

**Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica**



**DISEÑO, IMPLANTACION Y OPERACIÓN DE UNA
RED MULTISERVICIO BASADO EN ANILLOS DE
FIBRA OPTICA**

Ing. Fidel Raúl Milano Medina

**Trabajo de Grado presentado a la ilustre
Universidad Central de Venezuela
para optar al título de Especialista en
Comunicaciones y Redes de
Comunicación de Datos**

Caracas, Junio del 2003.

AUTOR: Fidel Raúl Milano Medina

- **Título Academico a obtener :** Especialista en Comunicaciones y Redes de Comunicación de Datos.
- **Tutor: Luis Fernandez**
- **Título del Trabajo:** Diseño, Implantación y Operación de una Red Multiservicio basados en anillos de fibra óptica.

RESUMEN

En este proyecto se describe el proceso de diseño de una Red Multiservicios (SDH, DWDM, Ethernet) basada en anillos de fibra óptica, partiendo de la topología de anillo a implementarse, y los servicios que se van a prestar.

Luego se establecen los requerimientos de equipamiento por nodos primarios y nodos colectores, tomando en cuenta la matriz de tráfico probable que circula por estos nodos, y las necesidades de conexiones redundantes para los anillos principales

Adicionalmente, se describen las características más importantes de los equipos a instalarse en la red propuesta y luego se describe la red de sincronismo y sus requerimientos de diseño, esenciales para el buen funcionamiento de una red SDH.

Por otro lado se detalla la capacidad de la red de soportar la tecnología DWDM y se describen los equipos que la soportan. Igualmente se describe cómo se trasmite Ethernet sobre SDH y sus ventajas competitivas.

Finalmente, se presentan las aplicaciones que podrían implementarse con el uso de esta red y se describe el centro de operación de la red vital para el funcionamiento y gestión de los elementos de red.

Este proyecto sirve como base para el diseño e implantación de una red Multiservicios basadas en anillos de fibra óptica.

Índice General

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
II.	Antecedentes del Proyecto.	12
III.	Topología de la Red y Funcionabilidad.....	16
1.	Ubicación de los nodos de la red principal	17
2.	Conectividad de la Fibra	19
3.	Diseño de la Red Principal (backbone).....	21
4.	Nodos de Acceso a la Red Principal	29
4.1	Nodos de Acceso a los Nodos de Backbone primario.....	30
4.1.1	Red de Acceso Parque Cristal.....	30
4.1.2	Red de Acceso Cubo Negro.....	31
4.1.3	Red de Acceso Credicard.....	31
4.1.4	Red de Acceso Teleport.....	32
4.1.5	Red de Acceso Net 1	32
4.1.6	Red de Acceso Dos Caminos.....	33
4.1.7	Red de Acceso Tamanaco.....	33
4.1.8	Red de Acceso Santa Rosa	34
4.1.9	Red de Acceso Chacao.....	34
4.2	Red de Acceso a los Nodos de Backbone no Primarios.	35
4.2.1	Red de Acceso La Urbina.....	35
4.2.2	Red de Acceso Boleita.....	36
4.2.3	Red de Acceso Cafetal	36
4.2.4	Red de Acceso la Trinidad	37
4.2.5	Red de Acceso Chaguaramos	37
4.2.6	Red de Acceso La Yaguara.....	37
4.2.7	Red de Acceso Conde	38
IV.	Estimación de la Demanda.....	39
1.	Matriz de Trafico	39

V. Red de Sincronismo y Red Principal (Backbone).....	42
1. Red de Sincronismo	42
1.1 Modos de reloj.....	43
1.2 Criterio de commutacion de reloj de referencia.....	43
1.3 Criterio reloj interno	43
1.4 Distribución del reloj	44
1.5 Criterio de Jitter and Wander	44
1.6 Mensajería del estado de sincronización (SSM).....	44
2. Diagrama de la Red de Sincronismo	45
3. Diagrama de la Red Principal	45
VI. Capacidad de la Red para soportar las Tecnologías DWDM e Ethernet.	51
1. DWDM	51
1.1 Equipos DWDM. Plataforma Optera Metro 5000	53
2. Diagrama de la Red con DWDM	56
3. Transmisión Ethernet.....	56
3.1 Descripción de la Tarjeta OPE 100	60
3.2 Protocolo Point to Point (PPP) sobre SDH.....	63
3.3 Topologías de conexión de la OPE 100	65
VII. Sistema de Soporte Operacional	69
1. Principios TMN	69
2. Centro de Operación de la red (NOC)	72
2.1 Funciones básicas del EC-1.....	73
2.2 Funcionalidades básicas de la Plataforma Preside.....	75
VIII. Aplicaciones del Servicio SDH, DWDM, ETHERNET	78
1. SDH	78
2. DWDM	78
3. Ethernet	81

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
X. ANEXO I. Equipos de la Red de Transporte	89
1. Multiplexor STM-16 Optera Metro 4200/TN-16XE	91
1.1 Tarjetas de Agregado	93
1.2 Tarjetas Tributarias	93
1.2.1 STM-1º.....	93
1.2.2 2 Mbits/seg	94
1.2.3 34/45 Mbits/seg	94
1.3 Control de la Sincronización	94
1.4 Fuentes de sincronización	95
2. Multiplexor STM-4. Opera Metro 4100	96
2.1 Tarjetas de Agregado	96
2.2 Tarjetas Tributarias	97
2.3 Sincronización	98
2.4 Fuentes de Sincronización	98
3. Requerimientos de ADM, Grooming, Ambientales, Confiabilidad .	99
3.1 ADM.....	99
3.2 Grooming	99
3.3 Ambientales	100
3.4 Confiabilidad de los equipos de la red de backbone	101
XI. Equipos de la Red de Acceso.....	102
1. Multiplexor STM-1 TN-1X.....	102
1.1 Tributarios	102
1.2 Agregados	102
1.3 Fuente de sincronización	103
1.4 Estructura de Multiplexaje.....	104
2. Multiplexor TN-1C	105
2.1 Características más importantes:	105

2.2	Configuraciones:.....	106
3.	Requerimientos de ADM, Grooming, Confiabilidad	107
3.1	ADM.....	107
3.2	Grooming	107
3.3	Confiabilidad	108
XII.	ANEXO III. Componentes de la Serie Optera 5000	109
1.	Optera Metro 5200	109
1.1	Tipos de protección soportadas por OM 5200	119
1.1.1	Punto a punto entre OM 5200	119
2.	Optera Metro 5100	121
2.1	Componentes del Equipo OM 5100.....	125
2.1	Tipos de Protección Soportada	129
2.1.1	Punto a punto entre OM 5100	129
2.1.2	Configuración entre anillos de OM 5100 y OM 5200.....	130
3.	Configuraciones de la red Optera Metro 5000	131
3.1	Configuración Hubbed Ring	131
3.2	Configuración dual-hubbed ring	132
3.3	Configuración Meshed ring	133
3.4	Configuración punto a punto OM 5200	133
3.5	Optical Trunk Switch	134
3.6	Configuración OADM lineal	135
3.7	Configuración punto a punto OM 5100 - OM 5100.....	136
3.8	Configuración Estrella OM 5200 - OM 5100	137
3.9	Configuración anillo OM 5200 - OM 5100.....	137
3.10	Dual hommed estrella / anillo OM 5200 - OM 5100	138
	BIBLIOGRAFIA.....	139
	ACRONIMOS.....	140

Índice de Figuras

FIGURA 1. CONECTIVIDAD DE LA FIBRA DE LA RED PRINCIPAL	19
FIGURA 2. CONECTIVIDAD DE LA FIBRA A LOS NODOS REMOTOS	20
FIGURA 3. ANILLO PRINCIPAL CENTRAL Y SITIOS REMOTOS	22
FIGURA 4. ANILLOS PRINCIPALES ESTE Y OESTE Y SITIOS DE ACCESO.	23
FIGURA 5. DETALLES DE LOS NODOS DE BACKBONE PRIMARIO	26
FIGURA 6. RED DE SINCRONISMO.....	46
FIGURA 7. RED PRINCIPAL.....	47
figura 8. Anillo Este.....	48
FIGURA 9. ANILLO OESTE.....	49
Figura 10. Anillo Central.....	50
FIGURA 11. ARQUITECTURA GENERAL DEL SISTEMA OM 5200.....	54
FIGURA 12. GRILLA DE TRANSMISIÓN UTILIZADA POR LA FAMILIA OM 5000	56
FIGURA 13. RED DWDM.....	58
FIGURA 14. ETHERNET SOBRE SDH	60
FIGURA 15. COMPONENTES DE LA TARJETA OPE 100	62
FIGURA 16. PROCESO ETHERMET SOBRE SDH.....	63
FIGURA 17. CAPAS DEL PROTOCOLO PPP COMO PARTE DEL MODELO OSI.	64
FIGURA 18. FORMATO DEL FRAME PPP	64
FIGURA 19. TOPOLOGIA ANILLO.....	66
FIGURA 20. Configuración con una Red SDH arbitraria (OPE100).....	67
FIGURA 21. Conexión en Estrella	68
FIGURA 22. CAPAS Y AREAS FUNCIONALES DE GERENCIAMIENTO	70
FIGURA 23. DESCRIPCIÓN DEL MODELO OSI PARA LA PLATAFORMA EC-1/NE.....	71
FIGURA 24. CENTRO DE OPERACIÓN DE LA RED	72
FIGURA 25. APLICACIÓN DE SAN	79
FIGURA 26. TRANSMISIÓN DE VIDEO DE ALTA CALIDAD.....	80

FIGURA 27. APLICACIONES ETHERNET	83
FIGURA 28. MULTIPLEXOR TN-16XE.....	92
FIGURA 29. DIAGRAMA EN BLOQUE DE LAS FUENTES DE SINCRONIZACIÓN.	104
FIGURA 30. ESTRUCTURA DE MULTIPLEXAJE DEL TN-1X.....	104
FIGURA 31. DIAGRAMA FUNCIONAL OMX	113
FIGURA 32. SUBBASTIDOR DEL OM 5200 EN CONFIGURACIÓN TERMINAL / OADM	114
FIGURA 33. SUBBASTIDOR DE AMPLIFICACIÓN EQUIPADO PARA AMPLIFICAR TREINTA Y DOS CANALES SIMULTÁNEAMENTE	117
FIGURA 34. OM 5200 CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO	119
FIGURA 35. OM 5200 CONFIGURACIÓN CON TRANSPONDERS.....	121
FIGURA 36. ARQUITECTURA GENERAL DEL SISTEMA OM 5100 (CPE)	122
FIGURA 37. PLAN DE FRECUENCIAS PLATAFORMA OM 5000.....	123
FIGURA 38. INTERCONEXIÓN DE ANILLOS	124
FIGURA 39. ANILLO OM 5100.....	125
FIGURA 40. DISTRIBUCIÓN DE PLACAS EN EL OM 5100	126
FIGURA 41. OPTERA METRO 5100	127
FIGURA 42. OM 5200 CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO.	129
FIGURA 43. CONFIGURACIÓN 5100 - 5200	130
FIGURA 44. CONFIGURACIÓN HUBBED RING.....	132
FIGURA 45. CONFIGURACIÓN DUAL HUBBED RING	132
FIGURA 46. CONFIGURACIÓN MESHED RING	133
FIGURA 47. CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO	133
FIGURA 48. DIAGRAMA FUNCIONAL DE OPTICAL TRUNK SWITCH	135
FIGURA 49. CONFIGURACIÓN OADM LINEAL	136
FIGURA 50. CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO OM 5100-OM 5100	136
FIGURA 51. CONFIGURACIÓN ESTRELLA OM 5200-OM5100	137
FIGURA 52. CONFIGURACIÓN ANILLO OM 5200-OM 5100	138

FIGURA 53. CONFIGURACIÓN DUAL HOMMED ESTRELLA/ANILLO.....	138
---	-----

Índice de Tablas

Tabla 1. Red Principal y Nodos de Acceso.....	18
Tabla 2. Requerimiento inicial de equipos para los nodos de backbone primario	25
Tabla 3. Equipamiento y Red de Acceso Parque Cristal.....	30
Tabla 4. Equipamiento y Red de Acceso Cubo Negro.....	31
Tabla 5. Equipamiento y Red de Acceso Credicard	31
Tabla 6. Equipamiento y Red de acceso Teleport.....	32
Tabla 7. Equipamiento y Red de acceso Net 1.....	32
Tabla 8. Equipamiento y Red de acceso Dos Caminos.	33
Tabla 9. Equipamiento y Red de acceso Tamanaco	33
Tabla 10. Equipamiento y Red de acceso Santa Rosa.....	34
Tabla 11. Equipamiento y Red de acceso Chacao	35
Tabla 12. Equipamiento y Red de acceso La Urbina	35
Tabla 13. Equipamiento y Red de acceso Boleita	36
Tabla 14. Equipamiento y Red de acceso Cafetal.....	36
Tabla 15. Equipamiento y Red de acceso La Trinidad	37
Tabla 16. Equipamiento y Red de acceso La Yaguara	38
Tabla 17. Equipamiento y Red de Acceso Conde.....	38
Tabla 18. Matriz de tráfico para el 2002.....	40
Tabla 19. Matriz de tráfico para el 2003.....	42
Tabla 20. Relación de ancho de banda Ethernet-SDH.....	62
Tabla 21. Equipos y nodos del Anillo Este.....	89
Tabla 22. Equipamiento y Nodos del Anillo Oeste	90
Tabla 23. Equipamiento y Nodos del Anillo Central	90

Tabla 24. Requerimientos Ambientales	100
Tabla 25. MTBF del Optera 4100 y 4200	101
Tabla 26. MBTF para el TN-1X y TN-1C.....	108
Tabla 27. Dimensiones físicas del OM-5200	115
Tabla 28. Consumo de potencia del OM-5200	116
Tabla 29. Consumo de Potencia del OM-5100	128

I. INTRODUCCIÓN

En este mercado competitivo de las Telecomunicaciones y debido al aumento creciente en la demanda de ancho de banda, los operadores se han visto en la necesidad de mejorar sus redes y en la mayoría de los casos, hacer uso de los dispositivos de comunicaciones que utilizan a la fibra óptica como medio de transmisión.

Las redes basadas en anillos de fibra óptica proporcionan una alta confiabilidad, disponibilidad y ofrecen a los clientes anchos de banda mas elevados que los que se ofrecen con otras arquitecturas de redes hoy en día en operación.

Por otro lado el desarrollar una red de fibra óptica requiere de una inversión considerable de dinero, por lo que no todas las empresas están en condiciones de asumir este riesgo. En la ciudad de Caracas existía una necesidad de transporte e interconexión entre operadores, capaz de enfrentar el proceso de apertura que llevaba a cabo Conatel.

Es por esta razón que surgió este proyecto, cuyo objetivo principal era brindar servicios de Interconectividad y transporte de señal a diferentes operadores de telecomunicaciones en la Región Metropolitana. Operadores de servicios tales como WLL, Larga Distancia Internacional, LMDS, Internet, prestadores de servicios de radiodifusión sonora, televisión abierta y privada.

De esta manera se dio inicio al proceso de diseño, implementación y operación de este proyecto.

II. Antecedentes del Proyecto.

AES NETWORK se planteó la necesidad de satisfacer la creciente demanda del mercado de Telecomunicaciones en Venezuela. La visión planteada consistía en ser un proveedor principal de servicios de Telecomunicaciones, la cual incluía la conectividad basada en el Transporte de Servicios, servicios de conmutación de datos y servicios basados en aplicaciones, todo ello utilizando la infraestructura de fibra óptica que poseía la Electricidad de Caracas. De acuerdo al plan de negocio se diseñó una estrategia que incluía diferentes fases.

La visión de AES NETWORK estaba influenciada por una serie de cambios claves en los negocios, en el marco regulatorio y en la tecnología. Entre ellos podemos mencionar:

- La desregulación y apertura de las Telecomunicaciones lo que estimularía el desarrollo de nuevos servicios de telecomunicaciones para satisfacer las necesidades de los clientes.
- Reconocimiento de que las Telecomunicaciones y las Tecnologías de información son activos estratégicos para los clientes empresariales, que facilita la reducción de costos significativamente y que mejora la calidad de servicio.
- Rápido avance en las tecnologías de redes ópticas que transportan el tráfico de información de una manera costo-efectiva.
- Rápido avance en la infraestructura de conmutación de paquetes y enrutadores, que soportan una gama de servicios con diversos requerimientos de calidad de servicio con una plataforma común de conmutación de paquetes.

- Convergencia de Redes de Voz y Datos en una simple red basada en paquetes, dependiendo completamente en tecnología IP.
- Desarrollo de las capacidades de softswitch que facilitan la implementación de existentes y nuevos servicios, a través de una señalización distribuida y control de red.

De esta manera, el proceso de implementación de la red contemplaba tres fases, como se describe a continuación:

- **Fase 1. Servicio de Carrier de Carrier en Caracas.**

En esta etapa, el servicio que se ofrecería era el de Transporte y conectividad para lo nuevos operadores de Wireless Local Loop (WLL) Y LMDS, y a los proveedores de servicios existentes en Caracas, incluyendo al operador dominante CANTV. Los servicios de conectividad a ofrecer serían E1, E3, STM-1 Y STM-4.

Estos servicios suministrarían a estos operadores conexiones de transporte de alta capacidad y confiabilidad para interconectar múltiples sitios en sus redes, ó para interconectarse entre ellos mismos sin necesidad de tener que construir su propias redes de fibra.

Esta fase del proyecto está completamente terminada y actualmente le da servicio a todos los operadores existentes, tanto para su interconexión, como para conectar sus clientes finales.

Para ello se diseñó una red SDH en el área metropolitana con once nodos operativos, y que será tema de análisis en este documento.

- **Fase 2. Servicios de Redes privadas y datos a los clientes corporativos.**

En esta fase se planteó la necesidad de ofrecer los servicios de la fase 1 hacia el mercado corporativo, y adicionalmente otros servicios a los operadores. Entre estos podemos mencionar:

- Conexiones de Líneas Privadas para los clientes corporativos (E1, E3, STM-1, STM-4).
- Servicios basados en Gigabit Ethernet.
- Servicios de Conectividad de Datos incluyendo Frame Relay, ATM Cell Relay y transporte IP a los clientes corporativos.
- Servicios IP VPN
- Servicios de transporte a otros operadores como los de TV por cable e ISP.
- Servicios de gestión de longitudes de onda (λ).

- **Fase 3. Servicios de Aplicaciones.**

En esta etapa se construiría una plataforma basada en conmutación de paquetes y transporte para ofrecer servicios como aplicaciones en niveles y servicios de hospedaje. Entre los servicios potenciales a ofrecer mencionamos:

- Servicios de Aplicación con Computadoras(Main Frame) ó ASP.
- Comercio Electrónico
- Hospedaje de sitios Web.
- Soluciones de Almacenamiento basado en redes.

Debido a la grave crisis económica que atraviesa el país solamente se logró completar la fase 1 y la fase 2 esta en proceso de ejecución. Por tal motivo en este documento nos dedicaremos a la fase 1 y mencionaremos algunos detalles de la fase 2.

III. Topología de la Red y Funcionabilidad

La red se diseñó tomando en cuenta la ubicación geográfica de la ciudad de Caracas y los sitios que demandarían ancho de banda.

Todo ello con la finalidad de satisfacer las demandas del mercado de Telecomunicaciones provenientes de operadores autorizados por CONATEL, el sector Corporativo, y los proveedores de acceso a Internet. La red inicialmente fue diseñada en una topología basada en Anillos Jerárquicos ó Red de Backbone, y los anillos colectores y de acceso.

Para realizar esto se llevaron a cabo las siguientes tareas:

- Se calcularon las distancias en Kilómetros entre los nodos de la red principal.
- Se calcularon las distancias desde los nodos de acceso y los centros de operaciones de los operadores del país.
- Se estimó la demanda de tráfico para el 2002 y 2003 de ancho de banda de servicios punto a punto que los operadores demandarían hacia sus redes (E1, E3, STM-1).

De esta manera la red proporcionaría un gran ancho de banda con alta robustez, confiabilidad y rápida recuperación contra fallas de equipamiento y cable de fibra óptica.

Los anillos principales (como se describirán mas adelante) están basados en tres anillo separados STM-16, con fibra de 4 hilos, y con protección MS-SPRING (Multiplex Shared Section Protection Ring) (ver la figuras 1 y 2).

1. Ubicación de los nodos de la red principal

La siguiente tabla (tabla 1) identifica los nodos de la red que conforman la red de transporte principal, y los nodos que están en la red de acceso. La tabla también indica los nodos de la red principal a los cuales los nodos de acceso están conectados. Nótese que Parque Cristal, Teleport, Credicard, Net 1 y Cubo Negro requieren diversas conexiones con Interconexión Dual de Nodos (DNI Dual Node Interconnection) a dos nodos distintos en el backbone de la red.

Nodos de la Red Principal	Nodos de acceso que convergen a la Red Principal
Santa Rosa	Teleport (nodo de acceso principal) CrediCard (nodo de acceso principal) Net 1 (nodo de acceso principal) El Litoral (nodo remoto) El Cuño (nodo remoto) 2 sitios WLL para el proveedor 1 de WLL 2 sitios WLL para el proveedor 2 de WLL 1 sitio para LMDS
Chacao	Teleport (nodo de acceso principal) CrediCard (nodo de acceso principal) Net 1 (nodo de acceso principal) Parque Cristal (nodo de acceso principal) Cubo Negro (nodo de acceso principal) 3 sitios WLL para el proveedor 1 de WLL 3 sitios WLL para el proveedor 2 de WLL 1 sitio para LMDS Net 2
Dos Caminos	Parque Cristal (nodo de acceso principal) 3 sitios WLL para el proveedor 1 de WLL 3 sitios WLL para el proveedor 2 de WLL 1 sitio para LMDS
Urbina	Guarenas (nodo remoto) 1 sitios WLL para el proveedor 1 de WLL 1 sitios WLL para el proveedor 2 de WLL Net 3 Mariches (nodo de acceso remoto)

Nodos de la Red Principal	Nodos de acceso que convergen a la Red Principal
Boleíta	1 sitios WLL para el proveedor 1de WLL 1 sitios WLL para el proveedor 2 de WLL 1 sitio LMDS
Cafetal	1 sitio LMDS
Trinidad	1 sitios WLL para el proveedor 1de WLL 1 sitios WLL para el proveedor 2 de WLL 1 sitio LMDS El Volcán (nodo de acceso remoto)
Tamanaco	Cubo Negro (nodo de acceso principal) 2 sitios WLL para el proveedor 1de WLL 2 sitios WLL para el proveedor 2 de WLL 1 sitio LMDS El Vigía (nodo de acceso remoto)
Santa Mónica	Ninguno
La Yaguara	1 sitio LMDS Los Teques (nodo de acceso remoto)
Parque Central	1 sitios WLL para el proveedor 1de WLL 1 sitios WLL para el proveedor 2 de WLL 1 sitio LMDS El Avila (nodo de acceso remoto)

Tabla 1. Red Principal y Nodos de Acceso

2. Conectividad de la Fibra

Los siguientes dos diagramas ilustran la conectividad entre el backbone principal ([figura 1](#)) y los nodos remotos([figura 2](#)) por medio de fibra.

La gran mayoría de la rutas están construidas en ductos subterráneos y algunas zonas remotas están conectadas por vía aérea.

La fibra utilizada es fibra única monomodo convencional (C-SMF), y 0.4 db/Km de perdida para SDH Y DWDM.

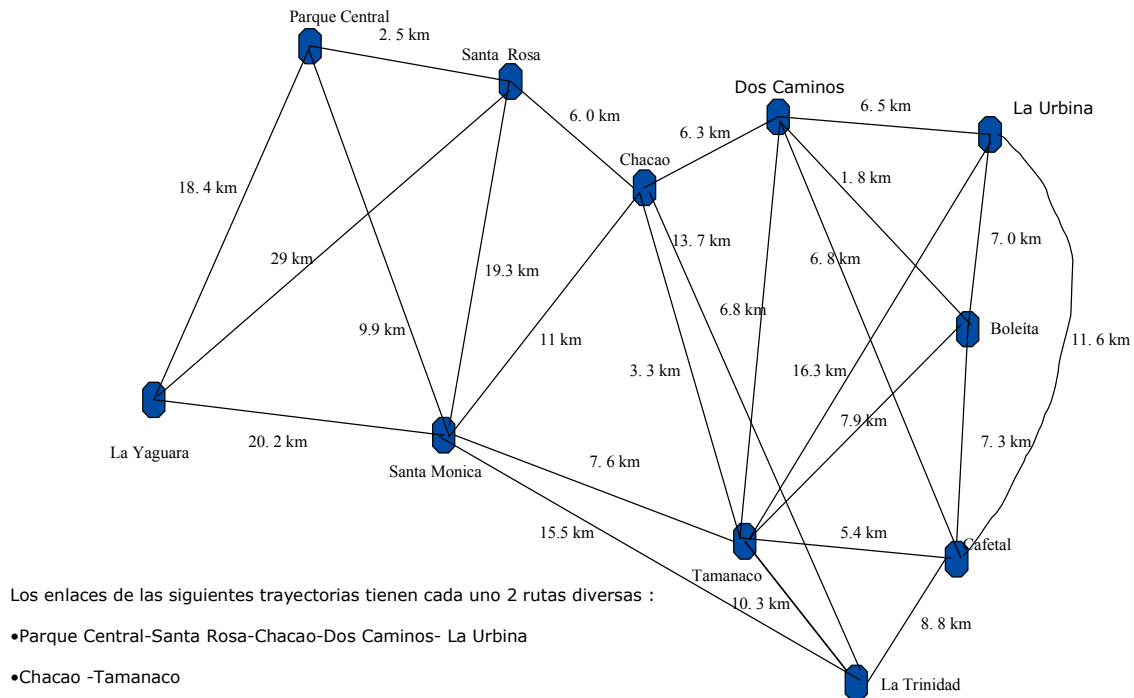


Figura 1. Conectividad de la fibra de la red principal

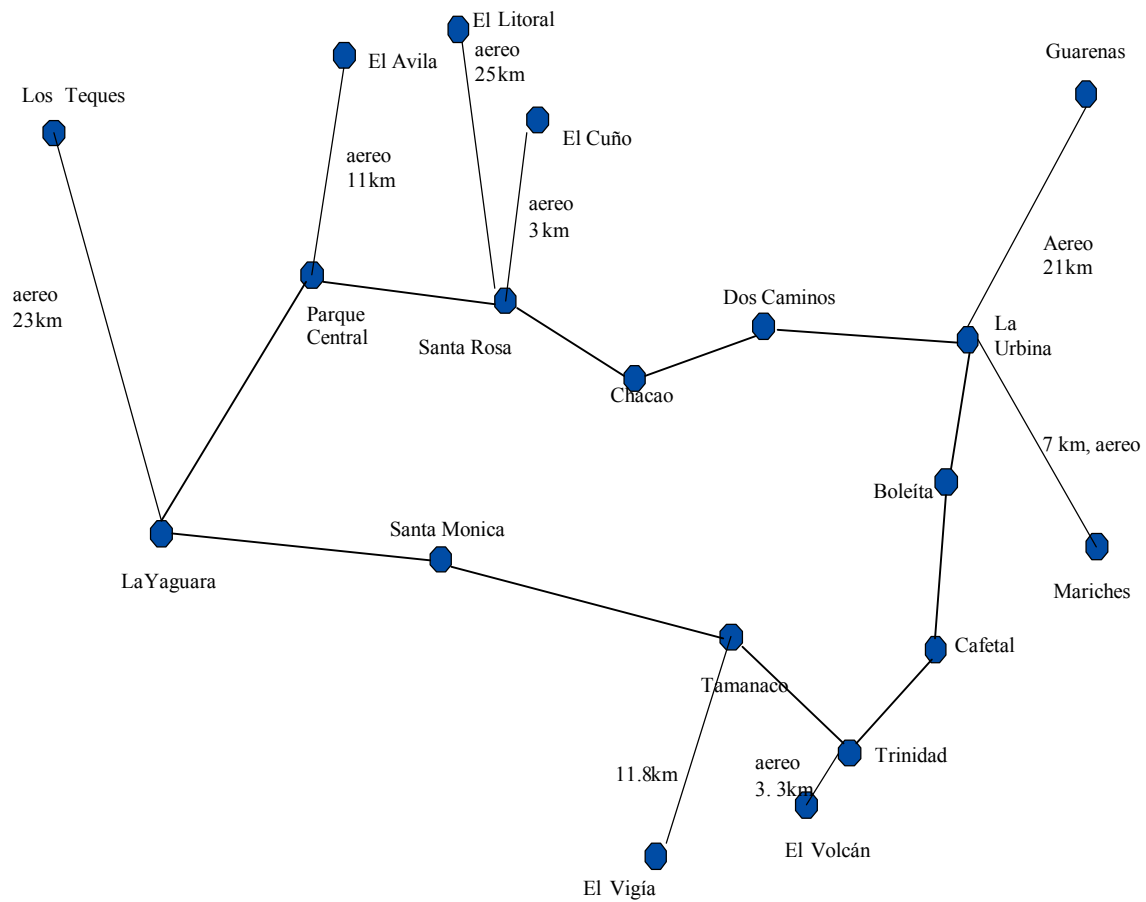


Figura 2. Conectividad de la fibra a los nodos remotos

3. Diseño de la Red Principal (backbone)

Los siguientes diagramas suministran una vista de los nodos de la red principal y varios nodos de acceso. En particular el numero actual de sitios LMDS y WLL no reflejan la capacidad total que esos sitios soportarían. Como se nota en la tabla 1, los sitios de las celdas LMDS y WLL no son parte del backbone principal. De igual manera, los nodos remotos (Los Teques, El Litoral, Guarenas, Mariches, El Cuño, El Avila, El Volcán y El Vigía) no son parte de la red principal.

La red principal consta de tres anillos (Central, Este, Oeste). La [figura 3](#) muestra una descripción ilustrativa del anillo Central y los nodos de acceso.

El anillo Central suministra conectividad a la región de Caracas. Nótese que con la excepción de los nodos de acceso Parque Cristal, Teleport, Cubo Negro, Credicard y Net 1, la figura no significa el tipo de red de acceso usado para conectarse al backbone principal. Como se describirá más adelante algunos puntos de acceso a la red serán utilizados en arquitectura de anillo y otros puntos de acceso serán utilizados con topología punto a punto.

La [figura 4](#) muestra una vista ilustrativa de los anillos principales este y oeste. Ellos están diseñados para transportar el tráfico eficientemente de los sectores del este y del oeste de Caracas respectivamente.

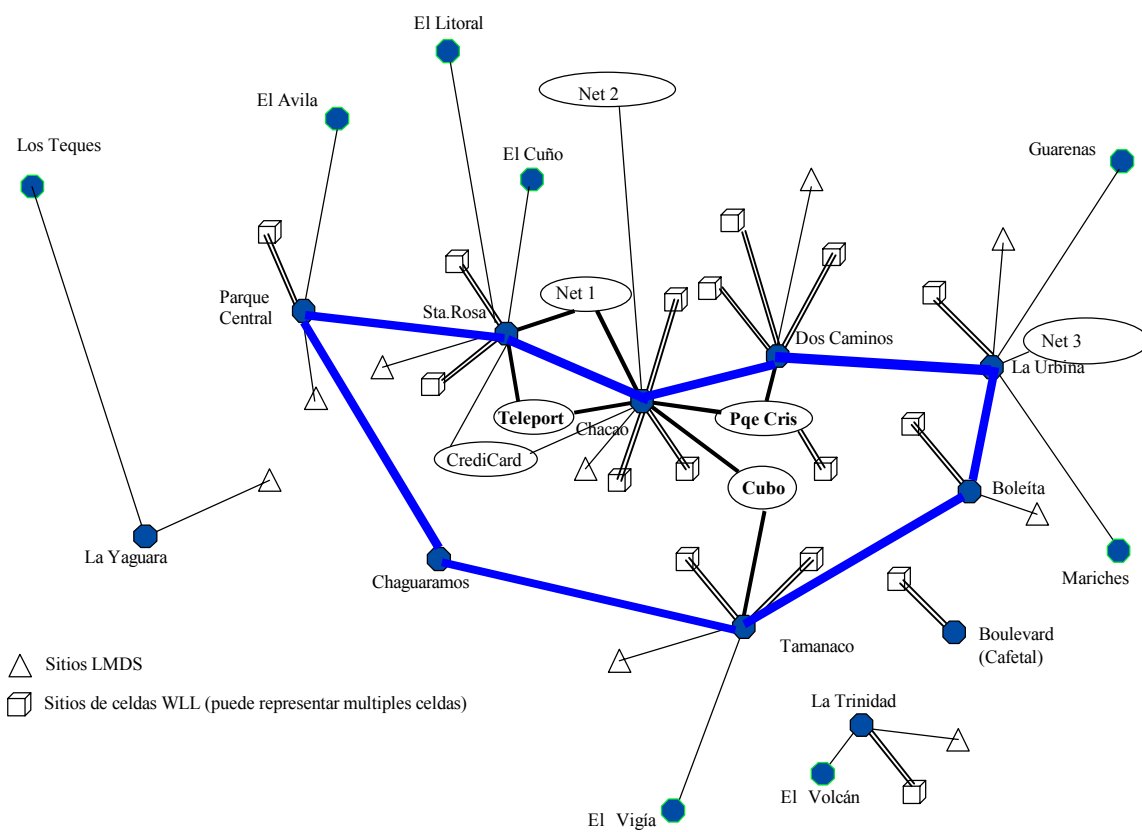


Figura 3. Anillo Principal Central y sitios remotos

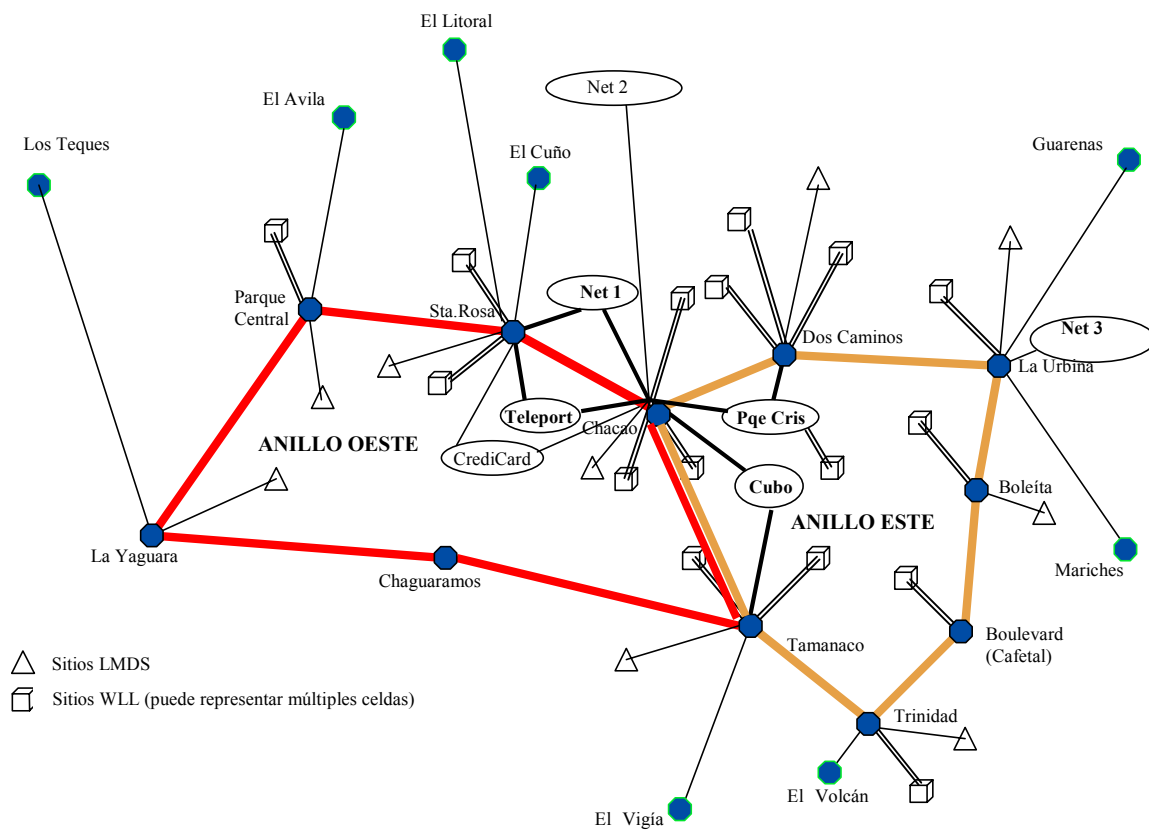


Figura 4. Anillos principales Este y Oeste y sitios de acceso.

Los siguientes puntos se refieren a los premisas claves de diseño de la red:

- La red está compuesta de 11 nodos que constituyen los anillos de la red. Nótese que sólo esos 11 nodos aparecen en la red de Backbone. De esos nodos, cuatro nodos son considerados como los nodos de backbone primario debido al alto volumen de tráfico que viene hacia ellos (ver [figura 5](#)). Los nodos de backbone primario son: Chacao, Dos Caminos, Tamanaco y Santa Rosa. Esos nodos poseen multiplexores ADM a nivel de STM-16 y algunos de ellos poseen varios ADM que aparecen en distintos anillos (incluyendo en la red protegida MS-SPRING y los anillos de acceso protegido SNCP- Sub Network Connection Protection).

Adicionalmente esos nodos tienen equipos que pueden eficientemente agrupar el tráfico que está destinado para los sitios de los clientes conectados a esas localidades del backbone. De esta manera estos sitios tienen la habilidad de cross-conectar y agrupar tráfico a nivel de E1 (VC-12), E3 (VC-3) y E4 (VC-4). Así estos nodos son terminaciones para múltiples anillos de acceso de clientes los cuales proveen el tráfico a esas localidades de clientes.

La siguiente tabla (tabla 2)muestra los equipos que se requirieron en su diseño inicial, en cado uno de los nodos primarios del backbone de la figura 5.

Nodo De Backbone Primario	SNCP STM-1 ADMs	SNCP STM-4 ADMs	SNCP STM-16 ADMs	MS-SPRING STM-16 ADMs	STM-4 TMs	STM-16 TMs	Funciones DXC
Santa Rosa	1	3	1	2	-	1	√
Chacao	1	5	1	3	-	-	√
Dos Caminos	1	-	2	2	-	-	√
Tamanaco	1	2	-	3	1	-	√

Tabla 2 Requerimiento inicial de equipos para los nodos de backbone primario

- Otros nodos de la red backbone (nodos no primarios) también tienen Multiplexores STM-16 con capacidad ADM y MS-SPRING. Ellos también tienen la capacidad para agrupar eficientemente el tráfico E1 y E3 de las interfaces de los lados tributarios STM-1.
- Los clientes acceden el núcleo principal de la red a través de anillos colectores de acceso con protección SNCP, sin embargo en algunos casos solamente se pueden conectar a través de enlaces punto a punto ya que no existe diversidad de ruta de fibra.
- Otras localidades de clientes LMDS y WLL (localidades Wíreless Local Loop, Local Multipoint Distribution System), tienen multiplexores situados en las premisas del cliente (como se muestra en la [figura 5](#)). Esas localidades están conectadas en anillos con protección SNCP y se cierran en el backbone principal con los equipos de backbone de la red. Para los clientes

pequeños se ha usado anillos colectores de 2 fibras SNCP que terminan tráfico en los nodos primarios de Santa Rosa, Chacao, Dos Caminos y Tamanaco. El agrupamiento de tráfico se hace mayoritariamente en E1 y E3 y se inserta dentro de la trama STM-1. Adicionalmente se recoge tráfico a nivel STM-0.

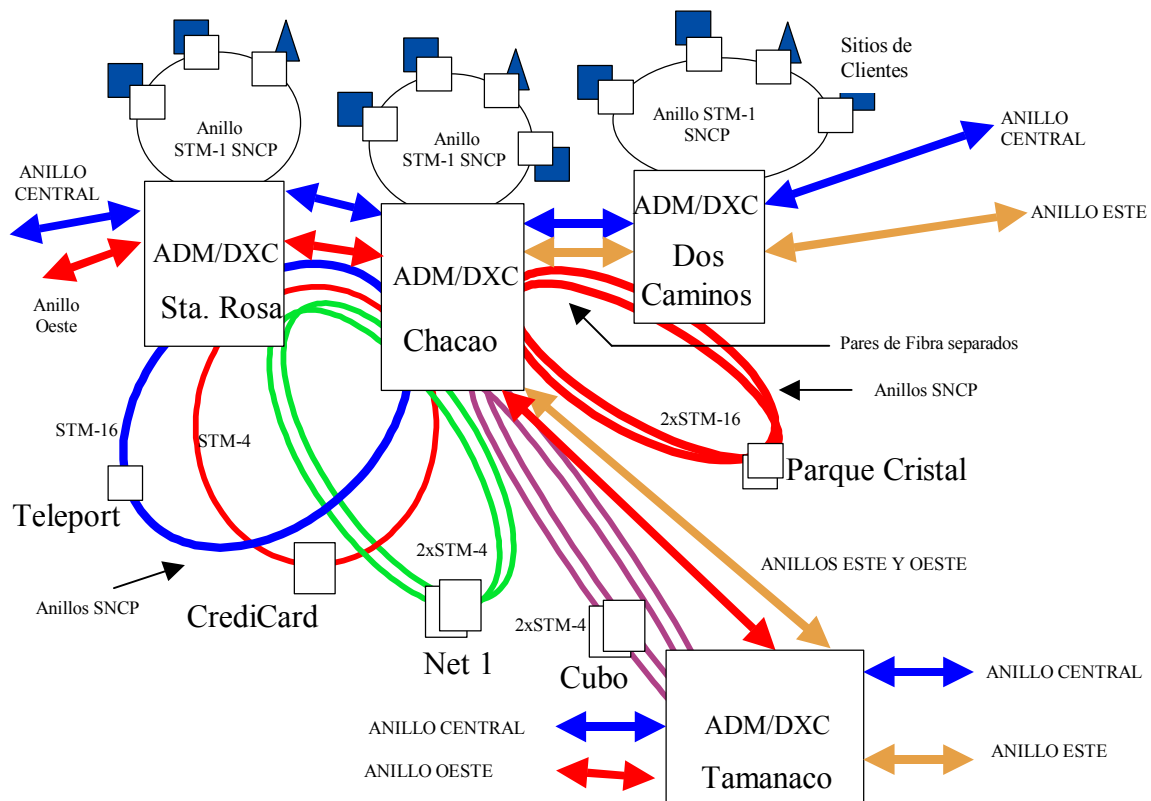


Figura 5. Detalles de los nodos de backbone primario

Los clientes WLL Y LMDS en sus sitios de concentración principal tendrán conectados equipos STM-4 Y STM-16 cuando la

demanda de tráfico lo amerite. La llegada de tráfico (hospedaje) se hará en forma dual para protegerse en caso de fallas. Para estas terminaciones los equipos se conectarán al backbone de la red a través de los anillos SNCP utilizando la funcionalidad de DNI(Dual Node Interconnection) con el backbone MS-SPRING. Por ejemplo, como se muestra en la [figura 5](#), los anillos STM-16 SNCP conectando Parque Cristal al backbone de la red harán interconexión dual DNI con los equipos de backbone MS-SPRING en Chacao y Dos Caminos. Pares de fibra separados son utilizados para cerrar el anillo SNCP entre los nodos Backbone (por ejemplo, entre Chacao y Dos Caminos).

- Cinco nodos de acceso principales requieren la función DNI al backbone de la red (vease la [figura 5](#)). Esos nodos principales son : Parque Cristal, Net 1,Teleport, Credicard y Cubo Negro.
- En el uso de la función DNI entre el anillo de Backbone MS-SPRING y el anillo SNCP, la opción de protección de ancho de banda también se utiliza para mejorar la eficiencia del ancho de banda en el anillo MS-SPRING.
- El núcleo de la red, se conectará con las trayectorias SNCP entre los diferentes anillos SNCP y utiliza protección MS-SPRING a nivel de VC-4.
- El objetivo de diseño de la red se hizo para minimizar la cantidad de tráfico entrando a través de los tres anillos principales.

Cualquier tráfico entrante utiliza la opción DNI para conectarse a los anillos y usa la protección de ancho de banda.

- La red se opera a través de un centro de control de red (NOC) con sus elementos asociados EMS (Element Management System) y NMS (Network Management System), que soportan todos los elementos de transporte. La Gestión de la red SDH y DWDM (Network Elements) se basa en la arquitectura TMN, red de gestión de Telecomunicaciones (Telecommunication Management Network).
- La red está basada en una red de sincronismo que suministra una fuente de reloj primario, Primary Reference Source (PRS), el cual se puede utilizar con otros relojes de sincronismo SDH.

4. Nodos de Acceso a la Red Principal

Esta sección describe la arquitectura básico de la red de acceso e incluye los requerimiento de equipo desde sus inicios.

Hay tres tipos de arquitectura de red de acceso descritas y cuyas conexiones con los nodos de la red Principal se describen en la [tabla 1](#).

Los tres tipos de red de acceso son:

- La arquitectura de acceso basada en anillos entre los nodos de backbone primario (Dos Caminos, Santa Rosa, Chacao, Tamanaco) y las localidades de clientes de alto tráfico (anillos de acceso SNCP a velocidad STM-4 y STM-16). Esos son los nodos que soportan la mayoría del tráfico en las etapas iniciales de la red. Pares de fibra separados para el anillo SNCP se utilizaron entre los dos nodos del anillo de backbone para soportar DNI entre el anillo de acceso SNCP y el anillo de Backbone.
- Arquitectura de acceso basado en anillo entre los nodos de backbone y las localidades del cliente de bajo tráfico (anillos de acceso SNCP basado en STM-1). El nodo backbone suministra el cierre del anillo de acceso SNCP.
- Red de acceso protegida punto a punto entre los nodos remotos (El Avila, Los Teques, El Litoral, El Vigía) y los nodos de la red backbone.

4.1 Nodos de Acceso a los Nodos de Backbone primario

Los nodos de acceso a los nodos de backbone primario descritos más adelante consisten en anillos de accesos que terminan en los nodos de Backbone primario (Santa Rosa, Chacao, Dos Caminos y Tamanaco).

Los equipos en estos nodos de backbone primario terminan tanto el anillo de backbone I como el anillo de acceso en un único equipo que provee integralmente las funcionalidades ADM/DXC, como también las de cross conexión y agrupamiento para enrutar el tráfico.

A continuación mencionamos estos accesos:

4.1.1 Red de Acceso Parque Cristal

La red de acceso Parque Cristal contiene dos anillos de acceso SNCP entre Parque Cristal y los nodos de Backbone Dos Caminos y Chacao. Adicionalmente hay un multiplexor remoto STM-1 localizado en un sitio de celda que conecta a Parque Cristal.

En la tabla 3 se detalla el diseño de la red de acceso Parque Cristal y las funcionalidades de los equipos en cada nodo.

Localidad	STM-16 SNCP ADMs	Multiplexor STM-1	Interfaces Add/Drop		
			E1	E3	STM-1
Parque Cristal	2		30	10	18
Dos Caminos	2				
Chacao	2				
Estación base Wireless		1	2		

Tabla 3. Equipamiento y Red de Acceso Parque Cristal

4.1.2 Red de Acceso Cubo Negro

La red de acceso Cubo Negro contiene dos anillos de acceso SNCP entre Cubo Negro y los nodos de backbone en Tamanaco y Chacao.

En la tabla 4 se detalla el diseño de la red de acceso Cubo Negro con el respectivo equipamiento en cada nodo.

Localidad	STM-4 SNCP ADMs	Interfaces Add/drop		
		E1	E3	STM-1
Cubo Negro	2			7
Tamanaco	2			
Chacao	2			

Tabla 4. Equipamiento y Red de Acceso Cubo Negro

4.1.3 Red de Acceso Credicard

La red de acceso Credicard contiene un anillo SNCP entre Credicard y el nodo backbone en Santa Rosa y Chacao. En la tabla 4 se detalla el diseño de la red de acceso Credicard con el respectivo equipamiento en cada nodo.

Localidad	STM-4 SNCP ADMs	Interfaces Add/Drop		
		E1	E3	STM-1
CrediCard	1			1
Chacao	1			
Santa Rosa	1			

Tabla 5. Equipamiento y Red de Acceso Credicard

4.1.4 Red de Acceso Teleport

La red de acceso Teleport contiene un anillo SNCP entre Teleport y los nodos de backbone en Santa Rosa y Chacao.

En la tabla 6 se detalla el diseño de la red de acceso Teleport con el respectivo equipamiento en cada nodo.

Localidad	STM-16 SNCP ADMs	Interfaces Add/drop		
		E1	E3	STM-1
Teleport	1	34	10	11
Chacao	1			
Santa Rosa	1			

Tabla 6. Equipamiento y Red de acceso Teleport

4.1.5 Red de Acceso Net 1

La red de acceso Net 1 contiene un anillo SNCP entre Net 1 y los nodo backbone en Santa Rosa y Chacao. En la tabla 7 se detalla el diseño de la red para la red de acceso Net 1 con el respectivo equipamiento en cada nodo.

Localidad	STM-4 SNCP ADMs	Interfaces Add/Drop		
		E1	E3	STM-1
Net 1	2			5
Chacao	2			
Santa Rosa	2			

Tabla 7. Equipamiento y Red de acceso Net 1

4.1.6 Red de Acceso Dos Caminos

La red de acceso Dos Caminos conecta los equipos multiplexores de la red localizados en un número de sitios WLL y LMDS.

En la tabla 8 se detalla el diseño de la red para la red de acceso Dos Caminos con el respectivo equipamiento en cada nodo.

Localidad	Sitios del cliente con STM-1 ADMs	Interfaces Add/drop Por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitios WLL	6	2		
Sitios LMDS	1		2	

Tabla 8. Equipamiento y Red de acceso Dos Caminos.

4.1.7 Red de Acceso Tamanaco

La red de acceso Tamanaco soporta un anillo STM-1 SNCP conectado con sitios WLL y LMDS y establece una conexión punto a punto con el sitio remoto el Vigía. En la tabla 9 se detalla el diseño de la red para la red de acceso Tamanaco con el respectivo equipamiento en cada nodo.

Localidades	Sitios del Cliente con STM-1 ADM/TMs	Interfaces Add/Drop Por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitios WLL	4	2		
Sitios LMDS	2		2	
El Vigía	2			2

Tabla 9. Equipamiento y Red de acceso Tamanaco

4.1.8 Red de Acceso Santa Rosa

La red de acceso Santa Rosa conecta los multiplexores STM-1, las conexiones se realizan a través de anillos ó en forma punto a punto al nivel de STM-1.

Adicionalmente, este nodo se diseñó para soportar conexiones STM-1/STM-4/STM-16 punto a punto provenientes del Litoral y El Cuño. La siguiente Tabla 10 ilustra el equipamiento necesario de este nodo:

Localidad	Sitios del Cliente con STM-1/STM-4/STM-16 ADM/TMs	Interfaces Add/drop Por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitios WLL	4	2		
Sitios LMDS	1		2	
El Litoral	1			11
El Cuño	1			1

Tabla 10. Equipamiento y Red de acceso Santa Rosa

4.1.9 Red de Acceso Chacao

La red de Acceso Chacao conecta los multiplexores STM-1 localizados en un numero de sitios WLL y LMDS. Además, existe una conexión punto a punto STM-1 desde el sitio Net 2. La siguiente tabla (Tabla 11) ilustra el equipamiento necesario para este nodo.

Localidad	Sitios del Cliente con STM-1 ADM/TMs	Interfaces Add/Drop por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitios WLL	6	2		
Sitio LMDS	1		2	
Net 2	1			1

Tabla 11. Equipamiento y Red de acceso Chacao

4.2 Red de Acceso a los Nodos de Backbone no Primarios.

4.2.1 Red de Acceso La Urbina

La Red de Acceso La Urbina soporta conexiones STM-1/STM-4/STM-16 (dependiendo del tráfico de cada sitio) desde Guarenas, Mariches, Net 3 y los sitios LMDS y WLL. La siguiente tabla (tabla 12) muestra el diseño de equipamiento necesario para este nodo.

Localidad	Sitios de cliente con STM-1 TMs	Interfaces Add/drop Por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitios WLL	2	2		
Sitio LMDS	1		2	

Tabla 12. Equipamiento y Red de acceso La Urbina

4.2.2 Red de Acceso Boleita

La red de Acceso Boleita tiene conexiones punto a punto STM-1 para sitios WLL Y LMDS. Estas conexiones STM-1 transportan tráfico E1 y E3, terminando el tráfico en el nodo ADM (STM-16) localizado en Boleita.

La siguiente tabla (tabla 13) muestra el diseño de equipamiento necesario para este nodo.

Localidad	Sitios del Cliente con STM-1 TMs	Interfaces Add/Drop Por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitios WLL	2	2		
Sitios LMDS	1		2	

Tabla 13. Equipamiento y Red de acceso Boleita.

4.2.3 Red de Acceso Cafetal

La red de Acceso Cafetal soporta conexiones STM-1 desde un sitio de celda WLL. Esta conexión termina en el nodo de backbone ADM (STM-16) en Cafetal. La siguiente tabla (tabla 14) muestra el diseño de equipamiento necesario para este nodo.

Localidad	Sitios de cliente con STM-1 TMs	Interfaces Add/Drop Por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitios WLL	2	2		

Tabla 14. Equipamiento y Red de acceso Cafetal.

4.2.4 Red de Acceso la Trinidad

Esta red soporta las conexiones STM-1 provenientes de los sitios WLL y LMDS y soporta una conexión STM-1 desde el Volcan. La siguiente tabla (tabla 15) muestra el diseño de equipamiento necesario para este nodo.

Localidad	Sitios de cliente con STM-1 TMs	Interfaces Add/Drop Por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitios WLL	2	2		
SitioLMDS	1		2	
El Volcán	1			1

Tabla 15. Equipamiento y Red de acceso La Trinidad

4.2.5 Red de Acceso Chaguaramos

Este punto de acceso fue diseñado para transportar bajo tráfico hasta capacidad de 2 E3.

4.2.6 Red de Acceso La Yaguara

La red de acceso La Yaguara tiene conexiones STM-1 punto a punto entre los sitios LMDS y conexiones STM-1/STM-4/STM-16 (dependiendo del tráfico) entre los Teques y el nodo backbone STM-16 ADM en La Yaguara. La siguiente tabla (tabla 16) muestra el diseño de equipamiento necesario para este nodo.

Localidad	Sitio del Cliente con STM-1 TMs	Interfaces Add/drop Por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitio LMDS	1		2	
Los Teques	1			8

Tabla 16. Equipamiento y Red de acceso La Yaguara

4.2.7 Red de Acceso Conde

La red de Acceso Conde ofrece conexiones punto a punto entre localidades WLL y LMDS y el nodo de backbone STM-16 ADM en Conde. También conecta los clientes a nivel STM-1 con El Avila.

La siguiente tabla (tabla 17) muestra el diseño de equipamiento necesario para este nodo.

Localidad	Sitio del cliente con STM-1 TMs	Interfaces Add/Drop Por Sitio		
		E1	E3	STM-1
Sitios WLL	2	2		
SitioLMDS	1		2	
El Avila	1			2

Tabla 17. Equipamiento y Red de Acceso Conde

IV. Estimación de la Demanda

1. Matriz de Trafico

Tomando en cuenta el análisis de mercado se estimó la demanda de tráfico que algunos clientes podrían contratar para los años 2002 y 2003.

Estas estimaciones sirvieron de base para el dimensionamiento de la red para cada nodo en particular.

En la tabla 18 se muestra la estimación de tráfico para el año 2002 y en la tabla 19 para el 2003. Nótese que el patrón de tráfico muestra un comportamiento altamente centralizado con la mayoría del tráfico destinado para cuatro nodos de clientes importantes (Cubo Negro, Parque Cristal, Teleport, Net 1). El tráfico de acceso de las redes LMDS y WLL ha sido mapeado a su nodo más cercano y está incluido en las demandas punto a punto entre los 11 nodos de backbone y los grandes usuarios (Cubo Negro, Parque Cristal, Teleport, Net 1).

Se asumió que los sitios WLL generarían 2 E1 para el 2002 y que cada sitio LMDS generaría 2 E3 para el 2002.

	Cubo Negro			Parque Cristal			Teleport			Net 1			El Litoral
	E1	E3	STM-1	E1	E3	STM-1	E1	E3	STM-1	E1	E3	STM-1	STM-1
La Urbina				2	1		2	1					1
Dos Caminos				6	1		6	1					
Chacao				6	1		6	1					1
Sta. Rosa				4	1		4	1					1
Conde				2	1		2	1					
La Yaguara					1			1					
Chaguaramos					1			1					
Tamanaco				4	1		4	1					
Trinidad				2	1		2	1					
Cafetal				2			2						
Boleíta				2	1		2	1					
Los Teques			1			4			3				
El Litoral			1			4			3				
Guarenas			1			4			3				
Mariches			1			1							
El Cuño			1										
El Avila			1			1							
El Volcán						1							
El Vigía			1			1							
Cubo Negro						2	2		2			1	
Parque Cristal							2					2	
Teleport												2	

Tabla 18. Matriz de tráfico para el 2002.

	Cubo Negro			Parque Cristal			Teleport			Net 1			El Litoral
	E1	E3	STM-1	E1	E3	STM-1	E1	E3	STM-1	E1	E3	STM-1	STM-1
La Urbina				40	4		30	4					4
Dos Caminos				60	4		60	4					
Chacao				60	4		60	4					4
Sta. Rosa				30	4		30	4					4
Conde				40	4		40	4					
La Yaguara				13	4		13	4					
Chaguaramos				8	4		8	4					
Tamanaco				50	4		50	4					
La Trinidad				33	4		33	4					
Cafetal				18			18						
Boleíta				40	4		40	4					
Los Teques			3			9			7				
El Litoral			3			9			7				
Guarenas			3			9			7				
Mariches			3			3							
El Cuño			3										
El Avila			3			3							
El Volcán						3							
El Vigía			3			3							
Cubo Negro						5	10		5			3	
Parque Cristal							10					5	
Teleport												5	

Tabla 19. Matriz de tráfico para el 2003

V. Red de Sincronismo y Red Principal (Backbone)

1. Red de Sincronismo

La red se diseñó estableciendo una fuente de reloj común proveniente de una fuente de señal de gran exactitud conocida como BITS (Building Information Timing Supply). Esta fuente de señal conocida en Europa como PRS (Primary Reference Source) e insertada en la red desde los nodos Chacao y Tamanaco.

También se escoge una fuente de señal secundaria desde los nodos La Yaguara y Boleita.

La red se diseñó para que cada nodo de la red tuviera una mezcla de relojes de manera de suministrar un alto nivel de sincronización de la red.

De esta manera el plan de sincronismo incluye:

- Tipo de sincronismo de los equipos SDH
- Calidad del reloj en cada nodo
- Distribución del reloj en los anillos
- Conmutación de la sincronización de referencia.

Los equipos de la red tienen relojes stratum 3 y tienen la posibilidad de conmutar a relojes stratum 2 y 3.

El reloj stratum 3 tiene una mínima exactitud de 4.6×10^{-6} y se desvían (skip rate) 132.48 periodos por hora.

En general, bajo condiciones de falla el reloj debiera ofrecer una alta calidad de sincronización de red.

Los equipos también utilizan la función de mensajería del estado de sincronización (SSM, synchronization status messaging), esto le permite a los equipos seleccionar el reloj de referencia de mas alta calidad

suministrado por un reloj externo. En el caso de que el SSM no se suministre o la fuente de reloj se interrumpa, el equipo conmuta a una situación interna (Holdover) y utiliza su reloj interno Stratum 3.

Los equipos deben cumplir con las recomendaciones de la UIT-T G.781, G.811, G.812, G.813 y G.825.

A continuación definimos los requerimientos de sincronismo:

1.1 Modos de reloj

Los equipos SDH soportan el sincronismo por reloj externo y de línea. Reloj externo es cuando los elementos de red se sincronizan usando una fuente de referencia E1, de acuerdo a la norma G.703, interfaz de sincronización externa.

En la sincronización de línea el equipo obtiene la señal de reloj de cualquier trama entrante STM-N.

1.2 Criterio de conmutación de reloj de referencia

Los equipos proveen conmutación automática de protección de reloj entre los relojes de referencia en caso de fallas de sincronismo.

1.3 Criterio reloj interno

Los equipos atizan un reloj interno de categoría stratum 3 y utilizan el modo holdover de acuerdo a la recomendación G.813.

1.4 Distribución del reloj

Los equipos suministran una señal E1 derivada de una señal STM-N para poder suministrar los requerimientos de distribución de reloj en cualquier nodo de la red.

1.5 Criterio de Jitter and Wander

Con el fin de asegurar la interoperabilidad de los equipos SDH con los elaborados por otros fabricantes y para un satisfactorio rendimiento de la red, estos satisfacen las características aplicables a jitter y wander especificadas en la recomendación G.825. De igual manera satisfacen las especificaciones de generación de las recomendaciones G.783, G.812 y G.813.

1.6 Mensajería del estado de sincronización (SSM)

Esto le permite a los equipos seleccionar el reloj de referencia de más alta calidad suministrado por un reloj externo

El SSM se utiliza para mejorar la gestión de la red de sincronización y contiene información de la calidad de los relojes que permite al equipo SDH seleccionar la más apropiada referencia de sincronización del conjunto de referencias disponibles. El propósito de estos mensajes es permitir al equipo SDH reconfigurar su referencia de sincronización autónomamente mientras evita la creación de lazos de reloj. Esta capacidad de SSM está indicada en la recomendación G.781.

2. Diagrama de la Red de Sincronismo

En la figura 6 se muestra el red de sincronismo utilizada.

3. Diagrama de la Red Principal

En la figura 7 se muestra el diagrama de la red principal (tres anillos) y en la figuras 8,9, 10 secciones de la red por anillos.

RED DE SINCRONISMO

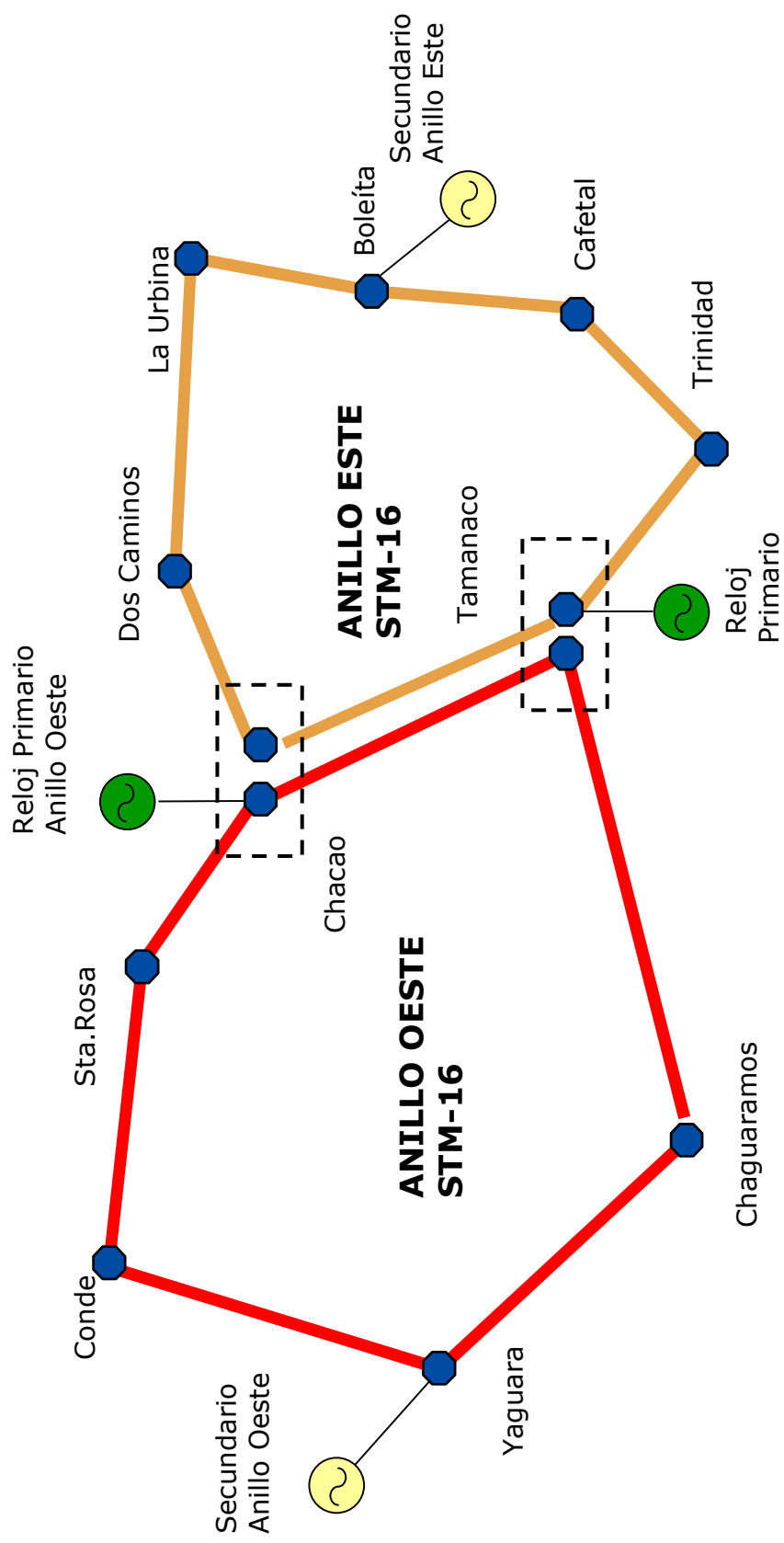


FIGURA 6. RED DE SINCRONISMO

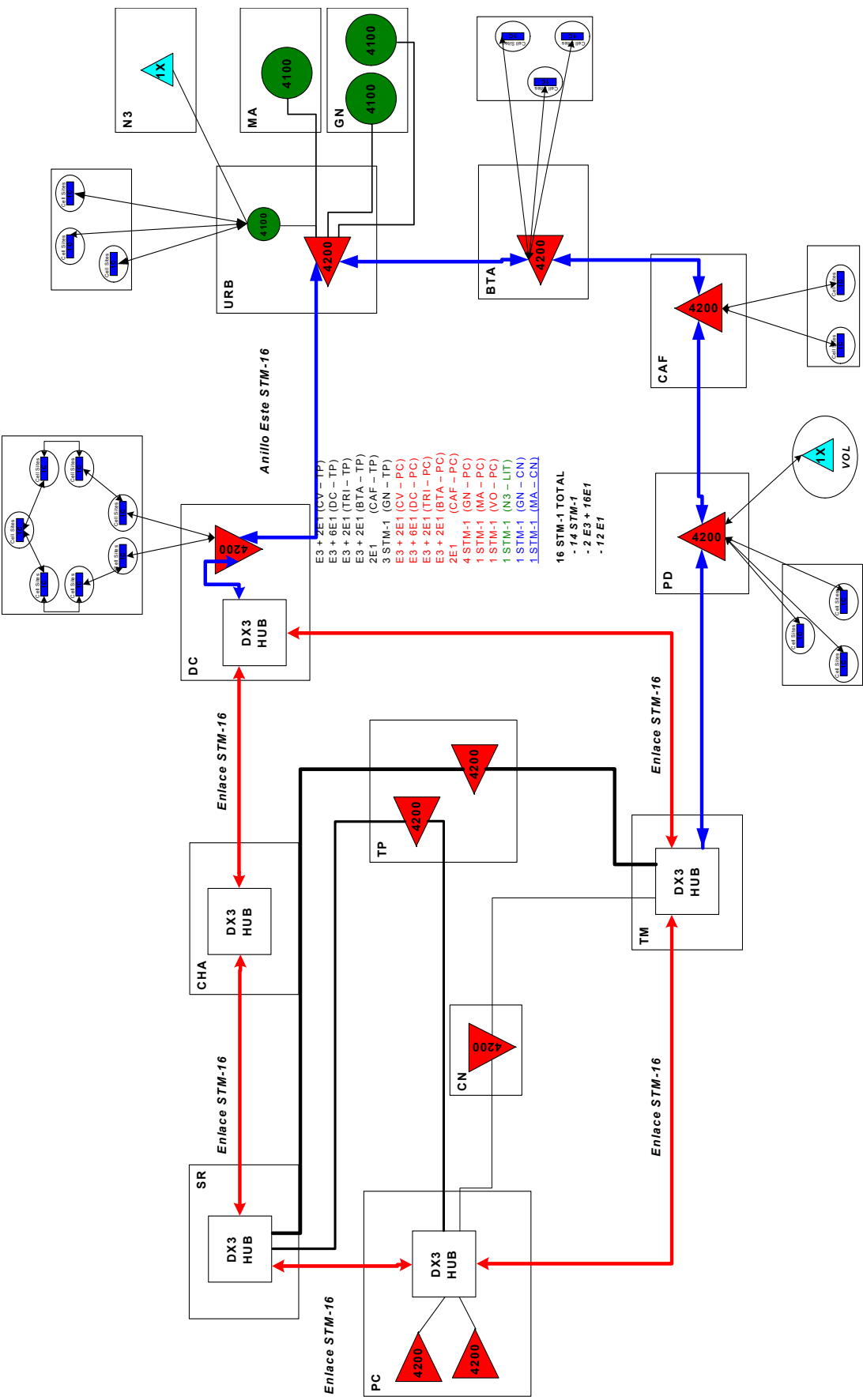


Figura 8. Anillo Este (Utilización)

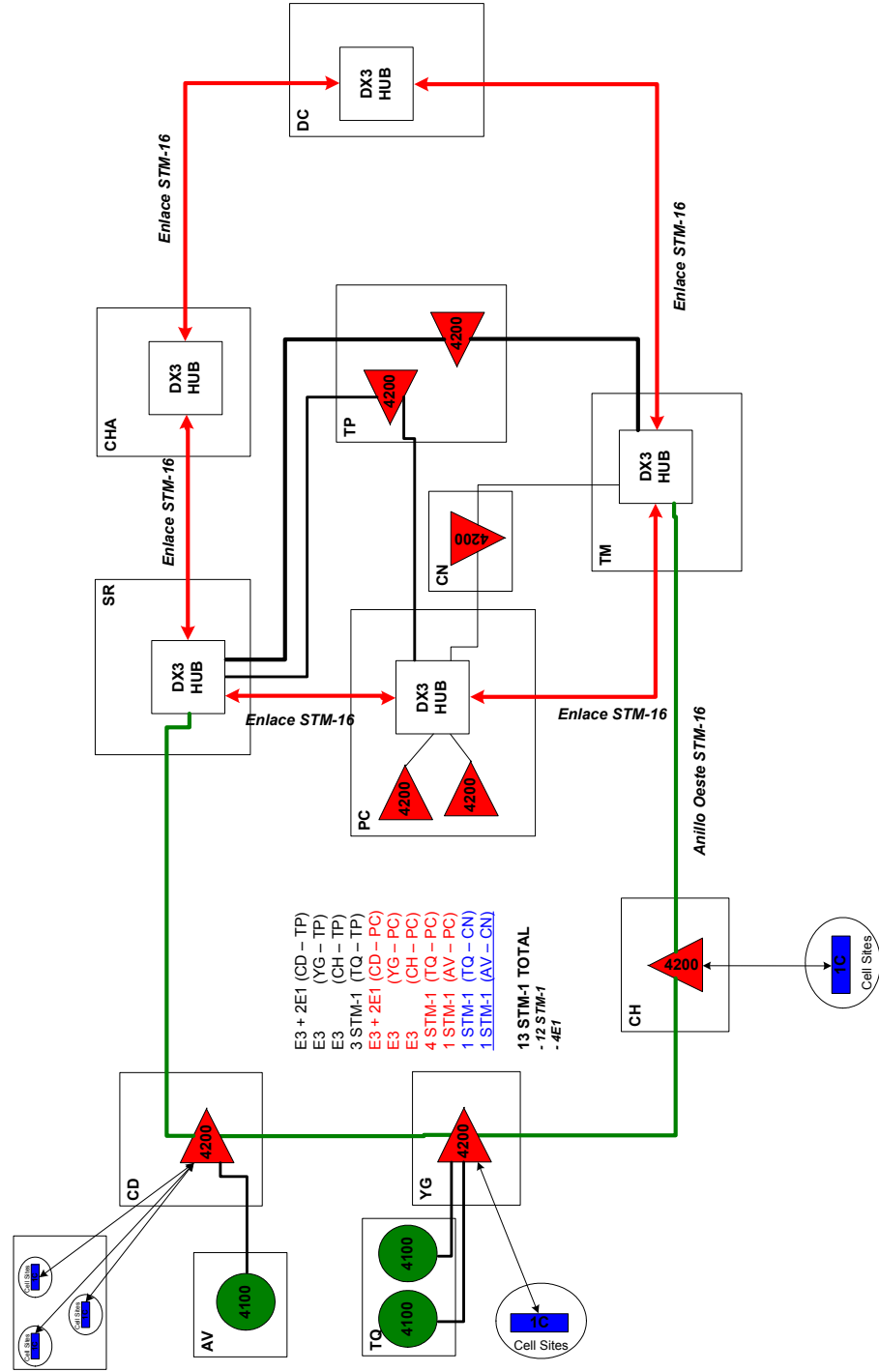


FIGURA 9. ANILLO OESTE (UTILIZACIÓN)

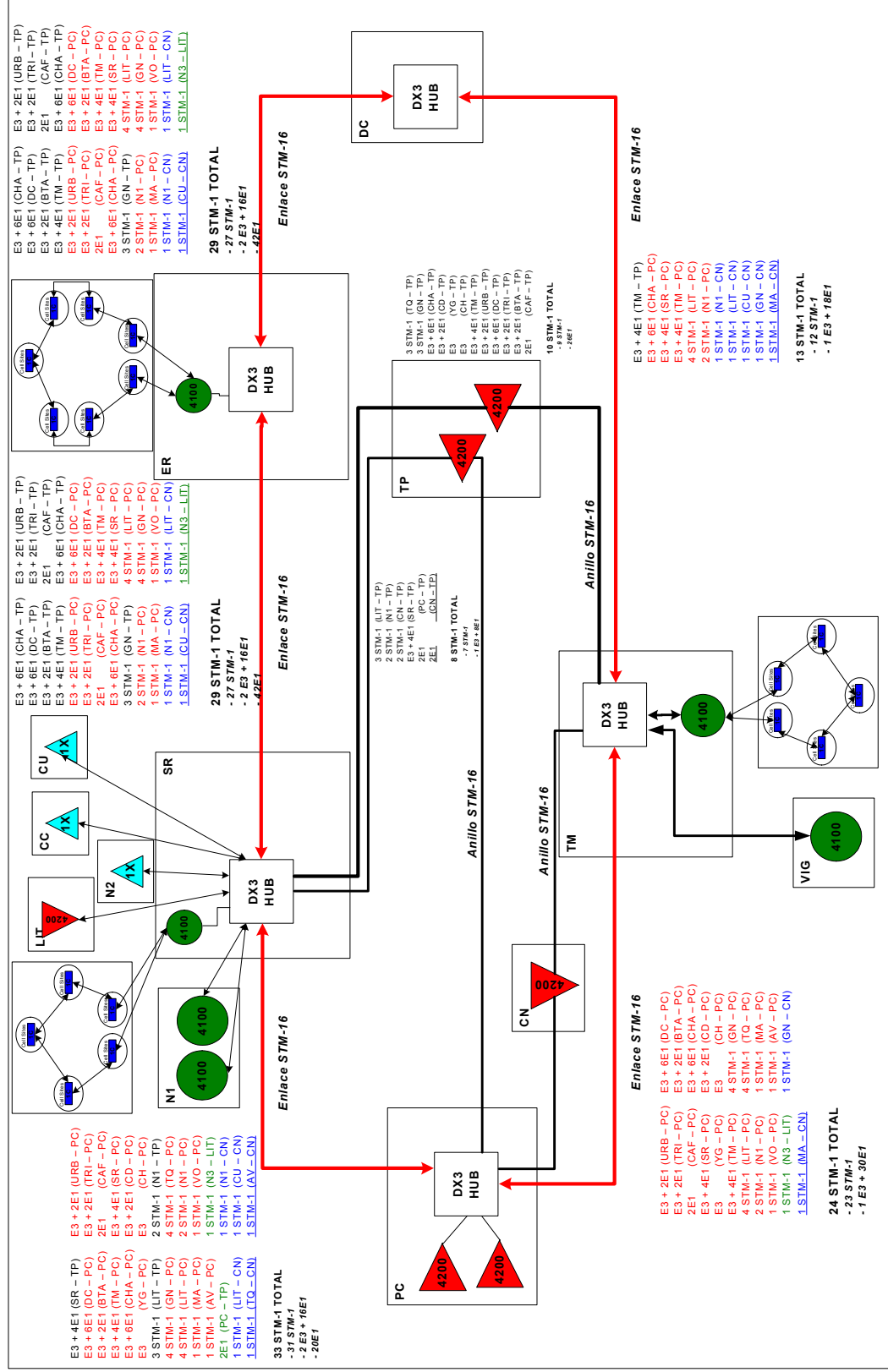


FIGURA 10. ANILLO CENTRAL (UTILIZACIÓN)

VI. Capacidad de la Red para soportar las Tecnologías DWDM e Ethernet.

1. DWDM

Debido a algunas exigencias del mercado para transportar anchos de bandas considerables y satisfacer otras aplicaciones tales como : canales ESCON, FIBER CHANNEL, D1 VIDEO y otros servicios de aplicaciones basados en longitudes de onda, fue necesario diseñar una red DWDM.

De esta manera la red se convertiría en una Red Multiservicios de Banda ancha. Esto le proporcionaría a la red más flexibilidad y escalabilidad que una red exclusiva SDH y manteniendo las ventajas de durabilidad y gestión de esta última.

A través del uso de esos beneficios la empresa se diferencia de su competencia y fácilmente incorpora nuevos servicios como canales ESCON, D1 Video, storage y alquiler de lambdas.

Incorporando la solución metropolitana DWDM, se ofrecerán redes virtuales independientes que soportan básicamente cualquier tipo de protocolo óptico y velocidad de transmisión.

La aplicación DWDM está integrada a la solución SDH soportando sus estándares de interfaz óptica, lo que le permite ser gestionada con la misma plataforma.

La plataforma DWDM utilizada en el diseño de la red es la familia Optera Metro 5000 que ha sido diseñado y desarrollado para la construcción de redes metropolitanas basadas en DWDM. La familia OPTera Metro 5000 permite a los carriers incrementar la capacidad de la infraestructura de fibra óptica existente, para ello este producto puede manejar hasta 32 longitudes de onda hasta 10 Gbps cada una para las primeras 16

longitudes de onda y 2.5 Gbps para las demás, sobre un hilo de fibra o equivalentes a 200 Gbps. El equipo puede incorporarse a una red de fibra óptica con topología de anillo, manejando en este caso 2 conexiones de fibra conocidas como lado este (east) y lado oeste (west), pudiendo tener hasta 200 Gbps en cada lado para un total de 400 Gbps. Entre la características mas importante del sistema se encuentran:

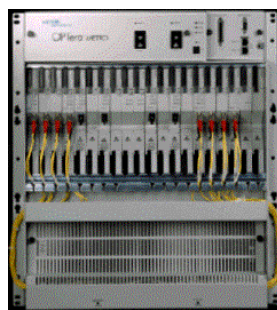
- **Transporte totalmente transparente** de diversos protocolos en forma nativa
- **Estructura modular** que permite el crecimiento gradual de las redes
- **Matriz de crossconexión** que otorga gran flexibilidad a la plataforma
- **Arquitectura dividida** que separa las interfaces de usuario de las de transmisión permitiendo un importante ahorro en materia de repuestos
- **CPE de cliente** para extender el alcance de la red
- **Interfaces de usuario multi velocidad** que permiten limitar y gestionar la velocidad de transmisión
- **Interfaces de usuario multiplexoras** permitiendo ahorro del costo por puerto
- **Sistema de gestión integrado** SMI – Preside
- **Amplia experiencia** en el segmento de **Disaster Recovery y Storage Area Networks**

1.1 Equipos DWDM. Plataforma Optera Metro 5000

La plataforma OPTera Metro 5000, está compuesta por los equipos OPTera Metro 5200 (OM5200), la versión CPE OPTera Metro 5100 (OM5100) y 2 niveles de management: System Manager Interface (SMI) y Preside con la interfaz de mediación entre ambos Network Element Adaptor (NEA).

Esta plataforma constituye un sistema de transporte DWDM metropolitano de alta capacidad de agregación de canales con una amplia variedad de interfases de usuario, las cuales hacen que el sistema sea independiente del protocolo y de la velocidad de la señal que se requiere transmitir. Estos atributos resultan imprescindibles a la hora de satisfacer los requerimientos que exige el mercado de transporte metropolitano de los tiempos actuales, donde existe una necesidad concreta de transportar diversas señales de protocolos nativos de forma eficiente y segura dentro de una misma plataforma.

Optera Metro 5200



El equipo OM 5200 está basado en una arquitectura que divide la parte de interfaces de usuario de los componentes de la capa óptica mediante una matriz de croconexión eléctrica. De estructura modular, el OPTera Metro 5200 utiliza un esquema de 8 subbandas de 4 lambdas cada una dentro de la grilla estándar ITU-T G.692 (compatibilidad full), siendo capaz entonces de transmitir un total de 32 lambdas protegidas ITU-T standard por par de fibras o 64 lambdas sin protección (4 subbandas en banda C + 4 subbandas en banda L). Esto le otorga al sistema una **capacidad máxima de 640 Gbps** (64 lambdas de 10 Gbps).

La figura 11 muestra la arquitectura del sistema OPTera Metro 5200 de Nortel Networks.

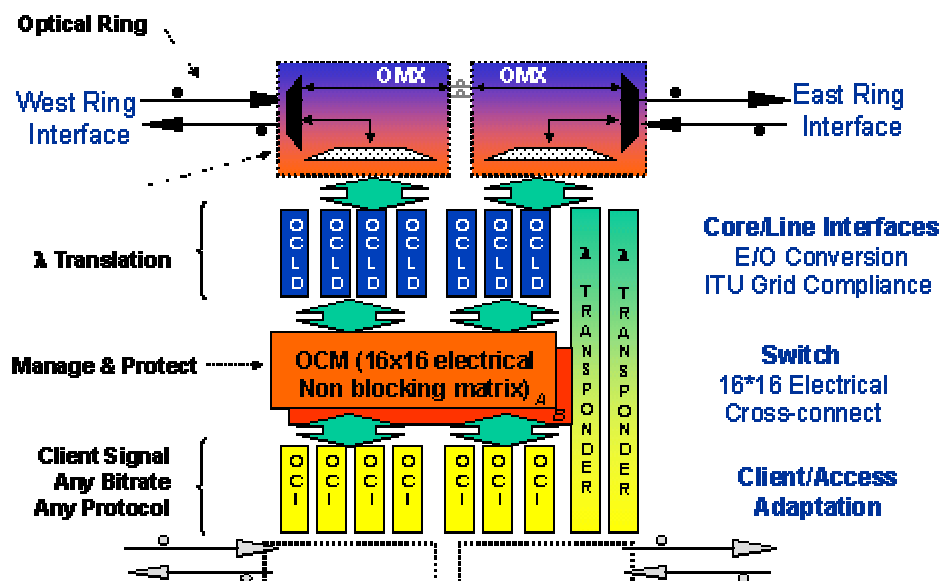


Figura 11. Arquitectura general del sistema OM 5200.

Referencias:

OCI: Optical Channel Interface
Manager

OCLD: Optical Channel Laser and Detector

OCM: Optical Channel

OMX: Optical Multiplexer

Debido a su arquitectura modular, cada subbastidor del OM5200 es capaz de manejar hasta 4 lambdas protegidas u 8 sin protección. De esta forma, el sistema permite instalar una capacidad mínima utilizando un solo subbastidor y posteriormente, cuando la demanda así lo requiera, adicionar nuevos subbastidores de forma tal de satisfacer dicha demanda. El agregado de subbastidores se realiza sin impactar en el tráfico en curso.

La plataforma OM 5000 posee una variedad de interfaces de usuario (OCI) que hacen posible el transporte de prácticamente todos los protocolos que existen hoy día en el mercado transmitidos sobre interfaces de fibra óptica. Esta estructura que separa las interfaces de usuario de los lasers de transmisión (OCLD), permite un **ahorro importante en la cantidad de repuestos** ya que ante problemas de funcionamiento de una OCI (interfaz lado cliente) o un cambio en el tipo de servicio requerido por el cliente, solamente será necesario cambiar OCI sin modificar las OCLDs (interfaz coloreada de línea).

En el caso de las interfaces multirate, **el sistema de gestión permite configurar el tipo de protocolo** de cada señal transportada **y supervisar la velocidad de transmisión**. Esta facilidad es de vital importancia para la venta de servicios a los clientes.

La Figura 12 muestra la grilla utilizada por el sistema. La misma es totalmente compatible con la recomendación ITU-T G.692.

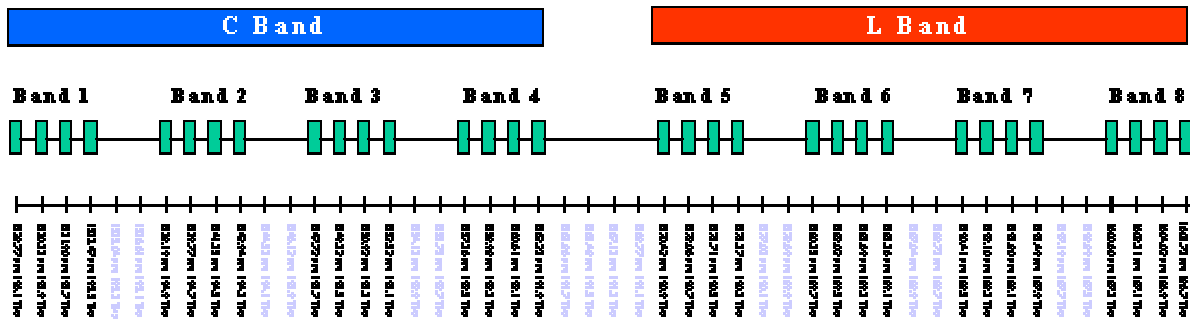


Figura 12. Grilla de transmisión utilizada por la familia OM 5000

La plataforma OPTera Metro 5000 trabaja sobre fibras NSDF G.652, DSF G.653 y NZDF G.655.

2. Diagrama de la Red con DWDM

En la figura 13 se ilustra el diagrama de la red incluyendo los equipos DWDM.

En esta se muestra que los nodos de la Red DWDM, tienen equipos OM 5200 duplicados en cada nodo (Santa Rosa, Chacao, Dos Caminos, Tamanaco, Cubo Negro, Parque Cristal, Teleport)

3. Transmisión Ethernet

Con la solución Optera Packet Edge le da una ventaja competitiva a la red que le permite de una forma costo efectiva implementar y operar una red metropolitana flexible y escalable. De esta manera con la tarjeta Optera Packet Edge 100 (OPE100) la cual va colocada en el equipo SDH OM 4100, se puede proporcionar el servicio de conexión Ethernet nativamente sobre la misma infraestructura SDH, lo que convierte a este producto en un vehículo de despacho multiservicio.

A los usuarios finales se les ofrece interfaces nativas Ethernet que son comunes con aquellas encontradas en sus propias redes empresariales, así eliminando la necesidad de dispositivos de adaptación, dispositivos que convierten la información en un formato requerido por las conexiones de redes privadas entre localidades remotas.

A continuación presentamos un resumen de los beneficios disponibles para la red con la solución SDH/OPE100:

- Entrega de gran ancho de banda
- Red de Datos costo-efectiva
- Disponibilidad y escalabilidad de calidad carrier.

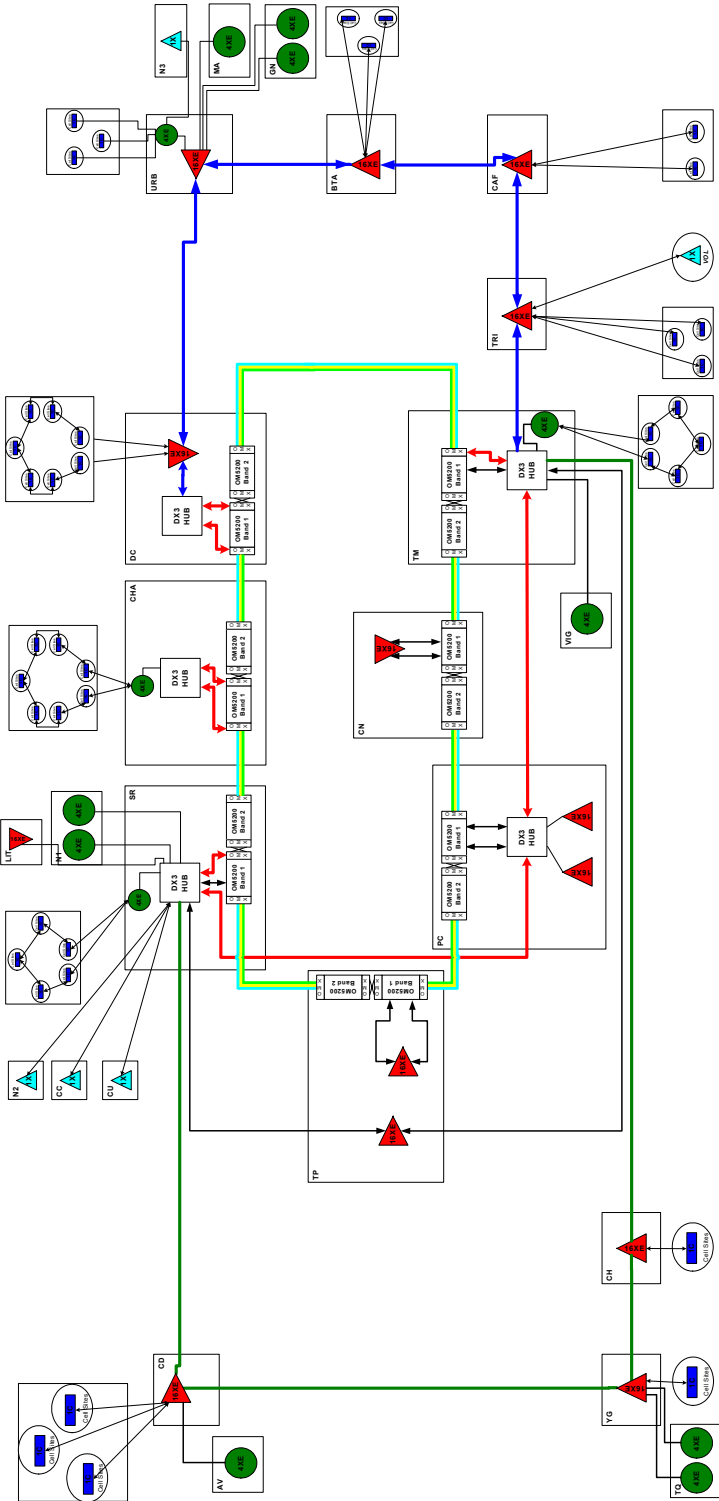


FIGURA 13. RED DWDM

- Rápida instalación del Servicio
- Tecnología de paquetes resistente IEEE 802.17
- Reduce la necesidad de enrutadores externos y facilidades de E1 entre las localidades de LAN.
- Transporte Ethernet eficiente y costo efectivo entre las multiples localidades ampliamente separadas.
- Uso optimizado del ancho de banda de transporte de la red.
- Capacidad para una mezcla de tráfico TDM y paquetes sobre la misma red.

Estos beneficios son importantes diferenciadores que le dan a la red la necesaria ventaja estratégica para competir efectivamente en este mercado dinámico de las Telecomunicaciones.

La siguiente figura (figura 14) refleja un aspecto de la evolución del diseño de la red. Con la finalidad de soportar la funcionalidad de paquetes sobre SDH, los módulos de interfaz de la OPE100, son añadidos a los elementos de red como tributarios.

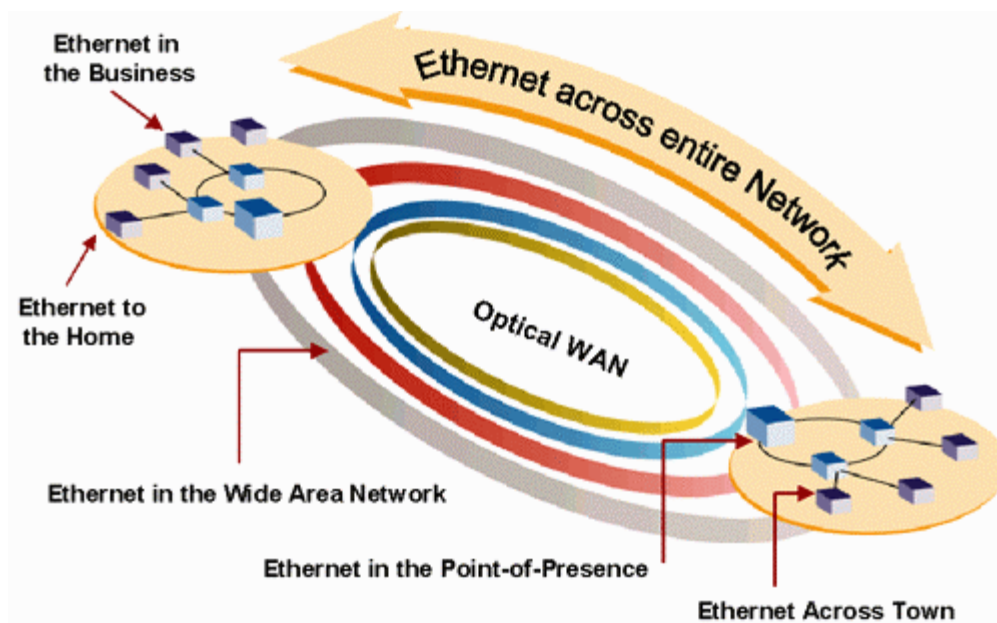


Figura 14. Ethernet sobre SDH

3.1 Descripción de la Tarjeta OPE 100

La tarjeta OPE 100 soporta el servicio de líneas privadas Ethernet (EPL).

Este es un servicio de conectividad capa 2 que utiliza el protocolo Ethernet nativo y es una evolución del establecido servicio de conexión de líneas privadas TDM. Mantiene la misma disponibilidad y atributos de calidad pero con una premisa de bajo costo y mayor eficiencia. El servicio soporta atributos mejorados tales como ancho de banda programable que crea un valor adicional a la oferta de servicios orientados a paquetes.

La tarjeta está en capacidad de transpotar:

- Servicio de LAN privado Ethernet utilizando topología de anillo y el protocolo Spanning Tree que proporciona resistividad en la capa 2.
- Servicios de líneas privadas virtuales Ethernet usando multiplexaje estadístico que soporta hasta 8 clientes por tarjetas.

Entre las características más resaltantes se encuentran:

- 8 puertos Ethernet 10/100 Mbps programable full/half duplex.
- Soporta hasta 24 LAN Virtuales (VLANs)(IEEE 802.1Q).
- Soporta el protocolo Spanning Tree (STP), y hasta 24 grupos spanning tree.
- Soporta hasta 3 niveles de calidad de servicio (QoS).
- Transporta los frames Ethernet sobre la red SDH a través de 2 puertos WAN.
- Soporta la concatenación virtual de los datos sobre la red SDH.
- Configuración remota a través de una interfaz de línea de comando de datos. (Data CLI).
- Gestión Remota de Red utilizando SNMP.
- Soporta control de flujo.
- Soporta estadísticas para WAN y LN.

En la figura 15 se muestran los componentes fundamentales de la tarjeta.

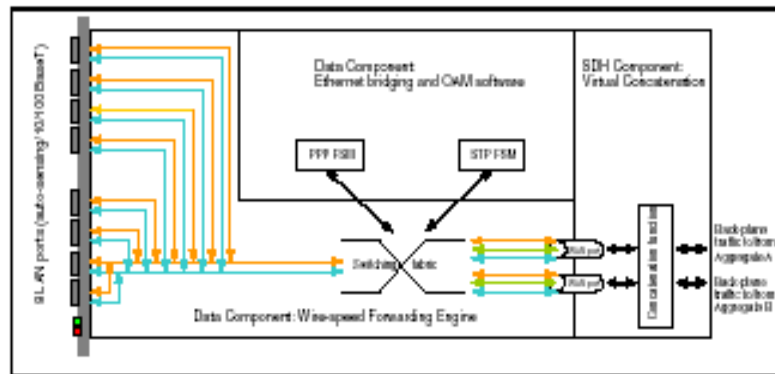


Figura 15. Componentes de la tarjeta OPE 100

En la tabla 20 se muestra la relación de ancho de banda Ethernet con respecto a los contenedores virtuales de SDH.

Connection type	Equivalent Ethernet Line Rates
100Base-TX	100 Mbps
10Base-T	10 Mbps
VC-4	150 Mbps
VC-3-3v	145 Mbps
VC-3-2v	97 Mbps
VC-3	48 Mbps
VC-12-5v	10 Mbps
VC-12-4v	8 Mbps
VC-12-3v	6 Mbps
VC-12-2v	4 Mbps
VC-12	2 Mbps
Switch Fabric	1100 Mbps

Tabla 20. Relación de ancho de banda Ethernet-SDH

3.2 Protocolo Point to Point (PPP) sobre SDH

El protocolo PPP es utilizado por la tarjeta OPE 100 para encapsular Ethernet antes de que este sea multiplexado dentro de los contenedores virtuales SDH para la transmisión.

El protocolo PPP encapsula dos frame Ethernet para luego transportarlos sobre el enlace WAN.

En la figura 16 se detallan los pasos involucrados en procesar un frame Ethernet hacia un enlace SDH.

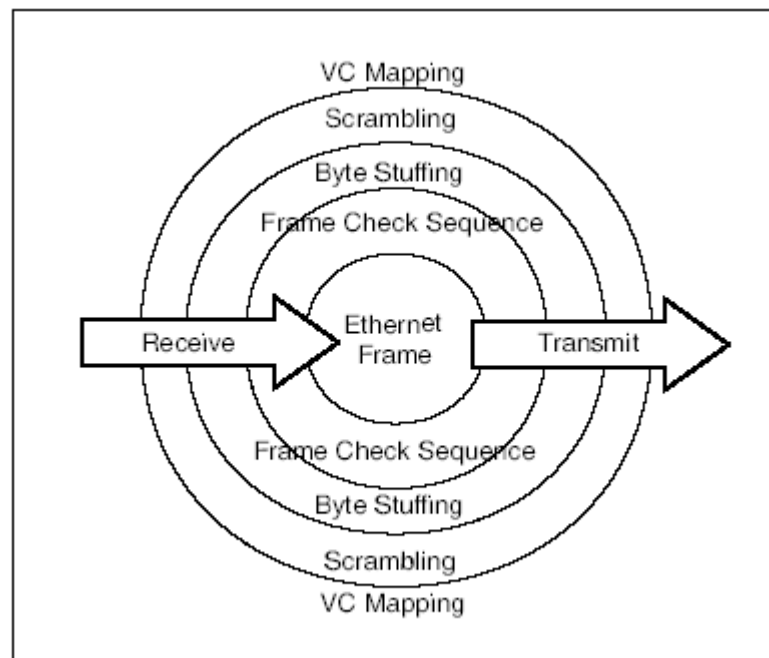


Figura 16. Proceso ethernet sobre SDH.

El protocolo PPP es un protocolo de nivel de enlace OSI, formado por tres subniveles de operación (ver figura 17)

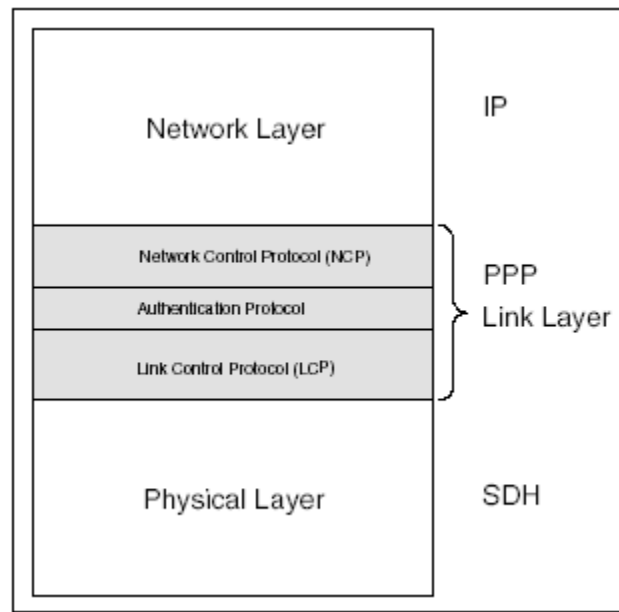


Figura 17. Capas del protocolo PPP como parte del Modelo OSI.

Seguidamente en la figura 18 se muestra el formato de un frame PPP y su relación a un frame Ethernet.

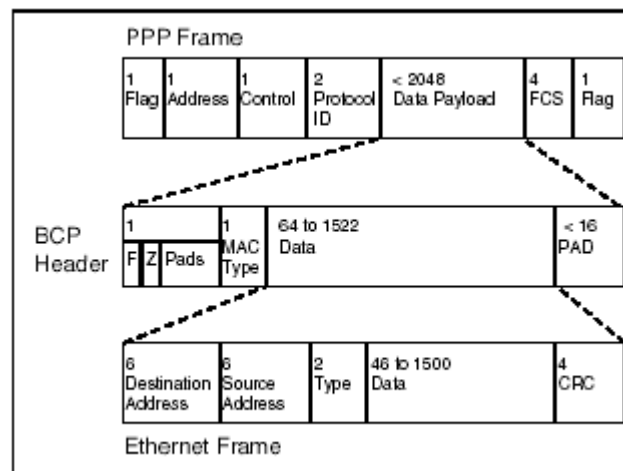


Figura 18. Formato del frame PPP

3.3 Topologías de conexión de la OPE 100

Las figuras 19,20,21 ilustran algunas configuraciones típicas de esta tarjeta.

Topología OPE 100

- Anillo Físico STM4

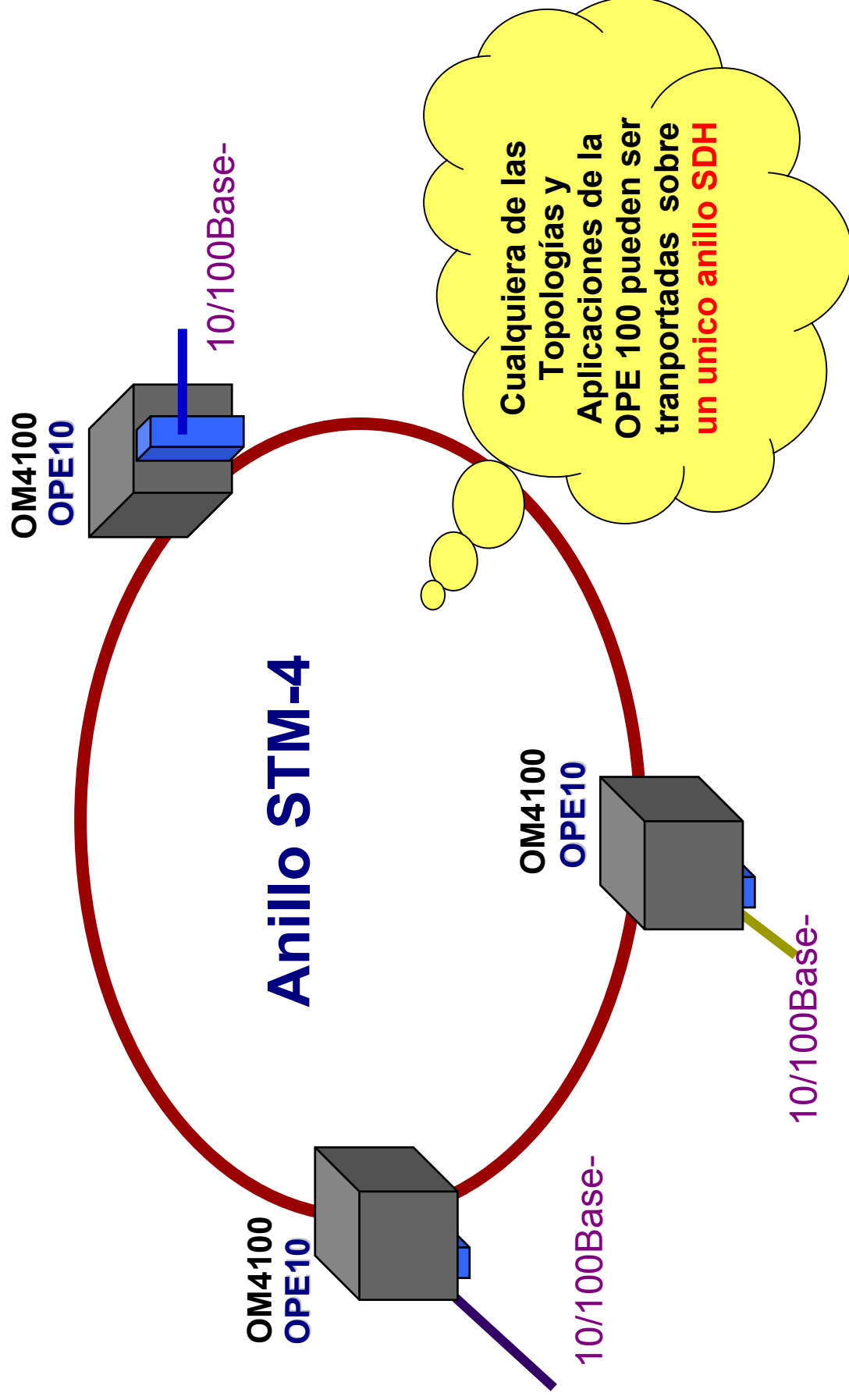


FIGURA 19. TOPOLOGÍA ANILLO

Topología OPE 100

- Red SDH Arbitraria

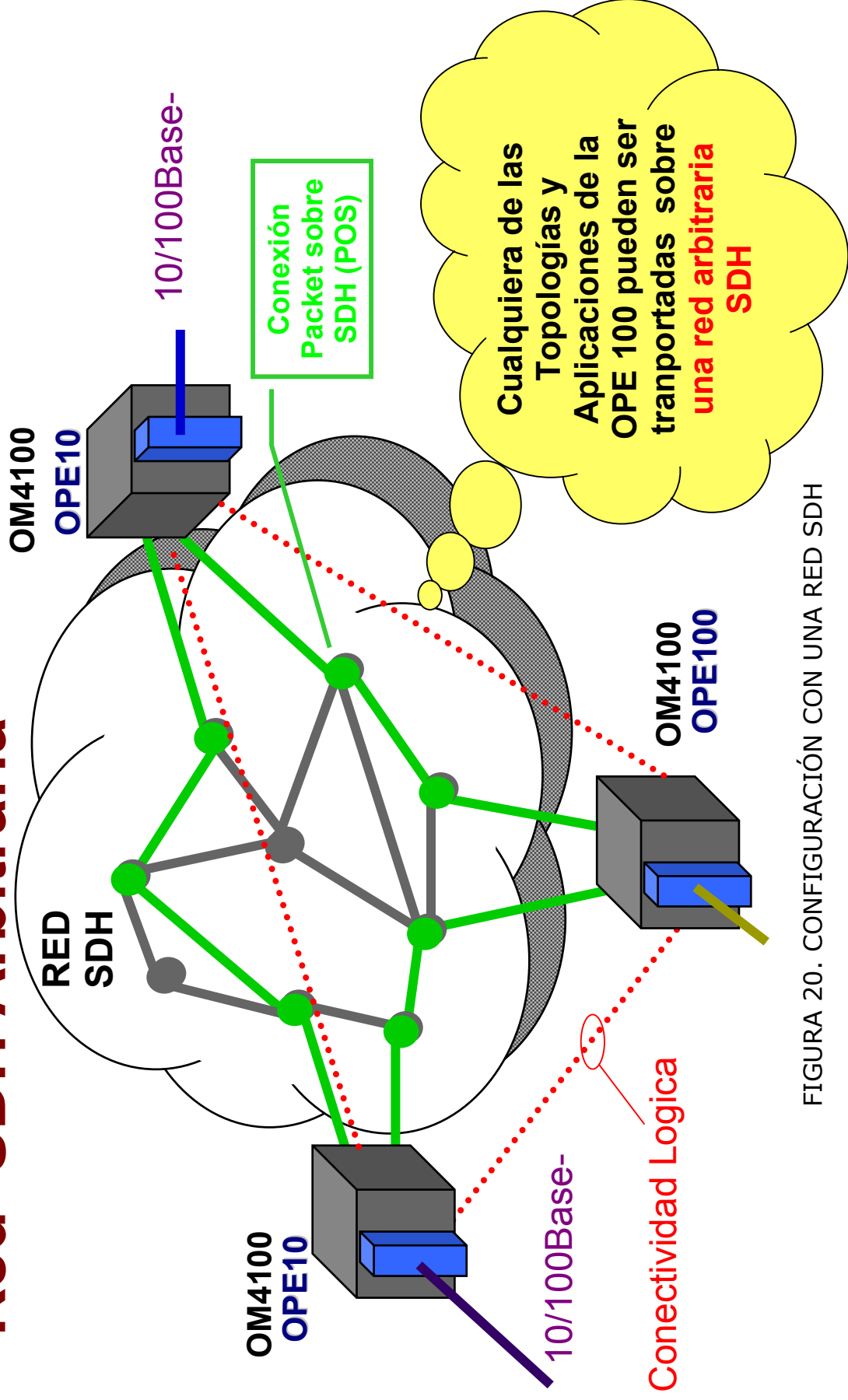


FIGURA 20. CONFIGURACIÓN CON UNA RED SDH
ARBITRARIA 67

Topología OPE 100

- Estrella utilizando Concatenación Virtual POS

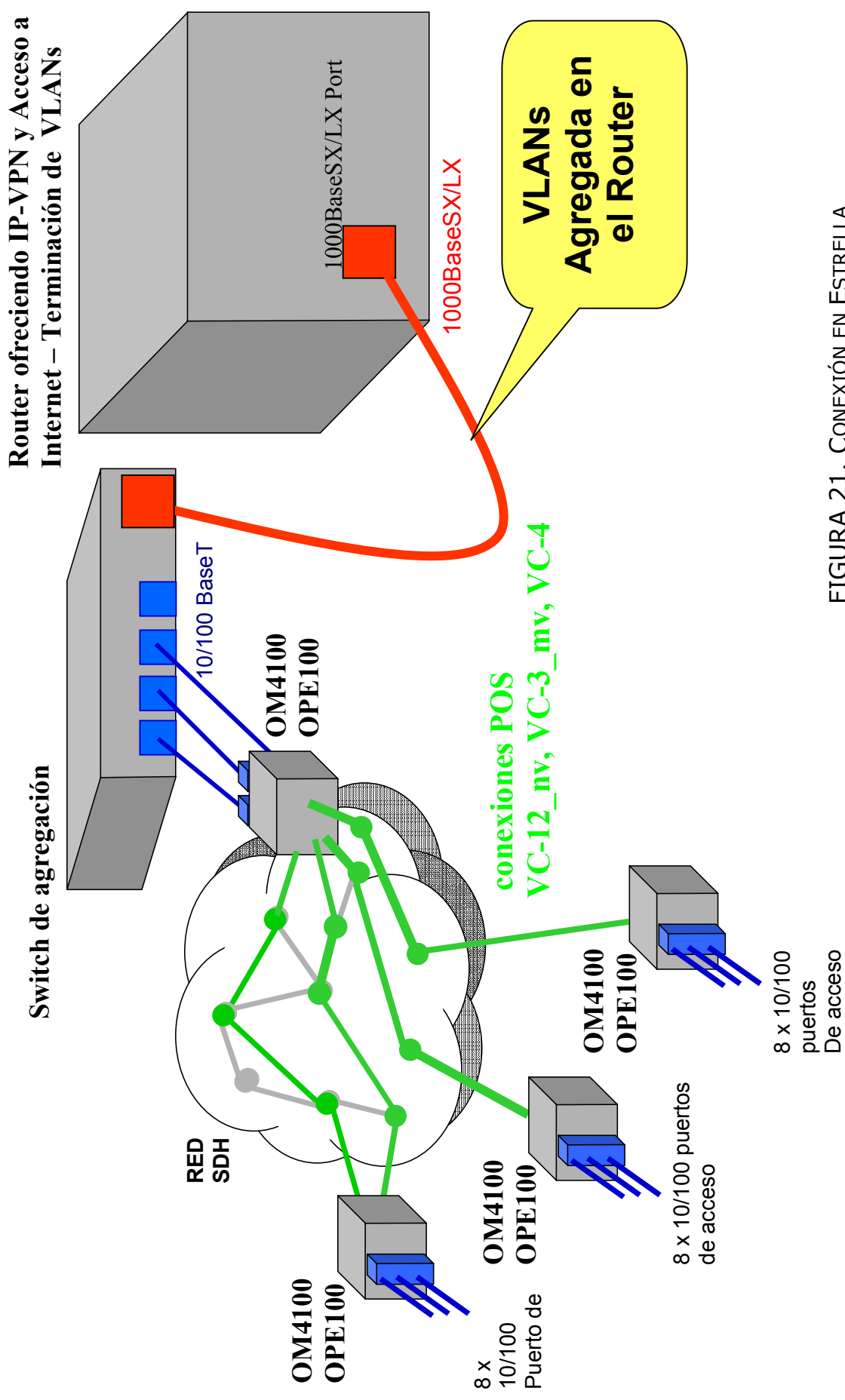


FIGURA 21. CONEXIÓN EN ESTRELLA

VII. Sistema de Soporte Operacional

1. Principios TMN

El sistema de gestión de red (NMS) y el sistema de gestión de los elementos de red (NEMS) facilitan el suministro de un servicio excepcional a la red y una de sus características más esenciales es la capacidad que tiene para evolucionar gradualmente de acuerdo a las necesidades de los servicios que se puedan ofrecer en el futuro.

Este sistema (NMS-EMS) está basado en los principios generales de gestión de red (TMN) contenidos en las Recomendaciones UIT-T M.3010 y M.3013., los cuales son reconocidos y poseen interfaces abiertas.

Actualmente las Recomendaciones de gestión de la UIT-T se focalizan en especificar requerimientos funcionales para la gerencia.

Los sistemas de gestión que claman ser consistentes con los principios TMN debieran tener características que demuestren una arquitectura TMN en las siguientes áreas:

- Arquitectura en capas lógicas
- Areas funcionales de gerencia
- Interfaz Estándar Abierto
- Modelaje de la información

La recomendación M.3400 provee ambas funciones de gerencia TMN, genéricas y especializadas, las cuales soportan los servicios de gerencia TMN más importantes. Específicamente, las funciones de gerencia M.3400 están localizadas en las áreas funcionales (MFA), especificada en la recomendación M.3010, X.700, y X.701. Estas áreas funcionales de gerencia son (figura 22):

- Gestión de falla (Fault Management)
- Gestión de la Configuración (Configuration Management)
- Gestión del rendimiento (Performance Management)
- Gestión de la Seguridad (Security Management)
- Gestión contable (Accounting Management)

	Fault Management	Configuration Management	Performance Management	Security Management	Accounting Management
Business Management Layer					
Service Management Layer					
Network Management Layer					
Element Management Layer		Area Principal			
Network Element Layer					

Figura 22. Capas y Areas funcionales de Gerenciamiento

La plataforma del sistema de gestión (PRESIDE, EC-1) cumple con la mayoría de los principio TMN mencionados anteriormente, y en sus capas mas bajas (1,2,3) del modelo OSI son consistentes con la recomendación Q.811.

La figura 23 Muestra estos protocolos

Nivel	Protocolos y Aplicaciones	
	CLNS (1)	
	Element Controller - Gateway NE	Element Controller a NE via ECC
3 Red	ISO 8348 ISO 8473 c/l protocol ISO 9542 ES/IS routing	ISO 8348 ISO 8473 c/l protocol ISO 9542 ES/IS routing ISO 10589 IS/IS (2)
2 Enlace de dato	ISO 8802-2 LLC-1	ITU-T G.784 LAPD
1 Fisico	ISO 8802-3 CSMA/CD	ITU-T G.784 DCC

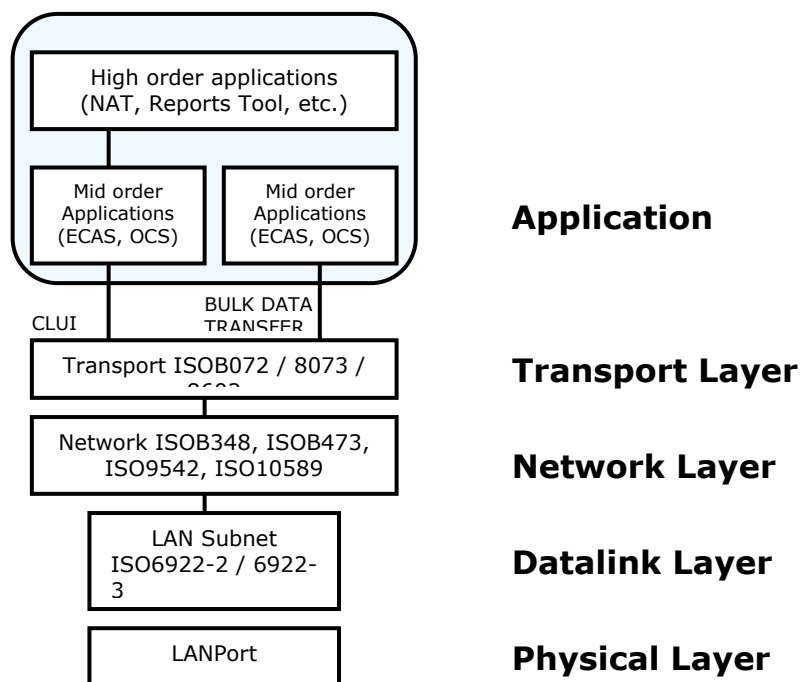


Figura 23. Descripción del modelo OSI para la plataforma EC-1/NE

2. Centro de Operación de la red (NOC)

En el diagrama adjunto (figura 24) se muestra un esquema de las herramientas básicas utilizadas en el NOC de la red para la gestión y operación de la red, y como se interrelacionan entre ellas.

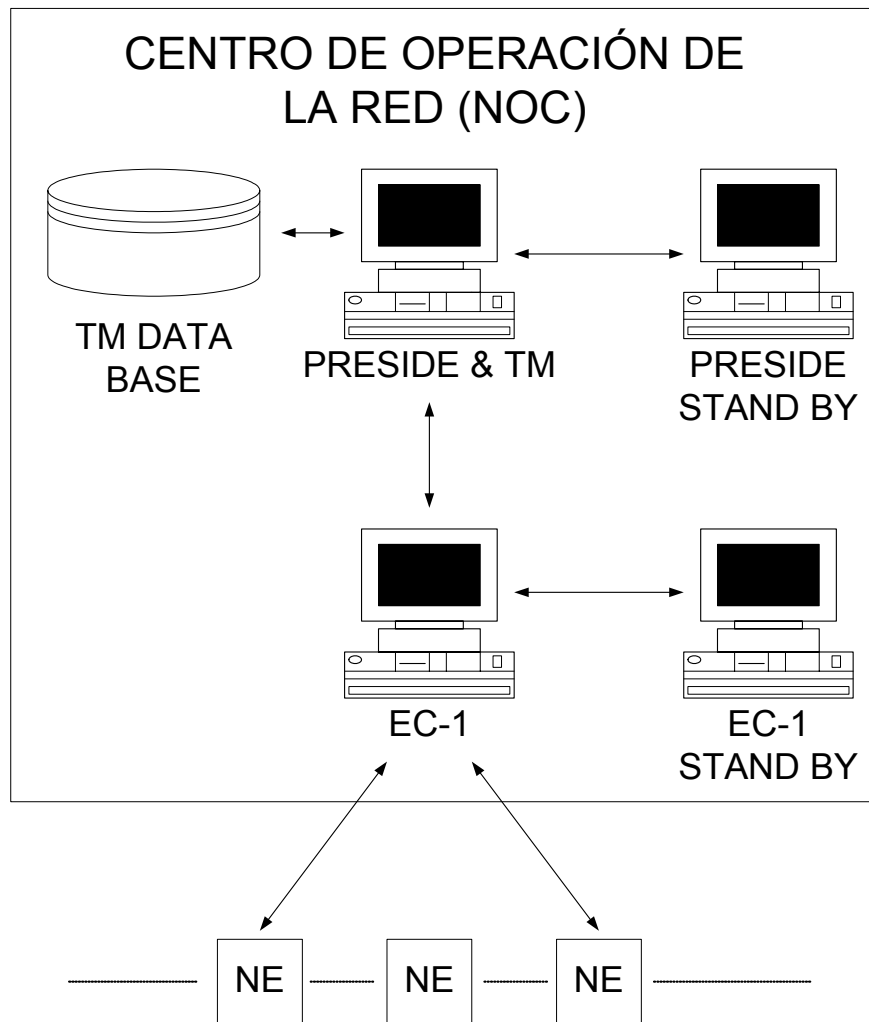


FIGURA 24. Centro de Operación de la Red

El NOC de la red está ubicado en San Bernardino, cuenta con una configuración de EC-1 primario y stand by en caliente, que cumple con las funciones de EMS. El EC-1, herramienta NORTEL controladora de elementos para toda la familia óptica TDM en la que se incluyen los multiplexores TN-1P, TN-1C, TN-1X, TN4T, OM4100 y OM4200, tiene dos enlaces dedicados de datos a dos NE distintos en la red (en San Bernardino y la Urbina) que cumplen como gateways a la DCN establecida por los canales de datos en la RS y MS de las tramas SDH, y además, mantiene una base de datos sincronizada con un EC-1 stand by para casos de fallas del primario.

2.1 Funciones básicas del EC-1

Administración de NE:

- Mantiene un listado en la que se incluyen los NE que gestionará, asignándoles nombre. Cada NE tiene un MAC address, y en el EC-1 se crea un listado de cada NE con nombres definidos por el usuario en donde se especifica el tipo de multiplexor.
- Inclusión de nuevos NE a ser gestionados, modificación de NE bajo gestión, eliminación de NE gestionados.
- Acceso a los NE vía línea de comando o vía browser para configurar y controlar cada NE. Las sesiones vía línea de comando o vía browser a los NE tienen niveles de acceso de acuerdo a una política de permisos que se puede establecer.
- Mantiene todos los NE alineados en fecha y hora a la misma del servidor EC-1.
- Administrador de conexiones, a través del cual se puede generar una tabla de las conexiones creadas en cada NE, con sus

respectivos UserLabel. La tabla muestra fuentes y destinos dentro de cada multiplexor de las conexiones realizadas, así como rutas activas en los casos de conexiones protegidas y permite realizar conmutaciones manuales de las rutas activas.

Administración de alarmas y eventos:

- Contador de alarmas con tres niveles de prioridad.
- Listado de alarmas con fecha, hora y estado.
- Banner indicador de eventos, con fecha, hora e información referente a resultados que podría generar los eventos.

Configuración:

- BackUp de las configuraciones de cada NE. Los back up pueden ser generados a petición del operador en cualquier momento, o programados periódicamente (el NOC de la red realiza un back up programado diario de cada NE),
- Restore de configuraciones. El operador podrá, a través del EC-1, realizar un restore de las configuraciones almacenadas en back up de cualquier NE en cualquier momento.
- Software down-load. Se podrá bajar imágenes del SW de un multiplexor a cualquier NE para ser actualizado o restaurar un SW corrupto. Las imágenes de estos SW son almacenadas en un archivo defecto para este fin en el EC-1.

Reportes:

- Reportes de alarmas. El EC-1 podrá generar un reporte de todas las alarmas activas en los NE bajo su control.
- Reportes de inventario. El EC-1 podrá generar reporte de inventario de equipos así como de las tarjetas instaladas en cada NE.
- Reportes de configuraciones de conexiones de cada NE.
- Reportes de configuración de sincronismo de cada NE.
- Reportes de PM. El EC-1 almacenará los datos de performance generados por cada NE con antigüedad de hasta siete días.
- Reportes de eventos. El EC-1 podrá generar reportes de eventos de cada NE.

Adicionalmente al EC-1, el NOC de la red cuenta con el PRESIDE, que facilita la tarea de los operadores en cuanto permite llevar una gestión gráfica de la red. En el PRESIDE se incluyen distintos EC-1 a través de los cuales se realizará la gestión de los NE.

2.2 Funcionalidades básicas de la Plataforma Preside

- Generar gráficos personalizados de la topología de las distintas redes constituidas por los NE bajo el control de cada EC-1 reconocido en el PRESIDE.
- Se podrá realizar distintas vistas de red según cada usuario.
- Se podrá hacer una subdivisión en subredes según fuera necesario.
- Las alarmas serán reportadas en modo gráfico por cada NE con dos niveles de criticidad.

- Se podrán reconocer alarmas a pesar de su persistencia.
- Permite el acceso a los NE vía línea de comandos o vía browser.
- Permite acceso a los distintos EC-1 reconocidos en el sistema.
- Listado y reporte de alarmas.
- Vista de los subarmazones con tarjetas instaladas, números de partes y seriales, así como tarjetas alarmadas.

Adicionalmente, sobre el PRESIDE corre una herramienta que facilita la configuración de nuevos circuitos y su puesta en servicio. Esta herramienta, el Trail Manager (TM), permite en modo gráfico:

- Asignar recursos en la red a un servicio específico
- Asignar nombres de User Label a cada circuito.
- Mantener una base de datos con información referente a cada circuito creado en la que se especifica puertos en el NE origen y en el NE destino, mapeo en cada sección de la red, nombres identificadores de circuito, además de seis campos definidos por el operador.
- Analizar la disponibilidad de recursos en la red.

Una vez configurado un nuevo circuito, en modo gráfico, a través del TM, se aplica y éste realiza la tarea de configurar cada NE para establecer la conexión a lo largo de la red, incluyendo los identificadores del servicio.

Adicionalmente, a toda la plataforma de gestión de la red SDH, el NOC de la red cuenta con el Remedy como herramienta ARS para la generación y seguimiento de casos a los clientes. Los casos se generan para el restablecimiento de servicio, o para intervenciones programadas. Parte de la información contenida en los casos es:

- Cliente
- Breve- una descripción breve del caso.
- Detalle- una descripción más detallada del caso.
- Bitácora del caso.
- Estado.
- Fecha y hora de reporte del caso.

Con esta información se podrá generar reportes de tiempos de atención al cliente, así como dar información acerca del estado de un caso en específico.

Finalmente, el NOC de la red cuenta con una herramienta de análisis estadístico para el generado de reportes con gráficas de los PM compilados por el EC-1. Con esta herramienta se puede generar filtrados por NE, por puertos, por punto de medición, en un periodo específico para la generación de estadísticas que sirvan tanto al cliente como a los operadores a constatar el funcionamiento y la calidad de los servicios.

VIII. Aplicaciones del Servicio SDH, DWDM, ETHERNET

1. SDH

Servicios TDM que suministran a los operadores y clientes corporativos conexiones de transporte de alta capacidad y confiabilidad para interconectar múltiples sitios en sus redes.

Jerarquía SDH con soluciones a la medida para las capacidades en los niveles de E1, E3, DS-3, STM-1 y STM-4.

2. DWDM

- Ideal para aplicaciones de Business Continuity y Storage Area Network, con disponibilidad de interfases ESCON, FICON, CTR, CLO, GigaEthernet y señales digitales con cualquier protocolo desde 16 Mbps hasta 2,5 Gbps.
- Interconexión de LAN hacia una MAN
- Transmisión de video de alta calidad (video D1),
- Gestión de longitudes de onda

A continuación mencionaremos algunas de ellas:

Storage Area Network (SAN). Disaster Recovery

La demanda actual de servicios de transferencia de datos en forma confiable y tiempo real han hecho provocado un gran crecimiento de Storage Area Networks (SAN). Una SAN está definida como una red cuyo propósito primario es la transferencia y almacenamiento de datos

entre sistemas de computadoras y elementos de almacenamiento. La SAN consiste de una infraestructura de comunicación la cual provee conexiones físicas y una capa de management que organiza las conexiones de forma tal que la transferencia de datos sea confiable y segura.

Los protocolos mas comunes utilizados en una SAN son **ESCON, FICON, (ambos propietarios de IBM) y Fiber Channel.**

Un ejemplo de configuración SAN puede verse en el diagrama siguiente (figura 25).

SAN - Aplicación Disaster Recovery

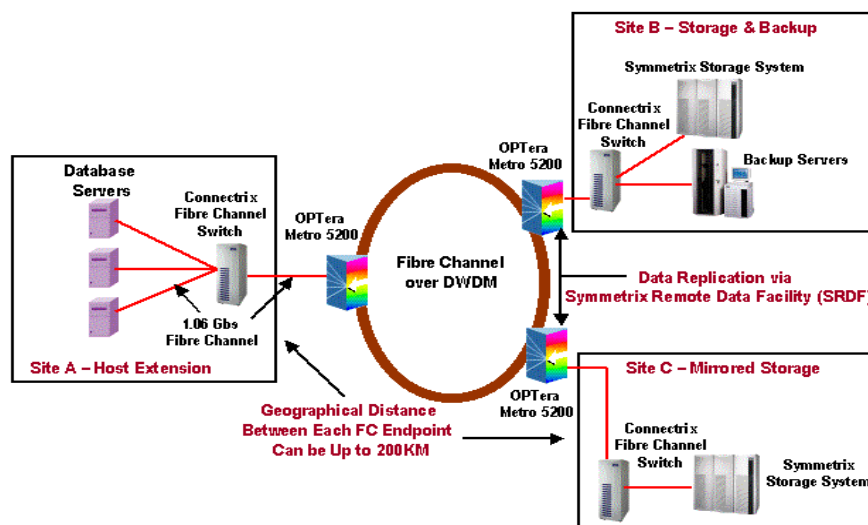


Figura 25. Aplicación de SAN

En esta configuración, se realiza el back up de la información de los data servers del sitio A en el storage back up del sitio B. A su vez este último sitio tiene la información reflejada en Mirrored storage sitio C.

Video de Calidad para Broadcast D1 (270 Mbps)

El video D1 es utilizado extensivamente en el mercado de Broadcasting. Con DWDM es factible la transmisión del video entre el sitio de post producción y el estudio (figura 26) a 270 Mbps.

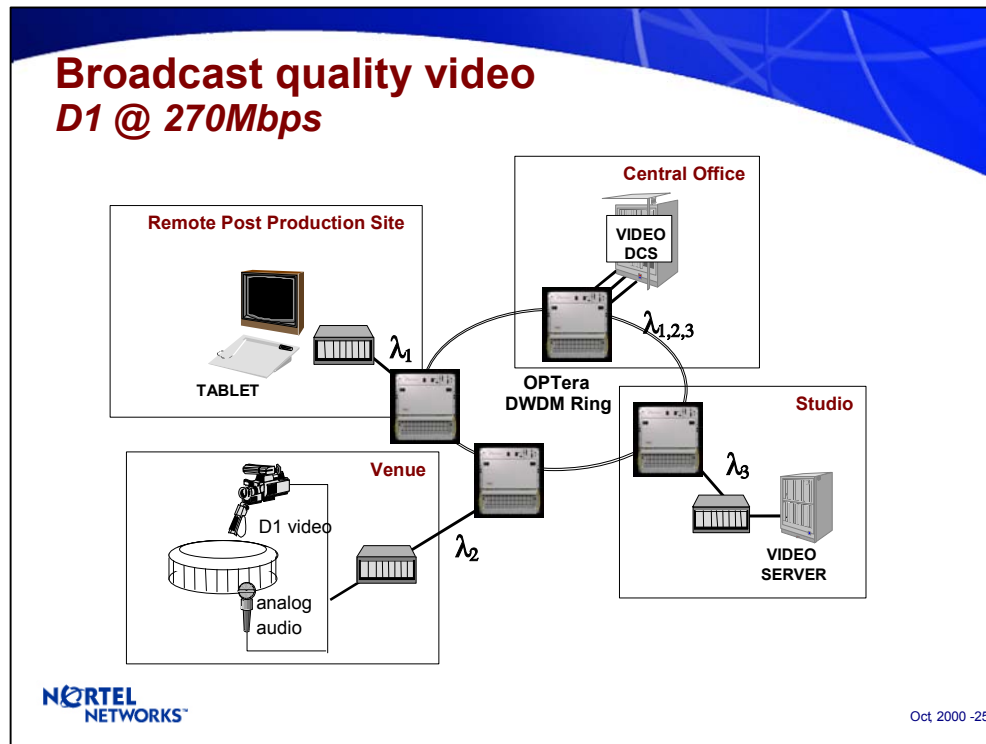


Figura 26. Transmisión de video de alta calidad

Servicio de gestión de longitudes de Onda

También conocido como arrendamiento de longitudes de onda, este servicio ofrece a los clientes ancho de banda protegido a través de longitudes de onda donde la velocidad varía desde 16 Mbps hasta 10 Gbps.

3. Ethernet

Servicio de Ethernet Optico LAN Dedicado:

Es un servicio seguro de conectividad LAN to LAN punto a punto o punto multipunto, ideal para interconectar sucursales u oficinas remotas dentro del área metropolitana a uno o varios puntos centrales. Este servicio ofrecido es basado en fibra hasta el edificio y el usuario dispone de un ancho de banda garantizado en el Backbone de la red. Los principales beneficios para el usuario son la reducción de costos de interconexión de redes entre oficinas, el incremento y la confiabilidad del ancho de Banda disponible entre oficinas. Este servicio es ideal para empresas que desean implementar aplicaciones que requieren de mayor ancho de banda garantizado entre sus oficinas o que desean centralizar procesos informáticos en la oficina central y precisan de una conexión confiable y garantizada.

Servicio de Ethernet Optico LAN Virtual:

Es un servicio seguro de conectividad LAN to LAN punto a punto o punto multipunto, que a diferencia del servicio Ethernet Optico de LAN Dedicado, el ancho de banda en el backbone es compartido entre distintos usuarios, permitiendo ofrecer un servicio de mejor costo/beneficio para los usuarios. Este servicio se aplica para interconectar redes locales de sucursales u oficinas remotas dentro del área metropolitana a uno o varios puntos centrales a un costo menor, sin sacrificar la confiabilidad del acceso por Fibra Óptica, y con anchos de banda seleccionables y re-provisionados a la demanda. Nuestro servicio innovador "Ethernet al instante" permite al usuario incrementar

la capacidad en menos de 24 horas, evitando los costos asociados y la pérdida de tiempo en contar instantáneamente con el servicio deseado.

Servicio Gestionado Ethernet IP VPN:

Adicionalmente al servicio de Ethernet LAN Virtual, se ofrece el servicio Gestionado de IP VPN , donde no sólo el cliente obtiene un puerto Ethernet para interconectar sus redes, sino además se le ofrece incluido en su servicio el Router y su gestión adecuada para encriptar el tráfico privado del usuario y agregar la protección de un firewall en cada punto de acceso a la Red, para permitir el acceso seguro desde las oficinas o desde la Internet Pública. Este servicio permite en forma económica armar redes Privadas con simple accesos seguros a la Red Corporativa para los usuarios móviles desde la Internet.

Servicio de Acceso a Internet Publico (solo para ISP):

Este servicio de transporte de última milla se ofrece para aquellos Internet Services Providers que desean llegar a Edificios de múltiples usuarios con un servicio de acceso confiable y flexible. Este servicio está optimizado para el perfil de tráfico de Internet y presenta una relación costo beneficio muy atractiva. Combinado con “**Ethernet al instante**”. Permite al usuario final, disponer del ancho de banda necesario en el momento en que lo necesite.

En la figura 27 muestra la gama de aplicaciones del servicio Ethernet.

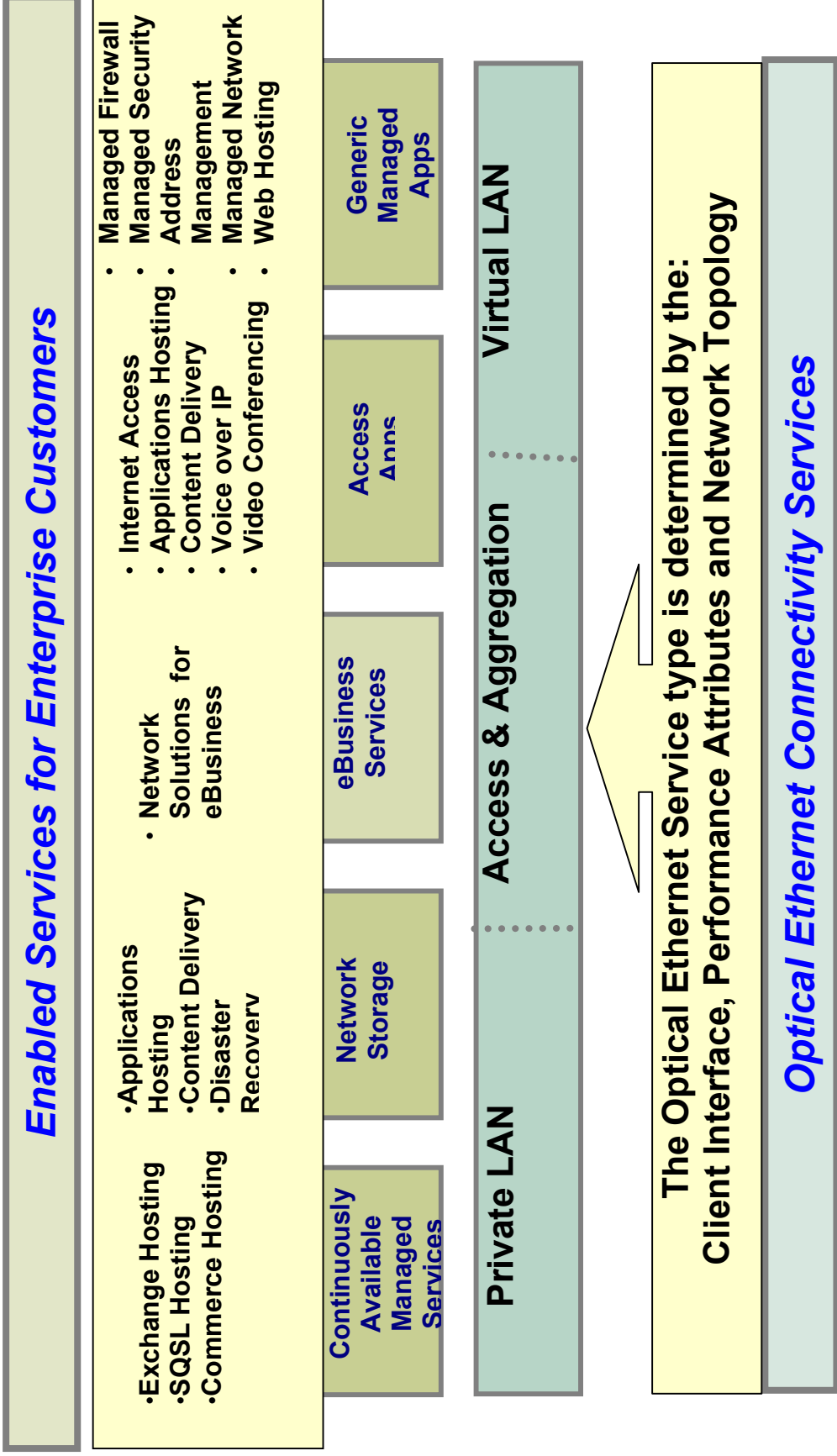


Figura 27. Aplicaciones Ethernet

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conforme el diseño realizado para la implantación de la red SDH y DWDM se plantea las siguientes conclusiones de los criterios empleados:

- 1.- Disponibilidad de la Red SDH
- 2.- Sincronización de la Red SDH
- 3.- Centro de Control de Operaciones.
- 4.- Dimensionamiento de la Red
- 5.- Ubicación Geográfica de los Nodos

1.- Disponibilidad de la Red SDH

Conforme a los informes de gestión proporcionados por el Centro de Control de Operaciones de la Red (NOC) SDH, nos permiten afirmar que ha pasado la prueba del tiempo, esta información indica una confiabilidad Carrier Class del 99.999 por ciento de disponibilidad para esta Red en operación, lo que confirma las premisas planteadas en el diseño original.

2.- Sincronización de la Red SDH

Basado en la información proveniente del Centro de Control de Operaciones de la Red (NOC) se ha podido observar una desviación mínima con relación al reloj patrón ó primario GPS.

El esquema de Sincronismo planteado ha permitido la sobrevivencia de la sincronización de la Red como pudo observarse en el único caso de falla del reloj Stratum 1 (GPS) del sistema, donde se conmutó al reloj stratum 2 de sistema.

3.- Centro de Control de Operaciones.

Gracias a la interfaz Man – Machine que se ha implantado en este Centro, ha permitido :

- Disponer de una red de Tráfico, flexible y configurable.
- Facilidad en la gestión de dicha Red, gracias a la jerarquización y centralización como conceptos dominantes arriba explicados.
- Alta capacidad para adaptarse al patrón de tráfico variable, requerido por los clientes.
- Cumplimiento, en forma semiautomática, de las políticas de información al cliente contenidas en los Acuerdos de Calidad de Servicio (SLA).

4.- Dimensionamiento de la Red

Basado en las premisas de crecimiento de tráfico de la Red, como se ha mostrado en la Matriz de Tráfico correspondiente a los años 2002 y 2003, se puede observar una desviación notable, producto de la inestabilidad del mercado en los segmentos de Wireless LMDS y WLL. Además podemos agregar que también existe una declinación de las expectativas de crecimiento para el Tráfico proveniente de Operadoras de ISP (Internet Service Provider). Esto lleva como implicación el que no se han logrado las metas esperadas de ocupación de esta Red.

5.- Ubicación Geográfica de la Red SDH

Se ha demostrado en la práctica que las ubicaciones de los Nodos, así como la implantación de Anillos Principales y Colectores, corresponde en la práctica a las previsiones conforme al estudio de Mercado realizado a tal fin. Se ha podido determinar un 23% de conexiones, de nuestra cartera de clientes, fuera del radio de acción de nuestra red SDH.

Recomendaciones

Para el diseño de una red SDH se recomienda hacer un análisis de las proyecciones de mercado que se pretende captar y dimensionar la red en nodos con topología de anillo, construyendo la matriz de tráfico por nodos y dimensionando las necesidades de multiplexores add/drop, cross conexión, necesarios para transportar la demanda de tráfico.

La estabilidad de la Red se basa esencialmente en el sincronismo, por lo que se recomienda un diseño en capas de relojes stratum 2 y 3 que se sincronicen con un reloj primario y secundario que se ubiquen en diferentes nodos.

En relación con la red DWDM, esta sirve como complemento a la red SDH, para satisfacer a ciertos sectores de mercado que demanden gran ancho de banda como el sector bancario y corporativo, en el área de Disaster Recovery y Storage Area Network.

La red DWDM proporciona más flexibilidad y escalabilidad que una red exclusiva SDH y manteniendo las ventajas de durabilidad y gestión que esta última.

Incorporando la solución metropolitana DWDM, se ofrecerán redes virtuales independientes que soporten básicamente cualquier tipo de protocolo óptico y velocidad de transmisión.

En resumen las principales ventajas competitivas de DWDM y de la plataforma Optera Metro 5000 son:

1. Escalabilidad: la capacidad para comenzar con un STM-1/100FX(Fast Ethernet) el día de hoy y luego migrar el servicio STM-4 o, STM-16, GigabitEthernet, Fiber Channel el día de mañana.
2. Flexibilidad : Soporte de los protocolos legacy, y nuevos protocolos como D1 video, Escon, Ficon, Fiber Channel. Gbe.
3. Conectividad
4. Perdurabilidad : al transportar cualquiera de estos protocolos ya se ofrece protección, diferente a cuando se quiere transportar Gigabit Ethernet por sí solo.
5. Capacidad : al multiplexar las longitudes de onda se aprovecha mejor la utilización de la fibra.
6. Fácil Gestión: viabilidad de los enlaces, monitoreo de su rendimiento, por lo que se pueden garantizar niveles de servicio.

En relación con el encapsulamiento Ethernet sobre SDH, proporciona al Ethernet las bondades tales como: alta confiabilidad, disponibilidad (carrier class).

Este tipo de arquitectura se recomienda como paso previo en el establecimiento de una red metropolitana de backbone ó principal estrictamente Ethernet.

El hecho de poder aumentar el ancho de banda solamente desde el centro de control, es un elemento diferenciador de las redes convencionales de hoy en día.

X. ANEXO I. Equipos de la Red de Transporte

Como se mencionó anteriormente la red de backbone tiene 3 anillos:

- Anillo Este
- Anillo Oeste
- Anillo Central

Para el anillo este se consideró un diseño que contemplara el siguiente equipamiento en cada nodo (tabla 21).

Localidad	STM-16 MS-SPRING ADM 4 Fibras	Multiplexor Integrado ADM/DXC
Chacao	ADM	√
Dos Caminos	ADM	√
La Urbina	ADM	
Boleíta	ADM	
Boulevard	ADM	
Trinidad	ADM	
Tamanaco	ADM	√

Tabla 21. Equipos y nodos del Anillo Este

Igualmente para el anillo Oeste se consideró un diseño que contempla el el siguiente equipamiento por nodo (tabla 22).

Localidad	STM-16 MS-SPRING ADM 4-Fibras	Multiplexor Integrado ADM/DXC
Chacao	ADM	√
Tamanaco	ADM	√
Chaguaramos	Regenerador	

La Yaguara	ADM	
Conde	ADM	
Santa Rosa	ADM	√

Tabla 22. Equipamiento y Nodos del Anillo Oeste

El nodo los Chaguaramos regenera el tráfico y tiene la función ADD/drop.

Un diseño similar se aplicó para el anillo Central y los requerimientos de equipamiento por nodo se encuentran en la tabla 23.

Localidad	STM-16 MS-SPRING ADM 4 Fibras	Multiplexor Integrado ADM/DXC
Chacao	ADM	√
Dos Caminos	ADM	√
La Urbina	ADM	
Boleíta	ADM	
Tamanaco	ADM	√
Chaguaramos	ADM	
Conde	ADM	
Santa Rosa	ADM	√

Tabla 23. Equipamiento y Nodos del Anillo Central

A continuación presentamos una descripción de los equipos que forman parte de la red principal:

1. Multiplexor STM-16 Optera Metro 4200/TN-16XE

Los elementos de Red TN-16XE pertenecen a la serie de multiplexores ópticos de Nortel Networks y cumple con las especificaciones de diseño mencionada en las tablas anteriores. Los Elementos de red contienen dos ranuras de tarjetas de agregados STM-16 tanto para distancias cortas (S-16.1) ó grandes distancias (L-16.2), y tienen 8 ranuras para tarjetas tributarias.

Los tipos de tarjetas tributarias disponibles son:

- STM-1 óptica (corta distancia S-1.1)
- 2Mbit/s PDH eléctrica (75 and 120 Ohms)
- 34/45Mbit/s PDH eléctrica
- STM-1e/140Mbit/s eléctrica

Dos terminaciones de las tarjetas del gabinete proveen interfaces para alimentación, Ethernet y alarmas.

El TN-16XE es configurable como hub concentrador, multiplexor add-drop (ADM), Multiplexor Terminal ó regenerador. Estas se describen a continuación:

- **Hub**

Utiliza los elementos de red como un concentrador hub para señales eléctricas u ópticas desde sistemas de anillos o punto a punto.

- **ADM**

Esta configuración se realiza para redes protegidas ó trayectos protegidos para sistemas de anillos STM-16.

Los TN-16XE proveen la multiplexación add/drop en el anillo.

- **Multiplexor Terminal**

Esta configuración incluye topología punto a punto configuradas como trayectos protegido o redes no protegidas.

- **Regenerador**

Cada TN-16XE contiene los equipos requeridos para regenerar un canal óptico bidireccional STM-16. La regeneración está disponible para subredes de anillos y para configuraciones lineales protegida y no protegidas.

El subrack del TN-16XE cumple con la norma ETSI.

Slots de tarjetas:

El subrack contiene 15 slots de tarjetas, a continuación se presenta una foto del equipo(figura 28).

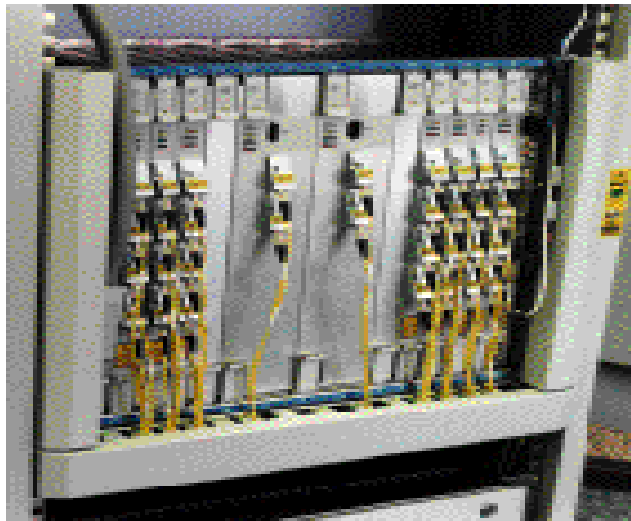


Figura 28. Multiplexor TN-16XE

1.1 Tarjetas de Agregado

Proveen las funciones de gestión y sincronismo al multiplexor

A continuación presentamos las funciones y servicios que ofrece al multiplexor:

- Ejecuta las aplicaciones de software para los NE
- Almacena la configuración de datos de todo el multiplexor.
- Transmite y recibe los puertos opticos externos a la velocidad STM-16 (2488 Mbits/seg)
- Transmite las longitudes de onda de largo alcance (1550 nm) y las de corto alcance (1310 nm) con conectores ópticos FC/PC.
- Ofrece 32 AU4 de trayectoria de conexión eléctrica al subrack.
- Time slot intercambiable (TSI) de conexiones VC-12, VC-3, y VC-4.

1.2 Tarjetas Tributarias

1.2.1 STM-1º

Ocho de estas tarjetas pueden ser instaladas en el subrack.

Esta tarjeta provee los siguientes servicios:

- Dos puertos ópticos a una velocidad STM-1 (155.52 Mbit/s).
- Transmisor de longitudes de onda de 1310 nm, utiliza conectores FC/PC.
- Cada una de las tarjetas opera en uno de los tres modos (simple, mixto ó a full modo)
- Selecciona la trayectoria preferida STM en las conexiones protegidas.
- Ejecuta el software de función de nivel de tráfico de la tarjeta.

1.2.2 2 Mbits/seg

Funciones:

- Hasta 8 tarjetas se pueden conectar
- 32 puertos de 2 Mega usando 2 conectores
- impedancia de 75 ó 120 Ohms.
- Mapeo de la señales PDH a VC-12, y PDH a VC-12
- Selecciona el canal preferido en conexiones protegidas
- Ejecuta el software de función de nivel de tráfico de la tarjeta.

1.2.3 34/45 Mbits/seg

- Se pueden instalar hasta 8 tarjetas no protegidas y hasta seis tarjetas tributarias protegidas.
- Tiene tres puertos eléctricos cada uno de los cuales puede operar a 34 Mbits/seg ó 45 Mbits/seg
- Selecciona la trayectoria preferida ó canal en conexiones protegidas.
- Opera como el principal operativo ó la protección tributaria en configuraciones protegidas.
- Ejecuta el software de función de nivel de tráfico de la tarjeta.

1.3 Control de la Sincronización

El TN-16XE puede sincronizarse a una señal externa STM-N ó ESI rastreable a un reloj de referencia primario (PRC) ó a un oscilador interno. La fuente de sincronización puede ocurrir automáticamente o el

operador puede seleccionar una fuente. La tarjeta de agregado Maestra activa, controla la selección y la generación de señales de reloj.

En el modo de selección automática la fuente de sincronización es seleccionada de los 4 registros de la lista jerárquica de fuentes de sincronización. La prioridad de la selección de la fuente es cambiada por los mensajes de estado de sincronización (SSM) si esa característica está activada.

1.4 Fuentes de sincronización

Cualquiera de las siguientes fuentes están disponibles para sincronización:

- Cualquiera de los dos puertos de entrada externos de sincronización.
- Un puerto STM-N en las tarjetas de agregado.
- Cualquier puerto STM-1e en las tarjetas tributarias eléctricas.
- Cualquier puerto STM-1 o en las tarjetas tributarias ópticas.

La fuente standby es el oscilador de referencia interno. La selección de la fuente puede ser controlada por el usuario ó automática.

2. Multiplexor STM-4. Opera Metro 4100

El elemento de red multiplexor OM-4100, pertenece a la serie mejorada de multiplexores ópticos STM-4. Los elementos de red proveen 2 agregados ópticos STM-4 y pueden ser equipados con las siguientes tarjetas tributarias:

- Hasta 8 tarjetas tributarias ópticas STM-1 o de corta distancia (S.1.1).
- Hasta 8 tarjetas tributarias STM-1e/140 Mbits/seg.
- Hasta 12 interfaces 34/45 Mbits/seg.
- Hasta 8 tarjetas tributarias E1 para un total de 252x2 Mbps interfaces.

El OM-4100 también soporta secciones de protección 1+1 en sus agregados y sus tributarios STM-1o, STM-1e/140 Mb/s.

A continuación describimos sus tarjetas:

2.1 Tarjetas de Agregado

Están diseñadas conforme a la recomendaciones UIT-T G.957 y G.958.

Esta tarjeta provee los siguientes servicios al multiplexor:

- Transmite y recibe en los puertos ópticos a una velocidad STM-4 (622 Mbits/seg).
- El Transmisor de la longitud de onda en la ventana de 1310 nm para cortas distancias con conectores FC/PC.
- Ocho conexiones eléctricas AU4 add and drop al backplane del subrack.
- Intercambio de Time slot (TSI) de conexiones VC-12, VC-3, y VC-4 entre las tarjetas tributarias y agregados.
- Ejecuta la principal aplicación de software para el OM-4100.

2.2 Tarjetas Tributarias

Están diseñadas conforme a la recomendación G.957 para corta distancia y 1310 nm. Adicionalmente la unidad opera como un sistema de laser Class 1 como se especifica en la norma in IEC 825-1.

Esta tarjeta provee los siguientes servicios:

- Dos puertos ópticos a la velocidad STM-1 (155.52 Mbits/seg).
- El Trasmisor de la longitud de onda en la ventana de 1310 nm para cortas distancias con conectores FC/PC.
- Opera como único puerto ó en modo de puerto mixto.
- Selecciona la trayectoria preferida en conexiones protegidas.
- Ejecuta el software de función de nivel de tráfico de la tarjeta.

La tarjeta tributaria 140/155 provee un dual canal eléctrico de 140 Mbits/seg ó STM-1 de inserción. La trama de 140 ó 155 Mbits/seg es mapeada en un VC-4 con los subsecuentes mapeos y control conforme recomendaciones de la UIT-T.

La tarjeta tributaria de 32 x 2 Mbit/s G.703, pueden instalarse u máximo de 8 en el rack.

Esta tarjeta provee los siguientes servicios:

- 32x2 puertos eléctricos I/O
- Mapeo y desmapeo de las señales PDH a ó desde VC-12 usando mapeo asíncrono.
- Una conexión de tráfico a cada agregado y la habilidad para seleccionar un canal dado desde cualquier agregado para propósitos de protección de trayectorias.

La tarjeta tributaria PDH de 3 x 34/45Mbit/s provee las siguientes principales funciones:

- Operación a selección del usuario de 34 Mbit/seg o 45 Mbit/seg.

- Operación apropiada para usar con el modulo de protección de equipo 1+1, para la tarjeta tributaria 1+1.
- Protección de equipos, cuando las parejas de tarjetas protectoras están instaladas en slots tributarios adyacentes.

2.3 Sincronización

El OM-4100 puede sincronizarse a cualquier señal vinculada a un reloj de referencia primario (PRC) ó al oscilador interno. La fuente de sincronización PRC puede ser propagada través de una cadena de 20 NE (Elementos de Red) (G.803). La selección de la fuente de sincronización puede ocurrir automáticamente bajo el control del software o el operador puede seleccionar una fuente a ser usada. La selección de la fuente de reloj y la generación de la señal de reloj es controlado desde el agregado maestro activo. El OM-4100 provee 2 salidas de sincronización externa de 2 MHz las cuales están enganchadas a la seleccionada fuente de reloj de entrada.

2.4 Fuentes de Sincronización

Las fuentes de la señal de sincronización pueden ser seleccionadas desde:

- Cualquiera de los dos puertos de entrada de sincronización externo
- Un puerto STM-4 en las tarjetas de agregado
- Cualquier puerto STM-1 en las tarjetas tributarias

La fuente en standby es el oscilador de referencia interno. La selección de la fuente puede ser controlada por el usuario o automática.

3. Requerimientos de ADM, Grooming, Ambientales, Confiabilidad

Los equipos anteriores soportan los requerimientos según el Standard G.783

3.1 ADM

OPTera Metro 4100/4200:

- Dual STM-1o
- STM-1e /140 Mb/s
- STM-4 (4200 solamente)
- E1
- 3x E3/DS-3
- Optera Packet Edge 100

Maxima capacidad de add drop:

OM4200 max add/drop = 1008 x VC-12s

OM4100 max add/drop = 252 x VC-12s

3.2 Grooming

Los equipos ofrecen grooming a nivel de VC-4,VC-3 y VC-12, y cumplen con la norma G.783.

Maxima capacidad de la matriz de cross- conexión:

OPTera Metro 4200 = 16+16+64 = 92 x VC-4s

OPTera Metro 4100 Max = 4+4+16 = 24 x VC-4s

3.3 Ambientales

A continuación presentamos una tabla (tabla 24) con los rangos de temperatura ambiental y humedad de los equipos de la red de Backbone.

Attribute	Condition	Test method and specifications
normal operating temperature	0 °C to 45°C, 20% to 55% relative humidity	USA: Telcordia (formerly Bellcore) NEBS GR-63-CORE
short term operating temperature	-8 °C to 50°C	Bell Canada: DS 8161 Brazil: 240-600-702, 240-600-703
normal operating humidity	10% to 85% R.H. or 4.0 kPa water vapor pressure	Europe: ETSI 300 019-1-3:1992
short term operating humidity	5% to 95% R.H. or 4.0 kPa water vapor pressure	Mexico: E220 Taiwan: Specification for Toll Switching System British Telecom: BT RC 5000P
temperature cycling	-8 °C to 50°C at 30 °C per hour	
operational altitude	4000 m above sea level	Brazil: 240-600-702, 240-600-703 USA: Telcordia (formerly Bellcore) NEBS GR-63-CORE
acoustic noise	60 dBA	USA: Telcordia (formerly Bellcore) NEBS GR-63-CORE
acoustic noise	contour of constant loudness, index 1.99	UK: British Telecom RC 5000P, BS 4198 1967
airborne contaminants		USA: Telcordia (formerly Bellcore) NEBS GR-63-CORE
thermal loading (per office floorspace)	1.94 kW/m ² or 180 W/ft ²	USA: Telcordia (formerly Bellcore) NEBS GR-63-CORE
earthquake/seismic	Zone 4	USA: Telcordia (formerly Bellcore) NEBS GR-63-CORE Taiwan: Specification for Toll Switching System
resonance search	> 6.5 Hz	Europe: IEC 68-2-6 test Fc USA: Telcordia (formerly Bellcore) NEBS GR-63-CORE
operational vibration		Europe: ETSI 300 019-1-3: 1992 Class 3.1; IEC 68-2-6 test Fc USA: Telcordia (formerly Bellcore) NEBS GR-63-CORE
microphonic shock	100 g point impulse as calibrated using the BNR transmission shock tool	011-0.2-1R46 Microphonic Tool

Tabla 24. Requerimientos Ambientales

3.4 Confiabilidad de los equipos de la red de backbone

A continuación presentamos la información de confiabilidad con el tiempo medio entre fallas para las diferentes tarjetas (tabla 25).

OPTera Metro 4200 (Release 2)			
Unit Description	Fits	MTBF (Years)	MTBF (Hrs)
Subrack Backplane	41.00	2782.37	24373549.69
STM-16 Aggregate	3585.00	31.82	278749.10
STM-1o Dual port Tributary	2258.00	50.52	442566.67
STM-1e/ 140Mbits Tributary	1237.00	92.22	807854.11
3 x 34/45 Mb/s Tributary	861.00	132.49	1160645.22
32 x 2Mbits Tributary 75 ohm	1320.00	86.42	757057.23
STM-4 Tributary	2600.00	43.88	384352.13

OPTera Metro 4100 (Release 3)			
Unit Description	Fits	MTBF (Years)	MTBF (Hrs)
Subrack Backplane	41.00	2782.37	24373549.69
STM-4o Aggregate 1310nm	2609.00	43.72	383026.27
STM-1o Dual port Tributary	2258.00	50.52	442566.67
STM-1e/ 140Mbits Tributary	1237.00	92.22	807854.11
3 x 34/45 Mb/s Tributary	861.00	132.49	1160645.22
32 x 2Mbits Tributary 75 ohm	1320.00	86.42	757057.23

Tabla 25. MTBF del Optera 4100 y 4200

XI. Equipos de la Red de Acceso

1. Multiplexor STM-1 TN-1X

El multiplexor provee multiplexaje entre los siguientes puertos tributarios y agregados :

1.1 Tributarios

- Puertos eléctricos de 2 Mbps. Hasta 63 puertos eléctricos de 2048 kbit/s.
- Puertos eléctricos de 34 Mbps. Hasta 4 puertos eléctricos de 34368 kbit/s, cada puerto provee accesos a 16 señales de 2048 kbit/s.
- Puertos eléctricos de 34 Mbps o 45 Mbps. Hasta 4 puertos de 34368 kbit/s o 45736 kbit/s. Solamente tres de esos pueden transportar tráfico en cualquier en cualquier momento.
- Puertos tributarios STM-1. Hasta 4 puertos tributarios ópticos o eléctricos.

1.2 Agregados

Es posible mezclar los siguientes puertos agregados hasta un máximo de dos:

- Puertos agregados STM-1. Uno o dos puertos STM-1 agregados ópticos ó eléctricos.

1.3 Fuente de sincronización

El reloj local (155,520 kHz) usado para sincronizar el TN-1X es suministrado por la carga activa de gestión.

Para el TN-1X, el reloj de sincronización puede ser esclavo de cualquiera de las siguientes fuentes:

Señal de backplane de sincronización tributaria (TS). Esta señal puede ser derivada desde:

- Cualquiera de las señales entrantes STM-1 ó STM-4.
- Cualquier entrada tributaria PDH de 2 Mbps
- Cualquier entrada tributaria PDH de 34368 Kbps
- Cualquier entrada tributaria PDH de 44736 Kbps.
- Conexión de la interfaz externa de 2.048 MHz es través del modulo de tarjeta star.
- Oscilador maestro interno de 16.384 MHz (con una precisión de 4.6 ppm).

La figura 29 muestra la funcionabilidad de las fuentes de sincronización

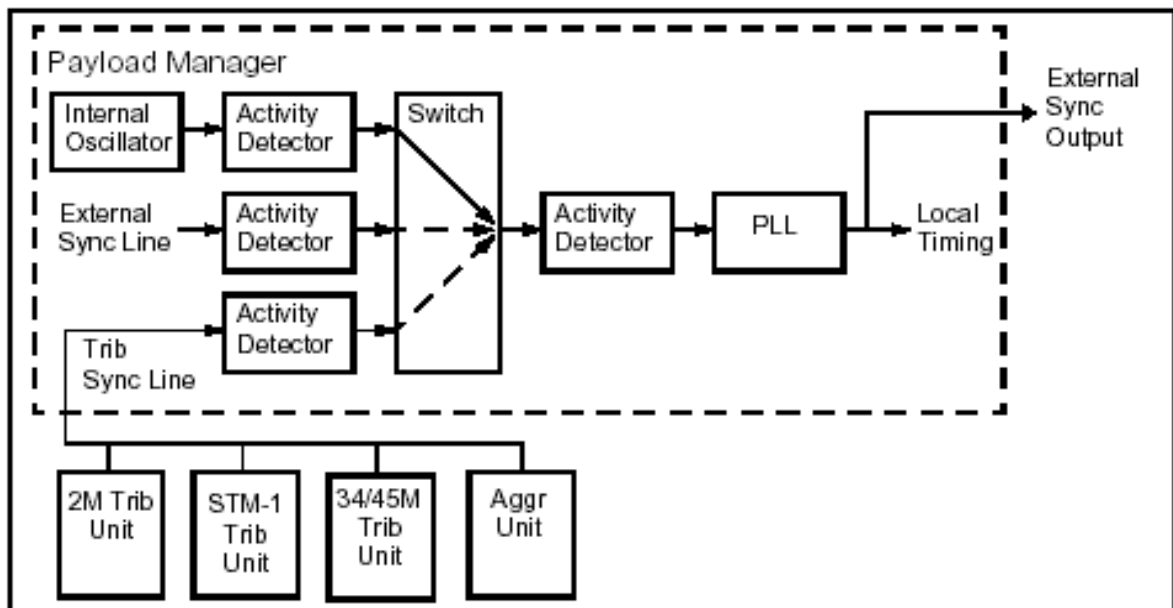


Figura 29. Diagrama en bloque de las fuentes de sincronización.

1.4 Estructura de Multiplexaje

El siguiente diagrama (figura 30) muestra la estructura de multiplexaje del TN-1X en SDH.

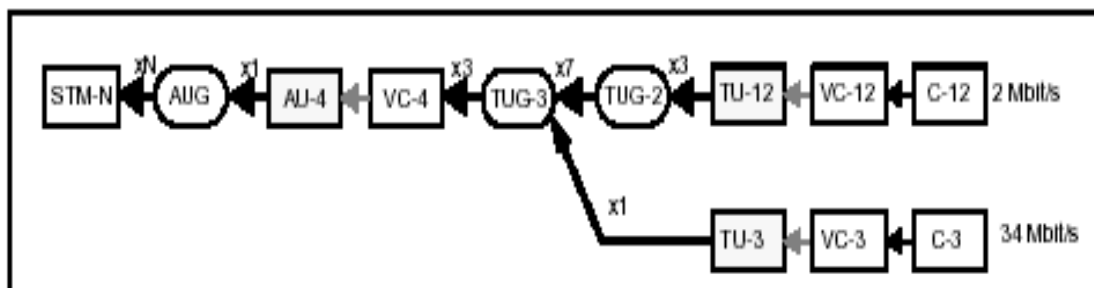


Figura 30. estructura de multiplexaje del TN-1X

2. Multiplexor TN-1C

2.1 Características más importantes:

- Multiplexor Add/Drop 8X2 Mb/s, 75 & 120 Ohmios programmable
- Tarjeta tributaria para incremento de capacidad 8 x 2M
- Agregado óptico STM-1 1310nm SR
- Agregado óptico STM-1 1310nm LR
- Agregado óptico STM-1 1550nm LR
- Posibilidad de instalación dentro de bastidor ETSI, gabinete para intemperie o Montaje en pared.
- VC-4 passthru de agregado a agregado
- Sistema de generación de patrones de prueba PRBS a 2 Mb/s y 34 Mb/s.
- Posibilidad de realización de bucles de prueba (línea y tributario) Inter-operación con ruteadores nivel 2.
- Manejador de fibra incluido (lado cliente)
- Opción de alimentación comercial (110/220 VAC) más sistema de batería (4hrs).
- Monitoreo de calidad de acuerdo a G.826
- Reversión de fuente de sincronía
- OSI Comms
- Posibilidad de funcionamiento sobre una sola fibra (TX/RX)
- Corte automático de potencia de láser (ALS)
- Etiqueta de identificación de trayecto (16 bytes)
- Manejo de hasta 8 alarmas externas
- Manejo de hasta 4 señales de control (relay)
- Carga remota de software (Version, configuración, etc.)
- Etiquetas de identificación de usuario

- Gestión de inventario a nivel local y/o centralizado ofreciendo:
 - Tipo de tarjeta, variante
 - Código PEC
 - Nivel PCS
 - Número serial
- Opción de conexión local para mantenimiento (interfaz F)
- Gestionado dentro del sistema controlador de elementos EC-1 Rel 10 y NRM 6
- Señal de sincronismo de acuerdo a Stratum 3
- Soporte completo del protocolo de mensajes de sincronismo (SSM)
- Interface para señal de sincronismo de 2MHz (recepcion/entrada)
- Interfaz para señal de sincronismo de 2 MHz (transmision/salida)

2.2 Configuraciones:

- Multiplexor Add/Drop 8X2 Mb/s + 1 x 34/45M(VC3), 75 & 120 Ohm programmable.
- Multiplexor Add/Drop 8X2 Mb/s + 2 x 34/45M(VC3), 75 & 120 Ohmios programmable.
- Multiplexor Add/Drop 16 x 2M , 75 & 120 Ohmios programmable.

3. Requerimientos de ADM, Grooming, Confiabilidad

3.1 ADM

El optera TN-1X y el TN-1C cumplen con los estándares de la norma G.783.

El **TN-1X** soporta hasta 4 tarjetas tributarias que pueden tener los siguientes tipos de combinaciones:

- Tarjeta tributaria STM-1o
- Tarjeta tributaria STM-1e
- Tarjeta tributaria E3/DS-3
- Tarjeta tributaria 16 x E1
- Tarjeta tributaria OPE10 (futuro)

El **TN-1C** soporta las siguientes combinaciones de tributarios:

- Tarjeta tributaria única de 8 x E1
- 2 tarjetas tributarias de 8 x E1
- 1 tarjeta tributaria de 8 x E1 y una tarjeta tributaria E3
- 1 tarjeta tributaria de 8 x E1 y 1 tarjeta tributaria de 2xE3
- 1 tarjeta tributaria de 8 x E1 y una tarjeta tributaria de 24xE1 (120 Ohms)
- una tarjeta OPE10.

Máxima capacidad de add/drop:

TN-1X max add/drop = 63 x VC-12s

TN-1C max add/drop = 32 x VC-12s

3.2 Grooming

Los multiplexores anteriores tienen todas las funcionalidades de DXC y cumplen con la norma G.783.

El TN-1X y TN-1C poseen la matriz de baja granuralidad con el fin de llevar a cabo las funciones de extraer y agrupar un E1 proveniente de los clientes y reempacarlos en una trama E3 con la finalidad de hacer eficiente el transporte

3.3 Confiabilidad

A continuación presentamos la información de confiabilidad con el tiempo medio entre fallas para las diferentes tarjetas (tabla 26).

TN-1C (Release 3)			
Unit Description	Fits	MTBF (Years)	MTBF (Hrs)
STM-1 Optical Mux (8x2) PIU 1310nm SH	1501	76.00	665766.51
STM-1 Optical Mux (8x2) PIU 1310nm LH	1501	76.00	665766.51
STM-1 Optical Mux (8x2) PIU 1550nm LH	1501	76.00	665766.51
2x 34/45 Mbit/s (VC-3) Tributary PIU	463	246.39	2158348.89

TN-1X (Release 8)			
Unit Description	Fits	MTBF (Years)	MTBF (Hrs)
Subrack	3174	35.94	314844.21
Power Supply Unit	1879	60.71	531833.71
Payload Manager	3100	36.80	322359.85
STM-4 Aggregate Card	3808	29.96	262425.30
STM-1 Optical Aggregate Card	4225	27.00	236524.39
STM-1e Aggregate Card,	2425	47.04	412088.88
STM-1e Agg Traffic Interface Module (TIM Type 30)	203	561.96	4922736.64
STM-1 Optical Trib Card	2900	39.34	344591.56
STM-1e Trib Card	2880	39.61	346984.56
STM-1e Trib Traffic Interface Module (TIM Type 50)	114	1000.68	8765925.77
34 Mbit/s G.703 Trib Card 75 Ohm	1842	61.93	542516.58
34 Mb/s Trib Traffic Interface Module (TIM)	139	820.70	7189320.41
16 x 2 Mbit/s G.703 Tributary Card	1756	64.96	569086.30
E1 Traffic Interface Module (TIM)	228	500.34	4382962.88

Tabla 26. MBTF para el TN-1X y TN-1C

XII. ANEXO III. Componentes de la Serie Optera 5000

A continuación se describen las partes que constituyen el sistema OM 5000.

1. Optera Metro 5200

OCI (Optical Channel Interface)

Es la interfáz que se utiliza para la interconexión con las señales de usuario y principalmente su función es la de realizar una conversión transparente eléctrico/óptico de la señal tributaria up-stream y conversión óptico/eléctrica down-stream. Asimismo, se encarga de realizar el proceso 3R (repeat, reshape and retime) para las señales **tanto síncronas como asíncronas** lo que posibilita independizar el link budget respecto de la distancia a la cual se ubican los equipos de cliente. Todas las OCI se conectan a la matriz OCM cuya función se describe más abajo. Cada placa OCI maneja Tx y Rx simultáneamente. La familia OM 5000 posee las siguientes OCI:

- Protocolo Independiente, 50 Mb/s a 622 Mb/s (1310 nm)
- Protocolo Independiente, 8 Mb/s a 1,25Gb/s (850 nm y 1310 nm)
- Protocolo ISC, 1.0625 Gb/s (1310 nm)
- Protocolo OC48/STM-16, 2,5 Gb/s
- Protocolo Agile SRM, 4 ports de 50 Mb/s a 270Mb/s MUX
- Protocolo SDH SRM (Sub Rate Multiplexer), 4xSTM-4
- Transponder de 10Gb/s (1310 nm)
- Protocolo Independiente, 2 ports 16 Mb/s a 1,25Gb/s MUX
- Protocolo Agile SRM, 8 ports de 50 Mb/s a 270Mb/s

- Multiplexor de 4 puertos STM-4 independiente del tiempo

Es de destacar que se cuentan con interfaces de cliente capaces de realizar un multiplexado fijo de hasta 4 señales SDH y/o asíncronas. De esta forma es posible aprovechar al máximo cada longitud de onda cuando se requiera el transporte de señales de baja velocidad (Subventa de lambdas).

Protocolos soportados

La plataforma OM 5000 posee una variedad de interfaces de usuario (OCI) que hacen posible el transporte de prácticamente todos los protocolos que existen hoy día en el mercado transmitidos sobre interfaces de fibra óptica:

- Fast Ethernet (100 base FX)
- Gigabit Ethernet (1000 base LX y SX)
- 10 Gigabit Ethernet
- Video D1 (270 Mb/s)
- ATM (OC-1, OC-3, STM-1, OC-12, STM-4, OC-48, STM-16)
- SDH (STM-1, STM-4, STM-16, STM-64)
- SONET (OC-1, OC-3, OC-12, OC-24, OC-48, OC-192)
- Async Fiber Optic Transport System FOTS (155, 565, 1130 Mb/s)
- FDDI (125 Mb/s)
- ESCON (200 Mb/s)
- FICON (1.0625 Gb/s)
- ISC (1.0625 Gb/s), ISC 2
- Fiber Channel (133 Mb/s, 266 Mb/s, 565 Mb/s, 1.0625 Gb/s)

- Sysplex Timer (ETR & CLO – 16 Mb/s)

OCM (Optical Channel Manager):

Está constituida principalmente por una matriz no bloqueable de 16x16. La misma se encuentra duplicada y sus funciones son las de croconectar las señales provenientes de las OCIs y las OCLD (descriptas más adelante) **vía back plane**, y realizar funciones de protección de canal óptico y de placa, brindando de esta forma la protección de señales que inherentemente no tienen prevista dicha facilidad. La redundancia de esta placa permite contar con un alto grado de segurización en la información de croconexión, más aún, dicha información se encuentra también disponible en otra placa (no indicada en el diagrama) llamada Shelf Processor, por lo que en caso de pérdida o disparidad de configuración de una de ellas, el sistema puede recuperar dicha información por mayoría (2 de 3).

OCLD (Optical Channel Laser and Detector):

Su principal función es la de tomar la señal eléctrica proveniente de la OCM y entregar una señal óptica coloreada en uno de los canales de la grilla standard definida en las recomendaciones ITU-T (up-stream), y de convertir una longitud de onda de la grilla standard en una señal eléctrica (down-stream).

Esta placa está en 2 versiones que permiten barrer todo el espectro de protocolos desde 16 Mb/s hasta 2,5 Gb/s:

- OCLD de 16 Mb/s a 1,25 Gb/s configurable por software
- OCLD de 2,5 Gb/s Fija para señales SDH.

Es de destacar que, dada la gran variedad de interfaces utilizadas en el mercado de datos en el area metropolitana, es altamente ventajoso contar con una arquitectura dividida entre capa óptica y capa de usuario pues permite disminuir en gran medida el stock de repuestos necesario respecto de otras soluciones.

La OCLD inserta por cada canal un PWOSC (Per-wavelength Optical Service Channel) que provee la visibilidad remota de todas las lambdas en una red OPTera Metro asegurando la supervisión de las señales.

Adicionalmente el equipo soporta una nueva interfáz OCLD:

- Bit rate transparent OCLD 50 Mbps a 2.5 Gbps.

OMX (optical multiplexer):

Realiza la multiplexación óptica de las longitudes de onda provenientes de las OCLDs. En el OM 5200, la capacidad de agregación es de 4 lambdas por OMX. Se requieren 2 OMX para una transmisión con protección de camino (E/O).

En caso de utilizar más de una subbanda, las OMX se disponen en cascada de modo tal de hacer transitar por la misma todo el tráfico del anillo. De esta manera, cada OMX solamente realiza el add/drop óptico de los canales en los cuales se sintoniza mientras que el resto del tráfico transita (Pass-through). Ver la figura 31.

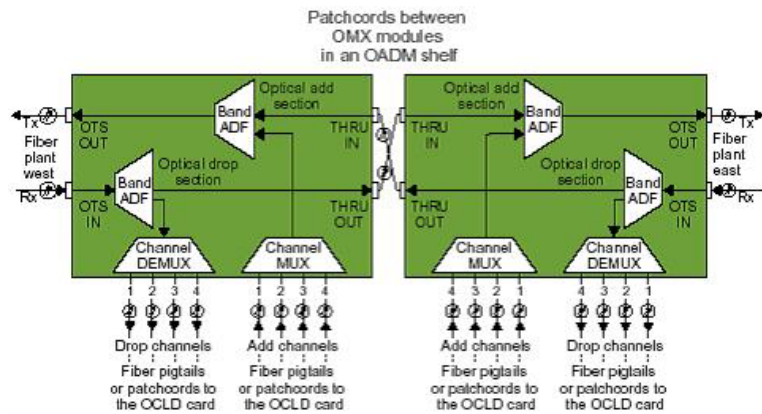


Figura 31: Diagrama funcional OMX

SP (Shelf procesor):

Maneja la comunicación de las distintas placas a través del back plane. El SP provee gestión local, consolidación de alarmas, configuración del equipo y control de inventario del subbastidor.

Transponder:

Modifica una señal óptica tributaria y la transforma en otra señal óptica conteniendo la misma información, pero en diferente longitud de onda de la tercera ventana. Estas interfaces cumplen con la recomendación ITU/T G.692, en cuanto a la separación de frecuencias, ancho espectral y estabilidad de frecuencia. El OPTera

Metro 5000 posee placas transponders de 10 Gb/s tanto para transmisión de señales STM-64 como de 10 Gb Ethernet.

Las interfaces de entrada/salida son abiertas, lo que permite conectar equipos de otros vendors sin necesidad de conectar equipos intermedios.

Terminal / OADM OM5200:

La Figura 32 muestra un subbastidor de OM5200. El mismo posee 20 slots para albergar las placas de tributario (OCI), placas de agregado coloreado (OCLD), matrices (OCM), Optical Service Channel (OSC) y procesador (Shelf Processor). Los 2 acopladores ópticos de salida o multiplexor óptico de salida (OMX) que utiliza cada OM 5200 se instalarán en dos bandejas de 1 U de rack cada una que poseen capacidad de manipuleo de fibra.

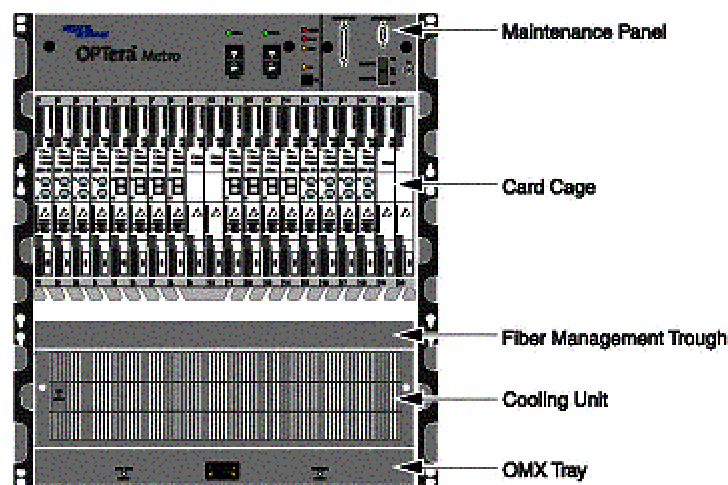


Figura 32. Subbastidor del OM 5200 en configuración terminal / OADM

En la parte superior del shelf está ubicado el Panel de mantenimiento que posee indicadores de alarmas, brackers para alimentación redunante, conectores para interfaces Ethernet y RS232:

- El panel posee tres leds de distintos colores que indican si la alarma es menor, mayor o crítica.
- Cada subbastidor posee dos interfaces Ethernet 10 base T, una interfaz para el sistema de gestión y otra interfáz utilizada para interconectar los subbastidores entre sí conformando una red LAN. El equipo cuenta con contactos secos para remotización de alarmas y telemetría.
- Cada subbastidor posee una unidad de enfriamiento compuesta por dos ventiladores. En caso de falla de uno de los ventiladores el otro se acelera automáticamente a fin de mantener refrigerado al equipo. A continuación la Tabla 27 muestra las dimensiones físicas de los shelves OM 5200.

OPTera Metro 5200 shelf assembly general specifications

Specification	Standard 12 U	OMX variant 11U
Dimensions		
Height	535 mm (21 in.)	490 mm (19.25 in.)
Width	438 mm (17.25 in.)	438 mm (17.25 in.)
Depth	300 mm (11.85 in.)	300 mm (11.85 in.)
Weight		
Weight: fully loaded	43 kg (94 lb.)	34 kg (75 lb.)
Weight: empty chassis (shipped with maintenance panel, cooling unit, and OMX tray installed in the 12 U and not installed in the 11 U)	27 kg (60 lb.)	23 kg (50 lb.)
Power requirements		
Nominal	-48 V dc	-48 V dc
Minimum	-38 V dc	-38 V dc
Maximum	-72 V dc	-72 V dc

Tabla 27. Dimensiones físicas del OM-5200

Alimentación y consumo

El equipo OM 5200 se alimenta a – 48Vcc para lo cual cuenta con brackers duplicados. El sistema admite también ser alimentado a 220 Vca con el agregado de un rectificador duplicado para redundancia, que se instala en la sección inferior del rack.

La Tabla 28 muestra el consumo típico de un equipo OM 5200 cargado full.

Power consumption of a fully loaded OPTera Metro 5200 shelf (up to 1.25 Gbit/s)

Component		Quantity for each fully loaded shelf	Power consumption (Watts)			
			For each component		For each fully loaded shelf	
			Typical	Maximum	Typical	Maximum
OCI circuit pack	(622 Mbit/s or 1.25 Gbit/s)	0-8	18	19	144	152
	SRM OCI		28	30	224	240
OCLD circuit pack		0-8	21	28	168	224
OCM circuit pack (1.25 Gbit/s)		2	23	27	46	54
SP circuit pack		1	10	12	10	12
Cooling unit and maintenance panel		1	40	90	40	90
Total power consumption in Watts (depending on the type of OCI circuit packs used)					408 to 488	532 to 620

Tabla 28. Consumo de potencia del OM-5200

Amplificadores ópticos:

En los casos donde se requiera aumentar el presupuestos de potencia, Nortel Networks cuenta con amplificadores ópticos capaces de amplificar simultáneamente todas las longitudes de onda contenidas en cada banda. Los mismos pueden ser usados como preamplificadores, postamplificadores o como amplificadores de línea entre estaciones. Las placas de amplificación son

unidireccionales y se requieren 2 por banda, es decir, 2 para banda C y 2 para la banda L, conformando un total de 4 placas.

El subbastidor OM5200 se utiliza tanto para configurar un Termina/OADM como para alojar las placas de amplificación.

La Figura 33 muestra un shelf equipado para amplificar las dos direcciones de transmisión (2 fibras lado Este y 2 fibras lado Oeste) para las bandas C y L simultáneamente.

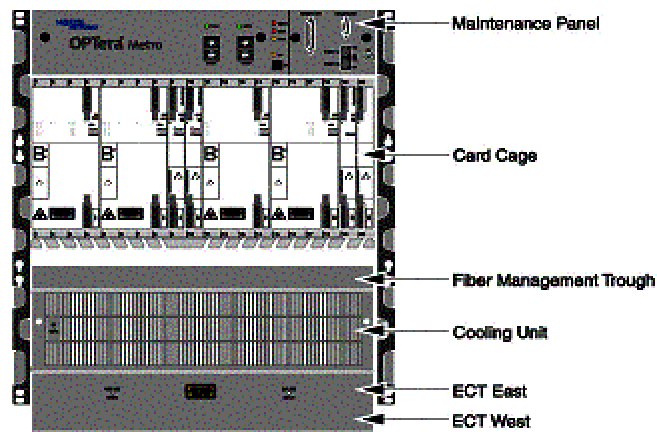


Figura 33. Subbastidor de amplificación equipado para amplificar treinta y dos canales simultáneamente

Con el fin de lograr que todas las bandas lleguen con igual potencia a la entrada de los amplificadores, la plataforma OM 5000 admite dos técnicas de ecualización de las bandas:

Ecualización Manual.

Se realiza utilizando el módulo Per Band Equalizer (PBE) que divide las señales de banda C de las de banda L y permite a su vez permiten variar la potencia por cada subbanda.

Ecualización Automática.

Se realiza utilizando splitters / couplers de banda C &L y placas Active Per Band Equalizer (APBE) que permiten variar la potencia por subbanda a través del sistema de gestión en forma remota.

Optical Service Channel (OSC):

La familia OPTera Metro 5000 utiliza una placa OSC (opcional) que cumple las siguientes funciones:

- Permite seccionalizar las fallas de transmisión entre sitios; es decir, posibilita que el operador, desde la gestión pueda determinar en qué sección de la red se produjo la falla.
- Posibilita que el sistema de gestión pueda ver a todos los sitios de la red.
- Entrega un canal transparente para el tráfico propio del usuario.

La placa OSC posee conectores para insertar el canal de supervisión de 10 Mb/s y el Wayside Channel de 100 Mb/s. El canal de supervisión óptico opera a una velocidad de 155 Mb/s en 1510 nm.

1.1 Tipos de protección soportadas por OM 5200

En configuraciones de anillo el equipo OM 5200 soporta protección OSNC:

1.1.1 Punto a punto entre OM 5200

A fin de simplificar la explicación de la protección utilizaremos el caso de una configuración punto a punto, pero el concepto de protección es también aplicable a un anillo con varios equipos OM 5200.

La señal de usuario ingresa al OM 5200 a través de una placa OCI quien transmite la misma por dos caminos distintos (uno activo y otro de protección) a través de los láseres de transmisión OCLD y los acopladores ópticos OMX.

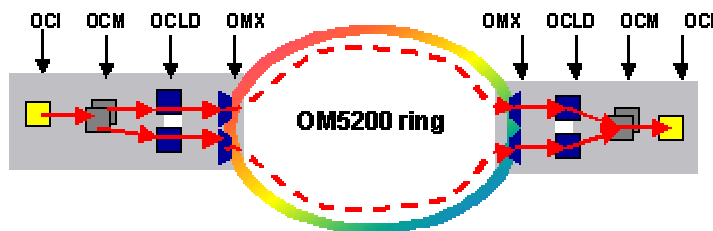


Figura 34. OM 5200 configuración punto a punto

En el lado receptor la señal llega por dos caminos distintos y las OCLD en conjunto con el shelf procesor se encargan de supervisar la calidad de la señal de acuerdo a diversos criterios (cruce de thresholds, AIS, etc).

En caso de que la señal óptica activa se interrumpa o degrade por debajo de cierto umbral, el lado receptor, que constantemente compara ambas señales, conmutará hacia la señal óptica de protección que se encuentra en hot- standby. Este mecanismo permite que la conmutación se realice en un tiempo inferior a los 50 ms (compatible con las exigencias de los sistemas SDH). La protección puede ser tanto reversible como no-reversible y es de tipo unidireccional (cada sentido de transmisión se protege y conmuta en forma independiente del sentido opuesto). Los equipos cuentan con la facilidad *wait to restore* lo que permite volver automáticamente a la ruta original tras esperar un tiempo mayor a 5 minutos, para ver si el camino principal fue restaurado. El sistema admite también los comandos de conmutación forzada, manual ,release y lock out.

Para el caso de la solución con transponders 10G y 2.5 G se incorporó un módulo de protección de transponder que permite realiza una protección 1+1.

Se muestra un modelo conformado por dos OM5200 equipados cada uno con 2 Transponders de 10G y un módulo de protección en cada shelf. La protección se lleva a cabo realizando un split de la señal óptica de 10G del lado cliente la cual se deriva hacia cada uno de los transponders los cuales transmiten esta señal por los caminos alternativos. Luego entre las transponders se comunican via backplane para determinar cual será el receptor activo activo. En caso de falla de un camino se activa la recepción del transponder stand by.

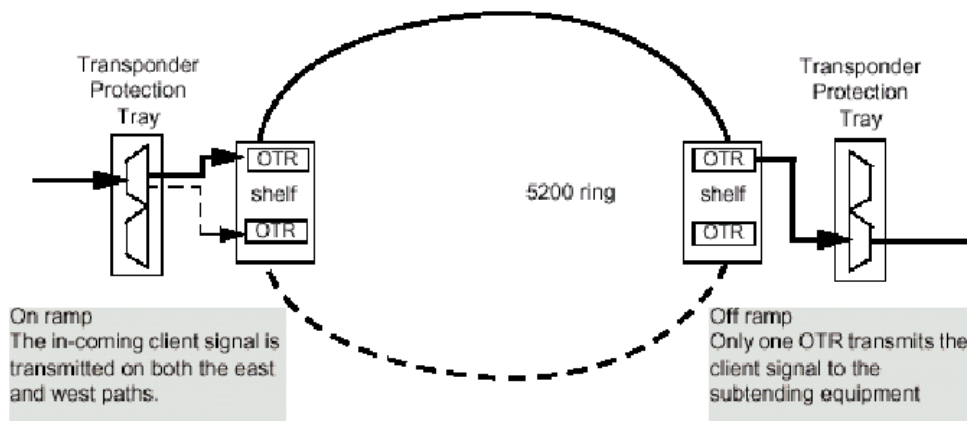


Figura 35: OM 5200 configuración con transponders

Existe otra alternativa de protección utilizando el módulo Optical Trunk Switch que se explicará en la sección Configuraciones de Red.

2. Optera Metro 5100



El equipo OPTera Metro 5100 constituye una solución compacta del tipo CPE diseñado especialmente para extender el anillo metropolitano hasta el edificio de cliente o a sitios donde se requiera manejar una cantidad de tráfico reducida. El OM 5100 permite extraer / insertar una lambda protegida o dos lambdas sin

protección y las interfaces son absolutamente compatibles e intercambiables con el OM5200.

La Figura 36 muestra la arquitectura del sistema OPTera Metro 5100 de Nortel Networks.

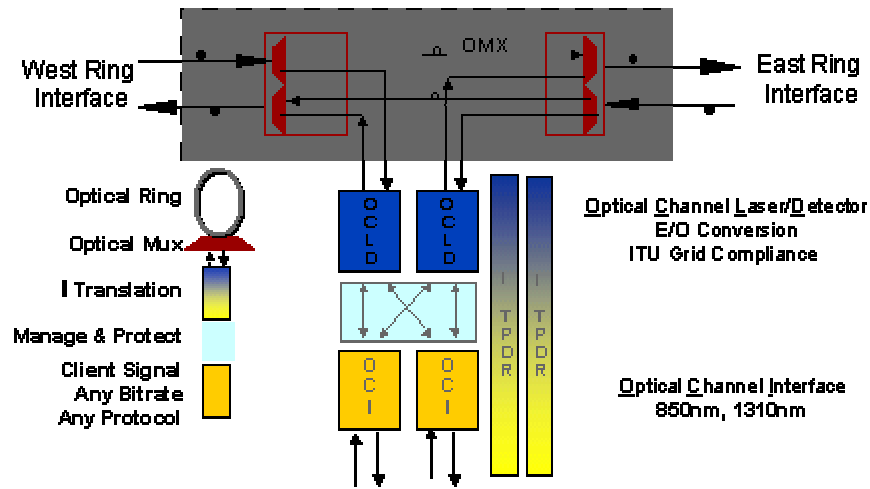


Figura 36. Arquitectura General del sistema OM 5100 (CPE)

Los acopladores ópticos del OM 5100 OMX utilizan tecnología CWDM por lo que cada uno de ellos realiza la inserción / extracción de una longitud de onda en particular dejando pasar las longitudes de onda restantes que estén circulando por el anillo.

La figura 37 muestra el plan de frecuencias que utiliza la plataforma OM 5000 que es full compatible con la recomendación ITU G.692.

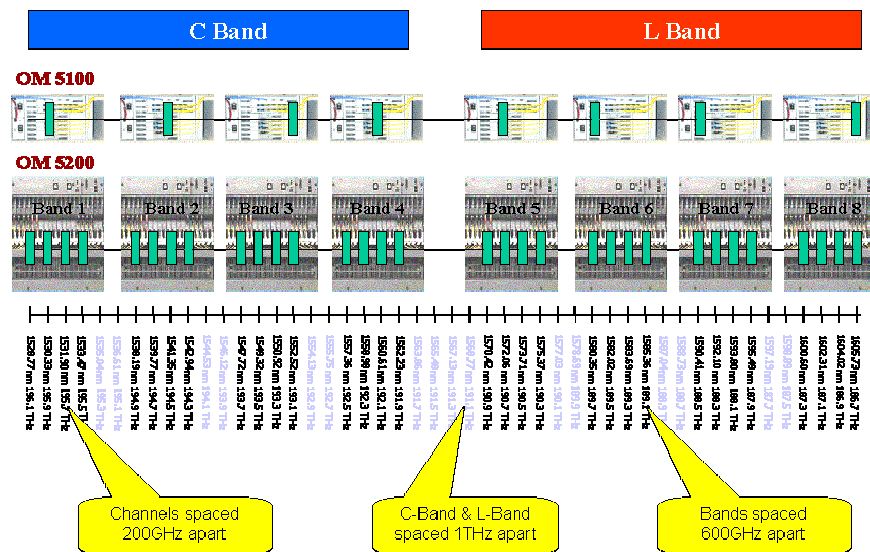


Figura 37. Plan de frecuencias plataforma OM 5000

La interconexión entre los equipos OM 5100 y los OM 5200 se realiza a través de un OM 5200 que actúa como *bridge* entre el anillo de clientes de OM 5100 y el anillo *core* OM 5200, como se muestra en la figura 38.

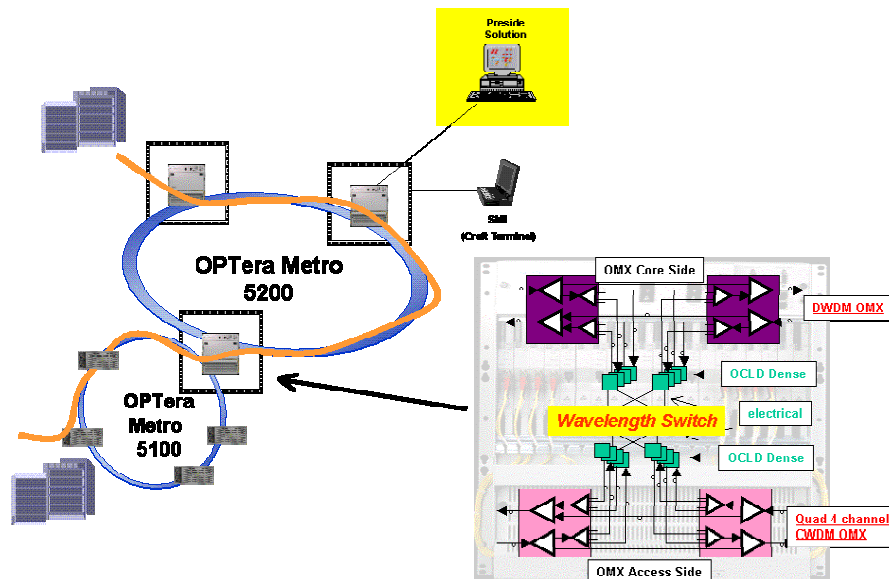


Figura 38. Interconexión de anillos

El OM 5200 que actúa como *bridge* entre los anillos, se configura con dos OMX DWDM que se comunican con el anillo *core* y otras dos OMX CWDM que dialogan con el anillo de los OM 5100. Las OCLD del lado anillo cliente son interconectadas con las OCLD del lado anillo *core* a través de la matriz de crosconexión eléctrica OCM como se muestra en la figura 39. La matriz OCM le otorga a la plataforma OM 5000 una gran flexibilidad de configuración, **reduciendo el costo de conectividad entre anillos** ya que no es necesaria una conexión back to back entre dos equipos para vincular dos anillos distintos.

Un anillo de clientes soporta hasta 8 equipos OM 5100.

El OM 5200 que actúa como *bridge* debe configurarse con las OMX CWDM para interconectar el anillo cliente con el anillo *core*.

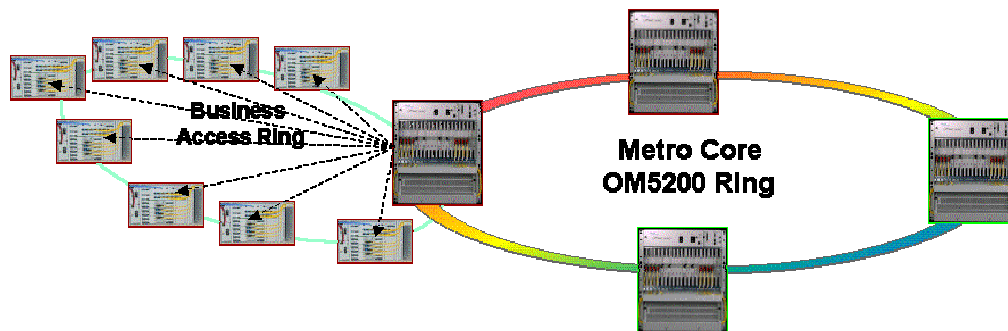


Figura 39. Anillo OM 5100

Esta configuración es totalmente provisionable y monitoreable extremo a extremo desde el SMI o Preside (Plataforma de Gestión)

2.1 Componentes del Equipo OM 5100

Las interfaces son absolutamente compatibles e intercambiables con el OM5200

Actualmente la plataforma OM 5000 cuenta dos tarjetas de usuario (OCI) multiplexoras de 4 puertos cada una:

- *Protocolo Agile SRM, 4 ports de 50 Mb/s a 270Mb/s MUX*
- *Protocolo SDH SRM (Sub Rate Multiplexer), 4xSTM-4*

Esto permite a los equipos OM 5100 transportar 4 señales de cliente con o sin protección a través de la red.

Todas estas placas permiten realizar mediciones de performance, funcionalidad importante al momento de acordar un SLA con el cliente.

La distribución de las distintas interfaces dentro de un shelf OM 5100, además de la bandeja con las dos OMX CWDW y el rectificador de uso opcional, pueden observarse en la figura 40.

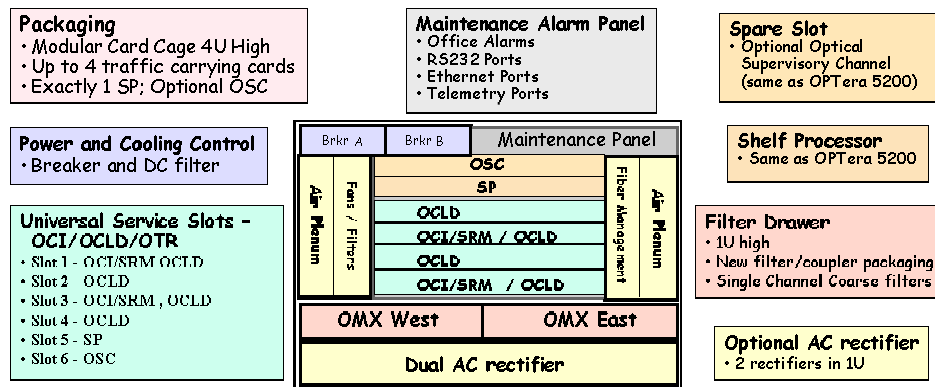


Figura 40. Distribución de placas en el OM 5100

OADM OM 5100

En la parte superior del shelf está ubicado el Panel de mantenimiento que posee indicadores de alarmas, brackers para alimentación redundante, conectores para interfaces Ethernet y RS232:

- El panel posee tres leds de distintos colores que indican si la alarma es menor, mayor o crítica.
- Cada subbastidor posee dos interfaces Ethernet 10 base T, una interfáz para el sistema de gestión y otra interfáz utilizada para interconectar los subbastidores entre sí conformando una red LAN. El equipo cuenta con contactos secos para remotización de alarmas y telemetría.

- Cada subbastidor posee una unidad de enfriamiento compuesta por dos ventiladores. En caso de falla de uno de los ventiladores el otro se acelera automáticamente a fin de mantener refrigerado al equipo

El OM 5100 es un equipo de cliente de 4 unidades de rack que puede ser instalado en racks ETSI o 19", o en un gabinete que provee Nortel Networks. El gabinete puede ser montado sobre pared o bien dejarse apoyado sobre el suelo. El mismo ya viene configurado, cableado y pre testado desde fábrica según requerimiento del cliente, a fin de reducir los tiempos de instalación y provisionamiento.

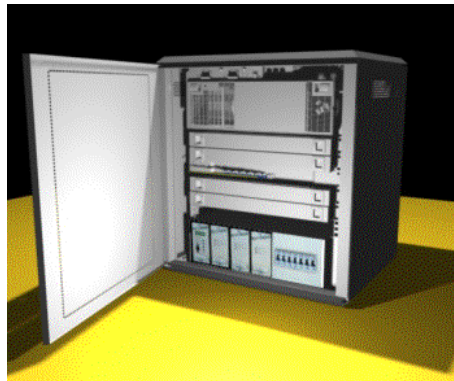


Figura 41. Optera Metro 5100

Alimentación y consumo de potencia

El equipo OM 5100 se alimenta a -48 V DC (nominal) pero posee la opción de ser alimentado a 220 V CA si se utiliza el rectificador que provee Nortel Networks, tanto para instalaciones en bastidor como para instalaciones en gabinete. Este rectificador en combinación con

las baterías le brindan una autonomía de 8 horas ante cortes de energía.

Power requirements	
Nominal	–48 V dc
Minimum	–38 V dc
Maximum	–72 V dc

El consumo de potencia del equipo OM 5100 varía de acuerdo con la configuración que posea el mismo ya que las distintas OCI tienen distintos consumos. A continuación se detalla el consumo para una configuración en particular:

Power consumption of a fully loaded OPTera Metro 5100 shelf (up to 1.25 Gbit/s)

Component		Quantity for each fully loaded shelf	Power consumption (Watts)			
			For each component		For each fully loaded shelf	
			Typical	Maximum	Typical	Maximum
OCI circuit pack	(622 Mbit/s or 1.25 Gbit/s)	0-2	18	19	36	38
	SRM OCI		28	30	56	60
OCLD circuit pack		0-2	21	28	42	56
SP circuit pack		1	10	12	10	12
OSC circuit pack		1	10	16	10	16
Maintenance panel card		1	0	0	0	0
Shelf ID card		1	0	0	0	0
Power card		2	3	5	6	10
Fan assembly		1	7	26	7	26
Total power consumption in Watts (depending on the type of OCI circuit packs used)					111 to 145	158 to 180

Tabla 29. Consumo de Potencia del OM-5100

2.1 Tipos de Protección Soportada

En configuración de anillo el equipo OM 5100 soporta protección OSNC

2.1.1 Punto a punto entre OM 5100

La señal de usuario ingresa al OM 5100 a través de una placa OCI quien transmite la misma por dos caminos distintos (uno activo y otro de protección) a través de los láseres de transmisión OCLD y los acopladores ópticos OMX.

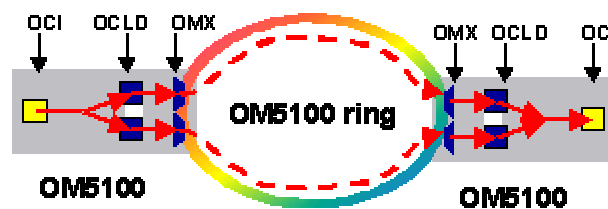


Figura 42. OM 5200 configuración punto a punto.

En el lado receptor la señal llega por dos caminos distintos y las OCLD en conjunto con el shelf procesor se encargan de supervisar la calidad de la señal de acuerdo a diversos criterios (cruce de thresholds, AIS, etc).

En caso de que la señal óptica activa se interrumpa o degrade por debajo de cierto valor, el lado receptor, que compara ambas señales, conmutará hacia la señal óptica de protección que se encuentra en hot- standby. Este mecanismo permite que la protección se realice en un tiempo inferior a los 50 ms (compatible con las exigencias de los sistemas SDH). La protección puede ser

tanto reversible como no-reversible y es de tipo unidireccional (cada sentido de transmisión se protege y conmuta en forma independiente del sentido opuesto). Los equipos cuentan con la facilidad wait to restore lo que permite volver a la ruta original tras esperar un tiempo mayor a 5 minutos, para ver si el camino original fue restaurado.

El sistema admite también los comandos de conmutación forzada, manual ,release y lock out.

2.1.2 Configuración entre anillos de OM 5100 y OM 5200

Para esta configuración de red es necesaria que un nodo OM 5200 actúe como *bridge* entre un anillo de clientes CWDM (OM 5100) y el anillo *core* DWDM (OM 5200). El equipo OM 5200 *bridge* realiza el *pass through* de las señales que provienen del OM 5100 origen vinculando las OCLD del lado anillo cliente con las OCLD del lado anillo *core* a través de la matriz eléctrica duplicada OCM. Luego la señal llega al OM 5200 destino quien se encarga de supervisar la calidad de la señal y disparar acciones de protección en caso de ser necesario.

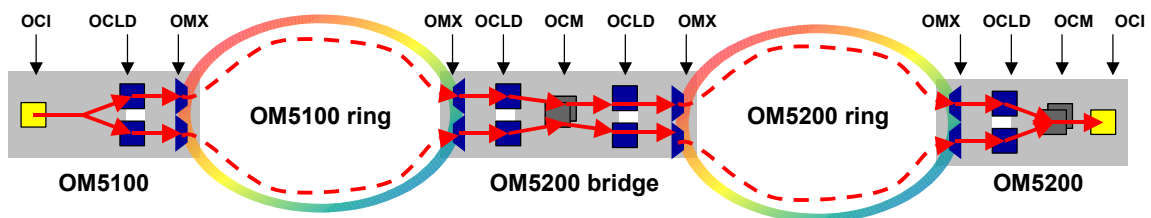


Figura 43. Configuración 5100 – 5200

3. Configuraciones de la red Optera Metro 5000

La plataforma OM 5000 soporta una gran variedad de configuraciones de red:

En el caso de los equipos OPTera Metro 5200 basicamente admite dos familias de configuraciones de red:

Topologías en Anillo

- Hubbed ring
- Dual hubbed ring
- Meshed ring

Topologías lineales

- Punto a punto
- OADM lineales

Por su parte la incorporación de OM 5100 a la plataforma permite realizar los siguientes tipos de configuraciones.

- Punto a punto OM 5100 - OM 5100
- Estrella OM 5200 - OM 5100
- Ring OM 5200 - OM 5100
- Dual hommed estrella / ring OM 5200 - OM 5100

3.1 Configuración Hubbed Ring

En una configuración hubbed ring (figura 44) los shelves en los sitios OADM tienen una correspondencia uno a uno con los shelf ubicados en el sitio terminal. Se pueden conectar hasta 8 sitios sinlge shelf OADM contra 8 shelves en el sitio terminal. Las señales de las distintas bandas se concentran en el sitio terminal.

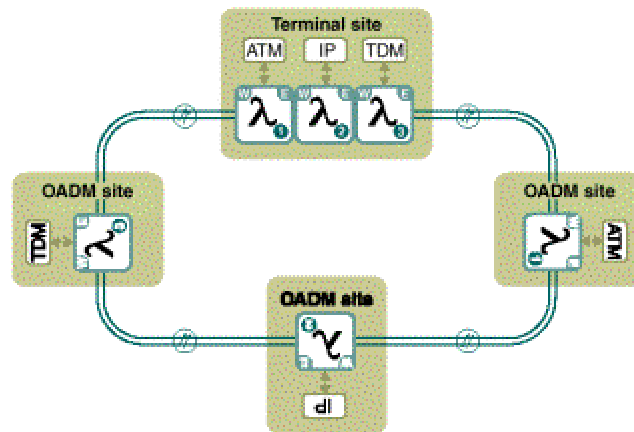


Figura 44. Configuración Hubbed Ring

3.2 Configuración dual-hubbed ring

La configuración dual hubbed ring (figura 45) es similar a la configuración hubbed ring en la cual los shelves de los sitios OADM tienen una correspondencia uno a uno con los shelves de los dos sitios terminales.

Para shelves de una misma banda esta configuración permite el paso de una longitud de onda a través de un terminal en forma electrónica utilizando OCLDs.

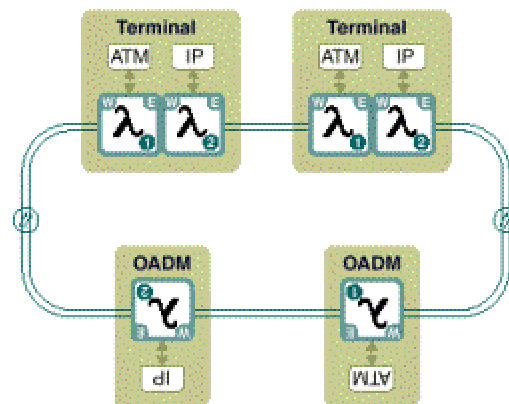


Figura 45. Configuración Dual Hubbed Ring

3.3 Configuración Meshed ring

Cuando se configuran equipos OPTera Metro en Meshed ring (figura 46), la red puede tener hasta 40 shelves OADM o 40 shelves terminales y hasta 24 optical amplifiers (OFA). La red puede no poseer sitios terminales

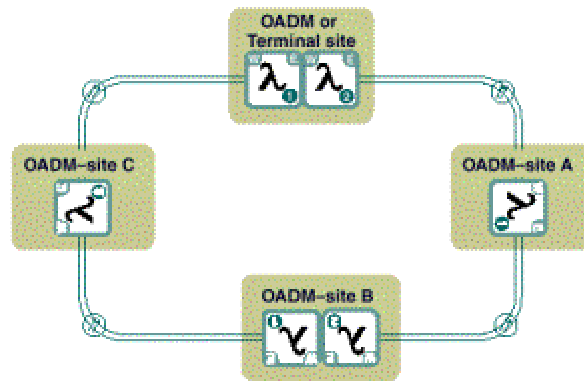


Figura 46. Configuración Meshed Ring

3.4 Configuración punto a punto OM 5200

En la configuración punto a punto (figura 47) los terminales del lado Oeste tienen una correspondencia uno a uno con los terminales del lado Este. Se pueden provisionar hasta 8 shelves OPTera Metro en cada sitio terminal lo que permitiría transportar hasta 32 longitudes de onda sin protección utilizando un par de fibras.

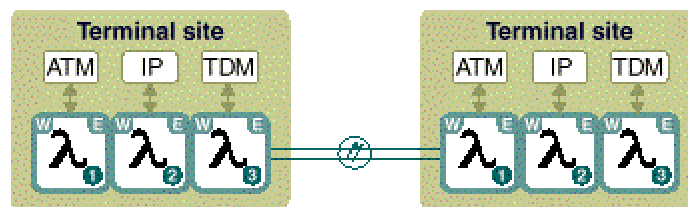


Figura 47. Configuración punto a punto

En el caso de utilizar dos pares de fibras entre los sitios se podrían lograr continuación es de 32 longitudes de onda protegidas o 64 sin proteger. Existe otra alternativa de protección que se realiza utilizando el módulo Optical trunk Switch, como se explica a continuación.

3.5 Optical Trunk Switch

El Optical Trunk Switch (OTS) es un módulo stand alone que provee protección óptica de camino para configuraciones punto a punto de equipos OPTera Metro. Fue diseñado para mejorar el portfolio de la plataforma OPTera Metro 5000 brindando un mecanismo alternativo de protección. Es una forma segura y costo efectiva de protección de camino de fibra. La introducción de este hardware complementa el esquema de protección existente OCM/OCLD.

Los módulos OTS son instalados en pares, uno en cada punta del troncal de fibra en un sistema punto a punto para redes no amplificadas. La configuración requiere de dos pares de fibras (uno working y otro protection). Los OTS se instalan antes / después del first inbound / last outbound de la OMX en cada sitio, via patchcords.

El diagrama funcional de Optical Trunk switch puede verse en la figura siguiente (figura 48).

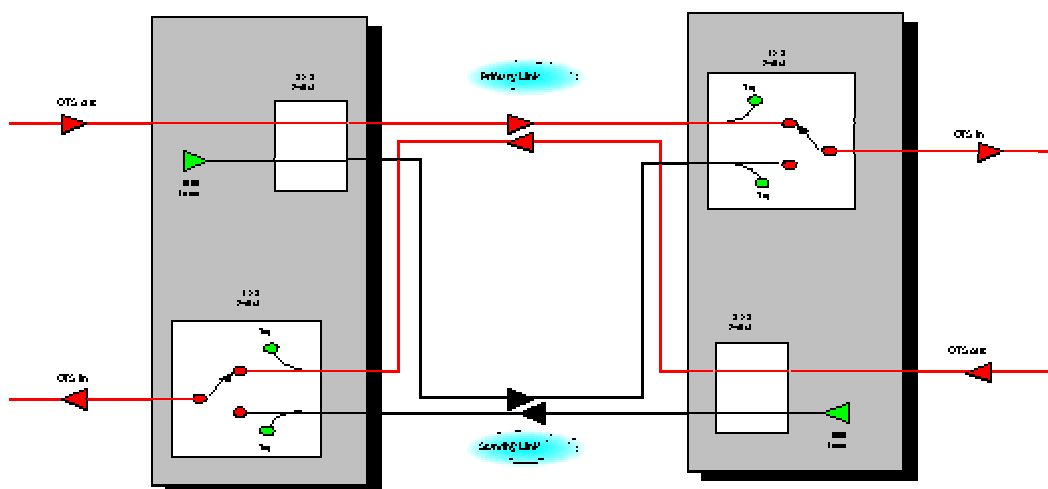


Figura 48. Diagrama funcional de Optical Trunk Switch

El OTS se alimenta a -48 V pero en sitios donde se cuente solamente con 220 V se puede utilizar el rectificador que se instala en el rack del OM 5200. Posee un puerto 10 base T para conexión al managemement del OM 5200, otro puerto para señales de telemetría y 6 puertos para conctar los 3 pares de fibra.

El switching entre el camino working y el protection es siempre menor a 100 ms.

3.6 Configuración OADM lineal

Una configuración OADM lineal (figura 49) tiene dos sitios terminales en cada extremo y sitios OADM en el medio

Las asignaciones de canal son no protegidas ya que el sistema utiliza un solo camino entre los shelves.

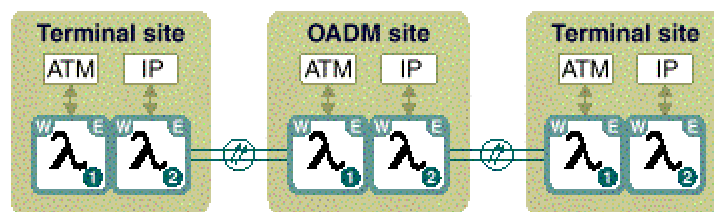


Figura 49. Configuración OADM lineal

Las configuraciones con equipos OM 5100 actualmente soportadas por la plataforma OM 5000 son las siguientes:

3.7 Configuración punto a punto OM 5100 - OM 5100

Esta es una configuración (figura 50) sin protección que puede realizarse con o sin el uso de OMX. Para este último caso la ganancia del sistema es aproximadamente 30 dB lo que permite realizar un enlace de largo alcance. También es posible extender la distancia utilizando un amplificador o un OM 5100 como regenerador de la señal.

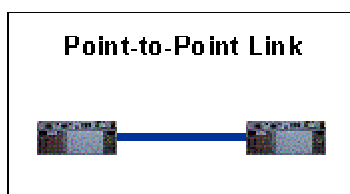


Figura 50. Configuración punto a punto OM 5100-OM 5100

3.8 Configuración Estrella OM 5200 - OM 5100

En esta configuración (figura 51) sin protección se conectan los nodos de acceso OM 5100 directamente por fibra a un nodo OM 5200 concentrador. Esta estructura de red se utiliza cuando se desconocen las futuras ubicaciones de los clientes.

La ganancia de cada sistema OM5100- OM5200 es aproximadamente 30 dB lo que permite realizar enlaces de largo alcance.

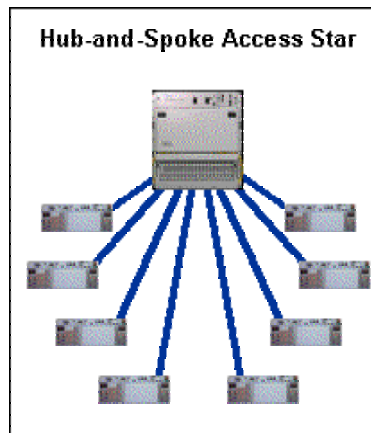


Figura 51. Configuración Estrella OM 5200-OM5100

3.9 Configuración anillo OM 5200 - OM 5100

Esta es una configuración física en anillo (figura 57) con acopladores ópticos OMX CWDM. Es una arquitectura de red con protección ya que cada nodo tiene diversidad de rutas. Se utiliza mayormente cuando se conoce de antemano el área donde se encuentran los clientes a los cuales está planeado brindarles servicio. Soporta como máximo 8 nodos OM 5100 en un mismo anillo.

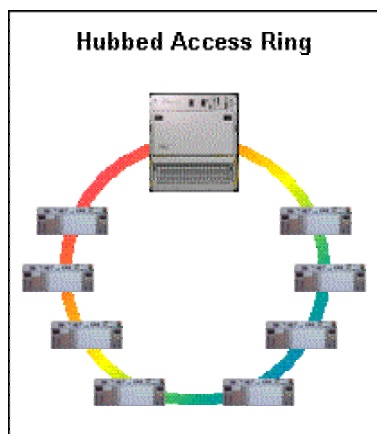


Figura 52. Configuración anillo OM 5200-OM 5100

3.10 Dual hommed estrella / anillo OM 5200 - OM 5100

Son arquitecturas de red **carrier class** (figura 53), ya que cada nodo cliente se vincula a dos puntos de acceso del anillo core. En caso de que uno de los nodos OM 5200 quede fuera de servicio, la señal se seguirá transmitiendo por el otro nodo OM 5200. La protección puede ser realizada en los puntos extremos del enlace OM 5100 – OM 5200 o en los equipos OM 5200 intermedios.

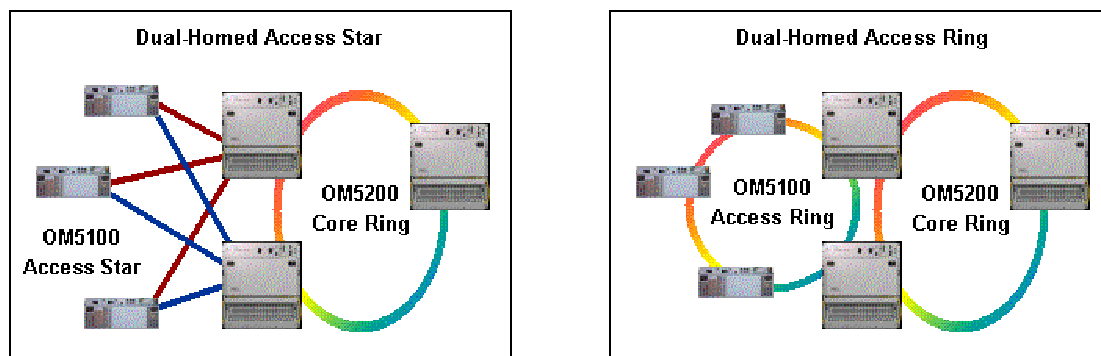


Figura 53. Configuración Dual Hommed estrella/anillo

BIBLIOGRAFIA

1. "Optical Switching and Networking Handbook", Regis J. Bates, Mc.Graw Hill, 2001.
2. "Undertanding Sonet/SDH and ATM", StamatiosV. Kartalopoulos, IEEE Press, 1999.
3. "Broadband Networking", Michael Sexton and Andy Reid, Artech House, 1997.
4. "Optera Metro 5000 Engineering Notes", Nortel Networks, 2002.
5. "Optera Metro 4200 Engineering Notes", Nortel Networks, 2002.
6. "Optera Metro Packet Edge 100 Engineering Notes, Nortel Networks, 2002.
7. ITU-T Recommendation G.703, Physical electrical characteristics of hierarchical digital interfaces.
8. ITU-T Recommendation G.825, The control of jitter and wander within digital networks which are based on the Synchronous Digital Hierarchy (SDH).
9. ITU-T Recommendation G.841, Types of characteristics of SDH network protection architectures.
10. ITU-T Recommendation M.3010, Principles for a Telecommunications management network.
11. ITU-T Recommendation M.3400, TMN Management Functions.
12. "Telecommunication Magazine", November 2002.
13. "Telecommunication Magazine", December 2002.
14. "Telecommunication Magazine", January 2003.

ACRONIMOS

ADM	Add Drop Multiplexer
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BITS	Building Information Timing Supply
DNI	Dual Node Interconnection
DWDM	Dense Wave Length Division Multiplexing
DXC	Digital Cross Connect
E1	Trama de 2 Mbits
EMS	Element Manager System
EPL	Ethernet Private Line
ESCON	Enterprise System Connection
ETHERNET	Procolo de Comunicación
FICON	Fiber Channel
Gbps	Giga Bit por segundo
IP	Internet Protocol
ISP	Interner Service Provider
LAMBDA	Longitud de Onda
LAN	Local Area Network
LMDS	Local Multipoint Distribution System
MBPS	Mega Bit por segundo
MS-SPRING	Multi Shared Section Protection Ring
MTBF	Middle Time Between Fails
NE	Network Element
NMS	Network Management System
NOC	Network Operation Center

OC-12	Optical carrier 12
OC-3	Optical carrier 3
OC-48	Optical carrier 48
OCI	Optical Channel Interface
OCLD	Optical Channel Laser and Detector
OCM	Optical Channel Manager
OFA	Optical Amplifier
OMX	Optical Multiplexer
OSC	Optical Service Channel
OSI	Open System Interconnection
OTS	Optical Trunk Switch
PDH	Plesiocronous Digital Hierarchy
PPP	Point To Point Protocol
PRC	Primary Reference Clock
PRS	Primary Reference Source
QoS	Quality of Service
SAN	Storage Area Network
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SMI	System Manager Interface
SNCP	Single Network Connection Protection
SP	Shelf Processor
SSM	Synchronous Statua Message
STM-1	Synchronous Transfer Module 1
STM-16	Synchronous Transfer Module 16
STM-4	Synchronous Transfer Module 4

STM-N	Synchronous Transfer Module N
STP	Spanning Tree Protocol
TMN	Telecommunications Management Network
UIT	Union Internacional de Telecomunicaciones
VC-12	Virtual Container 12
VC-3	Virtual Container 3
VC-4	Virtual Container 4
VLAN	Virtual LAN
VPN	Virtual Private Network
WLL	Wireless Local Loop