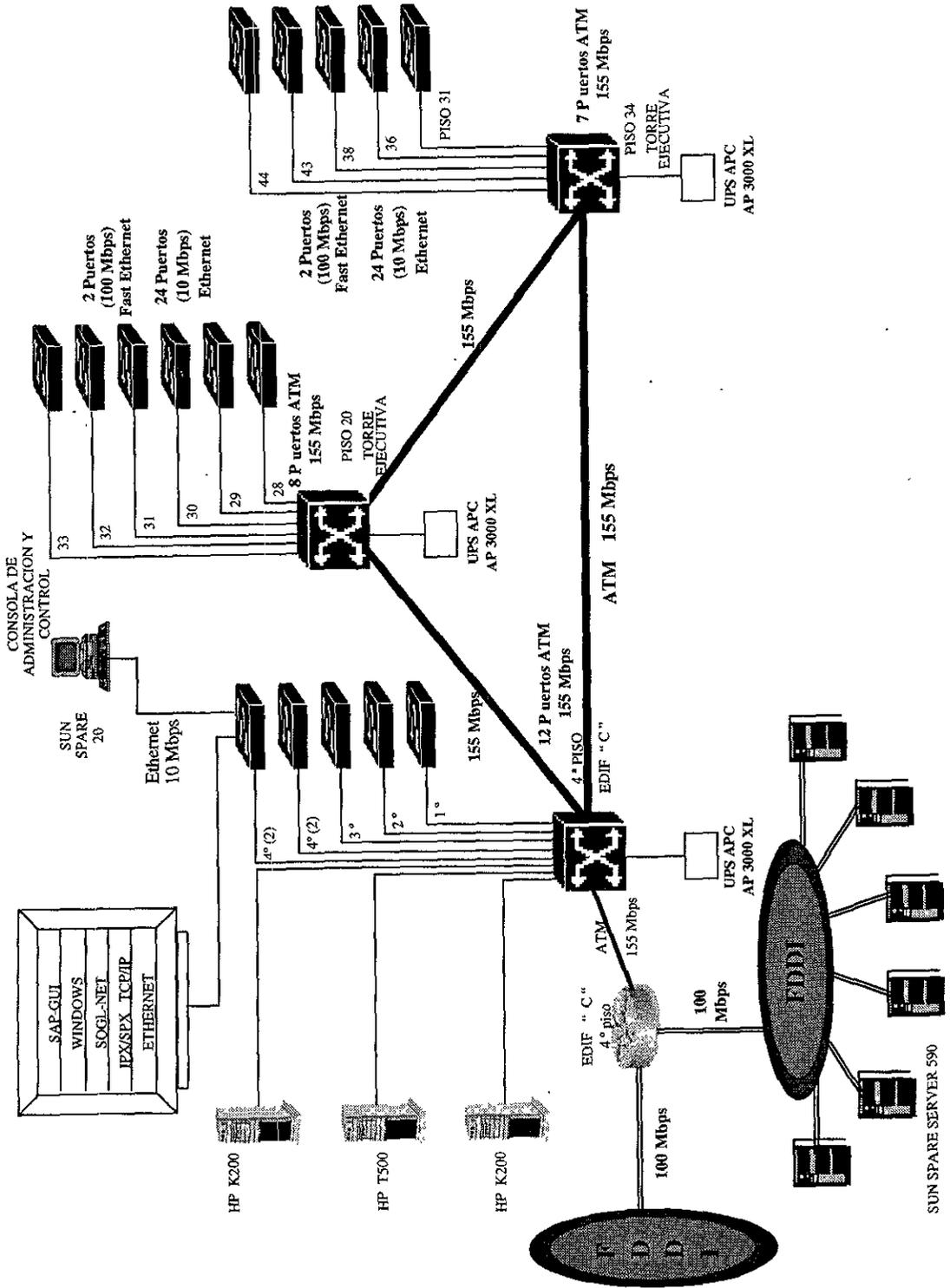


Figura 1.17 Diagrama esquemático de comunicaciones de la Dirección Corporativa de Finanzas.

En el capítulo anterior analizamos cada una de las partes que constituyen las comunicaciones de Petróleos Mexicanos, para que logren el intercambio de información a nivel nacional e internacional.

Ante dicho análisis observamos los diferentes medios de enlace con que cuenta Petróleos Mexicanos, los cuales funcionan de manera integral a través de diferentes medios de transmisión, tal es el caso de los enlaces: Punto a punto, X.25, Frame Relay, FDDI, etc.

Por tal motivo, presentamos a continuación una breve sinopsis que ilustra las bases del funcionamiento de cada uno de los enlaces antes mencionados.

II.1 Conexiones punto a punto

Una conexión punto a punto utiliza tecnología de redes de cobertura amplia para conectar dos nodos de manera directa, existen dos tipos de comunicación punto a punto.

II.1.1 Comunicación asíncrona

La comunicación asíncrona maneja cada carácter como una entidad separada, con un bit de arranque y uno más de parada. Los bits de arranque y parada indican al receptor los límites de cada carácter enviado a través de la línea de comunicación.

II.1.2 Comunicación síncrona

En la comunicación síncrona los caracteres se transmiten en bloques a intervalos de tiempo precisos con un bit de inicio por bloque, de tal forma que el dispositivo receptor se encuentra listo para recibir grandes cantidades de información con mayor eficiencia y velocidad. Otra característica importante de la transmisión síncrona, es la adición de correctores de error, lo cual reduce en forma drástica la probabilidad de falla en el proceso transmisión-recepción.

El módem es un elemento utilizado para modular la señal de digital a analógica para su transmisión sobre una línea de comunicación y para demodular la señal de analógica a digital para su destino final.

Las líneas telefónicas, son el medio tradicional utilizado para la transmisión.

La figura 2.1 muestra una red sencilla, la cual consiste de dos nodos de cómputo unidos por una conexión punto a punto.



Figura 2.1 Red punto a punto

Si dos IMP (*Interchange Message Processor*) desean comunicarse y no comparten un cable común, deberán hacerlo indirectamente a través de otros IMP. Cuando un mensaje (que en el contexto de red normalmente se denomina paquete) se envía de un IMP a otro, a través de uno o más IMP intermediarios, el paquete se recibe íntegramente en cada uno de estos IMP intermediarios. Se almacenará ahí y no continuará su camino hasta que la línea de salida necesaria para reexpedirlo este libre. La subred que utiliza este principio se denomina subred punto a punto, de almacenamiento y reenvío o de conmutación de paquetes.

Un aspecto importante de diseño, cuando se utiliza una subred punto a punto, consiste en considerar como deberá ser la topología de interconexión de los IMP. En la figura 2.2 se muestran varias topologías posibles.

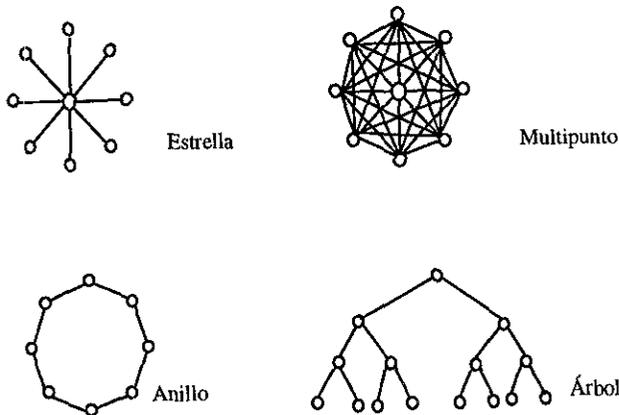


Figura 2.2 Topologías de interconexión punto a punto

II.2 X.25

En 1974, el CCITT emitió el primer borrador de X.25 (el "Libro Gris"). Este original sería revisado en 1976, 1978, 1980 y de nuevo en 1984, para dar lugar al texto definitivo, el "Libro Rojo", publicado en 1985. Desde aquel 1974, X.25 ha ido ampliándose e incorporando numerosas opciones, servicios y funciones. En la actualidad, X.25 es la norma de interfaz orientada al usuario de mayor difusión en las redes de gran cobertura.

En X.25 se definen los procedimientos que realizan el intercambio de datos entre dispositivos de usuario (*Data Terminal Equipment, DTE*) y un nodo de red encargado de manejar los paquetes, es decir, un conmutador de datos (*Data Communication Equipment, DCE*). En otras palabras, es una interfaz entre equipos terminales de datos y equipos de terminación del circuito de datos para terminales que trabajan en conmutación de paquetes sobre redes de datos públicas.

Las redes utilizan la norma X.25 para establecer los procedimientos con los cuales dos DTEs que trabajan en conmutación de paquetes se comuniquen a través de ésta, para que X.25 los conecte con sus respectivos DCEs, por lo que el estándar consiste en proporcionar procedimientos comunes de establecimiento de sesión e intercambio de datos entre un DTE y una red de paquetes DCE, localizándose funciones de identificación de paquetes procedentes de computadoras y terminales mediante números de canal lógico, asentamiento de paquetes, rechazo de paquetes, recuperación de errores y control de flujo.

II.2.1 Características de X.25

X.25 trabaja sobre servicios basados en circuitos virtuales. Un circuito virtual es aquel en donde el usuario percibe la existencia de un circuito físico dedicado exclusivamente al equipo que él maneja, aunque ese circuito físico "dedicado" lo comparten muchos usuarios. Mediante técnicas de multiplexaje estadístico, se entrelazan paquetes de diferentes usuarios dentro de un mismo canal. Para identificar las conexiones a la red, se utilizan números de canal lógico.

Existen diferentes formas de establecer una sesión entre un DTE y un DCE, en la que el estándar ofrece cuatro mecanismos para establecer y mantener las comunicaciones, estos son:

- Un circuito virtual permanente (*Permanent Virtual Circuit, PVC*), es una línea alquilada en una red telefónica, donde el DTE que transmite tiene asegurada la conexión con el que recibe mediante la red de paquetes. En X.25 se debe de establecer un circuito virtual permanente que permita la transmisión de paquetes que será identificado por un número de canal lógico que marcará la ruta de la conexión, así como el tiempo de enlace. El canal lógico siempre está en modo de transferencia de información.

- Un circuito virtual conmutado (*Switched Virtual Circuit, SVC*), que opera de manera similar a las líneas telefónicas, es decir se da una solicitud de llamada con un número lógico determinado y la red dirige ese paquete al DTE receptor, el cual recibe la llamada entrante procedente de su nodo de red, con un valor lógico que lo identifica de forma unívoca en la red. Aquí el receptor puede aceptar la llamada, e inmediatamente enviará una señal de liberación o aceptación.
- Herencia del datagrama X.25, la cual es una forma de servicio no orientado a conexión, que trata de eliminar la sobrecarga que suponen los paquetes de establecimiento y liberación de la sesión, pero carece de medidas para garantizar la integridad y seguridad de los datos entre extremo y extremo.
- Llamada de selección rápida, partiendo de que un DTE puede conectarse al nodo de la red mediante una indicación al efecto en la cabecera del paquete, admitiendo paquetes de solicitud hasta de 128 *bytes* de usuario. Además se puede tener una selección rápida con liberación inmediata, es decir, el paquete enviado establece la conexión a través de la red mientras que el paquete de retorno libera el enlace.

II.2.2 Operación de X.25

Debido a la ausencia de algoritmos de encadenamiento, X.25 especifica en el nivel físico un estándar para la interconexión entre un DTE y un conmutador de paquetes de red DCE, además de los procedimientos utilizados para transferir paquetes de una máquina a otra. Se especifica la interconexión física incluyendo las características de voltaje y corriente.

El protocolo X.21, establece los detalles empleados en las redes públicas de datos, en las cuales se va a unir el DTE y DCE como un conducto de paquetes que fluyen por las líneas de transmisión y de recepción. X.25 utiliza el término trama para referirse a la unidad de datos cuando ésta pasa entre un DTE y un DCE. El hardware, entrega solo un flujo de bits, en el cual se procede a definir el formato de las tramas y especificar la forma en que las máquinas reconocen las fronteras de las mismas, ya que los errores de transmisión pueden destruir los datos por lo que se implementa la detección de errores y verificación de tramas.

Si la transmisión de información no es confiable, es necesario contar con un intercambio de acuses de recibo que permite a las máquinas saber cuando se ha transferido una trama con éxito. Para esto, frecuentemente se usa el HDLC (*High Level Data Link Communication*) o comunicación de enlace de datos de alto nivel.

II.2.3 El PAD

El PAD (*Packet Assemblers/Disassemblers*) ofrece una conversión de protocolos entre un dispositivo de usuarios (DTE) y una red pública o privada, junto con otra conversión completamente en el extremo receptor de la red.

Con el PAD, se trata de conseguir un servicio transparente para los DTE de los usuarios. La norma X.3 y sus normas de acceso X.28 y X.29 solo están pensadas para dispositivos asíncronos, aunque muchos fabricantes ofrecen otros servicios PAD capaces de aceptar protocolos como BSC o SDLC, que son opciones no asíncronas del esquema PAD.

II.2.3.1 Estándar X.3

El estándar X.3 proporciona una serie de 22 parámetros, que son utilizados por el PAD para identificar y atender a cada una de las terminales con las que se comunica. Los parámetros del PAD van a servir para determinar como se comunica el PAD con el DTE del usuario, el cual también puede modificar los 22 parámetros, los cuales constan de un número de referencia y de una serie de valores.

II.2.3.2 Estándar X.28

El estándar X.28, define el procedimiento del control de flujo entre la terminal del usuario que no se encuentra en modo de paquete y el PAD. Una vez recibida una conexión inicial desde el DTE del usuario, el PAD establece el enlace y proporciona los servicios propios de la norma. Es decir, el DTE de usuario entrega al PAD diversos comandos X.28 y el PAD solicita de X.25 una llamada virtual con el DTE remoto, siendo este el responsable de transmitir los paquetes adecuados de solicitud de llamada X.25. Los procedimientos son:

- Establecimiento de la trayectoria
- Iniciación del servicio
- Intercambio de datos
- Intercambio de información de control

Cuando el PAD recibe un comando procedente de un equipo terminal en un estándar X.28, éste se encuentra obligado a devolver una respuesta. Además pueden definirse dos perfiles para atender al DTE: uno transparente donde existe una conexión virtual entre los dos DTE y otro simple donde se atiende la solicitud del usuario mediante las opciones que proporciona la norma X.3 y las funciones de parámetros.

II.2.3.3 Estándar X.29

X.29, es un estándar que indica al PAD y a la estación remota como deben intercambiar información de control dentro de una llamada X.25.

En el contexto X.29, el hablar de conexión remota se refiere a un PAD o a un DTE X.25; donde X.29, permite que el intercambio de información tenga lugar en cualquier momento, ya sea en la fase de transferencia de datos o en cualquier otra etapa de la llamada virtual.

En X.29, se encuentran definidos seis mensajes de control, llamados mensajes del PAD los cuales son:

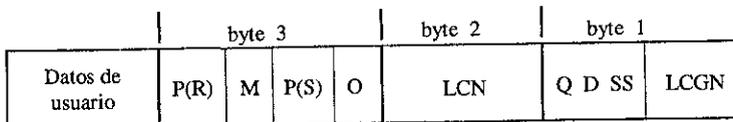
- Establecer : Modifica un valor X.3
- Leer: Lee un valor X.3
- Establecer y leer: Modifica un valor X.3 y pide confirmación del hecho PAD
- Indicación de parámetros: Se devuelve en respuesta a los comandos anteriores
- Invitación a liberar llamada: Permite al DTE remoto liberar la llamada X.25, el PAD por su parte libera el equipo terminal local
- Error: Respuesta a un mensaje inválido del PAD

II.2.4 Formato de los paquetes

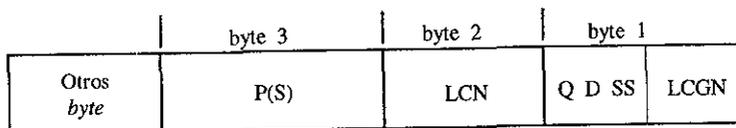
En un paquete de datos, la longitud por omisión del campo de datos de usuario es de 128 *bytes*, aunque X.25 ofrece opciones para distintas longitudes. Si el campo de datos de un paquete supera la longitud máxima permitida, el DTE receptor liberará la llamada virtual, generando un paquete de reinicialización.

Todo paquete que atraviese la interfaz DTE/DCE con la red debe incluir al menos tres bytes, los de la cabecera, aunque ésta puede incluir también otros *bytes* adicionales. En la figura 2.3 (incisos a, b y c) se muestran las cabeceras de los paquetes que son de datos y los que no lo son. Los 4 primeros bits del primer *byte* contienen el número de grupo del canal lógico. Los 4 últimos bits del primer *byte* contienen el identificador general de formato. Los 5 y 6 del identificador general de formato (SS) sirven para indicar el tipo de secuenciamiento empleado. El bit D, séptimo bit del identificador general de formato, sólo se utiliza en determinados paquetes. El octavo bit es el Q, y sólo se emplea para paquetes de datos destinados al usuario final.

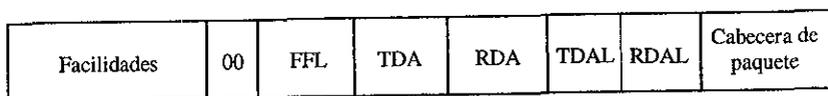
El segundo *byte* de la cabecera del paquete contiene el número de canal lógico. Los números de canal lógico sirven para identificar el DTE frente al nodo de paquetes (DCE), y viceversa. Cuando el paquete no es de datos, el tercer *byte* de la cabecera es el identificador de tipo de paquete, mientras que cuando es de datos es el de secuenciamiento.



a) Cabecera de paquete de datos



b) Cabecera de paquete no de datos



c) Paquete no de datos

P(R). Número de secuencia de recepción
M: Indicador de categoría de paquete
P(S). Número de secuencia de envío
LCN: Número de canal lógico
Q: Bit calificador
D: Bit de confirmación de la entrega
RDAL: Longitud de la dirección del DTE que recibe

SS: Bits de módulo
LCGN: Grupo de canal lógico
FFL: Longitud del campo de facilidades
TDA: Dirección del DTE que transmite
RDA: Dirección del DTE que recibe
TDAL: Longitud de la dirección del DTE que transmite

Figura 2.3 Formatos de paquetes X.25

II.2.5 Conclusiones de X.25

Como conclusión se puede decir, que X.25 es el estándar de interfaz para el acceso a una red de conmutación de paquetes, que más tiempo lleva dentro del mundo de las redes, la última versión proporcionada por ITU-T se realizó en 1992. Tradicionalmente X.25 trabaja para velocidades no mayores a 256 Kbps, sin embargo, en la actualidad se han desarrollado algunos productos que soportan hasta 2.048 Mbps.

Además, su operación orientada a conexión permite especificar el procedimiento para el control físico del enlace, da formato a paquetes, funciones de usuario opcionales, servicios de conexión SVC y PVC.

Un punto importante es establecer, que X.25 prácticamente se enfoca a la conmutación de paquetes, para comunicaciones de velocidades variables y comunicaciones de datos a largas distancias. Pero en la conmutación de circuitos como lo son las velocidades constantes de voz y video, X.25 no es la mejor opción, debido entre otras cosas a las velocidades que soporta.

II.3 Ethernet

Ethernet es una tecnología que fue desarrollada en los inicios de los 60's por Xerox. La versión 2 que predomina hoy, fue estandarizada en 1978 por *Xerox, Digital Equipment Corporation e Intel*. Ahora es una de las tecnologías más usadas para redes de área local. Al inicio de los 80's, como una versión más o menos idéntica fue definida para hacer un estándar internacional designado como IEEE 802.3.

La última versión IEEE 802.3 especifica como un estándar, el tipo de cable a usar para la conducción, longitud máxima del cable, número máximo de nodos en una sección de cable, tipos de conectores a usar, etc.

II.3.1 Teoría de Operación

Un sistema en red Ethernet; tiene un canal común de comunicación (llamado *backbone*) en el cual, cada uno de los sistemas de cómputo se conectan a dicho cable. Es una topología sin ciclos, por ser una conexión lineal.

Dicho canal único de comunicación es manejado bajo el protocolo CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect*), es decir, es un protocolo de censor de portadora de múltiple acceso con detección de colisiones.

Se llama censor de portadora, porque la presencia de un paquete de información se indica con la presencia de una señal de portadora en el *backbone*, esta señal de portadora no es más que la presencia de una transición de estados lógicos. Para tomar el canal de comunicaciones, las estaciones checan si la red esta ocupada (usando la portadora). Si el canal no esta ocupado inicia la transmisión. Se dice que es de múltiple acceso, porque cada estación conectada a la red puede acceder al canal de comunicaciones mientras no este ocupado. También tiene la capacidad de detectar colisiones (transmisiones que utilizan el canal simultáneamente).

El protocolo CSMA/CD se encuentra dentro de las especificaciones Ethernet en tarjetas de red y transreceptores, esto es, a nivel hardware.

Las colisiones ocurren durante pequeños intervalos de tiempo, donde las transmisiones se aplazan. Este intervalo de tiempo es denominado ventana de colisión o intervalo de colisión. Si una estación detecta una colisión, la transmisión del resto de la información es inmediatamente abortada.

Para minimizar las colisiones, cada terminal involucrada en la colisión transmite en tiempos diferentes, dependiendo de un intervalo de tiempo aleatorio. Cuando el canal de comunicaciones se encuentra sobrecargado, una estrategia de retransmisión inicia, el intervalo de tiempo donde no puede transmitirse es incrementado conforme se incrementa la carga de trabajo en el canal de comunicación.

II.3.2 Especificaciones Técnicas

El formato de un paquete de las redes Ethernet se muestra en la figura 2.4.

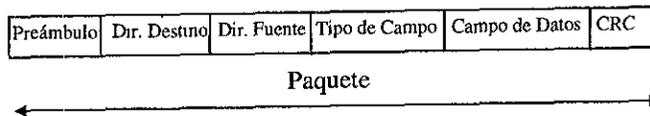


Figura 2.4 Formato de un paquete Ethernet

Se requiere que todos los paquetes sean múltiplos de un byte o de un tamaño de palabra, ya que esto simplifica el diseño de la tarjeta controladora, en el caso de las especificaciones Ethernet, el tamaño debe ser múltiplo de ocho. El bit menos significativo de cada byte (8 bits) es transmitido primero.

Los campos que forman el paquete de Ethernet son los siguientes:

- **Preámbulo.**- Es un patrón de sincronización con una longitud de 64 bits alternados 1's y 0's, finalizando con dos unos consecutivos.
- **Direcciones.**- Las direcciones en un paquete permiten determinar cual nodo es el transmisor (dirección fuente) y hacia que nodo va dirigido el paquete (dirección destino). Existen dos tipos de direcciones: las direcciones absolutas y las direcciones relativas. Las direcciones relativas se refieren a direcciones únicas asignadas a cada nodo en una red, lo cual significa, que alguna otra red, puede tener también estas mismas direcciones. Este tipo de direcciones es utilizado cuando solo se requieren compartir recursos localmente. Este tipo de direcciones son asignadas por el administrador de la red.

Para el caso de las direcciones absolutas, estas son únicas, y no puede haber dos nodos en el mundo con la misma dirección. Este tipo de direcciones son utilizadas, cuando se requieren hacer uso de recursos a través de diversas redes distribuidas en el mundo, tal es el caso de Internet, la cual agrupa a redes tanto nacionales como internacionales. Para el caso de las direcciones relativas, estas son asignadas por el NIC (*Network Information Center*), localizado en el Instituto de Investigación de Stanford.

- **Dirección destino.**- Define la dirección de la estación a la cual el paquete será transmitido. Este campo es de 48 bits. Cada nodo conectado a la red examina este campo para determinar si toma el paquete. El primer bit de este campo determina el tipo de dirección.
- **Dirección fuente.**- Campo de 48 bits que contiene la dirección del nodo emisor.
- **Tipo de campo.**- Campo de 16 bits el cual determina el protocolo de alto nivel utilizado para la comunicación. Con este campo se conoce la forma en que el campo de datos será interpretado.
- **Campo de datos.**- Campo que contiene un valor entero de bytes que varían de 48 a 1500, esto hace que valores mínimos sean considerados como fragmentos de colisiones.

- CRC.- Este campo de 32 bits contiene un código de chequeo de redundancia cíclica. El CRC abarca la información de los campos de dirección (fuente y destino), tipo y dato. El primer bit del campo de destino es el bit más significativo o de mayor orden ya que estos campos serán convertidos en un solo polinomio, que posteriormente será dividido, produciendo un residuo. El bit de mayor orden en el residuo será el primer bit en el campo CRC. De esta manera es como se comprueba que la información no fue alterada durante la transmisión.
- Mínimo espacio entre paquetes.- El espaciamento se refiere al tiempo mínimo para transmitir un paquete después de otro. El espaciamento es de 9.6 μ s
- Filtro de colisiones.- Cualquier secuencia de bits recibidos que es más pequeña que el tamaño mínimo de paquete.

II.4 FDDI

II.4.1 Antecedentes

La norma *Fiber Distributed Data Interface (FDDI)* fue hecha por el comité de estándares ANSI X3T9.5 a mediados de los 80's. Durante este periodo, la ingeniería de estaciones de trabajo de alta velocidad empezaba a cargar las capacidades de las redes existentes de área local, primero Ethernet y Token Ring. Una nueva LAN fue necesaria para poder apoyar estas estaciones de trabajo y a sus nuevas aplicaciones distribuidas. Al mismo tiempo, la confiabilidad en las redes empezaba a incrementarse de manera importante, cada vez mas gerentes de sistemas empezaban a migrar aplicaciones de función crítica de computadoras grandes a redes. FDDI se desarrollo para cubrir estas necesidades.

Hoy, aunque las implementaciones de FDDI no son tan comunes como la Ethernet o Token Ring, FDDI a ganado muchos seguidores que continúan aumentando conforme el costo de las interfaces FDDI disminuye. FDDI es frecuentemente utilizado como una tecnología de *backbone*, así como un medio para conectar computadoras de alta velocidad en un área local.

II.4.2 Tecnología básica

FDDI especifica 100-Mbps, Token Passing, *Dual Ring LAN* usando como medio de transmisión la fibra óptica. Define la capa física y la parte de acceso al medio de la capa de ligado, y es aproximadamente análogo al modelo de referencia *Open System Interconnection (OSI)* IEEE 802.3 y IEEE 802.5.

Aunque opera a mayor velocidad, FDDI es similar en muchos aspectos a una red Token Ring. Las dos redes comparten muchas características, incluyendo topología (anillo), técnica de acceso al medio (*Token Passing*), características de confiabilidad (por ejemplo, anillos redundantes) y otros.

Una de las más importantes características de FDDI es el uso de fibra óptica como medio de transmisión. La fibra óptica ofrece varias ventajas sobre las tradicionales instalaciones de cobre, incluyendo la seguridad (la fibra no emite señales eléctricas que puedan ser captadas), confiabilidad (la fibra es inmune a la interferencia eléctrica), y velocidad (la fibra óptica tiene mucha más alta capacidad de transmisión que el cable de cobre).

El FDDI define el uso de dos tipos de fibra: el unimodo (algunas veces llamado monomodo) y el multimodo. Los modos pueden ser imaginados como un paquete de rayos de luz entrando a la fibra con un ángulo en particular.

La fibra monomodo permite solo un modo de propagación de la luz a través de la fibra, mientras la fibra multimodo permite múltiples modos de propagar la luz a través de la fibra. Porque los modos múltiples de propagación de luz a través de la fibra pueden viajar diferentes distancias (dependiendo de los ángulos de entrada), causando que lleguen a su destino en tiempos diferentes (un fenómeno llamado dispersión modal), la fibra unimodo es capaz de mayor ancho de banda y recorrer mayores distancias que la fibra multimodo. Debido a estas características, la fibra unimodo es frecuentemente usada para construir conectividad internacional, mientras la fibra multimodo es frecuentemente usada para construir conectividad interna. La fibra multimodo usa diodos emisores de luz (LED) como los dispositivos que generan la luz, mientras la fibra unimodo generalmente usa láser.

II.4.3 Especificaciones FDDI

FDDI es definido por cuatro especificaciones separadas, ver figura 2.5

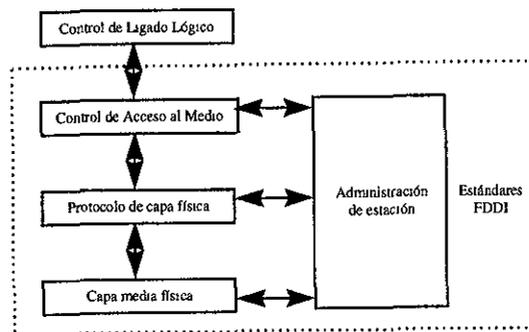


Figura 2.5 Estándares del FDDI

- Control de acceso al medio (*Media Access Control, MAC*).- Define la forma de acceder al medio, incluyendo el formato de la trama, el Token manejado, direcciones, algoritmo para calcular un valor cíclico de chequeo de redundancia, y mecanismos de recuperación de error.

- Protocolo de capa física (*Physical Layer Protocol, PHY*).- Define procedimientos de codificación/decodificación de datos, requerimientos de reloj, planeación, y otras funciones.
- Capa media física (*Physical Layer Medium, PMD*).- Define las características del medio de transmisión, incluyendo las ligas de fibra óptica, niveles de poder, bit de errores de velocidad, componentes ópticos, y conectores.
- Administración de estación (*Station Management, SMT*).- Define la configuración de la estación FDDI, configuración del anillo, y características de control del anillo, incluye la inserción y eliminación de estaciones, inicialización, recuperación y aislamiento de fallas, planeación, y colección de estadísticas.

II.4.4 Conexiones físicas

FDDI especifica el uso de dos anillos duales. El tráfico sobre estos anillos viaja en dirección opuesta. Físicamente, los anillos consisten de dos o más conexiones punto a punto entre estaciones adyacentes. Uno de los dos anillos FDDI es llamado el anillo primario y el otro es llamado el anillo secundario. El anillo primario es usado para transmisión de datos, mientras el anillo secundario es generalmente usado como un respaldo.

Clase B o *single-attachment stations (SAS)* adjunta a un anillo; Clase A o *dual-attachment stations (DAS)* adjunta a ambos anillos. Los SASs son adjuntos al anillo primario a través de un concentrador, el cual provee conexiones para múltiples SASs.

El concentrador asegura que fallas o caídas de voltaje en cualquier SAS no interrumpen el anillo. Esto es particularmente útil cuando están conectadas al anillo PCs o dispositivos similares que frecuentemente se apagan o se encienden.

Una configuración típica FDDI con SAS y DAS se muestra en la figura 2.6.

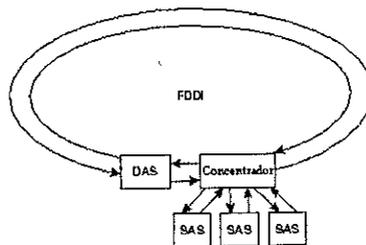


Figura 2.6 Nodos FDDI: DAS, SAS y concentrador.

Cada DAS del FDDI tiene dos puertos, designados A y B. Estos puertos conectan la estación a el anillo dual FDDI. Por lo tanto, cada puerto provee una conexión tanto para el anillo primario como para el anillo secundario, como se muestra en la figura 2.7.

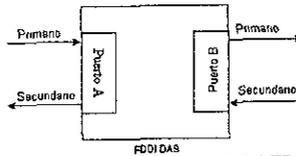


Figura 2.7 Puertos del DAS del FDDI. ↗

II.4.5 Tipos de tráfico

FDDI soporta distribución en tiempo real del ancho de banda de la red, haciendo esta ideal para una variedad de diferentes tipos de aplicación. FDDI provee este soporte para definir dos tipos de tráfico: Síncrono y Asíncrono. El tráfico síncrono puede consumir una parte de los 100 Mbps del ancho de banda total de una red FDDI, mientras el tráfico asíncrono puede consumir el resto. El ancho de banda síncrono se asigna a estaciones que requieran capacidad de transmisión continua. Tal capacidad es útil para transmitir información de voz y video, por ejemplo. Otras estaciones usan el ancho de banda restante asincrónicamente. La especificación SMT del FDDI define un esquema distribuido para destinar el ancho de banda del FDDI.

El ancho de banda asíncrono se destina a usar un esquema de prioridad nivel-ocho, a cada estación le es asignado un nivel de prioridad asíncrono. El FDDI permite extender diálogos, donde estaciones puedan temporalmente usar todo el ancho de banda asíncrono. El mecanismo de prioridad del FDDI puede esencialmente dejar fuera estaciones que no puedan usar el ancho de banda síncrono y tener una baja prioridad en el asíncrono.

II.4.6 Características de tolerancia a fallas

El FDDI provee un número de características para tolerancia a fallas. La característica primaria de tolerancia de fallas es el anillo dual. Si una estación sobre el anillo dual falla, es apagada, o el cable se daña, el anillo dual es automáticamente "envuelto" (Doble vuelta sobre si mismo) sobre un anillo simple.

Cuando una red FDDI crece, la posibilidad de que múltiples anillos fallen aumenta. Cuando la falla de dos anillos ocurre, el anillo será envuelto en ambos casos, efectivamente segmentado el anillo en dos anillos separados que no se pueden comunicar uno con el otro. Subsecuentes fallas causan que el anillo se siga segmentando.

Dispositivos críticos como son ruteadores o *hosts mainframes* pueden usar otras técnicas de tolerancia a fallas llamadas *dual homing* para proveer redundancia adicional y ayudar en la garantía de operación. En situaciones *dual homing*, el dispositivo crítico es adjunto a dos concentradores. Un par de ligas de concentradores son declaradas como ligas activas; el otro par son declaradas pasivas. El estado de las ligas pasivas permanece en modo de respaldo hasta que en la liga primaria (o el concentrador al cual esta unido) se determina que existe una falla. Cuando esto ocurre, la liga pasiva es automáticamente activada.

II.4.7 Formato de la trama

Los formatos de las tramas de FDDI (mostrados en la figura 2.8) son similares a los de Token Ring.



Figura 2.8 Formato de la trama FDDI

Los campos de una trama FDDI son los siguientes:

- Preámbulo.- Prepara cada estación para la próxima trama.
- Delimitador de comienzo.- Indica el comienzo de la trama. Consiste de señalar patrones que lo diferencian del resto de la trama.
- Control de la trama.- Indica el tamaño de los campos de dirección, si la trama contiene datos síncronos o asíncronos, y otra información de control.
- Dirección destino.- Contiene direcciones unicast (singular), multicast (grupo) y broadcast (todas las estaciones). Como con Ethernet y Token Ring, las direcciones de destino del FDDI contienen 6 bytes.
- Dirección fuente.- Identifica la estación que manda la trama. Como con Ethernet y Token Ring, las direcciones de la fuente del FDDI son de 6 bytes.
- Datos.- Contiene información destinada para una capa superior de protocolo o control de información.
- Secuencia de chequeo de la trama (*Frame Check Sequence FCS*).- Llenada por la estación fuente con un cálculo del valor dependiente del chequeo de la redundancia cíclica (*CRC*) sobre el contenido de la trama (como con Token Ring y Ethernet). La estación destino recalcula el valor para determinar si la trama pudiera haber sufrido daño en el tránsito. Si es así, la trama se desecha.
- Delimitador de Fin.- Contiene símbolos no de datos que indican el fin de la trama.
- Estado de la trama.- Permite a la estación fuente determinar si ocurrió un error y si la trama fue reconocida y copiada por una estación receptora.

II.5 Frame Relay

II.5.1 Surgimiento de Frame Relay

La integración de las diferentes redes locales que existen geográficamente dispersas en las corporaciones pueden realizarse utilizando líneas privadas que proporcionan velocidades de 2.048 Mbps. Sin embargo, en muchos casos esta solución no es económicamente factible, sobre todo si se trata de una red con una gran cantidad de LANs y enlaces de larga distancia que no ocupan un porcentaje alto del tiempo debido a la naturaleza por ráfagas (intermitente) del tráfico transportado. Surge entonces Frame Relay como la alternativa más viable de implementación de redes de transmisión de datos en la presente década.

Frame Relay es una forma simplificada de conmutación de paquetes diseñada para trabajar sobre las líneas de transmisión digitales de los 90's, que presentan una baja probabilidad de errores de transmisión. Frame Relay aumenta la velocidad de tránsito de una red, en comparación a X.25, reduciendo el procesamiento efectuado sobre los paquetes en la red. Los nodos de la red (conmutadores) reciben paquetes y los envían sobre la línea de salida correspondiente, dejando que las estaciones de los usuarios corrijan los errores eventuales que pueden ocurrir en la red.

Frame Relay es una nueva forma de conmutación "Modo paquete" para redes de área amplia que engloba cuatro importantes características:

- Altas velocidades de transmisión
- Bajos retardos sobre la red
- Compartir puertos (alta conectividad)
- Uso eficiente del ancho de banda

II.5.2 Modelo de Frame Relay

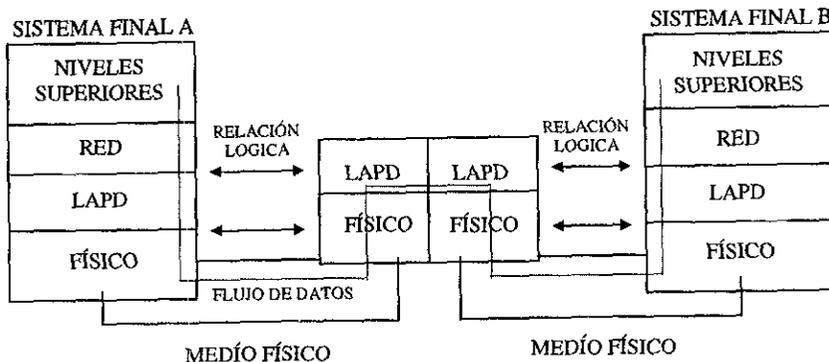


Figura 2.9 Estructura general de un protocolo Frame Relay

El servicio que presenta Frame Relay es orientado a conexión con:

- Preservación del orden de la trama
- No duplicación de tramas
- Muy pequeña probabilidad de perder una trama

Las normas de Frame Relay han sido desarrolladas por el Sector de Estandarización de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T), el Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI) y el foro Frame Relay.

II.5.3 Conmutación de circuitos virtuales

- Se comparten los recursos de transmisión, uso más eficiente con envío de datos en ráfagas.
- Conexión entre dos puntos fijos durante la transferencia de información.
- El medio de transmisión se asigna al circuito solo cuando existen datos a transmitir.

Entre los circuitos virtuales Frame Relay tenemos:

- Circuito virtual permanente(PVC)
Véase referencia en la página 31
- Circuito virtual conmutado(SVC)
Véase referencia en la página 32

II.5.4 Transmisión de tramas

Entre las estaciones de los usuarios y los nodos de la red (*User-to-Network Interface, UNI*) se transmiten únicamente tramas a nivel de la capa de enlace de datos del modelo OSI. Frame Relay ofrece un servicio orientado a conexión basado en el establecimiento de circuitos virtuales bidimensionales y en el intercambio de tramas tipo HDLC.

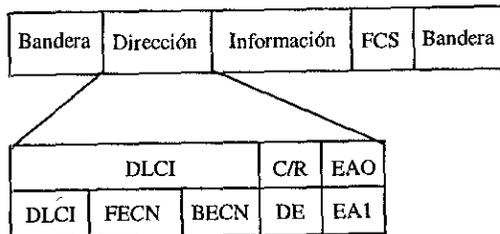


Figura 2.10 Formato de la trama Frame Relay

El tamaño máximo del campo de información depende de los diferentes proveedores de servicio: el foro Frame Relay recomienda que sea de por lo menos 1600 bytes y en la práctica la mayoría de los proveedores soportan tramas de 4096 bytes, que es el máximo permitido para una operación confiable (sobre errores dobles en la trama) del campo FCS (*Frame Check Sequence*) de 2 bytes. Algunos proveedores y fabricantes de equipo soportan tamaños máximos de tramas del orden de 8000 bytes, tal vez considerando que el aumento que se logra en la eficiencia de la transmisión (mayor proporción de bits de información en las tramas) compensa tanto la pérdida de confiabilidad que puede presentarse sobre líneas en las que la probabilidad de errores es muy baja como el retraso introducido en los nodos de la red que deben recibir completamente una trama antes de transmitirla.

Con 10 bits reservados para el DLCI (*Data Link Connection Identifier*) podrían multiplexarse hasta 1024 circuitos virtuales por puerto físico. Sin embargo, algunos identificadores están reservados y sólo se tienen disponibles 976 (del 16 al 991) para el usuario.

El multiplexaje estadístico de recursos que caracteriza a la conmutación de paquetes permite el uso suficiente de la red pero puede ocasionar condiciones de congestión. Frame Relay trata de resolver un problema de congestión mediante los bits de notificación explícita de congestión (BECN y FECN) de las tramas, que notifican los usuarios emisor y receptor, respectivamente, que hay estado de congestión moderada en la red y que debería reducirse el flujo de información. Si se presenta un estado de congestión más grave, la red comienza a descartar tramas, iniciando con aquellas que tienen el bit DE encendido.

Para poder utilizar una red Frame Relay, el cliente del servicio debe conectar su ambiente de cómputo interno a un ruteador (si se trata de una red local) que contenga una tarjeta de manejo Frame Relay o a un FRAD (*Frame Relay Access Device*), estos elementos de interconexión a su vez se conectan a la línea de acceso a la red a través de un DSU (*Data Service Unit*) o de un DSU/CSU (*Data Service Unit/Channel Service Unit*), que pueden ser dispositivos externos o estar integrados en los ruteadores y FRADs.

Un FRAD es un dispositivo multiprotocolo que recibe datos por sus puertos seriales, los encapsula en tramas y los envía a la red Frame Relay. En el sentido inverso, recibe tramas de la red Frame Relay, desencapsula los datos y los envía al puerto correspondiente. Visto con más detalle, el funcionamiento de un FRAD y de una red es transparente para las aplicaciones, los FRADs interactúan con ellas como si se tratara del usuario destino (por ejemplo, sondean los dispositivos SNA, que generan una fracción importante del tráfico que manejan) y se encargan de corregir los errores de transmisión que puedan ocurrir en la red. Es importante mencionar que las funciones de un FRAD pueden ser realizadas internamente por un nodo de la red Frame Relay.

II.5.5 Protocolos de gestión del enlace y de la congestión

Protocolo para Frame Relay:

- ◆ Basado en funciones básicas del protocolo LAP-D
- ◆ Protocolo al nivel 2 de OSI
- ◆ Funciones de multiplexaje de tramas (Paquetes)
- ◆ Longitud variable de tramas
- ◆ Soporta multiplexaje de subtramas
- ◆ Detección de errores sólo en extremos
- ◆ Circuito virtual permanente a todas las direcciones acordadas con proveedores de servicios.
- ◆ Interfaz a X.25
- ◆ Un circuito virtual permanente por dirección

Dos aspectos muy importantes del funcionamiento de Frame Relay que no consideran las normas de operación básicas de la red son la gestión de enlace usuario-red y un mecanismo fuera de banda para el envío de notificaciones de congestión. Para monitorear la integridad del enlace e informar sobre la adición, eliminación y presencia de PVCs en la UNI, la red y el usuario pueden intercambiar, opcionalmente, tramas de control sobre un DLCI específico. El protocolo de gestión fue originalmente desarrollado por el grupo de los cuatro fundadores del foro Frame Relay y constituyó la norma de facto, conocida como LMI (*Local Management Interface*), utilizada por las primeras implementaciones de Frame Relay. Posteriormente, el protocolo fue modificado y dio lugar, sucesivamente, al Anexo D de la norma ANSI T1.617 y anexo A de la recomendación Q.933 del ITU-T. El intercambio de las tramas de control se efectúa sobre el DLCI 0, aunque la especificación LMI original utilizaba el DLCI 1023.

El mecanismo básico de notificación de congestión de Frame Relay requiere que existan tramas de datos que viajen en dirección del emisor para transportar una indicación explícita BECN y (o) que la llegada de una trama con el bit FECN encendido cause que los protocolos de niveles superiores en el receptor controlen el flujo del emisor. Dado que estas dos condiciones son difíciles de garantizar, ANSI e ITU-T desarrollaron un mecanismo de señalización opcional llamado CLLM (*Consolidate Link Layer Management*) que permite a los nodos de la red enviar a los usuarios, sobre el DLCI 1007, tramas de control que contienen una lista de los DLCIs que pueden estar causando congestión en la red y la causa de la congestión (exceso de tráfico o falla en el equipo, por ejemplo).

Formato de la trama para Frame Relay:

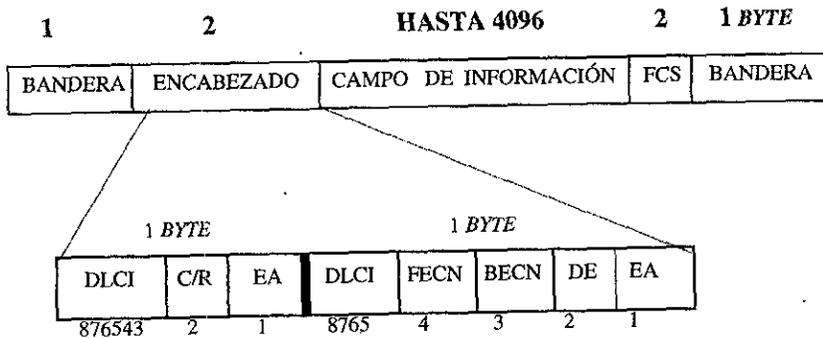


Figura 2.11 Características de la trama Frame Relay

DLCI	Identificador de conexión de enlace de datos
C/R	Comando/Respuesta
FECN	Notificación explícita de congestión, hacia adelante
BECN	Notificación explícita de congestión, hacia atrás
DE	Indicador de elegibilidad de descarte
EA	Bit de extensión del campo de dirección.

Elementos que pueden causar el descarte de una trama:

- ◆ Errores en la trama
- ◆ DLCI desconocido
- ◆ Congestión de la red
- ◆ Fallas en un nodo o enlace de red

Requisitos para una exitosa aplicación de Frame Relay:

- Líneas de transmisión virtualmente libre de error
- Los dispositivos finales deberán contar con un mecanismo de control de errores (Protocolo robusto a nivel "capa de transporte")
- La aplicación del usuario deberá ser tolerante al retardo.

II.5.6 Características adicionales de Frame Relay

Recientemente han agregado nuevas características a las redes Frame Relay que mejoran el servicio que puede ofrecerse a los clientes. Entre los más importantes podemos citar: la transmisión multicast, la interconexión de redes y el establecimiento dinámico de circuitos virtuales.

La transmisión multicast sobre PVCs punto-a-multipunto es un servicio opcional muy interesante ofrecido por Frame Relay, que permite enviar una misma trama a un grupo de usuarios. El servicio, definido en el acuerdo de implementación FRF 7, se ofrece a un grupo de usuarios a través de una entidad intermedia llamada servidor multicast que efectúa el mapeo requerido de direcciones uno a muchos.

Para facilitar la interconexión de redes Frame Relay de múltiples proveedores, el acuerdo de la implementación FRF 2 (*Network-to-Network Interface, NNI*) define cómo deben interactuar, como iguales, dos redes Frame Relay. En realidad, se puede visualizar la NNI cómo dos UNIs distintas, en la que cada lado de la NNI actúa simultáneamente como usuario y como red. La NNI opera bajo el concepto de concatenación de PVCs: un PVC que abarca múltiples redes está formado por la concatenación de PVCs individuales en cada una de las redes. La realización práctica de PVCs concatenados ha presentado retrasos debido a que los proveedores de servicio no se interesaron sino hasta hace relativamente poco tiempo en resolver los problemas que presenta la interconexión de redes Frame Relay.

Una diferencia muy importante entre los PVCs y los SVCs es que en los primeros el ancho de banda asignado a un circuito virtual ocupa recursos permanentemente en la red, mientras que en los segundos el ancho de banda negociado durante la fase de establecimiento de la conexión se libera al terminarse el SVC y puede ser utilizado posteriormente por otro circuito virtual. Debido a esto, los SVCs pueden basar sus tarifas en la duración de la conexión y/o en la cantidad de datos transmitidos y permitirán ofrecer ahorros a los clientes en una gran cantidad de aplicaciones.

En general, los SVCs se utilizan cuando no se justifica tener una topología fija de conexiones permanentes y los usuarios requieren verdadero ancho de banda en demanda. Por ejemplo, en el caso de transferencias esporádicas de grandes cantidades de información pueden crearse SVCs con un CIR alto durante un período corto de tiempo.

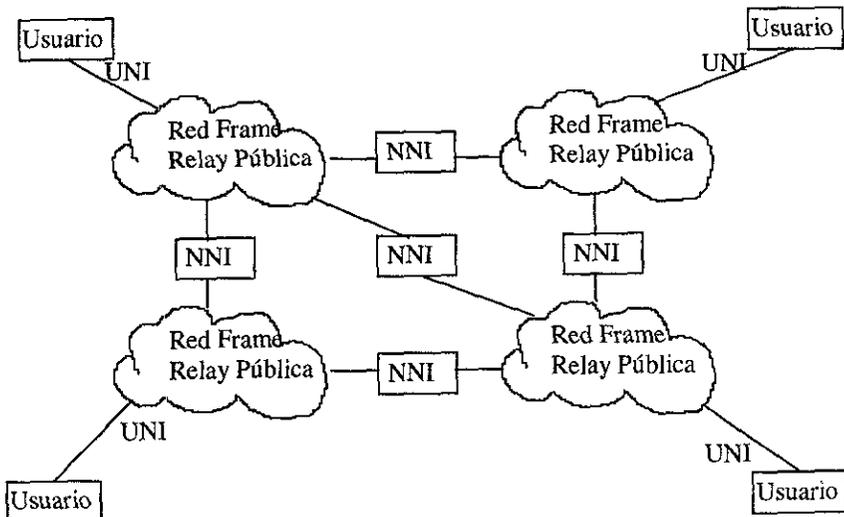


Figura 2.12 Interconexión de redes utilizando NNI

En suma Frame Relay es una tecnología de alta velocidad que ofrece ancho de banda sobre demanda y que permite multiplexar estadísticamente diferentes circuitos virtuales sobre un mismo enlace de acceso a la red. La existencia de caminos redundantes en la redes públicas Frame Relay y el uso de protocolos de enrutamientos dinámicos, como OSPF (*Open Shortest Path First*), proporcionan una alta disponibilidad de la red. Estas características de Frame Relay la posicionan como la tecnología adecuada en términos de velocidad, costos y disponibilidad para las empresas en un gran número de aplicaciones.

Puesto que Frame Relay es una tecnología relativamente nueva que ha mostrado un crecimiento rápido y sostenido desde la puesta en operación de las primeras redes, las adiciones recientes al servicio, como la transmisión multicast, la definición de la NNI y, principalmente, la posibilidad de contar con circuitos virtuales conmutados son factores que contribuyen al auge de ésta.

II.6 SAP

II.6.1 Orígenes de SAP

SAP fue fundada en 1972 en Walldorf, Alemania y es el líder del mercado en software para aplicaciones cliente/servidor principalmente enfocado a empresas, de todos los niveles y todos los tamaños.

SAP invierte una gran cantidad de sus ingresos (20%) en investigación y desarrollo de su producto R/3. Otro aspecto que hace destacar a SAP, es que es un sistema modular, abierto y que permite a cada empresa adaptarlo a sus necesidades.

II.6.2 Proceso de adquisición del paquete R/3 de SAP por Pemex

La adquisición del paquete financiero integral, se realizó mediante una licitación por adquisición directa, es decir, si no excede de un cierto limite el costo del producto en cuestión se selecciona determinado proveedor.

El proceso de adquisición del paquete R/3 de SAP, se da a través de los siguientes puntos:

- Marco de referencia y
- Evaluación de los paquetes

Para la evaluación de los paquetes integrales, el marco de referencia se sustenta en:

I. Funcionalidad

- Satisfacer las necesidades contables del corporativo
- Simplificar el registro contable
- Captura y validación de las operaciones en origen
- Contar con un modelo único de datos de información financiera
- Simplificar los procesos (Reingeniería)
- Sistematizar las funciones básicas financieras (Contabilidad, Tesorería, Presupuestos, Financiamientos, Fiscal, Planeación y Administración de riesgos).

II. Tecnología

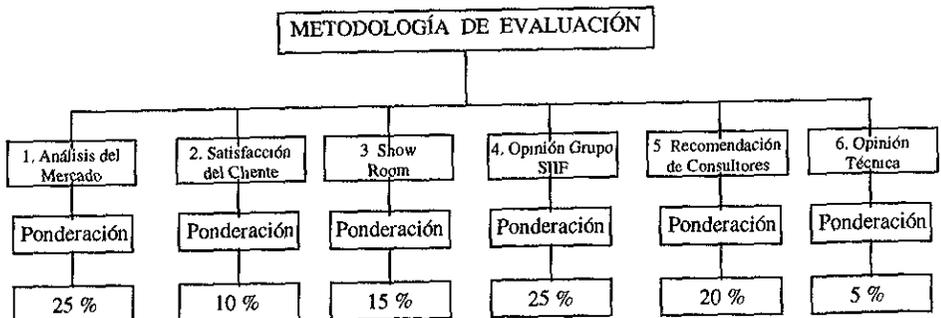
- ◆ Desde el punto de vista de tecnología informática, de manera obligada debe de apoyarse en sistemas abiertos y cumplir preferentemente con la arquitectura cliente/servidor de tres niveles (presentación, aplicaciones y base de datos).
- ◆ Los estándares que se deben observar obligatoriamente, son:
 - Sistema operativo para servidores: Unix con protocolo TCP/IP y servicios Arpa/Berkeley
 - Sistema operativo de PC(cliente): DOS-Windows
 - Sistema operativo de red local: Netware de Novell
 - Manejador de bases de datos: Oracle versión 7 y productos asociados

II.6.2.1 Evaluación de los paquetes financieros integrados (PFI)

Dadas las investigaciones realizadas anteriormente por Pemex y por consultores contratados, diremos que los PFIs a evaluar son dos: Oracle Financials de la empresa Oracle y el sistema R/3 de la empresa SAP; estos dos paquetes financieros quedaron como finalistas después de un análisis de mercado.

La metodología de evaluación contempla los siguientes rubros.

1. Aspectos generales



2. Ponderación

Es importante mencionar que el proceso de evaluación técnica, requirió la recopilación y análisis de información que diversos grupos externos emiten, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Analistas en tecnologías de información como: GartnerGroup, IDC, AMReport, AberdeenGroup, Select S.A. de C.V.
- Fabricantes y clientes-usuarios de Oracle Financials y de R/3.
- Consultores externos que participaron en la licitación de los servicios de consultoría.

II.6.3 Descripción de los rubros contemplados en la metodología de evaluación

a) Análisis de Mercado

Identificar los PFIs más exitosos del mercado y determinar el comportamiento y éxito del producto y su fabricante, tanto en el mercado nacional y mundial. Para lo cual se solicitó la opinión de analistas en tecnologías de información nacionales e internacionales y por los propios fabricantes de los productos (AMReport, AberdeenGroup, GartnerGroup, IDC, Fortune Business Week, Oracle y SAP)

b) Satisfacción del cliente (Usuarios de los PFIs)

Se realizaron cuatro visitas a instalaciones con R/3 de SAP y tres visitas a instalaciones con Oracle Financials. Las empresas visitadas fueron primordialmente petroleras y los puntos analizados se concentraron en:

- Satisfacción del usuario
- Costo y tiempo del proyecto
- Necesidades de reingeniería en los procesos del negocio
- Requerimientos de consultoría externa

c) Show Room (opinión de los usuarios finales)

Los fabricantes de los PFIs, realizaron una demostración en Pemex, de sus diferentes procesos/módulos relacionados con el proyecto. Se prepararon diversos cuestionarios con el objeto de recabar la opinión y puntos de vista de los usuarios finales

d) Opinión del grupo SIIF (Sistema Integral de Información Financiera)

El grupo SIIF realizó una evaluación de la funcionalidad operativa de los módulos/procesos mostrados por Oracle Financials y R/3

e) Recomendación de consultores (externos)

En este caso, cada uno de los consultores externos realizó una evaluación con base en la recomendación que hicieron los participantes

f) Opinión técnica

Se realizó un análisis y evaluación, que permitiera determinar la viabilidad técnico-funcional de la implementación en Pemex de los PFIs analizados.

II.6.4 Mecanismo de calificación

- Por esquema de evaluación: Cada uno de los aspectos, se divide en tópicos, que a su vez se agrupan en conceptos básicos para evaluarlos de esta forma.
- Criterio de calificación: Se asignó una escala de calificación para cada uno de los aspectos básicos. Dicha escala fue asignada de la siguiente forma: A=4, B=3, C=2, D=1 y E=0.

II.6.5 Calificación de los paquetes financieros integrados

La aplicación de la ponderación se hará utilizando el procedimiento siguiente:

$$\text{Valor ponderado} = (\text{Puntos obtenidos} \times \text{ponderación asignada}) \times 10$$

A continuación se muestra la calificación que obtuvieron los PFIs analizados, conforme a la metodología aplicada.

CALIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS FINANCIEROS INTEGRADOS				
CONCEPTO	ORACLE FINANCIALS		R/3 DE SAP	
		PONDERADO		PONDERADO
1. ANÁLISIS DEL MERCADO DE PFIs	52	130	50	125
2. SATISFACCIÓN DEL CLIENTE (USUARIOS)	16	16	24	24
3. SHOW ROOM (OPINIÓN USUARIOS)	27	40.5	40	60
4. OPINIÓN GRUPO SIIF	31	77.5	44	110
5. RECOMENDACIÓN DE CONSULTORES	1	2	6	12
6. OPINIÓN TÉCNICA	31	15.5	39	19.5
EVALUACIÓN TOTAL	158	281.5	203	350.5

Tabla 2.1 Calificación final de los PFIs

De la tabla 2.1 se puede observar la calificación final que obtuvieron los PFIs evaluados. Una vez realizadas todas las evaluaciones y tener el resultado final es obvia la determinación de adquirir el paquete financiero integral R/3 de la compañía SAP.

II.7 Implantación de Internet y Correo electrónico

II.7.1 Antecedentes de Internet

Las nuevas tecnologías que se han desarrollado en torno a Internet han impulsado la creación de nuevas formas de organización de la información, de operar dentro de las compañías y de hacer llegar aplicaciones a todos los usuarios de una red.

Actualmente se ha desatado una ola de propuestas, tendencias y métodos que facilitan procesos y trámites que anteriormente sólo se podían realizar personalmente, pero los grandes avances dentro de las telecomunicaciones hoy en día permiten aplicar el intercambio electrónico de datos para agilizar procesos comerciales, evitar a lo máximo errores de transferencia, ahorro en costos de administración, y mejorar la competitividad tanto en el ámbito administrativo-financiero, como a nivel comercial, pudiéndose difundir y expandir su mercado.

Internet juega un papel importante en el mundo actual, Internet funciona a través de un protocolo de comunicación TCP/IP que es considerado un protocolo abierto o sin dueño, por lo que ninguna empresa que participe en su desarrollo puede exigir derechos de control o exclusividad sobre él.

Internet se basa en un esquema de conmutación de paquetes, donde a cada paquete se le incluye una dirección destino, que es tomada por los ruteadores para asegurar que todos los paquetes lleguen a donde pertenecen. Los ruteadores, cooperan entre sí para encontrar una vía alterna para distribuir los datos siempre trabajando como operaciones independientes.

El acceso a Internet mediante una conexión de televisión por cable (web tv) es un nuevo medio de transmisión que puede desarrollar velocidades de 500 Kbps a 30 Mbps. Así mismo las redes de telefonía celular y los sistemas por satélite están en operación y bajo desarrollo, pero su alto costo actual y su ancho de banda limitado determina que sean las tecnologías del futuro.

En general podemos decir, que Internet funciona mediante un enlace físico entre dos equipos que se transmiten entre ellos una diversidad de paquetes, y que actualmente esos dos equipos se han convertido en aproximadamente 3 millones de computadoras que pueden identificarse con una dirección IP.

Actualmente, debido a la gran cantidad de datos que se conmutan para dar servicio a los usuarios de Internet, están surgiendo alternativas de transmisión que pretenden agilizar la velocidad de la misma, tal es el caso de ATM que es un sistema de transmisión asíncrona que conduce los datos a altas velocidades a través de celdas desde un conmutador ATM a otro, en lugar de usar ruteadores, evitando así tráfico dentro de la red, aunque los partidarios de los ruteadores de IP defienden sus posturas y están listos para competir con dicha tecnología, preparando sus transmisiones para que sean más rápidas y efectivas.

II.7.2 Internet en Pemex

Pemex, como empresa líder en México se encuentra integrada en el mundo de Internet, presentando su propia estructura dirigida por la Gerencia de Ingeniería en Telecomunicaciones.

Su esquema integra un concentrador de interfaz serial de alta velocidad *HSSI (High Speed Serial Interface)* el cuál soporta DS3, es decir, 45 Mbps y se encuentra unido mediante EIs hacia dos ruteadores de pruebas de evento, mismos que enlazan redes locales; por otro lado tiene un puerto Fast Ethernet que se une a 100 Mbps con un conmutador ATM.

Este conmutador contiene 15 puertos dedicados que se conectan a 100 Mbps con:

1. El servidor principal del www.pemex.com.
2. El servidor central de nombres, es decir, el DNS (*Domain Name System*).
3. El servidor de USENET, *NNTP Server*.
4. El relay de Correo externo.
5. El *Firewall*.
6. El ruteador de la conexión a Internet.

El *Firewall* representa un muro de seguridad, donde se tienen una configuración interna que filtra cualquier evento que se procese hacia la Intranet del corporativo, aceptando o rechazando dichos procesos. El *Firewall* a su vez tiene un puerto conectado a 100 Mbps hacia otro conmutador que va a enlazar los servicios hacia el interior de Pemex.

Mediante 100 Mbps se unirá con los servidores locales del DNS (183.35.34.183), con el servidor de correo (183.35.34.133) y el servidor WWW (183.35.34.233).¹

Por otra parte, tendrá enlaces con diferentes ruteadores a una velocidad de 10 Mbps:

- Ruteador de los servicios de acceso (*Access Server*): Es el encargado de recibir y controlar los accesos de Internet vía módem, para ello se enlaza con el PBX de Pemex que transmite la conexión telefónicamente con el usuario. Este cuenta con 60 módems de 56 Kbps, además de 6 *Access servers* distribuidos en todo el país.
- Ruteador central: Cuenta con dos puertos, uno conecta a 256 Kbps a la red Frame Relay que transmite la señal al ruteador de usuario a 64 Kbps. El segundo integra mediante 2 Mbps la red PemexPaq, que cuenta con canales de 9600 bps, 64 Kbps y 2 Mbps por lo que transmite el servicio al usuario LAN final.
- Ruteador WAN: Este ruteador retransmite la señal mediante enlaces E1 a los ruteadores de las regiones.

¹ Todas las IPs que aparecen en el texto y en los diagramas, son ficticias.

- Ruteador principal: Es el encargado de unir al anillo FDDI, mismo que tiene la misión de dar el servicio a los diferentes ruteadores integrando la mayor parte de las redes locales que existen dentro del corporativo.

De ésta manera, se integran los servicios de valor agregado como Internet y correo electrónico hacia todas las áreas del corporativo, cabe señalar que antes de quedar funcionando los servicios, fue necesario la reconfiguración de los equipos a nivel nacional, migrando del esquema convencional que se tenía (direcciones IP), a la identificación por DNS. Actualmente la mayor parte de los usuarios cuentan con su correo electrónico mediante *Microsoft Exchange* e *Internet Mail* utilizando el *browser Netscape*.

El esquema de la conexión a Internet se muestra en la figura 2.13

II.8 Transmisión de videoconferencia a nivel nacional

Otro de los servicios más importantes con los que cuenta Pemex, es precisamente el enlace mediante videoconferencias, donde se permite tener comunicación visual instantánea entre uno o varios puntos. Para ello, se tiene una red centralizada en el MCU de la Cd. de México que representa el servidor de video de Pemex, el cual conecta directamente las salas de videoconferencias en Poza Rica, Coatzacoalcos, Villahermosa, Cd. del Carmen y dos salas de México, en la Torre Ejecutiva y en el edificio ExItam, todas ellas mediante enlaces punto a punto E1. Ver figura 1.4.

Por otro lado, el mismo servidor de video esta integrado en cascada a través de enlaces E1 a tres importantes servidores de video: el del Instituto Mexicano del Petróleo, El de Telmex y finalmente el de la UNAM. Ver figura 2.14.

- Servidor de Video del IMP: Conecta también por enlaces punto a punto a las salas de videoconferencias de Salamanca, Minatitlán y otra ubicada en la avenida de los cien metros en la Ciudad de México.
- Servidor de Video de Telmex: Éste servidor, mediante un CODEC, o codificador, integra a la red de videoconferencias de Telmex formada por enlaces a: Cuernavaca, Celaya, Chihuahua, Guadalajara, Hermosillo, Mérida, D.F., Monterrey, Puebla, Querétaro y Tijuana.
- Servidor de Video de la UNAM: Al igual que el de Telmex, este servidor integra la red de videoconferencias de la UNAM formada por: DGSCA, en la Ciudad Universitaria, DGSCA Mascarones, EPESA San Antonio Texas, C.E.P.E., F.E.S. Cuautitlán, Facultad de Veterinaria, TV UNAM y la Facultad de Medicina.

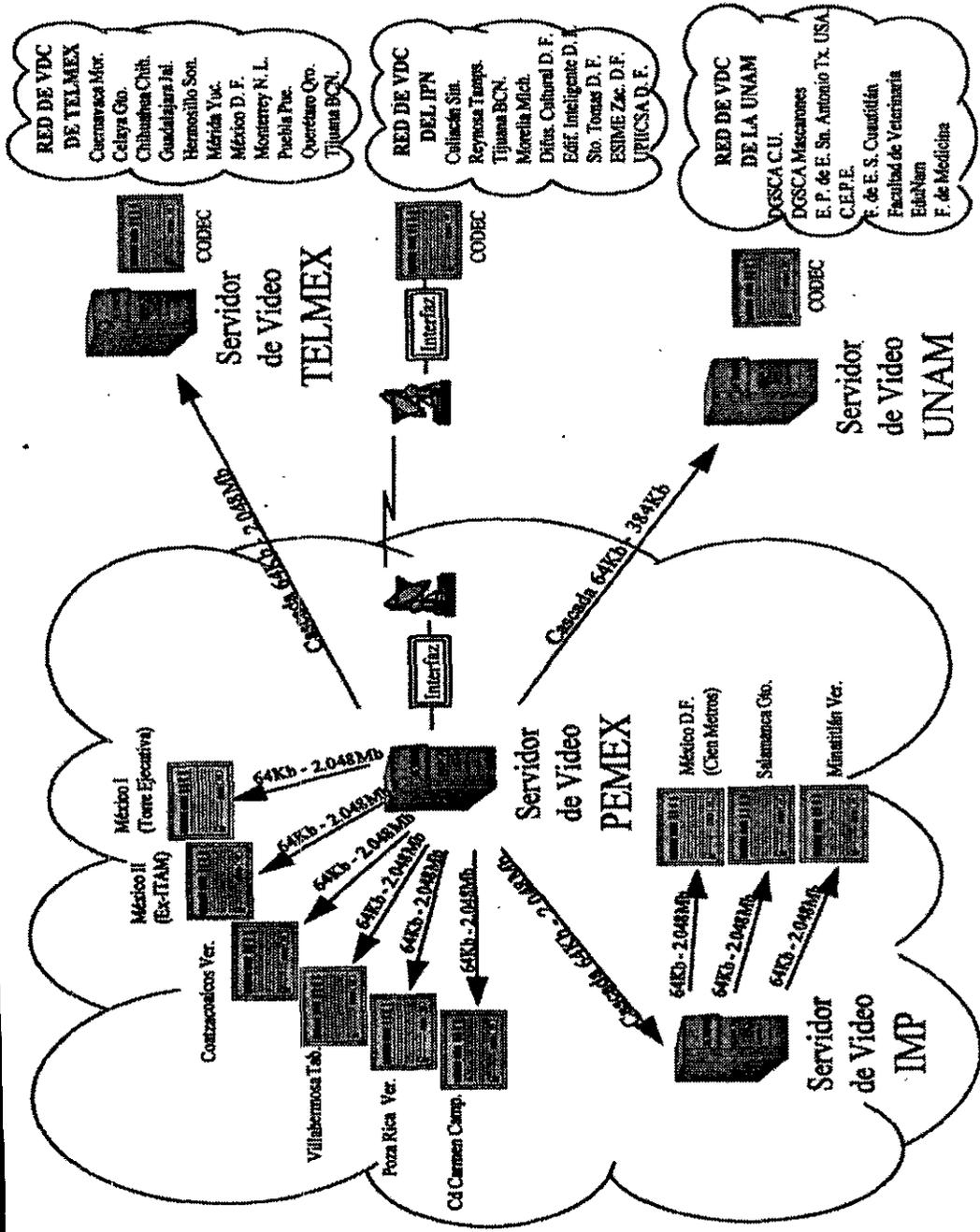


Figura 2.14 Servicio de videoconferencia de Pemex con otros organismos

Además de ello, el servidor de video de Pemex, cuenta con una interfaz satelital que integra la red de videoconferencias del IPN con salas en: Culiacán, Reynosa, Tijuana, Morelia, Difusión Cultural D.F., Edificio Inteligente D.F., Santo Tomás D.F., ESIME Culhuacan D.F. y UPIICSA D.F.

Es importante señalar que a nivel interno los nodos de acceso principal de la red de videoconferencias de Pemex, se efectúan a las salas de Poza Rica, Cd. del Carmen, Coatzacoalcos, Villahermosa y Cd. de México. Así pues, se tiene enlace a la mayor parte de la República gracias a la infraestructura de transmisión del sistema satelital, coordinado básicamente por la estación MCPC y la estación TDMA. Figura 2.15

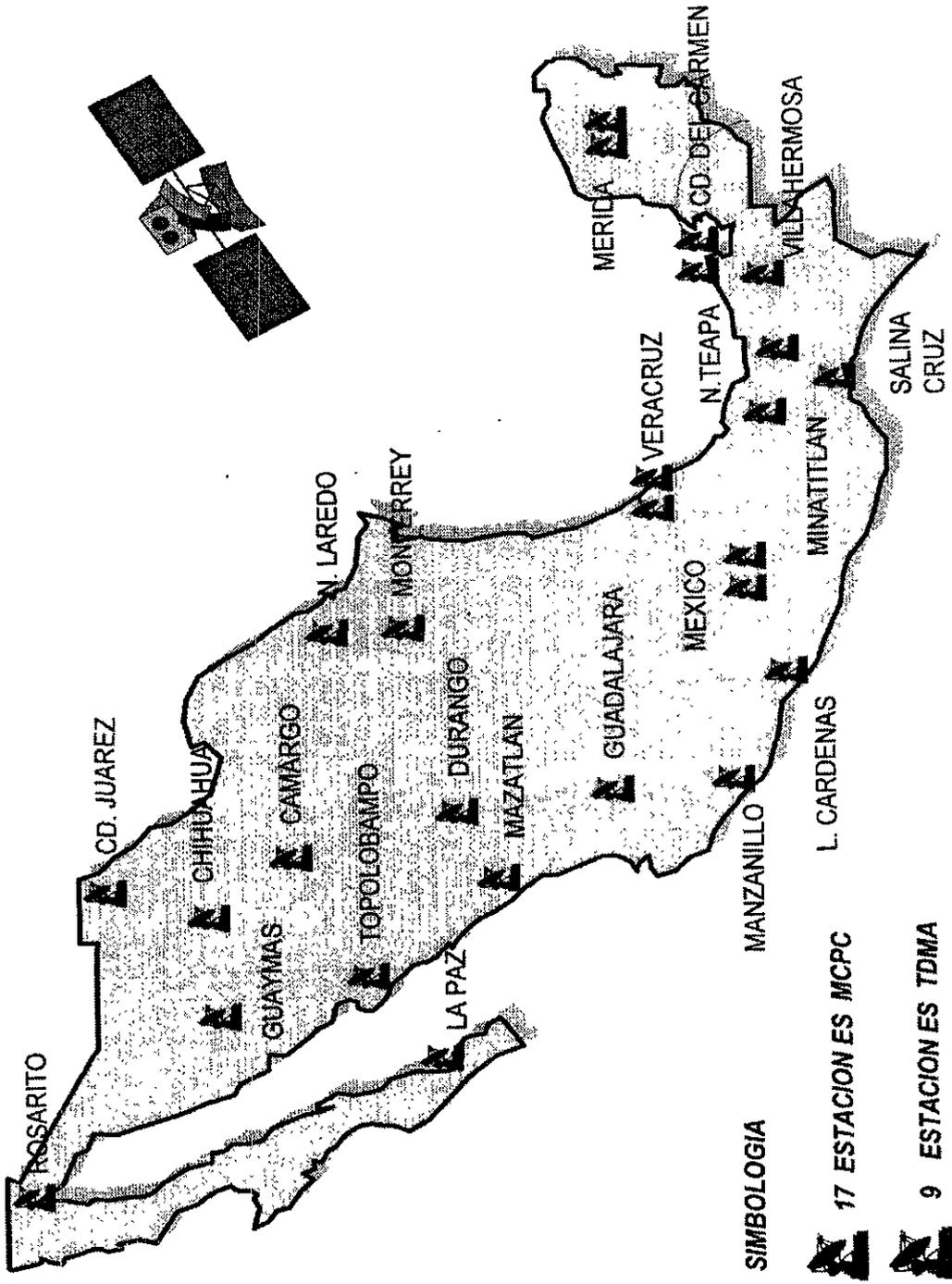


Figura 2.15 Estructura de transmisión del sistema satelital

CAPÍTULO III

Fundamentos de ATM

Una vez que analizamos los diferentes tipos de comunicaciones actuales dentro de Pemex, comenzaremos el estudio de la tecnología de ATM. Aquí se presentará un compendio de dicha tecnología, sus características, sus ventajas, así como también algunas desventajas.

Como ATM surge a partir del desarrollo de la tecnología digital de comunicación se hará una breve explicación de dicho desarrollo y posteriormente se darán las bases de la tecnología de ATM.

III.1 Desarrollo de la tecnología digital

III.1.1 IDN

El éxito de las redes de datos demostró varias cosas: La capacidad de la tecnología digital, la viabilidad de la conmutación de paquetes, y la importancia del tráfico de datos. Estos desarrollos han influenciado la evolución de la actual red telefónica. La tecnología digital aumenta el desempeño y la capacidad de la red. Progresos considerables se han hecho en la conversión de todos los conmutadores y los medios de transmisión de análogo a digital. La red integrada digital (*Integrated Digital Network, IDN*) se refiere a la "integración" de conmutadores digitales y la transmisión digital para realizar beneficios sinérgicos en costos y desempeño.

III.1.2 ISDN

La red digital de servicios integrados (*Integrated Services Digital Network, ISDN*) se refiere a la "integración" de diferentes servicios a través de una interfaz común usuario-red.

La transmisión digital fue posible al final de los 50s dado que la electrónica de estado sólido era cada vez más económica y confiable. La transmisión digital tiene más ventajas sobre la transmisión analógica - es menos sensitiva al ruido, fácil de regenerar, fácil de incorporar señalización, fácil de multiplexar, y fácil de controlar el desempeño. Además, la voz en forma digital puede ser procesada por la computadora y almacenada dentro de la red. El procesamiento digital de señales como voz es cada vez más económica y robusta.

El IDN evolucionó hacia el ISDN para maximizar el uso de la infraestructura digital para incluir servicios de datos y voz. El concepto del ISDN fue originado en 1971, pero una norma internacional para el ISDN fue adoptada mas tarde por la *International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T, conocida como CCITT hasta marzo de 1993) en 1984 y por la *I-Series Recommendations* en 1988.

El concepto ISDN se caracteriza por:

- Conectividad digital punto a punto.
- Un amplio rango de servicios, incluyendo con y sin voz.
- Un conjunto limitado de interfaces usuario-red

El IDN aumenta las capacidades para el manejo de datos por medio de una subred de conmutación de paquetes que esta funcionalmente separada de una red de conmutación de circuitos. Mas capacidades se agregan al IDN que eventualmente ofrece un amplio rango de servicios digitales con y sin voz tal como datos, facsímil, teletexto videotexto y teleconferencia. El objetivo del ISDN es integrar el acceso de los usuarios a estos servicios a través de un conjunto común de interfaces.

Las interfaces se basan en los siguientes canales ISDN:

- Canal B para información del usuario a 64 Kbps
- Canal D para información del usuario y señalización a 16 o 64 Kbps
- Canal H0 a 384 Kbps
- Canal H11 a 1.536 Mbps
- Canal H12 a 1.920 Mbps

III.1.3 SS7

El mayor componente del ISDN es un canal común de propósito general para el sistema de señalización llamado sistema de señalización número 7 (*Signaling System Number 7, SS7*) descrito en los libros rojos de la ITU-T en 1984 y en los azules en 1988.

En el SS7, la señalización de mensajes se cambia a través de las capas de conmutación de paquetes en redes independientes de la red de transportación ISDN. La red de señalización consiste de puntos interconectados por ligas. Un punto de señalización es cualquier nodo en la red capaz de generar, finalizar, o transmitir los mensajes de control del SS7. Los puntos de señalización pueden ser puntos de conmutación de servicios (*Service Switching Points, SSP*), puntos de control de servicios (*Service Control Points, SCP*) o puntos de transferencia de señalización (*Signaling Transfer Points, STP*).

Mientras ISDN se implementaba, ya se adelantaba rápidamente la tecnología de onda luminosa, que hicieron posible los atractivos proyectos de ofrecer los servicios de banda ancha para usuarios de negocios y residenciales. Teóricamente la fibra óptica es capaz de transmitir a velocidades superiores a 10^{15} bps sobre un kilómetro con tasas de error extremadamente bajas. Por lo tanto es potencialmente abundante la capacidad de transmisión para voz, datos y servicios de video incluyendo videos de entretenimiento, videotelefonía y videoconferencia.

III.1.4 B-ISDN

Desde 1985, el grupo 13 de estudio de la ITU-T ha concentrado su atención en introducir servicios de banda ancha con velocidades de 150 Mbps o mayores dentro de ISDN para crear el ISDN de banda ancha (*Broadband ISDN, B-ISDN*). El prefijo se incluye para distinguirlo de ISDN, que ahora es conocido como ISDN de banda estrecha.

Es natural extender la conmutación de circuitos ISDN definiendo nuevas velocidades, y durante un tiempo se asume la conmutación de circuitos multimodo conocidos como modo de transferencia síncrona (*Synchronous Transfer Mode, STM*) que definió las bases para B-ISDN. Sin embargo, algunas críticas de ISDN decían que la estructura del canal de STM no proveía la flexibilidad requerida para servicios futuros, tampoco era eficiente para variar la información del *bit-rate*. Además, se observaron las facilidades de las capas de conmutación de circuito y paquetes, como en ISDN, que en un principio no producían una rentabilidad para el transporte integral verdadero. Con éstos argumentos para una sencilla técnica de transporte de servicio independiente, y la pregunta fundamental era ¿que técnica de conmutación podría proveer la eficiencia y flexibilidad requerida?

Como se mencionó antes, los experimentos en la conmutación de paquetes en voz demostraron la viabilidad de la idea pero tropezaron con un número de implementaciones, tal como protocolos complicados y lenta conmutación de paquetes. Sin embargo, los avances conceptuales de conmutación de paquetes se mantenían atractivos. A principios de los 80s, las experiencias contribuyeron con una versión experimental de conmutación de paquetes modificada con los objetivos de: muy alta salida, procesamiento rápido de paquetes y una mínima cola de retardos. La versión modificada, llamada conmutación rápida de paquetes, se basa en las siguientes ideas:

- La moderna transmisión digital es muy rápida y muy segura; por lo tanto, la función de la subred puede simplificarse al quitar las funciones de control de error y control de flujo de las capas de protocolo bajas para ser desempeñadas en la base punto a punto como se requiera en particular.
- La técnica debe ser orientada a conexión para simplificar el procesamiento del paquete.
- Los protocolos simples pueden procesarse rápidamente en el hardware para incrementar la conmutación del paquete y reducir retardos de paquetes.

Al mismo tiempo, otros experimentos condujeron al mismo concepto bajo el nombre de conmutación asíncrona por división de tiempo (*Asynchronous Time-Division (ATD) switching*).

III.1.5 ATM

En 1988, la ITU-T normalizó los conceptos de conmutación ATD y rápida de paquetes bajo el nombre de modo de transferencia asíncrona (*Asynchronous Transfer Mode, ATM*) para distinguirla de la conmutación de paquetes convencional, y la organización designó a ATM como la conmutación objeto y la vía de multiplexaje para B-ISDN.

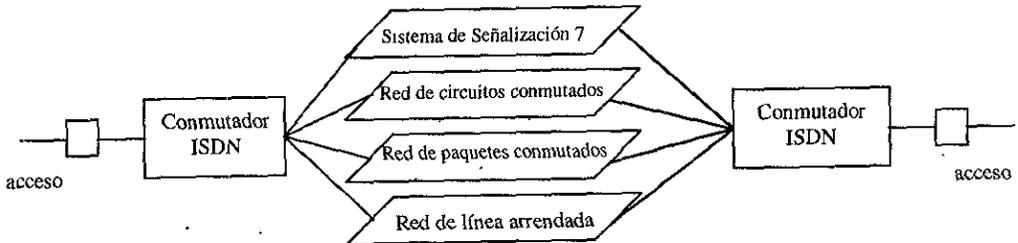


Figura 3.1 Acceso de usuarios a servicios específicos en subredes ISDN

En ATM, la información es transportada por medio de series de paquetes cortos de longitud fija llamados **celdas**, que son multiplexadas asincrónicamente por división de tiempo. Esperamos que sea capaz de emular efectivamente cualquier servicio y así proveer gran salida, bajo retardo, transporte independiente del servicio para todos los tipos de tráfico. En contraste en la red de capas de la figura 3.1, la figura 3.2 ilustra una subred ATM para B-ISDN con una red de señalización SS7.

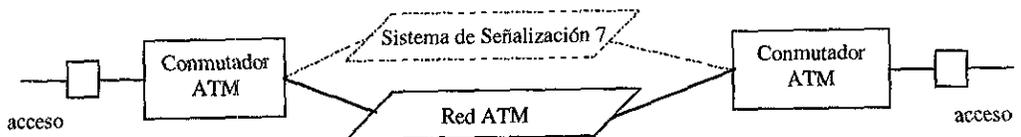


Figura 3.2 Red B-ISDN con subredes ATM y señalización SS7

La red SS7 continuará siendo una red de señalización por algún tiempo. Esto se muestra en las líneas punteadas por que los conmutadores ATM son capaces de transportar los mensajes de señalización como STPs y eventualmente los STPs son redundantes. A largo plazo, la subred ATM podrá reemplazar los STPs al llevar información de señalización en la red al igual que los datos

III.2 Análisis de la estructura ATM

En ATM, *asíncrono* no se refiere a la transmisión física, como en el caso de B-ISDN (ejemplo, SONET/SDH). Asíncrono se refiere a la manera en que el ancho de banda es asignado entre las conexiones y los usuarios. El ancho de banda se divide en ranuras de tiempo de longitud fija. Estas ranuras de tiempo son asignadas para la información de usuarios como se necesiten y por lo tanto no se tienen posiciones temporales predeterminadas (dentro de una trama periódica, por ejemplo). En vez de identificación de la conexión por una posición temporal, las ranuras de tiempo se identifican con etiquetas explícitas antepuestas. Modo de transferencia es un término que quiere decir que es una técnica de conmutación y multiplexaje.

El concepto ATM se define de acuerdo a los siguientes principios:

- Toda la información es manejada en unidades de datos de longitud fija llamadas celdas de 53 bytes, que consisten de un encabezado de 5 bytes y el campo de información de 48 bytes (algunas veces llamado *carga*).
- ATM es orientado a conexión y las celdas en las conexiones virtuales mantienen este orden secuencial.
- Las fuentes de tráfico pueden generar celdas como se necesiten, es decir, sin posiciones temporales predeterminadas, y por lo tanto las celdas tienen etiquetas explícitas (el campo de encabezado) para identificar la conexión.
- La función principal del encabezado de la celda es la identificación de las celdas pertenecientes a la misma conexión virtual.
- Los identificadores de etiquetas tienen un sólo significado (no tienen una dirección explícita) y son trasladados en cada conmutador.
- El campo de información se maneja transparentemente; por ejemplo, no se realiza control de errores en este campo.
- La serie de celdas son multiplexadas asíncronamente por división de tiempo.

ATM especifica el método para el intercambio a través de la interfaz usuario-red (*User-Network Interface, UNI*) como el modo de conmutación y multiplexaje dentro de la red. Además, ATM es una técnica para la integración del tráfico en los niveles de transmisión, acceso a usuarios y la conmutación.

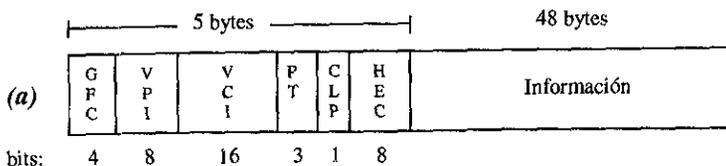
Para el UNI, la principal ventaja de ATM es que permite la asignación dinámica del ancho de banda; esto es, el ancho de banda es fijado a las fuentes de tráfico como se necesite (a la granularidad de las celdas). En comparación, la asignación del ancho de banda por la técnica de *modo de transferencia síncrono* (*Synchronous Transfer Mode, STM*), donde periódicas ranuras de tiempo son reservadas para conexiones, esto limita la interfaz a un conjunto rígido de proporciones fijas. ATM permite interfases variables de *bit-rate* sin impedir la interfaz de *bit-rate* constante. Esta motivación para ATM puede ser descrita como *flexibilidad en el acceso a usuarios*.

Como una técnica de multiplexaje, ATM es potencialmente capaz de una más eficiente utilización de las facilidades de transmisión comparado con el TDM síncrono. En el TDM síncrono, una trama periódica que consiste de pequeñas ranuras de tiempo (usualmente en bytes) es definida en una liga de transmisión y comparte las conexiones de liga que son reservadas posiciones fijas en cada trama. Aparentemente el ancho de banda se desperdicia si el tráfico explota y contiene periodos ociosos. Esta ineficiencia puede ser prevenida por TDM asíncrono donde las ranuras de tiempo son asignadas a las conexiones como se necesiten. Sin embargo, la etiqueta antepuesta es necesaria para cada ranura de tiempo para identificar la conexión. Como consecuencia, las ranuras de tiempo son más largas que un byte así que las etiquetas consumen una pequeña fracción del total del ancho de banda. También, el procesamiento es requerido para cada ranura de tiempo y el buffereeo se requiere para resolver la discusión. ATM es un ejemplo de esta etiquetada técnica TDM asíncrono en los identificadores de etiqueta en el encabezado de la celda sólo son locales, y no punto a punto. Como una técnica de multiplexaje, ATM es motivado por el potencial eficiente de utilización.

Como una técnica de conmutación comparada con STM (o conmutación de circuitos *multirate*), la principal ventaja de ATM es que evita la necesidad de sobrecarga en la asignación como en STM. Otra diferencia es que ATM requiere de la red para el procesamiento de las celdas, mientras STM maneja el tráfico transparentemente a través de la red. Esto es una desventaja en términos de la carga de procesamiento pero permite un gran control de la red sobre ruteo, control de error, control del flujo, copiar y prioridades. Considerando las prioridades, por ejemplo, cada celda puede tener asignadas prioridades de retardo y perdidas. Mediante las prioridades, la red puede ejercer el control sobre una clase de tráfico relativo a otra clase en los niveles de conexiones virtuales o celdas individuales. Así, como una técnica de conmutación ATM es motivado por la capacidad del control granular y flexibilidad del tráfico de la red.

III.2.1 Estándares ATM

La más importante norma de ATM concierne a la definición del encabezado de la celda. El formato estandarizado para la celda ATM por el UNI y la interfaz de nodo de red (*Network Node Interface, NNI*) se muestra en la figura 3.3. El formato de la celda de 53 bytes consiste de un encabezado de 5 bytes y 48 bytes para la información. La longitud de la celda es un término medio entre las propuestas desarrolladas por ANSI de un encabezado de 5 bytes y 64 bytes para la información y por el ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*), con un encabezado de 4 bytes y 32 bytes de información.



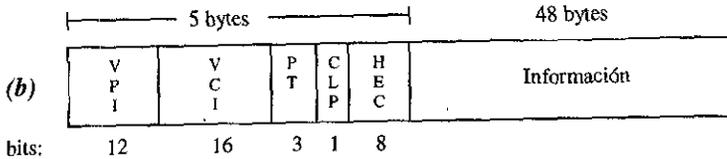


Figura 3.3 Formato de la celda ATM, (a) en el UNI y (b) en el NNI

En el UNI, los campos son:

- Control de flujo genérico (*Generic Flow Control, GFC*)
- Identificador de ruta virtual (*Virtual Path Identifier, VPI*)
- Identificador de canal virtual (*Virtual Channel Identifier, VCI*)
- Tipo de carga (*Payload Type, PT*)
- Prioridad de pérdida de celda (*Cell Loss Priority, CLP*)
- Control de error de encabezado (*Header Error Control, HEC*)

El campo GFC no se presenta en el NNI; en su lugar, los cuatro bits son incluidos en el campo VPI. La propuesta del ETSI también contiene campos para VPI/VCI, tipo de carga y HEC, pero no hay campos de prioridades o GFC.

ANSI propone un campo GFC para proveer el mecanismo del control de flujo de múltiples usuarios de terminales conectados a ligas de acceso compartidas. La intención es permitir la configuración de interfaz de usuario similares a las usadas en LANs y MANs, obviamente de mayor consideración para el tráfico de datos. El uso preciso del campo GFC no se ha estandarizado aún. Inicialmente, el GFC se inicializa con ceros y no tienen efecto en la proporción de flujo a las terminales B-ISDN. Esto se sobrescribe en los conmutadores ATM y no es transportado a través de la red.

Los campos VPI y VCI constituyen una etiqueta para identificar conexiones virtuales por niveles de rutas virtuales (*Virtual Path, VP*) y canales virtuales (*Virtual Channel, VC*), respectivamente. Estos valores VPI/VCI sólo tienen significado local y son trasladados por cada conmutador ATM. En el UNI, 24 bits se disponen para VPI/VCI. El número de bits en uso de VPI/VCI se determina entre el usuario y la red en el momento de la suscripción (pero los valores específicos son asignados por conexión); los demás bits son puestos a cero.

El propósito principal del campo PT es distinguir entre celdas que manejen datos del usuario e información de la red. Para celdas con datos de usuario, el campo puede ser usado por la red para indicar la congestión que se detecta. Este campo permite también a los usuarios de capa ATM (p. Ej. AAL) especificar dos tipos de celdas; esta distinción se maneja transparentemente por la capa ATM. Para las celdas de información de red, la carga contiene información de las funciones de supervisión dependiendo del tipo particular de celda.

El bit CLP permite dos niveles de prioridad de pérdida (CLP=0 para un nivel alto, CLP=1 para un nivel bajo) a ser especificados explícitamente para las celdas individuales. Celdas de prioridad de pérdida baja pueden descartarse antes que las de prioridad alta si existe congestión y hay necesidad de quitar celdas. Una mínima capacidad de seguridad debe de garantizarse para las celdas de alta prioridad. Se espera que la prioridad de pérdida de celda principalmente pueda ser usada para video VBR o voz para distinguir entre información crítica (e. g., sincronización de tramas) y menos importante. El bit CLP puede ser establecido por la red bajo condiciones apropiadas.

El encabezado no tiene definido un campo para el servicio explícito (o retardo) de prioridades, pero puede ser asociado implícitamente con el VP o VC (a través de las tablas de traslación VPI/VCI de cada conmutador ATM, por ejemplo). La prioridad del servicio queda constante y es la misma para todas las celdas de un particular VP o VC. En contraste, observe que la prioridad de pérdida de celda puede indicarse explícitamente para cada celda.

El campo HEC usa el ciclo de verificación redundante (CRC) para la protección de error del encabezado de la celda (el campo de la información no es protegido contra errores en la capa ATM). Esto provee una corrección simple del error de bit y múltiple detección del error de bit. Celdas detectadas con errores en el encabezado, pero sin ser corregidos se descartan. El control de error de encabezado actualmente se considera parte de la capa física porque el campo HEC también es usado para la descripción de la celda.

III.2.1.1 Celdas ATM

Mientras los sistemas de comunicación anteriores siempre manejan ráfagas de bits, ATM es un sistema basado en celdas. Tal que, el manejo de pequeños (53 bytes) y fijos paquetes permita:

- Un dramático incremento en el desempeño.
- La segmentación del tráfico dentro de celdas permite un eficiente multiplexaje del tráfico de diferentes servicios.

Cada celda es fija, así la conmutación puede implementarse directamente en el hardware. El encabezado de cada celda contiene información de direccionamiento y control, el hardware puede conmutar y enviar los datos a grandes velocidades esto es posible con sistemas de software.

Tipos de celdas ATM	
Celda improductiva	Insertada/sacada por la capa física para adaptar el flujo de la celda a los límites entre la capa ATM y la capa física, para la disponibilidad de la capacidad de carga del sistema de transmisión. Sólo existe en la capa física
Celda válida	Tenemos un encabezado sin errores, o que fueron corregidos por un proceso HEC
Celda nula	Una celda con errores no corregidos por el proceso HEC (se descarta en la capa física)
Celda asignada	Contiene información del usuario
Celda sin asignar	Una celda libre en la capa ATM -i.e. una celda transmitida cuando no lleva información. Esta es diferente de la celda improductiva

Tabla 3.1 Tipos de celdas ATM

III.2.2 Capa de adaptación de ATM (AAL)

La capa de adaptación de ATM se encuentra compuesta a su vez por: la capa física, la capa ATM y la capa de adaptación las cuales se discutirán a continuación.

III.2.2.1 Modelo de referencia de protocolos ATM

El protocolo de referencia ATM está basado en los estándares desarrollados por el ITU-T. El modelo de referencia de protocolos para ATM está dividido de la siguiente manera:

Servicios y aplicaciones
Capa de Adaptación ATM (<i>ATM Adaptation Layer, AAL</i>)
Capa ATM
Capa Física

Tabla 3.2 Protocolos de ATM

Las cuales son divididas a su vez en diferentes subniveles:

Capa/Subcapa	Función
Capa de adaptación ATM	Convergencia
Subcapa de segmentación y reensamblado	Segmentación y reensamblado
Capa ATM	Control de flujo genérico generación/extracción de encabezado. Traducción de VPI/VCI de la celda multiplexión y demultiplexión de la celda
Capa Física	Cell-rate decoupling
Capa de convergencia de transmisión	Generación/verificación de encabezado HEC. Delineación de celda
Capa de medio físico	Regulación del tiempo de bit, medio físico

Tabla 3.3 Subniveles de protocolos de ATM

A continuación se muestra la relación entre el modelo de referencia OSI, con el modelo de referencia de ATM.

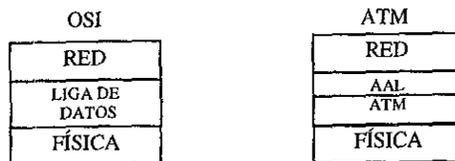


Figura 3.4 Relación entre el modelo OSI y ATM

III.2.2.2 Capa física

El aspecto más importante del nivel físico de ATM es que no define ningún tipo de medio específico. Soporta muchos tipos de medios, inclusive aquellos existentes y utilizados en otros sistemas de comunicaciones. Varias especificaciones de interoperabilidad aún se encuentran bajo desarrollo. Los expertos, ratifican a la red óptica síncrona (SONET) como el medio de transporte físico para ATM tanto para aplicaciones WAN como LAN. Se recomienda también FDDI (100 Mbps), canal de fibra (155 Mbps), OC3 SONET (155 Mbps) y T3 (45 Mbps) como la interfaz física para ATM.

Las siguientes son algunas características de la capa física:

- Transporta los bits que constituyen las celdas ATM
- Convierte al formato eléctrico u óptico (i.e. coloca los bits en el alambre)
- Existen tres categorías principales:
 - * Jerarquía Digital Plesiocrona (*Plesiochronous Digital Hierarchy, PDH*)
 - ◆ Son los sistemas de comunicación existentes para la transmisión de voz
 - ◆ Tres variantes, determinadas por la localización geográfica: Europa, Japón y Norte América
 - * Jerarquía Digital Síncrona (*Synchronous Digital Hierarchy, SDH*)
 - ◆ Conocida como SONET en los E.U.A.
 - ◆ Diseñada para usarse sobre enlaces de fibra óptica
 - ◆ SDH tiene muchas ventajas sobre PDH, sin embargo...
 - ◆ ... debido a los gastos para cambiar a SDH, SDH se diseña para interoperar con sistemas PDH
 - ◆ Canal dividido en celdas/administración de la información de tolerancia a fallas (155 Mbps → 150Mbps para celdas, 5 Mbps para administración de la información)
 - ◆ El multiplexaje no se realiza a nivel SDH, se realiza a nivel de celda ⇒ se llena la carga con celdas (modo de "concatenación")
 - ◆ Algunos vendedores toman ventaja del conjunto de chips existentes para FDDI para el transporte de celdas (conocidos como TAXI porque comúnmente son usados los chips "AMD TAXI")
 - * El medio físico usado actualmente para LANs

III.2.2.3 Capa ATM

La capa ATM es la responsable de transportar la información a través de la red. ATM utiliza conexiones virtuales para la información de transporte. Las conexiones son consideradas virtuales por que, aunque los usuarios pueden conectarse punto a punto, las conexiones sólo se realizan cuando las celdas necesitan ser enviadas. Cabe mencionar que la conexión no es dedicada para uso exclusivo de una sola comunicación (conversación) aunque a vista del usuario así parece.

Algunas características de esta capa incluyen:

- Realiza el ruteo, administración del tráfico y multiplexaje.
- El multiplexaje estadístico permite un mayor ancho de banda total que la capacidad del canal.
- Una vez que las celdas son desechadas, no hay retransmisión en la capa ATM

III.2.2.4 Capa de adaptación ATM (AAL)

La capa de adaptación ATM como su nombre lo indica es la responsable de desarrollar el mapeo necesario entre la capa ATM y los protocolos de capas superiores. Es decir, esta capa es donde ATM encapsula el tráfico de las aplicaciones superiores del usuario dentro del formato de ATM.

Actualmente AAL está dividida en dos subcapas, subcapa de convergencia (*Convergence Sublayer, CS*) y la subcapa de segmentación y reensamblado (*Segmentation And Reassembly, SAR*).

Como se puede observar, la red ATM es independiente del tipo de tráfico que está lleva, esto es debido a que ATM no conoce la estructura de la información que acarrea y no lleva a cabo ningún proceso de reconocimiento de está; además de que la red ATM es de cierta forma independiente del tiempo, es decir, no existe relación entre la coordinación del tiempo de la aplicación origen y el tiempo de reloj de la red.

Todas estas características de independencia de la información que puede acarrear, deben ser construidas dentro del límite de la red ATM, por lo que caen dentro del área de la capa AAL de especificaciones de la calidad del servicio (QoS) ofrecidas por la red ATM. El AAL debe además resolver los problemas de flujo de datos para la aplicación y la variación del retraso de la celda.

* Tipos de AAL

- AAL1
 - ◆ Provee el transporte para ráfagas de bits síncronos.
 - ◆ Recuperación del reloj usando la marca de tiempo residual síncrona (*Synchronous Residual Time Stamp, SRTS*).
 - ◆ Indicación de información perdida o errónea que no es recuperada por AAL1, si es necesario.
 - ◆ Transporte de circuitos asíncronos/síncronos, transporte de señal de video para interacción/distribución, transporte de señal en banda voz, transporte de señal de audio de alta calidad.
- AAL 3/4
 - ◆ Toma las tramas/paquetes de longitud variable y los segmenta en celdas.
 - ◆ Usado por ejemplo en SMDS y CBDS.

- AAL 5
 - ♦ AAL eficiente, además de protección sin perder la secuencia
 - ♦ Diseñado para las mismas clases de servicio como el AAL 3/4, pero simplificado, requiriendo menos *overhead*
- S-AAL
 - ♦ Señalización AAL para suministrar un transporte seguro.
 - ♦ Necesario porque los protocolos de señalización (tal como Q.2931) asumen que los mensajes siempre son entregados y no ofrecen facilidades de retransmisión.

Mapeo entre clases de servicio y tipos de AAL	
Clase	AAL
A	AAL 1
B	AAL 2 (No definida aún)
C y D	AAL 3/4 (Una combinación de AAL 3 y AAL 4)
C y D	AAL 5

Tabla 3.4 Mapeo entre las clases de servicio y los AALs

III.2.2.5 Subcapa de convergencia (CS)

La subcapa de convergencia permite la transmisión del tráfico de voz, video y datos a través del mismo dispositivo de conmutación. Este interpreta los datos de entrada desde una aplicación de capa superior y la prepara para ser procesada por la subcapa de segmentación y reensamblado.

La CS desarrolla las tareas de proceso de variación del retraso de celdas, sincronización de punto a punto y manejo de las celdas perdidas o mal insertadas. Obviamente, las operaciones y funciones desarrolladas por la subcapa de convergencia varían dependiendo del tipo y formato de los datos de entrada.

Algunas características que se pueden señalar son:

- Mapea las celdas hacia el medio de transmisión a ser usado.
- Responsable de la delineación de la celda, y administración básica de las funciones relacionadas con el mapeo de la celda.
- Desacoplar la velocidad de transmisión de la celda del medio físico (inserción/eliminación de celdas improductivas para rellenar el bit-rate para la velocidad de transmisión a ser usada).

III.2.2.6 Subcapa de segmentación y reensamblado (SAR)

Como parte del nivel AAL, a la subcapa SAR le concierne la segmentación de la información de las capas superiores dentro de un tamaño manejable para el campo de información de una celda ATM. Antes de que una aplicación transmita datos sobre la red ATM, la subcapa SAR realiza la segmentación de los datos del usuario dentro de las celdas, ocupando 48 bytes (payload) de una celda ATM. Una vez que las celdas ATM alcanzan su destino, la subcapa SAR destino reensambla las celdas en datos para los protocolos de las capas superiores y los transmite hacia el destino local apropiado.

III.2.2.7 Clases de calidad de servicio de ATM

Como se mencionó anteriormente ATM puede transportar cualquier tipo de tráfico, por lo que este debe ser identificado como tal y de esta manera preservar los parámetros de calidad de servicio que requieren cada uno de ellos por separado. Esto surge a partir de que en ATM no existen canales físicos distintivos para cada uno de los servicios por separado, debido a esto, todo tipo de tráfico puede tomar lugar dentro de una misma conexión lógica. Esta conexión lógica esta basada dentro de una estructura identificada por dos partes que son: el canal virtual (VCI) y la ruta virtual (VPI).

Para mantener los parámetros de garantía de comunicación y la calidad de servicio requerido por la información que es transportada por ATM, el Forum ATM ha definido cuatro clases de servicio en la capa de adaptación ATM (AAL) referidos como calidad de servicio (QoS). Véase tabla 3.4

Algunas características de la capa de servicios son:

- Tratar con los servicios existentes y futuros.
- Cada servicio tiene su precio y parámetros de QoS.
- Los servicios incluyen:
 - ◆ Video: videoconferencia, TV, video en demanda.
 - ◆ Servicios multimedia conmutados.
 - ◆ SMDS/CLNAP (para la integración de LANs de área amplia).
 - ◆ Frame Relay.
 - ◆ Cell Relay.
 - ◆ Interfaz de administración local provisional (*Interim Local Management Interface, ILMI*), habilita la administración de la red.
 - ◆ Servicios de señalización.

III.2.2.7.1 Clase A

La clase A referido como tasa de bit constante (*Constant Bit Rate, CBR*), provee un canal virtual de transmisión con ancho de banda fijo. El CBR es utilizado primeramente por el tráfico caracterizado por un flujo continuo de bits a una tasa regular, con un ancho de banda que es altamente sensible al retraso e intolerante a la pérdida de celdas tal como video en tiempo real y tráfico de voz.

III.2.2.7.2 Clases B y C

Pertenecen a la tasa de bit variable (*Variable Bit Rate, VBR*), el cual tiene una naturaleza de ráfaga y puede ser caracterizado por aplicaciones de voz o video que utilizan compresión. La clase B es tráfico VBR de tiempo real (RT-VBR), donde el retraso de punto a punto es crítico, tal como videoconferencia interactiva. La clase C es tráfico en tiempo no-real (NRT-VBR), donde el retraso no es tan crítico, tal como video playback, preparación de cintas y mensajes de video correo.

III.2.2.7.3 Clase D

El tráfico tipo D es dividido en dos clases: Tasa de bit disponible (*Available Bit Rate, ABR*) y tasa de bit sin especificar (*Unspecified Bit Rate, UBR*). Estas clases son para tráfico de red LAN con características de ráfaga y aquellos datos que pueden ser más tolerantes al retraso y pérdida de celdas. UBR es un servicio de mejor esfuerzo que no especifica tasa de bit o parámetros de tráfico y no tienen garantía de calidad de servicio. Originalmente proyectado como una manera para hacer uso del exceso de ancho de banda existente, UBR puede ser sometido a tener pérdida de celdas y desecho de todos los paquetes.

ABR de la misma manera es un servicio de mejor esfuerzo, pero difiere de UBR en que es un servicio de administración, basado en la tasa de celdas mínimo (*Minimum Cell Rate, MCR*) y con una pérdida de celdas. Por último, cabe señalar que ninguna garantía de variación de retraso esta actualmente prevista tanto para los servicios UBR como ABR.

Clase	A	B	C	D
Sincronización de tiempo entre origen y destino	Requerido	Requerido	No requerido	No requerido
Tasa de bit	Constante	Variable	Variable	Variable
Modo de conexión	Orientado a conexión	Orientado a conexión	Orientado a conexión	Orientado a no conexión
Ejemplo de servicios	Voz y video a una tasa constante de bits	Audio y video comprimido	Transferencia de datos orientada a conexión	Transferencia de datos sin conexión

Tabla 3.5 Clases de servicios en la capa de adaptación ATM

Clases de servicio	Ancho de banda Garantizado	Variación de retraso garantizado	Rendimiento garantizado	Regeneración garantizada
CBR	Si	Si	Si	No
VBR	Si	Si	Si	No
UBR	No	No	No	No
ABR	Si	No	Si	Si

Tabla 3.6 Clases de servicios

En una red ATM, cada momento que una aplicación necesite establecer una conexión entre dos usuarios, está deberá negociar un contrato de tráfico que especifica la clase de servicio de la conexión. Las clases de servicio ATM cubren un rango de parámetros de servicio y garantías de QoS. Las garantías de servicio pueden definir niveles mínimos de ancho de banda disponible, límites superiores del retraso de las celdas y celdas perdidas. Por esta razón es que ATM entrega importantes ventajas sobre las tecnologías de redes de área local y de área amplia existentes. Con la promesa de un ancho de banda escalable y los parámetros de calidad de servicio requeridos de forma garantizada, lo cual, es lo que facilita el desarrollo de nuevas clases de aplicaciones tales como multimedia y videoconferencias.

III.3 Beneficios y desventajas que presenta dicha tecnología

El modo de transferencia asíncrona marca el inicio de una nueva era de integración y desempeño de las redes LAN/WAN. Su promesa es administrar y asegurar el ancho de banda en demanda, siendo esta la propuesta de las telecomunicaciones estándar para el ISDN de banda ancha (B-ISDN). Datos, voz y video pueden ser transmitidos en un circuito común de las redes y tecnología de bajo costo.

Cualquier tipo de información podrá ser transferida y conmutada en tiempo real o no real a una velocidad fija o variable, dependiendo de las características de las fuentes de datos. En suma, muchos beneficios y desventajas presentan las redes de ATM en diferentes aplicaciones las cuales permitirán a las redes en el mundo proporcionar un mejor servicio de transmisión de información a través del uso constante de ellas.

III.3.1 Beneficios

Entre los beneficios que nos puede proporcionar la tecnología ATM podemos mencionar:

- ATM proporciona una plataforma multimedia para soportar tráfico de voz, datos y video, es decir, una red única para todos los tipos de tráfico.
- ATM permite la integración de redes mejorando la eficiencia y rendimiento.
- Proporciona flexibilidad en la distribución de anchos de banda ya que esta es realizada por demanda.

- Compatibilidad porque ATM no está basado sobre un tipo específico de transporte físico, es compatible con las redes desarrolladas actualmente.
- ATM está diseñado para tener una larga vida útil ya que su arquitectura se planeó para ser escalable y flexible en distancia geográfica, número de usuarios, anchos de banda flexibles y servicios soportados.
- Simple ruteo debido a su tecnología orientada a conexión.
- Esta tecnología proporciona una elevada calidad de servicio (*Quality Of Service -QoS-*) garantizado en cuanto a pérdida de celdas, retardos y variación de retardos incurridos por celdas que pertenecen a la conexión en una red ATM. Los parámetros de QoS pueden ser especificados explícitamente por el usuario o implícitamente asociados con peticiones específicas de servicio.
- En una red ATM, no existen servicios dependientes. El trabajo con voz y video se hace igual que con los datos. Además de no ser inflexible, cuando se requieren anchos de banda para video.
- Para señales de video, ATM puede asignar todas las celdas existentes para un solo usuario.
- Manejo de tráfico de voz con algoritmos de supresión de silencio para optimizar el ancho de banda.

III.3.2 Desventajas

Entre las más importantes limitaciones de ATM se tienen:

- ATM en la actualidad es muy costoso. La participación de muchos vendedores de ATM ofrecen al mercado una variedad diversa de productos los cuales a medida que se desarrollen y comercialicen podrían presentar una expectativa atractiva de costo a corto plazo.
- ATM no ha sido probado a gran escala. Redes grandes en ATM con cientos de nodos y miles de conexiones no existen. Muchas tecnologías miran su futuro en papel o en un laboratorio, ATM puede ser un navegante de aceptación en un futuro próximo.
- Las dificultades con ATM no es con ideas o protocolos de ATM, sino con la extraordinaria demanda de lugares con procesadores, software y medios de transporte de acuerdo a las necesidades que se requieran.
- El rendimiento de *internetworking* de equipos (servidores) con tarjetas ATM disminuye al 70% al integrarlos al ambiente LANE o *classical IP*.
- Limitada Interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes

III.4 Identificar los aspectos de ATM que se implementarán en Pemex

Entre los aspectos clave que presenta ATM se tiene:

- ATM puede soportar todos los servicios tales como voz, datos y video a nivel local, de campus y nacional. Requerimientos deseados primordialmente para los fines que persigue y desea Pemex implementar.
- Reducción de costos al disminuir canales dedicados, integrando todos los servicios sobre un solo ancho de banda manteniendo y mejorando la calidad del servicio.
- ATM permite la optimización del tiempo de administración al manejar un sistema operativo integral Cisco IOS; con esta tecnología se puede detectar y reportar problemas, cuestión que resulta muy atractiva para la empresa y cada uno de sus corporativos.
- Reducción de equipos de comunicación, los cuales generaban costos de tiempo y administración de los mismos.
- ATM permitirá la transmisión de videoconferencia personalizada y/o de escritorio, que es uno de los objetivos planeados por Pemex desde hace tiempo atrás.
- Esta tecnología cuenta con equipos de conversión entre ATM y las diferentes tecnologías existentes, permitiendo una migración paulatina.
- Un control de la difusión de mensajes de tipo *broadcast* en la red, el cual no permite la propagación de los mensajes de un grupo a otro.

III.5 Evaluación generalizada acerca de ATM

La demanda de redes rápidas y que incorporen altas velocidades en sistemas así como la necesidad de grandes anchos de banda que permitan introducir la explosión en el tamaño de los archivos y aplicaciones, han permitido que ATM sea una tecnología que promete un gran porvenir en el futuro de las telecomunicaciones siendo de suma importancia en el desarrollo tecnológico de corporaciones como lo es Pemex.

ATM determina el futuro de las comunicaciones de red de área extensa, eliminará la barrera entre las redes LANs y WANs. Esa barrera es la caída en el rendimiento que se asocia actualmente con las transferencias de datos sobre redes públicas, los dispositivos de conexión WAN de almacén y reenvío, como los ruteadores, constituyen otra barrera, los LECS y las IXCS pueden instalar redes digitales ATM/SONET integradas que ofrecen servicios económicos de redes privadas virtuales de datos.

Las organizaciones que consideran la posibilidad de adoptar ATM como Pemex deben hacerlo paso a paso, mediante una estructura jerárquica de cableado distribuido, esas conexiones podrán ser soportes existentes de Ethernet o interfaz de datos distribuidos por fibra, la fase siguiente será la instalación de conmutadores ATM en cada planta para la conexión de los servidores de alta realización instalados allí, en la última fase, cuando ATM es relativamente económico, se conectan los sistemas de usuario final directamente a los conmutadores ATM.

Las topologías de soporte ATM se pueden construir de varias maneras, ATM no estará sujeto a una topología específica como Ethernet o FDDI. ATM facilita la gestión de red cuando se utiliza un soporte colectivo, ya que elimina muchos de los problemas introducidos por las interredes complejas que tienen diferentes esquemas de direcciones y mecanismos de encadenamiento, los concentradores ATM proporcionarán conexiones entre cualquiera de los dos puertos del concentrador, el software de gestión ATM hará fácil el traslado de usuarios y de sus estaciones de trabajo de un lugar a otro.

En todas las organizaciones de hoy, la voz, las videoconferencias, y las redes de datos son implementadas separadamente. Si tienen partes en común o todas, las redes usan generalmente el canal T1. Sin embargo, los canales no son compartidos en un sentido real.

ATM tiene frecuentemente la capacidad de unir todas estas redes separadas en una organización como actualmente se realiza en Pemex.

CAPÍTULO IV

Diseño del proyecto

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Una vez analizada la infraestructura de comunicaciones con la que cuenta Pemex, se inició el diseño de uno de los proyectos más importantes en el área de las telecomunicaciones en la empresa y que a su vez representa una parte fundamental dentro de las comunicaciones en México.

Con esta mentalidad se hace inminente la migración a un ambiente de comunicaciones que soporte la integración de los servicios requeridos como lo son: aplicaciones gráficas, bases de datos distribuidas, ambiente cliente/servidor, procesamiento de tres niveles, la implementación de Internet, Correo electrónico, Videoconferencia, Intranet y SAP, aprovechando un mismo ancho de banda, logrando la unificación de los enlaces de redes de área local mediante el entorno de área amplia, eliminando cualquier problemática en los medios de transmisión y una cobertura a alta velocidad.

IV.1 Análisis de la problemática

Petróleos Mexicanos cuenta básicamente con cinco redes WAN independientes unas de otras, correspondientes a Pemex Exploración y Producción, Pemex Gas y Petroquímica Básica, Pemex Refinación, Pemex Petroquímica y Pemex Corporativo.

Trabajando actualmente mediante enlaces El punto a punto entre los diferentes ruteadores que conforman cada una de estas redes WAN. La interoperabilidad actual se deberá conservar al intercalar como vía de comunicación la red ATM.

En principio la red ATM deberá ser capaz de implementar como redes virtuales a cada una de las redes antes mencionadas, sin que la cantidad de redes sea una limitación, ya que la tendencia es continuar creando redes WAN de diferentes dependencias. Por otra parte, es importante mencionar que estas redes cuentan con ruteadores, con la finalidad de transferir información de todas ellas a puntos específicos.

Los ruteadores antes mencionados, concentran en su puerto WAN la salida de complejas redes MAN (con excepción de Pemex Refinación, que cuenta con redes LAN conectadas a la red PemexPaq X.25) asociadas a cada uno de ellos, conformadas básicamente por redes LAN del tipo Ethernet y anillos FDDI.

En la WAN de Pemex Petroquímica trabajan usando su red digital de servicios integrados (ISDN) privada.

Dentro de Pemex Corporativo, se encuentran establecidas principalmente tres redes de comunicación de datos; la red ATM de Finanzas, de Telecomunicaciones y del Servicio Médico. En el Corporativo de Finanzas, existe una MAN interconectada con tres conmutadores ATM con la cual se da servicio a los usuarios de Finanzas y esta red se conecta al anillo FDDI.

La Gerencia de Ingeniería en Telecomunicaciones ha adquirido siete ruteadores Cisco 2511, a fin de consolidar la red WAN de alta velocidad con un protocolo de comunicación Frame Relay.

Por parte de la Gerencia de Servicios Médicos, se encuentra en proceso de adquirir ruteadores para configurar la red WAN de alta velocidad que dará servicio a los hospitales de la institución. La interconexión actual es a través de la red de conmutación de paquetes PemexPaq.

En las líneas anteriores, nos damos cuenta de que Petróleos Mexicanos cuenta con una gran cantidad de nodos y con distintos servicios operando actualmente. Durante el proceso de cambio de tecnología deberá seguir trabajando normalmente; además se deberá soportar los enlaces específicos como son: X.25, Frame Relay, etc., ya que todas las subsidiarias van adquiriendo los equipos de acuerdo a su presupuesto y mientras tanto no pueden dejar de prescindir de la transferencia de información.

IV.2 Desarrollo del proceso a seguir

El proceso a seguir se da en dos etapas, las cuales consisten en:

Etapas 1:

Implementación de LANes (*LAN Emulation*), es decir, los *backbones* ruteados se migran por *backbones* conmutados (ATM). Cada LANE tiene una base de datos con nombres de VLANs (*Virtual LAN*). Dentro de este punto cada ruteador se reemplaza por un LanSwitch y una VLAN asociada.

Existen dos diferentes formas de correr los protocolos de capas de red a través de una red ATM. El primero, conocido como *operación en modo nativo*, y que es un mecanismo de resolución de direcciones que se usa para mapear direcciones de capas de red directamente dentro de direcciones ATM, y los paquetes (celdas) de capa de red transportados a través de la red ATM. El método alternativo de transporte de paquetes a través de una red ATM es conocido como emulación LAN (*LAN Emulation, LANE*).

Como el nombre sugiere, la función del protocolo LANE es el emular una red de área local sobre la red ATM. Específicamente, el protocolo LANE define los mecanismos para la emulación de cada LAN, Ethernet IEEE 802.3 o una Token Ring IEEE 802.5.

En otras palabras, los protocolos LANE hacen que una red ATM se vea y se comporte equivalente a una LAN Ethernet o Token Ring - aunque ésta opera más rápido que la red real, agregando la integración eficiente de otros servicios.

IV.2.1 Componentes LANE

El protocolo LANE define la operación de una LAN Emulada (*Emulated LAN, ELAN*). Múltiples ELANs pueden coexistir simultáneamente en una red ATM sencilla mientras las conexiones ATM no “choquen”. Una ELAN simple emula cada Ethernet o Token Ring, y consiste de las siguientes entidades:

- Emulación de Cliente LAN (*LAN Emulation Client, LEC*). Un LEC es la entidad en un sistema terminal (final) que ejecuta el avance de datos, resolución de direcciones y otras funciones de control para sistemas finales dentro de una ELAN individual.
- Emulación de Servidor LAN (*LAN Emulation Server, LES*). Los LES implementan las funciones de control de una ELAN en particular. Sólo hay un LES lógico por ELAN, y pertenece a un medio particular de ELAN para realizar la relación de control con un LES de una LAN en particular. Cada LES se identifica por una dirección ATM única.
- Servidor de Broadcast y Desconocido (*Broadcast and Unknown Server, BUS*). El BUS es un servidor *Multicast* que es usado para inundar el tráfico de direcciones destino desconocidas (*Broadcast*) y avanzar el *Multicast* y propagar el tráfico a clientes dentro de una ELAN particular. Cada LEC está asociado con sólo un BUS por ELAN, pero puede haber varios BUS dentro de una ELAN en particular que comunique y coordine de alguna manera específica.
- Servidor de Configuración de Emulación LAN (*LAN Emulation Configuration Server, LECS*). El LECS es una entidad que asigna clientes LANE individuales a particulares ELANs al direccionar a los LES que corresponden a la ELAN. Lógicamente un LECS por dominio administrativo, y este sirve a todos los ELANs dentro del dominio.

IV.2.2 LAN Virtual (*Virtual Lan*)

LANE es usado para proveer el servicio de LAN virtual en *backbones* ATM. Dichas LANs virtuales son implementadas en interredes que consisten de una combinación de conmutadores LAN, sistemas terminales ATM (típicamente servidores, usando NICs ATM) y ruteadores con interfases ATM (ruteadores ATM) todo conectado a una ELAN. La ELAN parece una LAN normal en todos los aspectos excepto por el ancho de banda de cada sistema terminal conectado a los puertos LAN en los conmutadores LAN, o los protocolos de capas superiores dentro de los *hosts* (anfitriones) ATM o ruteadores.

Las LAN virtuales se construyen con LANE y dan a los administradores de la red la habilidad de crear y reconfigurar fácil y dinámicamente redes virtuales. En otras palabras, las LAN virtuales permiten a los administradores adaptar la red al flujo organizacional de trabajo, mas que obligar a la organización alrededor de la red física, como se hace actualmente.

El tratamiento anterior se aplica para redes MAN, no así para las redes WAN, en éstas últimas se aplica el procedimiento de PVCs.

IV.2.3 Componentes de migración de las redes

Un circuito virtual es una vía de flujo controlado, transparente y bidireccional entre un par de puertos físicos o lógicos. Realmente es un circuito físico compartido en parte, por muchas terminales a través del no uso de la técnica de multicanalización por división de tiempo, provista por la empresa transportadora.

IV.2.3.1 PVCs

Un circuito virtual permanente, es una asociación permanente entre dos DTEs la cual es equivalente lógico en una línea privada dedicada, punto a punto. De esta forma, no es necesaria una llamada de requerimiento por parte de una de las DTEs

Etapa 2:

Para la segunda parte de la migración, en las redes MAN no hay cambios, en cuanto a su estructura y por lo tanto se trabajan exactamente igual que en la primera etapa.

En cambio en las redes WAN sí se presentan cambios y de estar trabajando los PVCs, ahora se trabaja con SVCs.

IV.2.3.2 SVCs

Un circuito virtual conmutado asocia temporal y lógicamente los elementos (puertos físicos o lógicos y la técnica de multicanalización) y sólo ocupa un camino fijo en el preciso momento de viaje de los datos.

Dado que es una conexión temporal, la DTE "llamadora" emite un requerimiento de conexión hacia la red, que ésta analiza y autoriza (o no), estableciendo el enlace lógico con el destino explicitado en la llamada de requerimiento.

IV.3 Identificación de Topologías

En esta etapa del proyecto iniciaremos el planteamiento y estructuración que nos llevará a la realización del objetivo fundamental de este trabajo de tesis, es decir, la construcción de una red corporativa ATM de voz, video y datos, en 32 centros de operación distribuidos en toda la República Mexicana.

De esta manera, toca el turno a la identificación de topologías, las cuales representan de una manera más palpable el proyecto que constituirá la red ATM. La propuesta marca la implementación de redes virtuales para cada uno de los organismos antes mencionados, quienes contarán con conmutadores con la finalidad de transferir información de cada uno de ellos hacia otros puntos específicos.

Las redes virtuales principales se centrarán en las ciudades donde Pemex tiene mayor representación y formarán un enlace permanente a 34 Mb (E3), reforzando la conexión con las otras zonas de comunicación, las cuales se conectarán mediante E0s o E1s en paralelo según el área.

Las ciudades principales son: Madero, Poza Rica, Villahermosa, Morelos, Ciudad del Carmen y la Ciudad de México. En la figura 4.1, se muestran las ciudades antes mencionadas con algunos puntos de destino.

A continuación mostraremos con detalle las topologías que se deberán implementar en cada una de las redes WAN de los 5 organismos de Pemex.

IV.3.1 Topología ATM de la red WAN de Pemex Exploración y Producción

En la figura 4.2 se muestra la red virtual que debe ser modelada para la operación de la red WAN de Pemex Exploración y Producción. En ella podemos observar, que se tiene un solo punto de interconexión hacia el edificio sede de Villahermosa, por lo tanto se deberán asignar los PVCs correspondientes tanto al edificio sede como al edificio de Ejercito Nacional 216. Por otra parte se está considerando que el protocolo WAN susceptible a implementarse en los ruteadores sea Frame Relay.

Así mismo, los equipos de acceso deberán cumplir la función de comunicar a los usuarios de las diferentes redes, ya sea con un Ethernet conectado a un anillo de fibra óptica FDDI o mediante un ruteador del usuario (ROU); e inclusive enlazar directo a un nodo ATM.

El protocolo propuesto para los equipos de acceso es ATM a velocidades de 155 Mbps o 2.048 Mbps con Frame Relay. Los usuarios pertenecientes a los ruteadores propiedad de las subsidiarias (ROU), utilizarán protocolo WAN, Frame Relay y desde luego cruzarán tráfico hacia las redes LAN conectadas a los anillos FDDI, pasando a través de los equipos de acceso. Por consiguiente deberán ser considerados los diferentes pasos de conversión de protocolos, por ejemplo, de Ethernet a Frame Relay entrando al *backbone* ATM salida a Frame Relay o ATM UNI, entrada a un equipo de acceso, con salida a FDDI y finalmente a Ethernet.

Así mismo, se ha mencionado la existencia de aplicaciones multicast, entre las que podemos citar las videoconferencias, que se llevarán a cabo con equipo conectado directamente a un bus Ethernet con esquema multipunto-multipunto, que se conservará en la red ATM.

IV.3.2 Topología ATM de la red WAN de Pemex Gas y Petroquímica Básica

La red virtual de Pemex Gas y Petroquímica Básica con estructura ATM, se puede analizar en la figura 4.3, donde la conectividad actual será sustituida por nodos ATM, los cuales deberán mantener la misma funcionalidad. En este caso, se han incluido los ruteadores de Salina Cruz, Reynosa, Puebla, Tepeji, terminal Madero y la planta satélite de Guadalajara, quienes se incorporarán a la red ATM.

Lo anterior quedará en el conmutador ATM de México, con los ruteadores de Puebla y Tepeji trabajando a velocidades de 2.048 Mbps con protocolo Frame Relay. El Centro Administrativo de Marina Nacional se conectará a través de un equipo de acceso a 34 Mbps con protocolo ATM.

El conmutador ATM de Morelos unirá a los ruteadores de Pajaritos y la Venta mediante enlaces radioeléctricos a 2.048 Mbps con protocolo Frame Relay. En el caso del ruteador de Salina Cruz se conectará al conmutador ATM de Salina Cruz con enlaces y protocolos de iguales características a los antes mencionados.

Por su parte, el conmutador ATM de Villahermosa se conectará al ruteador de Cactus a una velocidad de 64 Kbps con protocolo Frame Relay; así como, al ruteador de Nuevo Pemex mediante un enlace a 2.048 Mbps con el mismo protocolo.

Los ruteadores del CPQ. de Cd Pemex, Reynosa, Monterrey y terminal Madero serán comunicados a velocidades de 2.048 Mbps y equipos de enlace CSU/DSU, a los conmutadores ATM de las ciudades, tal y como se indica en la figura.

El ruteador del CPQ. de Poza Rica y de la planta satélite de Guadalajara, contarán con enlaces y puertos de las mismas características a los conmutadores ATM de Poza Rica y Guadalajara.

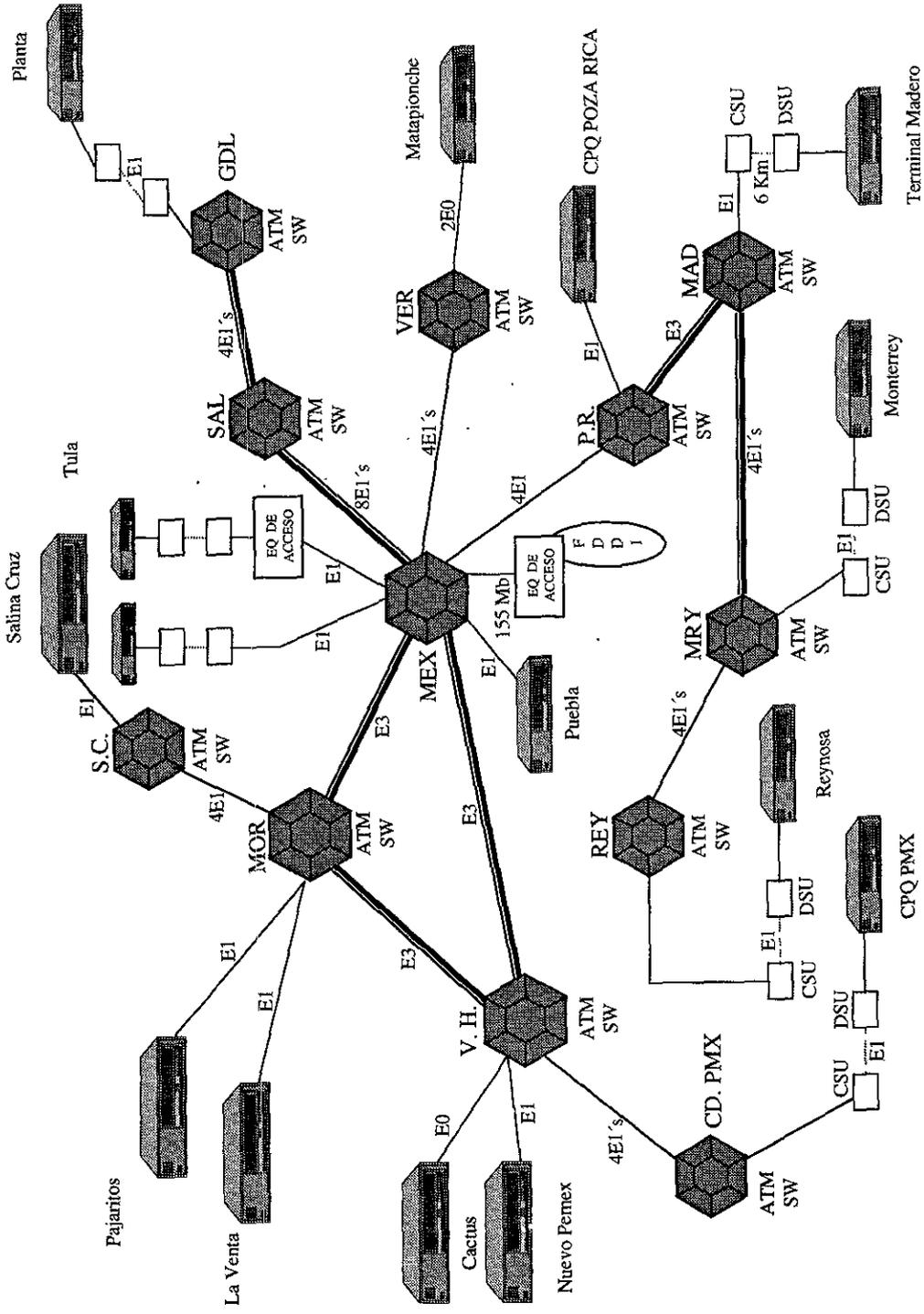


Figura 4.3 Topología de interconexión WAN propuesta a través de ATM para Pentex Gas y Petroquímica Básica

Analizando el esquema, tenemos que la interconexión entre conmutadores ATM especifica 4 troncales E1, en estos casos los conmutadores deberán tener la capacidad de manejar estas 4 troncales como un bus de 8 Mbps mediante una función de multiplexaje inverso a fin de optimizar la comunicación entre ambos conmutadores.

IV.3.3 Topología ATM de la red WAN de Pemex Petroquímica

Para la red virtual de Pemex Petroquímica, el ruteador del edificio sede de Coatzacoalcos se conectará al nodo ATM a una velocidad de 2.048 Mbps con protocolo Frame Relay a través de un equipo de enlace CSU/DSU.

En los sitios CPQ Pajaritos, Cangrejera y Cosoleacaque se han establecido enlaces vía microondas digital para interconectarlos con el nodo ATM ubicado en el CPQ de Morelos a velocidades de 2.048 Mbps y protocolo Frame Relay, así mismo se han considerado equipos CSU/DSU para la conexión a los ruteadores correspondientes. La interconexión con el edificio I de la llave tendrá las mismas características con la diferencia que se ha incorporado un equipo de acceso. Por su parte la comunicación con el área de informática del propio CPQ Morelos se hará por medio de pares físicos utilizando equipos de enlace CSU/DSU, con las mismas características de velocidad y protocolo antes señaladas.

Para el sitio UPQ de San Martín se ha considerado un enlace vía microondas digital para integrarlo con el nodo ATM ubicado en el Centro Administrativo de México D.F. a velocidades de 2.048 Mbps y protocolos Frame Relay, utilizando para ello equipo de enlace CSU/DSU. La interconexión con la UPQ de Tula tiene las mismas características, a excepción de un equipo de acceso tal como se muestra en la figura 4.4.

Para habilitar la comunicación al Centro Administrativo de Marina Nacional en la Cd. de México se ha incorporado un enlace de 155 Mbps con protocolo ATM, a través del equipo de acceso 4 del 2º piso de la Torre Ejecutiva, para entrar a la red de este centro administrativo.

Las UPQs de Escolín y Salamanca se han considerado mediante conexiones radioeléctricas a 2.048 Mbps y protocolo Frame Relay, incluidos los equipos de enlace CSU/DSU correspondientes para su incorporación a los nodos ATM de Poza Rica y Salamanca respectivamente.

Para el caso de la UPQ de Camargo se continuará enlazando a través de la red de conmutación de paquetes PemexPaq sin cambio.

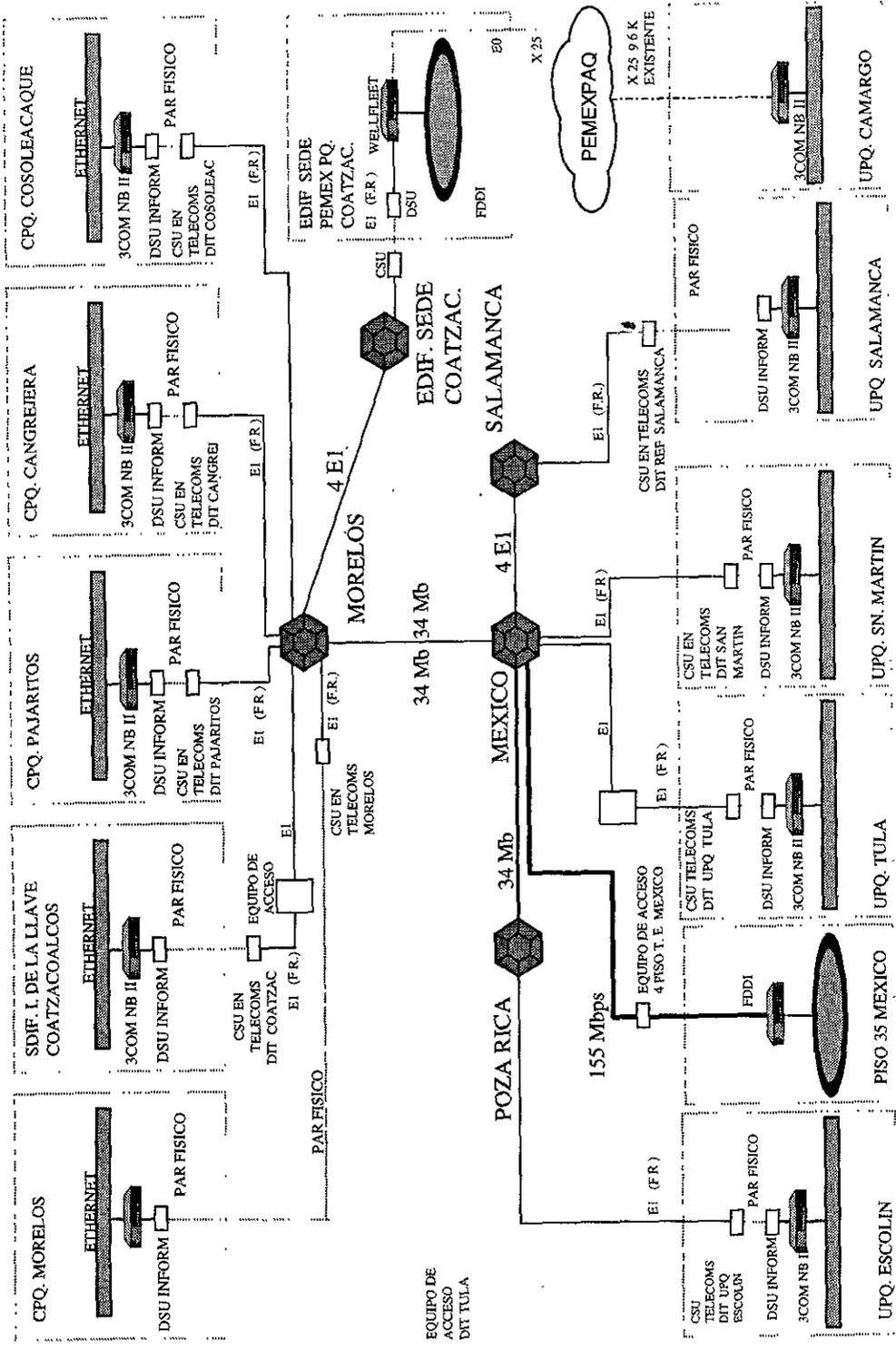


Figura 4.4 Topología de Interconexión WAN propuesta a través de ATM para Pemex Petroquímica

IV.3.4 Topología ATM de la red WAN de Pemex Refinación

En la figura 4.5, se muestra un segmento de la red total ATM en la cual se involucra a los equipos que darán servicio a Pemex Refinación bajo el concepto de red virtual, siendo el destino principal de la transferencia de información la Cd. de México, sin embargo se estima que existe un flujo de información entre los diferentes ruteadores indicados como ruteadores de usuario (ROU).

Por la parte de comunicación se empleará el protocolo Frame Relay de igual forma se incluyen los equipos de acceso a ser utilizados para la conectividad en los ruteadores correspondientes, por su parte los esquemas de direccionamiento y ruteo tendrán protocolos RIP y OSPF, así como manejo de direcciones IP e IPX, con protocolos de capa 4 TCP UDP y SPX.

IV.3.5 Topología ATM de la red WAN de Pemex Corporativo

En la red virtual ATM de Pemex Corporativo, el flujo de información principal será hacia el Centro Administrativo ubicado en la Cd. de México. Sin embargo, se tendrá también gran carga de información entre otros puntos, ya que el procesamiento de información financiera se llevará a cabo en los equipos de los Hospitales.

Los esquemas de conexión, las velocidades y los protocolos a ser utilizados para la conexión de los diferentes ruteadores de usuario, además de los equipos de enlace de datos DSU/CSU se encuentran claramente señalados en la figura 4.6, destacando cuatro enlaces a 155 Mbps con protocolo ATM en el conmutador de México, para conectar un equipo de acceso enlazado al mismo tiempo con el anillo de fibra óptica FDDI del Centro Administrativo, uno más para conectar al conmutador ATM Cisco LightStream de Finanzas y dos más para conectarse a conmutadores del *backbone* central.

IV.4 Topologías de la red MAN de Pemex

Existen diferentes redes LAN que forman parte de la migración que se planea hacia un entorno ATM en el Centro Administrativo. En las redes LAN, básicamente se instalará un *backbone* OC3, con 4 conmutadores ATM enlazados con una interfaz P-NNI a 155 Mbps, donde 1 conmutador se conectará directamente con el conmutador de la red WAN en el D.F. y hacia el *backbone* de Finanzas respectivamente. El *backbone* se puede observar en la figura 4.7.

Por su parte, los cuatros conmutadores ATM tendrán interconexión con los LanSwitch y ruteadores que provengan de diferentes redes LANs de cada subsidiaria, logrando una comunicación integral utilizando una interfaz UNI a 155 Mbps.

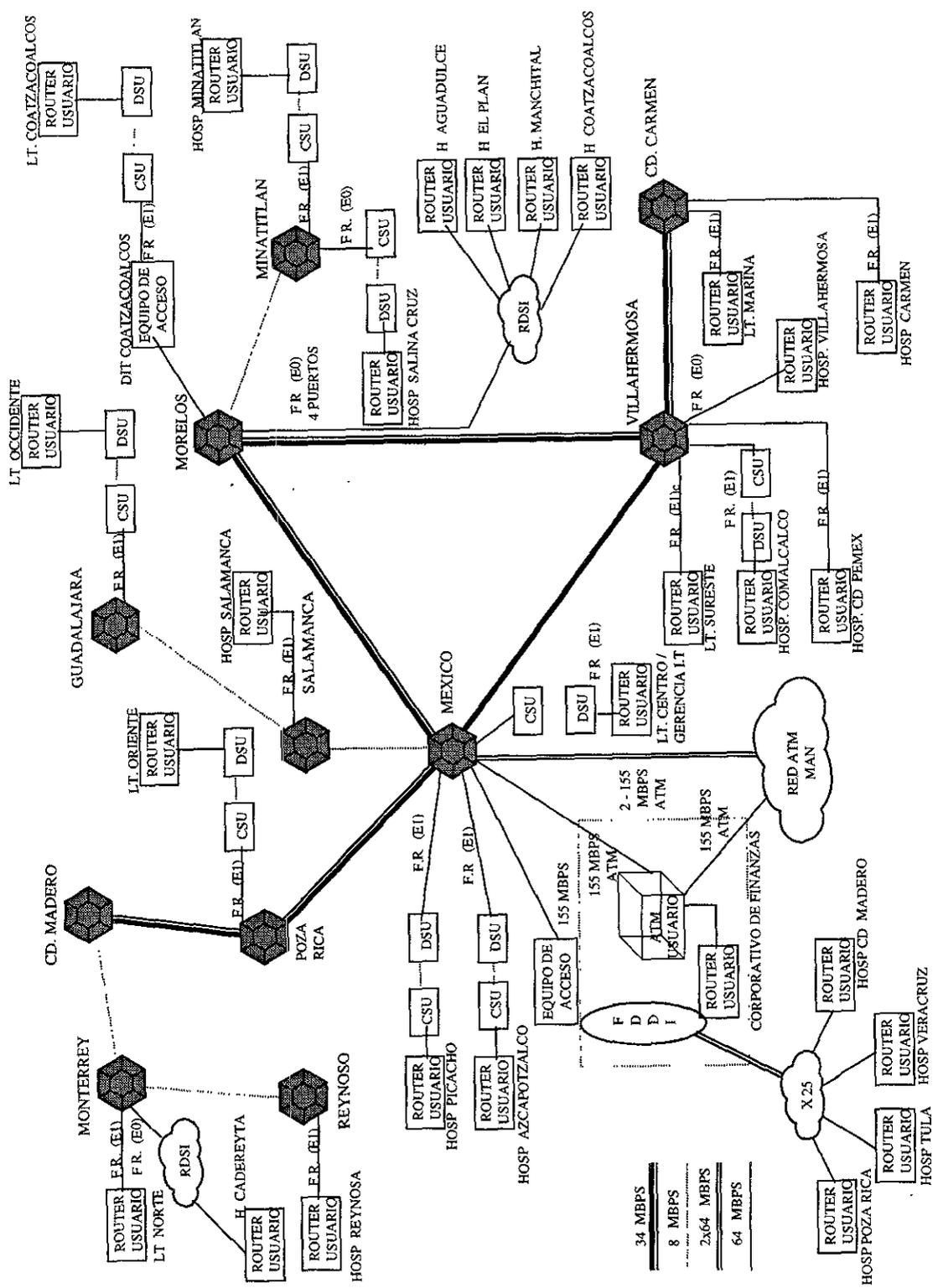


Figura 4.6 Topología de interconexión WAN propuesta a través de ATM para Pemex Corporativo

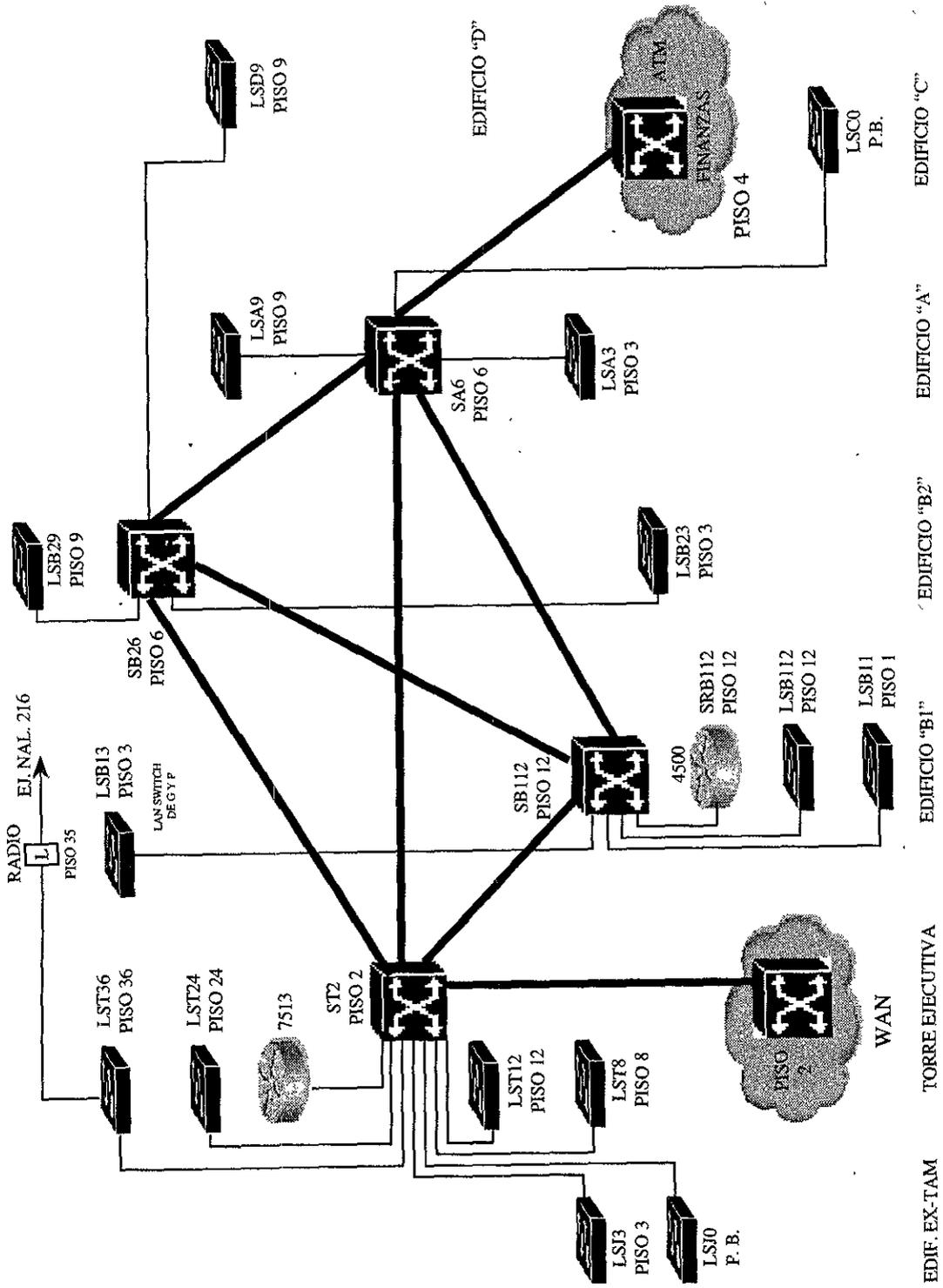


Figura 4.7 Propuesta de integración de backbone general de la red MAN ATM

En la tabla 4.1 mostramos la ubicación de cada una de las dependencias de Pemex con sus respectivos equipos de comunicación y los pisos que ocupan dentro de los edificios que conforman a cada subsidiaria.

DCA: Dirección Corporativa de Administración
 PEP: Pemex Exploración y Producción
 PR: Pemex Refinación
 PPS: Pemex Petroquímica Secundaria
 PGPB: Pemex Gas y Petroquímica Básica
 UPC: Unidad de Planeación Corporativa

ExItam		DCA	PEP	PR	PPS	PGPB	UPC
ExItam	LSJ3	Pisos 2,3,4,5,6					
	LSJ0	PB Piso 1 (3)					
Torre Ejecutiva	LST36	Pisos 37 y 43	41 y 35 (radio)	40	Piso 35	39	36
	LST24			23, 24, 25, 26			32
	LST12			12 y 13		15 y 16	
	LST8	Pisos 1 y 2		3, 4, 5(3), 6(2) y 7			
A	LSA9	8(2), 9(4), 10(2), 11(2) y 12(2)		5, 6 y 7			
	LSA3	Pisos 1 y 2		4 y 5			
B1	LSB112						
	LSB13					2,3,4,5,6,7,8,9, 10 y 11	
	LSB11	Piso 1 (3)					
B2	LSB29			6,8,9,10,11 y 12(2)			
	LSB23	Piso 1(2)		PB, 4 y 5			
C	LSC0	PB					
D	LSD9	Piso 9 y PB (2)		9, 10 y S1			

Tabla 4.1 Ubicación de las subsidiarias

IV.5 Elaboración de los diagramas y planes de trabajo

Dada las necesidades y requerimientos, así como la funcionalidad del proyecto, hemos considerado prudente y pertinente contar con un esquema de trabajo que nos permita administrar el desarrollo del proyecto, considerando cambios inesperados que se pudieran presentarse durante el desarrollo del proyecto.

PLAN DE TRABAJO					Año: 1996, 1997, 1998											
PEMEX																
Id	Nombre de la tarea	Tiempo	Inicio	Fin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Análisis de requerimientos	7 Meses	Julio '96	Ene '97												
	Estudio del Proyecto	5 Meses	Julio '96	Nov '96												
	Descripción del Proyecto	2 Meses	Dic '96	Ene '97												
2	Licitación	3 Meses	Feb '97	Abr '97												
3	Adecuación															
4	Adquisición de equipos	3 Meses	May '97	Julio '97												
5	Capacitación	6 Meses	Julio '97	Dic '97												
5.1	Conmutadores ATM	2 Meses	Julio '97	Ago '97												
5.2	Equipos de Acceso	2 Meses	Sep '97	Oct '97												
5.3	Centro de control de la red	3 Meses	Julio '97	Sep '97												
5.4	Equipos de medición	1 Mes	Dic '97	Dic '97												
6	Pruebas															
7	Migración															
	Redes MAN															
7.1	GIT	3M 10D	Junio '97	Sep '97												
7.2	DCA	3M 10D	Julio '97	Oct '97												
7.3	GSM	3M 10D	Ago '97	Nov '97												
7.4	REF	3M 10D	Sep '97	Dic '97												
7.5	GAS	3M 10D	Oct '97	Ene '98												
7.6	PTQ	3M 10D	Nov '97	Feb '98												
7.7	PEP	3M 10D	Dic '97	Mar '98												
	Redes WAN															
7.8	GIT	3M 10D	Oct '97	Ene '98												
7.9	DCA	3 Meses	Nov '97	Ene '98												
7.10	GSM	20 Dias	Dic '97	Dic '97												
7.11	REF	1M 10D	Ene '98	Feb '98												
7.12	GAS	3 Meses	Feb '98	Abr '98												
7.13	PTQ	3 Meses	Mar '98	May '98												
7.14	PEP	2 Meses	Abr '98	May '98												
8	Servs. De Valor Agregado	6 Meses	Sep '97	Feb '98												
8.1	Correo Electrónico	11 Meses	Sep '97	Jul '98												
8.2	Internet		Ago '97	???												
8.3	Videoconferencia		Sep '97	???												
9	Liberación	11Meses	Oct '97	???												

Tabla 4.2 Cronograma de tiempos

IV.6 Requerimientos de Pemex, acerca de la infraestructura que desea implementar

A continuación se hará la descripción de los requerimientos de los equipos que deberán cumplir las especificaciones que más se apeguen a lo solicitado por Pemex.

IV.6.1 Estructura preliminar del proyecto

Durante éste capítulo se han plasmado los procesos, las técnicas y la estructura básica que se pretende implementar para lograr la incorporación de los nuevos equipos en la red de alta velocidad.

Por tal motivo haremos referencia y énfasis en las especificaciones técnicas que deben cumplirse para que los nodos ATM sean eficaces.

IV.6.2 Requerimientos generales

Los conmutadores de datos, voz y video de la tecnología ATM deberán contar con:

Especificaciones de Hardware
Matriz de conmutación escalable a 2.5 Gbps
Deberá soportar puertos digitales de conmutación telefónica para troncales PRI (ISDN), R2 (MFC)
Estructura modular sin interrupción de servicio en el intercambio de módulos (<i>Hot swap</i>)
Indicadores de estado para: Operación en línea, standby, fuera de servicio, falla en módulos, voltaje de alimentación, carga de software de sistema y estado de los puertos
Racks anclados a piso firme, con puertas y cerraduras protegidas con material anticorrosivo
Puerto asíncrono RS-232 para realizar la configuración inicial de conmutadores
Hardware necesario para el sistema OAM (Operación, Administrativa y Mantenimiento)
Redundancia en los módulos de control matriz de conmutación y fuente de alimentación (<i>Hot standby</i>)
Se tendrá ofertado un lote de refacciones
El banco de baterías deberá estar calculado para 8 horas como mínimo de régimen de carga

Especificaciones de Software
Programas que permitan la compresión de los canales de voz a las velocidades de 32 y 16 Kbps para la optimización del ancho de banda
Sistema de monitoreo OAM (Operación, Administración y Mantenimiento)
Actualizaciones de software
Generación de registros con información para la transacción de conexiones
El sistema ofertado deberá estar basado en la plataforma de administración de redes HP Open View para Unix
El sistema de administración debe asignar puertos de usuario, anchos de banda y QoS en forma dinámica y flexible
Proporcionará niveles de seguridad programables por el administrador

Especificación de rendimiento
El retardo máximo mayor o igual a 100 μ s en un puerto E1
Capacidad de integración de todos los servicios: ATM, Frame Relay, X25, FDDI, Ethernet, Voz y Video
Manejo de tráfico asíncrono y síncrono orientado a conexión y no conexión
Habilitar circuitos virtuales permanentes en la primera etapa de migración utilizando canales y trayectorias virtuales
Habilitar circuitos virtuales conmutados en la segunda etapa
Manejo de las cuatro capas de adaptación ATM para las clases de servicio
Garantía de operación y sincronización a través de microondas digitales

Especificaciones de condiciones de operación	
Temperatura de 0 a 40 grados centígrados	
Humedad relativa del 10 al 90% no condensada	
Voltaje del equipo de alimentación 127/220 VCA nominales $\pm 10\%$	
El sistema de alimentación opera a 60 Hz $\pm 5\%$	

El conmutador deberá ser capaz de soportar las interfases y protocolos que se indican a continuación:

Lado red o *backbone* ATM

Interfaz nodo-red privada, Versión 1.0	P-NNI V 1.0
Frame Relay	E1/E3 (G703)
ATM (Modo de transferencia asíncrona)	E1/E3 (G703)

Tabla 4.3 Interfases para el backbone ATM

Lado usuario

Frame Relay (V.35)	de 64 Kbps hasta 2.049 Mbps
Frame Relay (G.703)	de 64 Kbps hasta 2.049 Mbps
X.25 (V.35)	a 64 Kbps
FDDI (PHY/PMDI)	a 100 Mbps
Fast Ethernet	a 100 Mbps
IEEE 802.3 (10BaseT)	a 10 Mbps
IEEE 802.3 (10Base 2)	a 10 Mbps

Tabla 4.4 Interfases para usuarios de ATM

Siendo estos los principales factores a considerar como obligatorios.

IV.6.3 Recomendaciones, estándares y especificaciones

En esta parte damos a conocer detalladamente las recomendaciones, estándares y especificaciones publicadas por el Foro ATM, la ITU-T, la IEEE/ANSI y el grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF) que deberán cumplir los equipos ofertados por el proveedor. Sin embargo, debido a que algunos estándares y especificaciones no se encuentran del todo concluidos o son de muy reciente edición, y por otra parte la funcionalidad prevista en ellos se da en forma propietaria, se aceptará esta modalidad siempre y cuando, el proveedor se comprometa por escrito a cumplir con las recomendaciones, estándares y las especificaciones publicadas, en un plazo no mayor a 12 meses, sin costo adicional y a solicitud de Pemex, considerando el periodo de garantía establecido para los equipos.

IV.6.3.1 Especificaciones del Foro ATM

Descripción
UNI V.3.1
PNNI V. 1.0
LANE sobre ATM V.1.0
Especificación de administración de cliente LANE
FRAME UNI
Emulación de circuitos
Desarrollo de la especificación MPOA
Señalización UNI V.4.0
Administración de tráfico V.4.0
ILMI V.4.0
E3 UNI
Capa física E1
Seguridad V.1.0

Tabla 4.5 Foro ATM

IV.6.3.2 Recomendaciones de la ITU-T

Descripción	Recomendación
Especificación de la interfaz física/eléctrica	G.703
Características de entramado	G.704
Alineación de trama y procedimiento CRC (<i>cyclic redundancy check</i>)	G.706
Aspectos generales de sistemas de transmisión digital: velocidades SDH	G.707
Aspectos generales de sistemas de transmisión digital: equipo terminal interfaz nodo de red para SDH.	G.708
Aspectos generales de sistemas de transmisión digital: equipo terminal interfaz estructura de multiplexaje síncrono para SDH.	G.709
Estructura de trama E1.	G.732
Estructura de trama E3.	G.741
Características de equipo de multiplexaje SDH: Bloques funcionales.	G.783
Mapeo de celdas	G.804
BER (Desarrollo de una conexión de operación digital internacional)	G.821
Características funcionales de la B-ISDN	I.150
Aspectos de servicio de la B-ISDN	I.211
Modelo de referencia de protocolo B-ISDN y su aplicación	I.321
Arquitectura funcional de la B-ISDN	I.327
Rendimiento de transferencia de celdas capa ATM para B-ISDN	Q.93B
Calidad de servicio, QoS.	I.350
Especificaciones de la capa ATM para B-ISDN.	I.361
Descripción funcional de la capa de adaptación ATM (AAL).	I.362
Especificación de la capa de adaptación ATM (AAL).	I.363
Servicios de datos no orientados a conexión de banda ancha sobre B-ISDN	I.364
Administración de la congestión para la trama ISDN	I.370
Control de tráfico y administración de recursos	I.371
Interoperación de servicios de portador Frame Relay.	I.555
Principios de operación y mantenimiento.	I.610
Especificación de la capa de datos del interfaz usuario red de B-ISDN.	Q.921
Especificación de la capa de enlace de datos ISDN para servicios soportados en modo de trama.	Q.922
Especificación de la interfaz usuario a red capa 3 para llamada básica y control de conexión ISDN.	Q.931

Tabla 4.6 ITU-T

IV.6.3.3 Estándares de la IEEE/ANSI

Descripción	Estándar
Protocolo Ethernet	IEEE 802.3
Interfaz de datos distribuida por fibra (FDDI)	ANSI X3T9.5
Control de congestión para Frame Relay	ANSI T1.618
Descripción de los servicios Frame Relay	ANSI T1.606

Tabla 4.7 IEEE/ANSI

IV.6.3.4 Especificaciones del IETF

Descripción	Especificación
Encapsulación de multiprotocolo	RFC 1483
Frame Relay sobre ATM	RFC 1490
IP sobre ATM	RFC 1577
MIB II (<i>Management Information Base</i>)	RFC 1213
Estructura de la información de administración	RFC 1155
Bases de datos de la información de administración.	RFC 1156
SNMP (Protocolo Simple de Administración de Red)	RFC 1157
Tabla de interfaz MIB	RFC 1573
E3 MIB	RFC 1407

Tabla 4.8 IETF

IV.6.4 Características de las interfases

Las interfases Frame Relay básicamente serán conectadas a equipos ruteadores de usuarios, cumpliendo la funcionalidad que se describe en cada uno de los grupos de Pemex. La cantidad y las velocidades de operación de las interfases para cada uno de los conmutadores ATM se encuentran detalladas en la descripción de topologías.

Las interfases ATM, para el caso del conmutador de México, serán utilizadas para la conexión con conmutadores ATM. En el conmutador de Poza Rica, se han considerado interfases que serán conectadas a conmutadores ATM de usuario en proceso de adquisición. Así mismo, se incluyen las interfases ATM requeridas para interconexión de los conmutadores ATM.

En algunos casos, debido a la limitación del ancho de banda disponible en el sistema de transmisión, de acuerdo con las especificaciones dadas, se han asignado 4 canales E1. En estos casos, el conmutador ATM deberá cumplir con la funcionalidad de multiplexación inversa, a fin de manejar las troncales de red como si fuera un bus de 8 Mbps.

Las interfaces E1 para servicios de voz, video y datos, se han incorporado para llevar a cabo la interconexión de los conmutadores telefónicos, los equipos de videoconferencia y los conmutadores de paquetes.

La tabla 4.9, nos especifica las interfaces que serán equipadas en los conmutadores ATM.

Interfaz	Velocidad
Frame Relay (V.35)	De 64 Kbps hasta 2.048 Mbps
Frame Relay (G.703)	De 64 Kbps hasta 2.048 Mbps
X.25 (V.35)	64 Kbps
FDDI (PHY/PMD)	100 Mbps
ATM UNI 3.1	De 34 Mbps hasta 155 Mbps
ATM P-NNI V. 1.0	De 34 Mbps hasta 155 Mbps
IEEE 802.3 (10 base 2)	10 Mbps
Voz (G703/G704)	2.048 Mbps
Video (G703/G704)	2.048 Mbps
HDLC (G703/G704)	De 64 Kbps hasta 2.048 Mbps

Tabla 4.9 Interfaces para conmutadores ATM

IV.6.5 Sistema de alimentación

En la tabla 4.10 se indican los sitios en donde serán instalados equipos ATM y que ya cuentan con sistemas de energía ininterrumpible o banco de baterías de respaldo, por consiguiente en estos sitios los conmutadores ATM serán conectados a estos sistemas de energía, siempre y cuando sea suficiente la capacidad disponible de acuerdo a la tabla. En caso contrario deberán proponerse cargadores y bancos de batería.

Conmutador	Capacidad UPS (KVA)	Disponibilidad (KVA)	Tiempo de respaldo (min)	Tensión de salida (VAC)
MÉXICO	30	9	30	110/220
POZA RICA	25	22	30	110/220
MADERO	10	9	30	110/220
VERACRUZ	30	15	30	111/220
MONTERREY	20	10	30	110
REYNOSA	25	10	30	110
GUADALAJARA	20	10	30	110/220
VILLAHERMOSA (Tabasco 2000)	Cuenta con cargador y banco de baterías			-48 VCD

Tabla 4.10 Ubicación de equipos

IV.6.6 Sistema de alimentación con cargadores y bancos de baterías

A continuación se indican los sitios donde no se cuenta con sistema de respaldo de energía primaria y por lo tanto el proveedor deberá suministrar los sistemas de alimentación requeridos con cargadores y bancos de baterías.

Commutador
MORELOS
SEDE PETROQUÍMICA
SALAMANCA
MINATITLAN
SALINA CRUZ
SEDE P.E.P.
CD. PEMEX
CD. DEL CARMEN

Tabla 4.11 Sitios que no cuentan con sistemas de respaldo

IV.6.7 Especificaciones técnicas de la red de acceso al backbone

Otra de las fases que son primordiales dentro de la estructura del proyecto, es definir las especificaciones que se deberán cubrir para la instalación de las redes LAN de la Cd. de México.

Para conectar las redes LAN instaladas en los diferentes pisos y edificios del Centro Administrativo a la red ATM de alta velocidad, se considera la necesidad de instalar una red de cables de fibra óptica, así como la instalación de equipos de conmutación y ruteo que en su conjunto permitan concentrar las diferentes redes y enrutar la información hacia el nodo principal de la red ATM. Así pues, el *backbone* estará integrado por:

- Elementos pasivos o medios de transmisión
- Elementos activos o equipos de conmutación

IV.6.7.1 Elementos pasivos del backbone

El medio de transmisión del *backbone* estará integrado por cables de fibra óptica y cubrirá todos los pisos del Centro Administrativo, los cables ópticos rematarán en gabinetes y cajas de conexión terminados en conectores ST. El cable se está contratando por separado.

IV.6.7.2 Elementos activos del backbone

El *backbone* estará integrado por cuatro conmutadores ATM, mismos que se encontrarán conectados entre si formando una malla, dicho grupo estará integrado a la red ATM de alta velocidad mediante dos puertos ATM de 155 Mbps, contando también, con una interfaz adicional para conectarse al *backbone* de la Dirección Corporativa de Finanzas a la velocidad de 155 Mbps.

Por su parte, los conmutadores de redes LAN, es decir, las plataformas de LAN o LanSwitch, permitirán integrar las redes existentes en las oficinas y conectarlas al *backbone* local mediante una interfaz ATM a 155 Mbps, en dicha conexión hacia el puerto ATM se utilizará fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm .

La parte activa del *backbone* estará formada por los siguientes equipos:

- 18 conmutadores de red LAN, que se instalarán de acuerdo a la distribución de redes LAN del Centro Administrativo ubicadas en la Torre Ejecutiva, edificios B1, B2, A, C, D y ExItam.
- Se dispondrá de 4 conmutadores ATM multimedia, es decir, para voz, datos, video, audio, Frame Relay, los cuales serán instalados en el piso 2 de la Torre Ejecutiva, piso 12 B1, y piso 6 de los edificios A y B2.

Estos conmutadores en su conjunto integrarán el *backbone* ATM local del Centro Administrativo. Así mismo contarán con un servidor de ruteo conectado en un puerto del conmutador ATM instalado en el piso 12 del edificio B1, o en cualquier otro conmutador ATM que previamente se designe.

IV.6.7.3 Especificaciones de los elementos activos

A continuación daremos a conocer las diferentes funciones y especificaciones que deberán cumplir los elementos activos.

Conmutadores de redes LAN:

Los LanSwitch concentrarán las redes locales en una determinada sección de los edificios. Además serán capaces de aceptar redes Ethernet con diferentes interfases, diferentes protocolos y diferentes sistemas operativos, al igual que redes Token Ring.

Los conmutadores entre sus funciones deberán permitir el tráfico entre redes conectadas al mismo conmutador de red y hacia otras redes del *backbone*, canalizando la saturación a través del puerto ATM. A su vez permitirá el establecimiento de redes LAN virtuales y el establecimiento de la función *LANE* en los enlaces ATM del *backbone* cuando así se requiera.

Adicionalmente a lo antes mencionado, los conmutadores de redes LAN deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- Aceptar la conexión de varias redes LAN simultáneamente ofreciendo un ancho de banda de 10 Mbps a cada puerto en forma independiente.
- Ofrecer ruteo de tráfico de redes LAN tradicionales y adaptación y ruteo de tráfico de redes LAN sobre ATM.
- Operar en *full duplex*
- Capacidad inicial de 24 puertos Ethernet, pero con posibilidad de ampliación hasta un 100% como mínimo.
- Permitir la conexión a par trenzado 10-baseT para remate con conectores RJ-45 que deje utilizar el cable UTP 5 o cable coaxial delgado RG-58 suministrando los acopladores correspondientes.
- Se tendrá la capacidad de un puerto ATM tipo UNI3.1 que cumpla con las especificaciones del Foro ATM.
- Operar en un ambiente de red ATM con interfaz física empleando conectores tipo ST para acoplamiento a fibra óptica multimodo, operando a la velocidad de 155 Mbps en jerarquía STM1/SDH. En caso de que el equipo no disponga de este tipo de conector se deberán proporcionar los adaptadores que se requieran.
- Disponer de la facilidad *LANE* de acuerdo al Foro ATM y ruteo de IP clásico, auxiliándose del servidor de ruteo de ser necesario.
- Disponer de otros protocolos como Fast Ethernet para operar a 100 Mbps y conectar directamente servidores y terminales.
- Disponer de redundancia en los buffers, memoria y fuentes de alimentación.
- El equipo deberá ser una plataforma integral, es decir, que el equipo este integrado en una sola unidad y no de unidades independientes interconectadas.
- Permitir el establecimiento de redes VLANs.
- Capacidad de memoria central y buffers suficientes para atender la demanda de tráfico a su máxima capacidad
- Disponer del protocolo para administración de redes tipo SNMP para operar en plataforma HP Open View para administración, operación y mantenimiento del *backbone* y habilitar la facilidad cuando se requiera.

IV.6.7.4 Conmutadores ATM multimedia

Estos conmutadores operan en un ambiente ATM formando un *backbone* con otros conmutadores ATM conectados entre si en forma de malla.

Los equipos de conmutación ATM, permitirán transferir el tráfico de las redes conectadas a los conmutadores de redes LAN, a las direcciones requeridas dentro del mismo edificio o hacia otro conmutador ATM del *backbone*, lo que permitirá el tráfico entre redes LAN instaladas en diferentes edificios y en el caso de tráfico hacia el exterior, este se canalizará hacia la red WAN de alta velocidad.

Se permitirá el establecimiento de redes VLANs y la facilidad de *LANE* para integrar las diferentes redes localizadas en lugares físicos diferentes como una sola red lógica. Además de lo ya mencionado, los conmutadores ATM deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- Una matriz de conmutación libre de bloqueo, para el transporte de voz, datos, video y audio perfectamente integral para operar al nivel de campus integrado en un gabinete con tarjetas intercambiables y fuente de poder interconstruida.
- Capacidad de soportar los niveles de adaptación del Foro ATM. Para permitir la conmutación y transporte de Frame Relay, X.25 y HDLC.
- Proporcionar el servicio de *LANE* de acuerdo a las recomendaciones del Foro 7 de ATM.
- Capacidad de soportar puertos Ethernet y Token Ring.
- Capacidad mínima de 10 a 14 puertos ATM operando a la velocidad de 155 Mbps, de acuerdo con la jerarquía STM1/SDH, ampliable al 100% de su capacidad con sólo agregar tarjetas.
- Capacidad de soportar audio y video integral de acuerdo a la norma H.320, JPEG y MPEG.
- Disponer de puertos del tipo P-NNI para conectarse a otros conmutadores ATM de la misma red. Estos puertos operarán a la velocidad de 155 Mbps entre conmutadores ATM del *backbone* y hacia la red ATM.
- Disponer de puertos del tipo UNI3.1 para aceptar la conexión ATM de los conmutadores de red y para conectarse a la red ATM de base. Estos puertos operarán a la misma velocidad de 155 Mbps.
- Operar en forma de circuito virtual permanente y circuito virtual conmutado, empleando protocolos estandarizados.
- Facilidad de establecer diferentes tipos de servicios según demanda (QoS).
- Facilidad para establecer un sistema de tarificación de acuerdo con el tráfico causado por los usuarios.
- Disponer de software para obtener estadísticas de tráfico.

IV.7 Investigación de mercado y concurso de licitación

Este concurso se llevo a cabo en 2 fases las cuales implican:

IV.7.1 Investigación del equipo que se implementará

Petróleos Mexicanos realizó una licitación internacional para la adquisición de su nueva infraestructura de telecomunicaciones. Las compañías que concursaron en dicha licitación, fueron las siguientes con sus respectivos productos participantes:

Compañía	Equipos
Global One (Sprint Mex)	Alcatel, Nortel
AT & T	AT & T
Red UNO	Cisco - Stratacom
Intersys	Cisco - Stratacom
Nortel (Northern Telecom)	Vector, Passport
Alcatel	Alcatel
Fore Systems, Inc.	Fore Systems

Tabla 4.12 Proveedor y sus productos

Los equipos de las empresas Global One, AT & T, Alcatel y Fore System fueron descartadas porque en el momento de detallar los aspectos técnicos de sus equipos no contaban con la funcionalidad de voz liberada. Las empresas que satisfacían los requerimientos técnicos mínimos se muestran en la tabla 4.13.

Compañía
Red UNO
Intersys
Nortel (Northern Telecom)

Tabla 4.13 Empresas que cumplieron con los aspectos técnicos

IV.7.2 Evaluación de las soluciones integrales propuestas de cada empresa

A continuación se presenta una visión comparativa y en forma general de las propuestas ofrecidas por Red UNO e Intersys con equipos Cisco-Stratacom y Nortel con equipos Passport y Vector para la integración de un ambiente ATM.

Para los equipos Cisco se propone una solución con un ruteador central de la familia 7500 el cual permite la comunicación entre las redes metropolitanas, a nivel nacional e internacional complementado por dos conmutadores, uno de la serie 5000 que realiza la integración LAN/WAN el cual nos permite la conversión del protocolo actual a la tecnología ATM así como el mapeo de direcciones IP a direcciones ATM puras siendo esta una solución propuesta a las necesidades de transmisión de datos.

El segundo equipo de la serie 1010 forma la estructura de backbone ATM. Con lo que respecta a videoconferencia se tendrá un enlace dedicado conectando el backbone ATM y la sala de videoconferencia auxiliado por un equipo conmutador PBX para garantizar la calidad requerida del video sobre aplicaciones ATM.

Para la parte de voz se tendrá el mismo conmutador PBX, el cual va conectado al backbone ATM llevando a cabo la tarea de garantizar la calidad de servicio de comunicación entre las centrales telefónicas. El PBX se conecta a un equipo IGX el cual permite el intercambio de un ancho de banda bajo a un ancho de banda con capacidad ATM haciendo más eficiente el canal de transmisión.

De manera esquemática en la figura 4.8 se puede observar la propuesta de los equipos Cisco.

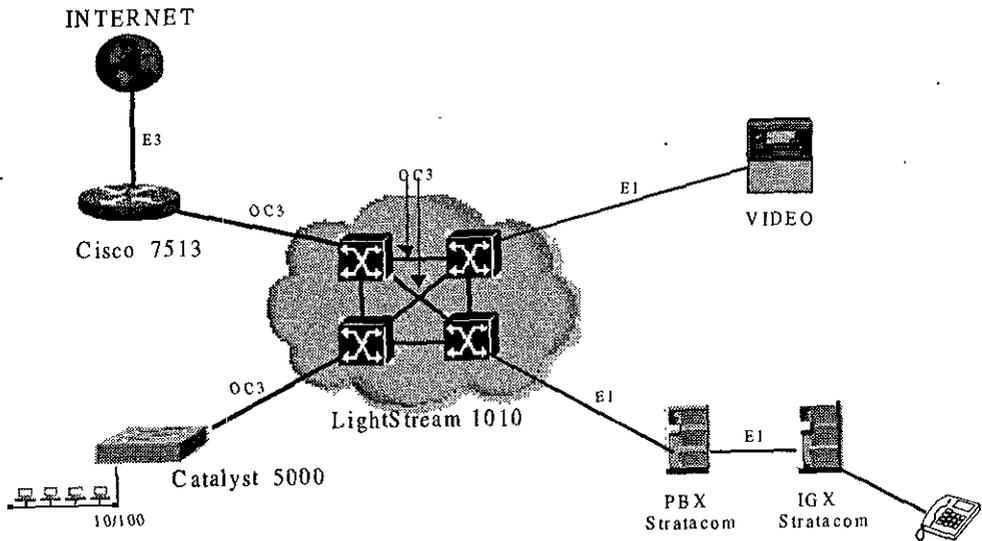


Figura 4.8 Solución propuesta con equipo Cisco-Stratacom

Por otro lado:

Nortel propone una solución basada en la conexión de sus equipos Passport y Vector.

En la cual se tendrá un backbone central compuesto por equipos Passport de la serie 6400 complementado por un equipo Magellan Vector el cual optimiza la administración y la calidad del servicio ATM.

Un segundo equipo Passport de la serie 4450 realiza la integración LAN/WAN y el mapeo de direcciones IP a direcciones ATM. Cabe mencionar que no se requiere un ruteador puesto que los equipos Passport realizan funciones de ruteo.

Con lo que respecta a videoconferencia se tendrá un enlace dedicado entre el backbone ATM y la sala de videoconferencia, complementado con un equipo conmutador PBX para garantizar la calidad del servicio.

Para la solución de voz Nortel solamente conecta un conmutador PBX al backbone central ATM; como característica particular, en los equipos de Nortel no se requiere un un convertidor, como la solución propuesta por la plataforma Cisco-Stratacom.

De manera esquemática en la figura 4.9 se puede observar la propuesta con los equipos Nortel.

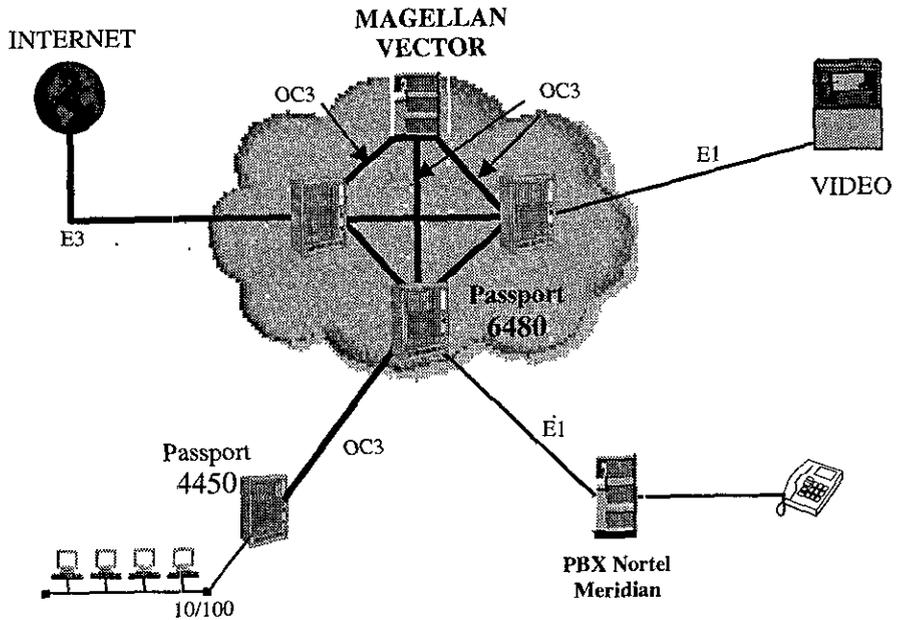


Figura 4.9 Solución propuesta con equipos Magellan Passport y Vector de Nortel

Básicamente, estas son las dos principales propuestas las cuales se analizaron y estudiaron, a manera de elegir la más apropiada para la implantación de la red.

Tales consideraciones contemplaron algunos aspectos claves que se tomaron en cuenta para la decisión final.

Un punto importante de considerar es que Pemex ya cuenta con una infraestructura de comunicaciones basada en la plataforma de equipos Cisco y que desea una transición transparente a la nueva tecnología ATM.

Después de haber analizado ambas propuestas hemos obtenido las siguientes conclusiones, donde los equipos de Nortel no cumplen con ciertas especificaciones requeridas en la licitación, como son:

Nortel no alcanza a manejar los 2.5 Gbps de tráfico que como mínimo se establecía en la licitación.

Se pidió una construcción modular hasta el nivel de tarjetas para el conmutador ATM; el conmutador de Nortel si cuenta con una construcción modular solamente que no se permite el intercambio de tarjetas sin que se interrumpa el servicio del conmutador.

Nortel no tiene considerados los sistemas de alimentación ininterrumpible UPS para sus conmutadores ATM.

Las configuraciones de Nortel no consideraron equipos redundantes, cosa que se considera riesgosa en caso de que fallara un equipo de misión crítica.

Los conmutadores de Nortel tienen problemas para manejar las cuatro diferentes clases de servicio AAL1, AAL2, AAL3/4 y AAL5; mismas que se pedía en la licitación y que impiden realizar aplicaciones tales como:

- Servicio orientado a la conexión que permite una capacidad constante, ya que presenta algunas descompensaciones de sincronización .
- No presenta una calidad de transmisión adecuada de sincronización en el manejo del ancho de banda.
- No tiene un equilibrio idóneo en el manejo de los protocolos X.25, Frame Relay y TCP/IP

En cuestión de rendimiento las dos propuestas son viables, aunque los equipos de Nortel tienen completamente definida la liberación de voz presentan aspectos que restringen la calidad del flujo de la información (como característica particular la funcionalidad de ruteo); siendo básicamente estos los aspectos deficientes que se pudieron observar durante el análisis, mientras que el equipo Cisco cumplía de manera satisfactoria.

A continuación se presentará una tabla comparativa de ventajas y desventajas con base en la información presentada y de acuerdo a las características de desempeño analizadas, con las que llegamos a la conclusión de que la mejor opción para Pemex es la plataforma Cisco-Stratacom.

	Cisco-Stratacom	Nortel
Ventajas	Construcción modular Fuentes de poder redundantes Tolerancia a fallas con balanceo de cargas Intercambio rápido de módulos (Hot-swap) Manejo de puertos espejo (port mirroring) Conmutadores totalmente inbloqueables Ruteo basado en el QoS 100 por ciento de equipos redundantes Un cableado mínimo interno Fácil administración de los equipos con el Cisco IOS Equipo redundante (para trabajo en misión crítica) Utilización en tiempo real de los componentes Manejo óptimo del broadcast en la red	Construcción modular Sofisticación en la administración del tráfico Alto desempeño en los elementos de la red Señalización transparente de los canales Alto desempeño en sus interfases físicas
Desventajas	Equipo redundante (puede aumentar el costo por adquisición de más equipos)	No tiene el soporte de equipo redundante lo que contribuye a aumentar el riesgo de fallas para trabajo de misión crítica Entrega limitada de QoS No soporta los 2.5 Gbps de conmutación como mínimo No permite una funcionalidad óptima del ruteo entre sus equipos

Por tal motivo y después de ver analizado las diferentes características y los requerimientos de Pemex, se elige a la plataforma Cisco como la propuesta ganadora. Para lo cual, una vez elegido el equipo a utilizar en la instalación, las empresas resultantes que ofrecían tal servicio eran:

Compañía
Red UNO
Intersys

Cada una de las compañías presentaron las cotizaciones respectivas de sus productos y de acuerdo al presupuesto con el que contaba Petróleos Mexicanos designó como ganadora a la empresa Intersys quién sería la que proveería de nueva infraestructura de telecomunicaciones a la empresa.

Es importante mencionar que la adquisición de equipos y su implementación es de manera progresiva y que algunas dependencias de Petróleos Mexicanos están en proceso de migrar a la tecnología ATM. El backbone a la fecha esta implementado y continua el proceso de instalación e incorporación de las dependencias foráneas de acuerdo al presupuesto que destinen.

CAPÍTULO V

Adquisición de equipos

A continuación se proporciona una breve descripción del equipo adquirido, así como sus características más importantes y generales por las cuales fueron seleccionados.

V.1 Cisco LightStream 1010

El LightStream 1010 es el primero de una serie de conmutadores nuevos de Cisco que representa la próxima generación de sistemas conmutados de trabajo en grupo y de campus ATM. El LightStream 1010 es un conmutador de 5-Gbps modular diseñado para el uso en dichos sistemas conmutados, dependiendo de la naturaleza de las interfaces empleadas.

El LightStream 1010 usa cinco - ranuras, chasis modular que se caracteriza por la opción dual, tolerantes a fallas, compartiendo la carga las fuentes de alimentación. La ranura central del LightStream 1010 está dedicada para el módulo de procesador de conmutador ATM (ATM Switch Processor, ASP) que soporta los 5-Gbps de memoria compartida, conmutador totalmente inbloqueable, junto con su tarjeta de aspecto, y el procesador RISC de alto rendimiento que provee la inteligencia para el dispositivo. Singularmente, las características del módulo ASP también se mejora en el campo, permitiendo al conmutador cambiar las especificaciones ATM. Las ranuras restantes soportan a cuatro módulos transportadores de intercambio de calor (Carrier Modules, CAMs), cada uno que, a la vez, puede soportar a dos módulos de adaptador de puerto (Port Adapter Modules, PAMs), para un máximo de ocho PAMs por conmutador, apoyando una variedad amplia de PCs de escritorio, *backbone*, e interfaces de área amplia ATM.

El LightStream 1010 ofrece la sofisticación y la profundidad de funcionalidad requerida para cierto despliegue de producción ATM. El avanzado mecanismo de gestión de tránsito permite el soporte de corriente, explosivo, mejor-esfuerzo de tránsito, mientras también entregando la calidad de servicio, las garantías requeridas para las aplicaciones del futuro. La velocidad de bit disponible permite controlar la congestión del LightStream 1010 para demorar las fuentes de tránsito antes de que la congestión llegue a ser excedente, mientras soportan los protocolos PNNI del foro ATM. Permite redes de LightStream 1010 para llegar a centenares de módulos mientras todavía entregando interoperabilidad, ruteo basado en el QoS. Las capacidades de valor agregado permiten listas de acceso para ATM y la carga se comparte a través de ligas redundantes. Toda esta sofisticación se oculta, sin embargo, las capacidades de plug-and-play del LightStream 1010, mientras las funciones de gestión avanzadas permiten niveles inauditos de control y visibilidad de la red.

Tabla 5.1 Resumen de características del conmutador LightStream 1010

Características	Descripción
Capacidad para conmutar y procesar	5-Gbps de memoria compartida, conmutador sin bloqueo 65,536 celdas ATM compartidas Procesador de 16-MB DRAM estándar, máximo 64 MB. 8-MB de memoria flash estándar, expandible a 16 MB, 20 MB a través de tarjetas flash PCMCIA.
Imágenes de software	Imagen por default con protocolo IISP. Imagen PNNI opcional con capacidad plug-and-play.
Módulos de adaptador de puertos	PAM con 1 SONET STS12c/STM4c puerto de fibra monomodo, conector SC PAM con 4 SONET STS3c/SDH STM1 puertos de fibra multimodo, conectores SC PAM con 4 SONET STS3c/SDH STM1 puertos de fibra monomodo, conectores SC PAM con 4 SONET STS3c/SDH STM1 puertos UTP-5, conectores SC PAM con 1 SONET STS12c/SDH STM4c puerto de fibra monomodo, conectores SC PAM con 2 puertos DS3, conectores BNC PAM con 2 puertos E3, conectores BNC
Interfaz reguladora de tiempo	Temporizador cíclico, precisión de reloj en la Capa 4 para autorregulación de tiempo, puerto maestro de distribución de reloj.
Administración del acceso	Ethernet estándar y puertos seriales duales EIA/TIA 232 sobre modulo ASP.
Conexiones	32,000 punto-a-punto, 2,048 punto-a-multipunto Conmutación VC y VP, VP tunneling PVC y SVC F4 y F5 OAM segmento y corrientes fin-a-fin, RDI y AIS OAM consulta sobre IP o direcciones ATM
Señalización y ruteo	UNI 3.0, UNI 3.1, ILMI, PNNI fase 1, IISP Soporta PVC/SVC Acceso a listas ATM y firewalls Modo Plug-and-play con imagen PNNI Soporta ligas redundantes con balanceo de carga o la más conveniente selección
Administración del tráfico	Modo simple o dual para la política de tráfico. Paso de tráfico por puerto. Multiple, configurable por conexión, puerto y conmutador de entrada. Clases de prioridad múltiples. Todos los tipos de conexiones ATM y AALs. Control de admisión de conexión. CLP Marcado y desecho (tagging and discard). Desecho de paquetes inteligente. Dispone soporte para la velocidad de bits: marcado EFCI y marcado de velocidad relativa.
Administración de la red	Leds para puertos Rx y Tx, leds para conmutador y estado del equipo. Puerto espía y conexión gobernante. MIB múltiple estándar y MIB múltiple de empresa. Interfaz de línea de comando basándose en texto sobre interfases de ruteo familiares. Capacidades de seguridad estándar Cisco IOS: passwords y TACACS Telnet, TFTP, BOOTP, cliente LANE, RFC 1577 Clásico IP sobre cliente ATM para administración de acceso. Aplicación gráfica CiscoView para configuración y administración de dispositivo. Sistema de administración gráfico para aplicación AtmDirector.
MTBF	7.1 años para configuración de sistema.

Características estándares

- Chasis de cinco ranuras (igual al Catalyst 5000) con ATM backplane y bandeja para ventilador
- Opcionalmente redundantes, autosensado, load-sharing suministrar poder, cada uno con cable de poder
- Módulo ASP con características de campo reemplazable y un procesador a 100-MHz MIPS R4600 corriendo el software Cisco IOS
- CAMs, cada uno soportando más de dos módulos de adaptadores de puerto
- PAMs, cada uno soportando un número variable de interfaces

V.2 Cisco Catalyst 5000

La serie Catalyst 5000 es un sistema modular de conmutadores que provee interfaces de alta-densidad conmutadas de Ethernet y Fast Ethernet para instalaciones y aplicaciones alámbricas y centro de datos. La serie de sistemas Catalyst 5000 provee una LAN virtual y conmutación optativa multicapas con el sistema operativo de interred de Cisco (Cisco Internetwork Operating System, Cisco IOS). El diseño modular permite dedicar conexiones a 10-Mbps Ethernet y 100-Mbps Fast Ethernet a segmentos de LAN existente o a los servidores y estaciones de trabajo de alto rendimiento usando cables de par trenzado sin blindaje, par trenzado con blindaje, y de fibra óptica. La arquitectura de conmutación incluye un backbone que integra 1.2 gigabits-por-segundo de datos conmutados que soporta usuarios a velocidades conmutadas de Ethernet y Fast Ethernet a través de una gama amplia de interfaces de backbone incluyendo Fast Ethernet, la interfaz de datos distribuida por fibra y ATM.

Las cinco ranuras, del chasis modular de la serie Catalyst 5000 tiene los siguientes aspectos; tolerante a fallas de poder con una opción dual de fuente de alimentación de AC y un complemento de módulos de interfaces de intercambio de calor. (Los medios de intercambio de calor que tienen los componentes del sistema pueden quitarse, agregarse, o cambiarse sin reinicialización o tomando el sistema fuera línea) Las cinco ranuras del módulo soportan el motor requerido de supervisor y, en las restantes cuatro ranuras, cualquier de los siguientes módulos de interfaces:

- 24 interfaces --- 10BaseT (10-Mbps Ethernet)
- 48 interfaces --- 10BaseT (10-Mbps Ethernet) de conmutación en grupo
- 12 interfaces --- 10BaseFL (10-Mbps Ethernet, MMF)
- 12 interfaces --- Auto-negociando 10/100BaseTX (100-Mbps Fast Ethernet, MMF)
- 12 interfaces --- 100BaseFX (100-Mbps Fast Ethernet)
- 12 interfaces --- 100BaseFX (100-Mbps Fast Ethernet, 6 SMF/6 MMF)
- Un apego dual de estación --- 100-Mbps CDDI / FDDI
- Interfaz PHY dual --- 155-Mbps ATM (límite de tres módulos únicos)

Tabla 5.3 Características de la serie Catalyst 5000.

Características	Descripción
Colocación	Rack-mounted, frente o respaldo (<i>rack estándar de 19-inch</i>)
Commutador backplane	1.2-Gbps, soporta un millón de paquetes por segundo (pps)
Memoria	4-MB <i>Flash memory</i> (memoria de destello) 8-MB DRAM 256-KB NVRAM 512-KB EPROM
Interfases	Supervisor de consola: DB-25 (hembra) Supervisor 100BaseTX: RJ-45 (hembra), MII 1(hembra) Supervisor 100BaseFX: MMF (SC), SMF (SC) 10BaseT: RJ-21 (hembra, Telco) 10BaseFL: ST (hembra) 100BaseTX: RJ-45 (hembra) 10/100BaseTX: RJ-45 (hembra) 100BaseFX: MMF (SC), SMF (SC) CDDI: RJ-45 (hembra) FDDI: MMF (MIC), SMF (ST) Conector de switcheo óptico de desviación: 6-pin mini-DIN ATM:RJ-45, MMF (SC), SMF (SC)
Duplex	10-Mbps Ethernet: Full o half dúplex 100-Mbps Fast Ethernet: Full o half dúplex 10/100-Mbps Fast Ethernet: Velocidad de auto-negociación y dúplex FDDI: Half dúplex ATM: Full dúplex
Administración de la red	Protocolo desarrollado por Cisco VLAN protocolo de tronco SNMP agente v1 (RFC 1155-1157) SNMP MIB II (RFC 1213) Cliente Telnet RMON (4 grupos) Ethernet MIB (RFC 1398) Tabla de interfaz (RFC 1573) Puente MIB (1493) FDDI MIB (RFC 1512) SMT 7.3 (RFC 1285) AtoMIC MIB (RFC 1695) ILMI MIB Cisco grupo de trabajo MIB LEC MIB (LANE v1.0 del foro ATM) Cisco LECS MIB Cisco LES/BUS MIB
Máxima distancia de cableado de estación-a-estación	10BaseT Ethernet: UTP de categoría 5: 328' (100 m) 10BaseFL Ethernet: 62.5/125-fibra de microondas: 1.24 miles (2 km) 100BaseTX Fast Ethernet: Categoría 5 UTP: 328' (100 m) 10/100BaseTX Fast Ethernet: Categoría 5 UTP: 328' (100 m) 100BaseFX Fast Ethernet: 62.5/125 fibra multimodo (400 m half dúplex, 2 km full duplex) 8.7/125 fibra monomodo (10 km full o half duplex) CDDI: Categoría 5 UTP: 328' (100 m) FDDI: 62.5/125 fibra multimodo, 2 km 8.7/125 sobre fibra monomodo, 10 km ATM LAN módulo de emulación UTP: Categoría 5 UTP: 328' (100 m) ATM LAN fibra multimodo módulo de emulación: 62.5/125 fibra de microondas, 2 km ATM LAN fibra monomodo módulo de emulación: 8.7/125 fibra de microondas 10 km

Especificaciones Fibra óptica	<p>Las siguientes especificaciones multimodo son aplicables al Catalyst 5000 módulos de línea WS-X5005, WS-X5011, WS-X5155, WS-X5114, WS-X5101, WS-X5158</p> <p>Rendimiento de transmisión de energía: 19 a 14 dBm Sensibilidad de recepción: 32.5 a 14 dBm Longitud de onda: 1270 a 1380 nm Fuente óptica: LED Extensión máxima: 2 km</p> <p>Las siguientes especificaciones monomodo son aplicables al Catalyst 5000 módulos de línea WS-X5006, WS-X5157, WS-X5114, y WS-X5154:</p> <p>Rendimiento de transmisión de energía: 14 a 8 dBm Sensibilidad de Recepción: 32.5 a 8 dBm Longitud de Onda: 1261 a 1360 nm Fuente Óptica: LASER Extensión Máxima: 10 km</p> <p>Las siguientes especificaciones monomodo son aplicables al Catalyst 5000 modulo de líneas WS-X5104:</p> <p>Rendimiento de transmisión de energía: 4.0 a 7.0 dBm Sensibilidad de recepción: 33 a 14 dBm Fuente óptica: LASER Extensión máxima: 30 km</p>
Aprobaciones de agencia	<p>FCC Clase A (47 CFR Parte 15) EN 55022A Clase B sobre UTP protegido VCCI Clase 1 sobre UTP VCCI Clase 2 sobre UTP protegido UL 1950 CSA-C22.2 No. 950 93 EN 60950 CE Mark sobre UTP protegido</p>
Leds	<p>Led Status sobre cada módulo mostrando exitosamente completo, fracaso menor y mayor de diagnostico de poder Link Good LED muestra el estado de cualquier interfaz Switch Load LEDs muestra la utilización del backplane</p>

V.3 Cisco 7513

La serie Cisco 7500 es la primer plataforma de ruteadores multiprotocolo de gran desempeño de Cisco, que incluye el Cisco 7505, el Cisco 7507, y el Cisco 7513. Estos sistemas combinan la tecnología de software de sistema probado por Cisco con la confiabilidad excepcional, disponibilidad, serviabilidad, y características de desempeño para encontrar los requerimientos de la mayoría de las misiones críticas de las interredes de hoy. La serie Cisco 7500 provee profesionales de sistemas de información con la flexibilidad que ellos necesitan encontrar constantemente los cambios requeridos en el núcleo y distribución de puntos de la interred.

Las características del Cisco 7505 son de un bus extendido de Cisco (Cisco Extended Bus, CyBus), y el Cisco 7507 y 7513 se caracterizan por CyBuses duales. La red de interfases radica sobre una interfaz modular de procesadores, que provee una conexión directa entre el CyBus y una red externa. El Cisco 7505 usa el RSP1, y el Cisco 7507 y 7513 usan el RSP2.

La serie Cisco 7500 corre el software líder en la industria de trabajo en redes, el sistema operativo interred de Cisco (Cisco IOS). El software Cisco IOS asegura interredes confiables, robustas para soportar los protocolos para LAN y WAN, perfeccionando servicios de las WANs, y controlando el acceso de interredes. Además, el software Cisco IOS permite la administración e instalación centralizada, integrada, y automatizada de las interredes.

La serie Cisco 7500 ofrece características de software, de licencias, que permite a los usuarios seleccionar el paquete que mejor se apega a sus necesidades. Se puede seleccionar desde seis aspectos, que pueden mejorarse con licencias adicionales. Si los requerimientos cambian en el futuro, se puede ir actualizando de acuerdo a las necesidades.

El Cisco 7505 contiene cinco ranuras (una ranura para el RSP1, y cuatro ranuras para la interfaz de procesadores); el Cisco 7507 contiene siete ranuras (dos ranuras para RSPs, y cinco ranuras para interfaz de procesadores); y por último el Cisco 7513 contiene trece ranuras (dos ranuras para RSPs, y once ranuras para la interfaz de procesadores). Los tipos de interfases de procesador son los siguientes:

- Modo de transferencia asíncrono (ATM)
- Interfaz de procesador (AIP)
- Segunda generación del procesador de interfaz de canal (CIP2)
- Procesador de interfaz Ethernet (*Ethernet Interfaces Processor, EIP*)
- Procesador de interfaz Fast Ethernet (*Fast Ethernet Interface Processor, FEIP*)
- Procesador de interfaz de FDDI (*FDDI Interface Processor, FIP*)
- Procesador de interfaz serial rápida (*Fast Serial Interface Processor, FSIP*)
- Interfaz serial de alta velocidad (*High-Speed Serial Interface, HSSI*)
- Procesador de interfaz HSSI (*HSSI Interfaz Processor, HIP*)
- Procesador de interfaz de multicanal (*MultiChannel Interface Processor, MIP*)
- Proveedor de servicio de procesador de interfaz de multicanal (*Service provider MultiChannel Interface Processor, SMIP*)
- Procesador de interfaz serial estándar (*Standard Serial Interface Processor, SSIP*)
- Procesador de interfaz Token Ring (*Token Ring Interface Processor, TRIP*)
- Procesador de interfaz versátil de segunda generación (*Second-generation Versatile Interface Processor, VIP2*)

Tabla 5.5 Características de la serie Cisco 7500

Características	Cisco 7505	Cisco 7507	Cisco 7513
Interfases de red que soporta	Ethernet 10BaseT, AUI, y 10BaseFL1 Fast Ethernet (100BaseT y MII) Token Ring FDDI HSSI Serial ATM Líneas multicanal sobre T1 o E1 ISDN PRI Canal IBM	Ethernet 10BaseT, AUI, y 10BaseFL1 Fast Ethernet (100BaseT y MII) Token Ring FDDI HSSI Serial ATM Líneas multicanal sobre T1 o E1 ISDN PRI Canal IBM	Ethernet 10BaseT, AUI, y 10BaseFL1 Fast Ethernet (100BaseT y MII) Token Ring FDDI HSSI Serial ATM Líneas multicanal sobre T1 o E1 ISDN PRI Canal IBM
Fuentes de poder	1	22	22
Ranuras de interfaz para procesador	4	5	11
Opciones del software Cisco IOS ver. 11.1, 11.0	Ruteo IP Ruteo IP/IPX e IBM4 Ruteo IP/IPX, IBM y APPN4 Desktop e IBM Desktop e IBM APPN5	Ruteo IP Ruteo IP/IPX e IBM4 Ruteo IP/IPX, IBM y APPN4 Desktop e IBM Desktop e IBM APPN5	Ruteo IP Ruteo IP/IPX e IBM4 Ruteo IP/IPX, IBM y APPN4 Desktop e IBM Desktop e IBM APPN5
Opciones de Software para Cisco IOS ver. 11.2	Ruteo IP IP y Encriptación 40 IP y Encriptación 56 Desktop Desktop y encriptación 40 Desktop y encriptación 56 Empresa Empresa y encriptación 40 Empresa y encriptación 56 Empresa y APPN Empresa/APPN encriptación 40 Empresa/APPN y encriptación 56 Desktop/IBM/APPN	Ruteo IP IP y Encriptación 40 IP y Encriptación 56 Desktop Desktop y encriptación 40 Desktop y encriptación 56 Empresa Empresa y encriptación 40 Empresa y encriptación 56 Empresa y APPN Empresa/APPN y encriptación 40 Empresa/APPN y encriptación 40 Empresa/APPN y encriptación 56 Desktop/IBM/APPN	Ruteo IP IP y Encriptación 40 IP y Encriptación 56 Desktop Desktop y encriptación 40 Desktop y encriptación 56 Empresa Empresa y encriptación 40 Empresa y encriptación 56 Empresa y APPN Empresa/APPN y encriptación 40 Empresa/APPN y encriptación 56 Desktop/IBM/APPN
Tarjeta de memoria PCMCIA Flash (opcional, 2 ranuras disponibles)	8 MB expandible a 40 MB (8, 16, o 20 MBs por tarjeta)	8 MB expandible a 40 MB (8, 16, o 20 MBs por tarjeta)	8 MB expandible a 40 MB (8, 16, o 20 MBs por tarjeta)
Tipo de procesador	MIPS RISC	MIPS RISC	MIPS RISC
Backplane de alta velocidad	5-ranuras, una 1.067-Gbps CyBus: 4 ranuras de interfaz para procesador y una ranura RSP1	7-ranuras, dos 1.067-Gbps CyBus: 5 ranuras de interfaz para procesador y 2 ranuras RSP2	13-ranuras, dos 1.067-Gbps CyBus: 11 ranuras de interfaz para procesador y 2 ranuras RSP2

Características estándar

El sistema base de la serie Cisco 7500 incluye las siguientes características estándar:

- Sistema de chasis
- Procesador de ruteo conmutado
- MIPS RISC CPU, velocidad del reloj externo a 50 MHz y una velocidad de reloj interno a 100 MHz
- Puerto de consola (Macho EIA/TIA-232- Modo de default DCE)
- Puerto auxiliar (EIA/TIA-232 DTE)
- 32-MB DRAM default, actualizable a 128 MB
- 128-KB NVRAM
- 8-MB memoria flash vía tarjetas de memoria flash PCMCIA, actualizable a 40 MB
- Batería de respaldo
- Reloj calendario de tiempo real (Real-time calendar clock)
- Cuatro ranuras para interfases de procesador para Cisco 7505, cinco ranuras para interfaz de procesador Cisco 7507, once ranuras para interfaz de procesador para el Cisco 7513.
- Fuentes de poder de entrada AC o DC
- Cordón de poder (solo entrada AC)
- Consola y cables auxiliares
- Hardware montables en el rack
- Consola de administración de cable (solo para Cisco 7505 y Cisco 7513)

V.4 Stratacom BPX

El equipo Stratacom BPX es un poderoso conmutador de banda ancha ATM. Diseñado para conocer la demanda, proveedor de servicios públicos de las necesidades para una demanda grande de tráfico o grandes empresas privadas, el BPX entrega ATM de alto rendimiento de adaptación y agregación para todos los tipos de tráfico de usuario.

El BPX ofrece 10 a 20 Gbps de conmutación de velocidad de alta transferencia para múltiples tráficos (voz, datos, e imagen). El conmutador mejora la utilización de la red a más del 95 por ciento y soporta una gama amplia de interfases para Frame Relay para los suscriptores de banda ancha arriba de 622 Mbps. Puede ofrecer múltiples servicios para LAN, X.25, SNA, Frame Relay y tráfico ATM desde un mismo BPX.

El BPX provee 800 Mbps de ancho de banda dedicado a cada una de las 12 ranuras disponibles, permitiendo expandir la capacidad y mantener un alto rendimiento. Las interfases de banda angosta son proporcionados por separado para un completo uso de la capacidad del BPX para proporcionar servicios de banda angosta y banda ancha.

El backbone de ATM conmuta e integra los servicios de usuario sobre banda ancha y banda angosta. Con 20 Gbps de alta velocidad de transferencia, los proveedores de servicios pueden entregar innovaciones, datos generados, voz y servicios de video. Para grandes empresas, el BPX combina LAN, SNA, voz y otros tipos de tráfico sobre una red única de área amplia. El BPX también permite a las organizaciones migrar a la siguiente generación de interredes mientras se complementan las investigaciones de los ruteadores y conmutadores de Frame Relay. El BPX provee los siguientes servicios:

Internet / Intranet

El BPX soporta los tráficos de Internet e Intranet, soporta una gama llena de opciones de acceso, y escala de servicios para el crecimiento de cientos a miles de suscriptores sobre un sólo nodo. El BPX actualmente despliega a través de varios proveedores de servicio de Internet (Internet Service Providers, ISP) y por puntos de acceso a red (Network Access Point, NAP). Las capacidades avanzadas de gestión de tráfico proveen las altísimas velocidades de transmisión sin el riesgo de pérdida de celdas.

ATM

El BPX soporta una gama amplia de interfaces para tráfico de datos incluyendo ATM, Frame Relay, SMDS, LAN, SNA, X.25, y anchos de banda para video. La conmutación de tráfico se realiza a velocidades superiores a 622 Mbps.

Conmutación internetworking

El BPX provee una plataforma confiable para entregar soluciones transparentes de alta velocidad de LAN-a-LAN para Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, y tráfico FDDI a través de un backbone ATM metropolitano o global.

Frame Relay

El BPX provee una ruta de migración lenta a ATM y servicios de banda ancha con el servicio completo de internetworking.

Voz

El BPX provee las características de gestión avanzadas de tráfico y garantías de clase de servicio requeridas para la entrega en tiempo real, aplicaciones de voz de alta calidad.

Video

El BPX entrega el servicio de calidad requerida para el video sobre aplicaciones ATM incluyendo video en demanda, videoconferencia, y videotelefonía.

Inalámbrico

El soporte está disponible para telefonía analógica y digital, móvil y servicios desde un BPX.

El BPX incluye los siguientes aspectos:

- Arquitectura Multishelf
- Capacidades de conmutación avanzadas inteligentes
- Confiabilidad
- Escalabilidad
- Servicio de alta disponibilidad y desempeño

Tabla 5.9 Especificaciones del BPX

Características	Descripción
15 módulos de ranuras	2 ranuras reservadas para control de redundancia y módulos del conmutador 1 ranura reservada para el módulo del monitor de estado de alarma (ASM) 12 ranuras para módulos de función de propósito general
Dimensiones (H x W x D)	22.75 x 17.72 x 27" (57.8 x 45 x 68.6 cm) 19" (48.3 cm) rack montable
Requisitos de poder	Entrada de 48V DC o 208/240V AC 1400W de disipación (máx)
Conmutador de punto de cruce de fábrica	Capacidad de conmutación de 20 Gbps, 12 puertos de conmutación a 800-Mbps que puede incrementarse a OC-12 estableciendo la velocidad de celda arriba de 20 millones de conexiones por segundo
Interfases de red	T3 (44.736 Mbps) con PLCP por TA-TY-000773 OC-3 (155.520 Mbps) con tramas SONET por ANSI T1.105 E3 (34.368 Mbps) por ITU-T Rec. G.804 STM-1 (155.520 Mbps) con tramas SDH por ITU-T Rec. G.708 OC12/STM-4 (622.08 Mbps), cumple con los estándares para SONET de Bellcore GR-253-CORE, ANSI T1.105; cumple con los estándares para SDH de ITU-T G.708 y G.709, ITU-T G.957 y G.958
Características de la interfaz de red común	Arrive de 16 colas programables para class-based o colas VP/VC-based Colas programables para máxima capacidad de las colas, mínimo servicio de ancho de banda, máximo servicio de ancho de bando, Prioridad de pérdida de celdas de entrada (CLP), Administración de la congestión en base a la velocidad
Interfaz de servicio para banda ancha	Conforme al foro ATM Especificación v3.1: T3/DS3 UNI (44.736 Mbps) OC-3 UNI (155.520 Mbps) SONET OC-12 UNI (622 Mbps) SONET E3 UNI (34.368 Mbps) STM-1 UNI (155.520 Mbps) SDH STM-4 UNI (622 Mbps) SDH
Redundancia opcional	Todos los componentes son opcionalmente redundantes a un 100%, la redundancia del sistema incluye el control del procesador, puntos de cruce en el conmutador, interfases de red. Servicio de interfases, señales críticas backplane, fuentes de poder, módulos de poder.
Administración de red	La interfaz para la administración de red es provista por una conexión SNMP. 1 802.3 Interfaz AUI para una conexión local a StrataView Plus 2 controles asíncronos puertos de impresión
Alarmas, indicadores y controles	Alarma de nodo mayor, menor, paro e indicadores históricos Provee un indicador audible y visual (mayor y menor) para conexión al sistema de alarma de la oficina central, incluyendo indicadores de fuente de poder y un indicador de actividad de red LAN Cada interfaz del módulo tiene un mínimo de tres indicadores: Activo (verde), espera (amarillo), y fallo (rojo)
Sincronización de nodos	Nivel de 3 relojes por ATT PUB 62411 Fuente programable por software: reloj interno, línea de transmisión, puerto auxiliar a una fuente de reloj externo

V.5 Stratacom IGX

El Stratacom IGX es un conmutador estándar escalable a ATM. Altamente versátil, el IGX soporta un amplia gama de anchos de banda en aplicaciones para el servicio al público como para redes de empresas de proveedores. El IGX proporciona el mismo núcleo de capacidades ATM y avanzados aspectos de redes de trabajo característicos del servicio de los nodos Stratacom BPX.

El IGX esta disponible con 8, 16 o 32 ranuras permitiendo configuraciones que incrementan la capacidad y demanda sin incrementar el costo del equipo. En un ambiente público de multiservicio ATM, se pueden lanzar nuevos servicios de una manera eficaz en función de los costos y capacidades de expansión de los sistemas que demanden crecimiento. El IGX permite migrar velocidades de anchos de banda bajos a anchos de banda ATM en la misma plataforma que provee una red WAN. Un sistema IGX se encuentra disponible como unidades de *standalone* o pueden ser montadas o acumuladas con otro equipo.

El Stratacom IGX representa una nueva generación de conmutadores ATM específicamente desarrollados para entregar los beneficios de ATM a las aplicaciones nuevas hoy en día, mientras poco a poco es reemplazado por sistemas equivalentes. Hoy, en el IGX la diferencia es la capacidad para proporcionar una equivalencia funcional a los sistemas, proveer de altas velocidades, alto desarrollo a nuevas interfases, y operación privada en un ambiente híbrido ATM. Mañana su capacidad para migrar y reescribir normas estándar en un ambiente público ATM difundido prevendrá otros cambios y mantenimiento de inversión hoy en día.

El Stratacom IGX consiste de una familia de productos de entre los cuales se tienen: conmutadores ATM multiservicio como el IGX 8, IGX 16 e IGX 32. Los IGXs transparentemente se integran bajo plataformas StrataSpherel como los IPX, BPX, AXIS, INS, y FastPAD, para proporcionar soluciones ATM multibanda para el acceso a la capa principal integrando la administración de la red de trabajo y el procesamiento de llamadas.

Arquitectura del Sistema

El Stratacom IGX utiliza una matriz de conmutación de 1,2 Gbps redundante para el transporte y paso a las células ATM entre la adaptación opcionalmente redundante y el módulo de truncamiento dentro del sistema. Esta arquitectura permite cualquier ancho de banda para ser asignado a cualquier ranura, y hace al IGX el sistema único en su clase con más de 16 ranuras para incrementar la escalabilidad.

El Hardware, firmware(programas fijos), y el software tienen una arquitectura para la disponibilidad máxima. Las características de diseño disponibles, comunes para todos los sistemas de conmutadores, incluyen lo siguiente:

- 100 por ciento de componentes redundantes
- Extensos diagnósticos de antecedentes
- "Hot" card swapping
- Rápido poder de recuperación
- Respaldo de software
- Firmware, no hardware, actualizaciones (descarga remota)
- Clase B EMI anexos certificados
- Interfases de alarma, incluyendo "call home"
- Mínimo cableado interno
- Pulseras para hacer tierra integradas

Todos los conmutadores utilizan un diseño *midplane* con tarjetas desempeñando funciones de procesamiento que proporcionan multiplexaje y conectividad física. Esto permite el mantenimiento del sistema para su buen desempeño, sin tener que desconectar los cables e interfases.

Tabla 5.10 Especificaciones IGX

Características	Descripción
Plataformas	IGX 8 8 unidades de ranuras, rack montable o estancia libre Bus de conmutación de celdas de 1.2 Gbps Certificado CISPR B EMI IGX 16 16 unidades de ranuras, rack montable o estancia libre Bus de conmutación de celdas de 1.2 Gbps Certificado CISPR B EMI IGX 32 32 unidades de ranuras, rack montable o estancia libre Bus de conmutación de celdas de 1.2 Gbps Certificado CISPR B EMI
Poder	Conversión de poder distribuido de 48V DC módulos 220/240 VAC AC-DC convertidor, 1:N redundante
Control de los procesadores	Módulo de procesador de red (NPM) 68040 CPU Módulo de reloj del sistema (SCM), reloj interno o externo
Módulos de alarma	Módulo de retransmisión de alarma (ARM) Normalmente 8 contactos abiertos Normalmente 6 contactos cerrados
Módulos de servicio de voz	Canal de voz y módulo de datos (CVM) Compresión de voz a 32-, 24- y 16-Kbps (ITU G.721, G.723 y G.726) Detección de actividad de voz (VAD) Detección de fax/módem de alta velocidad integrado y eco de cancelación Soporta T1, E1 e interfases japonesas TTC
Módulos de servicio de datos conmutados por circuitos	Módulo de datos de alta velocidad (HDM) Arriba de 4 canales, cada uno arriba de 1.344 Mbps Soporta interfases RS-232, V.35, RS-422, RS-449, X.21/V.36 Supresión de patrones repetidos a 128 Kbps Modulo de datos de baja velocidad (LDM) Arriba de 8 canales, totalizando 8x19.2 Kbps Soporta interfaz RS-232 Supresión de patrones repetidos a 19.2 Kbps

<p>Módulos de servicio Frame Relay</p>	<p>Módulo Frame Relay (FRM) Arriba de 4 canales, totalizando 2.048 Mbps Conforme con CCITT 1.122 (ANSI T1/S1) T1.606--- Descripción de servicios Frame Relay T1.606 --- Administración de congestión T1.617 (Anexo D)--- Especificación de señalización para Frame Relay T1.618--- Aspectos del núcleo de Frame Relay Incluye completamente el manejo estándar de bits DE, FECN y BECN Soporta interfases V.35, RS 422, RS 449, X.21/V.36, y T1/E1 (canalizado y sin canalizar)</p>
<p>Módulos de trunqueo de red</p>	<p>Módulo frontal de trunqueo de red (NTM) Velocidad de truncamiento de 128 Kbps a 2.048 Mbps Soporta T1/E1, interfases japonesas de truncamiento Y Módulo de truncamiento para banda ancha ATM (BTM) Estándar para celdas de bits 53 TU Soporta T3/E3 e interfases HSSI Truncamiento lógico multipunto sobre servicio ATM Modulo de truncamiento FastPAD(FTM) Protocolo de servicio compatible Frame Relay, FastDLC, FrameClass Velocidad de truncamiento FastPAD desde 9.6 Kbps a 512 Kbps Soporta interfases V.35, T1, E1, X.21</p>

Implementación de los servicios de valor agregado

CAPÍTULO VI

VI.1 Internet

La liberación de Internet y del SAP se realizó a través de interfaces ATM conectadas directamente a los equipos.

El esquema que se tenía (ver figura 2.13) y la explicación que se dio en el capítulo II, básicamente se mantiene igual con excepción de la conexión hacia el proveedor de Internet.

La conexión con el proveedor de Internet (*Internet Service Provider, ISP*) en la Cd. de México ahora se tiene mediante:

- Un enlace de microondas E3 (34 Mbps) usando multiplexaje inverso y protocolo ATM (IM ATM).
- Un enlace E1 de respaldo, usando Frame Relay

El diagrama que representa los cambios antes mencionados se muestra en la figura

6.1.

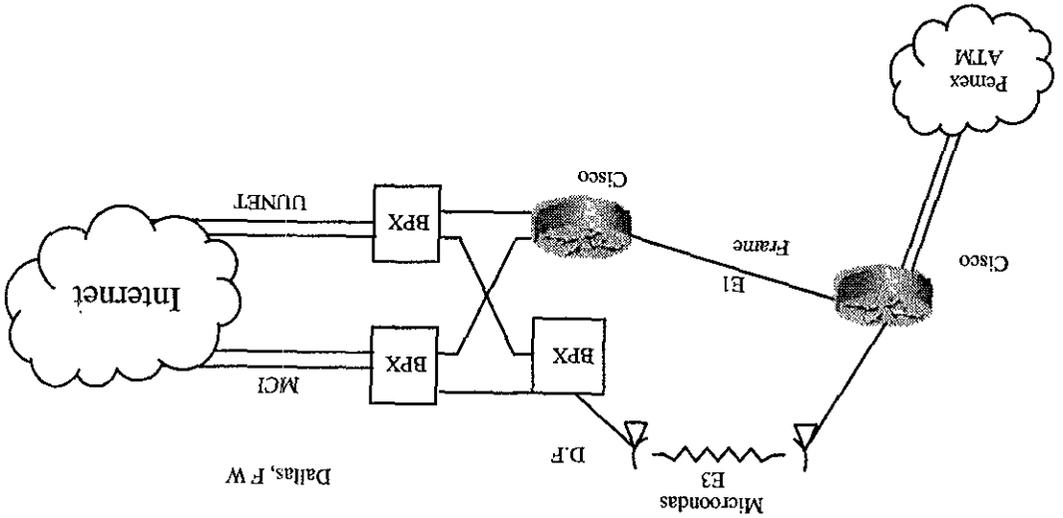


Figura 6.1 Parte externa de la conexión a Internet

La calidad de servicio se implementa para un particular flujo de datos por mecanismos colectivamente llamados "control de tráfico". Estos mecanismos incluyen: (1) un clasificador de paquetes, (2) control de entrada, y (3) una "lista de paquetes" o algún otro mecanismo dependiente de la capa de ligado para determinar cuando se transmiten paquetes particulares.

RSVP no es por sí mismo un protocolo de ruteo, RSVP se diseña para operar con las bases de datos de ruteo local para obtener rutas. Los protocolos de ruteo determinan por donde los paquetes son transmitidos, RSVP esta involucrado únicamente con el QoS de estos paquetes que son transmitidos según su ruta.

RSVP opera en lo alto de IPv4 o IPv6, ocupando el lugar de un protocolo de transporte en la pila protocolar. Sin embargo, RSVP no transporta aplicaciones de datos es más bien un protocolo de control de Internet, como ICMP, IGMP o protocolos de ruteo.

RSVP, es un protocolo de reservación de recursos de sistema (*Resource Reservation Setup Protocol*) diseñado para servicios integrados Internet.

Cuando los equipos ATM detectan la presencia de videoconferencia, estos utilizan el protocolo RSVP para la transmisión.

VI.2 Videoconferencia

Del esquema nos podemos dar cuenta que ahora ya no existe el anillo FDDI, que se tenía anteriormente. Esto tiene varias ventajas, entre las más importantes es que en todo el trayecto sólo van tramas o paquetes ATM, ya no es necesario una conversión para este tipo de formato. También es más veloz.

- Conexión a Internet de E3 usando ATM
- Un E1 usando Frame Relay, al proveedor en la Cd. de México
- Toda la trayectoria para llegar a Internet se encapsula usando IM ATM hacia Dallas, con 2 DS3 de ancho de banda y a dos NAPS (*Network Access Point*) distintos
- Todos los servidores se encuentran a 100 Mbps Fast Ethernet a los Lanswitch
- Todos los usuarios a nivel Centro Administrativo, entran al nodo de Internet, a través de enlaces OC3
- Todos los usuarios foráneos entran por medio de enlaces Frame Relay de 2 Mbps, cuyas troncales entre ciudades son E3.

Con esta nueva configuración se tienen las siguientes ventajas:

Al liberar este servicio, nos podemos dar cuenta que se han obtenido buenos resultados en las pruebas que se realizaron, dichos resultados son: Una buena calidad de video, mejor aprovechamiento del ancho de banda, una velocidad considerable (aunque se incrementará el ancho de banda de los enlaces), etc.

- El ancho de banda que se tenía reservado para esto, puede utilizarse ahora para la transmisión de datos o voz mientras no se ocupen las salas.
- Al encapsular ATM, se aprovecha la eficiencia de transmisión de video sintético (en forma de datos) por medio del protocolo RSVP.

Este esquema se migra hacia ATM, conectando cada una de las salas de videoconferencia al conmutador ATM local en cada región, esto presenta dos ventajas:

Este servicio se ha dado en Pemex, en las diferentes salas de videoconferencia conectadas entre sí por medio de enlaces E1. En la Cd. de México existen dos salas ubicadas una en la Torre Ejecutiva y otra en el edificio del ExItam, y seis más ubicadas en: Cd. del Carmen, Coatzacoalcos, Poza Rica, Villahermosa, Salamanca y Minatitlán tal y como se muestra en la figura 6.2.

VI.2 Salas de videoconferencia

- RSVP es simple, hace las reservaciones para corrientes de datos unidireccionales.
- RSVP es orientado a receptores. El receptor de un flujo de datos inicia y mantiene la reserva de recursos usada por el flujo.
- RSVP no es un protocolo de ruteo pero depende del presente y futuro de los protocolos de ruteo.
- RSVP provee operación transparente a través de ruteadores que no lo soportan.

VI.2.1 Características de RSVP

El diseño del RSVP asume que el estado del RSVP y el estado del control de tráfico es modificado por ruteadores y hosts. Por este fin, RSVP establece un estado "ligero"; esto es, RSVP envía mensajes periódicos de actualización para mantener el estado a lo largo de la(s) trayectoria(s) reservada(s). En la ausencia de mensajes de actualización, el estado automáticamente se borra.

Durante el sistema de reserva, una petición de RSVP QoS se pasa a dos módulos locales de decisión, "control de admisión" y "política de control". El control de admisión determina si el nodo tiene suficientes recursos disponibles para abastecer el QoS pedido. La política de control determina si el usuario tiene permiso administrativo para hacer la reserva.

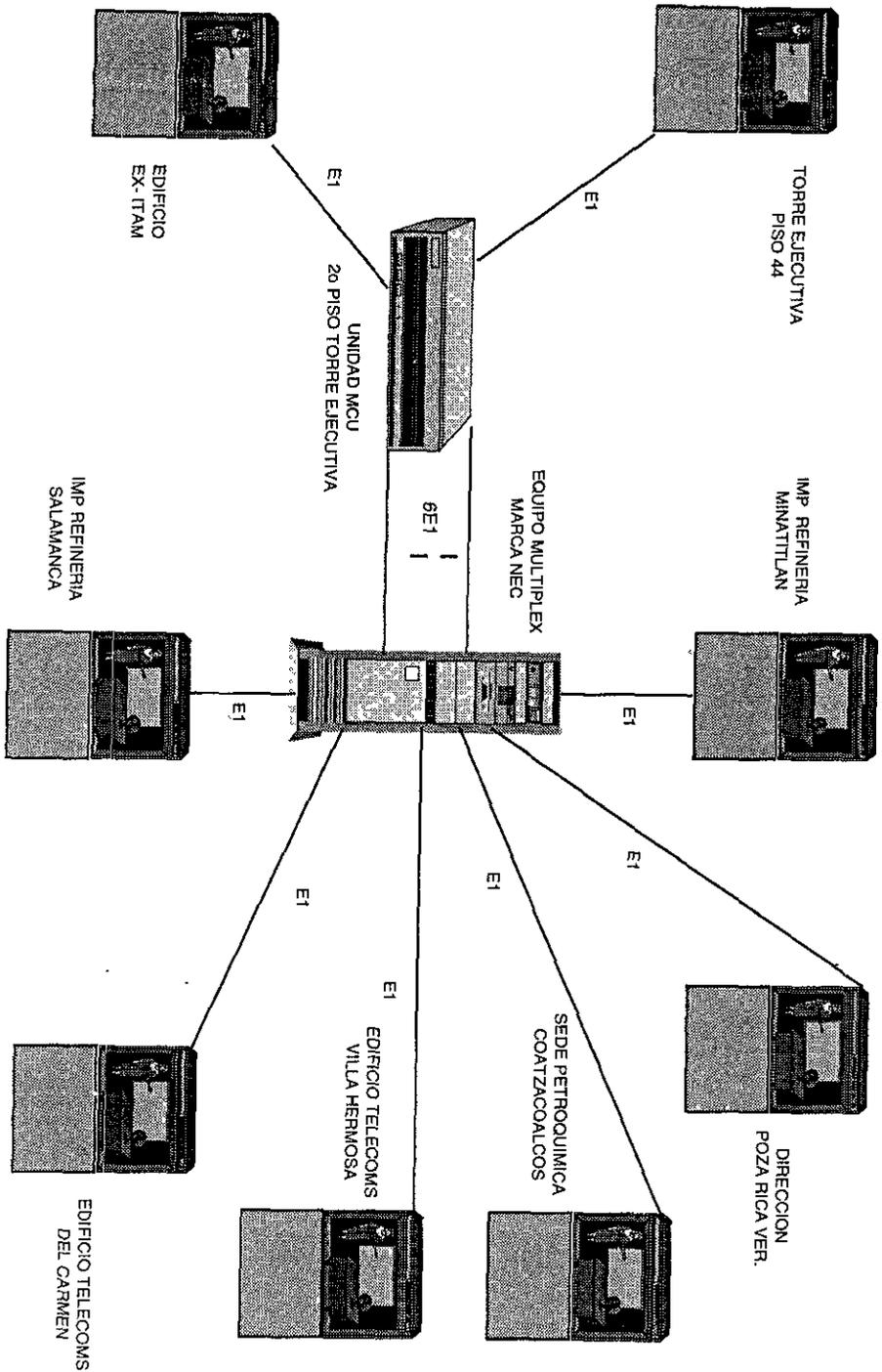


Figura 6.2 Diagrama de conexión de las salas de videoconferencia

- SUN SPARC/station 10
- Procesador a 50 MHz
- Con 128 MB en RAM y
- Disco duro de 2GB

Anteriormente se tenía un equipo con las siguientes características:

El servicio de correo electrónico, se sigue conservando en el esquema original (véase figura 2.13 del capítulo II) los cambios que se realizaron, fue el cambio del servidor que provee el servicio.

VI.3 Correo electrónico

Por último, la adquisición de cámaras y software de pruebas se hará a mediados del 98 y la implementación formal se hará hacia finales del 98 o principios del 99.

También evaluar software propietario e investigar sobre *plug-in* para tener las tramas (frames) de video dentro de la pantalla del browser, es decir, que no sea un software por separado (que se incluya video en las páginas de Internet).

Se pretende configurar los conmutadores ATM, para hacer la reservación del ancho de banda para videoconferencia sobre IP y poder usar software como Netmeeting entre estaciones de trabajo de una oficina a otra, o de una ciudad a otra.

El primero, para aprovechar los teléfonos ISDN con que cuenta Pemex en los centros de trabajo y la funcionalidad IP, para hacerlo en cualquier punto de las instalaciones.

El plan es, comenzar las pruebas con "kits" de video, cámaras y software que funcione sobre ISDN y sobre IP.

Aun no se implementa formalmente este tipo de servicio, aunque muchos usuarios que cuentan con PCs multimedia, cámaras de video y que en la actualidad realizan sesiones con software propietario o incluso con Netmeeting de Microsoft, sin hacer uso claro, de las bondades de ATM en los conmutadores al no estar aún configurados para optimizar el tráfico de video sobre IP.

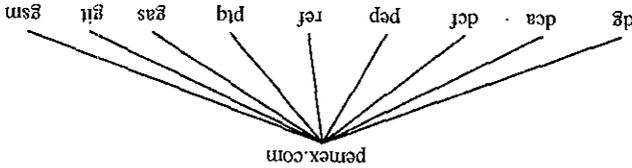
VI.2.3 Videoconferencia de escritorio (front-end)

dicho servidor se actualizó por otro servidor de más características como son:

- SUN Ultra Enterprise 2
- Procesador a 300 MHz
- con 256 MB en RAM y
- Disco duro de 20 GB

Por lo demás el esquema anterior/actual sigue siendo el mismo y se tienen las siguientes características:

a) El esquema de dominios es:



b) El servidor de correo tiene las cuentas y los mailbox de cada uno de los usuarios de Pemex, según su dominio, por ejemplo:

director@dg.pemex.com
fulanito@gsm.pemex.com

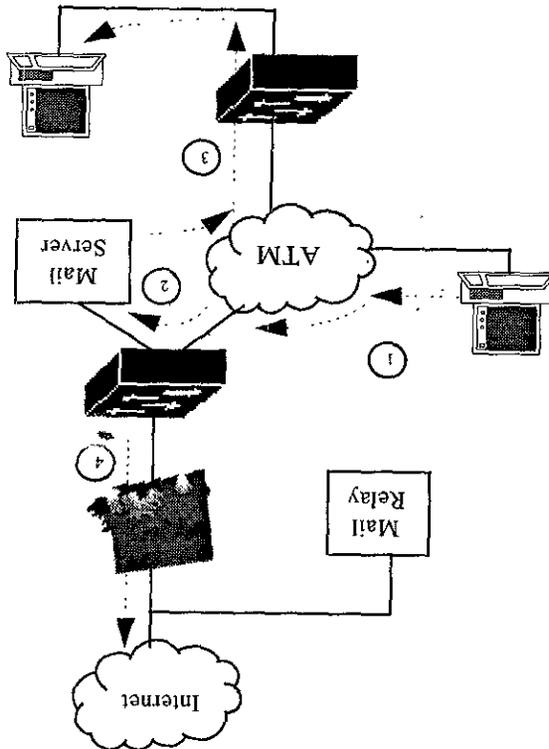
c) El servidor corre el protocolo POP3 como una interfaz entre el servidor de correo Unix y los clientes de las PCs (Netscape Mail, Microsoft Internet Mail, Microsoft Exchange).

d) El esquema de correo Intranet funciona de la siguiente forma:

e) Para los correos de/hacia Internet, el Mail server interno recibe/envía los correos de un programa de Relay a través del Firewall. El Firewall corre un programa que filtra los mensajes de correo y protege de ataques comunes al puerto 25 de TCP/IP (smtp)

- 1) Se envía el mensaje al usuario "fulantito@gsm.pemex.com".
- 2) El mensaje reside en el Mailbox de fulantito@gsm.pemex.com
- 3) Lee el mensaje en su PC (Win95, Netscape Mail o Microsoft Exchange).
- 4) Si el mensaje sale a Internet pasa por el Firewall.

Figura 6.3 Funcionamiento de la Intranet de correo



CAPÍTULO VII

**Liberación de la red de alta velocidad con
tecnología ATM**

Debido a que no se cuenta con la disponibilidad total del ancho de banda requerida para la interconexión de los conmutadores ATM de transmisión digital, será necesario migrar paulatinamente los servicios a los conmutadores ATM e ir liberando ancho de banda en el sistema de microondas. Por consiguiente es necesario que en este proceso se dispongan de troncales ATM de menor velocidad las cuales se instalarán en el proceso de puesta en operación aumentando la velocidad en múltiplos de E1, hasta llegar a las velocidades especificadas.

La liberación final de la red de alta velocidad se dará una vez que transcurra un tiempo considerable donde la tecnología conviva con la vieja infraestructura que esta siendo eliminada paulatinamente, hasta llegar al punto en el que ATM se consolide dentro de la institución. Liberar el ancho de banda que actualmente se usa en los enlaces de PBX, ruteadores, etc. en forma dedicada y pasar a formar las troncales compartidas de la red.

A la fecha se tienen liberados algunos servicios que ya están integrados con la nueva tecnología, entre los que se encuentran:

- La eliminación de la red Frame Relay (DPN).
- La desaparición del anillo FDDI de la Cd. de México y sustitución por la MAN ATM.
- La migración del FDDI de Cd. del Carmen y Villahermosa que se espera se encuentre fuera de funcionamiento para febrero de 1998. Ya sustituido por Backbones MAN ATM liberados en Abril de 1998.
- Por su parte las conexiones de X.25 que tiene Pemex a nivel nacional, se están integrando conforme dichas ciudades cuenten con la infraestructura necesaria, además del equipo indispensable para integrarlo a la nube ATM. Las troncales entre los conmutadores X.25 ya no son dedicadas, ya se encuentran en la nube ATM (ver figuras 7.1 y 7.2). Los usuarios que están encapsulando X.25 están pasando poco a poco a enlaces Frame Relay de 2Mb/s. Se estima que la red PemexPaq desaparecerá a principios del 2000.
- En este momento en algunos poblados de la parte norte del país se han implementado sistemas de microondas digitales.
- Para el occidente del país se han contratado enlaces E0 y E1 para poder desechar los VSATs y las líneas telefónicas, de manera que todo quede integrado dentro del *backbone*.
- En los equipos PBX se han iniciado las primeras pruebas de voz sobre ATM, en las que se han presentado problemas de sincronización, causado por un reloj externo y que a la fecha no se decide si dicho reloj lo proveerá Telmex; además de si será un reloj atómico o de otro estilo. Finalmente se contempla que para agosto de 1998, se libere la comunicación de voz.

- Existe otro problema que retrasa el proceso de liberación. La pérdida de paquetes entre sitios, específicamente de la Cd. de México al norte del país, debido a los cuellos de botella que se hacen por los troncales de 2E1 que enlazan al norte; esto difiere con el sur del país, ya que hacia esta zona existen troncales de E3. Para mediados de 1998 las troncales hacia el norte del país crecerán a 4E1, 8E1 y E3 paulatinamente, se está implementando el sistema de Microondas digital en el tramo Monterrey-Reynosa, donde actualmente es analógico.
- Finalmente la transmisión de video que va hacia las salas de videoconferencias se está migrando hacia el backbone ATM.

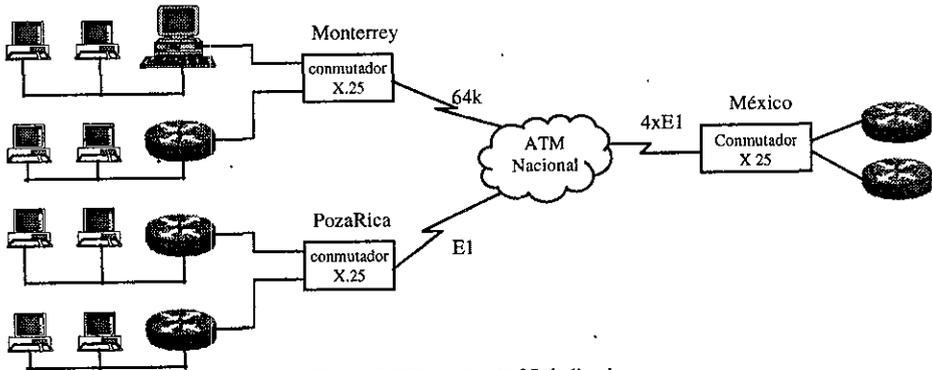


Figura 7.1 Troncales X.25 dedicados

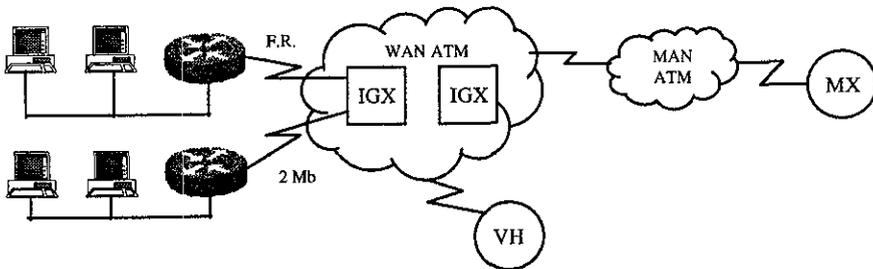


Figura 7.2 Troncales Frame Relay integrados a la nube ATM

CONCLUSIONES

Como se puede observar, el tratar de alcanzar un objetivo de cualquier índole, representa un planteamiento y una estructura de lo que se desea, se pretende y se quiere obtener.

Este trabajo de tesis en especial, no se escapa de éste proceso, el cual es importante conocer a fondo para poder plantear y ofrecer la mejor solución al problema que se pretende resolver, como es el de la migración de una red.

Desde los inicios de este proyecto en 1996, nos enfrentamos con un sin número de inconvenientes como fue la obtención de información, la facilidad de acceso a cierta documentación ya que cuando comenzamos a trabajar en el proyecto, ATM era una tecnología nueva en México, donde el mayor de los problemas fue la comunicación tanto con el personal adecuado como entre nosotros mismos, ya que la decisión sobre que camino seguir fue demasiado discutido y lleno de contradicciones debido a nuestros diferentes puntos de vista, donde al final siempre impero la decisión de lo mejor y más conveniente tanto para la empresa como para los recursos con los que disponíamos.

Esta tecnología en los inicios del proyecto figuraba como una tecnología nueva e incluso en pañales a pesar de contar con ciertos años como antecedente. Este problema fue un cuello de botella demasiado difícil, cuestión que ha la fecha asimilamos como un reto exitoso en la elaboración del proyecto.

Por tal motivo el estudio presentado ofrece los conocimientos necesarios para poder comprender y asimilar los aspectos de diseño, control, decisión de las características y objetivos principales, tanto físicos como lógicos para el mejoramiento y migración de la red a una tecnología mejorada como lo es ATM.

Entre los beneficios que pudiéramos obtener es el conocimiento y funcionamiento de ésta tecnología y la confrontación con las ya existentes en el mercado; así como de características primordiales y conceptos importantes como VLAN. Donde pudimos observar que ofrece beneficios significativos en la administración de usuarios de la red de datos en el uso de anchos de banda, permitiendo adiciones o remociones de usuarios mediante cambios en software y no cambios en dispositivos físicos, como tradicionalmente se hace; donde aspectos como este hacen verdaderamente interesante y valiosa la implementación y migración de una red.

El potencial de ATM se puede apreciar en el desempeño e integración en un mismo ancho de banda de los servicios de valor agregado como son: internet, correo electrónico, videoconferencias, etc. Con lo cual en un tiempo no muy lejano Pemex recuperará el costo de la inversión que realizó.

Consideramos que este trabajo tendrá repercusiones importantes dentro de Pemex en términos generales, es decir, en las diferentes áreas donde se pueda tener o compartir información y se tenga una computadora en la empresa, no importando plataforma o ambiente de trabajo, con mayor calidad y una rapidez optima para la solución de las contingencias más apremiantes que la empresa pueda presentar.

Los mayores beneficios que obtendrá Pemex con la implementación de la red, vendrán de la mano de sus aplicaciones en el campo de la técnica, la información, la administración, la investigación y la tecnología; que representan los aspectos medulares en el desarrollo de Pemex un mejor desempeño de las funciones que pretende conseguir a corto, mediano y largo plazo, haciéndola una empresa más competitiva a nivel nacional e internacional.

Para concluir, una de las partes que consideramos de mucha utilidad para cualquier estudiante, es el Apéndice A, donde se puede ver de una forma general pero muy clara la configuración de los equipos que se implementaron, ya que es muy difícil conseguir este tipo de información.

El formar parte del proyecto e irlo viendo crecer es en gran medida importante para nosotros, ya que es uno de nuestros primeros esfuerzos que realizamos y representa un paso importante en nuestras vidas profesionales. Esperando que esta metodología sea útil para generaciones posteriores.

APÉNDICE

A

Configuración de equipos

Las configuraciones que se presentan a continuación, son de los equipos en los que se ha trabajado más arduamente, ya que estos están involucrados en el proceso de migración hacia ATM. Dichas pruebas se efectuaron en los equipos de comunicación entre las redes WAN, MAN y LAN, es decir, en los ruteadores, conmutadores y demás equipos adquiridos por Pemex.

La descripción de cada equipo se realiza por separado, indicando que equipo se trata y además mostrando aspectos técnicos como ejemplos de las configuraciones y dándose una breve explicación.

A.1 Equipo Cisco 7513

La configuración de este equipo se realiza mediante la habilitación de los puertos de cada una de las tarjetas que integran a dicho equipo, a continuación se muestran aspectos típicos de configuración.

```
mail # telnet 183.35.34.34
Trying 183.35.34.34...
Connected to 183.35.34.34. // Conexión desde un servidor al ruteador
Escape character is '^]'.
User Access Verification
Password:
SRT2#

SRT2#wr t // Comando para listar la configuración del equipo
Building configuration...
```

Dado que las configuraciones son muy extensas (y sobre todo en el Cisco 7513), se hará mención de los aspectos más relevantes de cada una de las configuraciones.

```
!
interface Fddi4/0 // Interfaz para trabajar con FDDI
ip address 161.34.43.39 255.255.0.0
no keepalive
!
:
:
:
!
interface ATM5/0.1 multipoint // Cliente de VLAN default cuyo Gateway por
ip address 183.34.38.35 255.255.0.0 // omisión es el 183.34.38.35
lane client ethernet default
standby 1 priority 101 // Redundancia con el 4500
standby 1 preempt
standby 1 ip 183.34.38.35
!
interface ATM5/0.2 multipoint
```

```

ip address 183.35.34.287 255.255.0.0 // Cliente de la VLAN GIT2 cuyo Gateway es
lane client ethernet GIT2 // el 183.35.34.287
standby 2 priority 101
standby 2 preempt // Redundancia con el 4500
standby 2 ip 183.35.34.34
!
:
:
:
!
interface ATM5/0.111 multipoint
description GIT WAN
ip address 223.34.42.34 255.255.0.0 // Configuración de PVCs para acceso a WANs
atm pvc 111 0 111 aal5snap
map-group git
!
:
:
:
!
ip classless
ip route 251.45.33.33 255.255.0.0 311.52.34.35
ip route 263.44.33.33 255.255.0.0 311.52.34.35
ip route 263.45.33.33 255.255.0.0 311.52.34.35 // Rutas estáticas para Internetworking
ip route 263.46.33.33 255.255.0.0 311.52.34.35
ip route 263.47.33.33 255.255.0.0 311.52.34.35
ip route 263.49.33.33 255.255.0.0 311.52.34.35
:
:
:
!

```

A.2 Equipo Catalyst 5000

Para la configuración de este equipo necesitamos tener en cuenta el protocolo llamado TACACS+.

El sistema de control de acceso al controlador de acceso a terminal plus (*TACACS+*, *Terminal Access Controller Access Control System Plus*) está disponible en ruteadores y servidores de acceso, suministrando una seguridad de acceso a red (*Network Access Security, NAS*) completa para conexiones de acceso a la red por medio de líneas conmutadas.

Este protocolo es una versión completamente nueva del protocolo TACACS con referencia RFC 1492.

TACACS+ soporta una tecnología avanzada para la seguridad de acceso a red llamada "AAA" (pronúciense triple A). Las "A"s significan autenticación, autorización y contabilidad (*Authentication, Authorization and Accounting*).

NAS es un sistema general de protocolo y metodologías para asegurar el control sobre quién gana el acceso a través de la línea conmutada a la red. La información NAS puede ser almacenada directamente en un servidor de acceso, en una base interna o una base de datos centralizada. TACACS+ es un protocolo que se usa para el intercambio de información NAS entre dispositivos de acceso a red de marcar y bases de datos centralizadas.

Características básicas de TACACS+

TACACS+ habilita al administrador de red a separar la funcionalidad AAA del NAS en tres componentes interrelacionados:

- **Autenticación:** Determina **quién** eres y si tienes acceso a marcar a la red.
- **Autorización:** Una vez conectado, el proceso que limita **qué** servicios son permitidos al usuario.
- **Contabilidad:** **Cuándo** haces lo que haces. Puede incluir bastante información para usarse en facturación y/o propósitos de seguridad de cuentas.

Los listados más importantes del Catalyst 5000 los resumiremos a lo siguiente:

```

!
#system
set system baud 9600
set system modem disable // Descripción del equipo
set system name LST2
set system location Torre Ejecutiva Piso 2
set system contact GERENCIA DE TELECOMUNICACIONES
!
#snmp
set snmp community read-only Lectura
set snmp community read-write Escrituraman
set snmp community read-write-all Poderosogit
set snmp rmon enable
set snmp trap enable module // Parámetros de monitoreo (snmp)
set snmp trap enable chassis
set snmp trap enable bridge
set snmp trap enable repeater
set snmp trap enable vtp
set snmp trap enable auth
set snmp trap 183.34.34.34 Lectura
!
:
:
:
:
#tacacs+

```

```

set tacacs attempts 3
set tacacs directedrequest disable
set tacacs timeout 5 // Autenticación del usuario
set authentication login tacacs disable
set authentication login local enable
set authentication enable tacacs disable
set authentication enable local enable
!
:
:
:
:
}
#vtp
set vtp domain MAN_GIT
set vtp mode transparent // Definición de las VLANs
set vtp passwd GIT
set vtp pruneeligible 2-1000
set vlan 1 name default type ethernet mtu 1500 said 100001 state active
set vlan 2 name GIT2 type ethernet mtu 1500 said 100002 state active
set vlan 1002 name fddi-default type fddi mtu 1500 said 101002 state active parent 0 ring 0
set vlan 1003 name token-ring-default type token_ring mtu 1500 said 101003 state active parent 0
ring 0
set vlan 1004 name fddinet-default type fddi_net mtu 1500 said 101004 state active bridge 0 stp
ieee
set vlan 1005 name trnet-default type tr_net mtu 1500 said 101005 state active bridge 0 stp ieee
!
:
:
:
:
:
#module 1 : 2-port 100BaseTX Supervisor
set module name 1
  set vlan 2 1/1-2 // Asignación de los puertos 1 y 2 del módulo 1 a la VLAN2
set port enable 1/1-2
set port level 1/1-2 normal
set port duplex 1/1-2 half //
set port trap 1/1-2 enable // Asignación de VLANs por puerto
set port name 1/1-2 // del equipo y configuración de
set port security 1/1-2 disable // los puertos
set port membership 1/1-2 static //
set cdp enable 1/1-2
set cdp interval 1/1-2 60
set trunk 1/1 auto 1-1000
set trunk 1/2 auto 1-1000
set spantree portfast 1/1-2 disable
set spantree portcost 1/1-2 10
set spantree portpri 1/1-2 32
set spantree portvlanpri 1/1 0
set spantree portvlanpri 1/2 0
!

```

A.3 Equipo LightStream 1010

El último equipo de comunicación que se analizará es el LightStream 1010. A continuación se tiene la imagen y su configuración representativa de 1010.

```

!
atm service-category-limit cbr 64512           // Declaración de servicios, direcciones por omisión
atm service-category-limit vbr-rt 64512       // para los lecs, dirección ATM del equipo y modo
atm service-category-limit vbr-nrt 64512// de comunicación (pnni)
atm service-category-limit abr-ubr 64512
atm lecs-address-default 45.0000.0000.0081.1200.0402.0600.0060.477f.4123.00 1
atm lecs-address-default 45.0000.0000.0081.1200.0402.0600.0060.8362.eb23.00 2
atm lecs-address-default 45.0000.0000.0081.1200.0402.0600.0060.8362.ef23.00 3
atm address 45.0000.0000.0081.1200.0402.0600.0060.4769.0e01.00
atm router pnni
node 1 level 56 lowest
redistribute atm-static
!
:
:
:
!
interface ATM0/0/3
description Catalyst LST18                     // Declaración de la interfaz ATM0/0/3 asociada
no keepalive                                   // con el Catalyst ubicado en el piso 18 de la Torre
sonet stm-1                                    // Ejecutiva
!
interface ATM0/1/0
description Lightstream SB1-12                 // Declaración de la interfaz ATM0/1/0 asociada
no keepalive                                   // con el LightStream ubicado en el piso 12 del
sonet stm-1                                    // edificio "B1"
!
interface ATM0/1/1
description Catalyst LST36                     // Declaración de la interfaz ATM0/0/3 asociada
no keepalive                                   // con el Catalyst ubicado en el piso 36 de la Torre
sonet stm-1                                    // Ejecutiva
!
:
:
:
!
interface ATM1/1/3
description MEXB1
no keepalive
no atm auto-configuration                     // Declaración de los PVCs ATM y su interfaz
no atm ilmi-enable                             // ATM asociada a la interfaz ATM1/1/3 utilizada
atm nni                                        // por la sede en el Edificio B1 de la Ciudad de
atm pvc 0 98 interface ATM0/1/2 0 98          // México
atm pvc 0 110 interface ATM0/1/2 0 110
atm pvc 0 111 interface ATM0/1/2 0 111
atm pvc 0 112 interface ATM0/1/2 0 112
atm pvc 0 113 interface ATM0/1/2 0 113
atm pvc 0 114 interface ATM0/1/2 0 114

```

```

atm pvc 0 115 interface ATM0/1/2 0 115
:
:
!
:
:
!
interface ATM1/1/3.92 point-to-point
! // Interfases ATM punto a punto
interface ATM1/1/3.93 point-to-point
!
:
:
:
!
no ip classless
ip route 233.67.259.161 255.255.255.248 223.34.36.132
atm route 39.0000.0000.0000.0000.0000.0000... ATM1/1/0 // Rutas estáticas para Internet-
atm route 39.0000.0000.0000.0000.0000.0000... ATM1/0/0 // working y parámetros de
atm route 39.0000.0000.0000.0000.0000.0000... ATM0/1/0 // monitoreo (snmp) del servidor
atm route 42.0000.0000.0000.0000.0000.0000... ATM1/0/0
atm route 42.0000.0000.0000.0000.0000.0000... ATM0/1/0
atm route 42.0000.0000.0000.0000.0000.0000... ATM1/1/0
atm route 47.0005.80ff.e100.0000.f21c.190e... ATM0/1/0
atm route 45.0000.0000.0081.1200.0707.0a01... ATM0/1/0
atm route 45.0000.0000.0081.1200.0707.0a01.470b.af0f.0000... ATM3/0/0
atm route 45.0000.0000.0081.1200.0707.0a01.a2d0.f5f0.0000... ATM3/0/0
atm route 45.0000.0000.0081.1200.0707.0a01.450b.af0f.8000... ATM3/0/0
atm route 47.0091.8100.0000.00e0.f751.c001... ATM0/0/0
atm route 45.0000.0000.0081.1200.0707.0a01.470b.2b34.0000... ATM3/0/1
atm route 45.0000.0000.0081.1200.0707.0a01.a2d0.d42c.0000... ATM3/0/1
atm route 45.0000.0000.0081.1200.0707.0a01.450b.2b34.8000... ATM3/0/1
atm route 45.0000.0000.0081.1200.0702.0501... ATM1/1/0
snmp-server community Lectura RO
snmp-server community Escrituraman RW
snmp-server location Torre Ejecutiva Piso 2
snmp-server contact GERENCIA DE TELECOMUNICACIONES
snmp-server chassis-id 68002506
snmp-server enable traps config
snmp-server enable traps chassis-fail
snmp-server enable traps chassis-change
snmp-server enable traps atm-accounting
snmp-server host 183.34.34.34 Lectura
!

```

APÉNDICE

B

Diferentes tecnologías de alta velocidad disponibles en el mercado

B.1 FDDI-II

La arquitectura FDDI-II no es una alternativa o competidor de FDDI sino una extensión o mejora de este. En 1984 el comité X3T9.5 del ANSI fue el encargado para desarrollar un estándar de redes de alta velocidad para datos, voz y video. FDDI-II describe el estándar para el control de anillo híbrido (Híbrid Ring Control, HRC) que especifica una versión compatible con FDDI. Esto añade la capacidad para el servicio de conmutación de circuitos a los servicios de paquetes básicos de FDDI, para crear una red local de servicios integrados de alta velocidad.

La norma FDDI-II se ha diseñado para redes que necesitan transportar video en tiempo real u otro tipo de información que no puede tolerar retrasos de tiempo. FDDI-II utiliza técnicas de multiplexaje que divide el ancho de banda en circuitos dedicados, de esta forma puede garantizar la distribución del tráfico multimedia.

La razón por la cual los usuarios se dirigirán a la implantación de FDDI-II será la habilidad de este para llevar tanto tráfico de voz, video y datos al mismo tiempo. Muchas aplicaciones futuras necesitarán la gran cantidad de ancho de banda suministrado por FDDI-II. Las comunicaciones de multimedia interactiva se espera que sean una de las aplicaciones principales para migrar hacia FDDI-II.

B.2 FAST ETHERNET (100 Base-T)

La característica principal, fue el desarrollo de la especificación 802.3u del IEEE. La cual fue aprobada en junio de 1995. Los objetivos principales del Fast Ethernet son: mantener el protocolo de control de acceso al medio CSMA/CD, soportar los sistemas de cableado utilizados por Ethernet a 10 Mbps, además de asegurar que la tecnología Fast Ethernet no requiera de cambios de protocolos de las capas superiores y software que ocupan las estaciones de trabajo de la red. Por lo anterior se puede decir que Fast Ethernet preserva la estructura principal del Ethernet a 10 Mbps.

100Base-T reduce en un factor de 10 el tiempo de duración en el que un bit es transmitido sobre el canal de Ethernet; de esta manera, se lleva la velocidad del paquete desde 10 Mbps a 100 Mbps. Fast Ethernet mantiene los medios utilizados por el Ethernet original, como son: par trenzado sin blindar (UTP), par trenzado blindado (STP) y fibra óptica.

B.3 100VG-AnyLAN

En junio de 1995 el IEEE certificó la especificación 100VG-AnyLAN con el estándar 802.12. El protocolo 100VG-AnyLAN referido también como protocolo de prioridad por demanda (Demand Priority Protocol, DPP), es un estándar de red de área local que busca proveer una alta velocidad a redes LAN de medio compartido, tratando de mantener el sistema de cableado existente.

Aunque 100VG-AnyLAN tiene varias similitudes con el protocolo 802.3, este, emplea un acceso de datos y métodos de señalización que difieren drásticamente tanto del Ethernet como del Fast Ethernet. Esto es debido a que en lugar de utilizar el protocolo de acceso de datos conocido como acceso de prioridad por demanda (Demand Priority Access, DPA). Este método difiere del CSMA/CD principalmente en dos características:

- La transferencia de datos es controlada por el concentrador en lugar del adaptador de cada una de las estaciones.
- Las colisiones son eliminadas por que a cada nodo se le garantiza un turno de envío de datos.

APÉNDICE

C

APÉNDICE C

SIMBOLOGÍA



SWITCH ATM



FIREWALL



LAN SWITCH



LightStream 1010



RUTEADOR



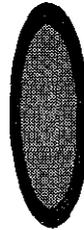
Router 7513



RED



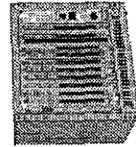
Concentrador



Red FDDI



Ambiente de red WAN



Host



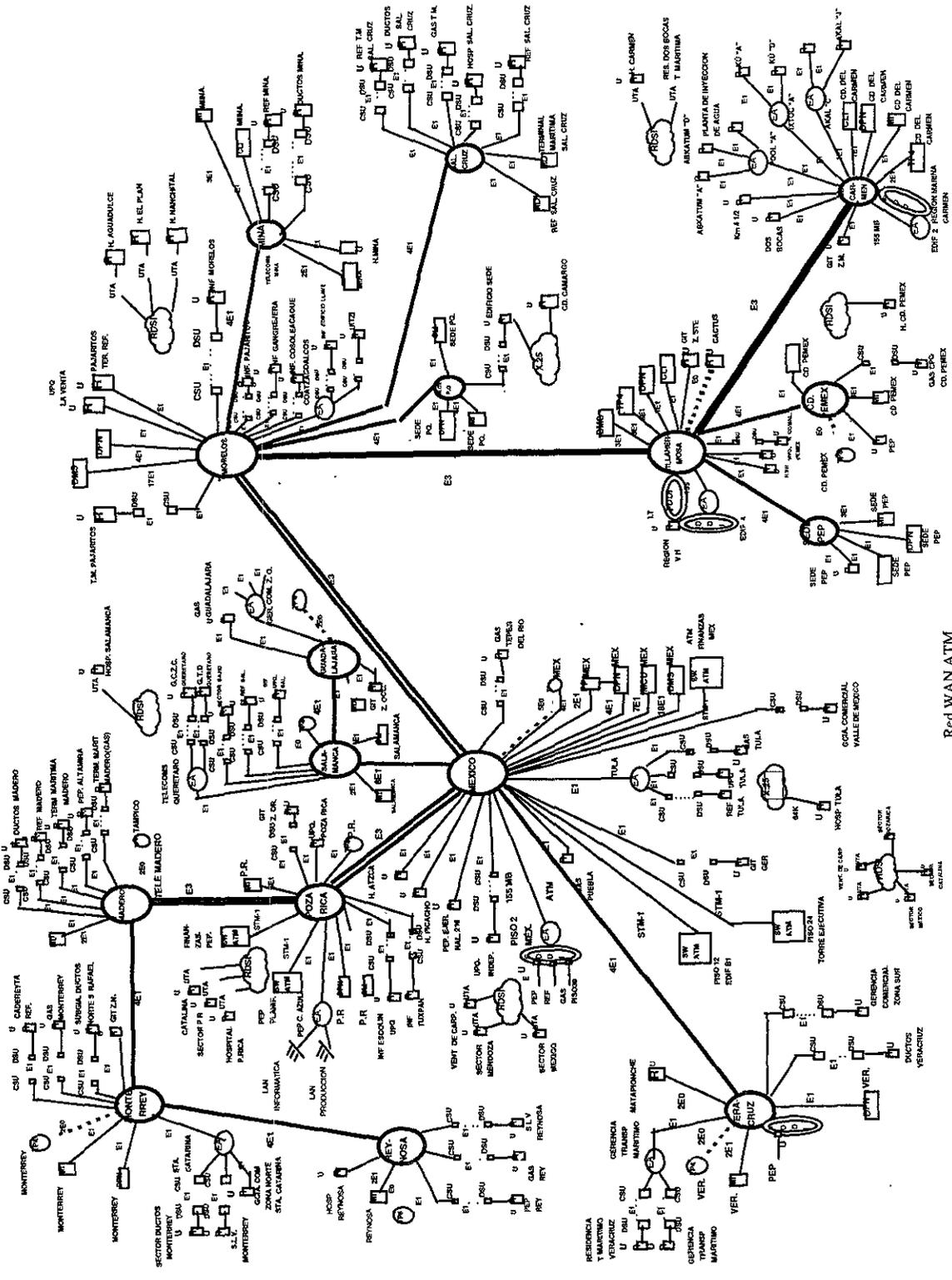
Catalyst 5000

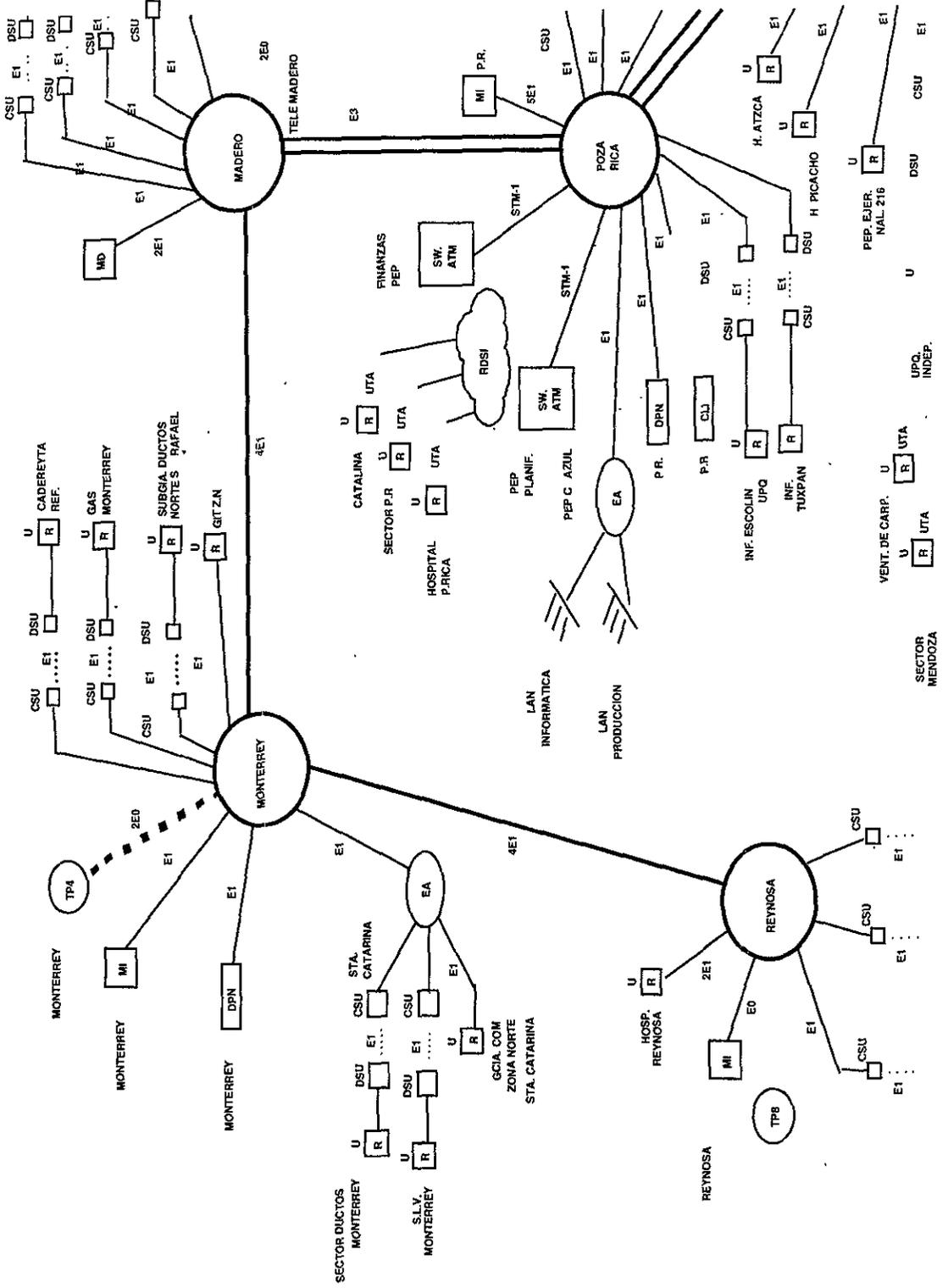


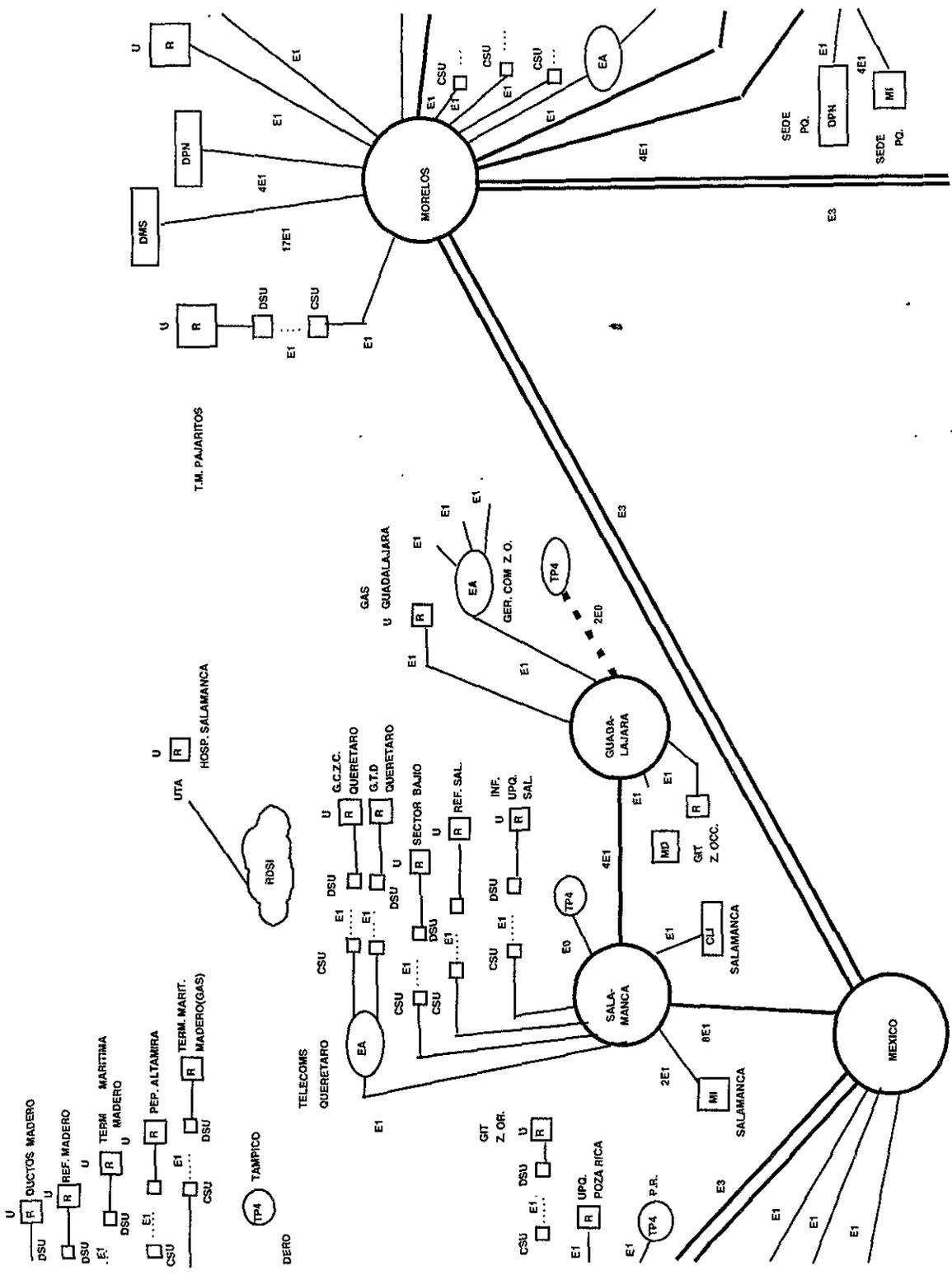
PBX



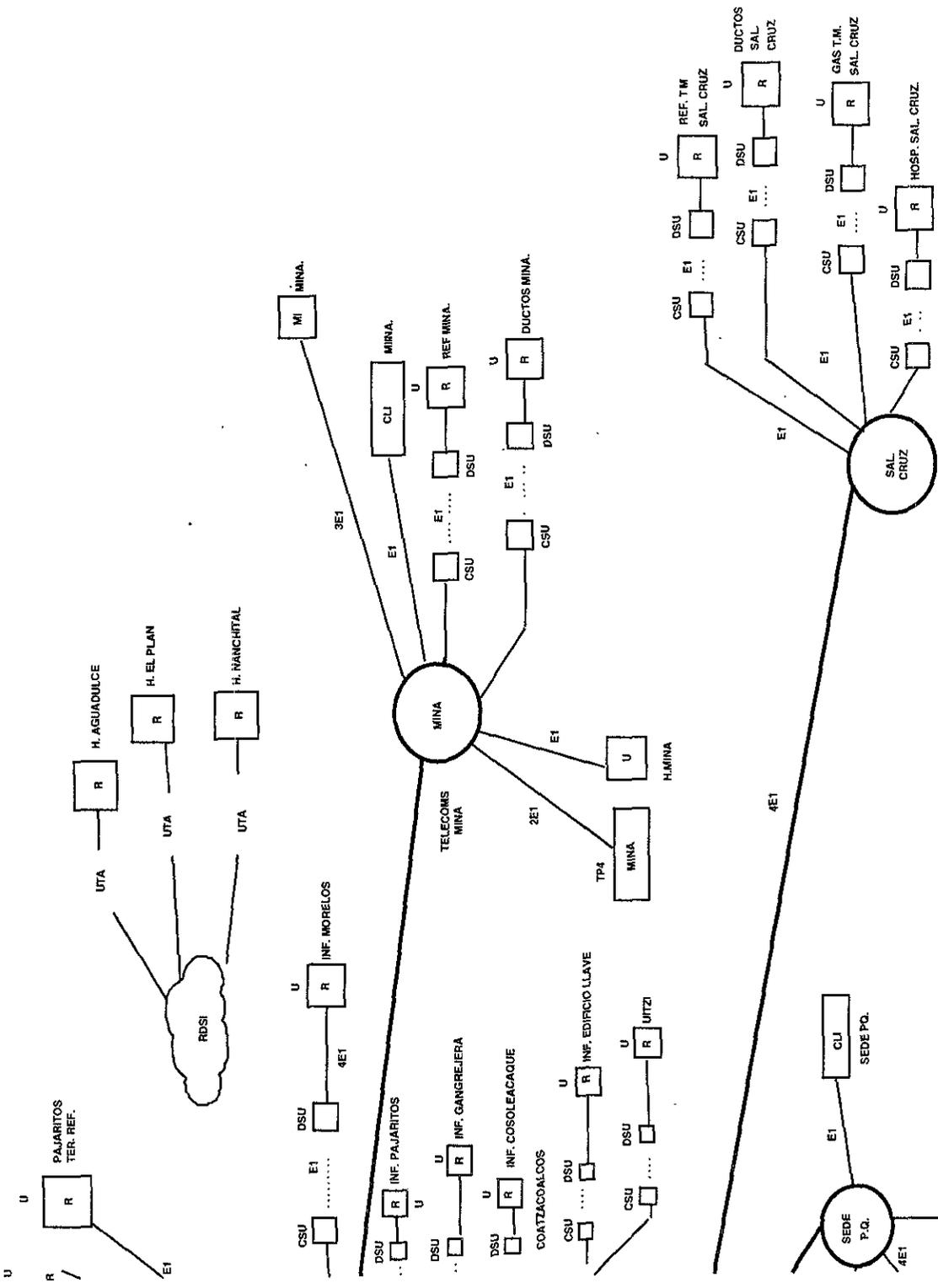
RUTEADOR

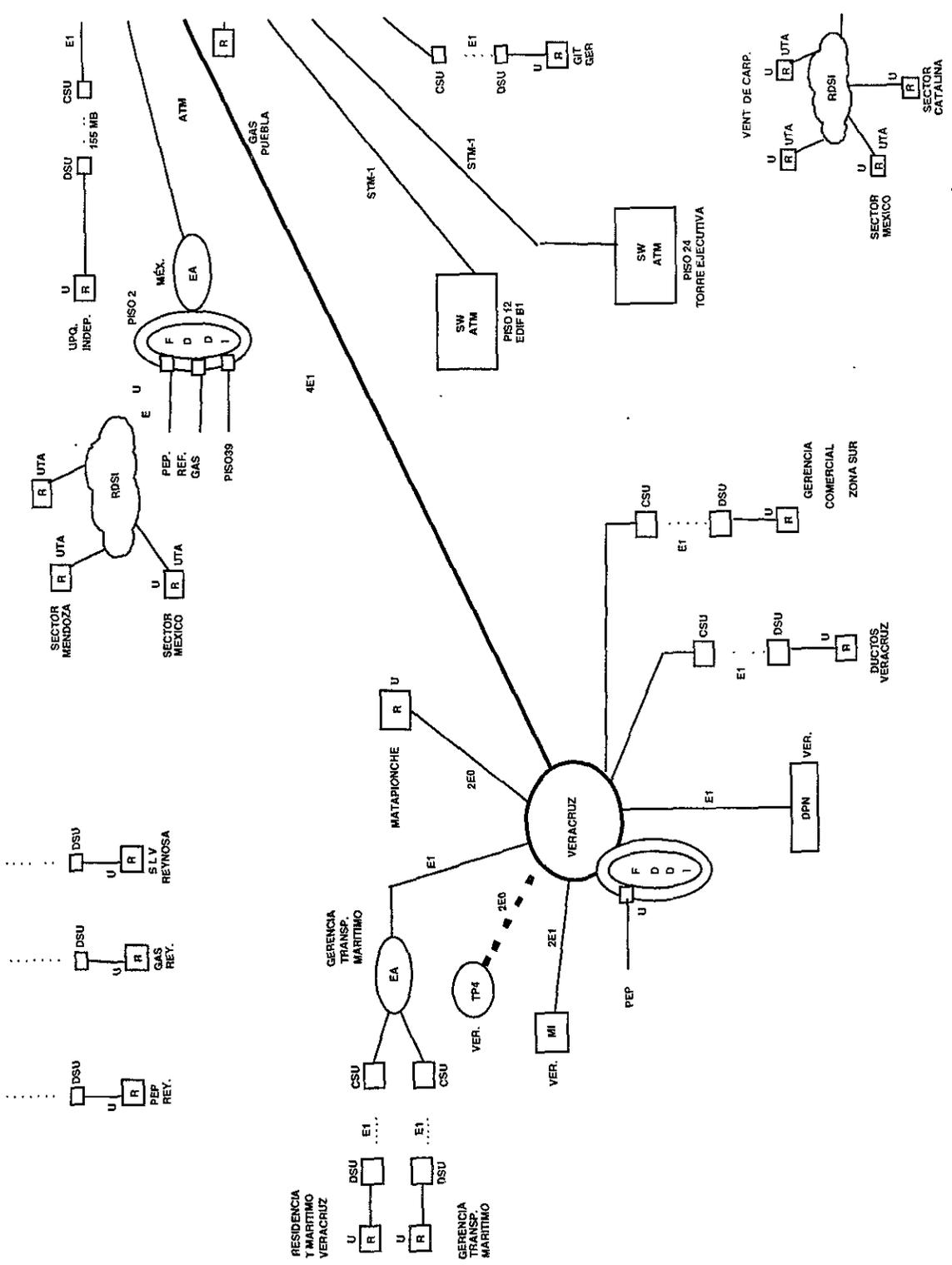




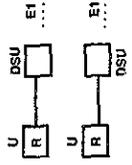


UPO
LA VENTA



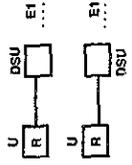


RESIDENCIA Y MARTIMO VERACRUZ

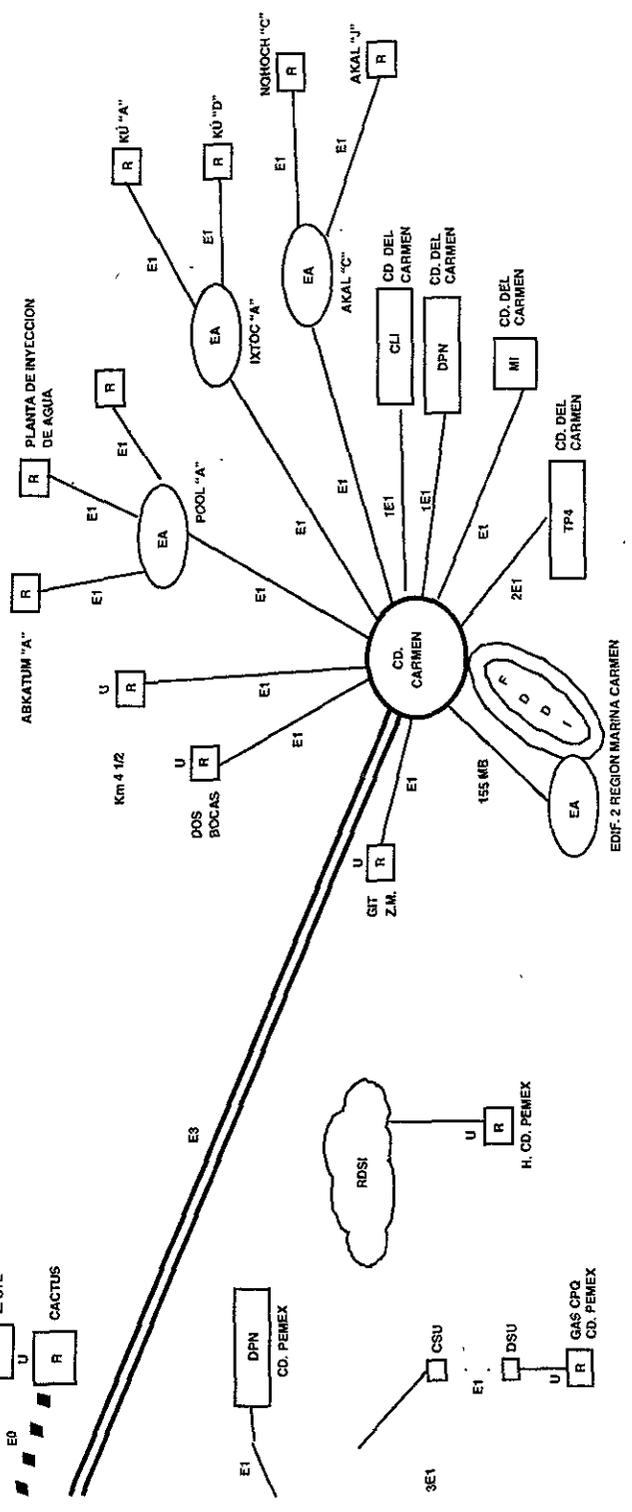
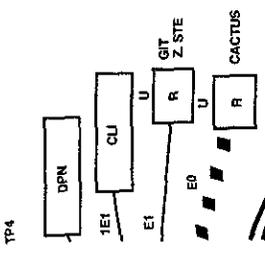
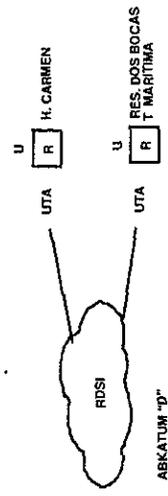
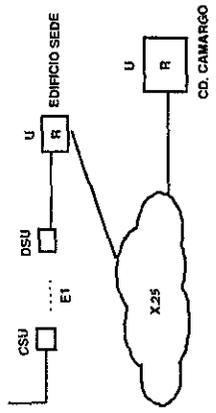
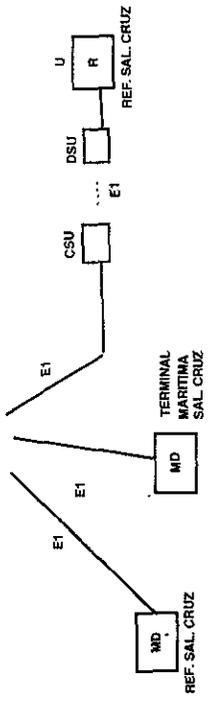


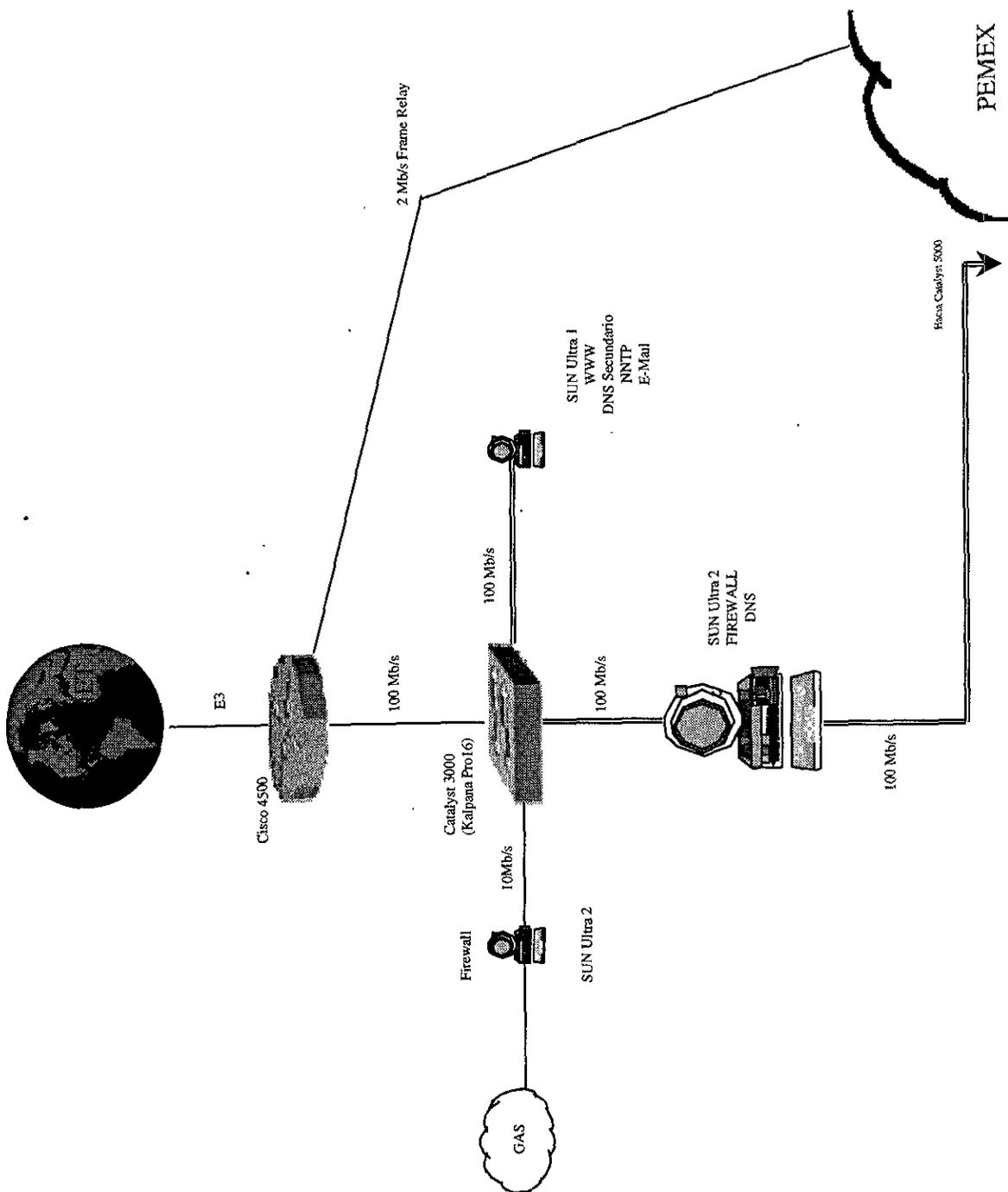
GERENCIA TRANSP. MARITIMO

RESIDENCIA Y MARTIMO VERACRUZ



GERENCIA TRANSP. MARITIMO





PEMEX

Firewall Catalysts 5000

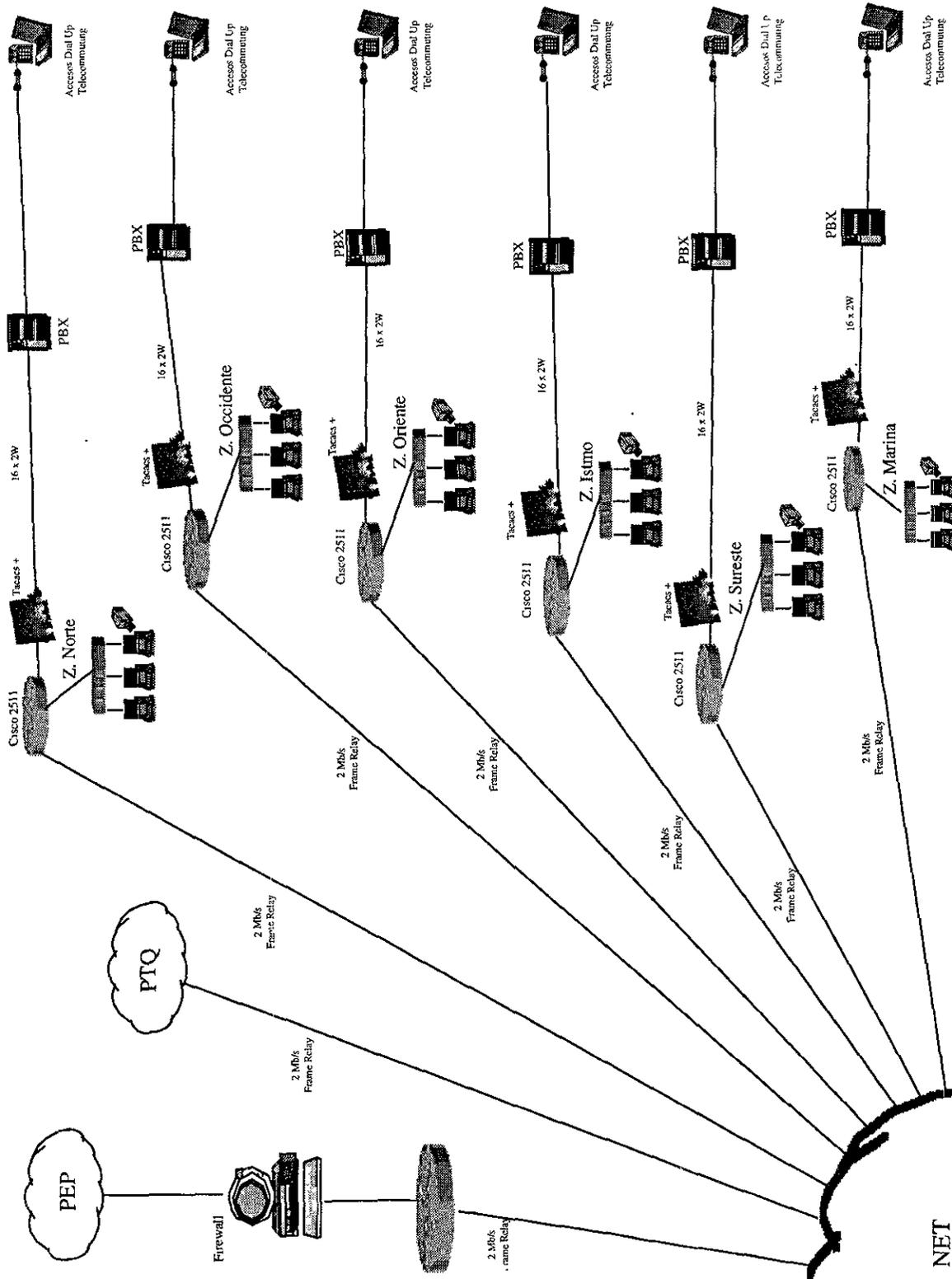
SUN Ultra 2
FIREWALL
DNS

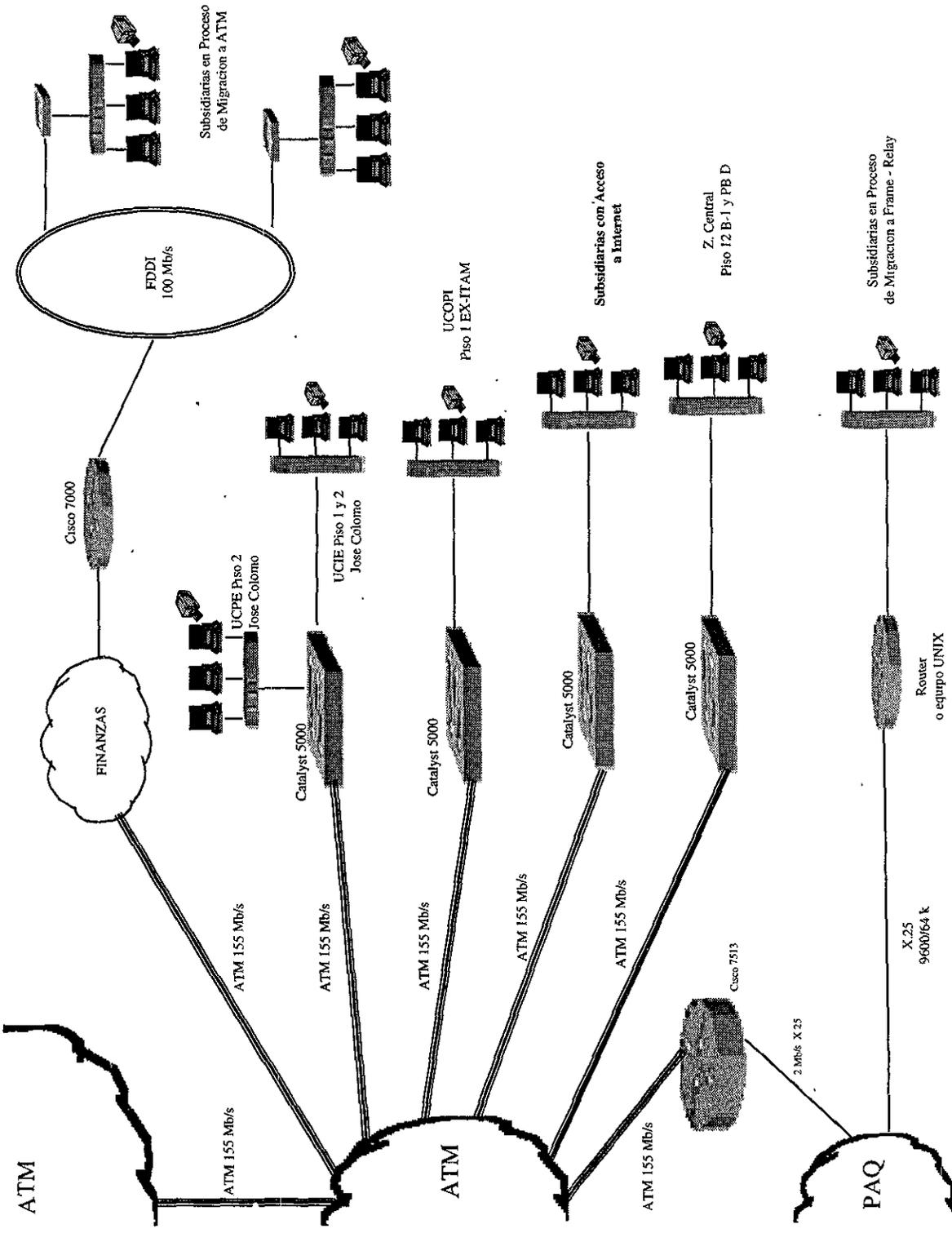
SUN Ultra 1
WWW
DNS Secundario
NNTP
E-Mail

Catalyst 3000
(Kalpana Prof 6)

Cisco 4500

GAS





APÉNDICE

D

ACRÓNIMOS

ABR	<i>Available Bit Rate</i>
ASP	<i>ATM Switch Processor</i>
ATD	<i>Asynchronous Time-Division</i>
ATM	<i>Asynchronous Transfer Mode</i>
B-ISDN	<i>Broadband ISDN</i>
BUS	<i>Broadcast and Unknown Server</i>
CAM	<i>Carrier Modules</i>
CBR	<i>Constant Bit Rate</i>
Cisco IOS	<i>Cisco Internetwork Operating System</i>
CLLM	<i>Consolidate Link Layer Management</i>
CLP	<i>Cell Loss Priority</i>
CS	<i>Convergence Sublayer</i>
CSMA/CD	<i>Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect</i>
DAS	<i>Dual-Attachment Stations</i>
DCE	<i>Data Communication Equipment</i>
DLCI	<i>Data Link Connection Identifier</i>
DNS	<i>Domain Name System</i>
DSU	<i>Data Service Unit</i>
DSU/CSU	<i>Data Service Unit/Channel Service Unit</i>
DTE	<i>Data Terminal Equipment</i>
EIP	<i>Ethernet Interfaces Processor</i>
ELAN	<i>Emulated LAN</i>
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
FCS	<i>Frame Check Sequence</i>
FDDI	<i>Fiber Distributed Data Interface</i>
FEIP	<i>Fast Ethernet Interface Processor</i>
FIP	<i>FDDI Interface Processor</i>
FRAD	<i>Frame Relay Access Device</i>
FSIP	<i>Fast Serial Interface Processor</i>
GFC	<i>Generic Flow Control</i>
HDLC	<i>High Level Data Link Communication</i>
HEC	<i>Header Error Control</i>
HIP	<i>HSSI Interfaz Processor</i>
HSSI	<i>High Speed Serial Interface</i>
IDN	<i>Integrated Digital Network</i>
ILMI	<i>Interim Local Management Interface</i>
IMP	<i>Interchange Message Processor</i>
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
ITU-T	<i>International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector</i>
LANE	<i>LAN Emulation</i>
LEC	<i>LAN Emulation Client</i>
LECS	<i>LAN Emulation Configuration Server</i>
LES	<i>LAN Emulation Server</i>
LMI	<i>Local Management Interface</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>
MCR	<i>Minimum Cell Rate</i>
MIP	<i>MultiChannel Interface Processor</i>
NAP	<i>Network Access Point</i>
NIC	<i>Network Information Center</i>
NNI	<i>Network-to-Network Interface</i>

OSI	<i>Open System Interconnection</i>
OSPF	<i>Open Shortest Path First</i>
PAD	<i>Packet Assemblers/Disassemblers</i>
PAM	<i>Port Adapter Modules</i>
PBX	<i>Private Branch Exchange</i>
PDH	<i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i>
PHY	<i>Physical Layer Protocol</i>
PMD	<i>Physical Layer Medium</i>
PPP	<i>Point to Point Protocol</i>
PT	<i>Payload Type</i>
PVC	<i>Permanent Virtual Circuit</i>
QoS	<i>Quality Of Service</i>
RSVP	<i>Resource Reservation Setup Protocol</i>
SAP	<i>System, Application and Products in data Processing</i>
SAR	<i>Segmentation And Reassembly</i>
SAS	<i>Single-Attachment Stations</i>
SCP	<i>Service Control Points</i>
SDH	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>
SDLC	<i>Synchronous Data Link Control</i>
SMIP	<i>Service provider MultiChannel Interface Processor</i>
SMT	<i>Station Management</i>
SRTS	<i>Synchronous Residual Time Stamp</i>
SS7	<i>Signaling System Number 7</i>
SSIP	<i>Standard Serial Interface Processor</i>
SSP	<i>Service Switching Points</i>
STM	<i>Synchronous Transfer Mode</i>
STP	<i>Signaling Transfer Points</i>
SVC	<i>Switched Virtual Circuit</i>
TP	<i>Token Passing</i>
TRIP	<i>Token Ring Interface Processor</i>
UBR	<i>Unspecified Bit Rate</i>
UNI	<i>User-to-Network Interface</i>
VBR	<i>Variable Bit Rate</i>
VC	<i>Virtual Channel</i>
VCI	<i>Virtual Channel Identifier</i>
VIP2	<i>Second-generation Versatile Interface Processor</i>
VLAN	<i>Virtual LAN</i>
VP	<i>Virtual Path</i>
VPI	<i>Virtual Path Identifier</i>

APÉNDICE

E

GLOSARIO

A

- **AA1** : Capa de Adaptación ATM Clase 1.
- **AAL (ATM Adaption Layer)** : Capa de Adaptación ATM.
- **AAL2 (ATM Adaption Layer 2)** : Capa de Adaptación ATM Clase 2, aún no especificado.
- **ABR (Available Bit Rate)** : Servicio ATM que depende de la disponibilidad de ancho de banda.
- **AIN (Advanced Intelligent Network)** : Red de Señalización Inteligente Avanzada.
- **AMI (Alternate Mark Inversion)** : Sistema de codificación bipolar en el cual los unos (marcas) sucesivos deben alterar su polaridad (entre positiva y negativa)
- **Analógico/a (Analog)** : Onda o señal continua (como p. Ej. La voz humana)
- **Ancho de banda (Bandwidth)** : Gama de frecuencias que pasa por un circuito. Cuanto mayor el ancho de banda, más información puede enviarse por el circuito en un lapso determinado.
- **ANSI (American National Standards Institute)** : Instituto Nacional Estadounidense de Normas.
- **ARP (Address Resolution Protocol)** : Protocolo de resolución de dirección.
- **ARQ (Automatic Request for Repeat or Retransmission)** : Prestación en comunicaciones en la cual el receptor que pide al transmisor que vuelva a enviar un bloque o trama porque el receptor detectó errores.
- **ASCII (American Standard Code of Information Interchange)** : Código de siete niveles (128 caracteres posibles) con previsión para paridad, usado para la transferencia de datos.
- **Asíncrono** : Método de transmisión de datos que permite enviar caracteres en intervalos irregulares, cada uno con un bit de inicio y otro final.
- **ATM (Asynchronous Transfer Mode)** : Implementación normalizada (por la ITU) de "cell relay", una técnica de conmutación de paquetes que utiliza paquetes (celdas) de longitud fija. Es asíncrono en el sentido de que un usuario determinado no es periódica.
- **ATM SWITCHING** : Conmutación de Células ATM.
- **AUI (Attachment Unit Interface)** : Interfaz de unidad de vinculación para redes LAN Ethernet.

B

- **BACKBONE** : Red Principal.
- **Banco de canales (Channel Bank)** : Equipo que conecta múltiples canales de voz a un enlace de alta velocidad por medio de digitalización y multiplexado por división del tiempo (TDM). La voz es convertida a una señal de 64 kbps (24 canales a 1.544 Mbps en servicios T1 como los EE.UU.; 30 canales a 2.048 Mbps en países con servicios E1 o CEPT como en Europa).
- **Banda base (Base band)** : Se refiere a la transmisión de una señal analógica o digital en su frecuencia original, sin modificada por modulación.
- **Baudío (Baud)** : Unidad de velocidad de señalización al número de estados o eventos discretos por segundo.
- **B-ICI (Broadband ISDN Intercarrier Interface)** : Interfaz intercarrier B-ISDN.
- **Bipolar** : Método de señalización (usado en T1/E1) que representa un "1" binario alternando pulsos positivos y negativos, y un "0" binario por la ausencia de pulsos.
- **BISDN (Broadband ISDN - RDSI en Banda Ancha)** : La próxima generación de ISDN (RDSI), diseñada para transportar información digital, voz y video. El sistema de conmutación es ATM y SONET o SDH el medio físico de transporte.
- **Bit de paridad (Parity bit)** : Bit adicional, no de información, que se agrega a un grupo de bits para asegurar que el número total de bits "1" en el carácter es par o impar.
- **BPS (BPS -Bit Per Second)** : Bits por segundo. Medida de la velocidad de transmisión de datos en la transmisión serie.
- **Broadband** : Tecnología de banda ancha que soporta voz, video y datos usando quizás múltiples canales.

- **Bus** : Vía o canal de transmisión. Típicamente, un bus es una conexión eléctrica de uno o más conductores, en el cual todos los dispositivos ligados reciben simultáneamente todo lo que se transmite.
- **Byte** : Grupo de bits que una computadora puede leer (generalmente de longitud 8 bits)

C

- **Canal (Channel)** : Camino para la transmisión eléctrica entre dos o más puntos. También denominado enlace, circuito o instalación.
- **Capa física (Physical Layer)** : Capa 1 del modelo OSI. La capa física se ocupa de los procedimientos eléctricos, mecánicos y de handshaking sobre la interface que conecta un dispositivo al medio de transmisión
- **CBR (Constant Bit Rate)** : Velocidad de Bits Continua, servicio ATM cuyo ancho de banda es constante.
- **CCITT (Comité Consultor Internacional de Telegrafía y Telefonía)** : Comité asesor internacionales de transmisión. (Denominado actualmente ITU_T)
- **CD (Carrier Detect – Detección de Portadora)** : Señal de interface de modem que indica a un terminal a él conectado que el modem que indica a un terminal a él conectado que el modem local está recibido señal del modem remoto.
- **CELL RELAY (Transmisión por celdas)** : Tecnología de redes basada en el uso de pequeños paquetes de tamaño fijo, llamados celdas.
- **CIR (Committed Information Rate)** : Tasa de Información Comprometida
- **Circuit** : Circuito, enlace de comunicaciones entre dos ó más puntos.
- **CLP** : Prioridad de Pérdida de Célula, campo de la célula ATM.
- **Compresión (Compression)** : Cualquiera de varias técnicas que reducen el número de bits necesarios para representar la información sea para transmisión o almacenamiento, con lo cual se ahorra ancho de banda y/o memoria.
- **Compresión de la voz (Voice compression)** : Conversión de una señal de voz analógica a una señal digital utilizado un ancho de banda mínimo (16 kbps o menos).
- **Conmutación de paquetes (Packet switching)** : Técnica de transmisión de datos que divide la información del usuario en envoltentes de datos discretas llamadas paquetes y la envía.
- **Connection-Oriented** : Orientado a conexión. Término empleado para describir transferencias de datos posteriores al establecimiento de un circuito.
- **CPCS (Common Part Convergence Sublayer)** : Subcapa de Convergencia parte común del modelo ATM.
- **CPE (Customer Premises Equipment)** : Equipo en las instalaciones del cliente.
- **CRC (Cyclic Redundancy Check)** : Sistema de detección de errores en la transmisión de datos. Se aplica un algoritmo polinómico a los datos. Se aplica un algoritmo polinómico a los datos, y la suma de verificación resultante se agrega al final de la trama. El equipo receptor ejecuta un algoritmo similar.
- **CS (Convergence Sublayer)** : Subcapa de Convergencia de los Niveles Superiores del modelo ATM.
- **CSU (Channel Service Unit – Unidad de Servicio de Canal)** : Equipo de propiedad del usuario, instalado en el local del usuario en la interface las líneas de la empresa telefónica como terminación de una DDS o un circuito T1. Los CSU brindan protección a la red y capacidades diagnósticas.
- **CV** : Circuito Virtual.

D

- **Datos (Data)** : Información representada en forma digital, incluyendo voz, texto, facsímil y video.
- **DCE (Data Communications Equipment)** : El equipo que brinda las funciones que establecen, mantienen y finalizan una conexión de transmisión de datos (como un modem).

- **DDS (Digital Data Service – “Servicio de Datos Digitales”)** : Marca registrada de AT&T que identifica un servicio de línea privada para las comunicaciones de datos digitales en la gama entre 24 y 56 kbps, 128 kbps o más.
- **Diagnósticos (Diagnostics)** : Procedimientos y sistemas que detectan y aíslan una falla o error en un dispositivo de comunicaciones, red o sistema.
- **Digitalización de la voz/Codificación de la voz (Voice Digitization/Encoding)** : La conversión de la señal analógica de voz en símbolos digitales para su almacenamiento o transmisión (p. Ej. ADPCM, CVSD, o PCM)
- **Dirección (Address)** : Representación codificada del origen o destino de los datos.
- **Dirección Internet (Internet Address)** : También denominada IP Address. Dirección de 32 bit independiente del hardware que se asigna a computadoras centrales bajo el conjunto de protocolos TCP/IP.
- **Distorsión (Distortion)** : La modificación indeseada de una forma de onda que ocurre entre dos puntos de un sistema de transmisión.
- **DLCI (Data Link Identifier)** : Identificador de circuito de Enlace de Datos.
- **DNA (Digital Network Architecture)** : Arquitectura de Red Digital. El esquema dentro del cual DEC diseña y desarrolla todos sus productos de comunicaciones.
- **DNS (Domain Name Service)** : Sistema de nombre de dominio.
- **DS-3 (Digital Signal level 3)** : Señal Digital de jerarquía 3 – Término usado para denominar la señal digital de 45 Mbps transportada por una instalación T3.
- **DSE (Data Switching Equipment)** : Equipo de conmutación de conmutación de datos en la tecnología X.25.
- **DSU (Digital Service Unit – Unidad de Servicio Digital)** : Dispositivo de usuario conectado a un circuito digital (tal como DDS o T1 cuando está combinado con una CSU). La DSU convierte la corriente de datos del usuario a formato bipolar para su transmisión.
- **DTE (Data Terminal Equipment – Equipo terminal de datos)** : Dispositivo que transmite y/o recibe datos a/de un DCE (p. Ej. Un terminal o impresora)

E

- **E0** : Estándar de transmisión a 64 kbps.
- **E1** : (Sistema de portadora digital a 2.048 Mbps usado en Europa.). Estándar CCITT (ITU-T) de Transmisión Plesiócrona con Velocidad de 2.048 Mbps.
- **E2** : Estándar CCITT (ITU-T) de Transmisión Plesiócrona a 8 Mbps.
- **E3** : (Estándar CCITT (ITU-T) de Transmisión Plesiócrona a 34 Mbps.). Norma europea de transmisión digital de alta velocidad que opera a 34 Mbps.
- **EIA (Electronic Industries Association – Asociación de Industrias Electrónicas)** : Organización de normas de los EE.UU. que se especializan en las características eléctricas y funcionales de los equipos de interfaz.
- **ELAN (Emulated LAN)** :
- **Enrutado (Routing)** : El proceso de selección de la vida circuital más eficiente para un mensaje.
- **Ethernet** : Diseño de red de área local normalizada como IEEE 802.3. Utiliza transmisión a 10 Mbps por un bus coaxial, y el método de acceso CSMA/CD:

F

- **FCS (Frame Check Sequence)** : Secuencia de verificación de cuadro.
- **FDDI (Fiber Distributed Data Interface)** : Norma ANSI para enlaces por fibra óptica con velocidades hasta 100 Mbps.
- **Fibra óptica (Fiber Optics)** : Delgado filamentos de vidrio o plástico que llevan un haz de luz transmitido (generado por un LED o láser).

- **FRAD (Frame Relay Access Devices)** : Dispositivos de Acceso de Frame Relay. FRAME RELAY Servicio de Transmisión de Datos Basado en Tecnología de conmutación de frames.
- **FRAME RELAY** : Servicio de Transmisión de Datos Basado en Tecnología de conmutación de frames.
- **FTP (File Transfer Protocol)** : Protocolo de Transferencia de archivos. Protocolo de aplicación IP para transferir archivos entre nodos de la red.
- **Full Duplex** : Circuito o dispositivo que permite la transmisión en ambos sentidos simultáneamente.

G

- **G.703** : Norma CCITT de características físicas digitales, incluyendo las de 64 kbps y 2.048 Mbps.
- **GATEWAY** : Compuerta o servidor de intercomunicación.
- **GFC (Generic Flow Control)** : Control de Flujo Genérico, campo de la célula ATM.
- **GFI (Group Format Identifier)** : Identificador de formato de grupo. Se refiere a los primeros cuatro bits en un encabezado de paquete X.25.

H

- **Half Duplex** : Circuito o dispositivo que permite la transmisión en ambos sentidos pero no simultáneamente.
- **HDLC (High-level Data Link Control)** : Control de alto nivel de enlace de datos) – Protocolo internacional estándar definido por la ISO, derivado de SDLC.
- **HEC (Header Error Control)** : Control de error de encabezado.
- **HOST** : Computadora principal.
- **HUB** : Concentrador de red LAN.

I

- **IEEE (Institute And Electronic Engineers Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica)** : Organización profesional internacional que publica sus propias normas. La IEEE es miembro de ANSI e ISO. IEEE 802.3 – especificación de la IEEE para las LAN CSMA/CD. IEEE 802.5 – especificación de la IEEE para las LAN Token Ring.
- **IP (Internet Protocol)** : Protocolo Internet. Protocolo de capa 3 (capa de red) que contienen información de direccionamiento y de control para permitir el enrutamiento de paquetes.
- **IPX (Internetworking Packet Exchange)** : Intercambio de paquetes de interconexión de redes Protocolo Novell de capa 3, que se emplea en redes NetWare similar a XNS e IP.
- **ISDN (Integrated Services Digital Network –RDSI/Red Digital de Servicios Integrados)** : Servicio previsto por una empresa de comunicaciones que permite transmitir simultáneamente diversos tipos de datos digitales conmutados y voz.
- **ISO (International Standard Organization – Organización de Normas Internacional)** : Organización Internacional involucrada en la formulación de normas de comunicaciones.
- **ITU-T** : Unión internacional para las telecomunicaciones sector telefonía y transmisión de datos.

J

- **Jerarquía Digital Síncrona (JDSA – SDH, Synchronous Digital Hierarchy)**
Norma europea para el uso de medios ópticos para el transporte físico en redes de larga distancia y alta velocidad.

L

- **LAN (Local Area Network – Red de Area Local)** : Instalación de transmisión de datos de alto volumen que conecta varios dispositivos intercomunicados (computadoras, terminales e impresoras) dentro de una misma habitación, edificio o complejo u otra área geográfica limitada.
- **LANE (LAN Emulation)** :
- **Línea dedicada/arrendada (Leased line)** : Línea telefónica reservada para el uso exclusivo de un cliente sin conmutación de central.
- **Línea multipunto (Multipoint line)** : Una única línea o circuito que interconecta varias estaciones. Se usa generalmente con algún mecanismo de “polling” (interrogación) para dirigirse a cada terminal conectado con un código único de dirección.

M

- **MAC (Medida Access Control – Control de Acceso a Medio)** : Protocolo que define las condiciones bajo las cuales las estaciones de trabajo acceden al medio de transmisión; su uso está más difundido en lo que hace a las LAN. En las LAN tipo IEEE, la capa MAC es la capa de enlace de datos.
- **MAN (Metropolitan Area Network)** : Red de área metropolitana. En términos generales se refiere a una red que ocupa un área metropolitana, geográficamente mayor que la que ocupa una red local (LAN), pero menor que la de una red amplia (WAN).
- **MAU (Medium Attachment Unit (IEEE 802.3))** : Unidad de Vinculación al medio en redes IEEE 802.3.
- **MAU (Multistation Access Unit (IEEE802.3))** : Concentrador den redes tipo Token Ring.
- **MEDIO FISICO** : Puede ser fibra Optica, Coaxial, etc.
- **Módem (Modulador-Demodulador)** : Dispositivo usado para convertir señales digitales serie de una DTE transmisora a una adecuada para la transmisión por línea telefónica. Reconvierte también la señal transmitida a información digital serie para su aceptación por una DTE receptora.
- **Multiplexor/Mux (Multiplexer)** : Dispositivo que permite que dos o más señales transiten y compartan una vía común de transmisión.

N

- **N-ISDN Narrowband-ISDN (Integrated Services Digital Network)** : Red digital de Servicios Integrados (RDSI) de banda angosta.
- **NIC** : Network Interface Card.
- **NNI (Network-To-Network Interface)** : Interfaz de Nodo de Red.
- **Nodo (Node)** : Punto de interconexión a una red.

O

- **OC3** : Estándar de transmisión a 155 Mbps.
- **OSI (Open Systems Interconnection Model)** : Modelo de referencia de siete capas de red de comunicaciones desarrollado por la ISO.
- **OSPF (Open Shortest Path First)** : Abrir la trayectoria más corta primero señal rasar a través de un circuito de telecomunicaciones.

P

- **PACKET (Paquete)** : Agrupamiento lógico de información que incluye un encabezado (heade) y (normalmente) datos del usuario.
- **PAD (Packet Assembler/Disassembler)** : Ensamblador/desensamblador de paquetes
- **Par trenzado blindado (STP, Shielded Twisted Pair)** : Término general que designa sistemas de cableado específicamente diseñados para la transmisión de datos y en los cuales los cables están blindados.
- **Par trenzado sin blindar (UTP – Unshielded Twisted Pair)** : Término general aplicados a todos los sistemas locales de cableado para la transmisión de datos y no están blindados.
- **PBX (Private Branch Exchange)** : Conmutador de voz Privado.
- **PCM (Pulse Code Modulación - Modulación por Codificación de Pulsos)** : Procedimiento para adoptar una señal analógica (como la voz) a una corriente digital de 64 kbps para la transmisión.
- **PMD (Physical Medium Dependant)** : Subcapa Dependiente del Medio Físico, de acuerdo a la Terminología Ethernet.
- **Polling** : Ver “Bajada múltiple”.
- **Portadora (Carrier)** : Señal continua de frecuencia fija, capaz de ser modulada por otra señal (que contiene la información).
- **PPP (Point to Point Protocol)** : Protocolo de punto a punto que le permite a una computadora usada el TCP/IP con una línea telefónica estándar.
- **Protocol (Protocolo)** : Descripción formal de un conjunto de redes y conversiones que gobiernan la forma en que los dispositivos de una red intercambian información.
- **Protocolo Internet (IP – Internet Protocol)** : El protocolo de nivel de red del conjunto de protocolos TCP/IP (Internet).
- **PTI** : Identificador de Tipo de Carga Util.
- **Puente (Bridge)** : Dispositivo que interconecta redes de área local (LANs) en la Capa de Enlace de Datos OSI. Filtra y retransmite tramas según las direcciones a nivel MAC (Medida Access Control – Control de Acceso a Medio).
- **Puerto (Port)** : Interface físico a una computadora o multiplexor para la conexión de terminales y modems.
- **PVC (Permanent Virtual Circuit)** : Circuito virtual permanente. En forma genética se refiere a un circuito virtual establecido en forma permanente.

Q

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

R

- **R2 MTC** :
- **RARP (Reverse Address Resolution Protocol)** : Protocolo de resolución de dirección en reverso.
- **RDSI** : Red Digital de Servicios Integrados.
- **Red (Network)** : (1) Grupo de nodos interconectados (2) Serie de puntos, nodos o estaciones conectados por canales de comunicación; el conjunto de equipos por medio del cual se establecen las conexiones entre las estaciones de datos.
- **Red Telefónica Conmutada Pública** : La red de telecomunicaciones a que acceden generalmente los teléfonos corrientes, teléfonos multilínea, troncales PBX (centralistas privadas) y equipos de datos.
- **Redundancia/Redundante (Redundancy/Redundant)** : Componentes de reserva usados para asegurar el funcionamiento ininterrumpido de un sistema en caso de falla.

- **Reloj (Clock)** : Término breve que significa la/s fuentes/s de señales de temporización (sincronismo) usadas en las transmisiones sincrónicas.
- **Reloj maestro (Master Clock)** : Fuente de las señales de temporización (o las señales mismas) que todas las estaciones de la red usan para la sincronización.
- **Repetidor (Repetidora)** : Dispositivo que automáticamente amplificada, restaura o devuelve la forma a las señales para compensar las distorsión y/o atenuación antes de proceder a retransmitir
- **RG58** : Cable Coaxial Delgado con Impedancia 50 Ohms.
- **RIP (Routing Information Protocol)** : Protocolo de información de encadenamiento basado en algoritmos de vectores y distancias.
- **ROUTER (Enrutador)** : Dispositivo de la capa 3 OSI que puede decidir cual de varios caminos debe seguir el tráfico de la red, basándose en alguna métrica óptima.
- **RS-232C** : Interfaz de la capa física bastante popular. Es virtualmente idéntica a la especificación V.24.
- **RTPC** : Red Telefónica Publica Conmutada.

S

- **SAR (Segmentation and Reassembly)** : Segmentación y Reensamblaje. La mitad inferior del BISDN Capa 3.
- **SDH** : Synchronous Digital Hierarchy. Jerarquía Digital Síncrona (JDS).
- **SDLC (Synchronous Data Link Control – Control de Enlace de Datos Síncrono)** : Protocolo IBM para entornos SNA. El SDLC es un protocolo orientado a bits similar al HDLC.
- **Segmento de tiempo (Timeslot)** : Porción de un multiplex serie de información dedicado a un único canal. En E1 y T1 un segmento de tiempo representa típicamente un canal de 64 kbps.
- **Síncrono** : Método de transmisión de datos en donde los caracteres y bits son transmitidos a una velocidad ya establecida con el transmisor y receptor sincronizados.
- **Sistema de Administración de Red (Network Management System)** : Sistema completo de equipos que se utiliza para monitorear, controlar y administrar una red de comunicaciones de datos.
- **SMDS (Switched Multimegabit Data Service – Servicio Conmutado de Multimegabits de Datos)** : Especificación de un servicio de datos de paquetes conmutados sin conexiones.
- **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)** : Protocolo simple de transferencia de correo.
- **SNA (System Network Architecture – Arquitectura de Red de Sistemas)** : Protocolo de la arquitectura de comunicaciones en capas de IBM.
- **SNMP (Simple Network Management Protocol – Protocolo de Administración de Redes Simples)** : Actualmente muy difundido. El protocolo de administración de redes del conjunto de protocolos TCP/IP.
- **SONET (Synchronous Optical Network – Red Óptica Síncrona)** : Norma para la utilización de medios ópticos para el transporte físico en redes de larga distancia y alta velocidad. Las velocidades básicas de SONET comienzan por 31.84 Mbps y llegan a 2.5 Gbps.
- **SPX/PX (Sequenced Packet Exchange/Internetworking Packet Exchange)** : Dos protocolos de red. IPX es el protocolo Netware para mover información a través de la red; SPX opera el IPX.
- **SSCS (Subcapa de Convergencia Servicio)** : Especifico del modelo ATM.
- **STM-1 (Synchronous Transport Module)** : Estándar de Transmisión Síncrono que maneja una velocidad de 155 Mbps.
- **STP (Shielded Twisted Pair)** : Par Telefónico Blindado.
- **SVC (Switched Virtual Circuit)** : Circuito virtual conmutado. Circuito virtual que puede establecer en forma dinámica por demanda. Se contrasta con PVC.

T

- **TC** : Subcapa de Convergencia de Transmisión.
- **TCP/IP** (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol – Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet*) : Conocido también como Internet Protocol Suite. Este conjunto de protocolos se utiliza en la Internet y se ha generalizado su uso para la interconexión de red heterogéneas.
- **TDM** (*Time Division Multiplexor – Multiplexor por División del Tiempo*) : Dispositivo que divide el tiempo disponible en su enlace en su enlace compuesto entre sus canales, por lo general intercambiado los bits (“bit TDM”) o caracteres (“characterTDM”) correspondientes a los datos de cada terminal.
- **TOKEN** : Marco (frame) de información de control cuya posesión da a un dispositivo de la red derecho a transmitir. Se utiliza en la tecnología Token Ring y FDDI.
- **Token Ring** : Red de área local normalizada como IEEE 802.5. Una trama supervisora (“token”) es pasada secuencialmente entre estaciones adyacentes. Las estaciones que desean acceder la red deben esperar a que les llegue el “token” antes de poder transmitir datos.
- **Transmisión analógica** : Transmisión de una señal variable en forma continua, a diferencia de una señal variable en forma continua, a diferencia de una discreta (digital).
- **Transmisión Asíncrona** (*Asynchronous Transmission*) : Método de transmisión el cual envía las unidades de datos de un carácter por vez. Los caracteres son precedidos y seguidos por bits de arranque/parada (start/stop) que dan la temporización (sincronización) en la terminal receptora. Llamada también transmisión de arranque/parada.
- **Transmisión serie** (*Serial Transmission*) : El modo de transmisión más corriente, en el cual los bits de los caracteres son enviados secuencialmente de a uno por vez en lugar de en paralelo.
- **Transmisión síncrona** (*Synchronous Transmission*) : Transmisión en la cual los bits de datos se envían a velocidad fija, con el transmisión y receptor sincronizados.
- **Troncal** (*Trunk*) : Un único circuito entre dos puntos cuando ambos son centros de conmutación de puntos de distribución individuales. Generalmente una troncal maneja simultáneamente numerosos canales.

U

- **UBR** (*Unspecified Bit Rate*) : Servicio ATM que no especifica ancho de banda.
- **UDP** (*User Datagram Protocol*) : Protocolo modo datagrama de usuario, para describir programas de aplicaciones de dirección de mensajes hacia un a computadora en un ambiente TCP/IP.
- **UNI** (*User-Network Interface*) : Interfaz Usuario – Red.
- **UTP** (*Unshielded Twisted Pair*) : Par Telefónica sin Blindar.

V

- **V.22 bis** : Norma de la ITU-T para transmisión síncrona y asíncrona dúplex completo de 2400 bits/s para usarse en línea de telefónicas conmutadas.
- **V.24** : Interfaz de capa física comúnmente empleada en muchos países. Muy similar a EIA/232D Y RS-232C.
- **V.32** : Norma de ITU-T para transmisión síncrona y asíncrona dúplex completo de 4800 y 9600 bits/s usando modulación de codificación “trellis” (tcm) en líneas.
- **V.32 bis** : Norma de ITU-T para transmisión síncrona dúplex completo en líneas dedicadas o conmutadas usando modulación de codificación “trellis”.
- **V.42** : Norma de ITU-T para la corrección de errores especificando LAN-M y MNP4.
- **V.42 bis** : Norma de ITU-T para comprensión de datos. VBR Variable Bit Rate. Servicio ATM que especifica un ancho de banda variable.
- **VC** (*Virtual Circuit*) : Circuito Virtual.
- **VCI** (*Virtual Channel Identifier*) : Identificador de Canal Virtual, campo de la célula ATM.

- **VIP** : Identificados de Trayectoria Virtual, campo de la célula ATM.
- **VLAN (Virtual LAN)** :
- **VTP (Virtual Terminal Protocol)** : Protocolo de terminal virtual.

W

- **WAN (Wide-Area Network)** : Red de área amplia. Red que ocupa área geográfica amplia.
- **WWW (World-Web Web)** : Sistema basado en hipertexto para encontrar y obtener acceso a recursos en la red internet.

X

- **X.25** : Recomendación CCITT que definen el formato de los paquetes para transferencias de datos en redes públicas de datos.
- **X.32** : Define como X.25 obtiene acceso a una red de datos pública conmutada por paquetes a través de la red telefónica pública conmutada.
- **XNS (Xerox Network System)** : Sistema de red Xerox.
- **X-ON/X-OFF (Transmitter On/Transmitter Off - Transmisor activado/Transmisor desactivado)** : Caracteres de control utilizados para el control del flujo de señal, y ue indican a un terminal el comienzo de transmisión (X-ON) y su fin (X-OFF).

BIBLIOGRAFÍA

Textos:

Redes de Computadoras: Protocolos, Normas e Interfases
UYLESS, BLACK
Macrobit Editores, S.A. de C.V. 1990

The Basics Book of X.25 Packet Switching, Second Edition
Motorola University Press
Addison-Wesley Publishing Company 1993

ATM Switching Systems
Thomas M. Chen, Stephen S. Liu
Artech House, Inc. 1995

ATM Theory and application
David E. McDysan, Darren L. Spohn
McGraw-Hill 1995

Introduction to ATM design and performance with applications analysis software
J. M. Pitts, J. A. Schormans
Jhon Wiley & Sons, Ltd. 1996

Ethernet networks Second edition
Gilbert Held
Jhon Wiley & Sons, Inc.. 1996

FDDI Technology and applications
Sonu Mirchandani, Raman Khanna
Jhon Wiley & Sons, Inc. 1993

Redes globales de información con Internet y TCP/IP
Douglas E. Comer
Prentice Hall 1996

Principios básicos protocolos y arquitecturas
Douglas E. Comer
Prentice Hall 1997

X.25 Made Easy
Nicolas M. Thorpe y Derek Ross
Prentice Hall 2ª edición 1995

Frame Relay: Principles and Applications
Philip Smith
McGraw Hill, 1995

The Guide to Frame Relay and Packet Networking
Nathan J. Muller y Robert Davidson
Flatiron Publishing, 1-800-Library

The Guide to Frame Relay Networking-How to Evaluate, Implement and
Mantain a Frame Relay Network
Christine A. Hackart

Frame Relay Networks, Specifications & Implementations
Uyless Black
McGraw Hill, 1994

Data and Computer Communication
William Stallings
Prentice Hall

Inside X.25: A Manager Guide
Sherman K. Schalar
McGraw Hill, Communication series

Internetworking Technologies Handbook
Marile Ford
H. Kim Lew
Steve Fparier
Cisco Systems
Cisco Press

ATM Networks-Concept, Protocols, Applications, Second Edition
Ranier Handel, Manfred N. Huber and Stefan Shroder
Addison Wesley, 1994

Asynchronous Trnasfer Mode
Solution for Broadband ISDN, Second Edition
Martin de Prycker

Fast Ethernet
Dawn of a New Network
Howard W. Johnson

Guide Connectivity, Second Edition
Frank J. Derfler, Jr
PC Magazine

Handbook of Computer-Communications Standards, Volumen 2
William Stalling
Stallins/McMillan

Using 100VG-AnyLAN
Janis Furtek Costa
Hewlett-Packard Professional Books

WORLD WIDE WEB URLs:

<http://www.cisco.com>
<http://www.fore.com>
<http://www.atmforum.com>
<http://www.nortel.com>
http://www.cisco.com/univercd/data/doc/cintrnet/prod_cat/pc7500.html
<http://www.cisco.com/warp/public/558/42.html>
<http://cio.cisco.com/univercd/data/doc/cintrnet/ito/55755.htm>
<http://www.nortel.com/magellan>
<http://www.intersys.com.mx>
<http://www.newbridge.com>

Revistas

Soluciones avanzadas:

Internet	15/Julio/1995
Educación a distancia	15/Agosto/1995
Manufactura III, Graft. Computacionales	15/Septiembre/1995
SNA, Hypertalk	15/Octubre/1995
Concurrencia y Distribución	15/enero/1996
Reingeniería, Uninet	15/Febrero/1996
Tutorial de Internet/Intranet	15/Mayo/1996
Data Warehouse/Manufactura	15/Junio/1996
Sistemas de Archivos Distribuidos	15/Julio/1996
SMDS, CGI's	15/Septiembre/1996
Outsourcing, Bootstrap	15/Octubre/1996
Redes de Area Amplia	15/Diciembre/1996
PC Magazine	