ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL 1

ÍNDICE DE FIGURAS 6

ÍNDICE DE TABLAS 9

PRESENTACIÓN 11

RESUMEN 12

CAPÍTULO 1 14

REDES DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO 14

1.1 INTRODUCCIÓN 14
1.2 CONCEPTOS DE ALMACENAMIENTO E INTERCONEXIÓN[1] 15
1.2.1 CONCEPTOS DE INTERCONEXIÓN [1] 16
1.2.1.1 Transporte Serial 17
1.2.1.2 Método de acceso 17
1.2.1.3 Direccionamiento 18
1.2.1.4 Empaquetamiento de datos 18
1.2.1.5 Enrutamiento de paquetes 19
1.2.1.6 Soporte de protocolos de capa superior 20
1.2.2 PRINCIPIOS DE ALMACENAMIENTO [1] 20
1.2.2.1 La arquitectura SCSI [1] 21
1.2.2.2 El bus paralelo SCSI paralelo [1] 28
1.3 EL MODELO DE ALMACENAMIENTO COMPARTIDO DE LA SNIA[1] 30
1.4 REDES SAN [2] 37
1.5 BENEFICIOS DE LAS REDES SAN [2] [3] 38
1.5.1 ACCESO POR RED 39
1.5.2 ALTA DISPONIBILIDAD 39
1.5.3 CONSOLIDACIÓN DEL ALMACENAMIENTO 39
1.5.4 REDUCCIÓN DE CONGESTIÓN DE RED 40
1.5.5 TOLERANCIA A DESASTRES 40
1.5.6 ACCESO A LOS DATOS A ALTAS VELOCIDADES 40
1.6 COMPONENTES SAN [4] 41
1.6.1 SERVIDORES SAN 42
1.6.2 ALMACENAMIENTO SAN. 42
1.6.2.1 Unidades de discos individuales y JBODs 43
1.6.2.2 RAIDs [5] [6] [7] 43
1.6.3 INTERCONEXIÓN SAN. 51
1.7 APLICACIONES SAN [4] 52
1.7.1 ALMACENAMIENTO DE DATOS COMPARTIDO. 53
1.7.1.1 Almacenamiento Compartido. 53
1.7.1.2 Compartiendo Copia de Datos 53

1.7.1.3 Compartiendo datos “verdaderos” 54
1.7.2 ARQUITECTURA DE RED. 54
1.7.3 RESTAURACIÓN Y RESPALDO DE DATOS. 54
1.7.4 INTERCAMBIO DE DATOS. 54
1.7.5 AGRUPAMIENTO. 55
1.7.6 PROTECCIÓN DE DATOS Y RECUBRIMIENTO DE DESASTRES 55
1.8 ADMINISTRACIÓN DE LAS REDES SAN [4] 55
1.8.1 ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS 56
1.8.2 ADMINISTRACIÓN DE LA CAPACIDAD 57
1.8.3 ADMINISTRACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN 57
1.8.4 ADMINISTRACIÓN DEL DESEMPEÑO 57
1.8.5 ADMINISTRACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD 57
1.9 REDES SAN Y REDES LAN [2] 57
1.9.1 DIFERENCIAS ENTRE REDES LAN Y SAN 58
1.9.2 DIFERENCIAS EN EL DISEÑO DE RED 58
1.9.3 DIFERENCIAS EN EL DISEÑO DE LOS PROTOCOLOS 59
1.10 TECNOLOGÍAS ADICIONALES DE ALMACENAMIENTO [8-12] 60
1.10.1 SAS (ALMACENAMIENTO CONECTADO AL SERVIDOR) [8]. 61
1.10.2 DAS (ALMACENAMIENTO CONECTADO DIRECTO) [8] 62
1.10.3 NAS (ALMACENAMIENTO CONECTADO A LA RED) [8] [10] [11]. 63
1.11 COMPARACIÓN ENTRE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO [10] [11] [12] 64

CAPÍTULO 2 67

FIBRE CHANNEL 67

2.1 INTRODUCCIÓN [13] 67
2.2 ANÁLISIS DE *FIBRE CHANNEL* [2] 68
2.3 CARACTERÍSTICAS DE *FIBRE CHANNEL* [2] 68
2.3.1 UNIFICACIÓN DE LOS CANALES DE COMUNICACIÓN DE DATOS, DE RED Y DE ENTRADA/SALIDA (E/S) 69
2.3.2 ANCHO DE BANDA 69
2.3.3 IMPLEMENTACIÓN BARATA 69
2.3.4 BAJA SOBRECARGA 69
2.3.5 CONTROL A BAJO NIVEL 69
2.3.6 TOPOLOGÍA FLEXIBLE 70
2.3.7 DISTANCIA 70
2.3.8 DISPONIBILIDAD 70
2.3.9 SERVICIO DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE 71
2.3.10 ASIGNACIÓN DE PROTOCOLOS ESTÁNDARES 71
2.3.11 AMPLIO SOPORTE DE LA INDUSTRIA 71
2.4 ESTRUCTURA DE *FIBRE CHANNEL* [2] 72
2.4.1 NIVEL FC-0 [2] 73
2.4.1.1 Transmisores y receptores 73
2.4.1.2 Enlace con fibra óptica monomodo 76

2.4.1.3 Enlace con fibra óptica multimodo 77
2.4.1.4 Enlaces eléctricos con cable coaxial de 75 ohmios y par trenzado 78
2.4.2 NIVEL FC-1[2] 81
2.4.2.1 Codificación de datos. 81
2.4.2.2 Convenios de notación 82
2.4.2.3 Codificación y Decodificación de Caracteres 83
2.4.2.4 Transmisión, recepción y detección de Errores 85
2.4.2.5 Conjuntos Ordenados 87
2.4.3 NIVEL FC-2 [2] 89
2.4.3.1 Modelo Físico 89
2.4.3.2 Bloques constituyentes y su jerarquía [2] 93
2.4.3.3 Protocolos de FC-2 [2] 102
2.4.3.4 Clases de Servicio [2] [15] 103
2.4.3.5 Funciones de FC-2 [2] 110
2.4.4 NIVEL FC-3[2] 119
2.4.4.1 Funciones de FC-3 119
2.4.4.2 Servicios FC-3[2] 120
2.4.5 NIVEL FC-4 [2] 121
2.5 ESTANDARIZACIÓN [14][2] 123
2.5.1 INTERFAZ FÍSICA Y DE SEÑALIZACIÓN 124
2.5.2 BUCLE ARBITRADO 124
2.5.3 SERVICIOS GENERALES Y DE CONMUTACIÓN 125
2.5.4 INTERFACES FC-4 CON LOS PROTOCOLOS DE NIVEL SUPERIOR 125

CAPÍTULO 3 127

DISEÑO DE LA RED SAN 127

3.1 REQUERIMIENTOS A SER SUPLIDOS POR LA RED SAN 127
3.2 INVENTARIO Y ANÁLISIS DEL ENTORNO. 128
3.2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA POLIRED [18] 128
3.2.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA POLIRED 133
3.2.3 SERVIDORES DISPONIBLES 136
3.2.4 DISPONIBILIDAD DE ELEMENTOS PASIVOS Y ACTIVOS. 138
3.2.5 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO 138
3.2.5.1 Base de datos estudiantil 139
3.2.5.2 Base de datos administrativa 142
3.2.5.3 Base de datos financiera 144
3.2.5.4 Base de datos del Instituto Geofísico de la EPN 145
3.2.5.5 Base de datos de bibliotecas 146
3.3 DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES SAN. 149
3.3.1 SERVIDORES 152
3.3.2 TOPOLOGÍA 154
3.3.2.1. Alternativa 1. 155
3.2.2.2. Alternativa 2. 156
3.3.3 VELOCIDAD DE LOS PUERTOS 158

3.3.4 MEDIO DE TRANSMISIÓN. 162
3.3.5 CANTIDAD DE INFORMACIÓN A RESPALDARSE. 163
3.3.6 REDUNDANCIA. 164
3.4 SEGURIDADES. 170
3.4.1 BASE DE DATOS DE AUTORIZACIÓN 171
3.4.1 BASE DE DATOS DE AUTENTICACIÓN 171
3.4.1 MECANISMOS DE AUTENTICACIÓN 171
3.4.1 SEGURIDAD IP 171
3.5 SÍNTESIS DE LA RED SAN. 172
CAPÍTULO 4 176
ELEMENTOS Y COMPONENTES DE LA RED SAN 176
4.1 SERVIDORES SAN [1] 177
4.2 INTERCONEXIÓN SAN [1] [2] 179
4.2.1 PATCH CORDS 179
4.2.2 HBA (HOST BUS ADAPTER) 180
4.2.3 SFP (SMALL FORM PLUGGABLE) 182
4.2.4 HUBS 183
4.2.4.1 Hubs No Administrables 183
4.2.4.2 Hubs Administrables 184
4.2.4.3 Hub *Switches* 184
4.2.5 SWITCHES 185
4.2.5.1 *Switches* de nivel de entrada 185
4.2.5.2 *Switches* Escalables de estructura 186
4.2.5.3 *Switches* Núcleo de estructura 186
4.2.6 ROUTERS 190
4.2.7 BRIDGES 191
4.2.8 GATEWAYS 191
4.3 ALMACENAMIENTO SAN [1] [2] 192
4.4 SOFTWARE SAN [7] [8] 193
4.4.1 SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN DE SWITCHES 193
4.4.2 SOFTWARE DE MANEJO DE REDUNDANCIA 194
4.4.3 SOFTWARE ADMINISTRACIÓN WEB 194
4.4.4 SOFTWARE MONITOREO AVANZADO 194
4.4.5 SOFTWARE SEGURIDAD EN SWITCHES 194
4.4.6 SOFTWARE PROTECCIÓN DE DATOS 194
4.4.7 SOFTWARE DE DISPONIBILIDAD E INTEGRIDAD DE LOS DATOS 195
4.4.8 SOFTWARE ADMINISTRADOR DE RECURSOS 195
4.5 RESUMEN DE EQUIPOS DE LA RED SAN PARA LA EPN 195
CAPÍTULO 5 198
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 198
5.1 CONCLUSIONES 198

5.2 RECOMENDACIONES 201

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 203

ANEXO A.1. CODIFICACIÓN 3B/4B 207

ANEXO A.2. CODIFICACIÓN 5B/6B 208

ANEXO A.3. CODIFICACIÓN 8B/10B 210

ANEXO B.1 CODIFICACIÓN DE DELIMITADORES DE TRAMA, SEÑALES PRIMITIVAS Y SECUENCIAS PRIMITIVAS 214

ANEXO B.2. TRAMAS DE DATOS Y DE CONTROL DE ENLACE 216

ANEXO C.1. MODELO DE ENCUESTA 219

ANEXO C.2. LISTADO DE SERVIDORES 221

ANEXO C.3. INFORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS 223

ANEXO C.4. INFORMACIÓN DEL INSTITUTO GEOFÍSICO 232

ANEXO C.5. ESTADÍSTICAS DE TRÁFICO DEL SITIO WEB 234

CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS 237

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 CAPAS FUNCIONALES DE LOS ESTÁNDARES SAM-2 SCSI-3 [1] 24

FIGURA 1.2 MODELO SCSI CLIENTE/SERVIDOR (EL SUBSISTEMA DISTRIBUIDOR PODRÍA SER CABLEADO PARALELO, FCP, O ISCSI) [1] 25

FIGURA 1.3. UNA OPERACIÓN DE ESCRITURA CON ACCIONES DE SOLICITUD DE DATOS MÚLTIPLE COMPLETA [1] 27

FIGURA 1.4 *SKEW* EN TRANSMISIONES PARALELAS DE BITS [1] 28

FIGURA 1.5 SERVIDOR CON MÚLTIPLES TARJETAS ADAPTADORAS SCSI [1] 29

FIGURA 1.6 MODELO DE ALMACENAMIENTO COMPARTIDO DE LA SNIA [1] 31

FIGURA 1.7 ALMACENAMIENTO DIRECTO EN EL MODELO DE LA SNIA [1] 33

FIGURA 1.8. RELACIÓN ENTRE SERVIDORES Y ALMACENAMIENTO VÍA UNA SAN [1] 34

FIGURA 1.9 SANS DENTRO DEL MODELO DE ALMACENAMIENTO COMPARTIDO [1] 35

FIGURA 1.10 NAS EN EL MODELO DE ALMACENAMIENTO COMPARTIDO [1] 36

FIGURA 1.11 MEZCLA DE SOLUCIONES DAS, SAN Y NAS USANDO EL MODELO DE ALMACENAMIENTO COMPARTIDO [1] 36

FIGURA 1.12 EJEMPLO DE TOPOLOGÍA SAN +LAN [2] 38

FIGURA 1.13 DIFERENTES COMPONENTES DE UNA RED SAN [4] 41

FIGURA 1.14. RAID 0 [7] 45

FIGURA 1.15. RAID 1 [7] 46

FIGURA 1.16. RAID 2 [7] 46

FIGURA 1.17. RAID 3 [7] 47

FIGURA 1.18. RAID 4 [7] 48

FIGURA 1.19. RAID 5 [7] 48

FIGURA 1.20. RAID 6 [7] 49

FIGURA 1.21. RAID 7 [7] 50

FIGURA 1.22. RAID 1 0 / 1+0 [7] 51

FIGURA 1.23 APLICACIONES DE LAS REDES SAN [4] 52

FIGURA 1.24 TIPOS DE COMPARTIMIENTO DE DATOS [4] 53

FIGURA 1.25 DISCIPLINAS ESRM [4] 56

FIGURA 1.26 MODELO SAS [8] 62

FIGURA 1.27. MODELO NAS [8] 63

FIGURA 2.1. JERARQUÍA *FIBRE CHANNEL* [2] 72

FIGURA 2.2 NOMENCLATURA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LAS OPCIONES DE INFRAESTRUCTURA DE CABLE FC-0 [2] 75

FIGURA 2.3 COMPARACIÓN ENTRE CONVENIOS DE NOTACIÓN DE LETRAS Y NÚMEROS. [2] 82

FIGURA 2.4. EJEMPLO DE CONVERSIÓN DE UN *BYTE* FC-2 A LA NOTACIÓN DE CARACTERES DE TRANSMISIÓN FC-1. [2] 83

FIGURA 2.5 ESTRUCTURA LÓGICA DE EJEMPLO DE UN CODIFICADOR 8B/10B. [2] 85

FIGURA 2.6 ORDEN DE TRANSMISIÓN DE LOS BITS Y DE LOS BYTES DENTRO DE UNA PALABRA [2] 86

FIGURA 2.7. ESTRUCTURA LÓGICA DE EJEMPLO DE UN DECODIFICADOR 8B/10B. [2] 87

FIGURA 2.8. TOPOLOGÍA PUNTO A PUNTO. [2] 90

FIGURA 2.9. TOPOLOGÍA ESTRUCTURA O FABRIC. [2] 90

FIGURA 2.10. TOPOLOGÍA LAZO O BUCLE ARBITRADO. [2] 91

FIGURA 2.11. TRAMA *FIBRE CHANNEL.* [2] 93

FIGURA 2.12. CABECERA DE LA TRAMA *FIBRE CHANNEL.* [2] 95

FIGURA 2.13. SISTEMA *FIBRE CHANNEL* CLASE 1[15] 104

FIGURA 2.14A. TRANSACCIÓN NORMAL CLASE1; FIG. 2.14B. MANEJO DE ERRORES CLASE1 [15] 105

FIGURA 2.15. SISTEMA *FIBRE CHANNEL* CLASE 2 Y 3. [15] 106

FIGURA 2.16A. TRANSACCIÓN NORMAL CLASE 2; FIGURA 2.16B. MANEJO DE ERRORES CLASE 2[15] 106

FIGURA 2.17. TRANSACCIÓN CLASE 3 [15] 107

FIGURA 2.18. SEGMENTACIÓN Y RECOMPOSICIÓN [17] 111

FIGURA 3.1. CAMPUS POLITÉCNICO "JOSÉ RUBÉN ORELLANA R."[23] 129

FIGURA 3.2. ESQUEMA DE LOS POZOS DE REVISIÓN Y DE LOS DUCTOS DE TENDIDO ACTUAL DE FIBRA ÓPTICA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL [18] 131

FIGURA 3.3. TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA EN EL CAMPUS POLITÉCNICO [18] 132

FIGURA 3.4. NUEVA CONFIGURACIÓN DE LA POLIRED [22] 135

FIGURA 3.5 CRECIMIENTO DE ESTUDIANTES DE LA EPN. 141

FIGURA 3.6 BOSQUEJO DE CONEXIÓN DE SERVIDORES 154

FIGURA 3.7. ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LA PROPUESTA 1. 156

FIGURA 3.8. ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LA PROPUESTA 2. 157

FIGURA 3.9. CONFIGURACIÓN DE UN ÚNICO *FABRIC* NO RESISTENTE. [20] 165

FIGURA 3.10. CONFIGURACIÓN DE UN ÚNICO *FABRIC* RESISTENTE. [20] 166

FIGURA 3.11. CONFIGURACIÓN DE *FABRIC* REDUNDANTE NO RESISTENTE. [20] 166

FIGURA 3.12. CONFIGURACIÓN DE *FABRIC* REDUNDANTE RESISTENTE. [20] 167

FIGURA 3.13 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA RED SAN. 170

FIGURA 3.14 DIAGRAMA DE LA RED SAN PARA LA EPN 175

FIGURA 4.1. COMPONENTES BÁSICOS SAN 176

FIGURA 4.2 HBA [21] 180

FIGURA 4.3 SFP [21] 182

FIGURA 4.4. *HUB FIBRE CHANNEL* [22] 183

FIGURA 4.5. *SWITCHES FIBRE CHANNEL* [21] 185

FIGURA 4.6. *ROUTER FIBRE CHANNEL* [22] 190

FIGURA 4.7 *GATEWAY FIBRE CHANNEL* [22] 191

FIGURA 4.8. DISTRIBUCIÓN DEL *RACK* 196

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO [21] 65

TABLA 1.2 COMPARACIÓN SAN VS. NAS [21] 66

TABLA 2.1 OPCIONES DEFINIDAS DE INFRAESTRUCTURA DE CABLE. [2] 75

TABLA 2.2 ESPECIFICACIONES PARA ENLACES DE F.O. MONOMODO[2] 76

TABLA 2.3 ESPECIFICACIONES PARA ENLACES DE F.O. MULTIMODO [2] 77

TABLA 2.4 ESPECIFICACIONES PARA ENLACES POR CABLE ELÉCTRICO [2]. 79

TABLA 2.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS CLASES DE SERVICIOS.[15] 109

TABLA 2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CLASES DE SERVICIO 1, 2 Y 3. [15] 110

TABLA 3.1. NUEVOS DISPOSITIVOS DE LA POLIRED 134

TABLA 3.2. TIPOS DE *SWITCHES* DE LA POLIRED. 134

TABLA 3.3. SERVIDORES EXISTENTES EN EL CENTRO DE CÓMPUTO.[23] 137

TABLA 3.4 ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS QUE CONFORMAN UNA RED SAN. 138

TABLA 3.5 NÚMERO DE ESTUDIANTES DE LAS DIFERENTES ESCUELAS. 139

TABLA 3.6. ALMACENAMIENTO REQUERIDO POR PERÍODO DE MATRICULACIÓN. 141

TABLA 3.7. ALMACENAMIENTO REQUERIDO PARA LOS ESTUDIANTES. 142

TABLA 3.8 CANTIDAD DE PROFESORES Y PERSONAL ADMINISTRATIVO. 142

TABLA 3.9. ALMACENAMIENTO REQUERIDO PARA PERSONAL DOCENTE Y ADMINISTRATIVO. 143

TABLA 3.10 INFORMACIÓN CORRESPONDIENTE A LA PARTE FINANCIERA. 144

TABLA 3.11. INFORMACIÓN DEL INSTITUTO GEOFÍSICO. 146

TABLA 3.12 INFORMACIÓN DE BIBLIOTECAS 147

TABLA 3.13 ALMACENAMIENTO DE PROYECTOS DE TITULACIÓN. 148

TABLA 3.14 ALMACENAMIENTO DE TODA LA E. P. N. 149

TABLA 3.15. CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS POR SQL 153

TABLA 3.16. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DE LOS SERVIDORES 153

TABLA 3.17 SERVIDORES REQUERIDOS PARA LA RED SAN. 154

TABLA 3.18 COMPARACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PARA INTERCONECTAR LA RED SAN 157

TABLA 3.19. ANCHO DE BANDA DE APLICACIONES [19]. 159

TABLA 3.20. ANCHO DE BANDA DE LOS ENLACES. 161

TABLA 3.21 CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DE HBA 162

TABLA 3.22 TOTAL DE INFORMACIÓN A SER RESPALDADA. 163

TABLA 3.23. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DEL RAID. 164

TABLA 3.24. REQUERIMIENTOS DE F.O. 173

TABLA 3.25 NÚMERO DE PUERTOS DE *SWITCH*. 173

TABLA 3.26 DETALLE DE LOS ELEMENTOS DE LA RED SAN 174

TABLA 4.1 CARACTERÍSTICAS DE SERVIDORES 178

TABLA 4.2. COSTOS DE PATCH CORDS UTILIZADOS PARA *FIBRE CHANNEL* [6] 179

TABLA 4.3. CARACTERÍSTICAS Y COSTOS DE HBA PARA *FIBRE CHANNEL* [6] 181

TABLA 4.4. CARACTERÍSTICAS Y COSTOS DE SFP [21][22][23] 182

TABLA 4.5. CARACTERÍSTICAS Y COSTOS DE *SWITCHES* PARA *FIBRE CHANNEL* [6] 189

TABLA 4.6. CARACTERÍSTICAS Y COSTOS DE ALMACENAMIENTO RAID [6] 193

TABLA 4.7. EQUIPOS DE LA RED SAN PARA EPN. 195

TABLA 4.8. CARACTERÍSTICAS DEL *RACK*. 196

TABLA 4.9. COSTOS DE LA RED SAN PARA LA EPN. 197

PRESENTACIÓN

Los sistemas informáticos han ido mejorando sus capacidades tanto a nivel de procesamiento como de almacenamiento de la información, pero las velocidades de acceso a dicha información almacenada no han cambiado, convirtiéndose en un cuello de botella para el desempeño de dichos sistemas.

Hoy en día los servidores, como parte de redes organizativas, son los encargados de manejar grandes volúmenes de datos mediante aplicaciones de bases de datos, que necesitan tener un desempeño casi perfecto debido a que esta información en muchos de los casos se convierte en un bien y por ende en pérdidas económicas en el caso de fallos.

Como alternativa para mejorar la comunicación entre estos equipos de almacenamiento y los servidores, se creó el interfaz SCSI (*Small Computer System Interface*). SCSI se ha vuelto en un estándar dominante para los equipos de almacenamiento tal como discos y cintas, debido a las altas transferencias de datos, fiabilidad y baja latencia.

Las conexiones SCSI presentan, no obstante, una serie de inconvenientes. El primero consiste en que, cada vez que se añade o retira un dispositivo del bus SCSI, se produce una interrupción eléctrica, es decir, un reinicio SCSI; durante dicho reinicio, el bus pierde los mandatos pendientes de ejecución produciéndose una pausa posterior mientras el dispositivo detecta los mandatos que estaban pendientes.

Era necesaria una alternativa que mejore las características de SCSI pero que a la vez integre muchos más servidores con diferentes plataformas operativas y dispositivos de almacenamiento dentro de una misma red, es por esto que aparecen las redes SAN (*Storage Area Network*) conocidas también como redes de servidores o como la red detrás de los servidores.

Las redes SAN basan su funcionamiento en el estándar *Fibre Channel* que se comporta como una estructura de transporte para diferentes protocolos a altas velocidades.

RESUMEN

El presente trabajo ha sido desarrollado como una alternativa a la creciente demanda de mayores capacidades de almacenamiento y la necesidad de centralizar la información para facilitar su administración, tomando como modelo la Escuela Politécnica Nacional para analizar el funcionamiento y las diferentes características que convierten a la tecnología SAN en una buena opción para su estudio e implementación.

En el capítulo primero se describen los diferentes conceptos relacionados con las redes de almacenamiento y en forma particular lo que son las redes SAN, además se analizan ciertas características que presenta este tipo de red en comparación con otras redes como NAS (*Network Attached Storage*) y DAS (*Direct Attached Storage*). Se analizan también las diferentes aplicaciones que se le puede dar a este tipo de red así como también de manera general se mencionan diversos elementos que interviene en su implementación.

El segundo capítulo describe al estándar *Fibre Channel* que es la base del funcionamiento de las redes SAN. Dentro de dicho estándar se analizan los cinco niveles constituyentes y las características propias de cada uno de ellos.

Un punto importante del desarrollo de este trabajo se centra en el capítulo tercero, ya que se presenta una propuesta de diseño de una red SAN para la Escuela Politécnica Nacional. Para el desarrollo de esta propuesta se han analizado algunos aspectos importantes tales como: la disponibilidad de equipos de almacenamiento y equipos pasivos HBAs (*Host Bus Adapter*), lo cual facilitaría la implementación y su dimensionamiento. Para poder contar con este tipo de información, así como también lo que concierne a las capacidades de almacenamiento requerido para guardar la información que se genera a través de las diferentes áreas de la Escuela Politécnica Nacional, se ha entrevistado a las personas responsables del centro de cómputo, áreas financiera, administrativa, académica e Instituto Geofísico, quienes han informado de las falencias en cuanto a almacenamiento y centralización de la información dentro de la EPN.

El desarrollo de esta propuesta de diseño toma en consideración la gran cantidad de información del Instituto Geofísico, que por su importancia tanto para la Escuela Politécnica Nacional como para el País, debe ser administrada con grandes prestaciones de acceso y disponibilidad.

En el capítulo cuarto se describe de manera detallada los equipos y dispositivos que intervienen en el desarrollo de este tipo de soluciones, además se presenta un costo aproximado de cada uno de ellos; como la mayoría de dispositivos de las diferentes redes deben ser administrados por algún tipo de *software*, se presenta una breve descripción del *software* mínimo que se debe utilizar en este tipo de implementaciones SAN.

Por último en el capítulo quinto, se presentan las diferentes conclusiones y recomendaciones, que del desarrollo del presente proyecto de titulación se han podido obtener.

Es importante mencionar que para hacer referencia a la bibliografía consultada, se han utlizado los símbolos denominados corchetes [ ], los mismos que se han ubicado de manera uniforme en cada uno de los títulos; así mismo los términos que requieran una breve explicación se encuentran definidos como pies de página.

CAPÍTULO 1

REDES DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO

1.1 INTRODUCCIÓN

La incorporación del Internet a la gestión de negocios de las empresas ha cambiado muchas cosas: entre ellas la interacción entre el ser humano y la información, la dificultad para mantener al día las políticas de administración de la información con los requerimientos del negocio es cada vez mayor, los usuarios desean saber menos de términos técnicos, no les interesa lo que hay detrás de la información, sólo exigen disponibilidad y accesibilidad de la misma.

Implementar una SAN (*Storage Area Network, Red de Área de Almacenamiento*) es un paso lógico para establecer un servicio transparente, puesto que permite independizar los servidores que procesan los datos, de las políticas de administración de la red; incluyendo el lugar donde se almacena la información, el crecimiento, respaldo y políticas de acceso.

Hace más de 10 años IBM utilizó por primera vez de forma comercial un canal de fibra óptica como canal de comunicación entre computadoras. Lo hizo para su plataforma S/390 y lo llamó canales ESCON[1]. Con este paso, no sólo se liberó de las limitaciones de velocidad de transmisión impuestas por el cobre, sino que también logró conectar computadoras y dispositivos de almacenamiento a miles de metros de distancia.

Esta tecnología fue exclusiva de ambientes *Mainframe* por casi una década, pero hoy IBM y varios proveedores, ofrecen soluciones basadas en fibra óptica que han sido adoptadas por múltiples plataformas tales como Sun, Windows NT, Unix, AS/400 y S/390.

---

[1] ESCON (*Enterprise System Connections*, Conexiones de Sistemas Empresariales).- Es un protocolo de transmisión serial unidireccional utilizado para conectar *mainframes* dinámicamente con sus unidades de control.

La creciente necesidad por centralizar el almacenamiento, los bajos costos de los dispositivos de almacenamiento y la tecnología apropiada han dado a luz a una red de datos entre servidores y dispositivos de almacenamiento que es lo que se denomina SAN.

Una SAN es simplemente una red de fibra óptica entre los servidores y los dispositivos de almacenamiento de una empresa. Dichos servidores pueden estar funcionando bajo diferentes plataformas operativas tales como: Windows NT, UNIX, Sun, S/390, AS/400 y otros, donde corren las aplicaciones y que pueden estar conectados entre sí a varios kilómetros.

Uno de los retos que se presentó dentro del desarrollo de la tecnología SAN, fue la de encontrar el interfaz adecuado que permita optimizar su funcionamiento; durante años el método más común para conectar los discos y dispositivos de cintas a servidores de aplicaciones había sido mediante un bus SCSI[2], sin embargo SCSI es realmente un protocolo de bloque es decir, que maneja comunicación paralela.

El primer paso exitoso en el almacenamiento serial de gran cantidad de información (en el rango de los *Gigabits*) fue el aparecimiento de *Fibre Channel*[3] que fue prontamente adoptado como una arquitectura viable para manejo de aplicaciones de almacenamiento. *Fibre Channel* es un interfaz que se utiliza dentro de redes SAN para consolidar y compartir el almacenamiento. Proporciona enlaces de alto rendimiento para equipos de datos y enlaces redundantes para sistemas de almacenamiento, acelera el backup de los datos y soporta la alta disponibilidad en los sistemas de clusters[4].

1.2 CONCEPTOS DE ALMACENAMIENTO E INTERCONEXIÓN[1]

El almacenamiento y la interconexión han sido tratados como dos tecnologías diferentes. El almacenamiento, personificado por los conceptos de iniciadores[5]

---

[2] SCSI (*Small Computer System Interface,* Interfaz de sistema para pequeñas computadoras).- Ver mayores detalles en el numeral 1.2.2.1

[3] *Fibre Channel.*- Mayor detalle se encuentra en el capítulo 2

[4] CLUSTER.- Configuración por la cual se crea un conjunto de servidores.

[5] Iniciador (*Initiator*).- Componente del sistema que origina una petición de entrada o salida sobre una red o un bus.

y objetivos[6], asume una relación maestro/esclavo entre los dispositivos conectados. La interconexión, en contraste, asume una relación más igualitaria, *peer to peer,* entre dispositivos conectados. El enfoque de la tecnología de almacenamiento ha sido la ubicación eficiente de los datos, mientras que el enfoque de la interconexión ha sido el transporte eficiente de los mismos.

Para lograr una convergencia entre almacenamiento e interconexión, la tecnología SAN debe proveer un alto desempeño en el transporte de datos, así como también una eficiente ubicación de los mismos después de que éstos hayan llegado exitosamente.

1.2.1 CONCEPTOS DE INTERCONEXIÓN [1]

Algunos principios de interconexión son comunes tanto para redes LAN como para redes WAN. Entre los principales principios de interconexión se presentan los siguientes:

- Transporte serial
- Método de acceso
- Direccionamiento
- Empaquetamiento de datos
- Enrutamiento de paquetes
- Soporte de protocolos de capa superior

Ya que estos principios de interconexión también forman parte de la fundamentación de las redes de área de almacenamiento, es importante entender cómo cada uno contribuye a la infraestructura de red y a la conectividad entre servidores y almacenamiento.

---

[6] Objetivo (*Target*).- Componente del sistema que recibe un comando de entrada o salida.

1.2.1.1 Transporte Serial

La transmisión serial permite que los datos sean transportados a largas distancias con pocos recursos y a la velocidad más rápida posible. Un enlace serial entre nodos dentro de una red requiere como mínimo, un cable transmisor para enviar los datos y un cable receptor para recibirlos.

Interfaces seriales como el RS-232 requieren de cables para señales de control y tierra, pero con actuales tecnología como *Fibre Channel* y *Gigabit Ethernet* sólo se necesitan enlaces de transmisión y de recepción, la sincronización del enlace y el control de flujo son integrados dentro del flujo de bits. Esto permite un menor cableado y la operación en modo *full duplex*. Tanto transmisor como receptor pueden estar transmitiendo al mismo tiempo, sin embargo las aplicaciones típicas de almacenamiento funcionan sólo en modo *half duplex*. Durante una operación de escritura, por ejemplo, el iniciador enviará tramas sobre el enlace de transmisión mientras que el enlace del receptor es utilizado por el objetivo para confirmación y estatus.

1.2.1.2 Método de acceso

Un dispositivo dentro de la red requiere de un método de acceso o de gestión del canal de comunicaciones para ganar control del medio de transporte. En el caso de *Ethernet* se utiliza el método de contención CSMA/CD (Acceso Multiple con Censo de Portadora y Detección de Colisiones), mientras que *Token Ring* utiliza el método de paso de testigo, en el cual se emplea un *token* o testigo que circula de un dispositivo a otro, siendo capturado por el dispositivo que desea transmitir.

Fibre Channel lazo arbitrado[7] utiliza transporte compartido y usa un proceso arbitrado para determinar qué nodos tienen acceso al lazo. En ambientes conmutados tales como *Fibre Channel Fabric*[8], cada dispositivo tiene un ancho de banda dedicado y puede enviar datos sin negociación de acceso al medio.

---

[7] *Fibre Channel* Lazo Arbitrado.- Topología que puede ser implementada como parte del estándar Fibre Channel, mayor detalle en la sección 2.4.3.1.

[8] *Fibre Channel Fabric*.- Topología que puede ser implementada como parte del estándar Fibre Channel, mayor detalle en la sección 2.4.3.1.

1.2.1.3 Direccionamiento

Cada dispositivo dentro de una red debe poseer una única identidad. Esta identidad es establecida mediante una única dirección, y, dependiendo del protocolo de capa superior que el dispositivo soporte, una computadora dentro de la red puede tener una única dirección correspondiente a cada capa de protocolo.

Una Tarjeta *Ethernet* en una PC, por ejemplo, tiene una única MAC *address* (Control de Acceso al Medio) que es asignada por el fabricante. Los 6 *bytes* de la dirección MAC *address* son usados cuando los datos son intercambiados entre computadores sobre un mismo segmento de LAN. Si un usuario desea comunicarse con otro dispositivo en un segmento diferente, un protocolo de red tal como IP es requerido. Para lo cual cada dispositivo que vaya a utilizar un protocolo de comunicaciones debe tener, adicionalmente a la única MAC *address*, una única dirección de red IP, lo cual provee de un esquema de direccionamiento para billones de dispositivos; sin embargo se deben administrar las direcciones evitando asignar direcciones duplicadas. El direccionamiento en las capas 2 y 3 es usado para el transporte de datos sobre la red. Un dispositivo de red debe tener también otros identificadores, tales como un alias o nombre. *Fibre Channel*, por ejemplo, utiliza un WWN[9] de 64 bits como un único identificador para cada nodo *Fibre Channel.* Estos identificadores de nombres no son usados para tráfico ruteado a través de la red, pero a cambio mantienen la identidad de un nodo en el caso de que las direcciones de las capa 2 o 3 sean cambiadas.

1.2.1.4 Empaquetamiento de datos

Los datos son enviados a través de la red en paquetes o tramas. Un gran archivo, por ejemplo, debe ser dividido en múltiples pequeños paquetes para ser transportados a través de la red. Cada paquete contiene una porción del archivo original además de un indicador de la secuencia y las direcciones de origen y destino dentro de una cabecera. Cuando la recepción ha terminado,

---

[9] WWN (World Wide Name).- Todos los equipos Fibre Channel tienen un único identificador y es llamado WWN, es similar a la MAC *address* de la tarjetas de redes *Ethernet*.

todas las especificaciones de direccionamiento son removidas, y los datos son reensamblados para crear el archivo original.

Es necesario empaquetar los datos para preservar la integridad de los mismos y proveer una óptima utilización de la red. Sí un gran bloque de datos fuera depositado completamente en la red, cualquier daño dentro del bloque de información provocaría una retransmisión completa del mismo, provocando una sobrecarga en la red. Dividiendo un gran bloque de información en pequeñas unidades de datos, posibilita que los dispositivos de red manejen múltiples transacciones al mismo tiempo, tratando a cada paquete como una unidad de información y multiplexando los paquetes desde diferentes orígenes a diferentes destinos.

1.2.1.5 Enrutamiento de paquetes

Las redes están compuestas de múltiples segmentos que están unidos unos a otros mediante *routers o switches*. La segmentación física de una red es requerida si se desea evitar sobrecargar al medio de transporte y por lo tanto degradar el desempeño de la red. Los usuarios que comparten un segmento simple de LAN pueden comunicarse directamente uno con otro. Administrar el ancho de banda disponible sobre un segmento simple y asignar los puertos suficientes de *router* o *switch* para acceder al resto de la red, son el principal reto que debe sobrellevar el diseñador de la red.

Adicionalmente a tener paquetes atravesando múltiples segmentos de la red, el ruteo permite a la red crear caminos redundantes entre dichos segmentos. Una topología en malla provee redundancia mediante múltiples caminos. Sí un enlace simple se cae, una red en malla puede rutear los datos alrededor de la falla y permitirles llegar a su destino.

El ruteo en las redes IP es comúnmente logrado usando el protocolo OSPF[10]. Cuando se usa OSPF, los equipos de red pueden monitorear el estado y la capacidad de los enlaces y determinar el camino óptimo en un momento dado

[10] OSPF (*Open Shortest Path First*).- Protocolo de enrutamiento jerárquico de pasarela interior o IGP (*Interior Gateway Protocol*), que usa el algoritmo estado-enlace (LSA - *Link State Algorithm*) para calcular la ruta más corta posible.

dentro de la red. *Fibre Channel Fabric* usa una derivación del protocolo OSPF llamado FSPF[11].

1.2.1.6 Soporte de protocolos de capa superior

Las topologías de red y los protocolos proveen la infraestructura de comunicaciones para aplicaciones de capa superior. Los protocolos de la capa red únicamente son los responsables del movimiento de los datos de un punto a otro, todo lo que sucede después de que los datos llegan es responsabilidad de los protocolos de capa superior. Para SANs, el protocolo dominante de capa superior es una variante del protocolo SCSI que está optimizado para el movimiento de bloques de datos hacia o desde los discos.

Para SANs *Fibre Channel*, el protocolo de capa superior es el FCP[12]. Para SANs basadas en IP, el protocolo de capa superior debe ser el iFCP[13], el cual pone a FCP sobre TCP/IP, o iSCSI[14], el cual corre el protocolo SCSI en TCP/IP. Estos protocolos de capa superior encapsulan los comandos básicos de lectura y escritura, estado y datos de SCSI.

1.2.2 PRINCIPIOS DE ALMACENAMIENTO [1]

La manera tradicional de interconectar los dispositivos de almacenamiento con los *hosts* ha sido a través de una arquitectura de bus, la cual provee de conexiones dedicadas a un solo servidor, que es quien gestiona todo el movimiento de datos desde y hacia el almacenamiento. La arquitectura SCSI es una de las más conocidas y más utilizadas para el almacenamiento de información. Dentro del mercado se encuentran varios dispositivos que utilizan dicho protocolo para transportar su información.

---

[11] FSPF (*Fabric Shortest Path First*).- Es un protocolo de enrutamiento utilizado en redes *Fibre Channel*, éste calcula el mejor camino entre los *switches*.
[12] FCP (*Fibre Channel Protocol*).- Protocolo de Fibre Channel, para aplicaciones de almacenamiento.
[13] iFCP (*Internet Fibre Channel Protocol*).- Permite transportar tráfico Fibre Channel sobre redes basadas en IP.
[14] Isasi (Internet SCSI).- Estándar de redes de almacenamiento basado en IP(Protocolo de Internet), que transporta los comandos SCSI a través de la red IP.

1.2.2.1 La arquitectura SCSI [1]

El protocolo SCSI fue desarrollado para proveer un transporte eficiente de los datos entre computadores y dispositivos periféricos tales como discos, impresoras, *scanners*, y otros recursos. SCSI se encuentra asentado en la capa de archivos/registros en el modelo de almacenamiento compartido de la SNIA y recibe peticiones para enviar o recuperar bloques de datos desde un dispositivo periférico. Por ejemplo, una aplicación inicia una petición de escritura al sistema operativo para guardar información. Para la capa del protocolo SCSI, esta petición de escritura es interpretada como un comando para escribir un cierto número de bloques de datos a una localidad específica. Como un mediador entre el sistema operativo y el almacenamiento, SCSI no es responsable por cómo los bloques son ensamblados para transporte o cómo ellos se encuentran colocados en el disco. Como SCSI envía bloques a un destino, el objetivo puede ser un *drive* físico o un controlador RAID que almacenarán los bloques sobre múltiples *drives* físicos. La responsabilidad del protocolo SCSI es simplemente asegurar que la tarea de escritura sea completada y reportar la operación al sistema operativo, sin importar cómo el almacenamiento físico esté configurado.

Los objetivos SCSI estarán identificados por el sistema operativo mediante un descriptor que consta de tres partes bus/objetivo/LUN. El controlador bus es uno de algunos interfaces SCSI instalados sobre un sistema *host*. Una tarjeta adaptadora SCSI paralela puede representar un bus, con la cual el bus soporta múltiples discos *daisy chained*[15]. Alternativamente, un HBA[16] *Fibre Channel* o un interfaz de red iSCSI deben ser vistos por el sistema operativo como un bus SCSI. Múltiples tarjetas instaladas serían vistas como múltiples buses. El objetivo representa un solo recurso de almacenamiento sobre un bus *Daisy Chained*, mientras que la designación LUN[17] identifica al cliente SCSI dentro del

---

[15] *Daisy Chained*.- Esquema de conexión de bus, en el cual, un dispositivo A es conectado a un dispositivo B, el dispositivo B es conectado a un dispositivo C, y así hasta que el último dispositivo es conectado a una carga o terminador. Todos los dispositivos deben recibir idéntica señal.

[16] HBA (*Host Bus Adapter*).- Una mayor descripción se encuentra en el punto 1.6.3

[17] LUN (*Logical Unit Number*).- Usado para identificar a los dispositivos SCSI, de esta manera el host puede acceder a los datos de una determinada unidad de disco en un arreglo.

objetivo. Un disco físico, por ejemplo, debe tener una unidad lógica y consecuentemente un número de unidad lógica. Un controlador RAID conectado a un bus puede representar un solo objetivo pero tiene múltiples unidades lógicas y múltiples LUNs asignados.

Para propósitos de configuración y administración, el sistema operativo representa a los objetivos SCSI con la nomenclatura bus/objetivo/LUN, pero lo que los usuarios y las aplicaciones de usuario ven, son identificadores lógicos tales como el drive "E:". Por lo tanto, el mapeo[18] entre la designación bus/objetivo/LUN y el identificador de drive lógico provee el portal entre dispositivos físicos y archivos de sistema de capa superior.

El identificador bus/objetivo/LUN puede ser mapeado para los requerimientos de direccionamiento de un transporte específico. El protocolo *Fibre Channel*, por ejemplo, mapea bus/objetivo/LUN a un dispositivo con una dirección par ID/LUN (Identificador de Destino / Número de Unidad Lógica), consecuentemente, la representación del almacenamiento físico tiene dos componentes: uno, dirigido al sistema operativo, estableciendo una entidad direccionable familiar basada en el identificador bus/objetivo/LUN de SCSI; la otra, dirigida a la especificación del transporte del almacenamiento, acomodándose al direccionamiento requerido de acuerdo a la topología utilizada.

Actualmente existe una variedad de estándares SCSI, entre los principales:

1.2.2.1.1 SCSI 1

Es el primer estándar SCSI, define las bases de los primeros buses tales como: bus estrecho de 8 bits, transferencia máxima de 5 MBps. Es el estándar con mayores limitaciones.

---

[18] Mapeo: Conversión entre dos espacios de direccionamiento de datos. Por ejemplo, mapeo referido a la conversión entre las direcciones de bloque del disco físico y las direcciones de bloque de los discos virtuales representados en ambientes operativos por software de control.

1.2.2.1.2 SCSI 2

Es la versión mejorada de SCSI 1, las principales características son las siguientes:

- *Fast* SCSI.- Este protocolo de alta velocidad dobla la velocidad del bus a 10MHz, creando unas tasas de transferencias máximas de 10MB/s con el cable SCSI normal de 8 bits
- *Wide* SCSI.- Incrementa el ancho del bus original SCSI a 16 bits.
- Mayor cantidad de dispositivos.- Permite conectar hasta 16 dispositivos.
- Conectores y cables mejorados.- SCSI-2 añade conexiones de alta densidad extendiendo los conectores SCSI-1 a 50 pines.
- Conjunto de comandos adicionales.- SCSI-2 añadió nuevos conjuntos de comandos para soportar el uso de más dispositivos, tales como CD-ROM, escáner, etc.

1.2.2.1.3 SCSI 3

Esta arquitectura está definida en un documento llamado *SCSI-3 Architecture Model* o SAM, actualmente ya existe la versión dos, denominada modelo de Arquitectura SCSI-3 versión 2 o SAM-2. El SAM tiene varias funciones, principalmente organizar y categorizar los varios estándares que se encuentran definidos dentro de SCSI-3, los principales son:

- *Block*.- Comandos definidos para dispositivos de acceso aleatorio que transfieren información en forma de bloques.
- Multimedia.- Comandos para dispositivos multimedia, normalmente dispositivos ópticos.
- *Interlocked parallel bus*.- Protocolo para transferencia de datos de SCSI normal.
- *Fibre Channel*.- Define el protocolo para usar SCSI sobre fibra óptica.

- *Serial Storage Architecture*.- Define la capa de transporte para la arquitectura de almacenamiento serie.

Es importante mencionar que dentro de la arquitectura SCSI-3 existen diferentes tipos de interfaces SCSI, las principales características de cada uno de estos se detalla a continuación.

- SCSI-3 o SPI (SCSI Parallel Interface).- Define una velocidad de bus de 10 MHz y en un documento posterior se incrementa la velocidad a 20 MHz.

- SCSI-3 versión 2 o SPI-2.- Incluye características de versiones anteriores y dobla la velocidad de bus de 20 a 40 MHz, permitiendo velocidades de 40 o' 80 MBps dependiendo del bus utilizado, ya sea de 8 o' 16 bits.

- SCSI-3 versión 3 o SPI-3.- Define velocidades de 160 MBps en buses de 16 bits.

- SCSI-3 versión 4 o SPI-4.- Aquí se dobla la velocidad de reloj a 80 MHz, permitiendo velocidades de hasta 320 MBps. Se le ha definido como el Ultra 320 SCSI.

La relación entre iniciadores SCSI y objetivos está definida en el Modelo Arquitectural SCSI (SAM-2) mostrado en la figura 1.1. Para el almacenamiento en red, los documentos definen implementaciones SCSI seriales, tales como *Fibre Channel* e iSCSI, los mismos que son parte de un área de las definiciones SAM-2 para comandos SCSI-3.

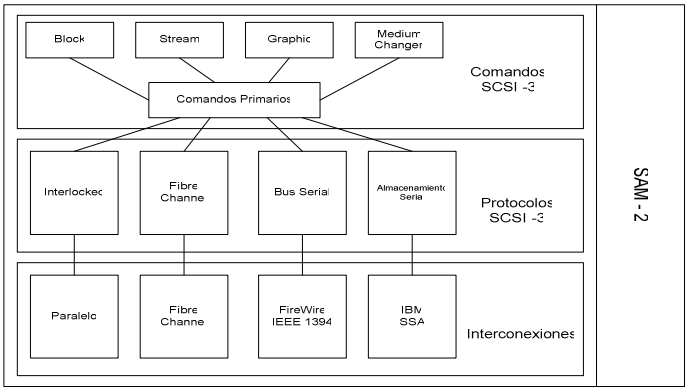


Figura 1.1 Capas funcionales de los estándares SAM-2 SCSI-3 [1]

La arquitectura SCSI define la relación entre iniciadores (*host*) y objetivos (por ejemplo discos) como un intercambio cliente/servidor. Las peticiones y respuestas cliente/servidor son intercambiadas de un lado al otro a través de alguna forma de transporte subyacente, el cual es controlado por el protocolo apropiado, tal como el FCP o iSCSI para enlaces seriales en el orden de los Gigabits. Por lo tanto, los comandos SCSI – 3 que sirven a las peticiones de entrada/salida de la aplicación host, son diferenciados de los protocolos de transporte SCSI – 3, que son los que verdaderamente mueven los datos.

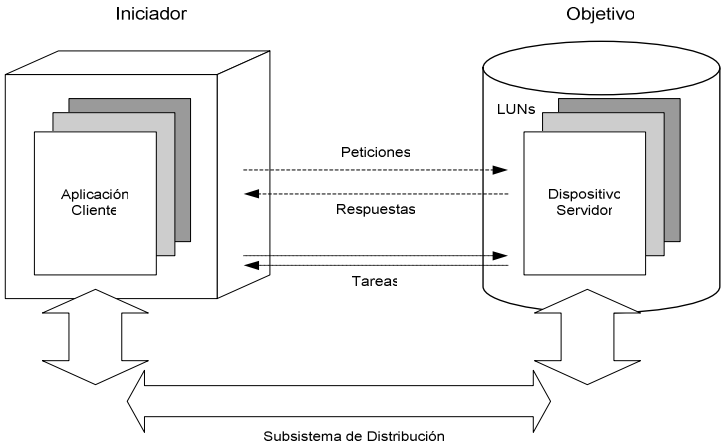


Figura 1.2 Modelo SCSI cliente/servidor (El subsistema distribuidor podría ser cableado paralelo, FCP, o iSCSI) [1]

Un iniciador puede tener múltiples peticiones pendientes con un objetivo. Consecuentemente el modelo cliente/servidor debe acomodar las peticiones-respuestas concurrentes intercambiándolas y siguiendo la pista del estado de cada una de ellas. Como se muestra en la figura 1.2, múltiples peticiones generan múltiples instancias de la aplicación cliente y múltiples transacciones para el dispositivo servidor.

Un iniciador, manejando múltiples transacciones para uno o más objetivos requiere *context switching*[19]. Por ejemplo, cuando un iniciador tal como un servidor emite una petición de escritura a un objetivo, debe esperar que el objetivo prepare su *buffer* para recibir datos, mientras tanto puede realizar un

[19] *Context Switching*: Es la capacidad para la conmutación rápida desde una programa a otro, sin la finalización del primero; permite correr algunos programas al mismo tiempo.

Context Switching a otra tarea pendiente y maximizar su *throughput*[20]. Si las tareas SCSI fuesen únicamente ejecutadas en forma consecutiva, el tiempo sería desaprovechado en espera de que cada escritura o lectura sean completadas.

El modelo arquitectural SCSI – 3 está estructurado para que las peticiones de Entrada/Salida (E/S) del sistema host puedan ser atendidas sin tomar en cuenta el subsistema de la entrega del servicio subyacente. Por consiguiente un solo servidor podría dirigir operaciones E/S a una variedad de objetivos, lo cual permite tener objetivos SCSI conectados directamente, así como también objetivos seriales sobre un interfaz Gigabit.

La lectura y escritura de datos entre iniciadores y objetivos se realiza mediante una serie de comandos SCSI, entrega de peticiones, acciones de entrega y respuestas. Los comandos y parámetros SCSI son especificados en el bloque descriptor de comando (CDB, *Command Descriptor Block*). El CDB es parte de una trama de comando, enviada desde un iniciador hasta el objetivo. Para mejorar el desempeño de una operación de escritura, la trama también puede contener datos a ser escritos.

Protocolos de transporte serial como *Fibre Channel* e iSCSI simplemente encapsulan CDBs como su carga útil dentro de las unidades de información del protocolo *Fibre Channel*, mientras que en iSCSI es cargado en las unidades del protocolo de datos (PDU[21]) iSCSI.

El primer byte de CDB es un *Opcode* (código de operación) que especifica el tipo de operación que el objetivo realizará, por ejemplo una escritura SCSI a disco, provocará la creación de una aplicación cliente en el iniciador (tal como un HBA), el cual a su vez emitirá una petición de comando SCSI al objetivo para que prepare su *buffer* para la recepción de datos. El servidor como dispositivo objetivo, emite una respuesta de acción de la entrega cuando sus *bufferes* están listos. El iniciador responde enviando bloques. Dependiendo del

---

[20] *Throughput*.- Es la capacidad efectiva de procesamiento.
[21] PDU.- Unidades de Protocolo de Datos, protocolo que se utiliza para la comunicación entre las mismas capas entre dos computadoras.

subsistema de entrega de las capas inferiores, los bloques pueden ser transportados como bytes en paralelo (tal como el cableado LVD[22] SCSI) o segmentados en tramas para transportarlos serialmente (tal como *Fibre Channel* o iSCSI).

Desde el punto de vista de la aplicación o del sistema operativo, la escritura fue conducida como una sola transacción, en realidad, una sola escritura puede originar múltiples peticiones e intercambios de acciones de entrega, solicitadas antes que todos los datos sean finalmente enviados al objetivo, como se puede apreciar en la figura 1.3.

En una operación de lectura, el bloque de comandos SCSI invierte la secuencia de las peticiones de entrega de los datos y los acuses de recibo. Esto es comprensible ya que al enviar el iniciador el comando lectura, sus *bufferes* se encuentran listos para recibir el primer *set* de bloque de datos. El número de datos enviados en una sola fase de transacciones de escritura o lectura es negociado entre el iniciador y objetivo y es basada en la capacidad de *buffer* de cada uno. Arreglos de discos de alto desempeño, típicamente están provistos de grandes *bufferes,* adecuados para las grandes transferencias y por lo tanto incrementan la productividad.

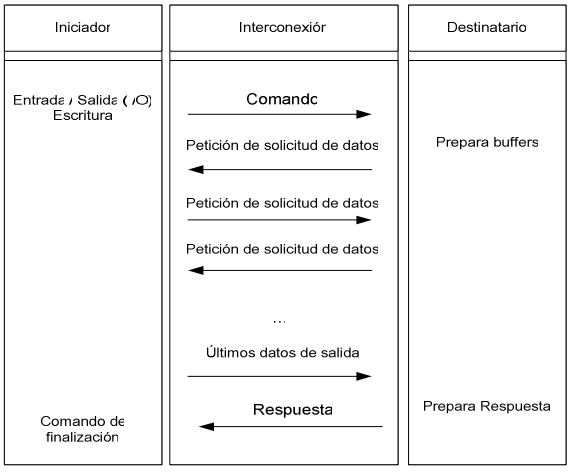


Figura 1.3. Una operación de escritura con acciones de solicitud de datos múltiple completa [1]

[22] LVD SCSI.- Nueva interfaz eléctrica de bajo voltaje diferencial que utiliza SCSI para increpar la velocidad de transferencia de información.

1.2.2.2 El bus paralelo SCSI paralelo [1]

El método más común para conectar discos y dispositivos de cintas a servidores de archivos y servidores de aplicaciones, ha sido vía el tradicional bus SCSI. Aunque SCSI es realmente un protocolo de bloque, el término también es utilizado para referirse al esquema paralelo que se encuentra envuelto en el protocolo.

Originalmente la capa física de transporte SCSI era un cable paralelo con 8 líneas de datos y un número de líneas de control. Al transmitir 8 bits de datos provee un ancho de banda relativamente grande, pero por cuestiones eléctricas para la mayoría de implementaciones SCSI, la distancia total permitida es restringida entre 15 y 25 metros. La arquitectura SCSI paralela ha evolucionado con el tiempo, proporcionando anchos de banda más grandes a través de buses de datos más anchos (16 líneas de datos y 32 líneas de datos) y variaciones de reloj más rápidas.

Una de las dificultades presente en la arquitectura de bus paralelo, es el fenómeno conocido como *Skew* (distorsión). Al enviar 8 o 16 bits de datos simultáneamente en paralelo, pueden ocurrir pequeñas diferencias en retardos de propagación a lo largo de cada línea de datos, y no todos los bits llegarán al destino en el mismo momento. *Skew* se refiere a la diferencia en el tiempo de llegada para cada bit comprendido dentro de una palabra de datos. La ventana de *skew* es la diferencia de tiempo dentro de la cual todos los bits deben llegar.

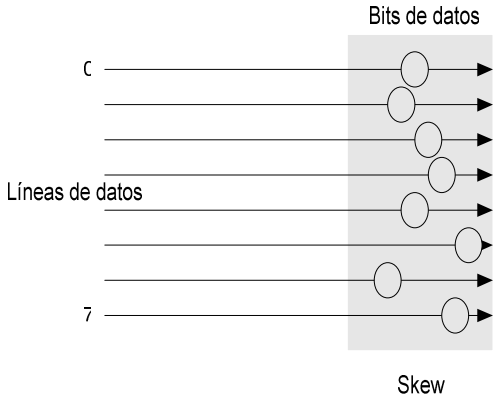


Figura 1.4 *Skew* en transmisiones paralelas de bits [1]

La figura 1.4 indica la diferencia del retardo en la propagación. El ensanchamiento de la ventana debe asegurar que todos los bits de datos sean capturados. Un factor en *skew* es el diferencial del retardo de propagación del cable entre cada bit, la diferencia está en la cantidad de tiempo tomada por una señal que viaja desde un extremo del cable al otro, como una función de la posición del bit. Para una longitud de cable dada, un incremento en la velocidad del reloj requerirá una reducción en la ventana skew y la minimización del diferencial de retardo de propagación.

Adicionalmente, el SCSI paralelo requiere terminaciones en todos los puertos no utilizados. Como múltiples dispositivos SCSI están conectados mediante una configuración *Daisy Chained*, los dispositivos extremos deben estar terminados en cargas para evitar interferencia de señales erráticas. El cableado apropiado y la terminación son críticos para la estabilización de la operación SCSI paralela. Componentes marginales o terminaciones impropias pueden causar corrupción en los datos o fallas en las transacciones.

Para acomodar cientos de Gigabytes o Terabytes de datos, es necesario desarrollar recintos externos de múltiples discos, los cuales pueden ser conectados por cableado SCSI paralelo a múltiples buses adaptadores de host SCSI instalados en el servidor, como se muestra en la figura1.5.

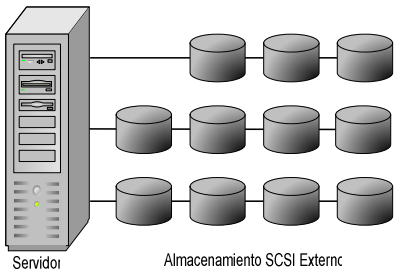


Figura 1.5 Servidor con múltiples tarjetas adaptadoras SCSI [1].

El movimiento de los datos desde el almacenamiento interno hacia el almacenamiento externo ha sido una fuerza motriz para encontrar una solución alternativa al cableado SCSI paralelo. Para requerimientos de almacenamiento empresarial, las restricciones en términos de distancia y número de dispositivos soportados sobre un bus SCSI hace difícil la implementación de capacidades

de almacenamiento grandes. La principal debilidad de SCSI paralelo para aplicaciones empresariales, sin embargo, es que todos los recursos de almacenamiento están unidos a un solo servidor. Los recursos de almacenamiento no pueden ser compartidos fácilmente por múltiples servidores, y la capacidad de almacenamiento no utilizada detrás de un servidor no puede ser manipulada por otro. Para empresas que deben soportar y manejar cientos de terabytes de datos, es necesaria una solución de almacenamiento en red.

Para configuraciones de almacenamiento directo conectado, las limitaciones del SCSI paralelo están siendo direccionadas por SAS[23]. Las especificaciones SAS están siendo desarrolladas por ANSI T10 como la próxima generación de un interfaz de almacenamiento directamente conectado. Aunque SAS no tiene la intención de remplazar al almacenamiento en línea, proveerá eficiencia en la conectividad de almacenamiento local y será inmune al *skew* y limitaciones de distancia del cableado paralelo.

1.3 EL MODELO DE ALMACENAMIENTO COMPARTIDO DE LA SNIA[24][1]

Compartir recursos de almacenamiento entre múltiples servidores o estaciones de trabajo requiere de una red *peer to peer* que conecte a los objetivos con los iniciadores. La composición y el tipo de datos de almacenamiento que atravesarán la red, variará de una arquitectura a otra. Generalmente, las arquitecturas de almacenamiento compartido se dividen en SAN y NAS[25]. Para SANs, la infraestructura de red debe ser *Fibre Channel o Gigabit Ethernet*, y los datos serán transportados en forma de bloque por el interfaz SCSI. Para NAS, la infraestructura de red típica es la *Ethernet*[26] *(Fast Ethernet o Gigabit*

---

[23] SAS (*Serial Attached SCSI*): Mayor referencia se encuentra en la sección 1.10.1

[24] SNIA (*Storage Networking Industry Association*, Asociación de Industrias de Interconexión del Almacenamiento).- La SNIA es un foro internacional compuesto por desarrolladores de sistemas informáticos, integradores y profesionales de la tecnología de la información que desarrollan y promueven soluciones y tecnologías de almacenamiento en red. SNIA es la asociación líder de estándares SAN.

[25] NAS (*Network Attached Storage,* Almacenamiento conectado a la red).- Mayores detalles se explican en la sección 1.10.3

[26] *Ethernet.*- Es un estándar de red de are local.

Ethernet), y el tipo de transporte de los datos está basado en el intercambio de archivos.

El modelo de almacenamiento compartido de la SNIA ofrece una estructura útil para poder entender la relación entre las aplicaciones de capa superior y las infraestructuras de almacenamiento que ellas soportan.

Como se muestra en la figura 1.6, el modelo de almacenamiento compartido establece la relación general entre las aplicaciones de usuario que corren tanto en servidores como en *hosts* y el subyacente dominio de almacenamiento. Las aplicaciones deben soportar actividades de los usuarios tales como: procesamiento de transacciones *online*, manejo de bases de datos, servicios Web, etc., y adicionalmente tareas específicas de almacenamiento que están agrupadas dentro del subsistema de servicios del dominio de almacenamiento.

El modelo por lo tanto distingue entre el usuario final o aplicaciones de la capa superior y aplicaciones secundarias usadas para monitoreo y soporte de los niveles más bajos del dominio de almacenamiento.

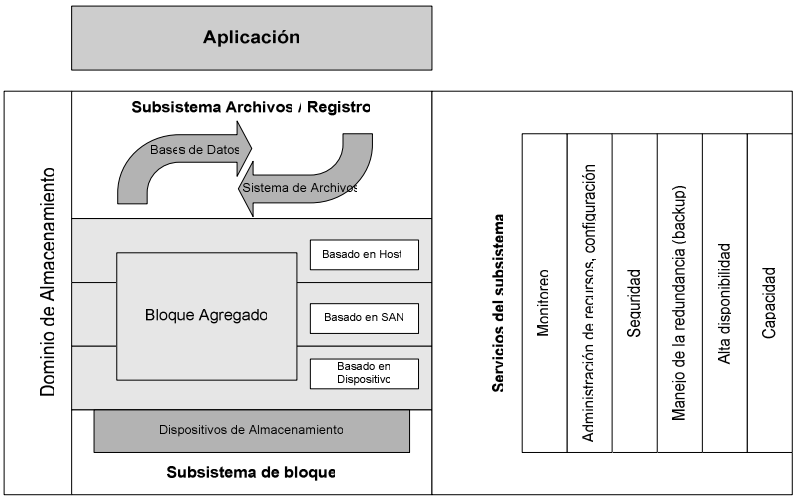


Figura 1.6 Modelo de Almacenamiento compartido de la SNIA [1]

El dominio de almacenamiento se subdivide en tres categorías principales: el subsistema de archivos/registros, la capa de agregación de bloques, y el subsistema de bloques. El subsistema de archivos/registros es el interfaz entre las aplicaciones de capa superior y los recursos de almacenamiento. Aplicaciones de base de datos tales como *SQL Server y Oracle* usan un

formato de registros basados en unidades de procesamiento, mientras que muchas otras aplicaciones utilizan un procesamiento de archivos.

Si aparece información importante en las aplicaciones de capas superiores como registros o archivos, ambos formatos son almacenados en discos o cintas como bytes contiguos de datos conocidos como bloques. El dominio de almacenamiento requiere algunos métodos de asociación de bloques de datos con los registros apropiados o descriptores de archivos. Esta función es representada como la capa de agregación de bloques, la cual puede encontrarse en el sistema host dentro de la red de almacenamiento, o en el dispositivo de almacenamiento. Los bloques al haber sido identificados con registros o archivos específicos, son escritos o leídos al o del almacenamiento físico. En el modelo de almacenamiento este procedimiento se presenta como el Subsistema de Bloques.

Como parte del dominio de almacenamiento, el Subsistema de Servicios contiene un número de funciones de almacenamiento específicas, incluyendo: manejo, seguridad, respaldo, disponibilidad, y capacidad de planeación. Estos servicios deben aparecer como funciones integradas en productos de almacenamiento o como aplicaciones de software de sistemas autónomos, usadas para monitorear y administrar recursos de almacenamiento. Un método particular de agregación de bloques debe requerir un único servicio de administración. Los dispositivos NAS, por ejemplo, deben realizar *backups* algo diferentes que sus similares SAN, requiriendo diferente tipo de aplicaciones en el área de servicios.

Con la arquitectura de capas del modelo de almacenamiento compartido como guía, es posible insertar servidores y componentes de almacenamiento, diferenciándolos claramente entre configuraciones de almacenamiento directamente conectado, SAN y NAS.

Como se muestra en la figura 1.7, el almacenamiento directo conectado (DAS) se extiende desde el servidor hasta el almacenamiento de destino a través de cableado SCSI paralelo. Esta es la configuración más común hoy en día, aunque se espera que el almacenamiento compartido desplace gradualmente a

los sistemas DAS. En este ejemplo, el lado izquierdo de la figura muestra a un servidor con LVM[27] y *software* RAID corriendo sobre el sistema *host;* el servidor recibe información desde la capa aplicación, la cual puede ser escrita al disco, por lo tanto el software RAID[28] desglosa los bloques de datos en múltiples discos en la capa de bloque. El host confía en el desempeño de las funciones de agregación de bloques. Mientras el software RAID ejecute el mecanismo de desglose de bloques de datos a múltiples discos, el administrador de volumen lógico presenta una imagen coherente de datos a la capa superior de aplicación en la forma de volumen (Por ejemplo, la unidad M:), directorios y subdirectorios.

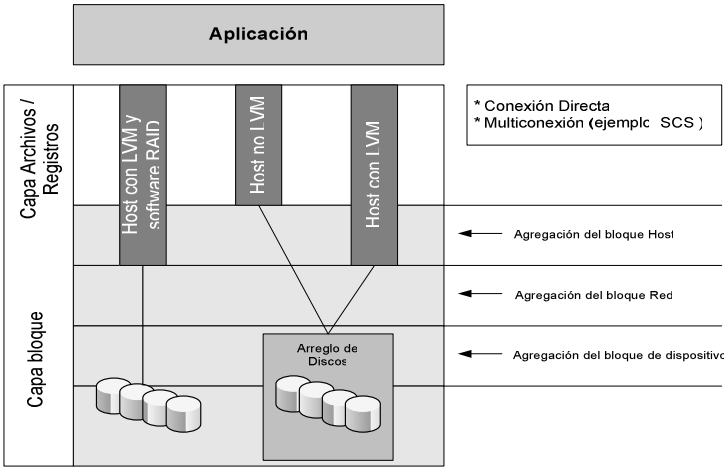


Figura 1.7 Almacenamiento directo en el modelo de la SNIA [1]

En el lado derecho de la figura 1.7, los servidores están conectados con SCSI a un arreglo de discos que contiene un controlador RAID integrado. En este caso, el host es relevado de la tarea de desglose del bloque de datos vía software RAID, a cambio, el arreglo por sí mismo realiza esta función. Consecuentemente, esto se muestra como una superposición de la capa de agregación de bloque sobre la capa de bloque.

SAN cambia la relación entre servidor y almacenamiento destino, como se muestra en la figura 1.8., en lugar de estar conectado directamente por SCSI

[27]LVM (*Logical Volume Management*, Administración de volumen lógico).- Es el nombre que se le da al software administrador de volúmenes lógicos, el cual maneja discos virtuales inventados a partir de discos lógicos.
[28] RAID.- Mayor información se detalla en la sección 1.6.2.

paralelo, los servidores y los dispositivos de almacenamiento están unidos a través de una red *peer to peer*. Como en el almacenamiento directamente conectado, la administración de volumen lógico, el software RAID, y el hardware RAID aún cumplen sus roles; pero la conectividad entre el servidor y el dispositivo de almacenamiento ahora permiten conectar cualquier servidor a cualquier destino de almacenamiento. La propiedad exclusiva de los recursos de almacenamiento por parte del servidor, simbolizado por el cordón umbilical del cableado SCSI, no es obligatorio. Se pueden asignar recursos de almacenamiento compartido de acuerdo a los requerimientos de un determinado servidor, y se puede alterar la relación entre servidores y almacenamiento, acomodándose dinámicamente a los cambios requeridos por las aplicaciones.

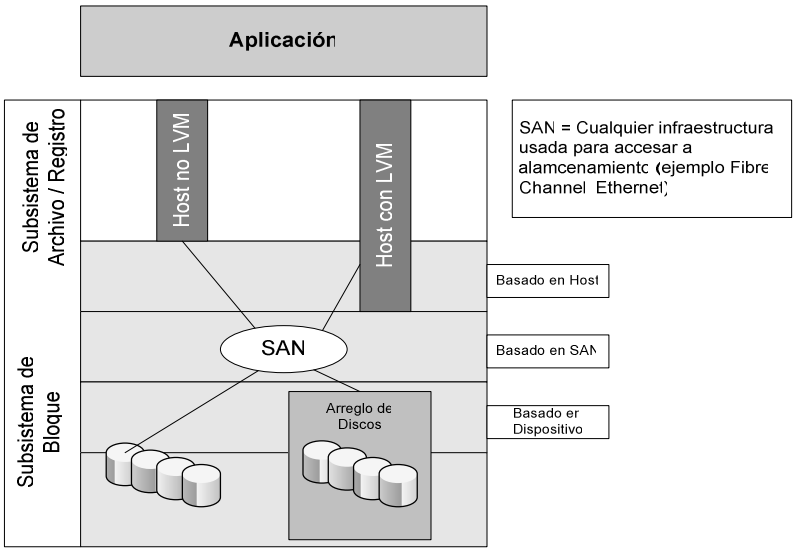


Figura 1.8. Relación entre servidores y almacenamiento vía una SAN [1]

Al remplazar las conexiones directamente conectadas con una configuración de red más flexible, permite nuevas soluciones de almacenamiento; por ejemplo, se puede consolidar el almacenamiento, compartir recursos de cintas y discos, y múltiples clusters de servidores para alta disponibilidad. Dependiendo de la topología SAN que se use, se puede crear un ambiente de escalabilidad, incrementando el número de servidores y dispositivos de almacenamiento.

Las infraestructuras SAN pueden ser *Fibre Channel, Gigabit Ethernet*, o ambas, con los apropiados *switches* de almacenamiento IP.

Para ir de acuerdo a las necesidades de los consumidores de estos sistemas, este modelo puede también representar múltiples SANs sirviendo varias aplicaciones de capa superior y, proveer conectividad a recursos comunes o distintos de almacenamiento, como se muestra en la figura 1.9.

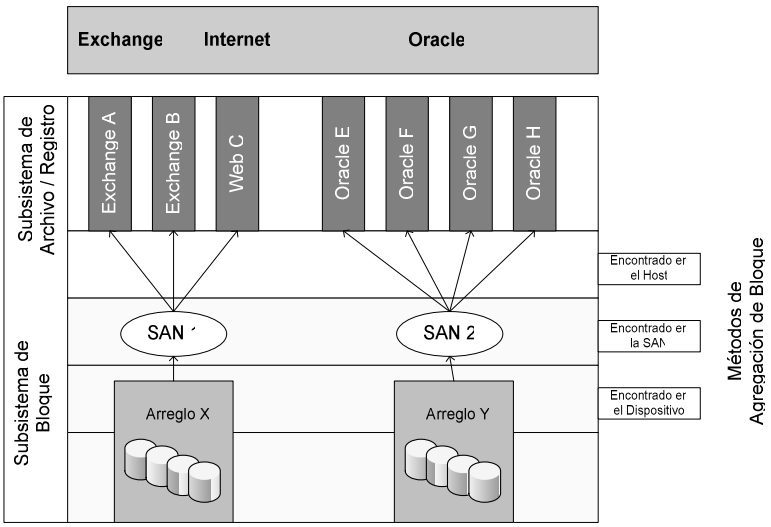


Figura 1.9 SANs dentro del Modelo de Almacenamiento Compartido [1]

El modelo de almacenamiento compartido posiciona a los dispositivos NAS en la capa de subsistema archivo/registro, extendiéndose hacia el subsistema de bloque. Los dispositivos NAS intercambian archivos e incluyen funciones de agregación de bloque requeridas para almacenar los datos en el disco. Como se muestra en la figura 1.10, un dispositivo NAS es esencialmente un servidor de archivos con sus propios recursos de almacenamiento. Los dispositivos NAS típicamente usan protocolos NFS[29] o CIFS[30] para transportar archivos sobre redes LAN hacia los clientes. Para NAS, el transporte interno SCSI entre la NAS inteligente (*head*) y sus discos físicos es transparente para el usuario. El banco de discos puede ser IDE[31], SCSI conectado, o *Fibre Channel*. Dispositivos de red, por ejemplo, usan discos de Lazo arbitrado *Fibre Channel* para unirse al almacenamiento. Este es el efecto de una SAN detrás de los

[29] NFS (*Network File System*).- Protocolo para compartir archivos utilizados en entornos UNIX.
[30] CIFS (*Common Internet File System*).- Conjunto de protocolos que se utilizan en entornos Windows y UNIX para compartir servicios de impresión y archivado.
[31] IDE (*Integrated Drive Electronic*).- Interfaz estándar usada para conectar fundamentalmente unidades de disco y CD-ROM a un ordenador.

dispositivos NAS, ofreciendo eficientemente bloques de datos que la NAS *head* ensambla dentro de transporte NFS o CIFS.

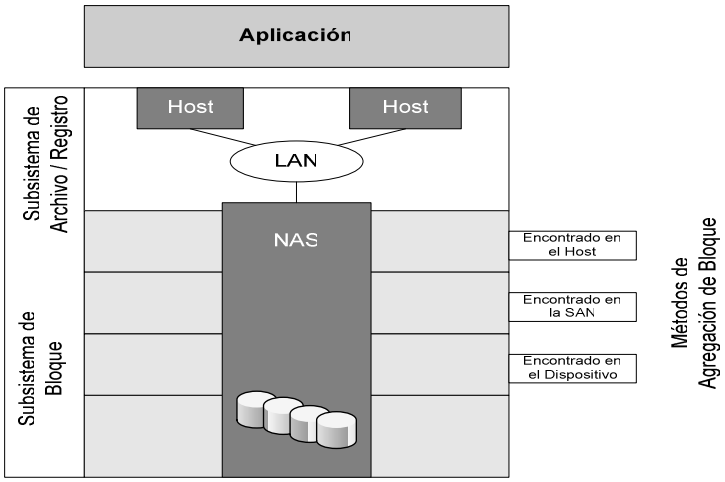


Figura 1.10 NAS en el Modelo de Almacenamiento Compartido [1]

El modelo de almacenamiento compartido de la figura 1.11, captura la relación general entre soluciones de conexión directa, SAN y NAS. Esto permite a las aplicaciones que actualmente funcionan sobre almacenamiento directo conectado, que puedan ser reestructuradas con componentes SAN o NAS, o múltiples arreglos de almacenamiento directo conectado, pueden ser reestructurados con arreglos basados en SAN.

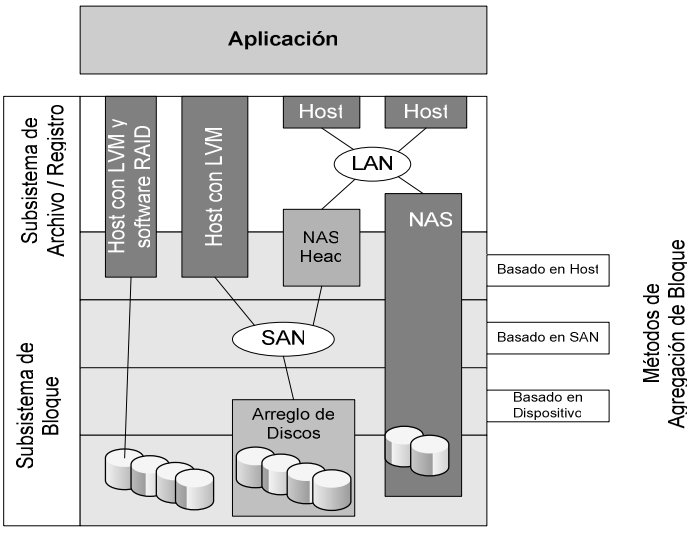


Figura 1.11 Mezcla de soluciones DAS, SAN y NAS usando el Modelo de Almacenamiento Compartido [1]

1.4 REDES SAN [2]

"Una red de almacenamiento SAN (*Storage Area Network*) es una infraestructura de información dedicada, segura y con administración centralizada, que permite la interconexión arbitraria de servidores y sistemas de almacenamiento". Esta definición no es lo suficientemente explícita como para diferenciarla con redes como LAN, MAN e incluso WAN.

Para poder distinguir a la red SAN y cualquier otro tipo de red, hay que tomar en cuenta las diferencias entre los puertos de almacenamiento y los puertos de conexión a red, ya que todos los equipos informáticos tienen acceso a algún tipo de almacenamiento y casi todos disponen de algún mecanismo de comunicación con otros equipos; la interfaz de almacenamiento es muy optimizada, está estrictamente controlada y no se comparte con ningún otro ordenador, lo que ayuda a hacerla muy predecible, eficiente y veloz. Las interfaces de red por otra parte, son mucho más lentas, menos eficientes y requieren una mayor sobrecarga (más datos de control), pero permiten acceder a cualquier otro equipo e intercambiar información con éste.

Las redes de área de almacenamiento han sido diseñadas para incorporar lo mejor de las interfaces de red y de almacenamiento: comunicaciones eficaces y rápidas, optimizadas para el movimiento eficiente de grandes cantidades de datos, pero con acceso a una amplia gama de otros servidores y dispositivos de almacenamiento situados en la red. La diferencia principal entre una red SAN y los otros tipos de red, es que la comunicación dentro de la red SAN está bien gestionada, controlada y es muy predecible, por tanto cada entidad de la red casi puede funcionar como si tuviera acceso exclusivo a cualquier dispositivo de la red con el que se esté comunicando.

El significado del párrafo anterior tiene sentido cuando se separa de los servidores al almacenamiento y se permite que múltiples servidores accedan a los mismos datos al mismo tiempo. En este contexto los usuarios deben acceder a los dispositivos de almacenamiento a través de servidores, lo que asegura la coherencia, seguridad y autorización para el acceso a la información que sigue siendo la misma, independientemente del servidor que acceda a ella.

En este sistema, los tres niveles (clientes que visualizan los datos, servidores que procesan y gestionan los datos y subsistemas de almacenamiento que guardan los datos) se interconectan a través de redes LAN y SAN situadas entre cada nivel. En la figura 1.12 se puede visualizar fácilmente lo descrito.

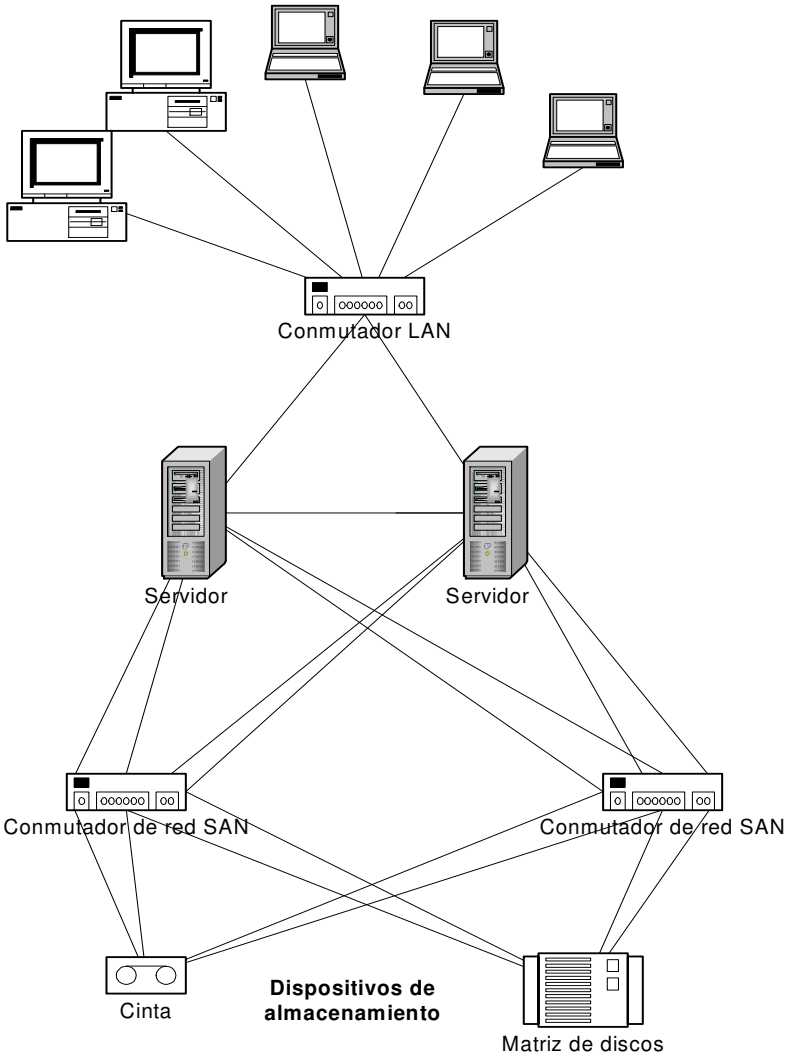


Figura 1.12 Ejemplo de topología SAN +LAN [2]

1.5 BENEFICIOS DE LAS REDES SAN [2] [3]

De la bibliografía analizada, se han podido encontrar diferentes beneficios que ofrecen las redes SAN, dentro de los principales se pueden describir los siguientes:

1.5.1 ACCESO POR RED

Todos los servidores tienen acceso directo a todos los arreglos de discos y demás dispositivos de almacenamiento a través de la SAN, una vez que se ha establecido una autorización en el nivel de red y de datos.

1.5.2 ALTA DISPONIBILIDAD

Las redes SAN permiten incorporar caminos redundantes, incrementándose de esta forma la confiabilidad en los sistemas críticos. La redundancia incorporada, protección contra fallas, capacidad de ruteo alterno automático de tráfico, y agrupamiento, son algunos de los elementos clave que ayudan a las SANs a cumplir con la demanda de alta disponibilidad; adicionalmente, con la flexibilidad de las conexiones SAN, la gran cantidad de datos que necesitan ser accesados pueden ser manejados más fácilmente separados.

1.5.3 CONSOLIDACIÓN DEL ALMACENAMIENTO

Ésta es una de las características primarias de las redes SAN. En vez de que cada servidor requiera su propio subsistema de almacenamiento, una red SAN permite que un mismo sistema de almacenamiento pueda ser compartido por varios servidores.

La consolidación reduce los costos totales del hardware y de la administración, proporcionando además una forma eficiente de resguardar información crítica contra usuarios no autorizados. Mediante la consolidación del almacenamiento, se consigue una utilización del almacenamiento bastante alta, generalmente el incremento es de 10 a 20 % comparado al modelo de conexión directa, lo cual implica un ahorro de varios cientos de GB (*Giga Bytes*) de almacenamiento.

En el modelo de consolidación del almacenamiento si un *host* no está utilizando toda la capacidad de almacenamiento disponible, se localiza el almacenamiento extra y se pone a disposición de otro *host* de tal manera que todos los servidores tenga acceso al almacenamiento; en cambio en un esquema de conexión directa es mucho más dificultoso realizar lo antes mencionado, forzando la necesidad de tener bastante almacenamiento para un futuro crecimiento, lo que representaría mayores gastos.

1.5.4 REDUCCIÓN DE CONGESTIÓN DE RED

Un problema típico para cualquier administrador de red es el realizar *backup* (respaldo) de los datos, y más aún cuando el almacenamiento local se ha incrementado significativamente. Estos *backups* ocupan los recursos de la red congestionándola durante el tiempo que se realiza el respaldo.

Las redes SAN manejan un concepto de *serverless backup* dentro del cual las tareas de *backup* se realizan sin pasar por el servidor. Los datos se mueven directamente entre los discos y las cintas. Esto aumenta la disponibilidad de recursos del servidor tales como los ciclos del procesador, memoria y ancho de banda.

1.5.5 TOLERANCIA A DESASTRES

Una de las mayores ventajas de la tecnología SAN es el alto desempeño en largas distancias. Inicialmente, la tecnología SAN fue principalmente usada para extender las distancias dentro de un campus. Sin embargo recientemente ha sido aplicada para problemas de tolerancia de desastres, siendo capaz de mantener la aplicación corriendo en situaciones críticas. Las redes SAN permiten duplicar la información ya sea en el centro primario o en un sitio remoto a modo de protección contra desastres locales.

1.5.6 ACCESO A LOS DATOS A ALTAS VELOCIDADES

La clave de la red SAN está en la velocidad, utilizándose *Fibre Channel* como una infraestructura de transporte para el protocolo SCSI, se convierte a la red SAN en la más rápida y eficiente tecnología disponible para transportar datos tipo bloque de los dispositivos de almacenamiento al *host*.

Compañías que previamente utilizaban redes basadas en TCP / IP sobre Ethernet y listas para migrar a Gigabit Ethernet, han encontrado que *Fibre Channel* permite optimizar el ancho de banda total disponible.

Usando *Fibre Channel* las compañías han probado que se puede incrementar la velocidad de acceso entre los *host* y los dispositivos de almacenamiento.

1.6 COMPONENTES SAN [4]

La principal característica para un buen funcionamiento de cualquier red, depende mucho de los dispositivos que la conforman, es por eso que se debe realizar un análisis minucioso de los mismos. Las redes SAN tienen componentes específicos, los cuales en su gran mayoría se presentan en la figura 1.13. y pueden ser agrupados en tres categorías, tal como se detalla a continuación:

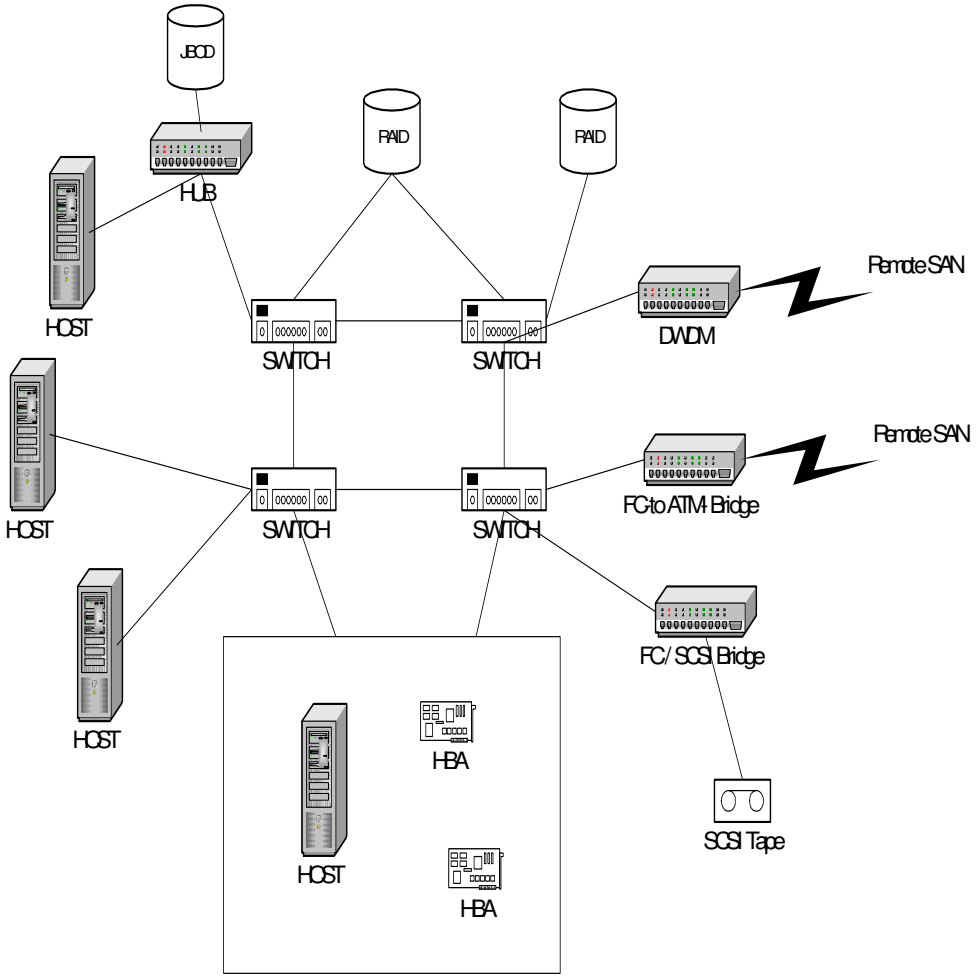


Figura 1.13 Diferentes Componentes de una red SAN [4]

* Servidores SAN.

* Almacenamiento SAN.

* Interconexión SAN.

1.6.1 SERVIDORES SAN.

La infraestructura de servidores es la base para toda solución SAN. Esta infraestructura incluye una mezcla de plataformas de servidores tales como Windows, Sun, UNIX y OS/390.

Una red de almacenamiento debe ser una red abierta la cual permita la interconexión de diferentes tipos de servidores con cualquier sistema operativo. La red entre los servidores y los elementos de almacenamiento debe ser transparente para las aplicaciones, ya que los arreglos de discos o cintas deben ser vistos como si fuesen dispositivos locales.

Los servidores se conectan a la SAN mediante adaptadores *Fibre Channel* (HBA, *Host Bus Adapters*) y su sistema operativo debe permitir configuraciones entre otras cosas para:

* Número elevado de dispositivos.
* Múltiples caminos redundantes.
* Reconfiguración automática en caso de caída de un camino.

1.6.2 ALMACENAMIENTO SAN.

La infraestructura de almacenamiento es el pilar sobre el cual se basa la administración de una red. El desplegar dispositivos más rápidos de almacenamiento no es suficiente; un nuevo tipo de infraestructura se hace necesario, uno que provea mayor funcionalidad a la red y mejor accesibilidad a los datos.

En este sentido las redes SAN externalizan y distribuyen funcionalmente el almacenamiento, de tal manera que ya no forma parte de un bus particular de un servidor, centralizan dispositivos de almacenamiento y agrupan servidores, lo cual hace más fácil y menos costosa la administración.

El componente principal de dispositivos de almacenamiento como arreglos de discos o cintas magnéticas son sus controladoras, éstas se conectan a la red SAN mediante puertos *Fibre Channel* y a la estructura interna mediante buses

SCSI o conexiones *Fibre Channel* internas. Los discos serán propiamente SCSI o discos *Fibre Channel*.

Existen diferentes tecnologías para almacenar información, a continuación se detallan las principales formas de almacenamiento.

1.6.2.1 Unidades de discos individuales y JBODs

Aunque las unidades de discos individuales soportan el protocolo *Fibre Channel,* generalmente estas unidades de disco son añadidas a grupos JBOD (*Just a Bunch Of Disks*: Un agrupamiento de Discos) que mantienen cuatro o más discos en una configuración de lazo. Estas unidades están interconectadas entre sí dentro de un lazo FC-AL miniatura con uno o dos puertos conectados a la unidad. El primer puerto de un JBOD es generalmente conectado a uno de los puertos duales de la unidad de disco, y el segundo puerto de la unidad de disco es conectado al lazo secundario.

1.6.2.2 RAIDs [5] [6] [7]

Los RAIDs (*Redundant Array of Independent Disks*: Arreglo Redundante de Discos Independientes) son una combinación de dos o más discos duros, junto con una controladora que forman una unidad lógica de disco en la que se almacenan los datos en forma conjunta, proporcionando una mayor protección de los datos, velocidades más altas de transferencia y una mayor capacidad que la que proporcionaría un único disco duro. El servidor ve al sistema RAID como si se tratase de cualquier otro disco externo.

El funcionamiento del sistema RAID se sustenta en dos elementos: Data *Stripping* y Paridad.

- **Data *Stripping* (Bandeado o creación de bandas)**.- Los datos que llegan al RAID, procedentes del servidor, son divididos por la controladora RAID en segmentos, cuyo tamaño depende del bloque que se defina. Posteriormente, esos segmentos son enviados a los diferentes discos que componen el sistema RAID.

- **Paridad**.- La controladora RAID genera bits de paridad y los almacena en los discos del RAID, obteniendo así la redundancia de datos. De este modo, si un disco falla los datos pueden ser regenerados.

1.6.2.2.1 Ventajas de los sistemas RAID

- El rendimiento general del sistema aumenta ya que pueden funcionar de forma paralela con los diferentes discos del conjunto.
- Dependiendo del nivel de RAID que se escoja, si uno de los discos del conjunto falla, la unidad continúa funcionando sin pérdida de tiempo ni de datos. La reconstrucción de los datos del disco que ha fallado se hace de forma automática sin intervención humana.
- La capacidad global del disco aumentará, ya que se suman las capacidades de los diferentes discos que componen el conjunto.
- La utilización de discos hot *swap*, que permiten conectarlos y desconectarlos en "caliente", es decir, que si un disco falla no hará falta apagar el sistema para remplazarlo.
- Un sistema de discos RAID es plenamente multi-usuario, ya que todas las solicitudes de los usuarios pueden ser atendidas simultáneamente.

Niveles de RAID [6] [7]

La elección de los diferentes niveles RAID va a depender de las necesidades del usuario en lo que respecta a factores como seguridad, velocidad, capacidad y costo. Ningún nivel es mejor que otro, cada uno es apropiado para determinadas aplicaciones y entornos. De hecho resulta frecuente el uso de varios niveles de RAID para distintas aplicaciones del mismo servidor.

RAID 0: Conocido como "*Striping*, separación o fraccionamiento". Como se muestra en la figura 1.14, los datos son desglosados en pequeños segmentos y se distribuyen entre varias unidades. Este nivel de arreglo no ofrece tolerancia al fallo. Al no existir redundancia, RAID 0 no ofrece ninguna protección de los datos. El fallo de cualquier disco de la matriz tendría como resultado la pérdida

de los datos y sería necesario restaurarlos desde una copia de seguridad. Consiste en una serie de unidades de disco conectadas en paralelo que permiten una transferencia simultánea de datos a todos ellos, con lo que se obtiene una gran velocidad en las operaciones de lectura y escritura. La velocidad de transferencia de datos aumenta en relación al número de discos que forman el conjunto. Esto representa una gran ventaja en operaciones secuenciales con archivos de gran tamaño. Este tipo de RAID es utilizado en aplicaciones de tratamiento de imágenes y audio. Es una buena solución para cualquier aplicación que necesite un almacenamiento a gran velocidad pero que no requiera tolerancia a fallos. Se necesita un mínimo de dos unidades de disco para implementar una solución RAID 0.

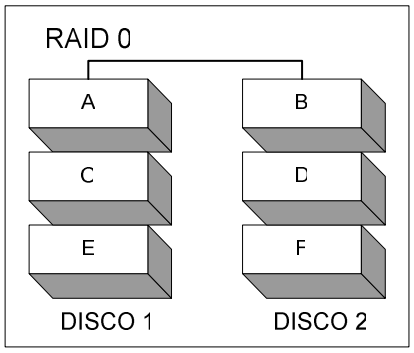


Figura 1.14. RAID 0 [7]

RAID 1: También llamado "*Mirroring* o Duplicación" (Creación de discos en espejo). Se basa en la utilización de discos adicionales sobre los que se realiza una copia en todo momento de los datos que se están modificando. RAID 1 ofrece una excelente disponibilidad de los datos mediante la redundancia total de los mismos. Para ello, se duplican todos los datos de una unidad o arreglo en otra. De esta manera se asegura la integridad de los datos y la tolerancia a fallos, pues en caso de avería, se sigue trabajando con los discos no dañados sin detener el sistema. Los datos se pueden leer desde la unidad o arreglo duplicado sin que se produzcan interrupciones. RAID 1 es una alternativa costosa para los grandes sistemas, ya que las unidades se deben añadir en pares para aumentar la capacidad de almacenamiento. Sin embargo, RAID 1 es una buena solución para las aplicaciones que requieren redundancia cuando hay sólo dos unidades disponibles.

Los servidores de archivos pequeños son un buen ejemplo. Se necesita un mínimo de dos unidades para implementar una solución RAID 1 como se puede observar en la figura 1.15.

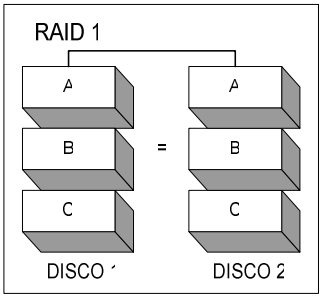


Figura 1.15. RAID 1 [7]

RAID 2: Adapta la técnica comúnmente usada para detectar y corregir errores en memorias de estado sólido. En un RAID de nivel 2, el código de corrección de errores se intercala a través de varios discos a nivel de bit como se muestra en la figura 1.16. El método es el código *Hamming* ya que se usa tanto para detección como para corrección de errores. Debido a que es esencialmente una tecnología de acceso paralelo, RAID 2 es más utilizado en aplicaciones que requieren una alta tasa de transferencia y no son recomendables para aquellas aplicaciones que requieran una alta tasa de demanda E/S (Entrada / Salida).

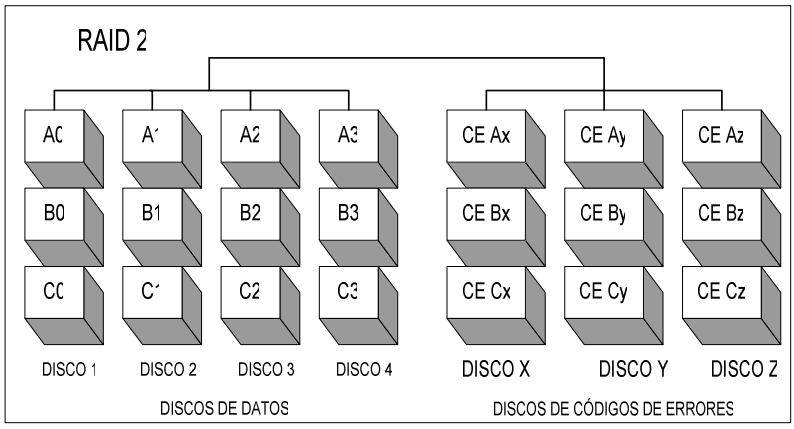


Figura 1.16. RAID 2 [7]

RAID 3: Sirve para disponer de redundancia sin tener que recurrir al *mirroring* o duplicación. Como se muestra en la figura 1.17, en el RAID 3 se utilizan X

discos de datos y un disco adicional dedicado a la paridad. Los datos son divididos en bytes y cada byte se escribe en uno de los X discos de datos. Aplicando un determinado algoritmo se genera el byte de paridad, que se escribe en el disco de paridad. Toda la información se escribe en los discos de forma paralela. De este modo, la velocidad de transferencia del RAID equivale a la velocidad de transferencia de un disco multiplicada por X. Sin embargo, sólo se puede gestionar una E/S (Entrada / Salida) a la vez. La recuperación de datos se consigue calculando el OR exclusivo (XOR) de la información registrada en los otros discos. Dado que una operación E/S accede a todos los discos al mismo tiempo, el RAID-3 es mejor para sistemas de un solo usuario con aplicaciones que contengan grandes registros.

Su aplicación se encuentra en la producción y distribución de video en *streaming*, aplicaciones de imagen, video, prensa y en servidores de Base de Datos Mono-usuario.

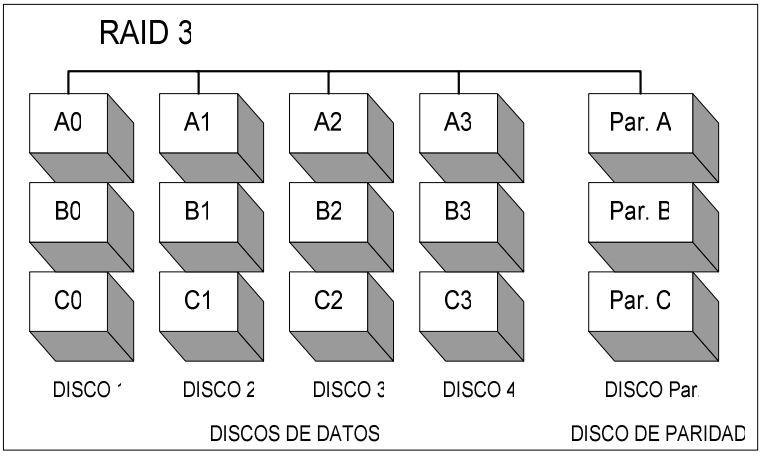


Figura 1.17. RAID 3 [7]

RAID 4: Como se observa en la figura 1.18, basa su tolerancia a fallos en la utilización de un disco dedicado a guardar la información de paridad calculada a partir de los datos guardados en los otros discos. En caso de daño de cualquiera de las unidades de disco, la información se puede reconstruir en tiempo real mediante la realización de una operación lógica de OR exclusivo (XOR).

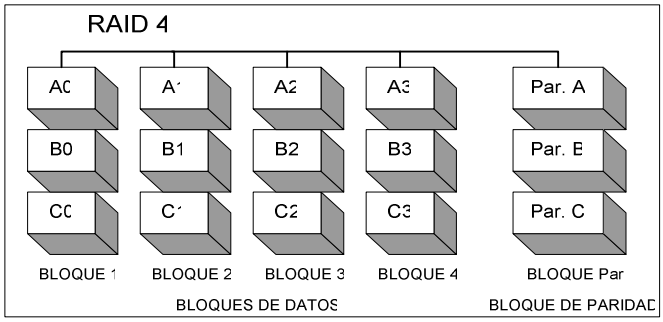


Figura 1.18. RAID 4 [7]

Debido a su organización interna, este RAID es especialmente indicado para el almacenamiento de ficheros de gran tamaño, lo cual lo hace ideal para aplicaciones gráficas donde se requiera además, fiabilidad de los datos. Se necesita un mínimo de tres unidades para implementar una solución RAID 4. La ventaja con el RAID 3 está en que se puede acceder a los discos de forma individual.

RAID 5: Como se observa en la figura 1.19, el RAID 5 difiere del RAID 3 en que la información se divide en bloques en vez de bytes. Debido a ello las lecturas pueden ser independientes, mejorando por tanto el número de transacciones de E/S (Entrada / Salida) que puede gestionar el RAID de forma simultánea. La otra gran diferencia con el RAID 3 radica en el hecho de que la información de la paridad se reparte entre todos los discos de forma “rotatoria”, aliviando así el cuello de botella que se forma en operaciones simultáneas de E/S. Esto ocurre, en concreto, gracias a que solo se debe leer la paridad de un único disco, como es el caso del RAID 3.

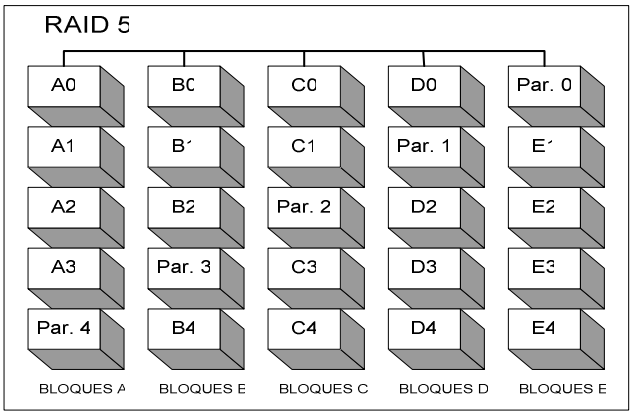


Figura 1.19. RAID 5 [7]

Esto resuelve las limitaciones de escritura en RAID 4; así, todas las operaciones de lectura y escritura pueden superponerse. Este nivel RAID es recomendable para aplicaciones que trabajen con ficheros pequeños pero con un gran número de transacciones E/S, como es el caso de las bases de datos relacionales o las aplicaciones de gestión. Su utilización se encuentra en Servidores de archivos y aplicaciones, Servidores de Base de Datos, Servidores Web, correo, noticias, Servidores de Intranet.

RAID 6: Este tipo de RAID es similar al RAID 5, pero como se ve en la figura 1.20, se incluye un segundo esquema de paridad distribuido por los distintos discos y por tanto ofrece tolerancia extremadamente alta a fallos y a caídas de disco. Hay pocos ejemplos comerciales en la actualidad. Posee un diseño muy complejo, un rendimiento bajo y se necesitan N+2 discos.

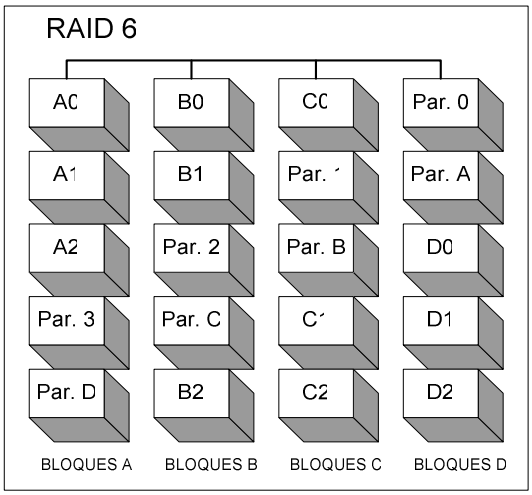


Figura 1.20. RAID 6 [7]

RAID 7: Como se ve en la figura 1.21, este tipo de RAID incluye un sistema operativo incrustado de tiempo real como controlador, haciendo las operaciones de caché a través de un bus de alta velocidad y otras características de un ordenador sencillo. Todas las transferencias son asíncronas y, las E/S están centralizadas por la caché. Se necesita un disco de paridad exclusivo. El agente SNMP permite su administración remota. Su aplicación se encuentra en Sistemas de Tiempo Real (Industriales).

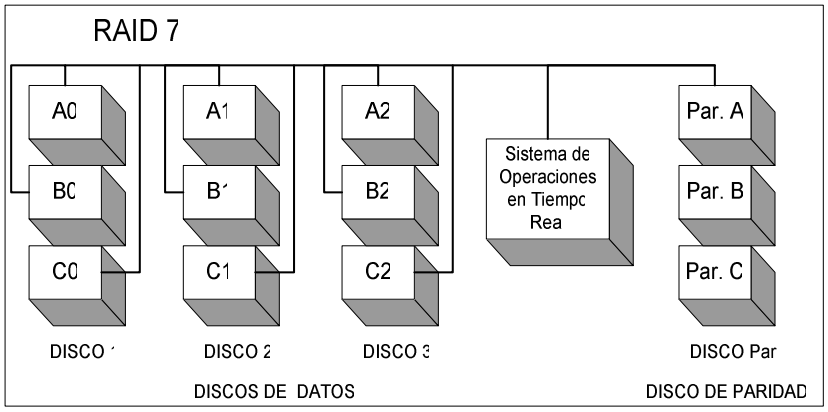


Figura 1.21. RAID 7 [7]

RAID 0 +1: Es la combinación de los RAIDs 0 y 1, que proporciona velocidad y tolerancia a fallos simultáneamente. En la figura 1.22 se puede observar que el RAID de nivel 0+1 fracciona los datos para mejorar el rendimiento, pero también utiliza un conjunto de discos duplicados para conseguir redundancia de datos. Al ser una variedad de RAID híbrida, RAID 0+1 combina las ventajas de rendimiento de RAID 0 con la redundancia que aporta RAID 1. Sin embargo, la principal desventaja es que requiere un mínimo de cuatro unidades y sólo dos de ellas se utilizan para el almacenamiento de datos. Las unidades se deben añadir en pares cuando se aumenta la capacidad, lo que multiplica por dos los costos de almacenamiento. El RAID 0+1 tiene un rendimiento similar al RAID 0 y puede tolerar fallos de varias unidades de disco. Una configuración RAID 0+1 utiliza un número par de discos (4, 6, 8) creando dos bloques. Cada bloque es una copia exacta del otro y dentro de cada bloque la escritura de datos se realiza en modo de bloques alternos. RAID 0+1 es una excelente solución para cualquier uso que requiera gran rendimiento y tolerancia a fallos, pero no una gran capacidad. Se utiliza normalmente en entornos como servidores de aplicaciones, que permiten a los usuarios acceder a una aplicación en el servidor y almacenar datos en sus discos duros locales, o como los servidores *web*, que permiten a los usuarios entrar en el sistema para localizar y consultar información. Este nivel de RAID es el más rápido, el más seguro, pero también el más costoso de implementar.

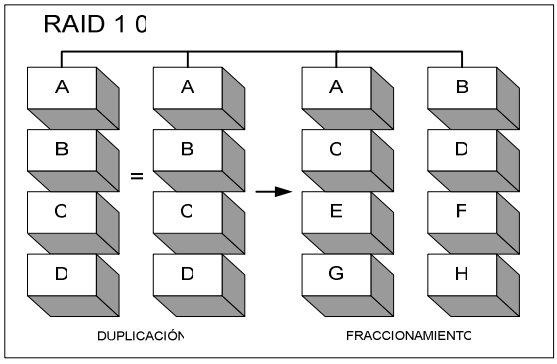


Figura 1.22. RAID 1 0 / 1+0 [7]

1.6.3 INTERCONEXIÓN SAN.

El primer elemento que debería ser considerado en cualquier implementación de una red SAN es la interconectividad entre el almacenamiento y los servidores.

Existen conectores para cobre y fibra óptica multimodo o monomodo, además existen elementos como adaptadores de medio (MIA, *Media Interface Adapters*), convertidores de interfaz (GBIC, *Gigabit Interface Converters*) y extensores que facilitan mayores distancias en las distancias de los enlaces. A continuación se presenta una lista de los elementos que frecuentemente se encuentran en redes SAN:

- HBA´s (*Host Bus Adapters*). - Los adaptadores HBA´s son utilizados para conectar tanto los servidores, como los dispositivos de almacenamiento a la red *Fibre Channel.* Controlan el protocolo eléctrico y sus variaciones dependen del tipo de cable, topología y protocolos soportados.

- *HUBS.*- Los *Hubs Fibre Channel* son utilizados para implementar conexiones A*rbitrated Loop*[32] (FC_AL). Estos términos son explicados con más detalle en el capítulo dos.

- *SWITCH.*- Los *switches Fibre Channel* son equipos de alto rendimiento capaces de interactuar con muchos dispositivos y con otros *switches.*

---

[32] *Arbitrated Loop.*- Nombre que se da a una de las topologías de *Fibre Channel*, mayor detalle se presenta en el capítulo dos.

Sirven para implementar una de las topologías de *Fibre Channel* denominada *Fabric*[33]. La infraestructura de *switches* es la encargada de encaminar todo el tráfico de un dispositivo a otro.

* *BRIDGES*.- Los puentes o *bridges* se usan para conectar e integrar un dispositivo SCSI a la red *Fibre Channel.*

* INTERCONEXIÓN DE FIBRA ÓPTICA.- En la tecnología *Fibre Channel* las tramas son movidas de un lugar a otro usando transporte *gigabit;* tanto el origen como el destino de la información deben permitir el transporte gigabit, en algunos casos los diferentes dispositivos ya tienen incluida esta característica, pero para los elementos que no disponen existen los siguientes mecanismos: adaptadores de medio (MIA, *Media Interface Adapters*), convertidores de interfaz (GBIC, *Gigabit Interface Converters*), módulos de enlace gigabit (GLM, *Gigabit Link Module*). Con respecto a la descripción de fibra óptica utilizada, se detallará en el capítulo dos.

1.7 APLICACIONES SAN [4].

Las redes SAN presentan un sinnúmero de aplicaciones tal como se observa en la figura 1.23 las cuales proveen un mejor desempeño, administración y escalabilidad de la infraestructura de telecomunicaciones IT.

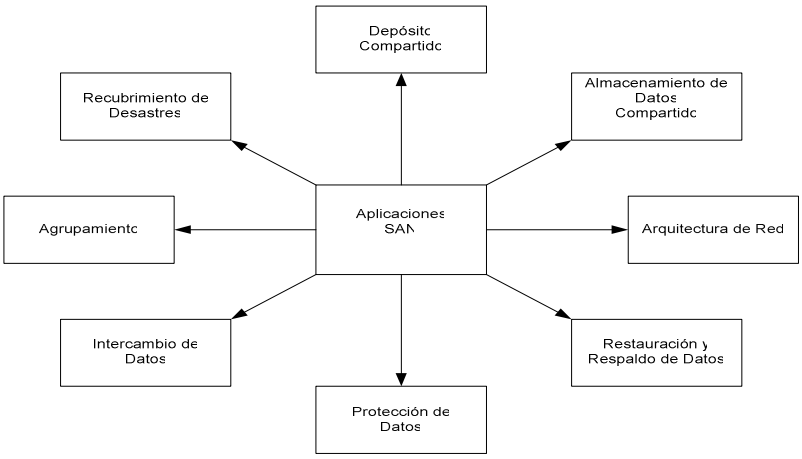


Figura 1.23 Aplicaciones de las redes SAN [4]

[33] *Fabric*.- Nombre que se da a una de las topologías de *Fibre Channel*, mayor detalle se presenta en el capítulo dos.

Las aplicaciones que se puede dar a una red SAN dependerán de las necesidades por las cuales ha sido implementada. A continuación se describen las características de cada una de las aplicaciones que se presentan en la figura 1.23.

1.7.1 ALMACENAMIENTO DE DATOS COMPARTIDO.

Las SAN utilizan almacenamiento externo y centralizado, además permiten a los datos ser compartidos entre múltiples servidores sin disminuir el desempeño del sistema. El término almacenamiento compartido describe el acceso a datos comunes para ser procesados por múltiples plataformas o servidores. El almacenamiento compartido puede ser entre plataformas que son similares o diferentes; esto también se refiere a una compartición homogénea o heterogénea, todo esto se detalla en la figura 1.24.

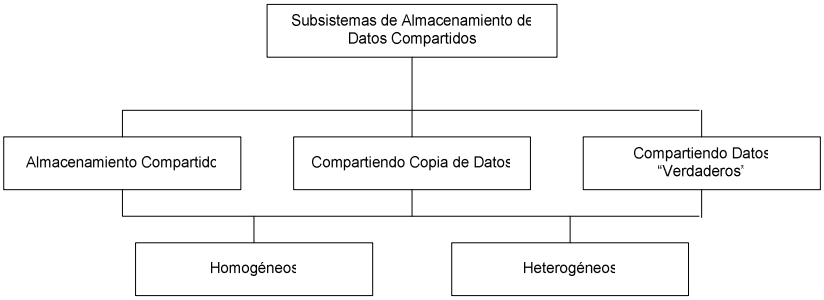


Figura 1.24 Tipos de compartimiento de datos [4]

1.7.1.1 Almacenamiento Compartido.

Con el almacenamiento compartido, dos o más servidores homogéneos o heterogéneos comparten un solo subsistema de almacenamiento el cual ha sido físicamente particionado tal que cada servidor conectado pueda acceder sólo a las unidades asignadas a éste. Múltiples servidores pueden tener la misma partición, pero esto es posible sólo con servidores homogéneos.

1.7.1.2 Compartiendo Copia de Datos.

Permite a diferentes plataformas acceder a los mismos datos enviando una copia de los datos de una plataforma a otra. Se pueden compartir archivos de datos entre plataformas de dos maneras: transferencia de archivos plana y *piping.*

1.7.1.3 Compartiendo datos "verdaderos"

Solo una copia de datos es accedida por las múltiples plataformas, ya sean homogéneas o heterogéneas. Cada plataforma conectada tiene acceso a leer y escribir en una copia de datos simple; este tipo de compartición de archivos existe actualmente sólo en sistemas que trabajan con plataformas homogéneas.

1.7.2 ARQUITECTURA DE RED.

Las redes de información tales como las *Ethernet*, son frecuentemente definidas como las redes primarias, y las redes SAN pueden ser definidas como las redes secundarias o, como se describen varias veces, las redes detrás de los servidores. Esta arquitectura de red se encarga de la centralización de la información usando tecnologías de interconexiones similares a las usadas por las redes LAN y WAN, es decir: *routers*, *hubs*, *switches* y *gateways*, permitiendo que se puedan obtener redes SAN tanto locales como remotas, compartidas o dedicadas.

1.7.3 RESTAURACIÓN Y RESPALDO DE DATOS.

En los escenarios presentes, los datos pueden ser restaurados y respaldados en línea o fuera de línea; las redes primarias LAN o WAN, son usadas para transferir el respaldo tanto al servidor como a usuarios finales. Las SAN permiten que tanto la restauración como el respaldo de información de los servidores sean más rápidos e independientes de la red primaria, lo cual tiene por objetivo liberar a los servidores de tareas de respaldo de los datos.

1.7.4 INTERCAMBIO DE DATOS.

Hoy en día, el intercambio de datos envuelve el movimiento de éstos desde un sistema de almacenamiento a otro. Sin embargo, diferentes plataformas almacenan y acceden a los datos usando diferentes tipos de codificación y estructuración de los archivos. Las SAN intercambian datos entre diferentes sistemas permitiendo que el contenido de los diferentes archivos sea transparente.

1.7.5 AGRUPAMIENTO.

El agrupamiento es usualmente pensado en cómo un servidor previendo fallas, se respalda en un servidor redundante, o cómo realizar un proceso escalable usando múltiples servidores en paralelo. En un ambiente agrupado, las SAN proveen la infraestructura a los datos, permitiéndose un almacenamiento compartido.

1.7.6 PROTECCIÓN DE DATOS Y RECUBRIMIENTO DE DESASTRES

El más alto nivel de disponibilidad de la información requiere evitar tradicionales técnicas de recubrimiento de desastres, tales como el recubrimiento por cintas. En cambio, nuevas técnicas de sistemas de duplicación han sido creadas, sobre posibles eventuales fallas. Las técnicas de duplicación de los datos incluyen copias remotas y técnicas de apoyo en caliente.

La protección de los datos en ambientes con alto nivel de disponibilidad es alcanzada creando copias redundantes secundarias de datos, agrupamiento de almacenamiento remoto, Copias remotas Peer to Peer (PPRC) y Copias remotas extendidas (XRC), copias concurrentes, y otras soluciones de protección de datos de alta disponibilidad (HD). La conectividad uno a uno en las redes SAN permite que estas soluciones datos/almacenamiento redundantes sean dinámicas y no causen un impacto tanto en redes primarias como en los servidores.

1.8 ADMINISTRACIÓN DE LAS REDES SAN [4]

Al observar todos los beneficios y características de las redes SAN, como son: desempeño, disponibilidad, escalabilidad e interoperatividad, se hace necesario que la infraestructura de la red SAN así como los sistemas de conexiones del almacenamiento, sean administrados eficientemente. Como un medio para simplificar la administración de la red SAN se utilizan los Protocolos de Simple Administración de la red (SNMP), Administración de Empresas Basados en la WEB (WBEM) y de Administración de Recursos de Almacenamiento en Empresas (ESRM), los cuales consisten en monitorear, alertar y administrar todos los componentes de las SAN. Existe también la necesidad de administrar

particiones de las SAN desde una consola central. El gran cambio es garantizar que todos los componentes estén interoperables y trabajen con los diversos paquetes de *software* de administración.

La administración de una SAN puede estar dividida dentro de varias disciplinas definidas en el Manejo de Recursos de Almacenamiento en Empresas (ESRM), tal como se detalla en la figura 1.25. Estas disciplinas deberían ser implementadas alrededor de todos los recursos heterogéneos conectados a una SAN, con el objetivo de proveer de un interfaz de usuario común a través de todos los recursos.

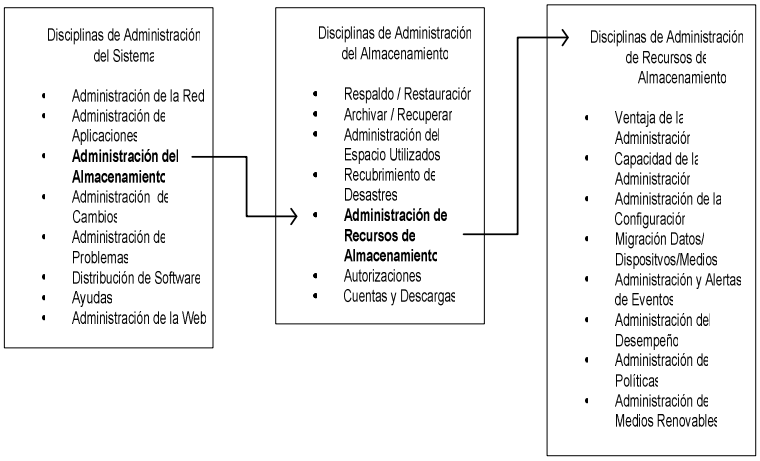


Figura 1.25 Disciplinas ESRM [4]

Para que todas las características y beneficios de una red SAN sean aprovechados de la mejor manera posible, se hace necesaria una adecuada administración que permita detectar a tiempo posibles fallos o problemas dentro de la red, que a la larga se cuantificarán en pérdidas económicas para la empresa, para lo cual a continuación se presentan algunos tópicos que deben ser tomados en cuenta dentro de la administración de la red.

1.8.1 ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS

Está destinada a la necesidad de descubrir los recursos, reconocer los recursos, y relacionarlos dentro del resto de la topología. El rendimiento está en la invención de una lista de ventajas que incluyen la fabricación, modelo de información, *software* y licencias de la información.

1.8.2 ADMINISTRACIÓN DE LA CAPACIDAD

Está destinada al tamaño de la SAN; por ejemplo, cuántos *switches* se requieren para satisfacer las necesidades de interconexión. También está destinada a la necesidad de conocer acerca del espacio / *slots* libres, volúmenes no asignados, espacio libre en los volúmenes asignados, número de respaldos, número de cintas, porcentaje de utilización, y porcentaje libre.

1.8.3 ADMINISTRACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN

Está destinada a las necesidades de la actual configuración física y lógica de los datos, puertos que utilizan los datos, datos de los *drivers* de los dispositivos que van a ser utilizados dentro de una configuración de una SAN. También está destinada a la necesidad de integrar la configuración de los recursos de almacenamiento con la configuración lógica de los servidores.

1.8.4 ADMINISTRACIÓN DEL DESEMPEÑO

Está destinada a la necesidad de mejorar el desempeño de la red SAN y aislar los problemas a todos los niveles. Está enfocada a los requerimientos de las plataformas comunes con accesos estándares independientes a través de toda la red SAN.

1.8.5 ADMINISTRACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD

Está destinada a la necesidad de prever fallas, corregir problemas y proveer alertas en posibles fallas antes que se vuelvan criticas. Por ejemplo, en un evento en el que falla un camino, la función de la administración de la funcionalidad debe ser la de determinar un enlace o el componente que esté fallando, asignar un camino alterno, y reparar el componente dañado, manteniendo el sistema operativo.

1.9 REDES SAN Y REDES LAN [2]

Para dejar bien en claro cuál es el verdadero potencial de las redes SAN, se hace indispensable entender las diferencias entre las redes LAN y SAN, sobre todo porque los diferentes componentes que constituyen dichas redes manejan terminologías similares.

En general, el hecho es que el tráfico a través de una red SAN es más rápido y más eficiente que el tráfico LAN. Obtener una tasa de transferencia del 80 % en los enlaces de redes SAN resulta común, mientras que conseguir más del 30 % de forma sostenida en los enlaces LAN es hacerlo realmente bien. Más importante aún, la sobrecarga de comunicaciones del procesador es generalmente más elevada en las redes LAN que en las SAN.

1.9.1 DIFERENCIAS ENTRE REDES LAN Y SAN

Una ventaja de SAN sobre LAN es que el tráfico a través de una red SAN es más rápido y más eficiente que el tráfico LAN.

Otra ventaja es que la sobrecarga de comunicaciones en el procesador es generalmente más elevada en las redes LAN que en las SAN.

1.9.2 DIFERENCIAS EN EL DISEÑO DE RED

Algunas de las ventajas en la eficiencia de *Fibre Channel*, comparado con Ethernet, están directamente relacionadas con el diseño de la red. Aunque cualquier ventaja de diseño real se adopta rápidamente en todos los diseños de la siguiente generación, por lo que son tan solo ventajas a corto plazo.

- En las redes SAN se realiza un control de flujo a bajo nivel para que los niveles superiores no tengan que gestionarlo ya que se puede requerir una sobrecarga significativa, especialmente en redes que posean muchos dispositivos.

- Dentro del esquema básico de funcionamiento de una red SAN se encuentra su transmisión basada en la conmutación (en lugar de utilizar un medio compartido), por lo que la calidad de servicio de una conexión SAN en particular puede ser mayor a la de una LAN.

- Dentro de las redes SAN la información de los protocolos de nivel superior se define en las cabeceras del nivel de red, por lo que dentro de los niveles bajos se puede ayudar en el procesamiento de los protocolos de nivel superior.

- El nivel de red en *Fibre Channel* no es muy diferente al de Ethernet conmutada. Pero existe cierta ventaja de la red *Fibre Channel* con respecto a Gigabit Ethernet.

1.9.3 DIFERENCIAS EN EL DISEÑO DE LOS PROTOCOLOS

A las LAN en general se accede a través de una pila de protocolos TCP[34]/IP[35] o UDP[36]/IP, mientras que a las redes SAN se accede a través de una pila de protocolos SCSI más sencilla, con menor sobrecarga para el procesamiento anfitrión. Esto incluye los siguientes factores:

a) Comprobación de errores de nivel inferior: Los canales entregan los datos intactos al servidor, por lo que los procesadores realizan menos cálculos de sumas de comprobación o validaciones de los campos de la cabecera.

b) Comportamiento de la red predecible:

- Transición ordenada; no hay una reordenación del tráfico en la red, por lo que desaparece la sobrecarga extra asociada con las comprobaciones de que el orden de entrega sea correcto.

- Tiempos de ida y vuelta por la red bien definidos, por lo que el protocolo no incluirá un código en caso de pérdida o demora de paquetes.

c) Red de pedido / respuesta: El servidor realiza peticiones de lectura o escritura al subsistema de disco, por lo que todos los paquetes entrantes en el servidor son paquetes esperados, esto significa:

- Menor análisis sintáctico de la cabecera y menor necesidad de gestionar casos especiales, ya que todos los paquetes entrantes son esperados y los recursos para ocuparse de ellos ya han sido asignados previamente.

---

[34] TCP.- Protocolo de Control de Transporte, permite a dos computadoras anfitrionas establecer una conexión e intercambiar flujos de datos.
[35] IP.- Protocolo de Internet, permite encaminar paquetes de datos dentro de la red Internet.
[36] UDP.- Protocolo de Datagrama de Usuario, no orientado a conexión y no confiable.

- Menor sobrecarga para control de flujo, ya que no hay necesidad de asignar espacio de buffer o realizar procesos de gestión de buffer para un tráfico que puede o no llegar.

d) Transporte basado en mensajes: TCP es un protocolo de transmisión a través de *sockets*[37], mientras que SCSI funciona con bloques o mensajes de comandos y de datos, con espacio de memoria preasignado, por lo que en muchos casos se requiere menor gestión de *bufferes* y menor operación de copia de datos.

e) Mayor fluidez de las transferencias: Los adaptadores Ethernet trabajan normalmente en el nivel de tramas Ethernet, con lo que todas las segmentaciones y recomposiciones de nivel superior en datagramas IP, o sockets de nivel TCP, requieren la intervención del procesador anfitrión. Los adaptadores *Fibre Channel* normalmente realizan la recomposición de las tramas en secuencias, y entregan al protocolo de nivel superior la secuencia completa para que la procese el procesador anfitrión. Esto significa, por ejemplo, que puede haber menos interrupciones del procesador, y menos conmutaciones de contexto.

e) Operaciones con direcciones reales: los protocolos SCSI trabajan en el núcleo (*Kernell*[38]); no hay necesidad de conmutar entre el contexto del usuario y el contexto del núcleo, y se pueden utilizar direcciones reales en todas las operaciones, dando menos traducciones de direcciones virtuales a físicas.

1.10 TECNOLOGÍAS ADICIONALES DE ALMACENAMIENTO[8-12]

No hace mucho tiempo, las decisiones sobre el almacenamiento y las operaciones de la red eran simples. Habían pocas opciones, un número menor de fabricantes y pocas tecnologías.

---

[37] Sockets.- Puntos terminales de conexión creados por el transmisor y receptor para obtener servicio TCP.

[38] Kernell.- También conocido como núcleo, es la parte fundamental de un sistema operativo, es el responsable de facilitar a los distintos programas acceso seguro al hardware de la computadora, además ejecuta procesos y comunicación entre estos, incluyendo sincronización de eventos, administrar rutinas de entrada y salida, etc.

Actualmente, existen más fabricantes, más metodologías de almacenamiento conectadas en red y nuevas tecnologías son lanzadas diariamente.

La manera tradicional de interconectar los dispositivos de almacenamiento a los computadores ha sido a través de una arquitectura de bus. Son conexiones dedicadas a un solo servidor, que es quien gestiona todo el movimiento de datos desde y hacia el almacenamiento. Este modelo es el que ahora se denomina DAS (*Direct Attached Storage*, almacenamiento directamente conectado), ha evolucionado a lo largo del tiempo dotando de inteligencia sobre la gestión de los datos a la parte del almacenamiento.

En las redes de almacenamiento (SAN) los elementos que entran a interactuar son los mismos que en el modelo anterior. La tecnología que hace posible una SAN es el estándar *Fibre Channel*. Existe otro modelo para compartir almacenamiento a través de una red: el denominado NAS (*Network Attached Storage*, almacenamiento conectado a red). Un dispositivo NAS se conecta directamente a las redes de datos tradicionales basadas en TCP/IP a través de interfaces Ethernet y pone a disposición de los equipos de esta red el almacenamiento que gestiona mediante un protocolo de sistema de archivos en red. Cada uno de los modelos tiene aplicaciones específicas y son compatibles entre sí.

1.10.1 SAS (ALMACENAMIENTO CONECTADO AL SERVIDOR) [8].

Una de las desventajas de los servidores SAS (*Server Attached Storage*) ha sido la dualidad almacenamiento / sistema operativo. Un servidor de propósito general de este tipo ejecuta concurrentemente una gran variedad de tareas. Realiza desde ejecuciones de aplicaciones hasta manipulación de bases de datos, pasando por servicios de gestión de ficheros, de impresión, provisión de comunicación, chequeo de la integridad de los datos, así como muchas otras labores de mantenimiento.

Esto significa que todas las peticiones de datos solicitadas por un cliente deben competir continuamente con todas estas tareas. A medida que aumenta el número de usuarios que llegan hasta el sistema centralizado de almacenamiento, el acceso a los archivos hace que el rendimiento global caiga

en picada, especialmente en el caso de peticiones por parte de los usuarios. Durante años, una de las actividades más cruciales de los administradores de red ha sido mantener el nivel de rendimiento del sistema por encima de un mínimo para poder responder a las peticiones de los usuarios en un tiempo prudente.

En un sistema SAS, el administrador debe parar el servidor para instalar nuevos dispositivos o para mejorar los ya existentes. Después, se verá obligado a reiniciar para que todo continúe por su cauce habitual. Esto crea habitualmente tiempos de espera inaceptables.

Otra limitación impuesta por las arquitecturas SAS es la distancia definida por la interfaz entre conexiones en paralelo de los *mainframes* y las SCSI de los servidores. En las arquitecturas SAS la separación de los clientes y los servidores se sitúa a unos pocos metros. En la figura 1.26 se muestra un esquema típico de implementación de sistemas SAS.

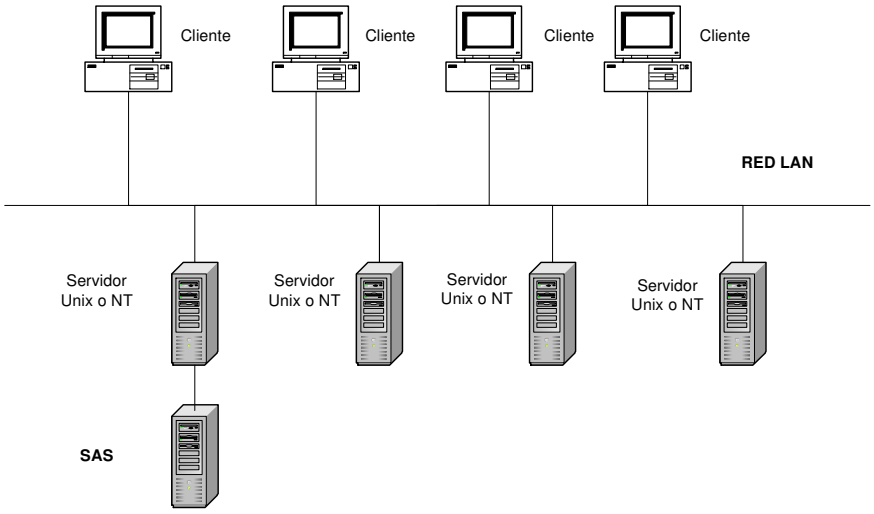


Figura 1.26 Modelo SAS [8]

1.10.2 DAS (ALMACENAMIENTO CONECTADO DIRECTO) [8]

Tradicionalmente, la forma estándar de conectar servidores con dispositivos de almacenamiento ha sido de forma directa, conexiones SCSI uno-a-uno. Mientras más almacenaje y servidores se integran para cumplir las necesidades, un ambiente DAS (*Direct Attached Storage*) puede provocar

abundantes islas de almacenaje y de servidores, creando una gran carga administrativa, así como una ineficiente utilización de los recursos. Este ambiente también limita la posibilidad de compartir información.

1.10.3 NAS (ALMACENAMIENTO CONECTADO A LA RED) [8] [10] [11].

La tecnología NAS (*Network Attached Storage*) surgió en la década de los 90, como una solución para el almacenamiento compartido de archivos. Los clientes necesitaban grandes discos para almacenar archivos que podrían ser accedidos simultáneamente por usuarios de Unix y Windows.

Un sistema NAS se lo puede definir como un sistema independiente de almacenamiento compartido que se conecta directamente a la red, como se muestra en la figura 1.27. Los clientes envían sus peticiones de archivos directamente al dispositivo NAS, aligerando la carga de trabajo de aquellos servidores destinados a las aplicaciones.

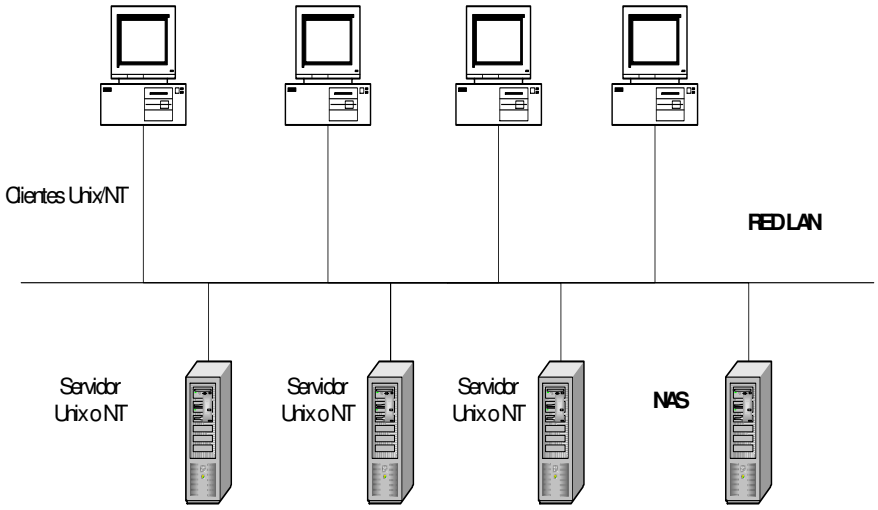


Figura 1.27. Modelo NAS [8]

Una arquitectura NAS está típicamente conformada por un servidor de NAS, que es el responsable de asignar espacio de almacenamiento y evitar colisiones entre clientes cuando ellos solicitan archivos. Todos estos clientes y servidores están conectados a través de un protocolo de red tal como TCP/IP y para el intercambio de archivos se utilizan aplicaciones como NFS (*Network File System*) o CIFS (*Common Internet File System*).

Las arquitecturas NAS tienen privilegios específicos sobre el *Kernell* del sistema operativo y el administrador de archivos para trabajar de manera autónoma, independientemente de otras aplicaciones y, por lo tanto, evitando una carga de trabajo excesiva.

Los dispositivos NAS son relativamente fáciles de mejorar, convirtiendo las ineficaces actualizaciones de almacenamiento en simples procesos de "enchufar y listo", que no implican la paralización de la red a causa de desconexión del servidor principal.

Una de las causas de la buena aceptación que están teniendo las infraestructuras NAS son las diferentes capacidades y rendimientos disponibles. A medida que los negocios se globalizan y se ajustan más y más a un tiempo determinado, un número mayor de aplicaciones se convierten en críticas y con unos requerimientos de 24 horas al día, 7 días a la semana y 365 días al año. Los candidatos que encajan perfectamente en este perfil son: servidores de Internet y de correo y cualquier tipo de servicio con requerimientos constantes, como información en tiempo real, redes privadas virtuales para comercio electrónico e Intranets.

1.11 COMPARACIÓN ENTRE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO [10] [11] [12]

Como se ha analizado anteriormente, existen diferentes tecnologías de almacenamiento que han evolucionado conforme se han ido incrementando las diferentes necesidades de almacenar información; dichas tecnologías no se pueden considerar excluyentes y cada una de ellas responde a necesidades concretas en mayor o menor medida.

En la tabla 1.1 se muestra en forma resumida las ventajas y desventajas que presenta cada una de estas tecnologías de almacenamiento, enfocándose mucho más a las tecnologías NAS y SAN que son las que en la actualidad han presentado un mayor desarrollo tecnológico.

SAN y NAS son las dos tendencias de consolidación de almacenamiento que se están imponiendo en el mercado. Pero se debe aclarar que ambas

soluciones no son excluyentes. A pesar de las diferencias, SAN y NAS realmente se pueden complementar una a otra ya que cada una está diseñada para diferentes tipos de aplicaciones. De forma creciente, las NAS están utilizando SANs para resolver problemas asociados con la expansión del almacenamiento, respaldo y recuperación. Aunque las dos son complementarias, NAS no ofrece el rango completo de beneficios para una empresa, ofrecidos por SAN.

RED	VENTAJAS	DESVENTAJAS
DAS	1.-Baja inversión inicial. 2.- Instalación sencilla y rápida.	1.-Recursos de almacenamiento que se tornan insuficientes con el tiempo. 2.-Presenta limitaciones de distancia y ancho de banda. 3.-El acceso a los datos depende del servidor de aplicaciones. 4.-Administración limitada y de alto costo en ambientes heterogéneos. 5.-Escalabilidad e interoperatividad limitadas 6.-No presenta redundancia. 7.-El tráfico dentro de la red se vuelve lento.
NAS	1.- Es una arquitectura específica orientada al servicio de archivos por lo tanto es más eficiente, confiable y disminuye los puntos de falla. 2.- Se incorpora un servidor dedicado específicamente a tareas de almacenamiento. 3.- Optimización del almacenamiento mediante la compartición de archivos de diferentes plataformas operativas. 4.- Fácil de implementar y administrar. 5.- Costos de implementación relativamente baratos.	1.- Genera mucho tráfico dentro de la red en entornos donde existen clientes con mucha demanda de archivos.
SAN	1.- Consolidación de almacenamiento 2.- Disponibilidad presentando caminos alternos que descongestionan el tráfico. 3.- Se crea una red donde toda la gestión y administración se encuentra centralizada. 4.- Todas las tareas de backup se realizan sin pasar por el servidor lo que evita la congestión dentro de la red. 5.- Soportan la duplicación de la información ya sea en el centro primario de datos o en un sitio remoto a modo de protección contra desastres locales. 6.- Escalabilidad no presentando limitaciones en cuanto al crecimiento.	1.- Costos elevados de implementación pero con recuperación de la inversión a corto y largo plazos.

Tabla 1.1 Ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías de almacenamiento [21]

Comparación entre SAN y NAS. [10][11]

A continuación en la tabla 1.2 se presenta un esquema comparativo entre estas dos tecnologías de almacenamiento.

Los dispositivos NAS ofrecen un elevado nivel de rendimiento y fiabilidad a un bajo costo, son excelentes para la compartición y el almacenamiento de datos,

sobre todo en entornos heterogéneos. Aún así, estos dispositivos sólo pueden suministrar archivos, no bloques de datos, lo que limita su utilidad.

Las redes SAN, por su parte, son muy escalables y ofrecen un altísimo nivel de flexibilidad, pudiendo añadirse capacidad de almacenamiento a la red SAN y asignando dicha capacidad al servidor que la necesite.

ÍTEM	TECNOLOGÍA	
	NAS	SAN
Definición	Es un dispositivo servidor de archivos que se conecta directamente a una red LAN existente y sirve datos de archivos a clientes de dicha red.	Es una red de alta velocidad que alberga datos de servidores de aplicaciones.
Tipo de Almacenamiento	Archivos Compartidos	Bloques
Protocolos	Los dispositivos NAS utilizan un protocolo IP para suministrar los archivos a los clientes.	Las redes SAN utilizan un protocolo Fibre Channel para suministrar los bloques de datos a los servidores.
Forma de Almacenar	Los dispositivos NAS se asemejan a los servidores de red que suministran los archivos a los clientes.	Las redes SAN parecen un medio de almacenamiento adicional para los servidores
Acceso a la información	Los dispositivos NAS suministran archivos previa solicitud.	Las redes SAN conceden el acceso directo de los discos
Backup	Cada dispositivo NAS realiza su propio backup en forma separada utilizando la red LAN.	El backup es automático y se realiza entre dispositivos de almacenamiento sin intervención de la red LAN
Administración	Instalación simple	Ubicación de almacenamiento flexible
Disponibilidad	Si el servidor NAS falla, el sistema colapsa completamente.	Si alguno de los servidores falla, el servidor puede ser separado hasta que el daño sea reparado sin que la red deje de funcionar.
Escalabilidad	Cuando el dispositivo NAS tiene su capacidad de almacenamiento completa, el único modo de aumentar el espacio es comprar otro dispositivo, dividir los datos entre los dos.	Crecimiento infinito, permitiendo añadir y reubicar dispositivos, siendo automáticamente reconocidos por cualquier servidor.
Capacidad	Terabytes	Petabytes
Consumidor	Clientes o Servidores	Servidores
Aplicaciones	Son utilizadas para consolidar almacenamiento en entornos donde interesa compartir información y donde los requisitos de rendimiento no son críticos.	Son la opción adecuada cuando se espera un volumen de almacenamiento muy elevado, o los servicios que hace uso del almacenamiento tienen requisitos de rendimiento crítico.

Tabla 1.2 Comparación SAN vs. NAS [21]

Como una alternativa se ha creado una red híbrida para el almacenamiento de datos que consiste en conectar un dispositivo NAS en una red SAN ya implementada. Se utiliza al dispositivo NAS como un servidor de acceso a la red SAN, con lo cual se dispondrá de acceso a todos los datos de dicha red, independientemente de la plataforma que en que se encuentren. Desde el punto de vista técnico, se creará un dispositivo NAS que utilice la red SAN para aumentar su espacio de almacenamiento disponible.

CAPÍTULO 2

FIBRE CHANNEL

2.1 INTRODUCCIÓN [13]

El comité encargado del desarrollo de la tecnología *Fibre Channel* fue establecido dentro del ANSI (Instituto Nacional de Estándares Americanos) en 1989. La meta original era establecer una tecnología de conectividad con un interfaz serial y transportado por líneas de Fibra Óptica.

Para garantizar la interoperatividad entre productos, tres de las más grandes compañías: IBM, *Hewlett Packard* y *Sun Microsystems Inc*. dieron el impulso inicial de la tecnología *Fibre Channel*, formando en 1991 el FCSI (FCSI: *Fibre Channel Systems Initiative,* Iniciativa de Sistemas *Fibre Channel)*. Desde el comienzo, FCSI fue creada para ser una organización temporal ya que en 1995 fue creada la *Fibre Channel Association (Asociación Fibre Channel).*

Fibre Channel fue aceptado como un estándar de la ANSI en 1994. *Fibre Channel* fue públicamente presentado en *NetWorld Interop trade* en Atlanta en Septiembre de 1995.

Las tendencias que motivaron originalmente la creación de *Fibre Channel* han continuado o se han acelerado. La velocidad de los procesadores, la capacidad de las memorias, discos, cintas y la utilización de las redes conmutadas se han ido incrementando notablemente. Sin embargo, se ha presentado un cuello de botella el momento del intercambio de información, en donde se puede observar que la respuesta de las computadoras a aplicaciones propias es casi instantánea pero cuando se realizan operaciones de entrada/salida de información, o al gestionar los datos almacenados la respuesta se torna lenta.

Las tecnologías *Fibre Channel* y de redes SAN están enfocadas hacia optimizar dicho movimiento de datos entre el servidor y los sistemas de almacenamiento además de gestionar los datos y el acceso a los mismos.

2.2 ANÁLISIS DE *FIBRE CHANNEL* [2]

La transmisión de los datos generalmente toma lugar sobre canales o redes. Un canal provee una conexión directa o una conexión conmutada entre dispositivos; mientras que una red es una estructura de nodos distribuidos (estaciones de trabajo, servidores de archivos, o periféricos) con sus propios protocolos que les permita interactuar entre ellos. Una red tiene relativamente un alto costo y la velocidad es más lenta que la de un canal. Las redes pueden manejar más tareas ya que maniobran en un ambiente de conexión no dedicada, mientras que los canales operan entre solo unos pocos dispositivos con localizaciones predefinidas. *Fibre Channel* busca combinar lo mejor de ambos métodos de comunicación con un nuevo interfaz de E/S (Entrada/Salida).

Fibre Channel es un protocolo de comunicación de computadores diseñado para satisfacer requerimientos relacionados al incremento de la velocidad de transferencia de la información en un enlace serial; entre supercomputadoras, *mainframes*, estaciones de trabajo, computadores de escritorio, dispositivos de almacenamiento, pantallas y otros periféricos.

El protocolo *Fibre Channel* no tiene su propio *set* de comandos; este protocolo simplemente maneja la transferencia de datos entre nodos y de este modo ínter opera con protocolos existentes de capa superior.

El mayor impacto de *Fibre Channel* está en el campo del almacenamiento, en particular, usando SCSI como un protocolo de capa superior, los beneficios del mapeo del *set* de comandos SCSI sobre *Fibre Channel* incluyen:

* Velocidades más rápidas.

* Mayor cantidad de dispositivos que pueden ser conectados conjuntamente.

* Se permiten distancias más largas entre dispositivos.

2.3 CARACTERÍSTICAS DE *FIBRE CHANNEL* [2]

Existen algunas características que lo diferencian de otros estándares, las cuales se describen a continuación.

2.3.1 UNIFICACIÓN DE LOS CANALES DE COMUNICACIÓN DE DATOS, DE RED Y DE ENTRADA/SALIDA (E/S)

Esto permite que el almacenamiento sea desacoplado de los servidores y se gestione de forma separada. De igual manera es posible conseguir que múltiples servidores accedan directamente a los datos como si fueran los suyos propios, siempre que estén coordinados para poder gestionar los datos de forma coherente.

2.3.2 ANCHO DE BANDA

Por definición, *Fibre Channel* ofrece más de 100 MBps para E/S (Entrada/Salida) y para comunicaciones con las arquitecturas actuales, pero para aplicaciones futuras y de acuerdo al mercado, se tienen previstas velocidades que cuadripliquen los 100MBps.

2.3.3 IMPLEMENTACIÓN BARATA

Considerando que *Fibre Channel* utiliza una codificación 8B/10B[39] para todas las transmisiones de datos, la cual limita los componentes de baja frecuencia, permite el diseño de receptores Gigabit acoplados en alterna, utilizando tecnología barata CMOS VLSI[40].

2.3.4 BAJA SOBRECARGA

La tasa de bit errada BER (*Bit Error Rate*) bajísima de 10^{-12} que se consigue utilizando una combinación de hardware fiable y codificación 8B/10B permite una sobrecarga muy baja en el protocolo. Lo que proporciona un uso eficaz del ancho de banda de transmisión y ahorra esfuerzo a la hora de implementar mecanismos de recuperación de errores de bajo nivel.

2.3.5 CONTROL A BAJO NIVEL

Las operaciones locales dependen muy poco de la información local. Esto significa, por ejemplo, que las acciones que realiza un puerto se ven mínimamente afectadas por las acciones que tienen lugar en otros puertos,

---

[39] Codificación 8B/10B.- Su explicación se encuentra en la sección [2.6.2.1] y la tabla de codificación en el Anexo A.
[40] CMOS VLSI.- Tecnología CMOS de integración de muy larga escala.

consecuentemente las computadoras individuales, necesitan mantener muy poca información sobre el resto de la red. Esta característica minimiza la cantidad de trabajo que hay que realizar en niveles superiores.

Por ejemplo, el control de flujo en el nivel físico alivia al procesador anfitrión de gestionar la mayor parte de las tareas de control de flujo. De igual forma, en el nivel físico se realiza una sofisticada detección y corrección de errores, por lo que puede asegurar que, o se entregan los datos intactos, o no se entregan datos en lo absoluto. De esta forma, los protocolos de nivel superior no hacen tanta detección de errores, y pueden ser mucho más eficientes.

2.3.6 TOPOLOGÍA FLEXIBLE

Las topologías de conexión física se definen por:

- Enlaces punto a punto.
- Topologías de bucle de soporte compartido.
- Topologías de red de conmutación de paquetes.

Cualquiera de éstas se puede construir utilizando el mismo hardware, lo que permite a los usuarios adaptar la topología física a las características de conectividad requeridas.

2.3.7 DISTANCIA

La distancia que se puede cubrir variará dependiendo del medio de transmisión que se emplee, si se utiliza fibra óptica, la cual ofrece distancias de transmisión de varios kilómetros, se podría pensar que no se utilizará infraestructura WAN[41] para trabajar remotamente.

2.3.8 DISPONIBILIDAD

La capacidad para interconectar los dispositivos de almacenamiento a múltiples servidores permite que se acceda a los datos a través de múltiples rutas, lo que mejora la disponibilidad, en caso de que falle alguna de estas rutas.

---

[41] WAN (*Wide Area Network*).- Redes de Área Extendida

2.3.9 SERVICIO DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE

Hay mecanismos definidos para múltiples clases de servicios, incluyendo:

- Ancho de Banda dedicado entre parejas de puertos, usando la capacidad máxima del hardware.
- Transmisión multiplexada con múltiples puertos de origen o de destino, con confirmación de recepción.
- Transmisión de datagramas multiplexados sin garantía de entrega y sin acuse de recibo, para una transmisión más eficaz en entornos en los que la recuperación de errores se gestiona en un nivel superior.
- Conexión dedicada con garantía de calidad de servicio configurables en lo que respecta al ancho de banda de transmisión y latencia.
- Multidifusión fiable, con una conexión dedicada que emplee la capacidad máxima del hardware.

2.3.10 ASIGNACIÓN DE PROTOCOLOS ESTÁNDARES

Fibre Channel puede funcionar como un mecanismo de transporte de datos para múltiples protocolos de nivel superior, con asignaciones definidas para IP, SCSI-3, IPI-3[42], HIPPI[43], SBCCS[44]. De todas ellas, las que más comúnmente se utilizan son la asignación para SCSI-3, que se denominan "FCP", y la asignación para ESCON, que se denomina "FICON[45]" o "SBCON[46]", dependiendo del contexto.

2.3.11 AMPLIO SOPORTE DE LA INDUSTRIA

La mayoría de los fabricantes de computadoras, unidades de disco y adaptadores de red están desarrollando en la actualidad componentes de *hardware* y *software* basados en el estándar *Fibre Channel* de la ANSI.

---

[42] IPI-3 *(Intelligent Peripheral Interface – 3).*- Interfaz de Periféricos Inteligentes -3
[43] HIPPI (*High Performance Parallel Interface).*- Interfaz paralelo de alto rendimiento
[44] SBCCS o ESCON/FICON/SBCON.- *Single Byte Command Code Set*, conjunto de códigos de comando monobyte.
[45] FICON (*FIbre CONection Channel).*- Canal de Conexión de Fibra
[46] SBCON (*Single Byte CONection).*- Conexión Monobyte

2.4 ESTRUCTURA DE *FIBRE CHANNEL* [2]

Físicamente *Fibre Channel* puede implementarse mediante un simple enlace punto a punto, múltiples puntos conectados entre si, los cuales conforman una estructura denominada *Fabric* y por ultimo también se tiene la configuración en anillo la cual ha sido denominada *Arbitrade Loop*.

Desde el Punto de vista lógico, *Fibre Channel* está estructurado como un conjunto de funciones jerárquicas, las mismas que se indican y detallan en la figura 2.1.

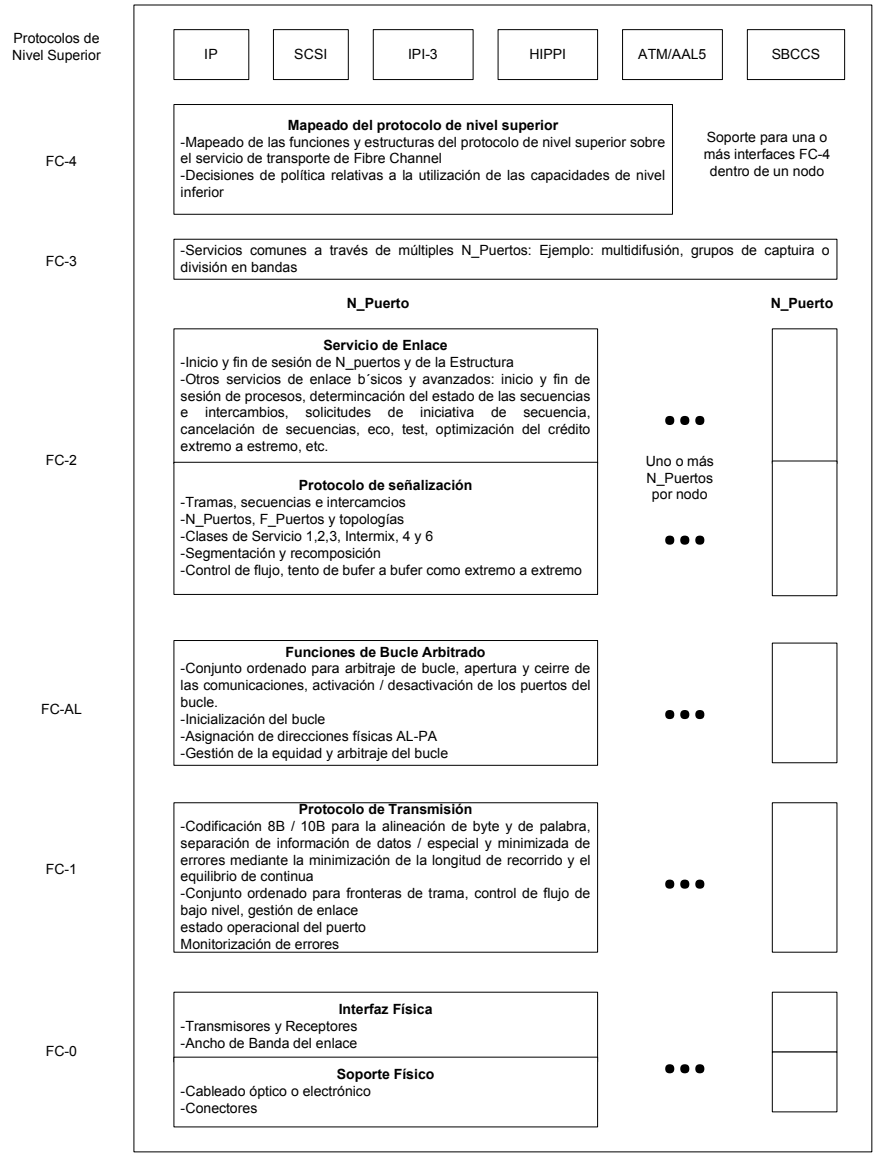


Figura 2.1. Jerarquía *Fibre Channel* [2]

2.4.1 NIVEL FC-0[2]

Este nivel al ser comparado con el modelo de referencia OSI, correspondería a la capa física, es por eso que aquí se definen las características físicas y sus respectivos interfaces ópticos o eléctricos, así como también los diferentes aspectos relacionados a los medios de transmisión.

El nivel FC-0 describe los distintos tipos de soporte físico permitidos, incluyendo fibra óptica monomodo y multimodo, cable coaxial y par trenzado para los enlaces de menor longitud.

Convierte los caracteres de transmisión de 10 bits presentes en el puerto transmisor, en señales serie que atraviesan una "infraestructura de cables" hasta el puerto receptor. Una infraestructura de cables está formada por fibras ópticas u otros medios, con sus respectivos conectores y/o empalmes y mecanismos de puesta a tierra. El nivel FC-0 en el puerto receptor digitaliza y deserializa la señal recibida para formar caracteres de 10 bits con una señal de reloj diferente, los cuales se pasan al nivel FC-1 del puerto receptor. La señal de transmisión es binaria, es decir es una señal de transmisión de dos estados.

Cada conexión FC-0 es un enlace punto a punto, en el que cualquier función de ramificación, conmutación o difusión se gestiona en los niveles superiores del protocolo. Esto simplifica enormemente el diseño del receptor y el transmisor para su funcionamiento a alta velocidad, en comparación con aquellos esquemas que cuentan con múltiples receptores o transmisores en un medio compartido, como es el caso de los buses.

2.4.1.1 Transmisores y receptores

Una implementación FC-0 debe contener un transmisor para la fibra saliente y un receptor para la fibra entrante. En las topologías punto a punto y de *Fabric*[47], los extremos remotos de las dos fibras están conectados al mismo puerto remoto, pero en la topología de bucle arbitrado[48] están conectados a puertos

---

[47] *Fabric* o Estructura.- Su explicación se encuentra en la sección [2.4.3.1]
[48] Bucle Arbitrado.- Su explicación se encuentra en la sección [2.4.3.1]

diferentes del bucle. El nivel FC-0 tiene interfaces digitales con el nivel FC-1 e interfaces analógicas con el medio de transmisión, y debe realizarse la conversión entre los dos formatos para implementar la interfaz.

El receptor debe estar siempre operacional; pero el transmisor, puede tener cuatro estados de funcionamiento:

* Habilitado (capaz de transmitir los bits)
* No habilitado (apagado o transmitiendo continuamente 0_L)
* En Transmisión (enviando bits)
* Fallido (incapaz de funcionar)

El receptor convierte la señal entrante en caracteres con una señal de reloj diferente y presenta los caracteres al nivel FC-1 junto con un reloj de byte sincronizado, el cual requiere algún tipo de circuito de recuperación de reloj como por ejemplo un PLL (lazo asegurado de fase) para la sincronización de bit. Y para la sincronización de byte y de palabra un circuito generador de estados que permita detectar el patrón de bits correspondiente a la "coma[49]" que aparece al inicio de los conjuntos ordenados.

Puesto que el reloj de transmisión se genera en el puerto local y el reloj de recepción proviene de los datos recibidos, es decir de un puerto diferente, las señales de reloj de transmisión y recepción son diferentes en frecuencia y fase, esta diferencia es compensada en el nivel FC-1 mediante un *buffer* FIFO[50].

Cada uno de los enlaces del nivel FC-0 tienen características específicas, es por eso que se ha buscado una manera para nombrarlos; el método o la nomenclatura que se utiliza es la que se muestra en la figura 2.2.

---

[49] Coma.- Es una serie de bits con el patrón b"001 1111" o b"110 0000". Cuando se detecta esta serie de bits, el circuito de sincronización de byte y palabra marca el primer bit como frontera de byte y palabra. Cada décimo bit que siga a este carácter de coma es el inicio de un byte codificado, y cada 40 bits se encontrará situado el inicio de una palabra codificada.

[50] Buffer FIFO (*First In First Out*).- Configuración del buffer de tal manera que el primer dato que entra es el primero en salir.

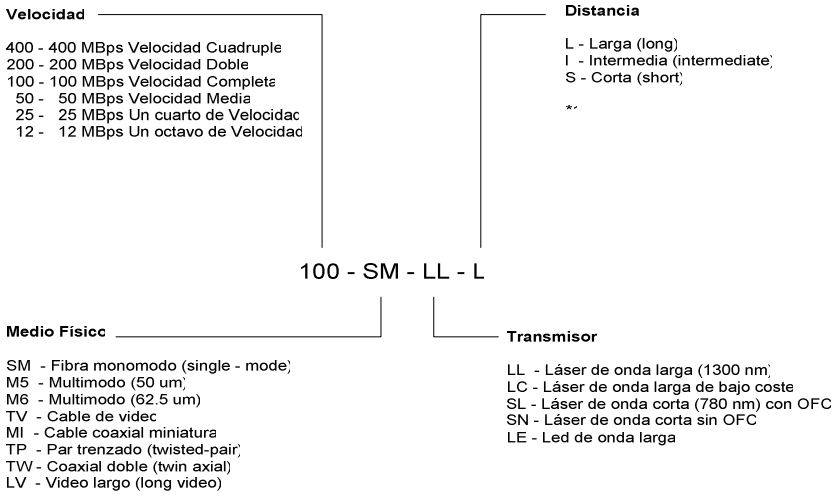


Figura 2.2 Nomenclatura para la descripción de las opciones de infraestructura de cable FC-0 [2]

En la Tabla 2.1 se presentan las diversas opciones ópticas y eléctricas. La tendencia general es que las fibras ópticas se utilicen con las velocidades más elevadas y a mayores distancias, mientras que los enlaces eléctricos se utilicen para distancias más cortas. Además, existe una convergencia creciente hacia las velocidades más elevadas (1 Gigabit y 2 Gigabits).

OPCIÓN	MEDIO DE TRANSMISIÓN				
ÓPTICO	Monomodo (9 µm)	Multimodo (62.5µm)	Multimodo (50µm)	Multimodo (50 µm) sin OFC	
	400 – SM – LL – L	100 – M6 – SL – I	200 – M5 – SL – I	400 – M5 – SN – I	
	200 – SM – LL – L	50 – M6 – SL – I	100 – M5 – SL – I	200 – M5 – SN – I	
	100 – SM – LL – L	25 – M6 – SL – I	50 – M5 – SL – I	100 – M5 – SN – I	
	100 – SM – LL – I	25 – M6 – LE – I	25 – M5 – SL – I		
	50 – SM – LL – I	12 – M6 – LE – I	25 – M5 – LE – I		
	25 – SM – LL – L		12 – M5 – LE – I		
ELÉCTRICO	Video Largo	Video Coaxial	Coaxial Doble	UTP	Coaxial miniatura
	100 – LV – EL – S	100 – TV – EL – S	100 – TW – EL – S	100 – TP – EL – S	100 – MI – EL – S
	50 – LV – EL – S	50 – TV – EL – S	50 – TW – EL – S	50 – TP – EL – S	50 – MI – EL – S
	25 – LV – EL – S	25 – TV – EL – S	25 – TW – EL – S	25 – TP – EL – S	25 – MI – EL – S
	12 – LV – EL – S	12 – TV – EL – S	12 – TW – EL – S	12 – TP – EL – S	12 – MI – EL – S

Tabla 2.1 Opciones definidas de infraestructura de cable. [2]

En la práctica las opciones tecnológicas más utilizadas son la velocidad completa y la velocidad doble, con tecnologías SL y LL; y el par trenzado o el cable coaxial para enlaces de corta distancia. Para asegurar la interoperatividad entre los componentes de diferentes fabricantes, las características de señalización de los transmisores y los receptores deben ser compatibles. *Fibre Channel* impone una serie de requisitos a las interfaces de

señalización y detección para asegurarse de que los componentes que se ajusten a la norma sean capaces de mantener un BER[51] de 10^{-12}.

2.4.1.2 Enlace con fibra óptica monomodo

Los enlaces con mayores prestaciones tanto en velocidad y distancia, son los que utilizan fibra óptica monomodo. En la tabla 2.2 se detallan las especificaciones técnicas para este tipo de enlaces.

Parámetro	Unidad	400-SM-LL-L	200-SM-LL-L	100-SM-LL-L	100-SM-LL-I	50-SM-LL-L	25-SM-LL-L	25-SM-LL-I
Velocidad de datos FC-0 y de la infraestructura de cable	MBps	400	200	400	400	400	400	400
Tasa de bits nominal/1062,5	Mbaudios	4	2	4	4	4	4	4
Rango de funcionamiento (típico)	m	2-2K	2-2K	2-2K	2-2K	2-2K	2-2K	2-2K
Pérdidas admisibles	dB	6	6	6	6	6	6	6
Pérdidas de dispersión	dB	1	1	1	1	1	1	1
Pérdidas de reflexión	dB	1	1	1	1	1	1	1
Dispersión infraestructura de cable	ps/nmKm	12	12	12	12	12	12	12
TRANSMISOR								
Min. Longitud de onda central	nm	1270	1270	1270	1270	1270	1270	1270
Máx.. Longitud de onda central	nm	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355
Anchura espectral RMS	nm (máx)	6	6	3	6	3	6	30
Potencia lanzada, máx.	dBm (prom.)	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Potencia lanzada, mín.	dBm (prom.)	-12	-12	-9	-12	0	-9	-12
Tasa de extinción	dB (mín.)	9	9	9	9	3	6	6
RIN12 (máximo)	dB/Hz	-116	-116	-116	-116	-114	-112	-112
Apertura de ojo @ BER=10exp(-12)	% (mín.)	57	57	57	57	61	63	63
Fluctuación de fase determinista	% (p - p)	20	20	20	20	20	20	20
RECEPTOR								
Potencia recibida, mín.	dBm (prom.)	-20	-20	-25	-20	-25	-25	-20
Potencia recibida, máx.	dBm (prom.)	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Perdida de potencia en la ruta óptica	dB (máx.)	2	2	2	2	2	2	2
Perdida de retorno de receptor	dB (mín.)	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 2.2 Especificaciones para enlaces de F.O. monomodo[2]

Para todos los enlaces, las pérdidas admisibles se calculan tomando la diferencia entre la potencia de salida mínima del transmisor y la sensibilidad del receptor y restando 2 dB para tener en cuenta la suma de las pérdidas de dispersión y reflexión. La pérdida más difícil de medir en los cables de F.O. es la pérdida de retorno óptico, ésta describe la relación entre la potencia óptica transmitida y la potencia reflejada de vuelta al transmisor, la pérdida de retorno especificada para toda la infraestructura de cable con un receptor conectado es de 12 dB.

---

[51] BER (*Bit Error Rate).*- Tasa de Bits Errados.

Los enlaces de F. O utilizan conectores SC dúplex y deben cumplir con las especificaciones de seguridad de funcionamiento de láser de clase 1, esto quiere decir que el sistema no puede causar daño ocular bajo ninguna condición.

2.4.1.3 Enlace con fibra óptica multimodo

Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla 2.3.

Parámetro	Unidad	200-M5-SL-I	100-M5-SL-I	50-M5-SL-I	25-M5-SL-I	25-M6-LE-I	25-M5-LE-I
Velocidad de datos FC-0 y de la infraestructura de cable	MBps	400	200	100	100	25	25
Tasa de bits nominal/1062,5	Mbaudios	2	1	1/2	1/4	1/4	1/4
Rango de operación (normal)	m	2-300	2-500	2-1K	2-2K	2-1,5K	2-1,5K
Diámetro de nucleo de fibra	um	50	50	50	50	62,5	50
Pérdidas admisibles	dB	6	6	8	12	6	5,5
Fibra Multimodo Ancho de Banda @ 850 nm @ 1300 nm	MHz-Km	500	500	160	500	160	500
	MHz-Km	500	500	500	500	500	500
Apertura numérica		0,20	0,20	0,20	0,20	0,275	0,275
TRANSMISOR							
Tipo		láser	láser	láser	láser	LED	LED
Min. Longitud de onda central	nm	770	770	770	770	1280	1280
Máx.. Longitud de onda central	nm	850	850	850	850	1380	1380
Amplitud espectral RMS	nm (máx)	4	4	4	4		
Amplitud espectral FWHM	nm (máx)						
Potencia lanzada, máx.	dBm (prom.)	1,3	1,3	1,3	0	-14	-17
Potencia lanzada, mín.	dBm (prom.)	-7	-7	-7	-5	-20	-23,5
Tasa de extinción	dB (mín.)	6	6	6	6	9	9
RIN12 (máximo)	dB/Hz	-116	-114	-114	-112		
Apertura de ojo @ BER=10exp(-12)	% (mín.)	57	61	61	63		
Fluctuación de fase determinista	% (p - p)	20	20	20	20	16	16
Fluctuación de fase aleatoria	% (p - p)					9	9
Tiempo de subida / bajada óptica	ns (máx)					2/2,2	2/2,2
RECEPTOR							
Potencia recibida, mín.	dBm (prom.)	-13	-13	-15	-17	-26	-29
Potencia recibida, máx.	dBm (prom.)	1,3	1,3	1,3	0	-14	-14
Perdida de retorno de receptor	dB (mín.)	12	12	12	12		
Fluctuación de fase determinista	% (p - p)					19	19
Fluctuación de fase aleatoria	% (p - p)					9	9
Tiempo de subida / bajada óptica	ns (máx)					2,5	2,5

Tabla 2.3 Especificaciones para enlaces de F.O. multimodo [2]

La fibra óptica dispone de conectores específicos, los más importantes son los que se detallan a continuación:

a) Conectores SC

Es probablemente el conector de fibra óptica más usado, remplazando al conector ST y es utilizado tanto en fibra monomodo como en fibra multimodo y viene de forma simple o doble.

b) Conectores de alta densidad

Los conectores de alta densidad representan la próxima generación de conectores de fibra óptica; como su diseño es mucho más pequeño permite muchas más conexiones en pequeños espacios. Los tipos más populares de conectores de alta densidad son el LC y el MT, utilizan la misma tecnología óptica, es decir sirven para fibra monomodo y multimodo.

2.4.1.4 Enlaces eléctricos con cable coaxial de 75 ohmios y par trenzado

Fibre Channel permite implementar enlaces eléctricos para cubrir distancias mucho menores a las que se obtienen si se empleara fibra óptica, adicionalmente estos enlaces abaratan la implementación, las especificaciones se detallan en la tabla 2.4.

Los conectores que se utilizan para enlaces con cable coaxial son: BNC macho en el extremo transmisor y TNC en el extremo receptor y para el cable coaxial miniatura se utiliza conectores mini-coaxial estándares en ambos extremos.

Los enlaces de par trenzado utilizan el cable STP (*shield twisted pair*) de 150Ω, los conectores que se pueden utilizar son:

* Estilo 1.- DB- 9.
* Estilo 2.- Basado en el conector HHSSDC.
* SCA-2 de 40 pines.

a) Conectores DB9

Es el conector estándar para redes SAN, sin embargo muchos fabricantes están cambiándose a HSDDC por su confiabilidad y su menor tamaño; existen dos tipos de cableado de cobre: el cobre pasivo y el cobre activo.

Parámetro	Unidad	100-TV-EL-S 100-MI-EL-S 100-TP-EL-S	50-TV-EL-S 50-MI-EL-S 50-TP-EL-S	25-TV-EL-S 25-MI-EL-S 25-TP-EL-S
Velocidad de datos FC-0 y de la infraestructura de cable	MBps	100	50	25
Velocidad de bit/1062,5	Mbaudios	1	1/2	1/4
Distancia de funcionamiento				
Video coax.	m	0-25	0-50	0-75
Mini-coax.	m	0-10	0-15	0-25
Par trenzado	m	< 1	< 1	0-50
S11 potencia reflejada @ velocidad de bit 0,1-1,0				
Video coax.	dB	-15	-15	-15
Mini-coax.	dB	-7	7	7
Par trenzado	dB			
Atenuación @ velocidad de bit 0.5				
Video coax.	dB/m	0,288	0,167	0,096
Mini-coax.	dB/m	0,62	0,46	0,31
Par trenzado	dB/m			0,138
Pérdidas por conector				
Video coax.	dB	0,25	0,25	0,25
Mini-coax.	dB	0,5	0,5	0,25
Par trenzado	dB	0,25	0,25	0,25
TRANSMISOR				
Tipo		ECL/PECL	ECL/PECL	ECL/PECL
Tensión de salida (p-p)				
Máxima	m V	1600	1600	1600
Mínima	m V	600	600	600
Fluctuación de fase determinista	% (p - p)	10	10	10
Fluctuación de fase aleatoria	% (p - p)	12	12	8
Tiempo de subida / bajada 20-80 %	ns (máx)	0,4	0,6	1,2
RECEPTOR				
Sensibilidad de datos mín.	mv (p-p)	200	200	200
Tensión de entrada máx.	mv (p-p)	1600	1600	1600
S11@ (velocidad de bit 0,1-1,0)	dB	-17	-17	-17
Perdidas de retorno conector mín. (0,3 MHz- 1GHz)				
Video coax.	dB	20	20	20
Mini-coax.	dB	15	15	15
Par trenzado	dB	-	-	12

Tabla 2.4 Especificaciones para enlaces por cable eléctrico [2].

El Pasivo DB-9 tiene 4 pines, dos para transmisión y dos para recepción; mientras que en el Activo DB-9 adicionalmente a los dos pares que son usados para transmitir y recibir 4 pines son para transmitir energía.

b) Conectores HSSDC (High Speed Serial Direct)

Los HSSDC fueron diseñados para trabajar como conectores Gigabit alcanzando velocidades de hasta 2.125 GB. Las razones por las que han comenzado a remplazar al DB-9, es que son más pequeños y su ciclo de vida es más largo, la elaboración de un cable con conectores HSSDC es mucho más sencilla y rápida debido a su innovador sistema de cierre plástico a presión.

Existen otros dispositivos que son utilizados para la interconexión de enlaces de cobre y fibra óptica, a continuación se presenta una breve descripción de los mismos.

GBIC (Gigabit Interface Converters)[4]

Los GBICs (*Gigabit Interface Converters*, Convertidores de Interfaz Gigabit), son *transceivers* removibles usados en todos los tipos de dispositivos de fibra óptica y de cobre, incluyendo *switches*, hubs, y HBAs; son ampliamente utilizados en *Fibre Channel* y en otras tecnologías de red.

Su principal función es la de convertir las señales eléctricas generadas por los diferentes dispositivos en señales ópticas. Los GBICs pueden ser conectados en caliente, es decir sin necesidad de apagar o desconectar el dispositivo, son fáciles de configurar y remplazar, trabajan a velocidades de 1063 MB/segundo.

GLM (Gigabit Link Modules)

Los GLMs (*Gigabit Link Modules*: Módulos de Enlace *Gigabit*), fueron usados en las primeras aplicaciones de *Fibre Channel*; son una alternativa más barata a los GBICs, pero se sacrifican las características de manejo en caliente y de fácil instalación, aparte de esto las características son similares a las de los GBICs manejando velocidades de 266 MB/segundo y de 1063 MB/segundo.

MIA (Media Interface Adapters)

Los MIA (*Media Interface Adapters*, Adaptadores de Interfaz de Medio) pueden ser usados para facilitar la conversión de un interfaz de fibra óptica a cobre o

viceversa. Típicamente, los MIA son conectados a los adaptadores del bus del host, pero pueden también ser usados con *switches* y hubs. Sí un *hub* o *switch* solo soporta conexiones de cobre o de fibra, los MIA pueden ser usados para convertir la señal al tipo de medio apropiado, cobre o fibra.

2.4.2 NIVEL FC-1[2]

Cuando se transmiten datos a alta velocidad a través de un enlace eléctrico u óptico, hay diversas razones por las que se vuelve importante codificar los datos que están siendo enviados, las cuales son:

* Mejorar las características de transmisión.
* Permitir la recuperación de reloj en el nivel de bit.
* Mejorar la detección de errores.
* Separar los bits de datos de los bits de control.
* Obtener la sincronización de byte y de palabra.

2.4.2.1 Codificación de datos.

En una red *Fibre Channel*, la información se transmite utilizando un código de datos 8B/10B. Toda la información transmitida a través de los enlaces se codifica de 8 en 8 bits dentro de un "caracter de transmisión" de 10 bits, y luego se envía en serie bit a bit. Los bits recibidos a través de una estructura se recolectan de 10 en 10 bits, y los caracteres de transmisión utilizados para datos, que se denominan caracteres de datos, se decodifican para obtener los correspondientes 8 bits de datos. El código de transmisión de 10 bits soporta las 256 combinaciones posibles de 8 bits. Algunos de los restantes caracteres de transmisión de 10 bits se utilizan como caracteres especiales, que son distinguibles de los caracteres de datos y se emplean para control.

Para mejorar la detección de errores, el código utiliza la idea de Disparidad Dinámica (*Running Disparity*), que es la disparidad entre el número de unos y de ceros transmitidos. Cada byte de datos que hay que transmitir tiene asignados dos caracteres de transmisión (palabras código) de 10 bits (que

pueden ser idénticos), uno de ellos con 5 o 6 unos, y el otro con 5 o 4 unos. El emisor lleva la cuenta de la disparidad dinámica y selecciona el caracter de transmisión que mantenga dicha disparidad tan próxima a cero como sea posible. De esta forma, algunos errores de transmisión que convierten un caracter de transmisión en otro caracter de transmisión válido pueden continuar siendo detectados como errores, dado que afecta a la disparidad dinámica.

La codificación 8B/10B garantiza que se den suficientes transiciones en el flujo de bits como para hacer que la recuperación de reloj sea posible en el extremo receptor. Además, el código también proporciona una cadena de 7 bits definidos, que se produce solo al principio del primer byte de una palabra de control, lo que permite una sincronización simple de byte y de palabra.

Para mayor detalle respecto de este tipo de codificación en el ANEXO A se muestran las diferentes tablas de codificación.

2.4.2.2 Convenios de notación

FC-1 utiliza una notación especial con letras para describir los bits de información y las variables de control.

Un byte de información FC-1 no codificado está compuesto de 8 bits de información, que se denotan mediante las letras A a H y las variables de control Z. Esta información se codifica en bits que se denotan como: a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, que representan los bits del caracter de transmisión de 10 bits, como se muestra en la figura 2.3.

	Datos									
Notificación de bit FC-2:	7	6	5	4	3	2	1	0		**Variable de control**
	|	|	|	|	|	|	|	|		|
Notación de bit FC-1 sin codificar:	H	G	F	E	D	C	B	A		**Z**
Notación de bit FC-1 codificada:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j

Figura 2.3 Comparación entre convenios de notación de letras y números. [2]

Cada caracter de transmisión recibe un nombre utilizando el siguiente convenio: Zxx.y, donde cada una de las letras tiene el significado que se detalla a continuación:

Z: Es la variable de control del byte de información FC-1 no codificado

Si Z = D: se trata de un caracter de datos

Si Z = K: se trata de un caracter de control

xx: Es el valor decimal del número binario compuesto por los bits E, D, C, B y A del byte de información FC-1 no codificado, en dicho orden.

y: Es el valor decimal del número binario compuesto por los bits H, G y F del bit de información no codificado, en dicho orden.

En la figura 2.4 se muestra un ejemplo de aplicación de lo antes mencionado.

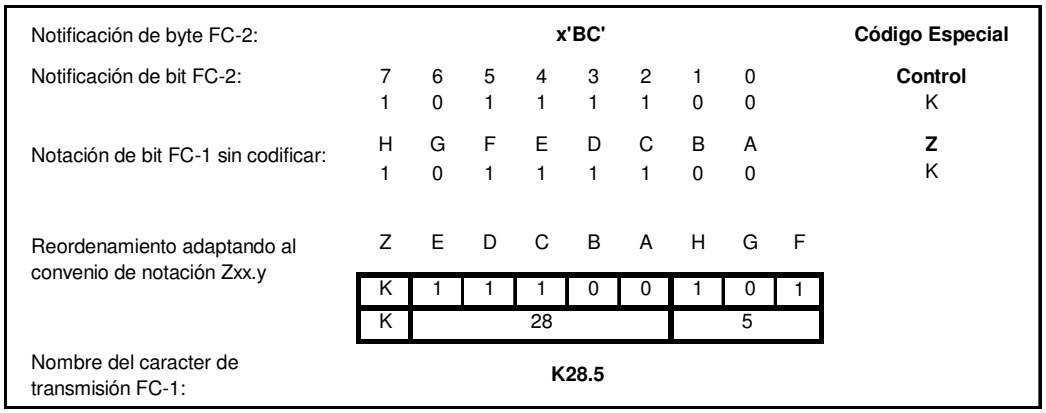


Figura 2.4. Ejemplo de conversión de un *byte* FC-2 a la notación de caracteres de transmisión FC-1. [2]

2.4.2.3 Codificación y Decodificación de Caracteres

La conversión de *bytes* de datos o *bytes* especiales en caracteres de transmisión se lleva a cabo basándose en los agrupamientos de 5 y de 3 bits mencionados, utilizando subbloques independientes de codificación y decodificación 5B/6B[52] y 3B/4B[53].

Dentro del código de transmisión 8B/10B, los caracteres de transmisión se etiquetan como: a, b, c, d, e, f, g, h, i, j. Los subbloques HGF y EDCBA del byte

---

[52] Código 5B/6B [2] [9].- Definición y tabla de codificación se mencionan en el Anexo A.2.
[53] Código 3B/4B [2][9].- Definición y tabla de codificación se mencionan en el Anexo A.1.

no codificados se convierten en los subbloques (fghj) y (abcdei) de los caracteres de transmisión codificados, respectivamente. A cada subbloque se le asigna uno de dos posibles subbloques idénticamente codificados dependiendo de la disparidad dinámica actual.

Después del encendido o al salir del modo de diagnóstico, el transmisor asume un valor negativo para su disparidad dinámica inicial. La disparidad dinámica actual se calcula después de la transmisión de cada subbloque. La disparidad dinámica al principio del subbloque de 6 bits es la disparidad dinámica al final del último caracter. La disparidad dinámica al final del caracter de transmisión es la que hubiera al final del subbloque de 4 bits.

Para calcular la disparidad dinámica para los subbloques, se deben considerar las siguientes reglas:

La disparidad dinámica al final de cualquier subbloque es positiva si:

* El subbloque codificado contiene más unos que ceros.

* Si el subbloque de 6 bits es b'00 0111'.

* Si el subbloque de 4 bits es b'0011'.

La disparidad dinámica al final de cualquier subbloque es negativa si:

* El subbloque codificado contiene más bits con valor cero que con uno.

* Si el subbloque de 6 bits es b'11 1000'.

* Si el subbloque de 4 bits es b'1100'.

En caso contrario, la disparidad dinámica al final del subbloque es la misma que al principio del subbloque.

Para limitar la longitud máxima de bits ceros y unos consecutivos entre subbloques, las reglas del código de transmisión 8B/10B especifican que los subbloques codificados como b'00 01111' o b'0011' sólo se generan cuando la disparidad dinámica al principio del subbloque sea positiva; por tanto, la

disparidad dinámica al final de estos subbloques también será positiva. De la misma forma, los subbloques que contienen b'11 10000' o b'1100' se generan sólo cuando la disparidad dinámica al final de estos subbloques también será negativa.

2.4.2.4 Transmisión, recepción y detección de Errores

Cuando el nivel FC-1 recibe un byte para ser transmitido procedente del nivel FC-2, utiliza:

- El byte que va a transmitir.
- El indicador de byte de datos o de control.
- La disparidad dinámica actual para determinar el caracter de transmisión codificado que hay que transmitir.

Estos factores determinan los bits codificados que se enviarán. En la figura 2.5 se muestra el diagrama de bloques de una estructura lógica utilizada para codificación.

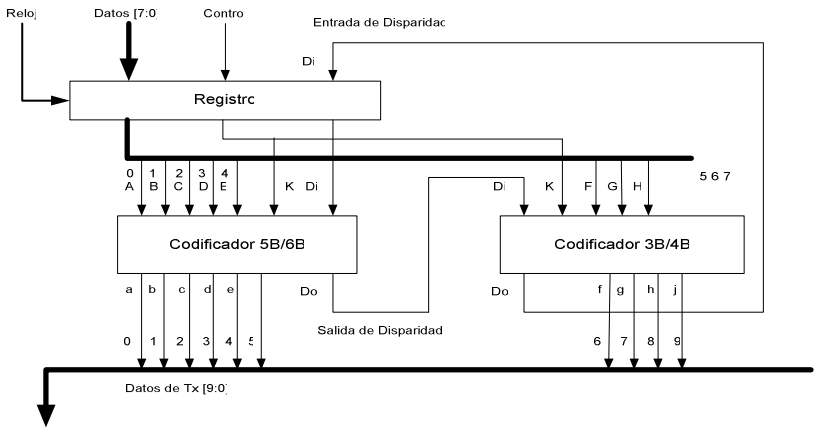


Figura 2.5 Estructura lógica de ejemplo de un codificador 8B/10B. [2]

A través del enlace serie, se transmite primero "a" seguido por los bits "b, c, d, e, i, f, g, h y j", en ese orden. Esto es lo mismo que decir que los subbloques de 6 y 4 bits se transmiten en lo que correspondería a un orden que va del bit menos significativo al bit más significativo.

Los bytes de la palabra se transmiten en un orden que va del más significativo al menos significativo, para ajustarse al convenio utilizado en el nivel FC-2. El orden de transmisión de todos los bits de una palabra se muestra en la figura 2.6.

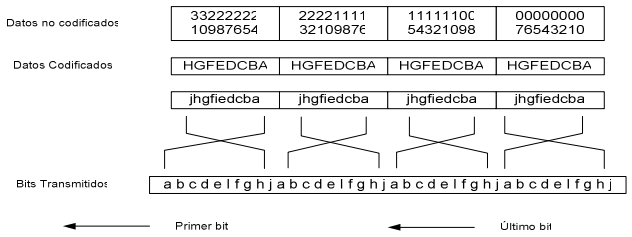


Figura 2.6 Orden de transmisión de los bits y de los bytes dentro de una palabra [2]

Los conjuntos ordenados se transmiten secuencialmente, comenzando por el caracter especial y continuando con todos los caracteres de datos, de izquierda a derecha, hasta que todos los caracteres de dicho conjunto hayan sido transmitidos.

Cuando los bits llegan al receptor, se convierten mediante conversión serie paralelo a código de 10 bits. La sincronización de byte y de palabra en el nivel FC-0 se recupera detectando el caracter K28.5, que contiene la cadena delimitadora de 7 bits (x'001 1111' o b'110 0000'). Esta cadena de 7 bits, denominada "coma", no puede aparecer en ningún otro caracter de transmisión o combinación de caracteres de transmisión válidos. Puesto que estos bits sólo aparecen al principio del caracter K28.5, y el caracter K28.5 sólo aparece en los conjuntos ordenados, que están alineados con las fronteras de transmisión de palabra, un receptor puede obtener fácilmente la sincronización de byte y de palabra buscando esta cadena de bits. Cada vez que se detecta una coma, el primer bit se alinea con el primer bit del primer byte de una palabra de transmisión. Una vez obtenidas las sincronizaciones de bit, byte y palabra, el receptor puede comenzar a recibir y decodificar caracteres de transmisión.

Para la decodificación se utiliza un decodificador como el de la figura 2.7, en donde a cada caracter de 10 bits se hace corresponder cada subbloque con los posibles subbloques de los caracteres de transmisión.

Si se encuentra una correspondencia para ambos subbloques, el caracter se convierte en su byte decodificado correspondiente y se pasa hacia arriba al nivel FC-2. Si no se encuentra ninguna correspondencia, el caracter de transmisión se considera inválido y se detecta una violación de código, de la cual se informa al puerto. Independientemente de la validez del caracter de transmisión recibido, se lo utiliza para calcular un nuevo valor de disparidad dinámica.

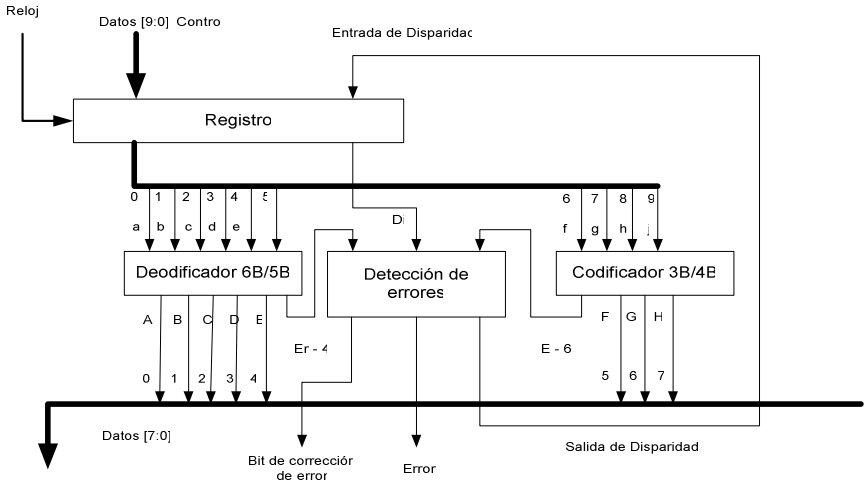


Figura 2.7. Estructura Lógica de ejemplo de un decodificador 8B/10B. [2]

La detección de una violación de código no indica necesariamente que el caracter de transmisión en el que se detectó la violación sea erróneo, pues el error puede haber tenido lugar en un caracter anterior, ya que si el número relativo de unos y ceros se ha visto modificado, un caracter posterior podría ser falsamente marcado como corrupto cuando el error provoque que se detecte un valor no válido de la disparidad dinámica.

2.4.2.5 Conjuntos Ordenados

En un protocolo se debe especificar una forma de distinguir entre los datos y los diversos tipos de información de control.

En *Fibre Channel*, estas funciones se llevan a cabo por medio de los "Conjuntos Ordenados". Se trata de palabras de transmisión de cuatro caracteres que comienzan siempre con el caracter especial K28.5, dicho caracter se distingue por una serie de 7 bits, denominada "coma", que no se

encuentra presente en ningún caracter o combinación de caracteres de transmisión de datos válidos. Además de mantener la sincronización de byte y de palabra, la detección de la coma informa al receptor de que el transmisor está enviando información de control en lugar de información de datos. Actualmente se encuentran definidos los siguientes conjuntos ordenados:

2.4.2.5.1 Delimitadores de trama

Marcan el principio y final de las tramas, identifican la clase de servicio de la trama, especifican la localización de la trama en relación a otras tramas de la secuencia e indican la validez de los datos dentro de la misma.

a) Delimitadores de inicio de trama (SOF).- El delimitador SOF es un conjunto ordenado que precede inmediatamente al contenido de la trama.

Hay definidos once conjuntos ordenados diferentes SOF para el control de secuencia por parte de un N_Puerto y de la estructura. En el Anexo B.1 se muestra la codificación de bits para los delimitadores SOF.

b) Delimitadores de fin de trama (EOF).- El delimitador EOF es un conjunto ordenado que señala el final del contenido de la trama. Está situado a continuación del campo CRC[54]. En el Anexo B.1 se muestran los 8 delimitadores EOF definidos.

2.4.2.5.2 Señales Primitivas

Se definen dos señales primitivas para su utilización en un enlace simple, las cuales se emplean para indicar sucesos que tienen lugar en el puerto transmisor: Idle y R_RDY, los formatos de estas señales se muestran en el Anexo B.1.

Idle.- Una señal primitiva Idle indica que el puerto está listo para la transmisión y recepción de tramas. Las señales Idle se transmiten en momentos en los que no se están transmitiendo tramas, secuencias primitivas ni conjuntos ordenados R_RDY. En los puertos intermedios se pueden eliminar e insertar

[54] CRC.- Código de Redundancia Cíclica, su explicación se encuentra en la sección 2.4.3.2.

señales Idle entre las tramas para compensar las diferencias en las frecuencias de reloj.

R_RDY.- La señal primitiva R_RDY indica que el puerto que transmite la señal está listo para recibir una trama a través del enlace. Esto se aplica a todas las tramas de datos y de control de enlace de Clase 2, de Clase 3 y de solicitud de conexión de Clase 1.

2.4.2.5.3 Secuencias Primitivas

Una secuencia primitiva es un conjunto ordenado utilizado para controlar el estado de los enlaces individuales entre puertos. Las secuencias primitivas se utilizan para la inicialización, reinicializar enlaces en caso de errores de nivel de enlace, para poner los enlaces fuera de línea de forma limpia, o para habilitar u omitir puertos en una topología de bucle. El conjunto de secuencias primitivas utilizadas dependerá de si los puertos son un par de N_Puertos o F_Puertos en una topología punto a punto o de Estructura o, un conjunto de 2 o más NL_Puertos o FL_Puertos en una topología de bucle. En el Anexo B.1 se muestran los formatos de las diferentes secuencias primitivas.

2.4.3 NIVEL FC-2 [2]

El nivel FC-2 es la parte más compleja de *Fibre Channel* e incluye la mayor parte de las estructuras, procedimientos y operaciones específicos de *Fibre Channel*. A continuación se describen los diferentes componentes.

2.4.3.1 Modelo Físico

Dentro de las especificaciones del modelo físico se encuentra una descripción de los nodos, puertos y topologías que se utilizan en Fibre Channel.

Los tres tipos básicos de topologías son:

2.4.3.1.1 Topologías [2]

a) Punto a Punto

Esta topología es la más simple de todas las que define el estándar FC, conecta directamente dos N_Puertos en forma de un único enlace. La fibra de

transmisión de uno de los dispositivos va a la fibra de recepción del otro dispositivo, y viceversa. No se comparten los medios, lo cual permite a los dispositivos disponer del ancho de banda total del enlace. Una simple inicialización del enlace es requerida de parte de los dispositivos antes que la comunicación empiece.

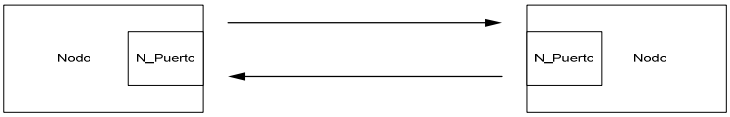


Figura 2.8. Topología Punto a Punto. [2]

b) Estructura o Fabric

Se pueden conectar más de dos N_Puertos utilizando una topología "Fabric o Estructura" como la mostrada en la figura 2.9; está compuesta por una red de uno o más elementos de conmutación o conmutadores. Cada conmutador contiene dos o más mecanismos para recibir y transmitir datos de acuerdo con el protocolo, denominados F_Puertos. Los conmutadores reciben datos a través de los F_Puertos y, basándose en la dirección del N_Puerto de destino, encaminan dichos datos hacia el F_Puerto adecuado, para su entrega a un N_Puerto de destino.

La topología Fabric es usada para conectar muchos (2^{24}) dispositivos en una configuración conmutada, pudiendo estar todos los dispositivos comunicándose a la misma vez.

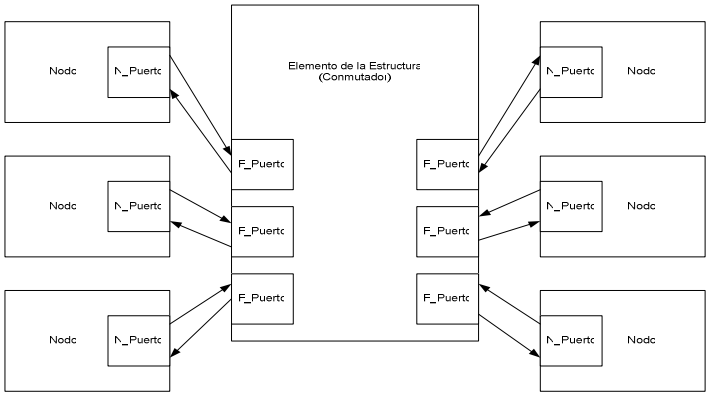


Figura 2.9. Topología Estructura o Fabric. [2]

c) Lazo o Bucle Arbitrado

Lazo topología de lazo arbitrado es la más dominante dentro de *Fibre Channel*, pero también es la más compleja. Se pueden enlazar múltiples N_Puertos conectando las fibras de entrada y de salida a diferentes puertos con el fin de implementar una configuración de bucle. El puerto que incorpora esta funcionalidad extra para la operación de esta topología es el NL_Puerto. Esta topología es de tipo bloqueante, lo que quiere decir que un único NL_Puerto arbitra el acceso al bucle completo e impide que otros N_Puertos accedan mientras que él se está comunicando. Sin embargo, proporciona conectividad entre múltiples puertos al mismo tiempo eliminando la necesidad de incorporar un elemento de conmutación.

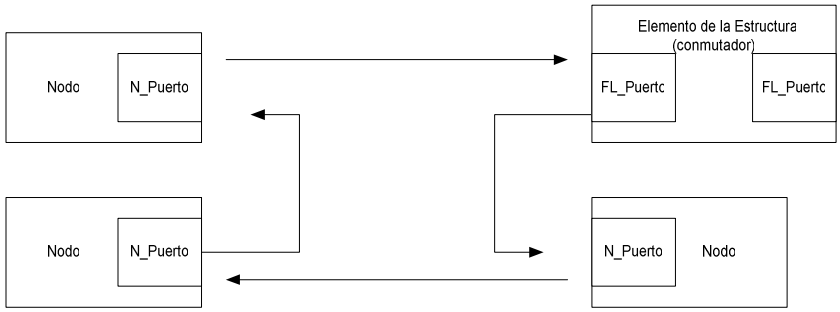


Figura 2.10. Topología Lazo o Bucle Arbitrado. [2]

En una configuración de Lazo Arbitrado se pueden conectar hasta 126 dispositivos. A diferencia de las otras dos topologías, el medio es compartido entre los dispositivos, limitando el acceso a cada dispositivo. En la Figura 2.10 se tiene la configuración básica de una topología de Lazo o Bucle Arbitrado.

También es posible mezclar las topologías de estructura y de bucle, en cuyo caso un puerto conmutador de la estructura puede participar en el bucle y los datos pueden atravesar el conmutador y viajar alrededor del bucle. El puerto de estructura capaz de operar en un bucle es el FL_Puerto.

2.4.3.1.2 Nodos y Puertos [4]

El origen y destino de las comunicaciones en *Fibre Channel* pueden ser una computadora, un controlador de unidad de disco o matriz de unidades de disco, o cualquier otro equipo que tome parte en una comunicación. Estos orígenes y

destinos de los datos transmitidos se denominan “nodos”. Cada nodo mantiene un mecanismo capaz de recibir y transmitir datos de acuerdo con el protocolo *Fibre Channel*. Estos mecanismos se denominan “N_Puertos”. *Fibre Channel* define a una serie de puertos que pueden transmitir y recibir datos *Fibre Channel*, entre los cuales se tiene:

a) N_Puertos (Puertos_Nodo).- Son los puertos más simples. Un N_Puerto sólo puede participar en una conexión punto a punto. Un nodo con un N_Puerto sólo se conecta a otro nodo con un N_Puerto o a un *switch*. Usar un *switch* significa que más nodos pueden ser conectados, cada uno con un N_Puerto.

b) NL_Puerto (Puertos_Nodo Lazo).- Son Puertos_Nodo que contienen funcionalidad extra al participar en un Lazo Arbitrado *Fibre Channel*.

c) F_Puertos (Puertos_Fabric).- Son los puertos usados sobre un *switch*. Un F_Puerto sólo puede participar en una conexión punto a punto con un N_Puerto.

d) FL_Puertos (Puertos_Fabric Lazo).- Son usados sobre un *switch*. Estos puertos contienen funcionalidad extra al participar en Lazos Arbitrados *Fibre Channel*. Cuando se tienen conexiones en un lazo arbitrado sobre un *switch*, todos los dispositivos del lazo pueden ser accesados por todos los otros dispositivos conectados al *switch*.

e) E_Puertos (Puertos_Expansión).- Son puertos usados para la comunicación entre *switches*. Éstos permiten a algunos *switches* interconectarse para formar grandes *Fabrics*.

f) G_Puertos (Puertos_Genéricos).- Son los puertos de un *switch* que funcionarán como: E_Puerto, FL_Puerto o F_Puerto, dependiendo de la conexión que este puerto tenga.

g) L_Puertos (Puertos_Lazo).- No es un término *Fibre Channel*, pero frecuentemente es usado como un término genérico para los NL_Puertos y FL_Puertos.

2.4.3.2 Bloques constituyentes y su jerarquía [2]

La serie de bloques constituyentes definidos en el nivel FC - 2 son:

2.4.3.2.1 Tramas

Formato de la Trama

El formato de trama que utiliza el estándar *Fibre Channel* es el mostrado en la figura 2.11.

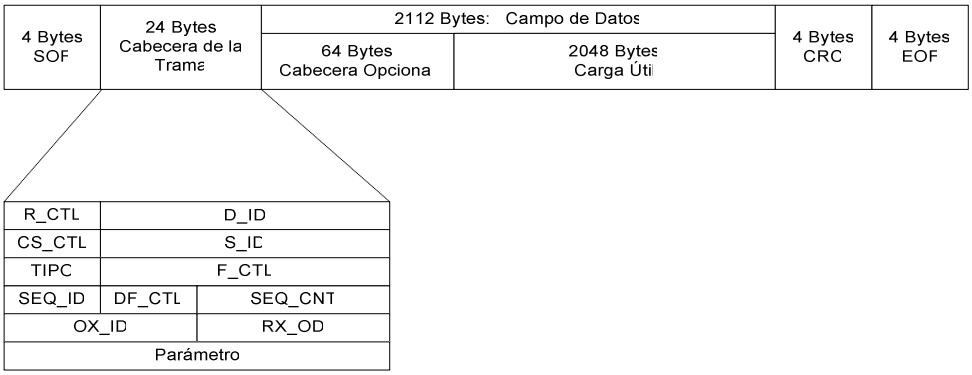


Figura 2.11. Trama *Fibre Channel*. [2]

Los diferentes campos de la Trama se explican a continuación:

SOF (Delimitador de Inicio de Trama).- Es un conjunto ordenado de 4 bytes que define la clase de servicio utilizado y especifica si la trama es la primera en una serie o es simplemente la única en una serie de tramas relacionadas.

Cabecera de la trama.- Es un campo de 24 bytes que contiene direcciones de origen y destino, así como también campos de control que indican el contenido de la trama (información de control o tipo de datos) y la posición dentro de una serie de tramas secuenciales.

Cabecera Opcional.- Fibre Channel permite la inserción de hasta tres tipos diferentes de cabeceras opcionales.

* *Cabecera de red.-* Puede contener información de cabecera para algunos protocolos específicos de red de nivel superior.

* *Cabecera de asociación.-* Se utiliza para asociar entre una serie de tramas que tengan identificadores de intercambio diferentes.

* *Cabecera de dispositivo.-* Puede contener algún otro tipo de información de un protocolo de nivel superior.

Carga útil.- Debe alinearse con los límites de palabra y debe tener una longitud múltiplo de 4 bytes. Las tramas de control de enlace deben tener carga útil con longitud 0, y otros tipos de tramas pueden contener entre 0 y 2112 bytes, incluyendo tanto la carga útil como cualquier cabecera opcional presente.

CRC.- Código de Redundancia Cíclica.- Es un campo de 4 bytes y se utiliza para verificar la integridad de la cabecera de trama y de los datos de carga útil. El campo CRC se calcula a partir de la cabecera de la trama y de la carga útil. Para la transmisión el campo CRC se debe calcular antes de codificar la trama y en recepción se calcula después de decodificarla.

Se utiliza el mismo CRC que en el protocolo FDDI[55]. El CRC emplea el siguiente polinomio generador de 32 bits:

$$G(x) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^{8} + X^{7} + X^{5} + X^{4} + X^{2} + X + 1$$

Este polinomio de CRC permite la detección de todos los errores de un solo bit y de dos bits, y la mayoría de los errores de un número mayor de bits, incluyendo todos los errores con un número impar de bits.

EOF (Delimitador de fin de Trama).- Delimitador de Fin de Trama.- Es un conjunto ordenado que señala el fin del contenido de la trama y debe ser seguido por señales *Idle*.

---

[55] FDDI [10] [11].-*Fiber Distributed Data Interface*, Interfaz de Datos Distribuidos sobre Fibra (ANSI X3T9.5). FDDI define una topología de red local en doble anillo y con soporte físico de fibra óptica. Puede alcanzar velocidades de transmisión de hasta 100Mbps y utiliza un método de acceso al medio basado en paso de testigo (*token passing*). Las principales ventajas que presenta FDDI son la distancia, la seguridad y la velocidad.

Campos de la cabecera de la Trama [2]

Cada trama posee una cabecera de trama de 24 bytes, la cual contiene los campos que se muestran en la figura 2.12, que describen los contenidos y la forma de procesar la trama.

R_CTL	D_ID	
CS_CTL	S_ID	
TIPO	F_CTL	
SEQ_ID	DF_CTL	SEQ_CNT
OX_ID		RX_OD
Parámetro		

Figura 2.12. Cabecera de la Trama *Fibre Channel*. [2]

R_CTL: Control de encaminamiento.- Es un campo de 1 byte que contiene bits de encaminamiento y bits de información para categorizar la función de la trama.

D_ID: Identificador de destino.- Identificador de dirección del puerto de destino.

S_ID: Identificador de origen.- Identificador de dirección del puerto de origen.

CS_CTL: Control Específico de Clase.- Contiene información de control sobre el procesamiento de la trama.

Tipo: Tipo de estructura de datos.- Es un campo de 1 byte que identifica al tipo de trama de acuerdo a los datos que transporta.

F_CTL: Control de Trama.- Es un campo de 3 bytes que contiene información de control relacionada con el contenido de la trama. La mayoría de los otros campos de la cabecera de la trama se utilizan básicamente para la identificación de la trama, mientras que F_CTL es el campo más importante para controlar el procesamiento de la trama.

SEQ_ID: Identificador de secuencia.- Se utiliza para identificar de forma unívoca las secuencias dentro de un intercambio.

DF_CTL: Control del campo de datos.- Especifica la presencia o ausencia de cabeceras opcionales.

SEQ_CNT: Contador de Secuencia.- Se utiliza para: identificar de forma unívoca

las tramas dentro de una secuencia, garantizar la secuencialidad en la recepción de las tramas y para poder establecer una correlación unívoca entre las tramas de control de enlace y sus correspondientes tramas de datos.

OX_ID: Identificador de intercambio del iniciador.- Es un identificador utilizado por el iniciador que permite asociar tramas con intercambios específicos originados en un N_Puerto determinado; también se lo puede utilizar para el control de la prioridad de las tramas y para eliminar conexiones dedicadas.

RX_ID: Identificador de intercambio del objetivo.- Es un identificador utilizado por el objetivo para asociar tramas a un intercambio específico.

Parámetro.- El campo parámetro tiene dos significados, dependiendo del tipo de trama.

- Para las tramas de control de enlace, el campo parámetro indica el tipo específico de trama de control de enlace. En las tramas ACK, el campo parámetro se utiliza para indicar cuántas tramas están siendo confirmadas.

- Para las tramas de datos, el campo parámetro contiene el valor del desplazamiento relativo. Éste especifica un desplazamiento dentro del *buffer* del protocolo de nivel superior, a partir de una cierta dirección base. Este campo es opcional, pero resulta muy útil si se está implementando, a causa de la longitud variable del campo de datos dentro de las tramas *Fibre Channel*.

Tipos de Tramas [2]

a) Tramas de Datos

Las tramas de datos contienen cargas útiles entre 0 y 2112 bytes, con información de estado, de datos de control o de cabecera de un protocolo de nivel superior o un nivel FC-4. Cada trama se transmite como una unidad desde un N_Puerto de origen, a través de una Estructura o un bucle arbitrado, al N_Puerto de destino indicado en la cabecera de trama. Hay 5 tipos diferentes de tramas de datos:

Tramas Datos de dispositivo FC-4.- Este tipo de trama se utiliza para transmitir datos desde un N_Puerto de origen a un N_Puerto de destino, por cuenta de un protocolo de nivel superior.

Tramas de servicio básico de enlace.- Son enviadas dentro de secuencias e intercambios ya existentes para proporcionar servicios básicos de enlace como: abortar secuencias existentes y eliminar conexiones dedicadas de Clase 1.

Tramas de servicios avanzados de enlace.- Se envían en sus propias secuencias y se utilizan para funciones más complejas, como: determinar la configuración de la red, notificar a la red la configuración local y determinar el estado de las operaciones en nodos remotos.

Tramas de servicio de enlace FC-4.- Son utilizadas por el nivel FC-4 para realizar funciones de servicio de enlace propias del nivel FC-4. Estas tramas se pasan a través de los niveles *Fibre Channel* de igual forma que las tramas de datos de dispositivo.

Tramas de datos de Video.- Se distinguen de otro tipo de tramas de datos porque pueden ser manejadas de forma bastante diferente. Los datos de video se deben gestionar de forma isócrona y los requisitos de recuperación de errores son menos severos que para las comunicaciones de datos estándar, que no requieren una entrega isócrona y deben garantizar una transmisión de los datos intactos. En Anexo B.2 se muestran las diferentes tramas de datos.

b) Tramas de control de enlace

En el Anexo B.2, se muestran las diferentes tramas de control de enlace, las cuales pueden ser de tres tipos:

- Confirmaciones ACK.
- Respuestas de enlace BSY y RJT.
- Comando de enlace LCR.

Las confirmaciones, o tramas ACK.- Tienen cabecera de trama normal, sin carga útil. Las tramas ACK confirman la adecuada recepción y almacenamiento de

tramas de datos en el N_Puerto de destino. Existen tres tipos de tramas ACK:

* ACK_1, confirma una trama de datos.
* ACK_N, confirma N tramas de datos.
* ACK_0, se puede utilizar para confirmar todas las tramas de datos de una secuencia.

Las tramas de respuesta de enlace.- Se usan cuando no se puede entregar con éxito una trama de datos. Existen ciertas causas por las que las tramas puedan no ser entregables, incluyendo: errores de datos que ocurren durante la transmisión, colisión o congestión con otras tramas durante un tiempo superior al período de temporización, campos de cabecera de trama incompatibles o no reconocidos, o tipos no válidos de solicitudes de servicio. Además, puede haber problemas con la entrega en el N_Puerto de destino, o una estructura puede tener problemas para entregar la trama al N_Puerto de destino.

Por estas razones, hay cuatro tipos diferentes de tramas de respuestas de enlace, cada una de las cuales contiene un código de motivo que explica el problema ocurrido con la transmisión o la entrega de la trama.

* Trama F_BSY, indica que la Estructura está demasiada ocupada, manejando otro tráfico u otras solicitudes de servicio, para entregar la trama en cuestión.
* Trama P_BSY, indica que el N_Puerto de destino está demasiado ocupado para recibir la trama.

Se definen dos tramas de respuesta de enlace para rechazar la entrega de la trama:

* Tramas F_RJT y P_RJT, en este tipo de tramas existe un código que describe el motivo del rechazo[56]. Estos motivos incluyen problemas como: D_ID no válido, cuando el campo D_ID no especifica un N_Puerto en la

[56] En el Anexo B.2 se encuentra especificado el código de motivo de rechazo de tramas.

red; o, F_CTL no válido, cuando los bits del campo F_CTL no son internamente coherentes entre sí.

Tramas de comando de enlace.- Se definen las siguientes tramas:

* *Tramas de Reinicialización de Crédito de Enlace: LCR.-* Permiten al N_Puerto de origen solicitar que se descarte cualquier trama pendiente, para que el origen pueda reinicializar su crédito extremo a extremo[57] y retomar de nuevo el control de flujo. Esto sucede normalmente cuando las tramas de datos u otras tramas de control de enlace se corrompen durante la transmisión.

* *Tramas de Notificación: NTY.-* Utilizadas en una Estructura para informar a un N_Puerto de destino que existe una conexión en espera en su F_Puerto, y solicitar al N_Puerto de destino que inicie el protocolo de fin de la conexión existente, para que se pueda iniciar la conexión retenida.

* *Tramas de Finalización: END.-* se utiliza para:

    - Eliminar conexiones dedicadas simples.
    - Eliminar solicitudes de conexión en espera pendientes.
    - Desactivar o eliminar circuitos de Clase 4.

2.4.3.2.1 Secuencias [2]

Una secuencia es un conjunto de una o más tramas relacionadas, transmitidas unidireccionalmente desde un N_Puerto hasta otro N_Puerto, junto con una serie de tramas de control de enlace que se transmiten como respuesta. El N_Puerto que transmite una secuencia se denomina “iniciador de la secuencia” y el N_Puerto que recibe la secuencia se denomina “receptor de la secuencia”.

Cada secuencia está identificada de manera unívoca mediante un identificador de secuencia (SEQ_ID), que es asignado por el iniciador de la secuencia. El

[57] Crédito extremo a extremo.- Mecanismo de control de flujo, el cual se presente en detalle en la sección 2.4.3.5.

receptor de la secuencia utiliza el mismo valor SEQ_ID en sus tramas de respuesta. Cada puerto que opera como iniciador de secuencia asigna valores SEQ_ID de forma independiente con respecto a los otros puertos, y la unicidad de un valor SEQ_ID sólo está garantizada dentro del conjunto de secuencias iniciadas por el mismo N_Puerto.

El valor SEQ_CNT, se utiliza para: identificar de forma unívoca las tramas dentro de una secuencia, garantizar la secuencialidad en la recepción de tramas y para poder establecer una relación unívoca entre las tramas de control de enlace y sus correspondientes tramas de datos. El valor SEQ_CNT se incrementa en una unidad en cada trama subsiguiente, esto garantiza la unicidad en todas las cabeceras de tramas activas en la red.

El estado de cada secuencia se controla utilizando una estructura lógica denominada “bloque de estado de secuencia”. Normalmente, el iniciador y el receptor de la secuencia mantienen internamente bloques de estado de secuencia separados. Existe un mecanismo para que un N_Puerto lea el bloque de estado de secuencia del N_Puerto opuesto, como ayuda en las operaciones de recuperación y para garantizar que exista un acuerdo en el estado de la secuencia.

Existen límites en cuanto al número máximo de secuencias simultáneas que un N_Puerto puede soportar por cada clase, por cada intercambio y en conjunto. Estos valores son negociados por los N_Puertos, antes de que empiece la comunicación, mediante un procedimiento de inicio de sesión del N_Puerto.

La recuperación de errores se realiza en las fronteras de secuencia, a discreción de un nivel de protocolo superior a FC-2. Las dependencias entre las diferentes secuencias de un intercambio están indicadas por la “política de errores de intercambio”.

2.4.3.2.1 Intercambios

Un intercambio está compuesto de una o más secuencias unidireccionales, iniciadas por el dispositivo origen del intercambio o por el dispositivo destino del intercambio. Un intercambio puede ser:

- Unidireccional, en cuyo caso sólo el dispositivo origen del intercambio inicia secuencias.

- Bidireccional, en cuyo caso tanto el dispositivo origen como el dispositivo destino del intercambio pueden iniciar secuencias, aunque no de modo simultáneo.

La primera secuencia del intercambio es transmitida siempre por el dispositivo origen, puesto que es éste quien ha generado dicho intercambio. Después de la secuencia inicial, el uso del bit *Sequence_Initiative* (bit 16 de F_CTL) determina qué N_Puerto puede iniciar la siguiente secuencia del intercambio. Un N_Puerto puede solicitar el inicio de secuencia para el intercambio utilizando el comando de servicio avanzado de enlace RSI (*Request Sequence Initiative*, solicitar iniciativa de secuencia). Cada intercambio está asociado con un identificador de intercambio en el dispositivo origen, denominado OX_ID, y un identificador de intercambio en el dispositivo destino, denominado RX_ID. La gestión de los intercambios tiene lugar de forma independiente de la gestión de conexiones dedicadas Clase 1, de modo que un mismo intercambio puede realizarse mediante una o más conexiones de Clase 1 y puede contener una o más conexiones de Clase 1.

Fibre Channel define cuatro políticas diferentes de error de intercambio. Las políticas de error describen el comportamiento que debe seguirse cuando se produce un error y la relación entre las secuencias que forman parte del mismo intercambio.

a) Abortar y descartar múltiples secuencias.- Las secuencias son independientes y deben ser entregadas a un nivel superior en el orden en que han sido transmitidas. Un error en una trama hará que la secuencia de dicha trama y todas las secuencias posteriores del intercambio no puedan ser entregadas.

b) Abortar y descartar una única secuencia.- Las secuencias no son interdependientes. Las secuencias pueden ser entregadas a un nivel superior en el orden en que sean recibidas de forma completa, y un error en una secuencia no causa el rechazo de las secuencias subsiguientes.

c) Proceso con buffer infinito.- La posibilidad de entregar las secuencias no depende de que todas las tramas de la secuencia se reciban intactas. Esta política está pensada para aplicaciones como la transmisión de datos de video, donde la retransmisión es innecesaria. Siempre y cuando se reciban la primera y la última trama de la secuencia, la secuencia puede ser entregada al nivel superior.

d) Descartar múltiples secuencias con retransmisión inmediata.- Éste es un caso especial de la política de error de intercambio "Abortar y descartar múltiples secuencias". En este caso especial, el receptor de la secuencia puede utilizar una trama de control de enlace para solicitar que se retransmita de forma inmediata una secuencia corrupta. Esta política de error de intercambio sólo es aplicable a la transmisión de Clase 1.

2.4.3.3 Protocolos de FC-2 [2]

Los protocolos son intercambios de conjuntos específicos de datos para realizar ciertas funciones definidas. Dichas funciones incluyen operaciones para gestionar el entorno operativo, para transferir datos y para negociar funciones específicas de gestión de bajo nivel. *Fibre Channel* define los siguientes protocolos:

Protocolos de Secuencias primitivas

Están basados en conjuntos ordenados de secuencias primitivas de una única palabra, y realizan la sincronización y negociación de bajo nivel para los protocolos de Fallo de enlace, de Inicialización de enlace, de Restablecimiento de enlace y de Desconexión.

Protocolo de Inicialización de bucle arbitrado

En una topología de bucle arbitrado, la asignación de las 127 posibles direcciones de bucle a los diferentes puertos conectados al bucle se realiza mediante la transmisión de una serie de secuencias alrededor del bucle, recopilando y difundiendo alternativamente asignaciones de direcciones a los nodos.

Protocolo de Inicio de sesión de estructura

En este protocolo el N_Puerto intercambia secuencias con la estructura, si está presente, para establecer los parámetros de servicio que determinan el entorno operativo. Esto especifica parámetros tales como: el crédito del *buffer* de control de flujo, el soporte de las diferentes clases de servicio y el soporte de diversos servicios *Fibre Channel* opcionales. Se puede llevar a cabo un equivalente de este procedimiento mediante un mecanismo de "inicio de sesión implícito", en el que un agente externo, como un administrador del sistema o un programa de inicialización precargado notifica a un puerto cuál es el tipo de entorno al que está conectado. No existe ningún fin de sesión de estructura explícito, dado que la estructura no tiene recursos significativos dedicados a un N_Puerto que pudiera ser liberado. La transmisión de las secuencias primitivas OLS y NOS causa un fin de sesión de estructura implícito, requiriendo un reinicio de la sesión de estructura antes de que pueda tener lugar ninguna comunicación adicional.

Protocolo de Inicio de Sesión de N_Puerto

El protocolo de inicio de sesión de N_Puerto realiza la misma función que el protocolo de Inicio de sesión de estructura, pero con un N_Puerto de destino en particular.

Protocolo de Fin de sesión de N_Puerto

Un N_Puerto puede solicitar la eliminación de sus parámetros de servicio en otro puerto realizando un protocolo de Fin de sesión de N_Puerto. Esta solicitud puede ser usada para liberar recursos en el otro N_Puerto.

2.4.3.4 Clases de Servicio [2] [15]

Un problema importante a la hora de diseñar sistemas de comunicaciones de datos, especialmente los enfocados hacia la transmisión de diferentes tipos de tráfico, es que los distintos tipos de patrones de tráfico requieren diferentes niveles de prestaciones por parte de la red. Por ejemplo algunos tipos de tráfico requieren transferencias de datos de larga duración entre parejas de nodos, mientras que otros requieren que un solo puerto envíe pequeños fragmentos de

datos a múltiples nodos. Una arquitectura de red optimizada para un patrón de tráfico puede que no funcione bien en absoluto para otro patrón distinto, ya que la eficiencia de los algoritmos de control de flujo y control del encaminamiento dependen de los patrones de tráfico de la transmisión de datos.

Para esos casos la arquitectura *Fibre Channel* permite que el N_Puerto envíe datos para ayudar a la red a determinar qué tipo de prestaciones se necesitan. Esto se hace especificando que los datos se van a enviar en una de las posibles clases de servicio. La clase de servicio utilizada para la transmisión determina qué tipo de control de flujo se utilizará para la secuencia y qué recursos se necesitan para gestionar la transmisión.

2.4.3.4.1 Servicio de clase 1: Conexión dedicada.

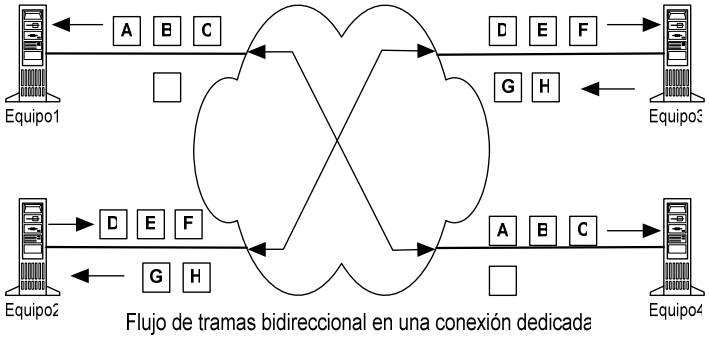


Figura 2.13. Sistema *Fibre Channel* Clase 1[15]

Este servicio mostrado en la figura 2.13, es orientado a conexión y basado sobre un modo de operación de circuitos conmutados, donde la conmutación funciona entre conexiones.

La Clase 1 provee de una conexión dedicada con un ancho de banda completo garantizado entre dos dispositivos de comunicación.

Antes que la comunicación pueda comenzar, con la ayuda del *switch* se debe establecer una conexión bidireccional entre los dispositivos fuente y el destino. Cada trama o grupo de tramas es confirmada por el dispositivo de destino como se indica en la figura 2.14a.

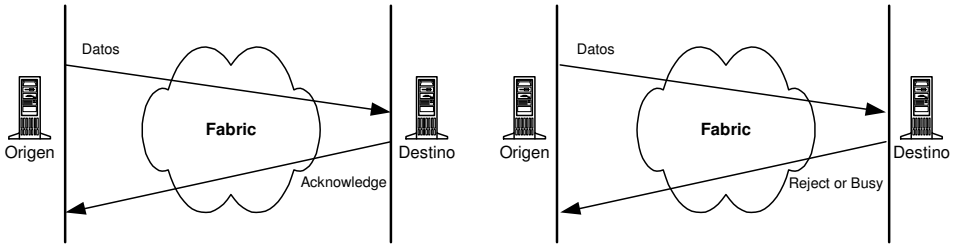


Figura 2.14a. Transacción normal Clase1; Fig. 2.14b. Manejo de errores Clase1 [15]

Esta confirmación es también usada para manejar control de flujo extremo a extremo desde el dispositivo fuente hacia el dispositivo destino. Adicionalmente, existe soporte para mensajes que indican si una trama ha sido rechazada u ocupada como se indica en la figura 2.14b.

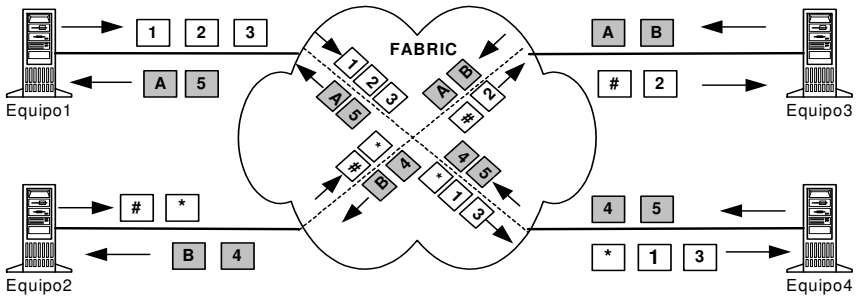
En servicios de Clase 1, el manejo de la conexión dentro del *switch* debe prevenir un punto muerto que deberá ser causado por un tercer dispositivo, que requiere conexión con uno de los dos dispositivos que ya están conectados. Una tercera conexión unidireccional entre los tres dispositivos es creada para tal propósito. Ésta es llevada a cabo para asegurar que la conexión no sea confirmada hasta que el dispositivo iniciador que requiere la conexión, reciba una confirmación desde el dispositivo destino sobre el camino de regreso, significando una conexión aceptada.

2.4.3.4.2 Servicio de clase 2: Multiplex. [15]

Este servicio es no orientado a conexión y está basado sobre un modo de operación trama conmutada, donde la conmutación es hecha por cada trama. En Clase 2, las tramas pueden ser multiplexadas entre un dispositivo fuente y uno o más dispositivos destino.

A continuación en la figura 2.15, se presenta el Sistema *Fibre Channel* tanto para clase 2 como para clase 3.

Las estructuras examinan la dirección de destino de cada trama antes de proseguir con el envío de éstas al dispositivo destino.



Flujo bidireccional de tramas multiplexadas con una conexión no dedicada en clase 2 y 3

Figura 2.15. Sistema *Fibre Channel* Clase 2 y 3. [15]

El soporte de control de flujo es provisto por: crédito extremo a extremo entre los dispositivos que están comunicándose y, el nivel de enlace entre la estructura y el terminal conectado a ésta. Tramas individuales o grupos de tramas son confirmadas por intercambios exitosos por los dispositivos de destino, como se muestra en la figura 2.16a.

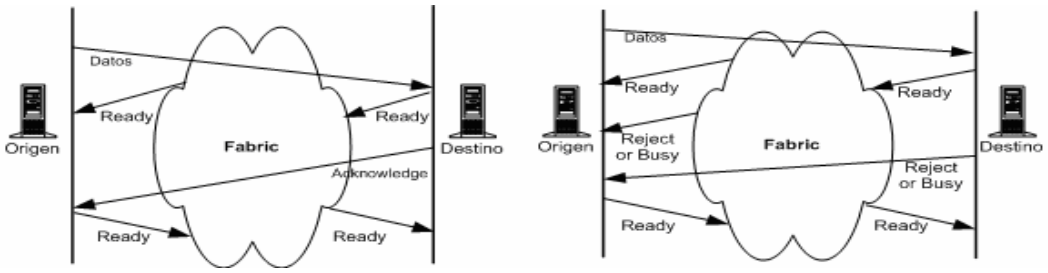


Figura 2.16a. Transacción Normal Clase 2; Figura 2.16b. Manejo de errores Clase 2[15]

Este control de flujo a bajo nivel y las herramientas del manejo de errores de servicios de clase 2 ofrecen una alta confiabilidad de datos e integridad, lo cual es indispensable en aplicaciones críticas.

Cuando un dispositivo envía un requerimiento de conexión a la estructura, no existe ninguna garantía que la conexión será hecha si el dispositivo de destino está ocupado comunicándose con otro dispositivo. La conexión requerida debe ser apilada (puesta en cola) dentro de la estructura hasta que el dispositivo de destino haya terminado la conexión previa y esté libre para una nueva conexión. Una vez que se establece la conexión entre dos dispositivos, ninguno de los demás puede comunicarse con uno de éstos.

2.4.3.4.3. Servicio de clase 3. [15]

El servicio de Clase 3 es también un servicio basado en conmutación de tramas, distinto a clase 2. Éste es un servicio de datagramas, el cual no provee confirmación por parte del dispositivo de destino. La confirmación se encuentra delegada a los protocolos de clase superior, tales como TCP, los cuales manejan un control de flujo extremo a extremo y un control de integridad de datos. Solo existe el control de flujo de nivel de enlace entre la estructura y cada dispositivo conectado, como se muestra en la figura 2.17.

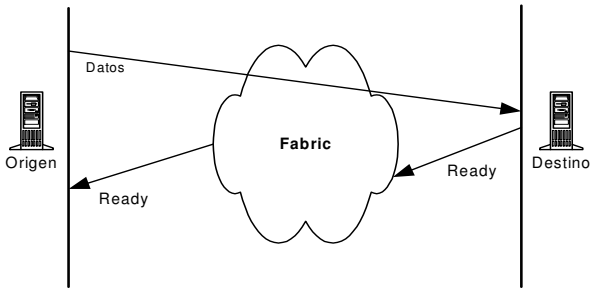


Figura 2.17. Transacción Clase 3 [15]

No existe confirmación de una trama o notificación de que una trama haya sido rechazada u ocupada por la estructura o por el dispositivo de destino.

Durante congestiones graves en Clase 3, la estructura debe ocasionalmente descartar algunas tramas. Sin embargo, las tramas perdidas pueden ser recuperadas por una retransmisión de una secuencia en la cual una o más tramas han sido perdidas. Los protocolos de capa superior son los responsables por este tipo de recuperación. La primera ventaja de Clase 3 para servicios *multicast* es precisamente la ausencia de tramas de petición de confirmación, rechazo, e indicadores de ocupación desde los dispositivos de destino. Cuando el dispositivo origen envía tramas a los miembros del grupo *multicast* durante una transmisión *multicasting*, una confusión podría suceder si todos los miembros estuvieran enviando tramas de confirmación. En este escenario, el ancho de banda disponible para transmisión de datos de usuario también disminuiría, resultando en una reducción del *throughput* del *Fabric*. La ausencia de tramas de confirmación en clase 3 también elimina el retardo de viaje redondo durante la transferencia de información entre dispositivos.

2.4.3.4.4. Intermix. [15]

Un problema importante con la Clase 1, es que si el N_Puerto de origen no dispone de datos de Clase 1 listos para su transferencia durante una conexión dedicada, el ancho de banda de transmisión del N_Puerto queda inutilizado, incluso aunque pudiera haber tramas de Clase 2 o Clase 3 que pudieran ser enviadas. De forma similar, el ancho de banda disponible del N_Puerto de destino queda inutilizado incluso sí la estructura ha recibido tramas que podrían haberle sido entregadas.

Intermix es una opción del servicio de clase 1 que permite intercalar tramas de clase 2 y clase 3 durante una conexión dedicada ya establecida de clase 1, con esta mejora de la eficiencia puede proporcionarse un mecanismo para que un cierto emisor envíe tramas Clase 2 o Clase 3, cuidando que las tramas de clase 1 tienen mayor prioridad.

Para el soporte de Intermix entre dos N_Puertos, ambos y la estructura deben soportar dicha funcionalidad e indicarlo en los parámetros de servicio de clase durante el inicio de sesión de Estructura.

2.4.3.4.5. Clase 4: Fraccional. [2]

Otro problema diferente, pero no menos significativo, con la Clase 1 es que sólo permite conexiones dedicadas desde un único origen a un único destino, utilizando el ancho de banda completo del canal. En muchas aplicaciones, resulta útil asignar una fracción de los recursos entre los N_Puertos, de modo que la porción restante pueda ser asignada a otras conexiones. En la Clase 4, se establece un circuito bidireccional con un "VC[58], Circuito Virtual" en cada dirección, con unas garantías negociadas de calidad de servicio en lo que respecta al ancho de banda y a la latencia para la transmisión a través del circuito virtual correspondiente a cada dirección. Un N_Puerto de origen o de destino pueden soportar hasta 254 circuitos de Clase 4 simultáneos, dedicando una parte de su ancho de banda a cada uno. La Clase 4 no especifica cómo

---

[58] VC (Circuito Virtual).- Arreglo de conexiones lógicas que establecen una ruta para el intercambio de tramas.

deben multiplexarse los datos entre los diferentes circuitos virtuales, ni cómo deben implementarse dichos servicios en las estructuras: estas funciones están determinadas por la implementación concreta de la estructura que soporte el tráfico Clase 4.

2.4.3.4.6 Clase 6: Conexión Unidireccional Dedicada. [2]

Un área principal de aplicación para la tecnología *Fibre Channel* se encuentra en los centros de datos de tipo corporativo o en los proveedores de servicios Internet, donde es preciso soportar un transporte y almacenamiento de datos de alta fiabilidad. En estas áreas de aplicación, la duplicación de datos es un requisito bastante común, e impone una alta carga a la red SAN. La clase 6 está pensada para proporcionar eficiencia adicional en el transporte de datos, al permitir que los datos sean duplicados por las estructuras sin modificación, y entregados a cada uno de los N_Puertos de destino de un grupo de multidifusión. La clase 6 difiere de la multidifusión de Clase 3 en que garantiza el ancho de banda completo del canal, y en que cada uno de los N_Puertos de destino genera respuestas, que son recopiladas por la estructura y entregadas al N_Puerto de origen como una única trama de respuesta consolidada.

En las tablas 2.5 y 2.6 se muestran las diferentes características y ventajas de las clases de servicio descritas anteriormente.

Característica		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 6
Establecimiento de conexión o circuito		X			X	X
Entrega de Tramas en orden		X			X	X
Ancho de Banda		Total				
Confirmación de entrega		X	X		X	X
Soporta Multicast				X		X
Control de Flujo Utilizado:	Extremo a Extremo	X	X		X	X
	Buffer a Buffer		X	X		
	Circuito Virtual				X	

Tabla 2.5. Características de las Clases de Servicios.[15]

CLASE1	
VENTAJAS	Usuarios y aplicaciones sobre una conexión dedicada pueden interactuar sin interferencia.
	La conexión no termina hasta que ambas partes estén satisfechas de que toda la transmisión haya sido correctamente realizada.
	El transporte de datos es ideal para información que necesita fluir en un rango constante para períodos extensos de tiempo.
	Garantía en el intercambio ordenado de tramas.
DESVENTAJAS	La conexión entre los dispositivos debe ser establecida antes de la transferencia de información, por lo tanto se incrementa la latencia.
	El camino de una conexión extremo a extremo, que consta de enlaces individuales y *switches*, debe estar disponible con la totalidad del ancho de banda para garantizar la transferencia completa.
	Durante la conexión, existe un ancho de banda sobrante cuando por el enlace se envían señales *idle* mientras los dispositivos están haciendo otras tareas.
	El tiempo de establecimiento y terminación de la conexión puede tomar mucho más que la cantidad de tiempo requerida para transferir bloques de información, lo cual es inapropiado para algunas aplicaciones. En circuitos conmutados, el tiempo de establecimi
	El tiempo de establecimiento de una conexión a través de la red incrementa el tráfico, por lo tanto se incrementa la posibilidad de que dispositivos que necesiten comunicarse tengan que esperar.
	Dado que las aplicaciones están basadas sobre una tasa de transferencia de información, con altos picos de tráfico promedio, los circuitos conmutados son ineficientes para el tráfico en ráfagas que son los que prevalecen hoy en día en aplicaciones de int
CLASE 2 Y 3	
VENTAJAS	La transmisión de recursos (tales como el ancho de banda y *buffer*es) pueden ser compartidos entre muchos usuarios sobre un enlace (entre un *switch* y un dispositivo) y sobre un ISL (Enlace Inter *Switches*) entre los *switches*.
	Debido a la conmutación de tramas, los enlaces son ocupados solo durante la transmisión de tramas, haciendo el camino disponible para tramas generadas por otros recursos e incrementándose tanto la utilización del ancho de banda del enlace así como de la e
	Las tramas del mismo bloque de información pueden ser simultáneamente transmitidas sobre diferentes caminos en una estructura, lo que hace eficiente la utilización del enlace y los recursos de la estructura.
	Aunque el retardo de la estructura puede variar con el tráfico, la conmutación de tramas tiene un bajo retardo de estructura (comparado con circuitos conmutados) para transferencia de información de corto y mediano tamaño entre servidores y de servidor a
	La capacidad de conmutar tramas permite enviar tramas por caminos disponibles en una estructura de *switches* conectados en malla, lo cual optimiza la utilización del ancho de banda del sistema y provee rutas alternas cuando ocurran fallas en los enlaces o
	El manejo de errores en Clase 2 está hecho a nivel de enlace y extremo a extremo, por lo tanto se provee de una alta confiabilidad e integridad de los datos.
	Debido a la no existencia de tramas de confirmación de los miembros del grupo de *multicast*. Clase 3 es el servicio ideal para alcanzar alto *throughput* para operaciones en modo *multicast*.
	En un ambiente robusto y controlado, servicios de clase 3 pueden ser desarrollados para reducir los retardos *round-trip e* incrementar el *throughput* de la estructura. La transferencia de datos entre los dispositivos toma lugar sin tener que esperar la tram
DESVENTAJAS	Debido a la falta de una conexión dedicada, la transferencia de bloques de información muy largos puede causar grandes retardos de estructura en una estructura congestionada.
	Debido a que en clase 3 no se cuenta con control de errores a nivel de enlace o extremo a extremo, se puede producir la llegada de tramas con información errada, que no son notificadas por la estructura debido a que se encuentra altamente congestionada.
	En transacciones entre muchos dispositivos y un dispositivo, la incorrecta asignación de *buffer* en el dispositivo resultará en largos retardos de cola dentro de la estructura.
	Tramas fuera de orden en un caso de estructuras genéricas.

Tabla 2.6 Ventajas y desventajas de las Clases de Servicio 1, 2 y 3. [15]

2.4.3.5 Funciones de FC-2 [2]

La capa FC-2 también provee de funciones esenciales en la administración de tráfico, las cuales se detallan a continuación.

2.4.3.5.1. Segmentación y recomposición.

La segmentación y recomposición mostradas en la figura 2.18, son las funciones FC-2 proporcionadas para: subdividir los datos de aplicación que hay

que transferir en fragmentos de datos útiles, insertar cada fragmento de dato útil en una trama individual, transferir dicha trama a través del enlace o enlaces y recomponer los datos de aplicación en el extremo receptor.

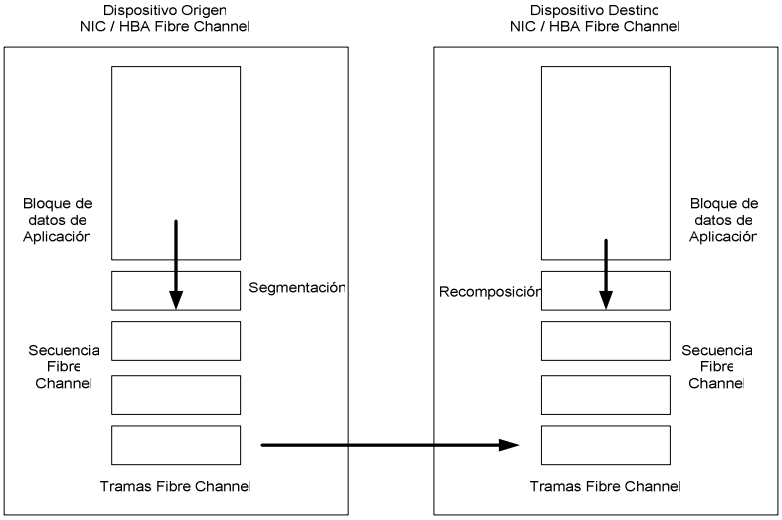


Figura 2.18. Segmentación y recomposición [17]

Dentro de cada secuencia, puede haber múltiples “categorías de información”. Las categorías de información sirven como marcadores para separar diferentes lotes de datos dentro de una secuencia, que pueden ser gestionados de manera diferente en el receptor.

La asignación de los datos de aplicación a protocolos de nivel superior cae fuera del ámbito de *Fibre Channel*. Los protocolos de nivel superior mantienen el estado de los datos de aplicación transferidos. Los protocolos de nivel superior en el extremo emisor especifican al nivel FC-2:

* Los bloques o subbloques que hay que transferir dentro de una secuencia.
* La categoría de información para cada bloque o subbloque.
* Un espacio de desplazamiento relativo que comienza en cero y que representa un origen definido por el protocolo de nivel superior para cada categoría de información, y.
* Un desplazamiento relativo inicial para cada bloque o subbloque que hay que transferir.

La relación de desplazamiento relativo entre los bloques que hay que transferir en múltiples secuencias es definida por un nivel superior y es transparente para FC-2. El desplazamiento relativo es un campo transmitido en la cabecera de la trama de datos, que se emplea para indicar el desplazamiento en el extremo emisor del primer byte de los datos útiles de la trama dentro de un bloque o colección de bloques de una categoría de información. El desplazamiento relativo no es una función obligatoria en una implementación de *Fibre Channel*. Si el desplazamiento relativo no es soportado, se usa SEQ_CNT para realizar la segmentación y la recomposición. Puesto que los tamaños de trama son variables, las tramas que no dispongan de un desplazamiento relativo no podrán ser colocadas en sus ubicaciones correctas del bloque de recepción, hasta que todas las tramas con valores SEQ_CNT inferiores hayan sido recibidas y colocadas.

El receptor de la secuencia durante el primer inicio de sesión indica su capacidad para soportar desplazamientos relativos aleatorios o desplazamientos relativos continuamente crecientes. Si sólo se admite el segundo tipo, cada categoría de información transferida dentro de una secuencia es tratada como un bloque por los niveles superiores. Si se admiten desplazamientos relativos aleatorios, los niveles superiores pueden especificar una categoría de información como subbloques y pueden ser transmitidos en un orden aleatorio.

2.4.3.5.2 Compresión de datos

Otra función de *Fibre Channel* es la capacidad para la compresión de datos, la cual se utiliza para incrementar el ancho de banda efectivo de transmisión. Los datos de los protocolos de nivel superior pueden ser comprimidos utilizando el algoritmo *Lempel* Ziv-1[59] para compresión de datos adaptiva sin pérdidas. Cuando los motores de compresión y descompresión pudiesen operar a la

---

[59] Algoritmo Lempel Ziv-1[12].- Básicamente busca secuencias repetidas dentro de los datos, y cada vez que encuentra una de ellas la reemplaza por un puntero a la zona en la que comienza la primera secuencia, más la longitud que se debe tomar a partir de esa posición, manteniendo un registro de bloques. Lo más importante, y lo que conforma el núcleo de la idea, es identificar la extensión reproducible de una cadena dentro de otra.

velocidad de enlace o superior, la tasa efectiva de transmisión de datos puede multiplicarse por la inversa de la tasa de compresión.

2.4.3.5.3 Detección y recuperación de errores

En general, los errores detectados caen en dos categorías fundamentales: errores de trama y errores de nivel de enlace.

a) Errores de tramas.- Surgen como resultado de tramas ausentes o corruptas. Las tramas corruptas se descartan y el error resultante se detecta, y posiblemente se recupera, en el nivel de secuencia. En el nivel de secuencia, la trama ausente se detecta en el receptor debido a la falta de uno o más valores SEQ_CNT, y en el iniciador se detecta por falta de una confirmación o el vencimiento del correspondiente tiempo de espera. Una vez detectado un error de trama, la secuencia puede ser descartada o retransmitida, dependiendo de la política de error vigente en el intercambio al que la secuencia pertenece. Si se utiliza una de las políticas de error de intercambio con descarte, la secuencia se aborta en el nivel de secuencia una vez que se detecta un error. Los errores de secuencia también pueden causar errores de intercambio, lo cual puede provocar que el intercambio sea abortado. Cuando se utiliza una política de error de intercambio con retransmisión o secuencia erradas y con la participación del protocolo del nivel superior del emisor, otras secuencias que hayan transcurrido de forma adecuada no se verán afectadas.

b) Errores de nivel de enlace.- Los errores de enlace ocurren cuando está en riesgo la integridad del enlace, en el que las características básicas de las señales se ven comprometidas. Los errores de nivel de enlace incluyen errores tales como la pérdida de señal, la pérdida de sincronización y errores de fin de temporización de enlace, que indican que no existe actividad de tramas en absoluto. La recuperación de los errores de nivel de enlace se realiza mediante la transmisión y recepción de secuencias primitivas con uno de los protocolos de la secuencia primitiva. La recuperación en el nivel de enlace perturba el flujo normal de tramas y puede introducir errores de secuencia que deben ser resueltos después de la recuperación de nivel de enlace.

La recuperación de errores puede ser descrita por la siguiente jerarquía, que va desde la menor a la más disruptiva:

- Abortar secuencia: Recuperación mediante la transmisión de tramas del protocolo de cancelación de secuencia.
- Abortar intercambio: Recuperación mediante la transmisión de tramas del protocolo de cancelación de intercambio.
- Restablecimiento del enlace: Recuperación de errores de enlace tales como: fin de temporización de secuencia para todas las secuencias activas, fin de temporización E_D_TOV sin recepción de una señal primitiva R_RDI; o, desbordamiento *buffer* a *buffer*.
- Inicialización de enlace: Recuperación de errores graves de enlace tales como la necesidad de un puerto de desconectarse, o de detener la transmisión de bits.
- Fallo de enlace: Recuperación de errores de enlace muy graves, como la pérdida de señal, pérdida de sincronización o fin de temporización durante un protocolo de secuencia primitiva.

Los primeros dos protocolos requieren la transmisión de comandos de servicio de enlace ampliados entre los N_Puertos. Los últimos tres son protocolos de secuencia primitiva que operan en el nivel de enlace; requieren el intercambio de bloques más fundamentales, denominados secuencias primitivas, para regresar al estado original y sincronizando al estado de actividad en aquellas situaciones en que un puerto puede no saber el estado del puerto opuesto en el enlace.

2.4.3.5.4 Control de flujo. [2]

En cualquier sistema de comunicaciones, debe prestarse una cuidadosa atención al control de flujo, para garantizar que ningún puerto se vea desbordado por una mayor cantidad de datos de los que pueda gestionar. En las redes de comunicaciones de altas velocidades existen diferentes estrategias de control de flujo, las cuales se pueden agrupar en dos categorías:

- En la primera, un origen puede solicitar un cierto nivel de capacidad de transmisión, esta solicitud debe ser analizada por la estructura y por el nodo de destino. Si se satisface la solicitud, la estructura y el nodo de destino garantizarán que ningún otro tráfico que se origine en otros nodos interfiera con la transmisión, esencialmente este método se basa en el volumen de datos que hay que transmitir.

- El segundo método, es un método basado en un sistema de créditos, en donde el dispositivo de destino tiene un número fijo de recursos de recepción disponibles y cada crédito representa la disponibilidad del dispositivo para aceptar una trama adicional; cada vez que uno de estos recursos se libera se envía un crédito al origen para que sepa que puede enviar una unidad de información, el origen no podrá transmitir más datos hasta que el destino no devuelva el crédito.

a) Control de flujo extremo a extremo [2]

Se utiliza para regular el ritmo del flujo de tramas de clase 1 y clase 2 entre los N_Puertos. La gestión del control de flujo extremo a extremo se lleva a cabo mediante la transmisión de tramas de control de enlace (ACK, RJT y BSY), en respuesta a tramas de datos. La estructura, si está presente, no está involucrada en el control de flujo extremo a extremo, excepto para transportar las tramas de datos y de respuesta de enlace. Cualquier mecanismo de almacenamiento en *buffer* de nivel de estructura que pueda estar implicada en el crédito extremo a extremo (por oposición al crédito de nivel de enlace que se gestiona utilizando los mecanismos de *buffer* a *buffer*) se gestiona de forma transparente para los N_Puertos.

El crédito extremo a extremo se inicializa utilizando un campo de los parámetros de clase de servicio de N_Puerto en la respuesta ACC a las secuencia PLOGI. A cada N_Puerto que actúa como iniciador de secuencia para la transmisión en las diferentes clases de servicio, se le asigna un determinado valor de crédito. El máximo valor de crédito extremo a extremo, denominado “EE_Credit”, indica el número de tramas cuyas confirmaciones pueden estar pendientes hacia el destino correspondiente.

El valor óptimo de EE_Credit para una topología e implementaciones concretas será un valor lo suficientemente grande como para permitir la transmisión de un flujo continuo de tramas que no debe ser mayor que dicho valor. Si se utiliza un valor mayor para EE_Credit, se podrían estar desperdiciando valiosos recursos de almacenamiento de *buffer*es en el N_puerto de destino. El valor óptimo de EE_Credit puede determinarse mediante el procedimiento de estimación de crédito. La solicitud de servicio avanzado de enlace ADVC (*Advise Credit*, recomendar crédito) se puede utilizar también como un procedimiento independiente para solicitar la revisión del valor EE_Credit.

Durante la operación normal, cada N_Puerto debe llevar la cuenta del número de tramas cuyas confirmaciones ACK están pendientes; este número se denomina "EE_Credit_CNT" cuyo valor se incrementa con cada trama transmitida y se decrementa con cada ACK recibida, si este valor llega a coincidir con el valor de EE_Credit, no podrán enviarse más tramas en dicha clase a dicho N_Puerto receptor, hasta que sea devuelta una trama ACK.

El N_Puerto receptor no lleva la cuenta del valor EE_Credit_CNT y sólo tiene la responsabilidad de devolver las correspondientes tramas ACK lo antes posible, para garantizar que el valor EE_Credit_CNT no llegue a ser demasiado alto.

Si una implementación de la parte receptora de un N_Puerto tiene un número específico de *buffer*es de recepción para recibir tramas gobernadas por el control de flujo extremo a extremo, el valor EE_Credit total para el N_Puerto que actúa como receptor tiene que ser distribuido entre los orígenes que pueden estar enviando tramas a dicho puerto. La estrategia de reserva de *buffer*es para la asignación de valores de crédito extremo a extremo depende de la implementación particular y también de la clase de servicio.

b) Control de flujo buffer a buffer[2]

El control de flujo *buffer* a *buffer* gobierna la transmisión de tramas a través de enlaces individuales en una topología punto a punto o de estructura y entre los puertos de origen y destino en una topología de bucle arbitrado. La operación básica de control de flujo *buffer* a *buffer* consiste en enviar una señal primitiva R_RDY al puerto transmisor de un enlace cada vez que hayan suficientes

recursos para recibir una única trama de clase 2, clase 3 o de solicitud de conexión de clase 1 en el lado receptor del enlace. El control de flujo *buffer* a *buffer* sólo se aplica al servicio no orientado a conexión.

Para gestionar estas operaciones, cada transmisor gestiona un valor BB_Credit (Crédito *buffer* a *buffer*), que denota el número total de *buffer*es de recepción en el puerto conectado y un valor BB_Credit_CNT, que denota el número de tramas pendientes enviadas hacia el puerto conectado y para las que no se han devuelto confirmaciones R_RDY. El término *buffer* de recepción indica la capacidad de recibir tramas y puede describir tanto espacio de almacenamiento como recursos de procesamiento. Los valores de BB_Credit se transmiten en el campo Crédito *buffer* a *buffer* de los parámetros comunes de servicio del comando FLOGI (en una topología de Estructura) o del campo PLOGI (en una topología punto a punto). Mientras el valor BB_Credit_CNT esté por debajo del valor BB_Credit, se podrá continuar transmitiendo tramas.

El crédito *buffer* a *buffer* gobierna el flujo tanto de las tramas de datos como de las tramas de control de enlace ACK, BSY, RJT, y LCR. Opera de manera idéntica en los enlaces entre dos N_Puertos y en los enlaces entre un N_Puerto y un F_Puerto, en ambas direcciones. El valor BB_Credit_CNT puede ser reinicializado a su valor de inicio de sesión ejecutando el protocolo de reinicialización de enlace o llevando a cabo un nuevo inicio de sesión de estructura.

c) Control de flujo alternativo buffer a buffer [2]

En una topología de estructura, en la que existe un conmutador entre los N_Puertos, el valor BB_Credit se establece mediante el campo de crédito *buffer* a *buffer* del comando de servicio de enlace para inicio de sesión de estructura (FLOGI). En una topología punto a punto, donde no existe un conmutador, el valor BB_Credit se establece mediante el campo correspondiente del comando de servicio de enlace para inicio de sesión de N_Puerto (PLOGI). En ambos casos BB_Credit indica el número total de *buffer*es de recepción de nivel de enlace disponibles, lo cual se supone que están disponibles cuando el enlace entra en funcionamiento, para la recepción

inmediata de tramas de datos de clase 2 o clase 3 o de tramas de solicitud de conexión de clase 1.

En una topología de bucle, ninguno de estos valores es directamente aplicable, dado que un bucle arbitrado actúa (en lo que al control de flujo del nivel de enlace respecta) como una topología punto a punto, donde los L_Puertos del enlace cambian continuamente a medida que se les concede acceso al bucle. No existe ninguna estructura y el crédito *buffer* a *buffer* que un L_Puerto utiliza en cualquier momento dependerá de cuál sea el otro L_Puerto del bucle con el que haya establecido un circuito.

Para gestionar esta situación, puede utilizarse el mecanismo alternativo de gestión de crédito *buffer* a *buffer*. En este mecanismo, el campo de crédito *buffer* a *buffer* de PLOGI no contiene el número total de *buffer*es de recepción, sino sólo el número total de *buffer*es de recepción cuya disponibilidad está garantizada cuando se abra el circuito. El L_Puerto puede tener disponibles más *buffer*es de recepción según se señalice mediante las secuencias primitivas R_RDY, pero el emisor sólo puede transmitir un número de tramas igual al límite de crédito *buffer* a *buffer* de PLOGI y tiene que esperar hasta que haya recibido más secuencias primitivas R_RDY antes de transmitir nuevas tramas de datos.

Siempre es posible que un L_Puerto anuncie un crédito *buffer* a *buffer* de 0, en cuyo caso no tiene que garantizar que se disponga de ningún *buffer* libre cuando se abra el circuito. En este caso, el extremo opuesto de un circuito no puede enviar ninguna trama de datos hasta que haya recibido señales primitivas R_RDY, lo que causa un retardo adicional de ida y vuelta a través del enlace en una topología de bucle.

Un valor de crédito *buffer* a *buffer* en el inicio de la sesión de N_Puerto que sea superior a 1 no suele tener mucho sentido. Mientras se transmite la primera trama de datos, pueden devolverse señales R_RDY para cualquier otro *buffer* de recepción disponible, permitiendo así una transmisión de datos inmediata a velocidad plena a medida que se abren circuitos entre los L_Puertos o N_Puertos.

2.4.4 NIVEL FC-3[2]

El nivel FC-3 está pensado para proporcionar un protocolo de entramado y otros servicios que gestionen operaciones sobre múltiples N_Puertos situados en un mismo nodo.

2.4.4.1 Funciones de FC-3

Las funciones de FC-3 han sido desarrolladas tomando como referencia que la mayoría de dispositivos SAN están generalmente interconectados con un *switch*. Un simple *switch* o un grupo de todos los *switches* interconectados están referidos como una estructura conmutada o Fabric.

2.4.4.1.1 Utilización de Alias.

Los alias son un mecanismo para permitir a un N_Puerto ser conocido por la Estructura y por los otros N_Puertos mediante una diversidad de nombres. Esto permite que un mismo equipo informático pueda operar a la vez como destino para el tráfico estándar y como, por ejemplo, servidor de tiempos[60] para la red *Fibre Channel*.

2.4.4.1.2 Multidifusión.

Es una difusión restringida a un subconjunto de los N_Puertos de la red. En la multidifusión, una serie de N_Puertos puede registrarse conjuntamente bajo un único identificador de dirección, denominado ID de alias.

Las tramas enviadas al ID de alias del grupo de multidifusión pueden ser encaminadas simultáneamente a todos los N_Puertos pertenecientes a dicho grupo.

Fibre Channel incluye dos tipos de multidifusión:

- Multidifusión no fiable, donde la estructura sólo tiene que duplicar las tramas para todo el grupo de multidifusión.

---

[60] Servidor de Tiempos.- Responde a las solicitudes de otros puertos para actualizar su tiempo de reloj, permite la sincronización de los puertos.

- Multidifusión fiable, en que la estructura tiene que consolidar las respuestas para proporcionar un servicio de confirmación.

La multidifusión no funciona para otra clase de servicio que no sea la clase 3.

2.4.4.1.3 Grupos de Captura.

Con el mecanismo de grupos de captura una serie de N_Puertos que funcionen conjuntamente bajo una entidad de control común se registran con una misma ID de alias. Cuando, posteriormente, se envía una trama a esa ID de alias, o se solicita una trama a la misma, la Estructura puede encaminarla a cualquiera de los N_Puertos del grupo que en ese momento esté libre. El N_Puerto gestionará la operación, dejando a otros miembros del grupo gestionar otras solicitudes dirigidas a la ID de alias del grupo de captura.

2.4.4.1.4 Grupos rotatorios.

Es similar a un grupo de captura, en el sentido que cualquier N_Puerto sometido a un control común puede responder a otros N_Puertos de fuera del grupo. La implementación de grupos rotatorios requiere que todos los N_Puertos participantes estén coordinados por una entidad de control común, y que el conmutador disponga de soporte de grupo rotatorio, para encaminar el tráfico procedente de puertos de fuera del grupo hacia uno de los N_Puertos del grupo rotatorio.

2.4.4.2 Servicios FC-3[2]

2.4.4.2.1 Servicios de nombre

EL objetivo del servidor de nombres consiste en proporcionar a los N_Puertos conectados información sobre cualquiera de los otros N_puertos conectados a la Estructura. Esta información incluye los siguientes parámetros:

- Tipo de puerto: N, NL, F/NL, E, etc.

- Identificador de puerto: valore S_ID, D_ID de 3 bytes.

- Nombres globales para cada puerto y nodo, de hasta 8 bytes de tamaño.

- Nombres simbólicos para el puerto y el nodo, cuya longitud puede ser de hasta 255 bytes.
- Un asociador de proceso inicial, si el puerto lo requiere.
- Dirección IP para el nodo y el puerto.
- Clase de servicio y mapa de bits de TIPO, que describen qué clase de servicio y qué tipos de tráfico son admitidos por el puerto.

2.4.4.2.2 Servicios de tiempo.

El servicio de tiempo permite a un puerto solicitar que se le devuelva una respuesta donde se especifique la hora actual. El formato incluye un número de 4 bytes que especifica el número de segundos transcurridos desde el 1 de enero de 1990, hora universal, y un segundo número de 4 bytes que especifica la parte fraccional de valor horario. La especificación indica que los distintos puertos deben tener relojes sincronizados entre sí con una precisión de 2 segundos.

2.4.4.2.3 Servicios de alias.

El servidor de Alias gestiona el registro y eliminación de identificadores de alias tanto para grupos de captura como para grupos de multidifusión. Resulta muy útil, generalmente, poder conocer a un mismo N_Puerto mediante varios identificadores diferentes, ya que esto permite encaminar paquetes que tengan diferentes valores D_ID al mismo puerto, de modo que dichos paquetes se gestionen de forma distinta después de llegar al mismo.

2.4.5 NIVEL FC-4 [2]

Una buena parte del trabajo realizado al desarrollar la arquitectura *Fibre Channel,* se ha concentrado en garantizar que la arquitectura pudiera operar de forma natural y eficiente, como mecanismo de transporte o de entrega para una amplia variedad de protocolos de nivel superior bien establecidos. Puesto que buena parte de la inversión en los actúales sistemas operativos se encuentra dirigido a nivel de los controladores de dispositivo, el costo de transferir los sistemas sobre un nivel de comunicación de datos *Fibre Channel* se

decrementa si se puede hacer que las interfaces sean lo más similares posibles a las interfaces previamente existentes. Esto permite añadir nuevas capacidades con un cambio mínimo en las interfaces actuales disponibles.

En el escenario general de interacción de *Fibre Channel* con los otros protocolos de nivel superior, los niveles *Fibre Channel* actúan como un mecanismo de transporte de datos para las estructuras lógicas del protocolo de nivel superior. Las estructuras lógicas se denominan “unidades de información” e incluyen bloques de bytes continuos y unidireccionales, como los que se utilizan para comandos, para flujos de datos y para información de estado. Estas unidades de información, se suelen mapear sobre el nivel *Fibre Channel* en forma de secuencias. Un conjunto de unidades de información relacionadas, como las requeridas en una operación de E/S (Entrada/Salida), se mapea como un único intercambio sobre el nivel *Fibre Channel*.

Las estructuras de secuencias e intercambios son suficientemente generales y disponen de las opciones configurables en lo que respecta al control de flujo, a la política de recuperación de errores y a la interacción entre secuencias como para poder realizar interfaces FC-4 con muchos protocolos de nivel superior ya existente. Por ejemplo, actualmente existen interfaces FC-4 estables definidas para la entrega de información mediante *Fibre Channel* bajo IPI-3, que es una interfaz de E/S (Entrada/Salida) de canal y de disco ampliamente utilizada en el mercado de *Mainframes*; para SBCCS, que es el conjunto de códigos de comando para operaciones en sistemas ESCON; para HIPPI, que es una interfaz de conexión de red y de canal ampliamente utilizada en el mercado de las supercomputadoras, y para otros protocolos de nivel superior.

Control FC-4 de las operaciones Fibre Channel [2].

Al implementar un nivel FC-4 sobre protocolos *Fibre Channel*, existe el requisito de que las unidades de información, de control y de datos sean pasadas “transparentemente” a los niveles *Fibre Channel*, de modo que el contenido exacto de la carga útil de las unidades de información del protocolo de nivel superior que se transmita sólo afecte a operaciones *Fibre Channel* específicas. También existe el requisito de que el protocolo de nivel superior sea capaz de

controlar el transporte de las unidades de información y de controlar las interacciones entre ellas, con el fin de formar operaciones completas del protocolo de nivel superior.

Fibre Channel proporciona varios mecanismos para poder ejercer control en el nivel FC-4 sobre las operaciones de control y de datos del nivel *Fibre Channel*.

En primer lugar, el nivel FC-4 puede controlar bajo qué categoría de información se envía una secuencia concreta o un bloque de una secuencia. Esto permite una señalización de nivel FC-4 en el N_Puerto de destino y posiblemente, permite dirigir los datos a diferentes conjuntos de *buffer*es.

En segundo lugar, las opciones del campo F_CTL para iniciar y terminar secuencias e intercambios, para transferir la iniciativa de secuencia y para establecer la política de errores de intercambio pueden usarse para implementar funciones del nivel FC-4 y del protocolo del nivel superior.

En tercer lugar, *Fibre Channel* permite incluir una cabecera de dispositivo en las tramas de datos, para pasar información de cabecera del nivel FC-4 transparentemente a través de los niveles *Fibre Channel*.

En cuarto lugar, aunque quizás sea lo más importante, la carga útil de las secuencias puede contener información de datos y de control de nivel FC-4.

2.5 ESTANDARIZACIÓN [14][2]

El esfuerzo inicial para el desarrollo de estándares de *Fibre Channel* se dio en 1988, y muchos de estos estándares continúan en desarrollo hoy en día. Actualmente existen más de 20 documentos estándares individuales, algunos de los cuales han sido adoptados como estándares, pero muchos han permanecido en forma de borradores (*drafts*), dichos documentos marcados como borradores son documentos de trabajo que se modifican de manera activa. Se ponen a disposición del público solamente para revisión y comentario.

El organismo encargado de desarrollar los estándares es la ANSI. Así mismo las referencias que todavía se encuentran en desarrollo pueden obtenerse en

el NCITS (*National Comite for Information Technology Standard*, Comité Nacional de los Estados Unidos para estándares de tecnologías de la información).

Fibre Channel es el nombre general para un grupo de estándares que han sido desarrollados por la ANSI, los cuales se encuentran agrupados de la siguiente forma:

2.5.1 INTERFAZ FÍSICA Y DE SEÑALIZACIÓN

A continuación se presentan todos los estándares que se refieren al nivel físico y a la señalización dentro de los niveles FC-0, FC-1 y FC-2, así como también sus respectivas actualizaciones.

- FC –PH: ANSI X3.230-1994, *Fibre Channel* Physical and Signaling interface (FC-PH) – estándar original *Fibre Channel*. Éste define las capas FC-0, FC-1 y FC-2; Corrección ANSI X3.230-1994 / AM 1-1996, *Fibre Channel Physical and Signaling Interface* (FC-PH)-Amendement 1.

- FC-PH-2: ANSI X3.297-1997, *Fibre Channel Physical and Signaling Interface* -2 (FC-PH-2)- Mejoras al FC-PH.

- FC-PH-3: ANSI X3.303-1998, *Fibre Channel* Physical and Signaling Interface - 3 (FC-PH-3) - Mejoras al FC-PH y FC-PH-2.

- ANSI NCITS 321-1998, *Fibre Channel*-Low-Cost 10-km Optical 1063-Mbaud Interface.

2.5.2 BUCLE ARBITRADO

A continuación se muestran los estándares que se refieren a las funciones del Bucle Arbitrado y su actualización.

- FC-AL: ANSI X3.272-1996, *Fibre Channel* Arbitrated Loop (FC-AL) – Topología de bucle arbitrado para albergar *Fibre Channel*.

- FC-AL-2: ANSI X3 NCITS 332-1999 (Project 1133-D), *Fibre Channel* Arbitrated Loop (FC-AL-2) –Versión mejorada de FC-AL.

2.5.3 SERVICIOS GENERALES Y DE CONMUTACIÓN

A continuación se presentan todos los estándares que se refieren a las funciones de una Estructura o Fabric y los servicios que prestan dentro de *Fibre Channel.*

- FC-FG: ANSI X3.289-1996, *Fibre Channel –Fabric Generic Requirements* (FC-FG) – Estructura independiente de la topología para albergar el estándar *Fibre Channel*.
- FC-SW: ANSI NCITS 321-1998 (Project 959-D), *Fibre Channel-Switch* Fabric (FC-SW) – Topología de conmutadores interoperables para albergar el estándar *Fibre Channel*.
- FC-GS: ANSI X3.288-1996, *Fibre Channel* - Generic Services.
- FC-GS-2: ANSI NCITS 288-1999 (Project 1134-D), *Fibre Channel* - Generic Services -2 (FC-GS-2).

2.5.4 INTERFACES FC-4 CON LOS PROTOCOLOS DE NIVEL SUPERIOR

A continuación se presentan todos los estándares que se refieren a la asignación de protocolos.

- FCP: ANSI X3.269-1996, *Fibre Channel protocol for* SCSI (FCP) – Formato de trama y definiciones de protocolo requeridos par transferir datos y comandos entre un origen y un destino SCSI utilizando *Fibre Channel*.
- FC-LE: X3.287-1996, *Fibre Channel Link-Encapsulation* (FC-LE) – Encapsulación de unidades de datos del protocolo de control del enlace lógico IEEE STD 802.2 sobre *Fibre Channel*.
- FC-SB: ANSI X3.271-1996, *Fibre Channel Single-Byte Command Code Sets* (SBCCS) *Mapping Protocol* (FC-SB).
- FC-SB-2: NCITS T11 (Project 1357-D), *Fibre Channel Single-Byte Comand Code Sets-2 Mapping Protocol* (FC-SB-2).
- FC-FP: ANSI X3.254-1994, *Fibre Channel Mapping to* HIPPI-FC (FC-FP).

* HIPPI-FC: ANSI C3.283-1996, *HIGH-PERFORMANCE PARALLEL INTERFACE* – Encapsulation of frames of the *Fibre Channel* Physical and Signaling Interface (FC-PH Encapsulation) (HIPPI-FC).

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED SAN

En el presente capítulo se desarrollará el diseño de una red SAN, cuyo proceso se basa en el propuesto por la *Brocade*[61], el cual estipula los siguientes pasos:

* Identificar los requerimientos para ser suplidos.
* Inventariar y analizar el entorno.
* Determinar los componentes SAN.
* Desarrollar la red SAN.

3.1 REQUERIMIENTOS A SER SUPLIDOS POR LA RED SAN

Los principales requerimientos que la Escuela Politécnica Nacional necesita suplir con la implementación de una red SAN son:

* Centralizar la información; al momento no se tiene un sistema en el cual se centralice la información de un manera ordenada y coordinada con las diferentes áreas y carreras; existen pequeñas redes LAN administradas de manera independiente por sus propios servidores.
* Optimizar el almacenamiento; se pretende optimizar todos los recursos disponibles actualmente, mediante la implementación de un sistema de almacenamiento, basado en arreglos de discos, los cuales servirían para almacenar y respaldar información de la Escuela Politécnica Nacional.
* Disponibilidad de la información; todos los datos almacenados deben estar disponibles en todo momento y la funcionalidad de la red debe garantizar el acceso a estos datos especialmente en situaciones críticas.

[61] Brocade: Empresa de Telecomunicaciones proveedora de equipos y soluciones SAN.

3.2 INVENTARIO Y ANÁLISIS DEL ENTORNO.

En lo que respecta a este punto se han considerado cuatro aspectos importantes:

- Situación actual de la Polired.[62]
- Los servidores a ser interconectados, tomando en cuenta su ubicación y la importancia de su información dentro de la Escuela Politécnica Nacional.
- La capacidad de almacenamiento requerido.
- Disponibilidad de elementos pasivos y activos que facilitarían la implementación de la red.

3.2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA POLIRED [18]

La Escuela Politécnica Nacional dispone de una red LAN denominada Polired, la misma que se encuentra operando desde marzo de 1993 y está compuesta por subredes que pertenecen a las diferentes carreras, institutos y áreas administrativas, las cuales están conectadas entre sí por medio de un *backbone*[63] de fibra óptica, llegando a los usuarios finales mediante cable UTP[64], *hubs* y *switches*.

La Polired se encuentra dividida en dos secciones. El Centro de Cómputo, actualmente llamado UGI (Unidad de Gestión de la Información), es considerado el eje central de administración.

En la figura 3.1 se presenta un esquema del actual campus "José Rubén Orellana" y los edificios que constituyen cada una de las secciones:

La sección Norte, comprende a los edificios de:

- Ingeniería Eléctrica – Química.

---

[62] Polired.- Red de datos de la Escuela Politécnica Nacional.
[63] Backbone.- Es el principal enlace de datos que conduce la mayor parte del tráfico de la red.
[64] Cable UTP (*Unshielded Twisted Pair*).- Cable no apantallado que contiene dos o más pares trenzados de hilos de cobre.

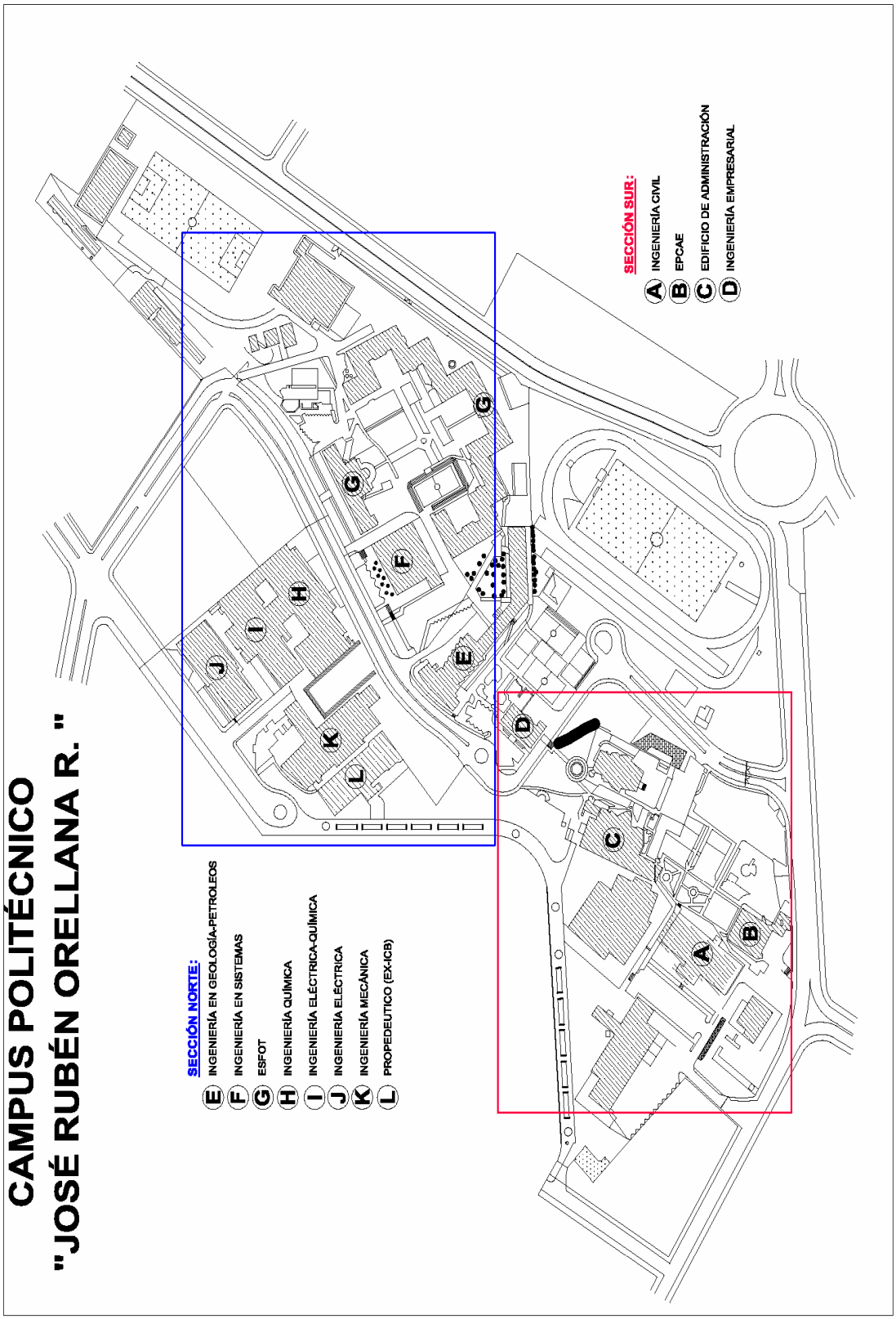


Figura 3.1. Campus Politécnico "José Rubén Orellana R."[23]

* Ingeniería Eléctrica (Edif. Antiguo).
* Ingeniería en Sistemas.
* Ingeniería Mecánica.
* Ingeniería en Geología.
* Ingeniería en Petróleos.
* Escuela de Formación Tecnológica (ESFOT).
* Propedéutico (ex ICB).

El punto de conexión para esta sección se encuentra ubicado en el Tercer Piso del Edificio de Química – Eléctrica.

La sección sur, comprende a los edificios de:

* Ingeniería Civil.
    - Instituto Geofísico.
    - Instituto de Hidráulica.
    - CEC (Centro de Educación Continua).
* Ingeniería en Gerencia Empresarial.
* Ingeniería Agroindustrial.
* Administración.
* Escuela de Postgrados (EPCAE; Escuela de Postgrado en Ciencias Administrativas y Económicas).

El punto de conexión para esta sección se encuentra ubicado en el Centro de Cómputo ubicado en la planta baja del edificio de administración.

En las figuras 3.2 y 3.3 se presentan diagramas de la disponibilidad de ductería, tendido de fibra óptica y sus próximas ampliaciones.

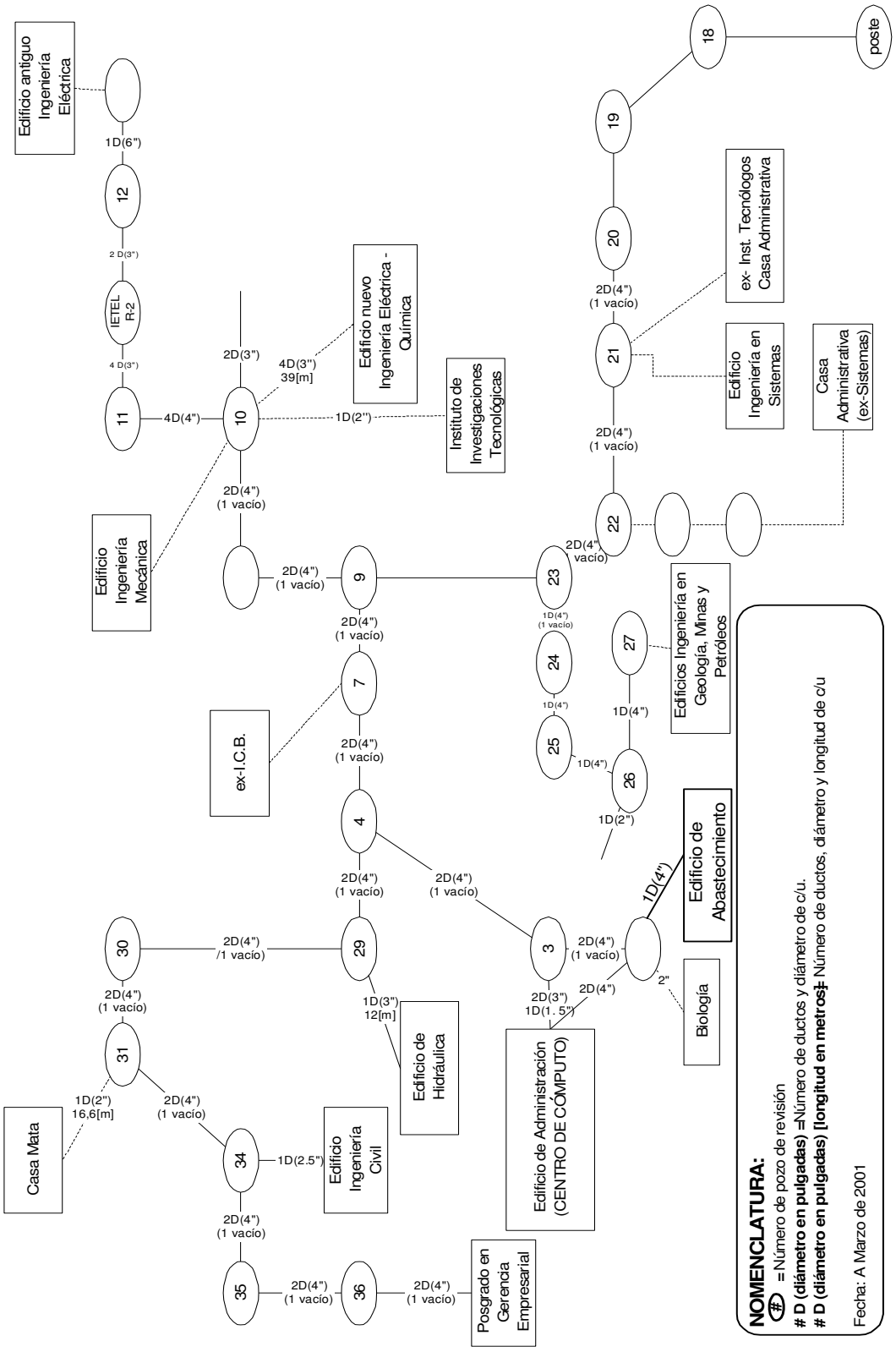


Figura 3.2. Esquema de los pozos de revisión y de los ductos de tendido actual de fibra óptica de la Escuela Politécnica Nacional [18]

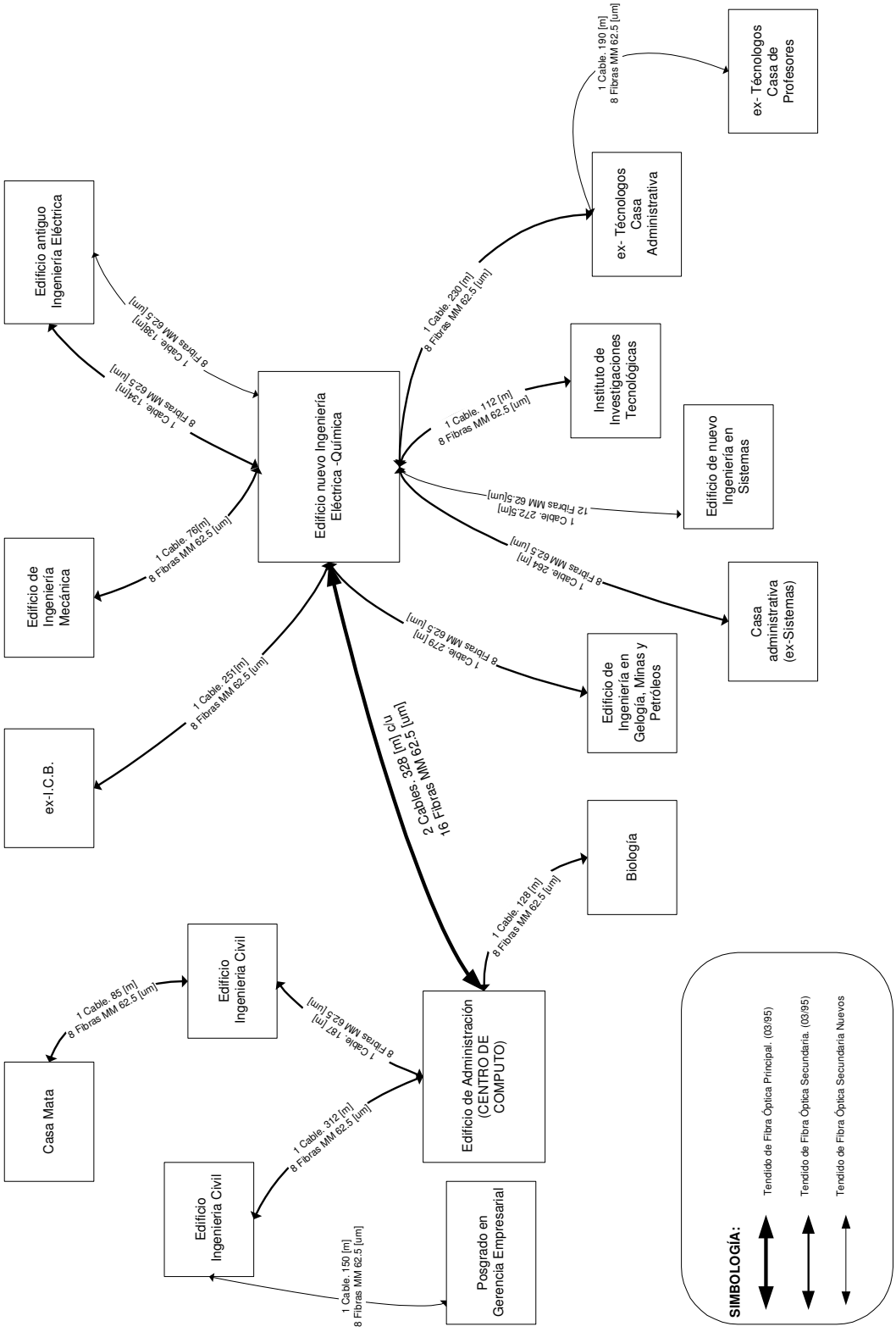


Figura 3.3. Tendido de fibra óptica en el Campus Politécnico [18]

3.2.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA POLIRED

Los principales servicios que presta la actual Polired son:

- Conexión con redes externas: mediante un enlace de fibra óptica con la empresa TELCONET[65], con una capacidad de 3.5 Mbps.
- Correo electrónico: disponible para todas las autoridades, áreas académicas y administrativas más importantes de la Escuela.
- Nombres y direcciones: el servicio DNS (*Domain Name Server*) es manejado desde el centro de cómputo ubicado en el edificio de administración.
- Ruteo y direccionamiento IP: el ruteo lo realiza el *RouteSwitch* del centro de cómputo, el direccionamiento IP es estático.
- Administración: no existe una administración centralizada a nivel de toda la Polired.
- Seguridad: las seguridades que se han implementado son escasas.
- Página Web: mediante la dirección electrónica www.epn.edu.ec

La Polired actualmente está sufriendo algunos cambios ya que se han comprado nuevos dispositivos los mismos que están siendo instalados paulatinamente, estos nuevos dispositivos son los que se detallan en la tabla 3.1. Según información del personal del centro de cómputo se ha empezado a implementar una nueva estructura de la Polired, la misma que en su conjunto tendría la configuración que se presenta en el gráfico 3.4. Es importante mencionar que algunos de los elementos del gráfico antes mencionado todavía no han sido comprados y por lo tanto la implementación de la nueva estructura, hasta el día hoy, no se ha completado.

En esta nueva configuración de la Polired, se sigue manteniendo la filosofía de dividirla en dos secciones, así como también considerar al centro de cómputo,

---

[65] Telconet.- Nombre comercial de un proveedor de acceso a Internet (ISP).

actualmente denominado UGI (Unidad de Gestión de la Información), como el punto central de administración de la misma.

Dispositivos	Características
1 Switch Capa 3	IBM 8274 8 puertos de fibra, y 12 puertos UTP
1 Switch capa 2	3Com 16 puertos RJ45 10/100
1 Switch capa 2	3Com 8 puertos RJ45 10/100
1 Switch capa 2	3Com 24 puertos RJ45 10/100
1 Router	Cisco 2611 2 RJ45 y 2 puertos Wic2T
1 Router	Efyber 2 puertos RJ45(Telconet)
1 Router	Cisco 4700 12 puertos RJ45
3 paneles	48 puertos RJ45
	18 puertos de fibra
	6 puertos de fibra
4 Hubs de difusión	3 3Com 12TP
	1 Cabletron 9 puertos RJ45 10
3 Tranceptores	

Tabla 3.1. Nuevos dispositivos de la Polired.

En la figura 3.4 se observa que se utilizarán dos *switches core* ubicados tanto en el edificio de química como en el centro de cómputo (UGI) respectivamente, adicionalmente se cuenta con 5 *switches* de capa 3, los mismos que se ubicarán en los siguientes edificios: Eléctrica, Mecánica, Sistemas, Civil y UGI.

Adicionalmente se ubicarán *switches*, denominados de acceso, en las diferentes dependencias mediante los cuales se permitirá el acceso a la Polired. Los diferentes *switches* son del tipo que se detalla en la tabla 3.2.

Dispositivos	Características
Switch Core	Cisco CATALYST 4507R
Switch de capa 3	Cisco CATALYST 35606
Switch de acceso	Cisco CATALYST 2950

Tabla 3.2. Tipos de *switches* de la Polired.

En esta nueva configuración de la Polired, se ha asignado un *switch* exclusivo para los servidores de la EPN.

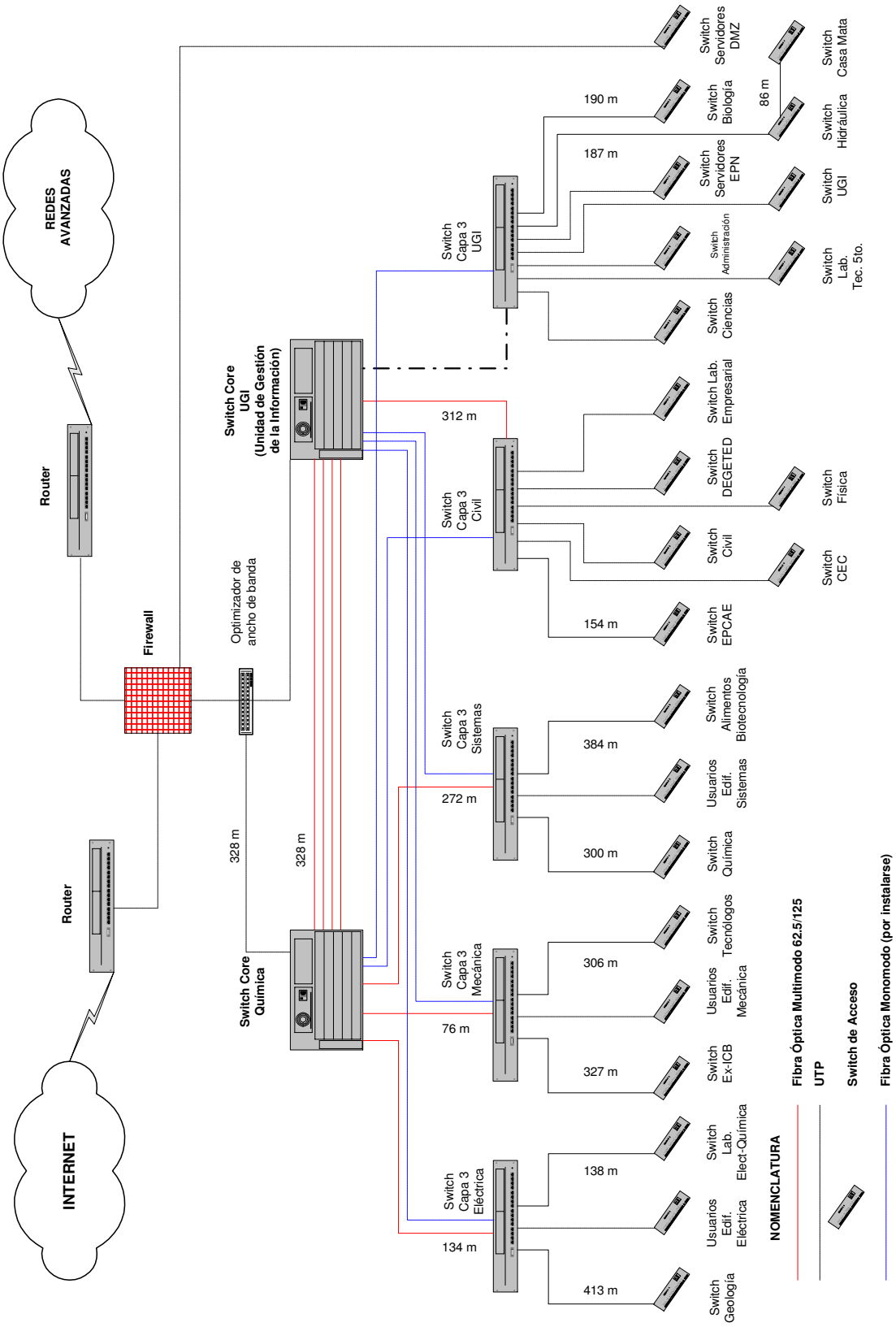


Figura 3.4. Nueva configuración de la Polired [22]

Es importante aclarar que la configuración que se detalla en la figura 3.4, según información del personal del UGI, será implementada en su totalidad tal como se presenta. Es fundamental destacar la asignación de un *switch* para los servidores de la EPN, ya que esto permite entender la interconexión entre la red SAN y la Polired.

3.2.3 SERVIDORES DISPONIBLES

El Centro de Cómputo proporcionó, para los fines pertinentes, toda la información correspondiente a los diferentes equipos y en especial a los servidores con los que cuenta actualmente la red de la Escuela Politécnica Nacional. El último levantamiento de este tipo de información ha concluido en julio del 2003. La mayoría de equipos son utilizados para labores académicas, es decir como parte de pequeñas redes independientes y se encuentran ubicados generalmente en laboratorios y en dependencias de las diferentes carreras.

En muchos de los casos se utilizan como servidores, computadores que no presentan las mejores características tanto de *hardware* como de *software* por lo que no se les debería considerar como tales.

En el caso del presente diseño, las características que se han tomado en cuenta para elegir a los servidores y estaciones a las cuales se dará acceso a la red SAN son:

- Importancia de la información: Todo tipo de información administrativa, financiera y académica encontrada en los actuales servidores y estaciones debe ser centralizada y respaldada.

- Características de los Servidores y estaciones: Todo servidor y estación de trabajo que vaya a tener acceso a la red SAN, debe tener el *hardware* y *software* adecuados que permitan su conectividad.

- Ubicación: Todos los servidores y estaciones de trabajo de la actual Polired podrán tener acceso a la red SAN, sin embargo es importante considerar que la información almacenada no puede ser puesta a disposición de todos los usuarios ya que los requerimientos de éstos son diferentes. Todo

servidor cuya información almacenada en ellos sea de vital importancia, para cualquier dependencia de la Escuela Politécnica Nacional, será considerado para la implementación de la red SAN. Por lo anteriormente expuesto se ha considerado a los siguientes departamentos como los principales objetivos que deben respaldar su información, esto no quiere decir que posteriormente cualquier otro servidor pueda ser incluido dentro de la red SAN; los departamentos son: administrativos, financieros, coordinaciones de carreras y el Instituto Geofísico.

Es importante mencionar que al existir una red LAN tras el servidor que integraría la SAN, ésta puede dar acceso a todos los usuarios que cuenten con su respectiva autorización.

En el anexo C.2 se presenta el listado de todos los equipos y sus diferentes características que de acuerdo a la información del centro de cómputo son considerados como servidores. Del análisis de esta información se concluye que la mayoría de los servidores no prestan las mejores características para ser considerados como parte de una red SAN. Es parte del actual proyecto, presentar la propuesta de considerar la compra de nuevos servidores, cuyo número y características se definirá en los siguientes numerales.

Por la importancia que representan ciertos servidores para la buena operación de la Polired, los mismos que se encuentran ubicados en el centro de cómputo, serán considerados como parte de la red SAN cuyo desarrollo se realizará en el presente capítulo. Es importante que se conozcan las características de estos servidores por lo cual en la tabla 3.3., se detalla lo más relevante de éstos:

SERVIDOR	CARACTERÍSTICAS
Servidor de monitoreo	Servidor COMPAQ PROLIANT ML350 Pentium III 650 MHz, HD 10GB, RAM 256 MB
Servidor para el portal Web EPN	Compaq Pentium III, 498MHz, HD 9GB, RAM 132MB,
Servidor DNS y Correo	Servidor COMPAQ PROLIANT ML350 Pentium II 650 MHz, HD 10GB, RAM 256 MB
Servidor de Caching Web	Compaq Inter.(R) Xeon 2.3 GHz, HD 60GB, RAM 1GB
Servidor de aplicaciones y bases de datos	IBM XSeries 346 Intel® 3.6GHz, HD 146GB, RAM 3GB

Tabla 3.3. Servidores existentes en el centro de cómputo.[23]

3.2.4 DISPONIBILIDAD DE ELEMENTOS PASIVOS Y ACTIVOS.

Otro punto muy importante que debe ser analizado es la disponibilidad de equipos de almacenamiento y de elementos activos *Fibre Channel* que faciliten la implementación de la red; toda la información examinada muestra que la Escuela Politécnica Nacional no dispone de los equipos o componentes requeridos para la implementación de la red SAN.

Un punto importante en la implementación de una red SAN es la facilidad para interconectar redes heterogéneas cuyos servidores disponen de distintas plataformas operativas. En el ANEXO C.2 se puede observar que existen varios servidores con diferentes sistemas operativos, pero no disponen de ningún elemento *Fibre Channel,* tal como HBA's, que faciliten la implementación de la red SAN. Adicionalmente tampoco existen *Switches* SAN, ni enlaces de fibra óptica disponibles.

Por lo anteriormente mencionado se puede prever que la implementación de una solución SAN exigirá de mayores gastos, ya que un gran número de elementos deben ser nuevos. Los principales elementos pasivos y activos que deben considerarse para el desarrollo de la SAN son los que se detallan en la tabla 3.4. Es importante mencionar que las características dependerán de algunos factores que se analizan en el desarrollo del presente capítulo, es por eso que todavía no se puede puntualizar respecto de sus características específicas ni sus cantidades.

DISPOSITIVOS QUE CONFORMAN UNA RED SAN	
ELEMENTOS ACTIVOS	ELEMENTOS PASIVOS
Servidores	Fibra Óptica
HBA´s	Conectores
Controladoras	Racks
RAID´s	
Switchs	
Sistemas Operativos	

Tabla 3.4 Elementos activos y pasivos que conforman una red SAN.

3.2.5 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Para poder analizar los requerimientos de la EPN acerca del almacenamiento necesario, se realizaron entrevistas a las personas encargadas del manejo de

la información de las diferentes áreas. En el ANEXO C.1 se muestra el tipo de encuesta que se realizó a las diferentes dependencias tales como:

* Coordinaciones de Carreras.

* Departamentos administrativo y financiero.

* Instituto Geofísico.

* Centro de Cómputo.

3.2.5.1 Base de datos estudiantil

Un punto importante para el diseño son las capacidades que ocupan las bases de datos en las que se almacena la información correspondiente al proceso de matriculación de los estudiantes de cada una de las carreras de la Escuela Politécnica Nacional. Por lo cual un dato que permite dimensionar la cantidad de almacenamiento requerido es el número total de estudiantes a nivel de toda la Escuela Politécnica Nacional, los valores que se detallan en la tabla 3.5, corresponden únicamente a los cuatro últimos períodos, los cuales son suficientes para poder dimensionar la capacidad requerida. Como se puede observar la cantidad de estudiantes se mantiene con una mínima variación en cada período por lo que el almacenamiento requerido variará de igual manera, facilitando las posibilidades de proyectar el valor resultante por un período determinado.

ESCUELA \ PERIODOS	OCT. 2003 MAR. 2004	ABRIL 2004 AGOS. 2004	OCT. 2004 MAR. 2005	MAR. 2005 AGOS. 2005	OCT. 2005 MAR. 2006
ESCUELA DE INGENIERIA	4484	4505	4568	4677	4734
ESCUELA DE CIENCIAS	1565	1558	1550	1625	1626
ESCUELA DE FORMACION TECNOLOGICA	1141	1125	1137	1146	1086
PROPEDEUTICO (EX - ICB)	1425	1111	1357	1055	1134
PRETECNOLOGO	392	398	325	174	104
PROPEDEUTICO EMPRESARIAL Y ECONOMICAS	160	109	122	70	88
PROPEDEUTICO AGROINDUSTRIAL*	0	0	32	35	22
TOTAL	9167	8806	9091	8782	8794

* En los periodos anteriores el Propedèutico de Agroindustrial no estaba dividido de la carrera. La informaciòn se llevaba en una sola base de datos del SAE.

Tabla 3.5 Número de estudiantes de las diferentes Escuelas.

Actualmente el proceso de matriculación se realiza mediante el ingreso de cargas horarias y datos personales de estudiantes en la base de datos SAE (Sistema Administración Estudiantil). Cada una de las carreras tiene su propio servidor con las bases de datos de los estudiantes, por lo que en el proceso de matriculación cada servidor debe ser puesto en red y permitir el ingreso de información a partir de otras estaciones cliente.

Toda la información es almacenada en los discos duros propios de los servidores y permanecen ahí durante el tiempo que se complete la capacidad del disco; para realizar respaldos de la información se utiliza un quemador de CDs (*Compact Disc*), copiándose sólo los registros más importantes de la base de datos.

Este sistema de matriculación presenta grandes ventajas de seguridad debido a que sólo personas autorizadas de cada carrera tienen acceso al servidor mediante una identificación y una clave.

Para conocer la cantidad de almacenamiento requerido por cada semestre a nivel de toda la Escuela Politécnica Nacional, se ha tomado como base la capacidad requerida en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, que es la que mayor número de estudiantes tiene (833 estudiantes). Según información del Ing. Fernando Carrera, encargado del ingreso de datos en el SAE para la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, se ocupan 11 MB de capacidad de disco para guardar información correspondiente a Notas de los alumnos, currículums, información de los profesores y cargas horarias por cada período de matriculación. Haciendo una relación entre la cantidad de estudiantes y la capacidad requerida para guardar esa información, se obtiene la capacidad requerida por estudiante como se indica a continuación.

$$Almacenamiento\,requerido\ \ por\ estudiante = \frac{11\ MB}{833\ estudiantes}$$

$$Almacenamiento\ requerido\ \ por\ estudiante = 13.20\ KB$$

Considerando la información del almacenamiento requerido por estudiante y los datos proporcionados por el Centro de Cómputo en la tabla 3.4 del total de estudiantes, se tiene un aproximado de la cantidad de almacenamiento requerido por cada período de matriculación a nivel de toda la Escuela Politécnica Nacional. Estos valores se detallan en la tabla 3.6., y, como se mencionó anteriormente el almacenamiento requerido para cada período de matriculación se mantiene con una mínima variación.

Periodo Académico	Cantidad de Estudiantes	Espacio requerido	Crecimiento
Octubre 2003 - Marzo 2004	9167	121,05 MB	-
Abril 2004 - Agosto 2004	8806	116,28 MB	- 4,77 MB
Octubre 2004 - Marzo 2005	9091	120,05 MB	3,76 MB
Marzo 2005 - Agosto 2005	8782	115,97 MB	- 4,08 MB
Octubre 2005 - Marzo 2006	8794	116,12 MB	0,16 MB
Promedio semestral: 117,89 MB			

Tabla 3.6. Almacenamiento requerido por período de matriculación.

Con los valores de la tabla 3.6 se realizó el gráfico 3.5, en el cual se puede observar que la línea de tendencia tiene una pendiente negativa. El presente proyecto de titulación para propósito de obtener una proyección bastante apegada a la realidad, considera el mayor crecimiento en el número de estudiantes el cual se da entre los períodos Abril 2004 – Agosto 2004 y Octubre 2004 – Marzo 2005.

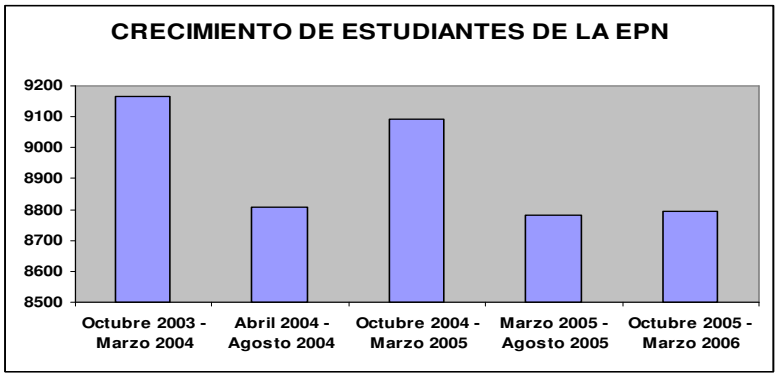


Figura 3.5 Crecimiento de estudiantes de la EPN.

Con la información de los períodos antes mencionados, se procede a calcular la ecuación de la recta, la cual es:

$$y = 285x + 8521$$

Con esta ecuación se obtienen los siguientes datos en cuanto al crecimiento semestral del número de estudiantes y consecuentemente el requerimiento del almacenamiento. Tomando en cuenta un período de 3 años en el cual la mayoría de fabricantes considera que la tecnología tiene vigencia en el mercado, el almacenamiento demandado será el que se detalla en la tabla 3.7.

Período	Número de Estudiantes	Almacenamiento requerido (MB)
Semestre 1	9376	123,81
Semestre 2	9661	127,57
Semestre 3	9946	131,34
Semestre 4	10231	135,10
Semestre 5	10516	138,86
Semestre 6	10801	142,63
	Total	**799,31**

Tabla 3.7. Almacenamiento requerido para los estudiantes.

3.2.5.2 Base de datos administrativa

Con respecto al manejo de la información del personal administrativo y académico, el departamento de personal ha facilitado la información sobre la cantidad de profesores y demás empleados de la EPN, la misma que se detalla en la tabla 3.8.

Personal	Cantidad
Profesores tiempo completo	358
Profesores tiempo parcial	127
Administrativos	230
De servicios	121

Tabla 3.8 Cantidad de profesores y personal administrativo.

En la actualidad, dentro del departamento de personal se cuenta con una infraestructura de red que permite a un determinado grupo de usuarios el acceso a este tipo de información. Esta infraestructura cuenta con un servidor con sistema operativo Windows 2000 *server* y ocho estaciones de trabajo con sistema operativo Windows 2000 profesional; adicionalmente se cuenta con un motor de base de datos SQL *Server* 2000 y herramientas de desarrollo

sistemas *Delphi* 6.0. El software denominado "Sistema de Información de Recursos Humanos", maneja información relacionada a los siguientes temas:

- Datos Personales.
- Curriculums.
- Horarios de labores.
- Seguros en general.
- Actividades dentro de la Escuela.
- Vacaciones.

Para tener una mejor percepción de este tipo de información, en el ANEXO C.3 se muestra en detalle sus diferentes características.

La información relacionada al manejo administrativo de profesores y demás personal de la Escuela Politécnica Nacional, ha sido manejada únicamente en archivos físicos. De acuerdo a las explicaciones del personal de sistemas, actualmente se tiene digitalizada un 20 % del total de la documentación física, este porcentaje corresponde a un espacio físico de disco duro de 61 MB. Es importante mencionar que la información digitalizada corresponde a toda la documentación con fecha noviembre del 2001 en adelante.

A enero del 2006 se cuenta con la siguiente capacidad de almacenamiento, esta información fue proporcionada por el personal que administra estos recursos. En la tabla 3.9 se detalla esta información y su crecimiento promedio.

Información	Capacidad de almacenamiento	Crecimiento anual *	Proyección a 3 años
Datos personales de empleados, nombramientos, acciones de personal, contratos, horas de clase, ascensos de nivel escalafonario, becas de empleados administrativos	200 MB	20%	345,6 MB
Sistema de control de documentación	200 MB	25%	390,6 MB
Sistema de control de asistencia	110 MB	40%	301,8 MB
Total	**510 MB**		**1038,1 MB**

*** Información proporcionada por el departamento de personal.**

Tabla 3.9. Almacenamiento requerido para personal docente y administrativo.

Para respaldar toda la información se debe considerar el crecimiento promedio anual, el cual fue proporcionado por el personal técnico del departamento de recursos humanos y se detalla en la tabla 3.9, suponiendo una proyección de 3 años, se debería contar con un total de 1038.1 MB.

3.2.5.3 Base de datos financiera

Otro dato importante a tomar en cuenta para dimensionar el almacenamiento requerido es el espacio que ocupa la información correspondiente a la parte financiera. Según datos proporcionados por el Ing. Diego Saa, jefe de Sistemas del Departamento Financiero, los valores que se tabulan en la tabla 3.10 corresponden al tamaño de los registros más importantes de la base de datos SIGEF (Sistema de Integración y Gestión Financiera), la cual se encarga de:

- Presupuesto.
- Contabilidad.
- Tesorería.
- Nómina, Convenios.

De acuerdo a información obtenida en el departamento financiero, la misma que fue proporcionada por el Ing. Diego Saa, el total de la base de datos del departamento financiero cada año crece en un 50%.

Actividades	No. de registros	BYTES / Registro	MB
Movimientos Contables	214034	724	154.96
Pagos y Recaudaciones	62311	2683	167.18
Detalles de la Nómina	531907	653	347.34
Detalle Auxiliares	148137	1709	253.17
Consulta de Proformas	172118	6409	1103.10
Reforma Presupuestal en ejecución	306439	2664	816.35
Programas en ejecución	143508	11659	1673.16
Auxiliares Período Contable	427168	273	116.62
Cabecera Auxiliares	129446	293	37.93
		Total	4669.80

Tabla 3.10 Información correspondiente a la parte financiera.

Como se observa, la capacidad requerida para guardar la información es de aproximadamente 4.7 GB, adicionalmente se debe tomar en cuenta una gran

cantidad de pequeños registros, que según información del departamento financiero corresponden a un 40 % del valor antes mencionado, con esta suma se tiene un gran total de 6.6 GB por año.

La capacidad programada debe permitir que por un período de tiempo determinado no se haga ningún tipo de inversión en lo que respecta a incrementar la capacidad de almacenamiento, por lo cual se ha considerado una proyección de 3 años, al final de cuyo período se deberá contar con una capacidad de almacenamiento de 19.8 GB para toda la información financiera.

3.2.5.4 Base de datos del Instituto Geofísico de la EPN

Los datos que se han podido recabar, respecto de los requerimientos de la capacidad de almacenamiento del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, se pueden observar en la tabla 3.11.

De acuerdo a información de la Ing. Marisol León, encargada del almacenamiento y respaldo de toda la información del Instituto Geofísico, actualmente no se cuenta con un sistema centralizado de información, ni con un manejo óptimo de almacenamiento. La información de cada una de las estaciones de monitoreo es almacenada provisionalmente en discos duros para luego ser respaldada en CD's. Debe mencionarse que existen diferentes tipos de información, lo cual se detalla en el anexo C.4, así como también su capacidad requerida:

- Información Sísmica; registros de todo tipo de movimientos sísmicos, tanto de origen tectónico como volcánico.

- Red Volcánica; información asociada a fenómenos volcánicos, como por ejemplo: SSAM[66], RSAM[67], información de las redes lajáricas, deformaciones volcánicas, entre otros.

---

[66] SSAM (*Spectral Seismec Amplitude Measurement*).- Modelo que permite apreciar el espectro de la señal sísmica en tiempo real.

[67] RSAM (*Real time Seismec Amplitude Measurement).*- Medida que permite apreciar la amplitud de la señal sísmica en tiempo real.

- Información documental y de usuarios; relacionada a informes, publicaciones, documentos, bases geográficas que son generadas por personal administrativo, técnico y científico.

- Servicios futuros; Información relacionada a la implementación de nuevos sistemas.

En la tabla 3.11, se pueden observar los valores totales requeridos para almacenar la información antes mencionada.

Tipo de Información	Capacidad anual requerida (GB)
Información sísmica y volcánica	365,18
La información documental y de usuarios	550,01
Servicios futuros	176,51
Total	**1091,7**

Tabla 3.11. Información del Instituto Geofísico.

El total de la capacidad requerida para almacenar la información del Instituto Geofísico, considerando el mismo período de tres años y un crecimiento anual de un 15%, el cual permite cubrir cualquier requerimiento eventual de almacenamiento, es de aproximadamente 3.79 TB.

3.2.5.5 Base de datos de bibliotecas

También se ha considerado la información de las principales bibliotecas que se encuentran en la Escuela Politécnica Nacional, los datos obtenidos se detallan en la tabla 3.12, los principales servicios que brindan estas entidades son los siguientes:

- Base de datos de Libros.

- Base de datos de Revistas.

- Base de datos de Tesis.

- Catálogo bibliográfico en línea.

- Servicio de correo para personas que se encuentran afiliadas como

usuarios de biblioteca. La capacidad asignada a los 300 usuarios, que a la fecha se encuentran registrados es de 10 MB.

La biblioteca General cuenta con un total de 15 mil títulos, mientras la biblioteca de la carrera de ingeniería eléctrica cuenta con 5011, la capacidad de almacenamiento al igual que su crecimiento se detalla en la tabla 3.12.

Entidad	No. De Títulos	No. De Libros	Capacidad de Almacenamiento (MB)
Biblioteca General	15000	25000	40
Biblioteca Ing. Eléctrica*	5011	-	4,12
		Total	44,12

* El número de libros no se encontraba disponible

Tabla 3.12 Información de bibliotecas.

Ya que no existe un monitoreo en cuanto al crecimiento de estas bases, se puede asegurar que no pueden crecer en un 100 %; para calcular una proyección se considera una capacidad de 1.6 KB/libro, esta tasa resulta de dividir la capacidad de almacenamiento para el número de libros, adicionalmente se sugiere tomar en cuenta que se compraría un libro diario, lo cual exige un incremento del 1.32 % anual del total del almacenamiento, con lo que al final del período de 3 años se requeriría una capacidad de 45.86 MB.

Adicional a las bases de datos de los libros disponibles, se tienen algunos proyectos de digitalización de algunos de ellos, así como también la digitalización de las diferentes tesis de grado y proyectos de titulación. En la biblioteca de la carrera de ingeniería eléctrica anualmente ingresa un promedio de 100 proyectos de titulación con un promedio de 200 páginas, requiriendo una capacidad de almacenamiento de 10 MB por proyecto. Tomando en cuenta esta información y considerando que la carrera de ingeniería eléctrica dispone de la mayor cantidad de estudiantes a nivel de toda la Escuela Politécnica Nacional, se puede realizar una proyección de la capacidad requerida para almacenar todos los proyectos de titulación de la E.P.N., esta información se detalla en la tabla 3.13.

Considerando que la cantidad de estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica representa un 25 % del total de la E.P.N., se puede realizar una

proyección respecto de la capacidad de almacenamiento a nivel de toda la Escuela Politécnica Nacional, esto se resume en la tabla 3.13.

Proyectos de Titulación de Ing. Eléctrica (valor anual)	Total Proyectos de Titulación E.P.N.	Almacenamiento	Proyección a 3 años
100	400	4 GB	12 GB

Tabla 3.13 Almacenamiento de proyectos de titulación.

Existen otras entidades que disponen de información importante que no serán tomadas en cuenta en el presente trabajo, ya que este tipo de información es muy puntual y requerida por un pequeño grupo de personas interesadas, por ejemplo los clubes de ajedrez, casa mata, departamento de planificación, etc. Sin embargo, no se descarta que en el futuro se pueda incrementar un servidor que maneje toda la información relacionada a estas pequeñas pero importantes entidades de la Escuela Politécnica Nacional, o de ser necesario en algún determinado momento, se podría dar acceso a la red SAN a cualquier usuario de alguna de estas dependencias.

Considerando que pueden surgir nuevas dependencias que generen información que deba ser almacenada y que las bases de datos tanto de estudiantes, personal y bibliotecas no superan los 5 GB, se ha proyectado un valor de 100 GB para cualquier requerimiento posible en el futuro.

Considerando las principales fuentes en donde se genera información que necesita disponer de un respaldo y centralización, las mismas que ya han sido mencionadas y puntualizadas en párrafos anteriores, se pueden resumir los valores de la siguiente manera, tal como se detalla en la tabla 3.14.

Tomando en cuenta que las bases de datos, a excepción de la información del Instituto Geofísico, no son muy grandes, se puede proyectar una cierta capacidad de almacenamiento para otras dependencias, las cuales no han sido mencionadas en los párrafos anteriores y que necesiten almacenar y respaldar su información.

ENTIDAD	CAPACIDAD DE ALAMACENAMIENTO
Información de Estudiantes SAE	799,31 MB
Departamento de Recursos Humanos	1,038 GB
Departamento Financiero	19,8 GB
Instituto Geofísico	3,79 TB
Base de datos de Bibliotecas	45,86 MB
Proyectos de Titulación	12 GB
Otras Dependencias	100 GB
TOTAL	**3,92 TB**

Tabla 3.14 Almacenamiento de toda la E. P. N.

3.3 DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES SAN.

El buen desempeño de cualquier sistema, dependerá de las características de los diferentes componentes SAN considerados para su implementación; el desarrollo de este diseño se fundamenta en las siguientes consideraciones:

* Servidores que conformarán la red SAN.
* Topología.
* Velocidad de los puertos.
* Medio de transmisión.
* Cantidad de información a respaldarse.
* Redundancia.

De acuerdo a la alternativa desarrollada en el proyecto de titulación “Propuesta de Rediseño de la Red de Campus de la EPN” de los Ingenieros Ramón Valdez y Diego Witte, se propone la implementación de dos subredes denominadas Administrativa y Académica.

Ya que la propuesta antes mencionada presenta un detalle de los servicios que prestarían estas dos subredes, el presente proyecto considera apropiado tomar en cuenta esta referencia, ya que aporta un análisis diferente de los servicios requeridos y consecuentemente permitirá el análisis del tipo de información que se requiere centralizar dentro de la EPN. A nivel de servicios es importante conocer las características de las dos subredes que se propone implementar ya

que de su análisis se puede concluir qué tipo de bases de datos o dispositivos pueden ser parte de la red SAN. Las características de las subredes según la propuesta del proyecto de titulación antes mencionado, deben tener las siguientes características:

Red Administrativa [18].- Enlazará todas las dependencias administrativas de la EPN, no será utilizada por estudiantes ni profesores y sus funciones serán:

- Manejo de sistemas de administración estudiantil.
- Finanzas.
- Manejo de personal.
- Actividades de planificación.
- Sesiones Virtuales.
- Inventarios.

Red Académica [18].-Estaría enfocada a prestar servicios a profesores y estudiantes, interconectando: laboratorios, oficinas de profesores, aulas, hemiciclos, oficinas, proyectos de investigación, asociaciones estudiantiles y bibliotecas. Sus funciones serían las que se detallan a continuación:

- Acceso a Internet con fines académicos.
- Consulta de fuentes de información bibliográfica.
- Acceso a servidores de correo electrónico y HTML.
- Acceso a servidores de laboratorios para fines de consulta.
- Sesiones virtuales.

Es importante haber mencionado lo expuesto, ya que esto da la pauta para definir el tipo de información que se almacenará, lo que a su vez permite definir la capacidad de almacenamiento requerida y los servidores que conformarán la red SAN.

Un punto de vital importancia y que no ha sido considerado por la propuesta de rediseño de la Polired antes mencionada, es la información que se genera en el Instituto Geofísico, la misma que por su importancia deberá ser tratada con elevadas prestaciones de disponibilidad y centralización.

Del análisis de las diferentes características y el tipo de información de las dos subredes antes mencionadas, se propone que la información a ser centralizada y respaldada se subdivida en cuatro bases de datos, las mismas que deberán ser administradas con las mejores prestaciones de disponibilidad y centralización. La definición de estas bases de datos se detalla a continuación.

* Base de datos Financiera.- Esta base de datos como en cualquier entidad pública o privada es de vital importancia para su administración financiera. Las características de esta base de datos dependerá de los requerimientos de cada entidad, en el caso de la Escuela Politécnica Nacional se han considerado los parámetro más importantes que conforman dicha base. Es importante aclarar que las características de las bases en general no son parte del desarrollo del presente proyecto de titulación.

* Base de datos Estudiantil, Profesores y Empleados.- Por ser la Escuela Politécnica Nacional una entidad dedicada a la educación, es de crucial importancia la buena administración de su base de datos estudiantil; adicional a esto, no se puede dejar de lado la administración de las correspondientes: nóminas, sueldos, cargas horarias y demás responsabilidades que a los profesores y empleados les compete realizar, es por eso que se debe contar con una base de datos con buenas prestaciones para su administración.

* Base de datos del Instituto Geofísico.- El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional es una entidad que presta sus servicios de monitoreo sísmico a toda la comunidad, la información es considerada de vital importancia para la prevención de catástrofes naturales en el país. Es por eso que el presente proyecto de titulación considera a esta información como una de las más importantes que debe ser respaldada, centralizada y siempre disponible.

- Base de datos Académica.- Ha sido denominado de esta manera, por la información que manejará: bases de libros de todas las bibliotecas, proyectos de titulación, trabajos ya terminados o en desarrollo, bases de museos y toda la demás información que tenga un carácter académico.

Con la definición del tipo de información y las bases de datos a ser centralizadas, a continuación se presenta una descripción de todos los elementos que intervendrán en el diseño de la red SAN del presente proyecto de titulación.

3.3.1 SERVIDORES

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el presente trabajo propone y considera la compra de 4 nuevos servidores, que serían los encargados de administrar las cuatro bases de datos definidas anteriormente.

El centro de cómputo ha definido a algunos servidores como de vital importancia para el buen funcionamiento de la Polired, es por eso que han sido considerados para ser parte de la red SAN:

- Servidor de correo electrónico y DNS.
- Servidor de Páginas Web.
- Servidor de aplicaciones y bases de datos.

Las aplicaciones que tendrán cada uno de los servidores exigen que sus características sean específicas, sin embargo como todos utilizarán un *software* para la administración de las bases de datos, tal como SQL; puesto que éste demanda de ciertos requerimientos de *Hardware*, todos los servidores deberán contar con las características mínimas que se detallan en la tabla 3.15. Es importante mencionar que estas características son las que exige SQL *Server* 2005.

	SQL Server 2005 Enterprise Edition	SQL Server 2005 Developer Edition Server 2005 Standard Edition SQL
Tipo de procesador	Procesador Itanium o superior	AMD Opteron, AMD Athlon 64, Intel Xenon compatible con Intel EM64T, Intel Pentium IV compatible con EM64T
Velocidad de procesador	IA64* mínimo: 1 GHz, IA64 recomendado: 1 GHz o superior	X64**mínimo: 1 GHz, X64 recomendado: 1 GHz o superior
Memoria (RAM)	IA64 mínimo: 512 MB, IA64 recomendado: 1 GB o superior	Sistema operativo mínimo: 512 MB, X64 recomendado: 1 GB o superior

* Arquitectura de Intel Itanium de la plataforma de 64 bits.

** Arquitectura AMD / arquitectura Intel Extended Systems de plataforma de 64 bits.

Tabla 3.15. Características exigidas por SQL.

Adicional a las características detalladas en la tabla 3.15, se debe considerar que estos servidores tendrán conexión tanto a un *switch* de la red SAN como a uno de la Polired, consecuentemente deberán disponer de tarjetas de red 10/100/1000 Base T y tarjetas para fibra con conexión SAN. Adicionalmente se deben considerar elementos primordiales tales como: unidades de CD-ROM, *disquet* de 3 $^{1/2}$, sistema operativo; todas estas características son las que se detallan en la tabla 3.16.

CARACTERÍSTICAS	
MODELO	Tipo RACK.
PROCESADOR	Un procesadores Xeon de al menos 2,0 GHz.
MEMORIA CACHE	Cache de Segundo Nivel de 1 MB.
MEMORIA RAM	Memoria RAM de al menos 1 GB tolerante a fallos
DISCO DURO	Un disco de al menos 73 GB
INTERFAZ DE RED	Interfaz de red PCI 10/100/1000 BASE - T
INTERFAZ PARA SAN	Dos tarjetas de Fibra para conexión a SAN.
PERIFÉRICOS	Unidades de CD-ROM y Disquete 3 ½.
	Fuente de alimentación redundante.
SISTEMA OPERATIVO	Linux o Windows 2003 Server

Tabla 3.16. Características mínimas de los servidores.

El número de servidores que deben ser interconectados y que conformarán la red SAN son 7, el detalle de los mismos y sus aplicaciones se presentan en la tabla 3.17.

SERVIDOR	APLICACIÓN
Servidor 1	Base de datos Financiera
Servidor 2	Base de datos Estudiantil, profesores y empleados
Servidor 3	Base datos del Instituto Geofísico
Servidor 4	Base de datos académica
Servidor 5	Servidor de dominio de nombres
Servidor 6	Servidor para el alojamiento de páginas web
Servidor 7	Servidor de correo electrónico

Tabla 3.17 Servidores requeridos para la red SAN.

Los servidores deberían considerar una redundancia de la conexión a la Polired, esto permitiría mantener operativos a todos los servidores en caso de falla del dispositivo y los enlaces que los interconecten; esta duplicidad en el caso de que se implemente deberá considerar un punto de interconexión diferente, para el caso específico de la Polired, se podría implementar tal como se detalla en la figura 3.6.

El párrafo anterior describe una sugerencia que puede ser tomada en cuenta o no, sin embargo es importante aclarar que este proyecto exige de al menos un punto de conexión entre cada servidor y la Polired.

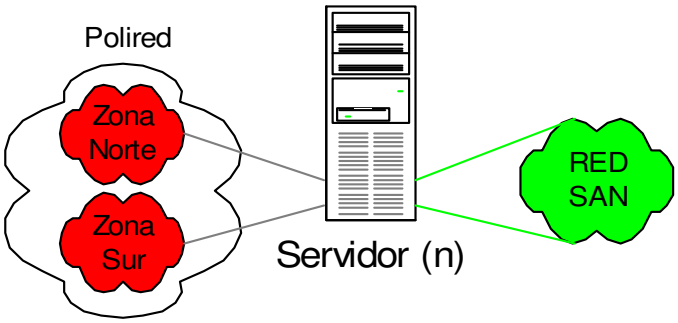


Figura 3.6 Bosquejo de conexión de servidores

3.3.2 TOPOLOGÍA

El presente diseño de red SAN ha considerado la topología *Fabric Switch* la cual claramente ha sido detallada en el capítulo 2. Se ha escogido esta topología porque permite facilidades para el incremento de dispositivos que se quieran añadir a la red y mayores distancias de cobertura, características que a la postre permitirían la ampliación hacia todas las dependencias tanto internas como externas que pudieran incrementarse en la Escuela Politécnica Nacional.

Otro aspecto importante para escoger esta topología y no la de bucle arbitrado, la cual también se detalla en el capítulo 2, es que en esta última configuración se tendría una baja utilización de la red ya que al igual que en la topología de anillo de redes LAN, la estación que quiera transmitir debe esperar que sea liberado el toquen o permiso, es decir los dispositivos no pueden transmitir o recibir información cuando así lo decidan, en cambio en la topología *Fabric* todos los dispositivos pueden hacer uso del canal o ruta que les permita comunicarse con otros dispositivo en cualquier momento.

El presente proyecto pone a consideración dos propuestas en cuanto a la topología más adecuada, *Fabric Swithc*, para la implementación de la red SAN en la EPN, estas alternativas se fundamentan en dos abstracciones, las cuales son:

- La primera propuesta considera que los servidores que conformarán la red SAN se encuentran ubicados en los diferentes edificios de la Escuela Politécnica Nacional y en el centro de cómputo se ubicaría únicamente el elemento de almacenamiento (RAID).

- La segunda propuesta parte de la premisa de que todos los servidores que conformarán la red SAN se encuentran centralizados al igual que el elemento de almacenamiento (RAID) en el centro de cómputo.

En virtud de lo mencionado se propone dos alternativas para interconectar los servidores que conformarán la red SAN. A continuación se detalla cada una de ellas.

3.3.2.1. Alternativa 1.

La primera tendencia considera que todas las coordinaciones de carrera y departamentos como financiero, personal, administrativo y centro de cómputo, disponen de servidores propios que prestan servicio a todas las subredes de cada uno de sus edificios. Estos servidores seguirían ubicados físicamente en sus respectivos edificios y mediante enlaces de fibra óptica se conectarían al dispositivo de almacenamiento RAID situado en el centro de cómputo. En la figura 3.7 se esboza el sistema a implementar:

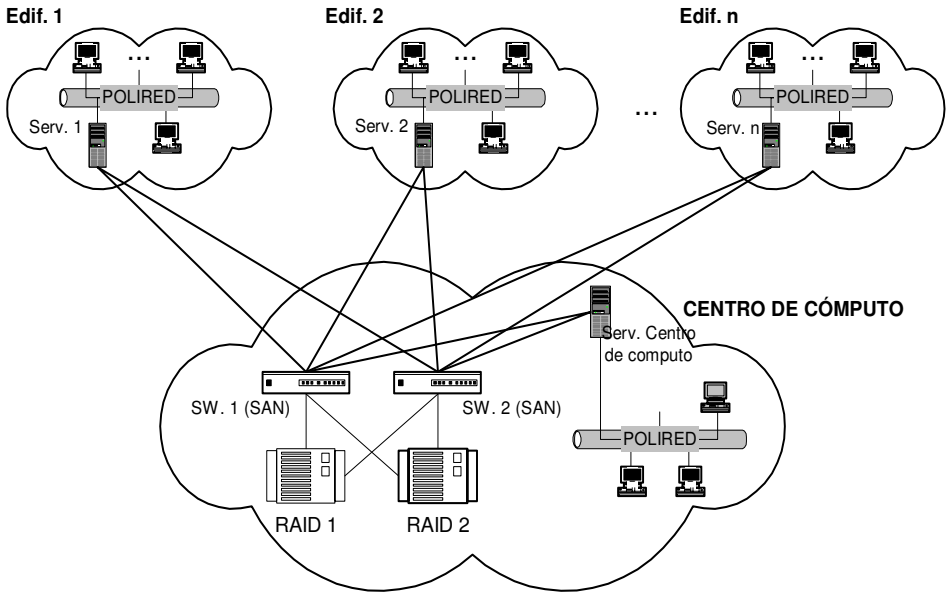


Figura 3.7. Esquema de conexión de la propuesta 1.

Esta opción requiere mayor cantidad de fibra óptica y de espacio en la ductería disponible.

3.2.2.2. Alternativa 2.

Esta propuesta considera que todos los servidores estarán ubicados en el centro de cómputo al igual que el dispositivo de almacenamiento. Con esta configuración los servidores estarían centralizados y la inversión en los enlaces de fibra óptica sería inferior a la de la propuesta 1, en la figura 3.8 se presenta un esquema de conexión de esta propuesta.

Esta opción requerirá menos cantidad de fibra óptica y no se ocuparía ductería, puesto que todos los servidores se encontrarían centralizados en un solo lugar, que en este caso será el centro de cómputo.

Las propuestas antes mencionadas se fundamentan en la utilización de la topología *Fabric*, ya que la facilidad de su implementación y configuración la han transformado en la mejor opción.

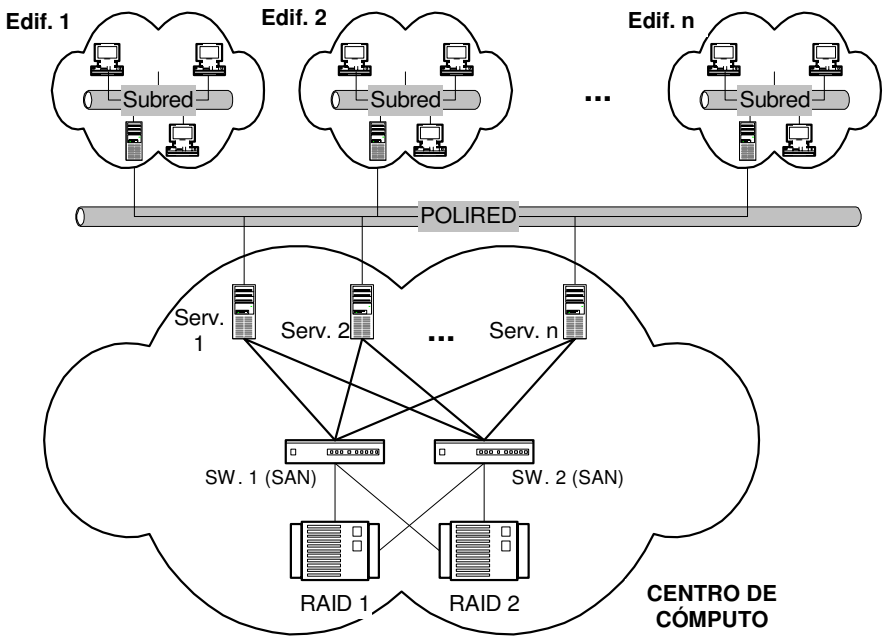


Figura 3.8. Esquema de conexión de la propuesta 2.

El presente proyecto de titulación considera que las dos opciones anteriormente descritas son posibles de implementar, sin embargo existen algunas características que las diferencia una de otra; en la tabla 3.18 se detallan las diferencias más relevantes de estas dos alternativas.

Características	Alternativa 1	Alternativa 2
Fibra Óptica	Mayor cantidad	Menor cantidad
Utilización de ductería	Mayor cantidad	Menor cantidad
Número de servidores	Mayor cantidad	Menor cantidad

Tabla 3.18 Comparación de las alternativas para interconectar la red SAN

La alternativa 1 considera ubicar servidores en cada entidad de la EPN e interconectarlos al centro de cómputo, esto claramente denota que se utilizará mayor cantidad de fibra óptica y por ende mayor ductería; sin embargo la alternativa dos considera que todos los servidores se encuentren centralizados en el centro de cómputo, esto implica menor cantidad de fibra óptica y ductería ya que la interconexión entre servidores y a la Polired se realizaría en este mismo sitio.

Considerando que actualmente la Polired no dispone de espacios en la ductería ni tampoco los suficientes enlaces de fibra óptica y que su ampliación conllevará mayores gastos, se considera como la mejor opción para implementar la red SAN a la alternativa número dos. Es por eso que el presente trabajo considera esta opción para el desarrollo de los demás temas relacionados.

3.3.3 VELOCIDAD DE LOS PUERTOS.

En la mayoría de aplicaciones, la parte más crítica es el ancho de banda que está totalmente vinculado con la velocidad de transmisión; no se tienen datos exactos del tráfico que se genera con las diferentes aplicaciones, sin embargo del análisis de los equipos (servidores) que actualmente se encuentran disponibles, se concluye que las velocidades requeridas están por debajo de las que ofrece el estándar FC (definido en el capítulo 1) de 1GBps. Debe mencionarse que existe el estándar de 2GBps que ya se encuentra operativo cuyos costos son similares al estándar 1GBps, por lo que este diseño considerará características de los diferentes equipos que intervengan en la implementación de esta red, que manejen la velocidad de 2GBps.

Para realizar el cálculo requerido, se debe partir de algunas suposiciones en cuanto al posible funcionamiento del sistema. Para obtener mejores resultados estas suposiciones considerarán condiciones críticas del sistema, a continuación se detallan algunas características importantes para el respectivo cálculo:

- La cantidad de servidores que accederán al mismo tiempo a un determinado puerto de almacenamiento; en el peor de los casos será 7, por lo que la tasa que relaciona la cantidad de servidores que acceden a un puerto de almacenamiento es de 7/1, esta relación es llamada *Fan-out*[68].

- La cantidad de requerimientos de E/S a las diferentes bases de datos; en la tabla 3.20 se resume la cantidad de peticiones de E/S a cada base de

[68] Fan-Out.- Esta definición se encuentra detallada en la sección 3.4.

datos, estas cantidades han sido promediadas de acuerdo a la información que se obtuvo de las diferentes áreas.

* El tamaño del ancho de banda típico de cada aplicación se detalla en la tabla 3.19.

Aplicación	Utilización del AB	Porcentaje de Lectura/escritura	Acceso Típico	Tamaño típico de E/S
OLTP[69], *e-mail*, UFS *e-commerce*, CIFS[70]	Alta	80% lectura, 20% escritura	Aleatorio	8KB
OLTP (raw)	Alta	80% lectura, 20% escritura	Aleatorio	2KB a 4KB
Decisión support, HPC[71], *Seismic, Imaging*	Media a Dura	90% lectura, 10% escritura	Secuencial	16KB a 128KB
Video Server	Dura	98% lectura, 2% escritura	Secuencial	> 64KB
SAN *applications*	Media a Dura	Variable	Secuencial	> 64KB

Tabla 3.19. Ancho de Banda de aplicaciones [19].

Para calcular el ancho de banda de cada enlace entre el servidor y el dispositivo de almacenamiento, se considera los siguientes antecedentes.

La mayoría de los servidores manejarán bases de datos del tipo OLTP; el tamaño del bloque de las peticiones de entrada y salida será de 8 KB. La cantidad de peticiones de entrada y salida dependerá del número de máquinas que requieran el acceso, esta cifra dependerá de las siguientes consideraciones:

* Para determinar el número de accesos a la base de datos financiera se ha considerado que por lo menos cada carrera requerirá un acceso, adicional a esto se han sumado diez accesos más para dependencias administrativas, como Rectorado, departamento de Planificación, etc., dando un total de 35 máquinas.

---

[69] OLTP.- (*OnLine Transaction Processing*) es un tipo de procesamiento de transacciones a través de una red de computadoras.
[70] CIFS.- (*Common Internet File System*) protocolo de red para compartir impresoras y archivos, anteriormente era conocido como SMB (*Server Message Block*) y fue renombrado por *Microsoft*.
[71] HPC.- (*High-Performance Computing*) definición de una máquina de alto desempeño.

* Para cuantificar el número de accesos a la base de datos estudiantil, profesores y empleados se ha considerado como punto de partida la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, la cual requiere un mínimo de 8 máquinas para la inscripción de 868 estudiantes, por lo que se requerirá un total de 85 máquinas para la inscripción de los 9167 estudiantes, cuyo valor es el más alto de los últimos 5 períodos de matriculación. Adicional a esto se debe considerar la cantidad de máquinas que existen en el departamento de recursos humanos, cuyo número es 8; adicionalmente se deben añadir 5 máquinas del departamento de Planificación. Considerando la cantidad de 98 máquinas a nivel de toda la EPN en el período más crítico que serán los días de matrículas, se tiene un total de ancho de banda de:

$$AB_1 = 8KB * 98$$

$$AB_1 = 0.78[MB/s]$$

* Para calcular el ancho de banda del servidor que maneje información del Instituto Geofísico, se considerará la aplicación *seismic,* cuyo tamaño de bloque es de 128 KB como máximo. Adicional a esto se toma en cuenta un promedio de 30 máquinas, cuya cantidad no solamente considera a los dispositivos existentes en el Instituto Geofísico, sino que también abarca algunos dispositivos a los cuales se les puede dar acceso y se encuentren en otras dependencias.

* Para el servidor de la base de datos académica se ha considerado como caso más crítico, que la totalidad de estudiantes acceden a esta base, por lo cual el número de accesos en promedio sería de 9000, sin embargo se ha redondeado a 10000 para ver la aplicación de la red SAN.

* La cantidad de accesos que manejará el servidor *web* será equivalente al número de estudiantes que dispone la EPN, es importante mencionar que éste sería el caso crítico.

* Para el servidor de correo, también se considera un tamaño de 8 KB, pero el número de peticiones asumidas será de 10000, este número considera

que todos lo estudiantes y demás personal de la EPN disponen de cuentas de correo y que todos ingresan al mismo tiempo.

* La cantidad de accesos para el servidor DNS, ha sido calculado tomando en cuenta todos los dispositivos que a la fecha del último levantamiento de este tipo de información, son considerados parte de la Polired.

Con toda esta información se han realizado los respectivos cálculos y los resultados se detallan en la tabla 3.20.

Enlace	Tamaño del Bloque	Peticiones de E/S	AB Total
Servidor 1 - Dispositivo de almacenamiento (BD-F)	8 KB	35	0,28 MB/s
Servidor 2 - Dispositivo de almacenamiento (BD-EEP)	8 KB	98	0,78 MB/s
Servidor 3 - Dispositivo de almacenamiento (BD-ITG)	128 KB	30	3,84 MB/s
Servidor 4 - Dispositivo de almacenamiento (BD-A)	128 KB	10000	1,28 GB/s
Servidor DNS - Dispositivo de almacenamiento	8 KB	650	5,2 MB/s
Servidor Web - Dispositivo de almacenamiento	8 KB	10000	80 MB/s
Servidor Correo - Dispositivo de almacenamiento	8 KB	10000	80 MB/s

Tabla 3.20. Ancho de banda de los enlaces.

El valor que se detalla en la tabla 3.20 del ancho de banda requerido en los diferentes enlaces, demuestra claramente que el estándar FC de 2 Gbps cumple en gran medida con lo demandado.

Para apuntalar el cálculo antes descrito, se pueden considerar las mediciones de tráfico del sitio *web* www.epn.edu.ec., cuyas principales características se presentan en el anexo C.5.

De la información de los tres últimos meses, se a escogido como caso más crítico aquel en el cual existe mayor cantidad de KB en una determinada hora, en este caso resulta que el máximo se produce a las 10 am del mes de marzo, cuyo valor es de 1104546 KB, si a este valor se divide para 3600 segundos que tiene una hora, se puede obtener una velocidad de transmisión requerida para este caso específico. El valor que resulta del cálculo descrito sería de 306.82 KB/s, que es un valor que se encuentra muy por debajo del que provee el estándar FC.

Con la información que hasta el momento se ha podido obtener se pueden detallar las características mínimas de los HBA´s, las mismas que deben ser

consideradas como requerimientos básicos de estos dispositivos para que sean utilizados dentro del presente diseño. A continuación en la tabla 3.21 se detallan los requerimientos mínimos de estos dispositivos para ser parte de la red SAN.

CARACTERÍSTICAS DE HBA	
Velocidad	1 GBps
Tipo de conexión	PCI-X (64 bits)
Conector de F.O.	LC
Tipo de puerto	Tipo Fabric
Sistema Operativo	Linux o Windows 2003 Server

Tabla 3.21 Características mínimas de HBA

3.3.4 MEDIO DE TRANSMISIÓN.

Para seleccionar el medio de transmisión más adecuado para la implementación de la red SAN, se deben considerar algunos factores:

- Consideraciones de distancia: se refiere a qué tan cortos o extensos pueden ser los enlaces para interconectar dos puntos de interés.
- Consideraciones de la arquitectura existente: existencia de fibra óptica o cobre que puedan ser utilizados, determinando si son compatibles con los componentes que se desean añadir.
- Consideraciones de escalabilidad: la red SAN debe ser fácil de actualizar o modernizar y con la menor cantidad de elementos añadidos.
- Consideraciones de costo: se debe tomar en cuenta los precios de los equipos así como también sus ventajas y desventajas respecto a otros.

Las principales opciones que detalla el estándar *Fibre Channel,* para poder escoger el medio de transmisión que será utilizado en la implementación de la red SAN son: STP (S*hielded Twisted Pair*: Par Trenzado Blindado) o fibra óptica multimodo o monomodo.

El presente trabajo considera que el medio de transmisión que mejor se acopla a los requerimientos de la red SAN, ya que la implementación dentro de la Escuela Politécnica Nacional centralizará los diferentes dispositivos en un solo

lugar, lo cual exige que los enlaces de interconexión no sean extensos, es decir que no se supere los 100 metros, es la fibra óptica multimodo.

La fibra óptica como medio de transmisión permitirá obtener mejores prestaciones tales como: no interferencia electromagnética, mejor calidad de la señal, mejores características para escalabilidad, etc.; adicionalmente se debe considerar que el costo de este medio de transmisión actualmente es bastante comparable con el valor del par trenzado.

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que las mejores características para la implementación de una solución SAN dentro de la EPN, se pueden obtener utilizando como medio de transmisión fibra óptica multimodo.

3.3.5 CANTIDAD DE INFORMACIÓN A RESPALDARSE.

Del análisis de toda la información almacenada en las diferentes dependencias de la EPN, se puede concluir que la centralización y respaldo de la misma se puede manejar con dos arreglos de discos con una capacidad de 3.92 TB cada uno. Considerando que la cantidad de información generada en el Instituto Geofísico es bastante elevada, queda la posibilidad de instalar una unidad de *backup,* que podría ser un arreglo de cintas, cuya instalación sería fácilmente realizada en la topología *Fabric*. La tabla 3.22 muestra la cantidad de espacio requerido para almacenar la información que ha sido analizada en párrafos anteriores y además se incluye la capacidad requerida de diferentes servidores que intervendrán en la red SAN.

ENTIDAD	CAPACIDAD DE ALAMACENAMIENTO
Información de Estudiantes SAE	799,31 MB
Departamento de Recursos Humanos	1,038 GB
Departamento Fianciero	19,8 GB
Instituto Geofísico	3,79 TB
Base de datos de Bibliotecas	45,86 MB
Proyectos de Titulación	12 GB
Otras Dependencias	100 GB
Capacidad para servidor de correo	10 GB
Capacidad para almacenar pg. WEB	10 GB
TOTAL	**3,94 TB**

Tabla 3.22 Total de información a ser respaldada.

El valor de almacenamiento requerido por el servidor de correo y por la página web, es el que actualmente el servidor de cada una de estas aplicaciones está utilizando, tal como se detalló en la tabla 3.3.

El valor total de la capacidad requerida para almacenar la información de la Escuela Politécnica Nacional es bastante alto, por lo que se supondría que el costo de los equipos que se utilizarán será elevado.

3.3.6 REDUNDANCIA.

Una de las ventajas de la implementación de redes SAN es la disponibilidad de la información en todo momento, por lo que se ha considerado que la información no debe tener un solo punto de falla en lo que respecta a dispositivos de almacenamiento, esto implica duplicar el espacio de almacenamiento requerido. Si bien esto incrementa los costos, es beneficioso para sistemas donde la no disponibilidad de la información, por unos cuantos minutos representa una gran pérdida económica, la cual no se podría comparar con la inversión que se realiza al incrementar un dispositivo de almacenamiento.

En la EPN la no disponibilidad de la información no es crítico y se pensaría que únicamente requiere de un solo arreglo de discos, sin embargo se debe tomar en cuenta que la información del Instituto Geofísico y de la parte financiera son de suma importancia por lo que se exige que se encuentren disponibles en todo momento, ya que de no ser así el sistema se puede volver caótico. Por consiguiente se obliga a que se añadan dispositivos redundantes, es por eso que se han considerado dos arreglos de discos con las mismas características, cuyos requerimientos mínimos se presentan en la tabla 3.23.

CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DE RAID	
Niveles RAID	0,1,5,0+1
Tipo de discos	SCSI
Número de puertos	2
Capacidad mínima de almacenamiento	4 TB

Tabla 3.23. Características mínimas del RAID.

De acuerdo a la cantidad y tipo de información que sería respaldada, se debería utilizar una configuración de discos RAID (5,0+1), lo que permitiría que el arreglo sea capaz de sobrevivir a un fallo de algún disco; las características de estas configuraciones de discos RAID se detallaron en el capítulo 1.

A más del número de dispositivos de almacenamiento redundantes se debe pensar en las rutas que deben establecerse entre los servidores y los equipos de almacenamiento, las cuales también deben ser redundantes, ya que de esta manera se está garantizando que la interconexión entre todos los dispositivos sea totalmente fiable, es por eso que se ha considerado utilizar dos *switches*, cuya disposición en la red se analizará más adelante.

A más de la redundancia se debe considerar la resistencia del *fabric*, es decir la capacidad de una topología *fabric* para soportar fallas, se puede agrupar al diseño SAN dentro de cuatro grupos, los cuales son:

Configuración no resistente de un único fabric

Todos los componentes están conectados a un único *fabric*, y existe un único punto de falla; en la figura 3.9 se detalla lo antes mencionado.

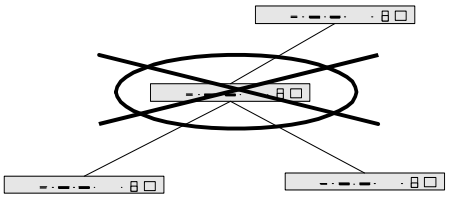


Figura 3.9. Configuración de un único *fabric* no resistente. [20]

Se puede observar que si el *switch fabric* de la SAN falla, se perderá conexión desde la parte superior hasta la inferior del *fabric*.

Configuración de Único fabric resistente

Todos los componentes del *fabric* están conectados a un único *fabric*, pero no se tiene ningún punto de falla, tal como se observa en la figura 3.10.

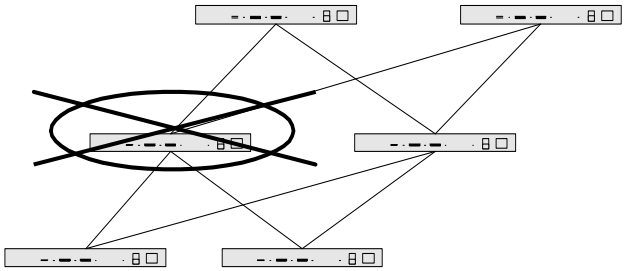


Figura 3.10. Configuración de un único *fabric* resistente. [20]

Si uno de los *switches* en el *fabric* SAN falla, aún existe conexión de la parte superior con la inferior.

Configuración Fabric redundante no resistente

Los componentes en la SAN están duplicados en dos *fabrics* independientes, pero se tiene un único punto de falla en al menos uno de ellos. Este tipo de configuración puede ser usado para interconectar servidores y dispositivos de almacenamiento, esto se detalla en la figura 3.11.

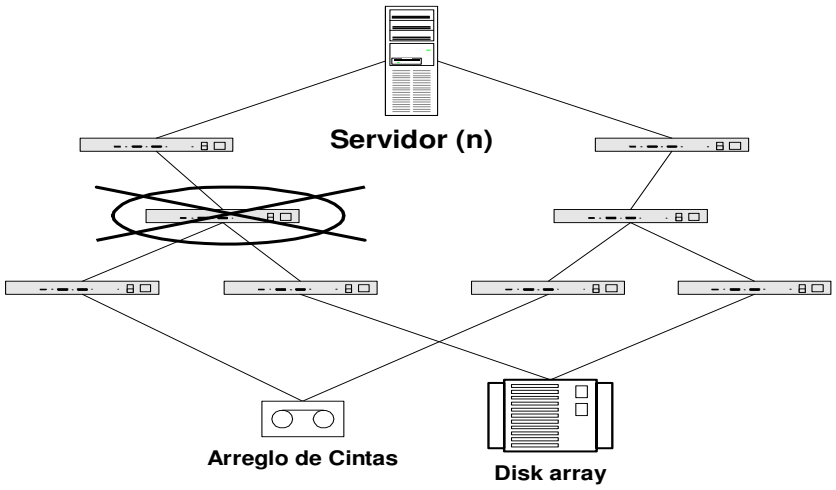


Figura 3.11. Configuración de *Fabric* redundante no resistente. [20]

Aunque uno de los *switches* en el *fabric* SAN falle, aún se puede acceder al dispositivo de almacenamiento ubicado en el nivel inferior, desde el servidor ubicado en el nivel superior. A pesar de que el *fabric* por sí mismo no es resistente, la disponibilidad del camino de los datos está asegurada a través del *fabric* redundante.

Configuración fabric redundante resistente.

Los componentes en la SAN están duplicados en dos fabrics independientes y no existe ningún punto de falla en ninguno de ellos, esto mantendrá la solución corriendo incluso si uno de los *fabric* falla completamente, tal como se puede observar en la figura 3.12.

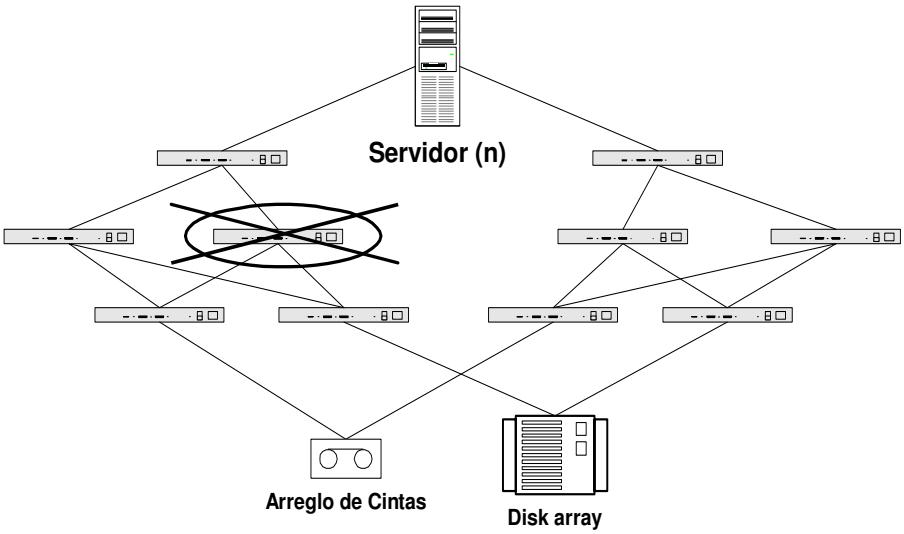


Figura 3.12. Configuración de *fabric* redundante resistente. [20]

Si uno de los *switches* en la *fabric* SAN falla, el servidor que se encuentra ubicado en la parte superior puede tener acceso a los dispositivos de almacenamiento ubicados en la parte inferior. Con este tipo de diseño se está básicamente protegiendo de dos formas. Primero, se está protegiendo contra fallas de *switch* y segundo, se está protegiendo contra una falla de todo el *fabric*.

La redundancia que se tiene que dar al sistema debe considerar todos los posibles puntos de falla; sin embargo, tomando en cuenta que al duplicar todos los servidores encarecerá sustancialmente la implementación, no se ha estimado el implementar servidores redundantes.

Basándose en las diferentes configuraciones descritas en los párrafos anteriores, el presente proyecto de titulación opta por la configuración fabric redundante sin puntos de falla, como la mejor opción para la implementación de la red SAN.

La implementación de un *fabric* redundante sin puntos de falla, exige que se deba disponer de dos *switches* y enlaces dobles tanto para interconectar los servidores como los dispositivos de almacenamiento a los respectivos *switches*.

Considerando la importancia de los servidores que conforman la red SAN, se puede pensar en la redundancia de la conexión o enlace a la Polired; para poder realizar esta configuración se debe tener en cuenta que estos enlaces deben estar totalmente separados, por lo que si se quiere dar una mayor redundancia se pensaría en que estos servidores estarían conectados tanto al punto de conexión de la zona norte, como al punto de conexión de la zona sur de la Escuela Politécnica Nacional, tal como se detalla en la figura 3.13., pero como ya se mencionó anteriormente, el presente proyecto de titulación exige que al menos se disponga de un punto de interconexión a la Polired.

En esta sección se realizará el cálculo del número de puertos de los *switches,* para lo cual se deben tomar en cuenta algunas definiciones adicionales, las mismas que se detallan a continuación.

Sobre – suscripción (Oversuscriber). [20]

Es una condición en la que un dispositivo puede potencialmente competir por un recurso. Adicionalmente es considerada como la relación entre dispositivos de entrada multiplicados por su ancho de banda individual y dispositivos de salida también multiplicados por su ancho de banda.

$$Oversuscription = \frac{\sum Port_{input} * AB}{\sum Port_{output} * AB}$$

ISL sobre – suscripción. [20]

Es un caso especial de sobre suscripción que relaciona el número de puertos de entrada y la cantidad posible de ISL que transporten el tráfico de estos puertos.

$$ISL - oversuscription = \frac{\sum Port_{input} * AB}{\sum ISL * AB}$$

Fan – Out. [20]

Es la fracción de puertos de servidor conectados a un puerto de almacenamiento.

$$Fan-out = \frac{\sum Port_{host}}{\sum Port_{storage}}$$

Adicionalmente existe una fórmula que relaciona los conceptos antes mencionados y permite calcular el número de puertos de servidor, puertos de almacenamiento y número de ISL. La fórmula es la siguiente:

$$\sum Port_{host} = \frac{\sum Port_{fabric} - \sum Port_{spare}}{1 + \frac{1}{over_{hs}} + \frac{2}{over_{ISL}}}$$

El presente trabajo, considerando que el diseño de la red SAN es de pequeña escala, utiliza la ecuación antes descrita, como una herramienta para confirmar el buen dimensionamiento de los equipos. Al conocer ya el número de puertos requeridos para interconectar los diferentes elementos de la red, se aplicará la fórmula para determinar el tamaño del *Switch* asumiendo una reserva de 6 puertos. Adicionalmente como los 7 servidores accederán a un puerto de almacenamiento se puede asumir una sobre suscripción de 7/1 y también un ISL-sobre-suscripción de 7/1; con estos supuestos se puede calcular el tamaño del *switch* de la siguiente manera:

$$14 = \frac{Tamaño\ Switch - 6}{1 + \frac{1}{7} + \frac{2}{7}}$$

$$Tamaño\ Switch = 26 \quad [Puertos]$$

El número de puertos del *Switch* es una característica importante que servirá para determinar el equipo a emplearse.

Para poder entender el significado de los términos utilizados en las ecuaciones antes utilizadas, a continuación se presenta una breve descripción de cada uno de ellos.

* $Port_{input}$.- Número de puertos de entrada.

∗ $Port_{output}$.- Número de puertos de salida.

∗ AB.- Ancho de banda.

∗ $Port_{host}$.- Número de puertos para dispositivos *hosts*.

∗ $Port_{storage}$.- Número de puertos para dispositivos de almacenamiento.

∗ $Port_{fabric}$.- Número de puertos del *switch fabric*.

∗ $Port_{spare}$.- Número de puertos de reserva del *switch fabric*.

La disposición de todos los elementos que conforman la red SAN, se detallan claramente en la figura 3.13, donde se especifica la ubicación de cada uno de ellos, pero para un solo servidor.

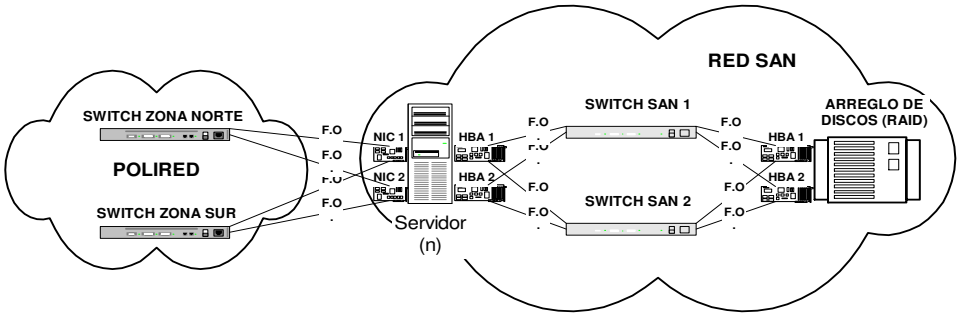


Figura 3.13 Elementos que conforman la red SAN.

3.4 SEGURIDADES.

Como la mayor parte de la información se encuentra centralizada en un solo lugar, debe ser de gran preocupación el acceso a ésta; es por eso que se deben tomar muy en cuenta las seguridades que deben ser implementadas.

Desde abril del 2002, el grupo ANSI T11 ha estado trabajando en el FC-SP (*Fibre Channel Security Protocols*). En el presente proyecto de titulación se presentan las siguientes características de las seguridades a ser implementadas:

∗ Autorización.

* Autenticación.

* Confidencialidad de los datos.

* Integridad de los datos.

Existen algunos mecanismos de seguridad, los principales que han sido tomados en cuenta en el presente trabajo son:

3.4.1 BASE DE DATOS DE AUTORIZACIÓN

La base de datos de autorización *Fabric*, es una lista de todos los WWN's (*World Wide Name*) y de los dominios de ID's, de todos los *switches* autorizados a trabajar dentro del *Fabric*.

3.4.1 BASE DE DATOS DE AUTENTICACIÓN

Es una lista de los parámetros para autenticar a los dispositivos que están autorizados para trabajar dentro de un *Fabric*, algunos parámetros de estos pueden ser los WWN's, etc.

3.4.1 MECANISMOS DE AUTENTICACIÓN

Los protocolos que permiten mecanismos de autenticación son los siguientes:

* FCPAP.- Protocolo de autenticación de contraseña para *Fibre Channel*.

* DH-CHAP (*Deffie Hellman – Challenge Handshake Authentication Protocol*).- Es un estandar venidero de Internet, para la autenticación de los dispositivos conectados a un *switch Fibre Channel*.

* FCsec.- Se refiere al protocolo *IPsec*.

En el presente proyecto se ha considerado al menos uno de los protocolos antes mencionados.

3.4.1 SEGURIDAD IP

Existen diferentes protocolos para brindar seguridad, los principales son:

* SNMPv3.- Es un conjunto de mecanismos de seguridad para la protección

contra amenazas de: modificación de la información, enmascaramiento, revelación de contenidos, modificación del flujo de mensajes, etc.

* IPsec.- Provee seguridades para transmitir información sensible sobre redes no protegidas como la Internet.

* RADIUS (*Remote Authentication Dial In User Service*).

* FIREWALL.

El presente trabajo considera la opción de por lo menos tomar en cuenta la instalación de un *Firewall*, esta opción ya se detalla en la figura 3.4 como parte de la nueva configuración de la Polired.

Adicionalmente se debe considerar el acceso físico como parte de las seguridades, es por esto que se debe priorizar la implementación de los siguientes puntos:

* Asegurar el cuarto que alberga todos los equipos que conforman la red.

* Proteger los gabinetes mediante un acceso restringido.

* Brindar acceso a los *switches* SAN únicamente a personal autorizado.

* Proteger todo el cableado.

3.5 SÍNTESIS DE LA RED SAN.

En esta sección se realizará un resumen de los tópicos anteriormente analizados, tales como: topología, velocidad de los puertos, cantidad de enlaces, dispositivos de almacenamiento y su respectiva interconexión.

La topología que ya se ha definido será la denominada *Fabric Switch.* La redundancia que se le dará al sistema será provista a nivel de equipos de almacenamiento, enlaces de conexión entre los servidores, equipos de almacenamiento y *switch Fabric.* La velocidad de los puertos será de 2 Gbps. Adicionalmente para la interconexión se deben considerar los siguientes temas:

* Número de servidores.- Por lo ya expuesto se puede definir que el número de servidores serán 7.

* Número de HBA´s.- Considerando la redundancia que se le dará a la implementación SAN, número de servidores y cantidad de elementos de almacenamiento, se puede definir, que la cantidad de HBA´s requeridos es de 18 y su ancho de banda sería de 2 Gbps.

* Número de tarjetas de red LAN.- Como los servidores deben estar conectados a la Polired, éstos deben contar con la respectiva tarjeta de red que les permita acceder a dicha red, la cantidad será la mínima, que es 7.

* Medio de transmisión.- Considerando que la disposición de los servidores y demás elementos que conforman la red SAN, se encuentran en el centro de cómputo, la mínima cantidad de fibra óptica requerida será la que se detalla en la tabla 3.24.

Interconexión	Elementos	Longitud (m)
Interconexión de Servidores-*Switch* SAN	14 *PatchCord* de F.O	5
Interconexión de *Storage*-*Switch* SAN	4 *PatchCord* de F.O	5

Tabla 3.24. Requerimientos de F.O.

* Switch SAN.- Como ya se ha mencionado anteriormente se utilizarán dos *switches* SAN, los mimos que se encuentran ubicados en el centro de cómputo; la cantidad de puertos de cada uno de ellos será de 24 y su velocidad será de 2 Gbps.

La cantidad de puertos de los *switches* considera los valores de la tabla 3.25.

Elemento	Cantidad	Número de Enlaces	Puertos requeridos
SERVIDORES	7	2	14
RAID	2	2	4
TOTAL			18

Tabla 3.25 Número de puertos de *Switch.*

La fibra óptica que se utilizará para la implementación de la red SAN e interconexión de los servidores con la Polired, es del tipo multimodo de

62.5/125 µm; la principal característica para escoger este tipo de fibra, es la poca distancia que deben cubrir estos enlaces. En la tabla 3.26 se detalla todos los elementos que intervienen en la interconexión.

Elemento	Cantidad
SERVIDORES	7
RAID	2
SWITCH SAN	2
HBA´s	14
CONVERTIDOR DE MEDIO	14
TARJETAS DE RED 10/100/ BASE T	14
F.O.	90 (m)

Tabla 3.26 Detalle de los elementos de la red SAN

El análisis de la situación actual de la Polired ha permitido definir cuáles son los requerimientos de la EPN, en cuanto a dispositivos de almacenamiento, servidores que intervendrán en la implementación SAN y el tipo de información que se centralizará.

Con la información que hasta el momento ha sido analizada se puede ya presentar el plano demostrativo de todos los elementos que conformarán la red SAN y su interconexión; en la figura 3.14 se detalla lo mencionado.

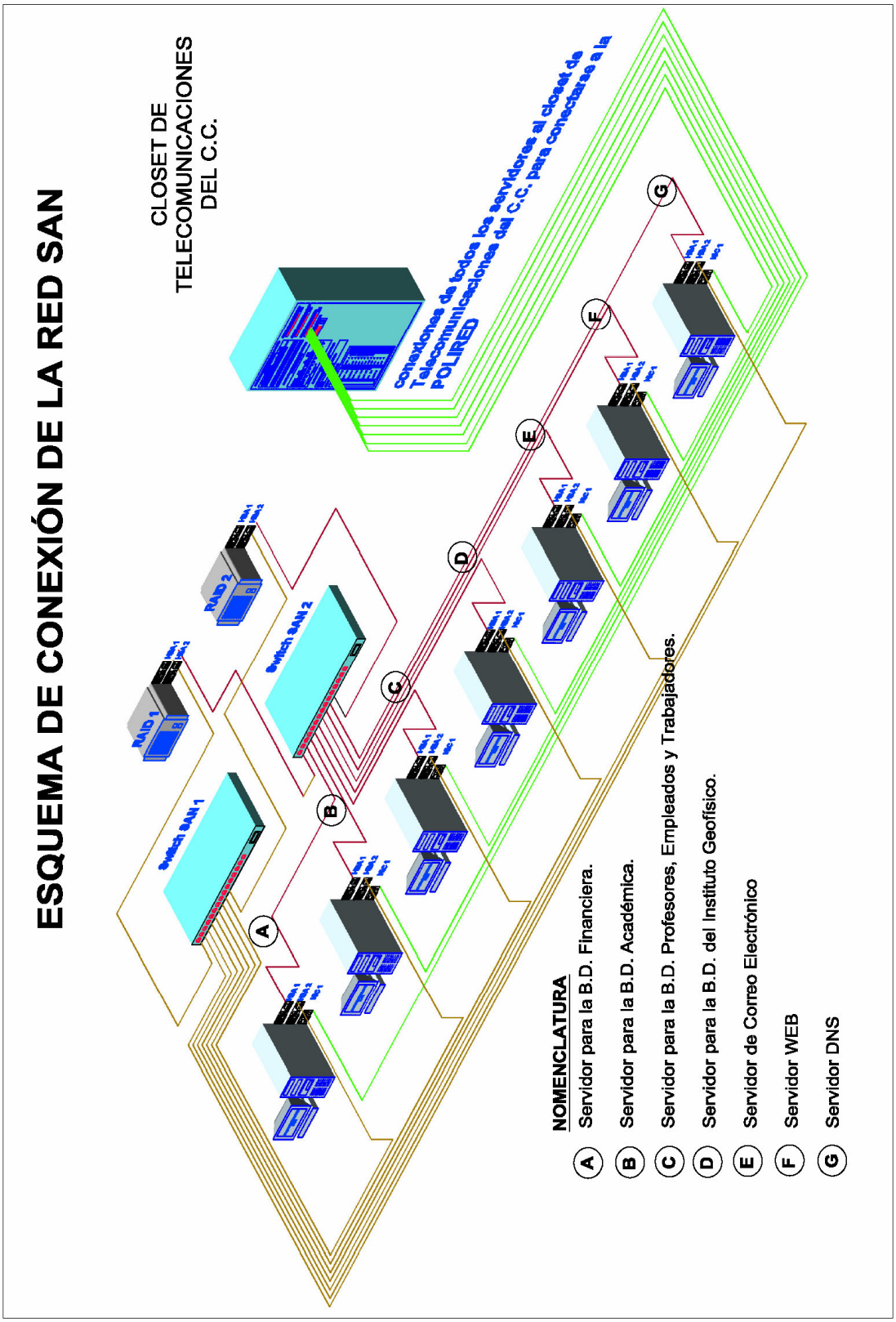


Figura 3.14 Diagrama de la Red SAN para la EPN

CAPÍTULO 4

ELEMENTOS Y COMPONENTES DE LA RED SAN

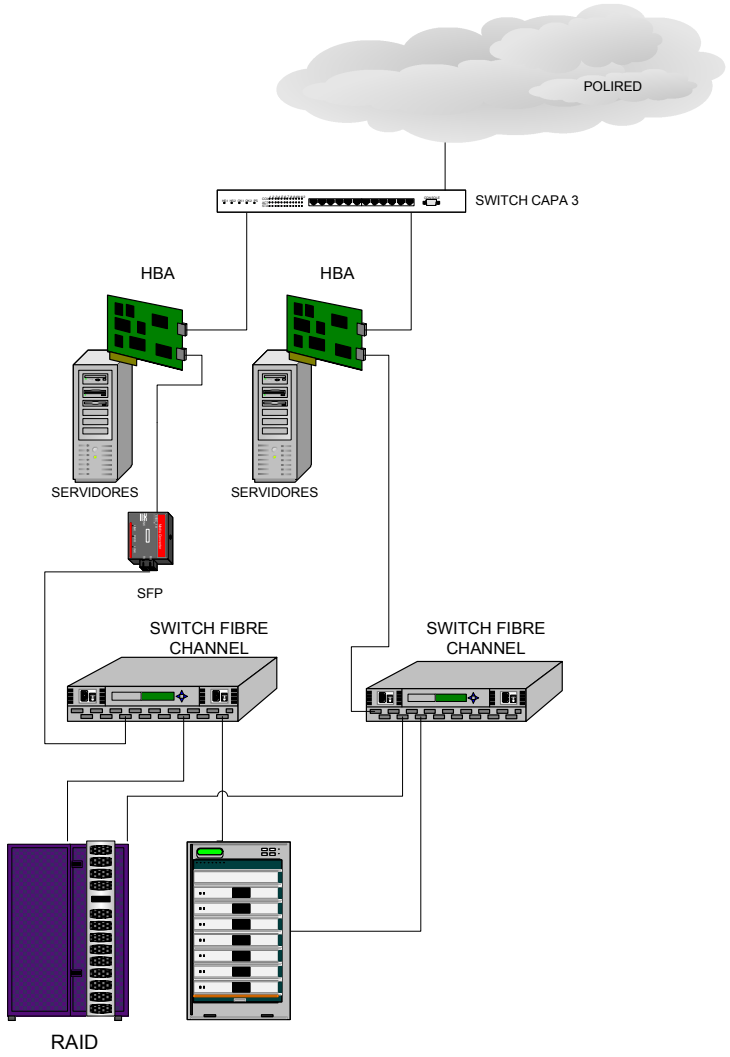


Figura 4.1. Componentes Básicos SAN

Lo determinado en el capítulo tercero, en cuanto al equipamiento necesario para la implementación de la red SAN, servirá para fundamentar el escogitamiento de los diferentes equipos y componentes SAN, para posteriormente poder evaluar su costo.

Como se ha mencionado en el capítulo primero, los componentes de la red SAN pueden ser agrupados en 4 subgrupos, los cuales se detallan a continuación. Es importante además tener una breve descripción técnica de los

diferentes equipos que se pueden obtener en el mercado, es por eso que conjuntamente, a más de describir las características técnicas de los diferentes componentes, se presentan algunas definiciones técnicas.

* Servidores SAN
* Interconexión SAN
* Almacenamiento SAN
* *Software* SAN

El presente capítulo tiene por objeto realizar un análisis técnico y económico de equipos y componentes SAN de diferentes fabricantes, tomando en cuenta para su elección la presencia que dichos fabricantes tengan en el mercado ecuatoriano y el respaldo que ofrezcan en cuanto a soporte técnico y garantía, además de que los equipos y componentes cumplan con las características técnicas solicitadas en el diseño.

4.1 SERVIDORES SAN [1]

En el tercer capítulo, se analizó la disponibilidad de los servidores dentro de la Escuela Politécnica Nacional, se mencionó la propuesta de comprar nuevos equipos servidores, los mismos que prestarían servicio a las diferentes dependencias de la EPN a través de las aplicaciones que se les instale.

En el mercado local se encuentra una gran variedad de servidores que dependiendo de sus características de hardware y software, su valor aumenta o disminuye. En la tabla 4.1 se detallan las principales características de algunas alternativas del mercado y sus respectivos precios; puesto que los servidores prestarán diferentes servicios, su *hardware* cambiará en función de éstos, sin dejar de lado los requerimientos mínimos que deben disponer estos equipos, los cuales han sido definidos en la tabla 3.18.

Es importante mencionar que las cotizaciones que se presentan en la tabla 4.1, consideran algunas características, como las que se detallan a continuación:

* Servidor 1: El que prestará servicio de correo electrónico a 10000 usuarios.

* Servidor 2: Este servidor considera la prestación de servicios de bases de datos SQL.

* Servidor 3: Considera el prestar servicios de audio y video.

CARACTERÍSTICAS	SERVIDOR 1	SERVIDOR 2	SERVIDOR 3
MODELO	Tipo RACK.	Tipo RACK.	Tipo RACK.
TARJETA MADRE	SE7520BD2V/SR5300BRP	SE7520BD2V/SR5300BRP	SC5295WS
PROCESADOR	Dos procesadores Intel Xeon de 2,8 GHz.	Dos procesadores Intel Xeon de 3 GHz.	Un procesador Intel Xeon de 3 GHz.
MEMORIA CACHE	Cache de Segundo Nivel de 1 MB.	Cache de Segundo Nivel de 1 MB.	Cache de Segundo Nivel de 1 MB.
MEMORIA RAM	2 GB DDR 333 MHz	4 GB DDR 333 MHz	1 GB DDR 333 MHz
DISCO DURO	1 discos SCSI de 73 GB	1 disco SCSI de 147 GB	1 disco SATA de 400 GB
INTERFAZ DE RED	100 BASE - T	100 BASE - T	100 BASE - T
INTERFAZ DE VIDEO			PCI 128 MB
INTERFAZ PARA SAN	Dos tarjetas para SAN.	Dos tarjetas para SAN.	Dos tarjetas para SAN.
PERIFÉRICOS	Unidades de CD-ROM y Disquete 3 ½., Fuente de alimentación redundante.	Unidades de CD-ROM y Disquete 3 ½., Fuente de alimentación redundante.	Unidades de CD-ROM y Disquete 3 ½., Fuente de alimentación redundante.
COSTOS (USD.)	**4000**	**6000**	**3600**

Tabla 4.1 Características de Servidores

Adicionalmente a todas las características antes mencionadas, debe tomarse en cuenta que debido a que uno de los beneficios de las redes SAN es la disponibilidad de la información en todo momento, los servidores podrían tener componentes de respaldo para los dispositivos internos más importantes, como lo son: el procesador, la memoria y la fuente de poder; ya que ante la falla de alguno de estos componentes el servidor fallaría, se recomienda lo siguiente:

* Una placa madre que tenga capacidad para manejar dos procesadores.

* Un case que tenga una fuente redundante, la cual en caso de fallo de la primera permita trabajar al equipo sin inconvenientes.

* Manejo de módulos de memoria en pares, asegurándose que ante el fallo de alguno de ellos el servidor siga trabajando.

Las características de los servidores que se detallan en la tabla 4.1, cumplen satisfactoriamente con los requerimientos mínimos que son exigidos para ser parte de la red SAN.

4.2 INTERCONEXIÓN SAN [1] [2]

La interconexión de la red SAN a ser implementada dentro de la Escuela Politécnica Nacional considera los siguientes tópicos:

* Cableado con fibra óptica multimodo.
* HBAs.
* SFP (*Small Form Pluggable*).
* *Switches* SAN.

Varios de los elementos de interconexión ya se encuentran detallados en secciones anteriores, tal es el caso de el cableado de fibra óptica y los SFP, los cuales están especificados de mejor manera en el capítulo 2. Pero a pesar de ello a continuación se detallan dichos elementos con sus especificaciones más importantes y costos del mercado.

4.2.1 PATCH CORDS

Las características y tipos de conectores se encuentran especificados en el capítulo 2, a continuación en la tabla 4.2, se presentan *patch cords* que han sido estandarizados para *Fibre Channel,* con sus longitudes y precios en el mercado.

CABLES	LÓNGITUD [m]	PRECIO (USD)
Cobre HSSDC2	5	61.5
Cobre DB9 – DB9	5	39
Fibra óptica LC – LC	3	45
Fibra óptica LC – LC	5	56
Fibra óptica LC – LC	10	65
Fibra óptica SC – LC	3	48
Fibra óptica SC – LC	5	52.5
Fibra óptica SC – LC	10	60

Tabla 4.2. Costos de Patch cords utilizados para *Fibre Channel* [6]

4.2.2 HBA (HOST BUS ADAPTER)

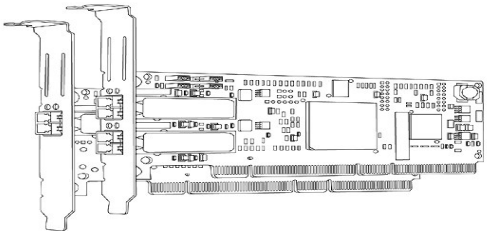


Figura 4.2 HBA [21]

Los HBAs (*Host Bus Adapter*: Adaptador del Bus del Host) como el que se muestra en la figura 4.2, son usados para conectar servidores y *hosts* a las redes *Fibre Channel*, son análogos a las tarjetas de red NIC[72]; el hardware es conectado al bus interno del *host* mediante *slots*[73] PCI o SBus, mientras que el *software* es decir los controladores son instalados en el servidor o host obteniéndose así un dispositivo listo para ser utilizado dentro de la red *Fibre Channel*. A diferencia de las tarjetas de red NIC, los HBA *Fibre Channel* tienden a incorporar mucha más inteligencia, permitiendo negociaciones de intercambio con los *switches* y censando nuevos dispositivos que son incorporados a la red. Estas nuevas características de hardware y *software* permiten que el host alivie su carga de procesamiento.

Con respecto a la velocidad, todos los adaptadores *Fibre Channel* soportan velocidades de 1 y 2 Gbps., aunque la infraestructura de red, tales como los *switches* están mejorando sus características hacia nuevos estándares de hasta 4 Gbps.

El número de puertos disponible del adaptador *Fibre Channel* puede variar desde un simple puerto a un adaptador con dos puertos con la capacidad de actuar como dos HBAs individuales sobre una misma tarjeta.

---

[72] NIC: ***N****etwork* ***I****nterface* ***C****ard*, *Tarjeta De Interfaz de Red;* es una placa instalada en un slot de un equipo, como un PC, por ejemplo, que permite conectar el PC a una red.

[73] slot: Es un compartimiento de la mayoría de equipos, que sirve para conectar tarjetas tales como las de red o modem.

Los puertos que manejan los HBAs pueden ser para cobre mediante par trenzado, en dicho caso se utiliza un conector HSSDC o un DB9; y, para fibra óptica, en el cual se utilizan conectores SC, FCP, LC Y FIXED.

De acuerdo a las necesidades técnicas expuestas en el capítulo 3, los HBA que satisfagan el diseño deben cumplir con los requerimientos mínimos detallados en la tabla 3.22.

De acuerdo a las exigencias mínimas antes mencionadas, a continuación en la tabla 4.3 se presentan diferentes propuestas para este tipo de dispositivos, además se incluyen los costos del mercado.

CARACTERÍSTICAS \ HBA	HP StorageWorks FCA2214	EMULEX Lightpulse LP 982	QLogic SANblade QLA2340
Velocidad [Gbps]	2	2	2
Bus de datos [Mhz]	64		64
	133	133	133
Tipo de puerto	PCI - X	PCI - X	PCI-X
Medio	Óptico Multimodo	Óptico Multimodo	Óptico Multimodo
Conector	LC	LC	LC
Número de puertos	1	1	1
Velocidad de Transferencia en Full duplex [MBps]	400	400	400
Puertos soportados	F	F	F
	FL	FL	FL
Autosensado de velocidad	Si	Si	Si
Clase de servicio	2	2	3
	3	3	
Sistema operativo soportado	Windows 2000, Windows Server 2003, NetWare 5.1, 6.0, 6.5, Linux, Red Hat 8, Advanced Server 2.1 , SuSE Linux, Enterprise Server 8, and SuSE Linux 7.0.	Windows Server 2003, Windows 2000, Windows NT, Linux and NetWare	Windows Server 2003 (32-bit and 64-bit), Windows NT, Windows 2000, Solaris SPARC, Linux (32-bit and 64-bit), Novell NetWare
PRECIO (USD.)	1450	930	950

Tabla 4.3. Características y costos de HBA para *Fibre Channel* [6]

Debido a que todos los HBAs expuestos en la tabla 4.3 cumplen con los requerimientos del diseño, el siguiente punto a tomar en cuenta sería el costo, en donde se puede observar la gran diferencia en precio que existe entre fabricantes; pero además debe tomarse en cuenta el soporte que ofrece cada fabricante, en este caso el HBA HP sería la elección más adecuada por presencia de la marca y soporte ofrecido en el mercado local.

4.2.3 SFP (SMALL FORM PLUGGABLE)

Figura 4.3 SFP [21]

El SFP (*Small form-factor pluggable*) como el que se muestra en la figura 4.3, es una especificación para una nueva generación de *transceivers* ópticos modulares. Los dispositivos están diseñados para trabajar con conectores *small form factor* (SFF), y ofrecen alta velocidad y tamaño físico reducido. Son dispositivos que se pueden conectar en caliente.

Los *transceivers* SFP hoy en día tienen la característica de manejar velocidades de datos de hasta 5 Gbps y hay la posibilidad de que modelos futuros presenten mayores velocidades. Debido a que los SFPs pueden ser cambiados más fácilmente, las redes electro-ópticas o de fibra óptica pueden ser actualizadas y administradas más convenientemente, en comparación con los casos en que los dispositivos de interconexión están integrados en placas, lo cual dificultaba la reparación de elementos dañados.

En la tabla 4.4 se presentan algunos modelos del mercado y sus respectivos precios.

CARACTERÍSTICAS	HP	IBM	BROCADE
Tipo de frecuencia	Short Wave	Short Wave	Short Wave
Velocidad soportada	1 o 2 Gbps	4 Gbps	4 Gbps
Tipo de conector	LC	LC	LC
Precio (USD.)	200	550	500

Tabla 4.4. Características y costos de SFP [21][22][23]

La elección del SFP adecuado para satisfacer el diseño tiene mucha relación con los switches que se escojan en el mismo, debe existir compatibilidad de fabricante, ya que cada SFP irá conectado en cada uno de los puertos del switch. Pero de acuerdo a lo expuesto en la tabla 4.4 se puede observar que el precio de estos dispositivos se incrementa a más del doble al aumentar la velocidad de 2 a 4 Gbps.

4.2.4 HUBS

Figura 4.4. *Hub Fibre Channel* [22]

Los Hubs *Fibre Channel* como el de la figura 4.4, son usados para implementar conexiones de Lazo Arbitrario *Fibre Channel* (FC – AL) entre nodos dentro de un lazo. Un *hub* conecta hosts, dispositivos de almacenamiento, e inclusive otros *hubs* permitiendo el intercambio de tramas entre los puertos individuales de dichos dispositivos y no ruteándolos a otros puertos.

Se pueden encontrar tres tipos de hubs más comúnmente utilizados:

* Hubs no administrables
* Hubs administrables
* Hub *switch*

4.2.4.1 Hubs No Administrables

Consisten de una serie de circuitos que detectan si un dispositivo ha sido conectado a uno de los puertos del hub, además de detectar fallos en alguno de los dispositivos aislándolos del lazo para mantener la continuidad del lazo. Este tipo de hubs generalmente son fabricados para funcionar con par trenzado y no utilizan ningún tipo de *software* adicional, su utilidad se encuentra en configuraciones simples debido a sus características deficientes como lo son:

* Dificultad operacional
* No tolerancia a fallos
* Ancho de banda compartido
* Dificultad en la estabilidad del lazo cuando existe más de un iniciador.

4.2.4.2 Hubs Administrables

Fueron diseñados como respuesta a problemas de direccionamientos, estabilidad y administración dentro de una red. A diferencia de los no administrables, no solo conectan dispositivos en sus puertos, a cambio, adicionan funcionalidad más sofisticada como: detección de fallas en los puertos, monitoreo de los puertos, manejo de tramas recibidas en los puertos.

Entre las capacidades típicas que tienen los hubs administrables se pueden mencionar:

a) Aislamiento de LIPs.- Un LIP (*Loop Initialization Primitive*: Primitivas de Inicialización del Lazo) son parte del proceso de inicialización del lazo y son esenciales dentro del correcto funcionamiento del lazo. Dentro de los hubs administrables, los LIPs no serán transmitidos a todos los nodos sino solo al nodo que esté interesado, disminuyendo de esta forma el tráfico innecesario.

b) *Bypass* de puertos automático.- Es la habilidad que tiene el hub para realizar un *bypass* en el puerto cuando se han detectado demasiados errores en el dispositivo conectado a dicho puerto.

c) Regeneración de la señal.- Es la habilidad del hub para regenerar la señal recibida, es decir corregir los errores en la señal y eliminar el ruido generado dentro del canal.

d) Funciones de administración.- Tales como Telnet[74] y SNMP[75] que hacen más fácil la configuración del dispositivo, diagnóstico de problemas, y revisión de actividad dentro del lazo.

4.2.4.3 Hub *Switches*

La principal diferencia con el hub administrable es la velocidad de la intercomunicación entre los puertos dentro del hub. En los hub *switch Fibre*

---

[74] Telnet: Es probablemente el más viejo de los protocolos creados para el Internet, y se usa para controlar remotamente otras computadoras.

[75] SNMP: Protocolo simple de administración de redes, este protocolo muestra una manera de administrar y supervisar las redes de computadoras para identificar y resolver problemas.

Channel cada puerto usa una cantidad fija dedicada de ancho de banda de 100 Mbps, además de poseer todas las características de administración antes mencionadas.

En el presente diseño no se utilizarán hubs, ya que la topología escogida es una fabric, por lo tanto no se describirán sus características técnicas ni sus costos en el mercado.

4.2.5 SWITCHES

Figura 4.5. *Switches Fibre Channel* [21]

Switches como los de la figura 4.5 son usados para implementar topologías Fabric o de estructura y constituyen la infraestructura fundamental sobre la cual se basa el resto de la solución SAN. Cuando una de las tramas llega desde uno de los dispositivos al *switch,* éste la acepta y la rutea al dispositivo de destino utilizando varias características de inteligencia como:

- Servicios para la localización de otros nodos en la red.
- Establecimiento de caminos entre otros *switches* dentro de la estructura.
- Creación de zonas de dispositivos para su fácil administración.
- Monitoreo y manejo de errores.

Los *switches* de estructura son clasificados dentro de diferentes categorías, dependiendo de su capacidad y características, entre los cuales se tiene:

4.2.5.1 *Switches* de nivel de entrada

Están enfocados a pequeños grupos de trabajo donde se requieren de 8 a 16 puertos, su costo es bajo, tienen limitada capacidad de escalabilidad y manejo, tienden a ser usados para remplazar a los hubs ofreciendo mayores anchos de banda y confiabilidad que éstos.

4.2.5.2 *Switches* Escalables de estructura

Proveen la capacidad de ser conectados en cascada para crear una estructura más grande y compleja, cada dispositivo conectado a un *switch* escalable ve a la estructura como una simple red accesando a otros dispositivos como si estuvieran conectados localmente en el mismo *switch*.

4.2.5.3 *Switches* Núcleo de estructura

Son diseñados para ser ubicados en el centro de la estructura, interconectando múltiples *switches* de nivel de entrada formando redes SAN con cientos de puertos. Entre los atributos que presentan los *switches* núcleo están los de proveer servicios avanzados tales como aquellos de seguridad, filtrado de tramas y troncalización, además de brindar escalabilidad y ancho de banda; estos *switches* son diseñados para rutear muchos puertos tan pronto sea posible con un mínimo retardo de la trama.

Todos estos tipos de *switches Fibre Channel* poseen características propias de la arquitectura que permiten optimizar la red y brindar grandes beneficios y ventajas al momento de diseñar una solución SAN robusta y escalable, entre las principales características se tienen:

a) Configuración de puertos por sí mismos.- Los puertos *Fibre Channel* tienen diferentes modos de operación: en lazo (Puertos FL), en estructura conmutadas (Puertos F) e ISLs (Puertos E). Los puertos configurables por sí mismos son capaces de detectar qué tipo de modo está operando en el otro lado del enlace y autoconfigurarse para soportar ese modo de operación.

b) Operación en modo de lazo.- es la capacidad que tienen los *switches* para actuar como hubs, en este caso los *switches* podrían interconectar dispositivos que no funcionan dentro de la estructura, configurando los puertos destinados a ser parte del lazo.

c) Auto negociación de la velocidad.- como en la actualidad *Fibre Channel* maneja varios estándares de velocidad, la auto negociación usa la comunicación con el dispositivo conectado al *switch* para determinar qué estándar está utilizando y seleccionar automáticamente la velocidad.

d) Bufferes de tramas configurables.- el tamaño del buffer disponible en un puerto de un *switch* es un factor importante, particularmente para aplicaciones de larga distancia; si no existe el tamaño del buffer suficiente, cierta cantidad de información se perderá haciendo a la red ineficiente.

e) Zonificación.- Es el control de qué nodos con qué nodos dentro de la red pueden verse y accesarse uno a otro, la zonificación es implementada de diferentes maneras.

El tipo más simple de zonificación es la zonificación basada en el puerto o zonificación por puerto físico del *switch*. Se podría interpretar como: "Solo se permite al dispositivo del puerto 1 del *switch* 1 que se comunique con el dispositivo del puerto 2 del *switch* 3".

La zonificación basada en WWN (*World Wide Names*) provee la capacidad de restringir dispositivos, especificado por un puerto o nodo WWN, dentro de zonas. Es mucho más flexible que la zonificación anterior ya que permite a los nodos mantener la restricción de la zona donde sea. Por ejemplo si se remplaza un dispositivo, el WWN deberá cambiar, mientras que la dirección del puerto se mantiene la misma.

f) Transmisión IP sobre Fibre Channel.- Es idéntico a cualquier red IP, pero utilizando *Fibre Channel* como medio de comunicación. El *broadcast*[76] *Fibre Channel* es una función de los *switches* que automáticamente reenvían tramas de broadcast a todos los puertos conectados en la red *Fibre Channel*, emulando las propiedades de broadcast de las redes Ethernet. Esto ayuda a soportar protocolos de capa superior del modelo IP tales como NFS[77], ARP[78] y otros que dependen del broadcast. Dentro de los *switches* se han incorporado diferentes interfaces que permiten configurarlos y administrarlos, como lo son:

---

[76] Broadcast: Cuando se realiza una transmisión de información a todos los usuarios sin excepción.

[77] NFS (*Network File System)*.- Posibilita a máquinas remotas montar particiones en un sistema en concreto y usarlas como si estuvieran en el sistema de ficheros local. Esto permite centralizar ficheros en una localización, mientras se posibilita su acceso continuo a los usuarios autorizados

[78] ARP: Protocolo de Resolución de Direcciones, es el protocolo encargado de traducir direcciones IP en direcciones físicas.

a) Puerto Serial.- Es el interfaz de administración más básico, mediante un puerto basado en el estándar RS-232 [79]y manejo de líneas de comando.

b) Telnet.- Es el estándar de interconexión IP, logueándose o identificándose a través de un interfaz *telnet* desde cualquier servidor. Tiene la ventaja de ser ejecutado remotamente o a través de conexiones lentas, la desventaja está en el manejo de la línea de comandos que tiende a ser difícil de usar, especialmente para operaciones complejas como zonificación.

c) SNMP (Simple Network Management Protocol: Protocolo Simple de Administración de Redes).- Es un protocolo basado en IP para manejo de cualquier tipo de equipo de red, incluyendo *switches Fibre Channel*. SNMP provee mayormente de operaciones de funcionalidad y configuración del *switch*, como también de un contador de errores críticos y estáticos.

d) Administración basada en la web.- Provee de herramientas gráficas para acceder y modificar la configuración de los *switches*, tiene la ventaja de que para ciertas tareas el interfaz gráfico facilita la configuración, como para la zonificación, pero para otras tareas se necesita de la administración mediante puerto serial o telnet.

e) Administración basada en aplicación.- la administración se realiza externamente ejecutando programas para administración del *switch*. Estas aplicaciones son generalmente basadas en Java[80], pero necesitan ser instaladas en el servidor.

De acuerdo a las necesidades técnicas expuestas en el capítulo 3, los switches que se acoplen al diseño deben cumplir con las siguientes características:

- El número de puertos debe ser de mínimo 24 de preferencia 32.
- La velocidad de los puertos debe ser de por lo menos 2 Gbps.
- Deben soportar puertos E, F y FL.

---

[79] RS-232: Es un estándar que regula el protocolo de la transmisión de datos, el cableado, las señales eléctricas y los conectores en los que debe usarse.
[80] Java.- Lenguaje de Programación utilizado en ambientes de Web.

∗ Deben funcionar dentro de la clase de servicio 2, 3 y F.

∗ Deben ser escalables y soportar *autosensing*, cascada e ISL.

De acuerdo a estas especificaciones, a continuación en la tabla 4.5 se muestran características de switches de los principales y más reconocidos fabricantes que existen en el mercado local, además se incluyen los costos.

CARACTERÍSTICAS	BROCADE Silkworm 4100	HP StorageWorks SAN Switch 4/32	IBM TotalStorage SAN32M-2
Número de puertos	32	32	32
Velocidad de los puertos [Gbps]	4	4	4
Soporte de puertos	E	E	E
	F	F	F
	FL	FL	FL
Tipo de medio	SFP	SFP	SPF
Factor de forma	1 U	1 U	1 U
Escalabilidad máxima [switches]	239		
Clase de servicio	2	2	
	3	3	
	F	F	
Latencia [µs]	< 2.1	< 2.1	
Soporte de autosensing	Si	Si	Si
Soporte de cascada	SI	Si	
Soporte de ISL	Si	Si	
Puertos de administración	Puerto RJ-45Ethernet 10/100 Ethernet	Puerto RJ-45Ethernet 10/100 Ethernet	
	Puerto serial RS-232	Puerto serial RS-232	
Software de administración soportado	Telnet	Telnet; SNMP (FE MIB, FC Management MIB); Advanced WEB TOOLS	EFCM Basic, Install and Backup/Restore Wizards
	SNMP (FE MIB, FC Management MIB)	(optional); Fabric Manager (optional)	
	Brocade Advanced Web Tools.		
	Brocade Fabric Manager		
Servicios Fabric	Simple Name Server; Registered State Change	Simple Name Server; Registered State Change Notification (RSCN).	
	Notification (RSCN).	Optional fabric services include: Advanced Zoning; Fabric Watch; Extended	
	Optional fabric services include: Brocade Advanced	Fabrics; ISL Trunking; Advanced Performance Monitoring; WEB TOOLS	
	Zoning; Brocade Fabric Watch; Brocade Extended		
	Fabrics; Brocade Remote Switch; Brocade ISL		
	Trunking; Brocade Advanced Performance Monitoring;		
	Brocade Web Tools; FICON Control Unit Port (CUP)		
Sistemas operativos soportados			Microsoft® Windows NT®, Windows® 2000, Windows® 2003
			Red Hat® Linux®, Red Hat Linux Advanced Server
			SUSE LINUX, SUSE LINUX Enterprise Server (SLES)
			United Linux, Novell® NetWare®, OS/400®, AIX, z/OS®
Precio (USD.)	35000	32490	15975

Tabla 4.5. Características y costos de *Switches* para *Fibre Channel* [6]

Los equipos descritos anteriormente cumplen con las especificaciones técnicas solicitadas en el diseño e incluso incluyen otro tipo de servicios adicionales que se reflejan en los costos. Considerando como principal característica la presencia en el mercado y el soporte técnico que se puede obtener, la elección de los *switches* adecuados para el diseño del presente proyecto de titulación tendría dos opciones, las cuales son: HP y Brocade, éstas marcas al tener una presencia similar en el mercado, la única diferencia a ser tomada en cuenta es el costo, es por eso que el presente diseño resuelve utilizar el *switch* HP.

4.2.6 ROUTERS

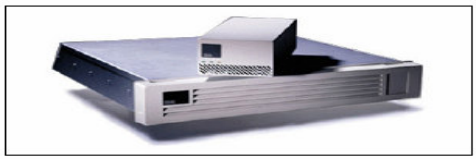


Figura 4.6. *Router Fibre Channel* [22]

Los *routers Fibre Channel* como el de la figura 4.6 fueron desarrollados como una alternativa de transporte de tramas *Fibre Channel* a comandos SCSI paralelos, ya que existían en un principio dispositivos que sólo soportaban el protocolo SCSI.

Para su funcionamiento los routers *Fibre Channel* se conectan en uno de sus puertos a la red *Fibre Channel* y por el otro lado a un bus SCSI. En el lado del bus SCSI, el *router* se desempeña como un iniciador tal como un host, mientras que en el otro extremo se desempeña como un nodo de almacenamiento sobre la red.

Entre las principales características de los *routers* se tiene:

a) Número de buses SCSI.- Se refiere a la cantidad de buses SCSI que pueden ser conectados al router, los routers más básicos tienen por lo menos un bus SCSI y un puerto *Fibre Channel* conectado a la red; la ventaja de tener más de un bus está en el ancho de banda disponible para cada bus y el aislamiento de errores.

b) Tipo de buses SCSI.- Existen diferentes tipos de conexiones SCSI disponibles, y se necesita asegurarse que el tipo de puerto SCSI sea el adecuado evitando conflictos en los dispositivos que van a ser conectados.

c) Soporte para copias extendidas.- Es la capacidad que tienen los routers para soportar los comandos copia extendida SCSI, los cuales son usados para servidores de libre backup en la red SAN.

d) Interfaces de Administración.- Tal como los *switches*, los routers también soportan diferentes interfaces de administración, dentro de las que se incluyen: puerto serial, puerto *ethernet*, SNMP, FTP[81] e Interfaces de Web.

Debido a que en el diseño no se van a utilizar routers, *bridges* o *gateways*, sólo se presenta una breve descripción de su funcionamiento dentro de la red SAN, y no se incluyen características técnicas ni costos.

4.2.7 BRIDGES

Facilitan la comunicación entre segmentos LAN/SAN y/u otras redes con protocolos no similares. Un ejemplo de esto podría ser un *bridge* FICON, el cual permite que los protocolos ESCON puedan ser transportados sobre protocolos *Fibre Channel*. Los bridges FICON reducen los requerimientos de conexiones ESCON, canales ESCON, puertos directores ESCON, y más.

4.2.8 GATEWAYS

Figura 4.7 *Gateway Fibre Channel* [22]

Un *Gateway* como el de la figura 4.7, es una estación de red usada para interconectar dos o más redes no similares o dispositivos, y puede o no realizar la conversión de protocolos. Éstos son típicamente usados para proveer acceso a WAN's desde las LANs.

---

[81] FTP: *File Transfer Protocol,* Es un protocolo que se utiliza para transferir uno o más ficheros de un computador a otro

4.3 ALMACENAMIENTO SAN [1] [2]

Dentro de la infraestructura SAN, el almacenamiento llega a ser una de los elementos constituyentes más importantes, en el capítulo 1 se presentaron de forma detallada los diferentes medios de almacenamiento disponibles dentro de las redes SAN, siendo el más recomendable en el desarrollo del diseño, los sistemas RAID.

Los fabricantes presentan infinidad de opciones para el trabajo en redes SAN, por ejemplo se presenta la posibilidad de que los RAID trabajen con discos Serial ATA o los discos SCSI; los discos SATA están diseñados para archivar o referenciar datos y no deben ser usados en ambientes de Entrada / Salida pesados o intensos. Estas situaciones requieren el uso de discos SCSI. Aunque la mayoría de fabricantes presentan la opción de trabajar con los dos tipos de discos al mismo tiempo.

Como el ambiente dentro de la red de la Escuela Politécnica Nacional para cierto tipo de aplicaciones será bastante intenso, como es el caso del Instituto Geofísico, en donde la información es ingresada y extraída con bastante intensidad, la mejor decisión será utilizar discos SCSI para este tipo de información y discos SATA para información que no presente un tráfico tan intenso.

El sistema RAID está compuesto por un cerebro o controlador que es el encargado de administrar los discos agrupados en un sistema de arreglo de discos, dichos sistemas de arreglos de discos tienen capacidades determinadas de discos, pero en sí el sistema RAID puede soportar varios de estos sistemas de arreglos de discos, permitiendo un crecimiento de información de acuerdo a cómo las aplicaciones vayan necesitando respaldar información.

En la tabla 4.6 se muestra algunos tipos de arreglos RAID del mercado y sus principales características.

CARACTERÍSTICAS \ RAID	Intel	HP Storage Work 1500CS
Niveles RAID	2	0,1,5,0+1
Tipo de discos	SATA	SCSI, SATA
Número de puertos	2	2
Número de gabinetes	2	2
Capacidad Máxima	4,8 TB	24,4 TB
PRECIO (USD.)	10650,34	34850

Tabla 4.6[82]. Características y costos de Almacenamiento RAID [6]

Como se puede observar, el RAID que cumple con los requerimientos mínimos exigidos en la tabla 3.23 es el RAID de marca HP modelo 1500CS, aún cuando es la opción más cara, con este tipo de dispositivo se obtienen mejores prestaciones, puesto que la diferencia se encuentra en el tipo de discos lo cual influye directamente en el acceso a los datos.

4.4 SOFTWARE SAN [7] [8]

En lo que respecta al *software* utilizado para garantizar el funcionamiento de nuestra red SAN, cada uno de sus elementos y componentes deben poseer sus propios controladores que les permitan ser reconocidos dentro de la red, además del *software* adicional que les permita ser configurados y administrados.

Entre los principales paquetes SAN se pueden mencionar los siguientes:

4.4.1 SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN DE SWITCHES

Es el *software* básico utilizado para configuración de *switches* de estructura, presenta características poderosas de alta funcionalidad y ayuda a transformar la red en una red SAN *Fabric* Inteligente, se convierte en una herramienta poderosa de solución de interconectividad que integra transporte de datos con aplicaciones de servicios.

Como un ejemplo de este tipo de Sistemas operativos se tiene al *Fabric* OS de la Brocade.

---

[82] En el Anexo C se presentan más detalladamente las principales características de RAIDs

4.4.2 SOFTWARE DE MANEJO DE REDUNDANCIA

Software que gestiona conexiones redundantes al almacenamiento. Permite una alta disponibilidad de los datos gestionando rutas redundantes entre el host y el sistema de almacenamiento para sistemas *Windows*, *Netware* y Unix. Además mejora las prestaciones balanceando las cargas de tráfico entre las rutas existentes.

El *SANworks Secure Path* es uno de los más importantes *software*s de manejo de redundancia existente.

4.4.3 SOFTWARE ADMINISTRACIÓN WEB

Una aplicación basada en web para el manejo de dispositivos SAN mediante la web, el paquete WEB TOOLS de la Brocade es un ejemplo, el cual simplifica el manejo permitiendo a los administradores configurar, monitorear y manejar parámetros de *Switches* y Fabrics desde un punto de acceso único.

4.4.4 SOFTWARE MONITOREO AVANZADO

Este tipo de *software* provee un análisis completo de utilización de recursos y desempeño dentro de una estructura. El Monitoreo Avanzado de Desempeño es esencial para optimizar el desempeño de una estructura, maximizar la utilización de los recursos y medir los niveles de servicio en una SAN grande.

4.4.5 SOFTWARE SEGURIDAD EN SWITCHES

Este *software* provee de una solución completa de seguridad para Estructuras SAN, uno de los paquetes más utilizados es el Secure Fabric OS, que provee seguridad flexible y administración de políticas que ayudan a las organizaciones a personalizar la seguridad de su SAN para sus requerimientos y políticas específicas.

4.4.6 SOFTWARE PROTECCIÓN DE DATOS

Software creado para administración de los backups dentro de cualquier entorno, además proporciona un sistema de recuperación de información frente a desastres, un ejemplo de este *software* es el hp *OpenView Storage Data Protector* 5.0.

4.4.7 SOFTWARE DE DISPONIBILIDAD E INTEGRIDAD DE LOS DATOS

Con este tipo de *software* se garantiza la seguridad, disponibilidad e integridad de los datos, como un ejemplo de este tipo de *software* se tiene el paquete Hp *StorageWorks Continuous Access* EVA (CA EVA), que es una aplicación basada en controladores que realizan replicaciones en tiempo real entre cabinas de arreglos, proporcionando al administrador un alto nivel de protección en los datos almacenados para permitir la continuidad de éstos.

4.4.8 SOFTWARE ADMINISTRADOR DE RECURSOS

Sirve como una herramienta de monitoreo, que genera reportes a nivel de red acerca de capacidad, utilización y planificación de recursos de almacenamiento, además provee de alarmas para anticipar problemas de superación de niveles de umbral de utilización, un ejemplo de este *software* es el SANworks *Storage Resource Manager* de la Hp.

4.5 RESUMEN DE EQUIPOS DE LA RED SAN PARA LA EPN

Al haber sido analizadas las características técnicas y los costos promedio del mercado de los diferentes equipos que conformarán la red SAN para la EPN, en esta sección se presentan de forma resumida todos los dispositivos y sus respectivas marcas, tal como se detalla en la 4.7.

EQUIPO	MARCA	MODELO
HBA	HP	Storagework FCA2214
SPF	HP	FTRJ8524P2XNY
Switch	HP	Storageworks SAN SWITCH 4/32
Arrelgo Inteligente Modular	HP	Storageworks 1500CS
Closet de discos SCSI	HP	MSA30
Disco SCSI	HP	
UPS	Trippline	3000 VA

Tabla 4.7. Equipos de la red SAN para EPN.

Adicionalmente a los dispositivos antes mencionados se debe considerar el tamaño del *rack,* para lo cual se ha tomado en cuenta a todos los equipos disponibles en el diseño del presente trabajo y los respectivos estándares internacionales.

De acuerdo a estas consideraciones, en la tabla 4.8 se especifican las medidas de cada uno de los equipos, a partir de las cuales se puede concluir que el *rack* adecuado sería el HP 10622 con medida de 22U.

EQUIPO	MEDIDA [U]
Switch Silkwork 4100	2 U
Switch Silkwork 4100	2 U
Arreglo Inteligente Modular HP Storage Work 1500	2 U
HP MSA – 30	3 U
HP MSA – 30	3 U
Regleta de poder	1 U
TOTAL	**13 U**

Tabla 4.8. Características del *rack*.

En la figura 4.8 se presenta la distribución de los diferentes equipos activos que conforman la red SAN dentro del *rack*, el mismo que estará situado en el Centro de cómputo de la Escuela Politécnica Nacional.

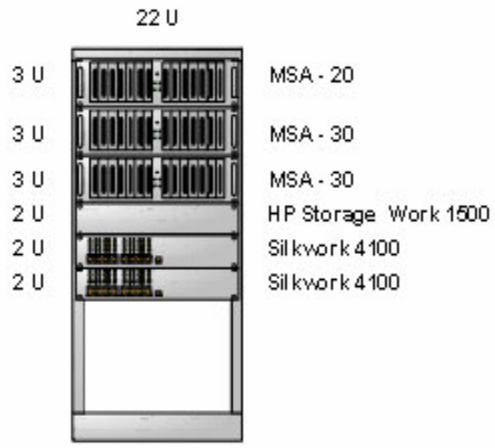


Figura 4.8. Distribución del *Rack*

Una vez que han sido detallados los diferentes elementos que conforman la red SAN y sus respectivos precios del mercado, se puede presentar el valor total que implicaría la implementación de esta red. Ya que el mercado continuamente provee de mejor tecnología y con valores cada vez más accesibles para el usuario, estos valores tienen un período de vigencia determinado, el detalle de esta propuesta económica se presenta en la tabla 4.9.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
HBAs	HP StorageWorks FCA2214	18	1450	26100
SFP	HP, FTRJ8524P2XNY	18	200	3600
Switches	HP, Storageworks SAN SWITCH 4/32	2	35000	70000
Patch cords	LC – LC 5m.	18	56	1008
Patch cords	LC – LC 3m.	7	48	336
Arreglo Inteligente Modular con un closet de discos MSA 30	HP StorageWorks 1500CS	2	34850	69700
Closet de discos SCSI	HP MSA 30	2	3049	3049
Discos Duros SCSI	146.8 GB / 15000 r.p.m.	56	779	43624
Rack	HP 10622 / 22 U	1	1505	1505
UPS	Tripplite 3000 VA	1	1000	1000
TOTAL (USD.)				**219922**

Tabla 4.9. Costos[83] de la red SAN para la EPN.

Analizando los costos de la tabla 4.9 se puede llegar a la conclusión que como toda tecnología nueva, los precios de los diferentes componentes SAN todavía son altos para el mercado ecuatoriano. Se podría abaratar el valor total pero a costa de utilizar equipamiento de proveedores que no tienen mayor presencia en el mercado de nuestro país, lo cual perjudicaría en el desempeño de la red, ya que no se contaría con un buen soporte técnico ni garantías oportunas; es por eso que el presente proyecto de titulación presenta la mejor opción para la implementación de una solución SAN para la Escuela Politécnica Nacional aún cuando sus costos sean elevados.

A los precios de los componentes SAN se deberán añadir los precios de los servidores recomendados en el diseño, que deberían ser adquiridos como una necesidad básica del diseño.

El costo total de los cuatro servidores sugeridos en el diseño sería de 19600 USD, costo en el cual ya estaría incluido lo que es la instalación y configuración de los mismos.

La inversión que tendría que realizar la Escuela Politécnica Nacional sería de alrededor de los 240000 USD, pero a la larga la universidad se pondría a la par de universidades del primer mundo en donde este tipo de redes SAN se han desarrollado como una solución para centralizar y respaldar información en un ambiente de campus.

---

[83] Los precios incluyen IVA

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

* El aparecimiento de tecnologías de almacenamiento tales como las redes SAN, se han convertido en las herramientas que permiten la centralización y almacenamiento de grandes volúmenes de información que deben ser correctamente manejados y respaldados para facilitar la administración de dicha información.

* En una red SAN la redundancia que se le puede dar a un determinado sistema, dependerá de las necesidades y de la importancia de la información en un período de tiempo determinado. Si el sistema maneja información sumamente crítica, es obvio que se deben buscar otros caminos alternativos u otros dispositivos, que permitan que la aplicación que está corriendo en el sistema siga operando a pesar de que uno de los elementos falle. La única manera de lograr esto es mediante la redundancia, tanto en dispositivos de almacenamiento, como en las rutas o interconexiones que existen entre los servidores y los dispositivos de almacenamiento.

* El estándar *Fibre Channel* es la base de la solución SAN propuesta en este proyecto de titulación ya que proporciona el soporte para que diferentes protocolos utilicen su estructura como medio de transporte.

* El estándar *Fibre Channel* ha cobrado tal importancia, que en el mercado ya existen *Switche*s que manejan velocidades de 2 y 4 GBps y son compatibles con HBAs y otros dispositivos que manejan velocidades de 1 y 2 GBps. Es por eso que en cualquier sistema que se implemente, deben considerarse las mejores prestaciones de los equipos actuales, pudiendo operar tranquilamente con dispositivos un poco más antiguos. El desarrollo del presente trabajo se fundamenta en las características de los nuevos equipos con las velocidades más altas.

* En la actualidad dentro de la Escuela Politécnica Nacional, todas las dependencias administrativas manejan información que debe ser respaldada y centralizada correctamente, pero cada dependencia maneja esta información de manera independiente y en muchos de los casos esta información no se encuentra totalmente automatizada, por lo que una red SAN se convierte en una de las más importantes herramientas administrativas.

* Al utilizar un sistema de arreglo de discos RAID, ya se mejora el rendimiento de todo el sistema, adicionalmente se deben escoger las configuraciones de los discos de acuerdo al tipo de información que se vaya a almacenar. En el presente proyecto, las configuraciones de disco que mejores características presentan para el tipo de información que se maneja dentro de la EPN, es el de tipo 5 y 0+1.

* El ajuste del rendimiento en un sistema de bases de datos se puede realizar a nivel de: *hardware,* parámetros de la base de datos, esquema y sus transacciones. El presente proyecto de titulación ha presentado la mejor opción a nivel de *hardware,* es decir se ha diseñado una plataforma sobre la cual los diseñadores de bases de datos, fundamentarán sus diseños, considerando a la red SAN como la de mejores características para obtener un alto rendimiento en su totalidad.

* El ancho de banda que brindan FC para los enlaces que interconectan los servidores con los dispositivos de almacenamiento, podría parecer un poco elevado, pero se debe pensar en futuras aplicaciones como transferencias de archivos multimedia en tiempo real o servicios de video conferencias, no tan solo para usuarios internos, sino que se podría pensar en brindar asistencia a terceras personas, realizando algunas mejoras dentro de la Polired.

* La red SAN diseñada forma parte de la Polired como un sistema de soporte, del cual el Instituto Geofísico por sus características de manejo y respaldo de grandes cantidades de información, será una de las principales dependencias beneficiadas.

* Con la implementación de una red SAN, se podría pensar en brindar servicios a entidades que se encuentren fuera del campus Politécnico, ya que al utilizar medios de transmisión como fibra óptica, permitiría abarcar grandes distancias. Se podría pensar en la creación de un gran centro de administración de bases de datos bibliográficas a nivel de todo el Distrito Metropolitano, incluyendo a todas las universidades que quieran adherirse, centralizando la información dentro de la EPN.

* Para lograr una total implementación de un solución SAN dentro de la Escuela Politécnica Nacional se debería realizar una gran inversión, empezando por un aumento del *backbone* de fibra óptica, ya que en la actualidad se encuentra saturado; además, debido a que el estándar *Fibre Channel* es una tecnología nueva en el país, no se cuenta en la actualidad dentro del campus con ningún equipo o componente *Fibre Channel* por lo que se necesita de una inversión considerable.

* El costo total que conllevaría, en el caso de ser implementada la solución SAN que se presenta en este proyecto de titulación, es un poco elevado; sin embargo las prestaciones en cuanto a facilidades de centralización de la información y disponibilidad de la misma, hacen prever que la inversión aún siendo elevada, se vuelve necesaria.

* Para que una red cumpla con todas las expectativas que se han creado a nivel de su implementación, se debe contar con personal altamente calificado y mantener una buena administración, tanto a nivel lógico como físico.

5.2 RECOMENDACIONES

* Se recomienda que se considere al estándar FC (*Fibre Channel*) como el soporte necesario y suficiente para una nueva configuración de la actual Polired, ya que las prestaciones que ofrece puede permitir que se implemente una nueva estructura de red LAN mucho más extensa.

* La bases de datos que actualmente dispone la EPN, a nivel de las diferentes áreas, no mantienen uniformidad en cuanto al *software* que se ha utilizado para su creación y/o administración, por lo que se recomienda crear una política de cómo deben ser creadas y administradas las bases de datos actuales y aquellas que pueden ser creadas en un futuro inmediato.

* La mayoría de las dependencias de la EPN aún mantienen un manejo autónomo de sus redes internas. El UGI con el último levantamiento de equipos ha tratado de mantener un registro de las necesidades que presenta la Polired, por lo cual se recomienda mantener constante intercambio de información con las diferentes dependencias y tratar de controlar un crecimiento desmedido que afecta directamente a los recursos de la EPN.

* Al recabar información dentro de la Escuela Politécnica Nacional se ha podido percibir una falta de liderazgo en cuanto a la búsqueda de nuevas infraestructuras que permitan una mejor administración de los recursos tecnológicos y de toda la información que se genera dentro del campus, por lo que se recomienda buscar nuevas alternativas en cuanto a tecnología para prestar mejores servicios, tanto a nivel interno como externo.

* Se recomienda que el presente trabajo tenga un seguimiento posterior ya que por tratarse de una nueva tecnología dentro del mercado de nuestro país, aún no ha sido explotada en su totalidad y son pocas las instituciones educativas que han empezado a percibir la importancia de su utilización.

* Se recomienda al momento de poner en marcha la implementación de la red SAN, pedir a la empresa a la cual se le adjudique la licitación, que presente las respectivas certificaciones de ser distribuidor autorizado de las marcas recomendadas, así como también garantice la existencia de todos los repuestos y ofrezca el respaldo técnico necesario.

* Se recomienda crear aplicaciones específicas para manejar información de las diferentes bases de datos, ya que pueden existir requerimientos específicos que demanden la interacción entre más de una base de datos.

* Se recomienda que se brinde capacitación a todo el personal que de una u otra manera, se encuentre vinculado al mantenimiento o administración de la red SAN.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS Y REVISTAS:

[1] Designing Storage Area Networks

Tom Clark / Segunda Edición / McGraw-Hill / E.U. 2003

[2] Redes SAN sobre Fibre Channel

Alan F. Benner / Segunda Edición / McGraw-Hill / España 2002

[10] Windows TI Magazine

Número 81 / Noviembre 2003

[11] Windows 2000 Magazine

Número 45 / Septiembre 2000

[18] Propuesta de Rediseño de la Red de Campus de la EPN

Ramón Valdez y Diego Witte / Escuela Politécnica Nacional / 2000

PAPERS

[3] Buiding SANs with Brocade

Chris Beauchamp, Josh Judo, Benjamín Kuo / 2001

[4] Introduction to Storage Area Network, SAN

IBM Redbook, International Technical Support Organization / 1999

[9] El almacenamiento es también una inversión

Guadalupe Ramirez / 2003

[13] Fibre Channel

Mike Kovatch, EG & G Services, Dohlgren, VA / 1998

[15] Fibre Channel Classes of services for data transport

Kumar Malavalli / 1997

[16] Fibre Channel How to

Erling Nygaard / 2000

[17] Fibre Channel and Ethernet

Brocade / 2000

[19] Brocade SAN Design Guide v2.0

Brocade / 2000

[20] IBM Total storage: SAN Product, design and optimization guide

IBM Redbook / 2005

INTERNET

[5] Disk Drive Market

www.ddmsa.com/prod/diskarray_tecno_raid.html

[6] Proyecto Enete Windows 2000

http://enete.us.es/docu_enete/nt4/tiposderaid.asp

[7] Introducción a los sistemas RAID

www.sindominio.net/~apm/raid

[8] Comparación SAN

http://teleline.terra.es/personal/robfer/sas.htm

[12] Compare SAN con otras tecnologías

www.brocade.cl/san/evaluate/compare_san.jsp

[14] Interoperability Laboratory

www.iol.unh.edu/training/fc/fc_tutorial.html

[21] Conectividad SAN

www.hp.com.ec

[22] Infraestructura SAN

www.ibm.com

FUENTES ADICIONALES DE INFORMACIÓN

[23] Departamento de logística de la EPN.

ANEXO A

ANEXO A.1. Codificación 3B/4B [2]
ANEXO A.2. Codificación 5B/6B [2]
ANEXO A.3. Codificación 8B/10B [2]

ANEXO A.1. CODIFICACIÓN 3B/4B

Asigna una combinación de 4 dígitos binarios de salida, para 3 dígitos binarios de entrada.

Codificación 3B / 4B para caracteres de datos		
No codificado	**Disparidad dinámica actual negativa**	**Disparidad dinámica actual positiva**
HGF	f g h j	f g h j
--.0: 000	1011	0100
--.1: 001	1001	1001
--.2: 010	0101	0101
--.3: 011	1100	0011
--.4: 100	1101	0010
--.5: 101	1010	1010
--.6: 110	0110	0110
--.7: 111	1110 / 0111	0001

Codificación 3B / 4B para caracteres de control		
No codificado	**Disparidad dinámica actual negativa**	**Disparidad dinámica actual positiva**
HGF	f g h j	f g h j
--.0: 000	1011	0100
--.1: 001	0110	1001
--.2: 010	1010	0101
--.3: 011	1100	0011
--.4: 100	1101	0010
--.5: 101	0101	1010
--.6: 110	1001	0110
--.7: 111	0111	1000

ANEXO A.2. CODIFICACIÓN 5B/6B

Asigna una combinación de 6 dígitos binarios de salida, para 5 dígitos binarios de entrada, con la finalidad de minimizar la componente DC de la señal de salida. Las palabras código serán seleccionadas, de tal forma que alteren entre palabras que contengan 4 unos lógicos y 2 unos lógicos, con el objetivo de mantener el balance DC.

Codificación 5B / 6B para caracteres de datos		
No codificado	**Disparidad dinámica actual negativa**	**Disparidad dinámica actual positiva**
EDCBA	a b c d e i	a b c d e i
D0: 00000	100111	011000
D1: 00001	011101	100010
D2: 00010	101101	010010
D3: 00011	110001	110001
D4: 00100	110101	001010
D5: 00101	101001	101001
D6: 00110	011001	011001
D7: 00111	111000	000111
D8: 01000	111001	000110
D9: 01001	110101	100101
D10: 01010	010101	010101
D11: 01011	110100	110100
D12: 01100	001101	001101
D13: 01101	101100	101100
D14: 01110	011100	011100
D15: 01111	010111	101000
D16: 10000	011011	100100
D17: 10001	100011	100011
D18: 10010	010011	010011
D19: 10011	110010	110010
D20: 10100	001011	001011
D21: 10101	101010	101010
D22: 10110	011010	011010
D23: 10111	011010	000101
D24: 11000	110011	001100
D25: 11001	100110	100110
D26: 11010	010110	010110
D27: 11011	110110	001001
D28: 11100	001110	001110
D29: 11101	101110	010001
D30: 11110	001110	100001
D31: 11111	010100	010100

Codificación 5B / 6B para caracteres de control		
No codificado	**Disparidad dinámica actual negativa**	**Disparidad dinámica actual positiva**
EDCBA	a b c d e i	a b c d e i
K28: 0000	001111	110000
K23: 00001	111010	000101
K27: 00010	110110	001001
K29: 00011	101110	010001
K30: 00100	011110	100001

** Los caracteres D11.7, D13.7 y D14.7 se codifican como excepciones a estas reglas, dado que si se realizara la codificación no modificada con una disparidad dinámica positiva, se permitiría la existencia de un flujo de cinco ceros adyacentes*

Caracteres Especiales					
Caracter		**Disparidad dinámica actual negativa**		**Disparidad dinámica actual positiva**	
Nombre	#	abcdei	fghj	abcdei	fghj
K28.0	1C	001111	0100	110000	1011
K28.1	3C	**001111**	**1001**	**110000**	**0110**
K28.2	5C	001111	0101	110000	1010
K28.3	7C	001111	0011	110000	1100
K28.4	9C	001111	0010	110000	1101
K28.5	BC	**001111**	**1010**	**110000**	**0101**
K28.6	DC	001111	0110	110000	1001
K28.7	FC	**001111**	**1000**	**110000**	**0111**
K23.7	F7	111010	1000	000101	0111
K27.7	FB	110110	1000	001001	0111
K29.7	FD	101110	1000	010001	0111
K30.7	FE	011110	1000	100001	0111

.

Caracteres especiales válidos

**Se encuentran definidos 12 caracteres especiales, pero sólo se usa K28.5 en la transmisión* Fibre Channel.

**La serie de "coma" b'001 1111' o b'110 0000' no aparece en ningún caracter de datos o combinación de caracteres de datos.*

ANEXO A.3. CODIFICACIÓN 8B/10B

Codificación 8B / 10B completo

Carácter		Disparidad dinámica actual negativa		Disparidad dinámica actual positiva		Caracter		Disparidad dinámica actual negativa		Disparidad dinámica actual positiva	
Nombre	#	abcdei	fghj	abcdei	fghj	Nombre	#	abcdei	fghj	abcdei	fghj
Caracteres x'00' a x'2F'						Caracteres x'30' a x'5F'					
D0.0	00	100111	0100	011000	1011	D16.1	30	011011	1001	100100	1001
D1.0	01	011011	0100	100010	1011	D17.1	31	100011	1001	100011	1001
D2.0	02	101101	0100	010010	1011	D18.1	32	010011	1001	010011	1001
D3.0	03	110001	1011	110001	0100	D19.1	33	110010	1001	110010	1001
D4.0	04	110101	0100	001010	1011	D20.1	34	001011	1001	001011	1001
D5.0	05	101001	1011	101001	0100	D21.1	35	101010	1001	101010	1001
D6.0	06	011001	1011	011001	0100	D22.1	36	011010	1001	011010	1001
D7.0	07	111000	1011	000111	0100	D23.1	37	111010	1001	000101	1001
D8.0	08	111001	0100	000110	1011	D24.1	38	110011	1001	001100	1001
D9.0	09	100101	1011	100101	0100	D25.1	39	100110	1001	100110	1001
D10.0	0A	010101	1011	010101	0100	D26.1	3A	010110	1001	010110	1001
D11.0	0B	110100	1011	110100	0100	D27.1	3B	110110	1001	001001	1001
D12.0	0C	001101	1011	001101	0100	D28.1	3C	001110	1001	001110	1001
D13.0	0D	101100	1011	101100	0100	D29.1	3D	101110	1001	010001	1001
D14.0	0E	011100	1011	011100	0100	D30.1	3E	011110	1001	100001	1001
D15.0	0F	010111	0100	101000	1011	D31.1	3F	101011	1001	010100	1001
D16.0	10	011011	0100	100100	1011						
D17.0	11	100011	1011	100011	0100	D0.2	40	100111	0101	011000	0101
D18.0	12	010011	1011	010011	0100	D1.2	41	011011	0101	100010	0101
D19.0	13	110010	1011	110010	0100	D2.2	42	101101	0101	010010	0101
D20.0	14	001011	1011	001011	0100	D3.2	43	110001	0101	110001	0101
D21.0	15	101010	1011	101010	0100	D4.2	44	110101	0101	001010	0101
D22.0	16	011010	1011	011010	0100	D5.2	45	101001	0101	101001	0101
D23.0	17	111010	0100	000101	1011	D6.2	46	011001	0101	011001	0101
D24.0	18	110011	0100	001100	1011	D7.2	47	111000	0101	000111	0101
D25.0	19	100110	1011	100110	0100	D8.2	48	111001	0101	000110	0101
D26.0	1A	010110	1011	010110	0100	D9.2	49	100101	0101	100101	0101
D27.0	1B	110110	0100	001001	1011	D10.2	4A	010101	0101	010101	0101
D28.0	1C	001110	1011	001110	0100	D11.2	4B	110100	0101	110100	0101
D29.0	1D	101110	0100	010001	1011	D12.2	4C	001101	0101	001101	0101
D30.0	1E	011110	0100	100001	1011	D13.2	4D	101100	0101	101100	0101
D31.0	1F	101011	0100	010100	1011	D14.2	4E	011100	0101	011100	0101
						D15.2	4F	010111	0101	101000	0101
D0.1	20	100111	1001	011000	1001	D16.2	50	011011	0101	100100	0101
D1.1	21	011101	1001	100010	1001	D17.2	51	100011	0101	100011	0101
D2.1	22	101101	1001	010010	1001	D18.2	52	010011	0101	010011	0101
D3.1	23	110001	1001	110001	1001	D19.2	53	110010	0101	110010	0101
D4.1	24	110101	1001	001010	1001	D20.2	54	001011	0101	001011	0101
D5.1	25	101001	1001	101001	1001	D21.2	55	101010	0101	101010	0101
D6.1	26	011001	1001	011001	1001	D22.2	56	011010	0101	011010	0101
D7.1	27	111000	1001	000111	1001	D23.2	57	111010	0101	000101	0101
D8.1	28	111001	1001	000110	1001	D24.2	58	110011	0101	001100	0101
D9.1	29	100101	1001	100101	1001	D25.2	59	100110	0101	100110	0101
D10.1	2A	010101	1001	010101	1001	D26.2	5A	010110	0101	010110	0101
D11.1	2B	110100	1001	110100	1001	D27.2	5B	110110	0101	001001	0101
D12.1	2C	001101	1001	001101	1001	D28.2	5C	001110	0101	001110	0101
D13.1	2D	101100	1001	101100	1001	D29.2	5D	101110	0101	010001	0101
D14.1	2E	011100	1001	011100	1001	D30.2	5E	011110	0101	100001	0101
D15.1	2F	010111	1001	101000	1001	D31.2	5F	101011	0101	010100	0101

Carácter		Disparidad dinámica actual negativa		Disparidad dinámica actual positiva		Caracter		Disparidad dinámica actual negativa		Disparidad dinámica actual positiva	
Nombre	#	abcdei	fghj	abcdei	fghj	Nombre	#	abcdei	fghj	abcdei	fghj
Caracteres x'00' a x'2F'						Caracteres x'30' a x'5F'					
D0.3	60	100111	0011	011000	1100	D16.4	90	011011	0010	100100	1101
D1.3	61	011101	0011	100010	1100	D17.4	91	100011	1101	100011	0010
D2.3	62	101101	0011	010010	1100	D18.4	92	010011	1101	010011	0011
D3.3	63	110001	1100	110001	0011	D19.4	93	110010	1101	110010	0010
D4.3	64	110101	0011	001010	1100	D20.4	94	001011	1101	001011	0010
D5.3	65	101001	1100	101001	0011	D21.4	95	101010	1101	101010	0010
D6.3	66	011001	1100	011001	0011	D22.4	96	011010	1101	011010	0010
D7.3	67	111000	1100	000111	0011	D23.4	97	111010	0010	000101	1101
D8.3	68	111001	0011	000110	1100	D24.4	98	110011	0010	001100	1101
D9.3	69	100101	1100	100101	0011	D25.4	99	100110	1101	100110	0010
D10.3	6A	010101	1100	010101	0011	D26.4	9A	010110	1101	010110	0010
D11.3	6B	110100	1100	110100	0011	D27.4	9B	110110	0010	001001	1101
D12.3	6C	001101	1100	001101	0011	D28.4	9C	001110	1101	001110	0010
D13.3	6D	101100	1100	101100	0011	D29.4	9D	101110	0010	010001	1101
D14.3	6E	011100	1100	011100	0011	D30.4	9E	011110	0010	100001	1101
D15.3	6F	010111	0011	101000	1100	D31.4	9F	101011	0010	010100	1101
D16.3	70	011011	0011	100100	1100						
D17.3	71	100011	1100	100011	0011	D0.5	A0	100111	1010	011000	1010
D18.3	72	010011	1100	010011	0011	D1.5	A1	011101	1010	100010	1010
D19.3	73	110010	1100	110010	0011	D2.5	A2	101101	1010	010010	1010
D20.3	74	001011	1100	001011	0011	D3.5	A3	110001	1010	110001	1010
D21.3	75	101010	1100	101010	0011	D4.5	A4	110101	1010	001010	1010
D22.3	76	011010	1100	011010	0011	D5.5	A5	101001	1010	101001	1010
D23.3	77	111010	0011	000101	1100	D6.5	A6	011001	1010	011001	1010
D24.3	78	110011	0011	001100	1100	D7.5	A7	111000	1010	000111	1010
D25.3	79	100110	1100	100110	0011	D8.5	A8	111001	1010	000110	1010
D26.3	7A	010110	1100	010110	0011	D9.5	A9	100101	1010	100101	1010
D27.3	7B	110110	0011	001001	1100	D10.5	AA	010101	1010	010101	1010
D28.3	7C	001110	1100	001110	0011	D11.5	AB	110100	1010	110100	1010
D29.3	7D	101110	0011	010001	1100	D12.5	AC	001101	1010	001101	1010
D30.3	7E	011110	0011	100001	1100	D13.5	AD	101100	1010	101100	1010
D31.3	7F	101011	0011	010100	1100	D14.5	AE	011100	1010	011100	1010
						D15.5	AF	010111	1010	101000	1010
D0.4	80	100111	0010	011000	1101	D16.5	B0	011011	1010	100100	1010
D1.4	81	011101	0010	100010	1101	D17.5	B1	100011	1010	100011	1010
D2.4	82	101101	0010	010010	1101	D18.5	B2	010011	1010	010011	1010
D3.4	83	110001	1101	110001	0010	D19.5	B3	110010	1010	110010	1010
D4.4	84	110101	0010	001010	1101	D20.5	B4	001011	1010	001011	1010
D5.4	85	101001	1101	101001	0010	D21.5	B5	101010	1010	101010	1010
D6.4	86	011001	1101	011001	0010	D22.5	B6	011010	1010	011010	1010
D7.4	87	111000	1101	000111	0010	D23.5	B7	111010	1010	000101	1010
D8.4	88	111001	0010	000110	1101	D24.5	B8	110011	1010	001100	1010
D9.4	89	100101	1101	100101	0010	D25.5	B9	100110	1010	100110	1010
D10.4	8A	010101	1101	010101	0010	D26.5	BA	010110	1010	010110	1010
D11.4	8B	110100	1101	110100	0010	D27.5	BB	110110	1010	001001	1010
D12.4	8C	001101	1101	001101	0010	D28.5	BC	001110	1010	001110	1010
D13.4	8D	101100	1101	101100	0010	D29.5	BD	101110	1010	010001	1010
D14.4	8E	011100	1101	011100	0010	D30.5	BE	011110	1010	100001	1010
D15.4	8F	010111	0010	101000	1101	D31.5	BF	101011	1010	010100	1010

Carácter		Disparidad dinámica actual negativa		Disparidad dinámica actual positiva		Caracter		Disparidad dinámica actual negativa		Disparidad dinámica actual positiva	
Nombre	#	abcdei	fghj	abcdei	fghj	Nombre	#	abcdei	fghj	abcdei	fghj
Caracteres x'00' a x'2F'						Caracteres x'30' a x'5F'					
D0.6	C0	100111	0110	011000	0110	D0.7	E0	100111	0001	011000	1110
D1.6	C1	011101	0110	100010	0110	D1.7	E1	011101	0001	100010	1110
D2.6	C2	101101	0110	010010	0110	D2.7	E2	101101	0001	010010	1110
D3.6	C3	110001	0110	110001	0110	D3.7	E3	110001	1110	110001	0001
D4.6	C4	110101	0110	001010	0110	D4.7	E4	110101	0001	001010	1110
D5.6	C5	101001	0110	101001	0110	D5.7	E5	101001	1110	101001	0001
D6.6	C6	011001	0110	011001	0110	D6.7	E6	011001	1110	011001	0001
D7.6	C7	111000	0110	000111	0110	D7.7	E7	111000	1110	000111	0001
D8.6	C8	111001	0110	000110	0110	D8.7	E8	111001	0001	000110	1110
D9.6	C9	100101	0110	100101	0110	D9.7	E9	100101	1110	100101	0001
D10.6	CA	010101	0110	010101	0110	D10.7	EA	010101	1110	010101	0001
D11.6	CB	110100	0110	110100	0110	D11.7	EB	110100	1110	110100	1000
D12.6	CC	001101	0110	001101	0110	D12.7	EC	001101	1110	001101	0001
D13.6	CD	101100	0110	101100	0110	D13.7	ED	101100	1110	101100	1000
D14.6	CE	011100	0110	011100	0110	D14.7	EE	011100	1110	011100	1000
D15.6	CF	010111	0110	101000	0110	D15.7	EF	010111	0001	101000	1110
D16.6	D0	011011	0110	100100	0110	D16.7	F0	011011	0001	100100	1110
D17.6	D1	100011	0110	100011	0110	D17.7	F1	100011	0111	100011	0001
D18.6	D2	010011	0110	010011	0110	D18.7	F2	010011	0111	010011	0001
D19.6	D3	110010	0110	110010	0110	D19.7	F3	110010	1110	110010	0001
D20.6	D4	001011	0110	001011	0110	D20.7	F4	001011	0001	001011	0001
D21.6	D5	101010	0110	101010	0110	D21.7	F5	101010	1110	101010	0001
D22.6	D6	011010	0110	011010	0110	D22.7	F6	011010	1110	011010	0001
D23.6	D7	111010	0110	000101	0110	D23.7	F7	111010	0001	000101	1110
D24.6	D8	110011	0110	001100	0110	D24.7	F8	110011	0001	001100	1110
D25.6	D9	100110	0110	100110	0110	D25.7	F9	100110	1110	100110	0001
D26.6	DA	010110	0110	010110	0110	D26.7	FA	010110	1110	010110	0001
D27.6	DB	110110	0110	001001	0110	D27.7	FB	110110	0001	001001	1110
D28.6	DC	001110	0110	001110	0110	D28.7	FC	001110	1110	001110	0001
D29.6	DD	101110	0110	010001	0110	D29.7	FD	101110	0001	010001	1110
D30.6	DE	011110	0110	100001	0110	D30.7	FE	011110	0001	100001	1110
D31.6	DF	101011	0110	010100	0110	D31.7	FF	101011	0001	010100	1110

ANEXO B

ANEXO B.1. Codificación de delimitadores de trama, señales primitivas y secuencias primitivas [2]

ANEXO B.2. Tramas de datos y de control de enlace [2]

ANEXO B.1 CODIFICACIÓN DE DELIMITADORES DE TRAMA, SEÑALES PRIMITIVAS Y SECUENCIAS PRIMITIVAS

Codificación para los delimitadores de trama.

Delimitadores de trama			
Función del delimitador	**Abrev.**	**Disparidad dinámica inicial**	**Conjunto ordenado**
SOF con conexión de Clase 1	SOFc1	Negativa	K28.5 D21.5 D23.0 D23.0
SOF con inicialización de Clase 1	SOFi1	Negativa	K28.5 D21.5 D23.2 D23.2
SOF normal de Clase 1	SOFn1	Negativa	K28.5 D21.5 D23.2 D23.1
SOF con inicialización de Clase 2	SOFi2	Negativa	K28.5 D21.5 D21.1 D21.1
SOF normal de Clase 2	SOFn2	Negativa	K28.5 D21.5 D21.2 D21.2
SOF con inicialización de Clase 3	SOFi3	Negativa	K28.5 D21.5 D22.2 D22.2
SOF normal de Clase 3	SOFn3	Negativa	K28.5 D21.5 D22.1 D22.1
SOF de la Estructura (Fabric)	SOFf	Negativa	K28.5 D21.5 D24.2 D24.2
SOF con activación de circuito de Clase 4	SOFc4	Negativa	K28.5 D21.5 D25.0 D25.0
SOF con inicialización de Clase 4	SOFi4	Negativa	K28.5 D21.5 D25.2 D25.2
SOF normal de Clase 4	SOFn4	Negativa	K28.5 D21.5 D25.1 D25.1
EOF normal	EOFn	Negativa	K28.5 D21.4 D21.3 D21.3
		Positiva	K28.5 D21.5 D21.3 D21.3
EOF con finalización	EOFt	Negativa	K28.5 D21.4 D21.4 D21.4
		Positiva	K28.5 D21.5 D21.4 D21.4
EOF con desconexión – finalización (clase 1)	EOFdt	Negativa	K28.5 D21.4 D21.7 D21.7
EOF con desactivación – finalización (clase 4)		Positiva	K28.5 D21.5 D21.7 D21.7
EOF con eliminación – finalización (clase 4)	EOFrt	Negativa	K28.5 D21.4 D25.4 D25.4
		Positiva	K28.5 D21.5 D25.4 D25.4
EOF con desconexión – finalización no valido (clase 1)	EOFdti	Negativa	K28.5 D10.4 D21.4 D21.4
EOF con desactivación – finalización – no valido (clase 4)		Positiva	K28.5 D10.5 D21.4 D21.4
EOF con eliminación - finalización – no valido (clase 4)	EOFrti	Negativa	K28.5 D10.4 D25.4 D25.4
		Positiva	K28.5 D10.5 D25.4 D25.4
EOF normal – no valido	EOFni	Negativa	K28.5 D10.4 D21.6 D21.6
		Positiva	K28.5 D10.5 D21.6 D21.6
EOF con cancelación	EOFa	Negativa	K28.5 D21.4 D21.6 D21.6
		Positiva	K28.5 D21.5 D21.6 D21.6

Codificación para las señales primitivas.

Señales primitivas			
Señal primitiva	**Abrev.**	**Disparidad dinámica inicial**	**Conjunto ordenado**
Idle	Idle	Negativa	K28.5 D21.4 D21.5 21.5
Receiver_Ready	R_RDY	Negativa	K28.5 D21.4 D10.2 10.2
Virtual Circuit Ready (class 4)	VC_RDY	Negativa	K28.5 D21.7 VC_ID VC_ID
Arbitrate	ARByx	Negativa	K28.5 D20.4 y x
Arbitrate (val)	ARB(val)	Negativa	K28.5 D20.4 val val
Open full-duplex	OPNyx	Negativa	K28.5 D17.4 AL_PD AL_PS
Open half-duplex	OPNyy	Negativa	K28.5 D17.4 AL_PD AL_PD
Open broadcast replicated	OPNyr	Negativa	K28.5 D17.4 D31.7 D31.7
Open selective replicated	OPNfr	Negativa	K28.5 D17.4 AL_PD D31.7
Close	CLS	Negativa	K28.5 D5.4 D21.5 D21.5
Mark	MRKtx	Negativa	K28.5 D31.2 MK_TP AL_PS
Dynamic Half Duplex	DHD	Negativa	K28.5 D10.4 D21.5 D21.5

Codificación para las secuencias primitivas.

Secuencias primitivas			
Secuencia primitiva	**Abrev.**	**Disparidad dinámica inicial**	**Conjunto ordenado**
Offline	OLS	Negativa	K28.5 D21.1 D10.4 D21.1
Not_Operational	NOS	Negativa	K28.5 D21.2 D31.5 D5.2
Link_Reset	LR	Negativa	K28.5 D9.2 D31.5 D9.2
Link_Reset_Response	LRR	Negativa	K28.5 D21.1 D31.5 D9.2
Loop Initialization – F7,F7 no valid AL_PA	LIP (F7,F7)	Negativa	K28.5 D21.0 D23.7 D23.7
Loop Initialization – F8,F7 loop failure, no valid AL_PA	LIP (F8,F7)	Negativa	K28.5 D21.0 D24.7 D23.7
Loop Initialization – F7,x valid AL_PA	LIP (F7,x)	Negativa	K28.5 D21.0 D23.7 AL_PS
Loop Initialization – F8,x loop failure, valid AL_PA	LIP (F8,x)	Negativa	K28.5 D21.0 D24.7 AL_PS
Loop Initialization – reset	LIPyx	Negativa	K28.5 D21.0 AL_PD AL_PS
Loop Initialization – reset all	LIPfx	Negativa	K28.5 D21.0 D31.7 AL_PS
Loop Initialization – reserved	LIPba	Negativa	K28.5 D21.0 b a
Loop Port Enable	LPEyx	Negativa	K28.5 D5.0 AL_PD AL_PS
Loop Port Enable all	LPEfx	Negativa	K28.5 D5.0 D31.7 AL_PS
Loop Port Bypass	LPByx	Negativa	K28.5 D9.0 AL_PD AL_PS
Loop Port Bypass all	LPBfx	Negativa	K28.5 D9.0 D31.7 AL_PS

ANEXO B.2. TRAMAS DE DATOS Y DE CONTROL DE ENLACE

Definición de las tramas de datos.

Bit(s) R_CTL		Tipo
31 – 28:	27 -24:	Los valores no enumerados están reservados
Encaminamiento	Categoría de información	
x'0' Tramas de datos de dispositivo FC-4		x'04': ISO/IEC 8802-2 LLC/SNAP (ordenados)
		x'04': ISO/IEC 8802-2 LLC/SNAP (desordenados)IP/ARP
		x'08': SCSI-FCP
		x'09': SCSI-GPP
		x'0A-x'0F': reservado para SCSI
		x'10': reservado para IPI-3
		x'11': IPI-3 Maestro
		x'12': IPI-3 Esclavo
		x'13': IPI-3 Homólogo
		x'14': reservado para IPI-3
		x'15': CP-IPI Maestro
		x'16': CP-IPI Esclavo
		x'17': CP-IPI Homólogo
		x'18': reservado para SBCCS
	x'0': No categorizada	x'19': SBCCS – Canal
	x'1': Datos solicitados	x'1A': SBCCS-Unidad de control
	x'2': Control no solicitado	x'1B'-x'1F': Reservado para SBCCS/ESCON
	x'3': Control Solicitado	x'20': Servicios *Fibre Channel*
	x'4': Datos no solicitados	x'21': FC-FG
	x'5': Descriptor de datos	x'22': FC-SW
	x'6': Comando no solicitado	x'23': FC-AL
	x'7': Estado de comando	x'24': SNMP
		x'25'-x'27': Reservado servicios de Estructura
	Otros: No especificada.	x'28'-x'2F': Futurebus
		x'30'-x'33': SCSI
		x'34'-x'37': MessageWay
		x'40': HIPPI-FP
		x'41'-x'47': Reservado HIPPI
		x'48'-x'4F': Reservado para FC-AE
		x'5D': Controlador de Estructura
		x'E0'-x'FF':Dependiente del Fabricante
x'2': Datos de servicio avanzado de enlace	x'2': Control no solicitado – "Solicitud (Request)"	x'00': no valido (utilizado para servicios básicos)
		x'01': Servicios avanzados de enlace
	x'3: Control solicitado – "Respuesta (Reply)"	x'D0'-x'FF': Dependiente del Fabricante
x'3': Datos de servicio de enlace FC-4	x'2': Control no solicitado – "Solicitud (Request)"	Igual que las tramas de datos de dispositivos FC-4
		x'D0'-x'FF': Dependiente del Fabricante
	x'3: Control solicitado – "Respuesta (Reply)"	Igual que las tramas de datos de dispositivos FC-4
x'4': Datos de video	Igual que las tramas de datos de dispositivos FC-4	
x'8': Datos de servicio básico de enlace.	x'0': No-operación NOP	x'00': Servicio básico de enlace
	x'1': Abortar Sec. ABTS	x'01': no valido (utilizado para servicios avanzados)
	x'2': Eliminar Conex. RMC	
	x'4': Aceptación básica BA_ACC	x'D0'-x'FF': Dependiente del Fabricante
	x'5': Rechazo básico BA_RJT	

Definición de las tramas de control de enlace.

R_CTL			Definición	TIPO	Parámetro
31 – 28	**27 – 24**				
	x'0'	Confirmación (ACK)	ACK_1	Rsvd	Bits 15 – 0 = 1
	x'1'		ACK_0	Rsvd	Bits 15 – 0 = 0
			ACK_N		Bits 15 – 0 = N
	x'2'	Respuesta de enlace	P_RJT: Rechazo de N_Puerto	Códigos de motivo del rechazo de trama	
	x'3'		F_RJT: Rechazo de Estructura		
	x'4'		P_BSY: N_Puerto ocupado	Rsvd	31 – 24: Código de acción
					23 – 16: Código de motivo
x'C'	x'5'		F_BSY: Estructura ocupada para trama de datos	Código de motivo: x'1x': Estructura ocupada	La palabra 2[27-24] contiene el código de control de enlace de la trama para la que se produjo la condición de ocupara
Datos de servicio básico de enlace	x'6'		F_BSY: Estructura ocupada para trama de control de enlace	x'3x': N_Puerto ocupado	Palabra 5: reservada
	x'7'	Comando de enlace	LCR: Reinicialización de crédito de enlace	Rsvd	Reservado
	x'8'		NTY: Notificar	Rsvd	Reservado
	x'9'		END: Fin	Rsvd	Reservado

ANEXO C

ANEXO C.1. Modelo de encuesta
ANEXO C.2. Listado de servidores
ANEXO C.3. Información de Recursos Humanos
ANEXO C.4. Información del Instituto Geofísico
ANEXO C.5. Estadísticas de tráfico del sitio web

ANEXO C.1. MODELO DE ENCUESTA

Modelo de encuesta

RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

PROCESADOR: **MEMORIA:** **DISCO DURO:**

Tipo: **Capacidad:** **Capacidad:**

Velocidad: **Cantidad:**

Sistema Operativo:

Windows:..... Unix:..... Linux:..... Otros:.....

Tarjeta de Red:	**HBA:**	**Puerto FC:**	**Discos SCSI**
SI.... NO....	SI.... NO....	SI.... NO....	SI.... NO....
Tipo de red.....	Marca.....	Marca.....	Marca.....

APLICACIONES

Bases de Datos:

Tipo:..... Capacidad de Almacenamiento

Procesamiento de Audio/Video:

Tipo:..... Capacidad de Almacenamiento

Otros:

Tipo:..... Capacidad de Almacenamiento

UBICACIÓN DE EQUIPOS

Carrera:..... Edificio:..... Departamento:..... Oficina:.....

TIPO DE ALMACENAMIENTO

Donde se respalda la información:

RAID: ☐ Capacidad: _____ Marca:.....

Cintas: ☐ Capacidad: _____ Marca:.....

SCSI: ☐ Capacidad: _____ Marca:.....

Otro: ☐ Capacidad: _____ Marca:.....

No se almacena la información: ☐

Encuestado:..... Cargo:..... Firma:.....

ANEXO C.2. LISTADO DE SERVIDORES

Listado de servidores.

OFICINA	EDIFICIO	PISO	MEMORIA [MB]	VELOCIDAD [MHz]
Dirección del SAE	Sistemas	2	255	555
Coordinación de Carrera	Sistemas	2	128	550
Auditoria Interna	Sistemas	0	64	800
Auditoria Interna	Sistemas	0	64	550
Auditoria Interna	Sistemas	0	64	550
Auditoria Interna	Sistemas	0	64	550
Auditoria Interna	Sistemas	0	127	850
Auditoria Interna	Sistemas	0	120	830
Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones	Eléctrica	2	48	850
Coordinación Carrera de Civil	Civil	2	260	1,7
Coordinación Carrera de Petroleos	Geología	0	120	700
Coordinación Carrera Electrónica y Control	Eléctrica	2	261	1
Coordinación Carrera de Ing. Eléctrica	Eléctrica	1	287	850
Coordinación de ESFOT	ESFOT	1	256	2,41
Coordinación Carrera de Química	Química	3	64	800
Coordinación del Rectorado	Administración	0	256	1,6
Cuarto de Comunicaciones ER-E1	Eléctrica	3	512	1,6
Cuarto de Comunicaciones ER-E1	Eléctrica	3	256	666
Decanato de Extensión	Administración	2	128	930
Decanato de Extensión	Administración	2	128	933
Decanato de Extensión	Administración	2	56	100
Departamento de Matemáticas	Administración	8	256	1,2
Dirección de ESFOT	ESFOT	1	260	2,4
Dirección de Administración	Administración	0	256,2	1,6
Dirección Control de Gestión	EPCAE	4	128	333
Dirección Control de Gestión	Administración	8	128	550
Dirección de Escuela	Eléctrica	1	96	750
Dirección de Escuela	Eléctrica	1	128	801
Dirección de Planificación	Administración	4	64	333
Dirección de Planificación	Administración	4	523	2
Dirección de Registro y Admisión	Ex-ICB	3	256	1,6
Dirección de Relaciones Institucionales	Administración	3	128	733
Dirección de RRHH Y Bienestar Social	Administración	0	64	500
Dirección del Departamento Pedagógico	Ex-ICB	3	32	200
Dirección Financiera	Administración	3	256	2,4
Dpto. De Ciencias Sociales	Administración	4	256	2,5
Dpto. De Relaciones Institucionales	Administración	0	128	500
Dpto. Telecomunicaciones	Eléctrica	1	64	750
EPIC 203	Civil	2	128	800
Escuela de Posgrados EPCAE	EPCAE	1	256	1,6
Escuela de Posgrados EPCAE	EPCAE	2	261,62	551
Maestria en Ciencias de la Educación	Ex-ICB	3	16	150
Matemática	Administración	8	128	500
Matemática	Administración	8	96	333
Oficina del servidor del SAE	Mecánica	2	260	864
Secretaría General Propedeutico	Administración	1	256	1,1
Secretaría General Propedeutico	Ex-ICB	3	32	200
Server SAE	Mecánica	2	640	0
Tesistas Posgrado	Tecnológico	1	128	550
Tesistas Pre-Grado	Tecnológico	1	128	800
Unidad de Servicios de Información	Administración	1	262	1,6
Unidad de Servicios de Información	Administración	1	262	1,6
Unidad de Servicios de Información	Administración	1	62	550
Unidad de Servicios de Información	Administración	1	62	550
Unidad de Servicios de Información	Administración	1	180	1,6
Unidad de Servicios de Información	Administración	1	62	400
Unidad de Servicios de Información	Administración	0	62	400
Unidad de Servicios de Información	Administración	0	256	0
Unidad de Servicios de Información	Administración	0	128	750
Unidad de Servicios de Información	Administración	0	256	600
Unidad de Servicios de Información	Administración	0	128	400
Unidad de Servicios de Información	Administración	0	128	500
Vicerrectorado	Administración	1	256	2,41

Características adicionales de los servidores.

TARJETA DE RED	SISTEMA OPERATIVO	SOFTWARE ADICIONAL
3COM /REALTECK	Windows 2000 Server	Winamp, Messenger, Power Designer, SQL 7.0 , Visual 6.0 , Antivirus RAV
3COM	Windows 2000 Server	Office Mcaffe
REALTECK	Windows 98	Office, AVG 6.0 Ant
SIS900	Windows 98	Office, AVG 6.0
SIS900	Windows 2000	Office, AVG 6.0
SIS900	Windows 98	Office, AVG 6.0
CNET2200	Windows 98	Office, AVG 6.0
SIS900	Windows 98	Office, AVG 6.0
SIS 900 PCI	Windows 98	Office, Corel Draw, Norton 2003, Gamut, Ahead Nero
CNET PRO200 PCI	Windows 2000	
SIS 900 FAST ETHERNET	Windows 98 SE	Ofice 2000, Adobe Acrobat, Publisher
INTEL PRO 100 INCORPORADA	Windows 2000 Professional	Norton 2002, Office, Adobe Acrobat
3 COM	Windows 200 Professional	Autocad, Office, MSM, Visual Studio 6.0, SQL 7.0, Norton Commander
3COM 10/100	Windows XP	Office 2000, MSN, Acrobat, Norton
SIS 900GENERICO	Windows Milenium	Office 2000, Matemática, Visual Basic, Norton 2003, Outlook 2003
REALTEK RTL 8139ª	Windows 2000	Office 2000, Pegasus, Norton 2002, Adobe Acrobat, Project
ACCTON	Windows 2000 Server	Comercio Electrónico
REALTECK INCORPORADO	Windows 2000 Server	Correo
INTEL PRO 100 /REALTEK RTL 813	Windows XP	Proxy
INTEL (R) PRO 100	Windows Milenium	Office 2000, Pegasus, Adobe Acrobat, Sierra, Winamp
SIS 900 PCI FE	Windows 98	Cientific Work Places, Office 2000, Adobe Acrobat
INTEL PRO /100	Windows 98	Office 97, Acrobat, Lindo WSFTP, Matemática 4
3COM 10/100 NIC	Windows 2000 Professional	Office 2000, Winzip
INTEL PRO 10/100	Windows 2000	Adobe Acrobat, AVG G, SQL, Visual Studio, Office 2000
REALTEK (8139) (A)	Windows 2000 Server	Proxy
SIS 900 PCI FAST ETHERNET	Windows 98	Office 2000, Adobe Acrobat, Project, Fortran Power Station, Autocad, Norton, Musicmatch, SAP
SIS900	Windows 98	Office, Visual, Gamut
FAST ETHERNET SIS900 INCORPORA	Windows XP	Office, Visio, Messeger, Visula 6, DAP, Acrobat, Norton 2003
REALTEK RTL 8029	Windows 98	Office 97 - Pegasus - Acrobat Reader
CNET PRO 200 PCI FE / 3COM 3SC	Windows 2000 Server	Servidor Proxy
PCI CNET PRO200	Windows XP Professional 2002	Office 2000, Autocad, Norton Antivirus
SIS 900 PCI	Windows 98	Office 2000 - Norton 2002
SIS 900 PCI	Windows 98	Office 97, PCI Audio Aplication, Outlook Express
3COM 3C509 III ISA	Windows 95	Norton, Pegasus, Winzip,Office 97
3 COM 10/100	Windows 2000 Server	Server Proxy
3 COM Office ONECT 10/100	Windows XP	Office 2000, Acrobat, Norton
DAVIDCOM 9102	Windows 98	Office 2000, AVG, Pegasus, Endora, Acrobat
DAVICOM	Windows 98	Office, Norton 2001, Visio, Matlab, Copernico, Acrobat
10/100 PCI	Windows 98 2E	Acrobat, Outlook, Endora, Install Artist, Norton, Winzip, Office, MSN
INTEL PRO 10/100	Windows 2000	Office XP, Project, Winzip, BP WIN2.0, Endora
REALTEK RTL 8139	Windows 2000	Office 2000, Sell Server 7.0, Visual Studio 6.0, AVG F-PROT
3COM III ISA 3C509/b	Windows 95	Office 97, Norton Antivirus, Instant Artis, Winzip
PCI 10/100	Windows 2000 Server	Visual Studio NET, Office 2000, Delphi
10/100 PCI	Windows 2000 Linux suse	Office 2000, GNU
REALTEK RTL81 39 (A) PCI	Windows 2000 Server	Office 2000, SAE, Acrobat , MSN
COMPAQ NC3163	Windows 2000 Server	Office 2000, SQL Server, AVG 6.0, Acrobat, Winsis
ECOM EC509	Windows 95	Office 2000, SQL Server 7.0, WS FTPLE
NIC 3COM FAST ETHERNET	Windows 98	Office 2000, SQL 7.0 , Autocad 2002, Acrobat Reader
3Com 10/100	Windows 2000 Professional	Office 2000, Stargraphics, Command Norton Antivirus
REALTEK RTL 8139	Windows 2000 Professional	Office 2000, Star Graphis, Acrobat, Command Antivirus
3COM INTERNET	Windows 2000 Professional	Proxy para internet
3COM ETHERLINK	Windows 98	Office 2000, Visual Studio, Firework, Roxio Easy CD, Power Designer
SIS900 PCI	Windows 95	Office 2000, Visual Studio, Power Designer, SQL 7.0
SIS900 PCI	Windows 98	Office 2000, MSN, Visual FOX PRO
3COM ETHERLINK	Windows NT	Office 2000, Visual Studio, Power Designer, SQL 7.0
3COM ETHERLINK	Windows 95	Office 2000, SQL, Visual Studio, Power Designer
3COM ETHERLINK III ISA	Windows 2000 Server	Office 2000, Download Acelerator, SQL , Visual Studio, Power Designer
3COM Office 10/100	Windows 98	Office 2000, Visual Route, Eudora, Macromedia, Panda Antivirus
PCINE 2000 / INTEL ETHER EXPRE	Linux Red Hat 7.3	Servidor Proxy, Filtros de URL, Estadística Snifers
INTEL ETHER EXPRESS PRO 100 B	Linux Red Hat 7.3	Servidor de correo
ETHERNET FDDI STP 2E2J04326	Solaris 2.6	Servidor de página web
THUNDER LAN	Linux Red Hat 7.3 / Windows NT 3.0	Office 2000, WS_FTP, Visio, Macromedia
3 COM Office NET 10/100	Windows XP	Office 2000, Acrobat Reader, SQL Server, Pegasus, Nero

ANEXO C.3. INFORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Detalle de servicios de RRHH.

REGISTRO DE LA INFORMACIÓN DE CADA EMPLEADO

La Oficina de Personal requiere principalmente tener un registro de todo el personal que labora en la EPN en el que conste la siguiente información:

1.1 DATOS DE IDENTIFICACIÓN

- Número de cédula
- Número de cédula militar
- Número de afiliación al IESS

1.2 DATOS PERSONALES

- Apellidos
- Nombres
- Sexo
- Nacionalidad
- Estado civil
- Lugar y fecha de nacimiento
- Categoría actual (docente, administrativo, servicios)

1.3 DATOS DE UBICACIÓN

- Dirección
- Teléfono

1.4 DATOS SOBRE LA FAMILIA

- Número de cargas familiares
- Apellidos del o la cónyuge
- Nombres del o la cónyuge
- Ocupación del o la cónyuge
- Nombres y apellidos de cada uno de los hijos
- Fecha de nacimiento de cada uno de los hijos

1.5 DATOS DE NIVEL DE INSTRUCCIÓN

- Nivel (Primaria, Secundaria, Superior, Postgrados)
- Nombre de la institución
- Ubicación de la institución
- Duración (años de estudio)
- Título académico o profesional

- Fecha en que obtuvo el título

1.6 DATOS SOBRE LA CAPACITACIÓN ADICIONAL DEL EMPLEADO

- Nombre del curso o seminario
- Institución en la que realizó la capacitación
- Fecha terminación
- Duración (meses de estudio)
- Resultado final (mención: asistente, aprobado, instructor, invitado, expositor, evaluador, auditor, observador, etc.)
- Tipo de documento obtenido: Certificado/Diploma

1.7 DATOS DE TRABAJOS ANTERIORES

- Nombre de la empresa
- Departamento
- Último cargo desempeñado
- Fecha de ingreso
- Fecha de salida
- Motivo de salida

2. HISTORIA LABORAL EN LA EPN

- Fecha de ingreso
- Nombramientos
    - Dependencia
    - Fecha inicio en el cargo
    - Fecha final en el cargo
    - Cargo
    - Sueldo
- Contratos
    - Dependencia
    - Fecha inicio
    - Fecha final
    - Tipo de contrato
    - Monto mensual
- Encargos
    - Dependencia
    - Fecha inicio en el cargo
    - Fecha final en el cargo
- Otros
    - Dependencia
    - Fecha inicio
    - Fecha final

3. ACCIONES DE PERSONAL

DISTINCIONES, FELICITACIONES, MENCIONES, INCENTIVOS, LICENCIAS,

SANCIONES, RENUNCIAS U OTRAS.

- Tipo de acción
- Motivo/explicación
- Fecha de inicio/Fecha rige
- Fecha final
- Solicitado por

4. PERMISOS

- Motivo
- Fecha de elaboración
- Número de horas
- Número de días

5. VACACIONES

- Número de días acumulados en el período
- Número de días descontados en el período
- Número de días tomados
- Número de días disponibles
- Fecha de solicitud de vacaciones
- Fecha inicio de la toma de vacaciones
- Fecha final de la toma de vacaciones

Además, la Oficina de Personal necesita obtener reportes de los siguientes informes:

- Laborales
- De Comisiones
- Resoluciones

ASCENSOS DE EMPLEADOS

Los ascensos se realizan según el siguiente procedimiento:

- Los ascensos de los empleados se tramitan una vez al año (mes de Diciembre).
- Personal emite una circular a todas las dependencias en la que se especifica los empleados con derecho de ascenso por cumplimiento de tres años consecutivos.
- El Jefe de cada una de estas dependencias comunica al Señor Rector que está de acuerdo con los nombramientos del personal a su cargo.
- El señor Rector envía a Personal un documento en el que sumilla que se proceda al trámite de ascensos, si las personas en cuestión no tienen amonestaciones.

- Una vez recibida esta disposición, se solicitan a las personas que ascienden, papeles para tramitar el nombramiento.
- Sin embargo, hay que tomar en cuenta que una persona no podrá ascender por las siguientes causas:
    - Si tiene amonestaciones
    - Si se encuentra entre los diez más atrasados
    - Si llegó al tope de la categoría, en cuyo caso se prepara un oficio para que el rector indique las categorías que deben crearse.

TRÁMITE Y REGISTRO DE NOMBRAMIENTOS

- Personal recibe del Rector el documento de pedido de nombramiento enviado de las facultades y departamentos, en que ha sumillado pidiendo un informe sobre la situación laboral de la persona.
- Se verifican los datos de la persona en lo que respecta al último nombramiento, fecha de inicio y duración
- Se elabora un informe de situación laboral indicando de cada nombramiento el cargo, fecha de inicio y duración. Basándose en estos datos se especifica la fecha de renovación.
- Este informe junto con un memo se envía Rectorado para que el Sr. Rector sumille la aprobación o negación de la elaboración o renovación del nombramiento.
- La Oficina de Personal recibe del señor Rector el memo enviado en el que ha sumillado la autorización o negación del nombramiento. Si la renovación o elaboración ha sido aprobada, el Sr. Rector especifica el tiempo de duración.
- De acuerdo a la respuesta, Personal solicita a la persona beneficiaría del nombramiento papeles tales como: copia de cédula de ciudadanía, copia de cédula militar (hombres) y la especie valorada de nombramiento.
- Se elabora el nombramiento, es decir se llena la especie valorada tomando los datos del documento autorizado por el Rector, del presupuesto y de la partida presupuestaria que emite el Departamento Financiero.
- Este nombramiento elaborado se envía al Rectorado para que firme. Al mismo tiempo se envía al departamento Financiero un listado de todos los nombramientos elaborados en el mes para el ingreso al rol de pagos.
- Cuando el rector devuelve el nombramiento firmado se transcribe en el libro de registro de nombramientos y la persona firma en este libro como símbolo de posesionamiento en el cargo.
- El formulario de nombramiento se archiva en el expediente y la copia se entrega al interesado.

TRÁMITE PARA ASCENSO DE CATEGORÍA O ASCENSO DE NIVELES ESCALAFONARIOS

- El consejo de Facultad solicita al Vicerrectorado el ascenso o bonificación para los profesores que hayan cumplido con los requisitos correspondientes
- El Vicerrectorado sumilla en el pedido y lo envía a Personal para emitir el informe del último ascenso otorgado.

- Personal emite el informe al Vicerrectorado con la siguiente información;

SI ES ASCENSO DE CATEGORÍA

- Categoría de ascenso
- Fecha de registro del último nombramiento
- Semestre considerado

SI ASCENSO DE NIVEL ESCALAFONARIO

- Nivel Escalafonario en el que se encuentra
- La fecha desde la cual rige el Nivel Escalafonario anterior
- Semestre considerado

- El Vicerrector basándose en el informe, convoca a la Comisión de Investigación.
- La Comisión estudia estos informes. Una vez aprobados los Ascensos de categoría o de Nivel Escalafonario, esta comisión envía un cuadro (borrador) a la oficina de Personal que servirá de base para elaborar el acta correspondiente
- Se elabora un acta para cada caso, es decir una para Ascenso de Categoría y otra para Ascenso de Nivel Escalafonario. Estas actas se calculan 2 veces al año, una en Julio (semestre Oct-Mzo) y otra en Diciembre (semestre Abr-Sep).
- El acta elaborada se envía a la Comisión de Investigación para su aprobación final
- Una vez aprobada el acta, en los casos de Ascenso de Categoría, se indica a las secretarias de las respectivas dependencias, que comuniquen a los profesores para que entreguen a esta Unidad los documentos necesarios para tramitar el ascenso para lo cual se sigue un proceso igual al tramite de nombramientos.
- Los ascensos de nivel escalafonario solo se lo realiza cuando los docentes han llegado la categoría de Profesor Principal. Existen 10 niveles escalafonarios Profesor Principal 1 a Tiempo Completo, Profesor Principal 2 a Tiempo Completo, Profesor Principal 1 a Tiempo Parcial, etc.).
- La Oficina de Personal envía un memo al Departamento Financiero suscrito por el Señor Vicerrector, con todos los datos necesarios para el pago por Niveles Escalafonarios de los docentes ascendidos.

TRÁMITE DE ACCIONES DE PERSONAL

Se realizan acciones de personal por las siguientes situaciones:

- Traslados administrativos
- Licencia con sueldo
- Licencia sin sueldo

- Multas
- Cambios de dedicación
- Destitución
- Renuncias
- Fallecimiento
- Designaciones
- Amonestaciones
- Multas

El proceso que se sigue es el siguiente:

- El departamento de Personal recibe una comunicación del Rectorado, Consejo Politécnico, Comisión de investigación, etc., en la que se indica el tipo de resolución para elaborar la acción de personal.
- Se elabora la acción de personal con los datos del expediente y del documento que indica el tipo de resolución.
- Luego se envían copias de la acción de personal a las siguientes unidades:
    - Departamento Financiero
    - Secretaría General
    - Tesorería
    - Dependencia solicitante
    - Archivo expediente del empleado

TRÁMITE DE SOLICITUD DE ELABORACIÓN DE CONTRATO

- La Comisión de Docencia y Bienestar Estudiantil recibe y aprueba la solicitud de elaboración o renovación de contratos del personal docente en tanto que los jefes de cada área piden la elaboración o renovación de los contratos al señor Rector.
- Una vez recibidas estas solicitudes, el Rector o la Comisión de Bienestar Estudiantil, solicitan a Personal un informe de situación Laboral.
- Personal elabora el informe indicando los contratos que ha tenido la persona y en cada uno se especifica el cargo, la fecha de inicio y finalización del contrato. Además se indica la fecha de renovación.
- Estos informes se envían a la unidad solicitante (Comisión de Docencia y Bienestar Estudiantil o Rectorado) para el trámite y aprobación.
- Departamento de personal recibe un documento sumillado indicando que se Proceda con el trámite de los contratos.
- Con los datos del documento sumillado se elabora una solicitud de Certificación de Fondos. El dato para monto mensual se toma del Presupuesto que el Departamento Financiero envía cada año, el cual varía de acuerdo al cargo.
- Esta solicitud de Certificación de Fondos se envía al Departamento Financiero.
- El Departamento Financiero analiza el documento y específica si existen fondos o no para proseguir con el trámite

- Personal recibe esta solicitud revisada y en caso de existir fondos se elabora la "Solicitud de Elaboración de Contrato".
- Esta solicitud de Elaboración de Contratos, se envía al departamento Legal
- El departamento Legal emite a Personal una copia del contrato elaborado y suscrito para su correspondiente registro.

MODIFICACIONES A LOS CONTRATOS

AMPLIACIÓN	AM
ADENDUM	AD
MODIFICATORIA	MD
ACLARATORIA	AC
RENOVACIÓN	RN
REPETIDO	RP

TRÁMITE DE VACACIONES

- El empleado solicita vacaciones a su Jefe inmediato para lo cual consulta verbalmente en la Oficina de Personal, el número de días disponibles y llena una hoja de solicitud.
- El jefe del empleado autoriza la toma de vacaciones y solicita a Departamento de Personal el respectivo trámite.
- Personal verifica la disponibilidad para la toma de vacaciones. En caso de que no haya ningún problema con el número de días a tomar se entrega a la persona una copia de la solicitud debidamente autorizada.
- Se realiza el registro de la solicitud y la actualización del número de días disponibles.

La toma de vacaciones se rige según la siguiente reglamentación:

- Todo empleado tiene derecho a 30 días calendario si ha trabajado al menos 11 meses sin interrupción. La fecha de ingreso es la que figura en el primer nombramiento.
- Todo empleado puede acumular máximo 60 días de vacaciones-
- Mediante oficio del jefe inmediato, las vacaciones pueden ser suspendidas, si al menos el empleado ya ha tomado 15 días sin interrupción.
- En los meses de Septiembre y Diciembre la Escuela Politécnica Nacional se cierra por lo cual deben quitarse 7 días en cada caso, del total disponible. Sin embargo, es posible que algunas personas no salgan durante las vacaciones obligadas, en cuyo caso el Jefe respectivo envía un comunicado a la Oficina de Personal para que se hagan las compensaciones correspondientes.
- Quienes no hayan cumplido al menos los 11 meses sin interrupción, pueden solicitar permisos con cargo a vacaciones bajo las siguientes normas:
    - Si pide permiso para el día viernes, el recargo es de 3 días: viernes, sábado y domingo.

- Si el permiso es para alguno de los días lunes, martes, miércoles o jueves, se recarga solo ese día.
- La proporción de días a los que tiene derecho un empleado para el permiso con cargo a vacaciones es 30/12 = 2.5.

En este caso, el documento de respaldo es la Solicitud de Permiso Ocasional, con el cual se hace el registro correspondiente.

- Los profesores a tiempo parcial toman las vacaciones cuando termina cada período académico, pero no se lo registra.

TRÁMITE DE PERMISOS OCASIONALES

- El jefe inmediato puede otorgar a un empleado el permiso ocasional, por una fracción de hora hasta 8 días como máximo, en caso extremo, sea por enfermedad comprobada o por calamidad doméstica (fallecimiento de algún familiar cercano y avalizado por el IESS).
- El procedimiento a seguir consiste en una solicitud del empleado, con la debida autorización del jefe inmediato, en un formulario preparado por Personal (Solicitud 9de Permiso Ocasional).
- El trámite de permiso ocasional solo se lo llena en caso de enfermedad o calamidad doméstica. Para permiso personal se lo hace con memo.
- Una vez sumillado por el Jefe de Personal sea con memo o formulario se realiza el trámite, el cual consiste en justificar de las actividades no cumplidas (en particular, la falta de timbrada).
- La presentación del documento debe hacérselo dentro de las 48 horas siguientes caso contrario se procede a multar, es decir que se contabiliza como minutos de atraso.
- Finalmente el documento se archiva en el expediente personal del empleado.

TRÁMITE DE LIQUIDACIONES

El trámite de liquidaciones se da lugar cuando un empleado renuncia o ha finalizado el nombramiento o contrato. Sin embargo es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- La persona interesada solicita a la Oficina de Personal el trámite de Liquidación, cuando renuncia a su cargo. La Oficina de Personal debe hacer el trámite de liquidación para aquellas personas cuyos nombramientos finalizaron y no hubo renovación. En el caso de los contratos se realizará indemnización cuando en el contrato no se diga lo contrario.
- Se hace acción de personal cuando haya renuncia al contrato o nombramiento y esta sea aceptada. En el caso de los contratos también se hace con 30 días de antelación a la fecha de terminación del contrato como un aviso para los empleados.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Se llena un formulario, denominado "Entrega Inmediata", en el que se anota la siguiente información:
    - Datos personales
    - Departamento
    - Fecha de salida (Fecha de finalización del nombramiento o contrato)
- Para proceder a la liquidación es necesario verificar que el empleado no tenga deudas pendientes por lo cual se envía a los siguientes departamentos:
    - Dependencia donde laboró el empleado.
    - Bodega
    - Biblioteca
    - Librería
    - Tesorería
- Una vez que pasa por las dependencias mencionadas, el documento vuelve a Personal para ser enviado al Departamento Financiero.

Existe la posibilidad de que un empleado salga de la EPN y luego de un tiempo se reintegre. En este caso es necesario registrar los ingresos y salidas, puesto que es necesario para sacar un dato correcto para años de servicio que se lo necesita todos los años. Además las licencias sin sueldo tampoco se consideran para los años de servicio.

ANEXO C.4. INFORMACIÓN DEL INSTITUTO GEOFÍSICO

La siguiente información que se presenta a continuación es la que ha sido proporcionada por personal del Instituto Geofísico.

Volúmenes de Información que maneja el Instituto Geofísico

Actualizado a: marzo de 2006

Los volúmenes de información que actualmente se manejan en el Instituto Geofísico son:

TIPO DE INFORMACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA / FORMA DE ADQ	DETALLE	DIARIO (MB)	MES (30DIAS) (MB)
SÍSMICA	*EARTHWORM*	RSAM	1 MIN	0.20	6.00
SÍSMICA	*EARTHWORM*	RSAM	10 MIN	0.02	0.60
SÍSMICA	*EARTHWORM*	RSAM	TRIGGERS	0.03	0.90
SÍSMICA	*EARTHWORM*	RSAM	COUNTS	0.02	0.60
SÍSMICA	*EARTHWORM*	SSAM	128	44.00	1320.00
SÍSMICA	*EARTHWORM*	SSAM	16	6.40	192.00
SÍSMICA	*EARTHWORM*	CONTINUOUS		94.40	2832.00
SÍSMICA	*EARTHWORM*	TRIGGERS		81.20	2436.00
SÍSMICA	EARTHWORM	HELICORDERS		1.81	54.17
SÍSMICA	ACQ	TRIGGERS	SIN LIMPIAR	80.00	2400.00
SÍSMICA	ACQ	EVENTOS	DEPURADO	20.00	600.00
SÍSMICA	*MARSLITE*	*CONTINUOUS*	BANDA ANCHA	191.60	5748.00
SÍSMICA		*CONTINUOUS*	BANDA ANCHA	52.33	1570.00
SÍSMICA	IRIS		BANDA ANCHA	0.08	2.40
TÉRMICA	*THERMALCAM*		PROMEDIO	284.49	8534.58
LAHARICA			SIN LIMPIAR	10.00	300.00
LAHARICA			DEPURADO	0.10	3.00
GRÁFICA			SIN LIMPIAR	100.00	3000.00
BASES VOLCANICAS				0.28	8.33
DOCUMENTAL OFFICE				2.33	70.00
DOCUMENTAL INFORMES				0.10	3.00
MAIL				45.00	1350.00

La información documental y de usuarios:

USUARIOS	APROXIMADAMENTE	500 GB
USUARIOS (mail)	APROXIMADAMENTE	20 GB
PUBLICACIONES		10.00 MB
BASES GEOGRÁFICAS		30 GB

Los volúmenes que se añadirán a esta lista el próximo año por la incorporación de nuevos sistemas son:

TIPO DE INFORMACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA / FORMA DE ADQ	DETALLE	DIARIO (MB)	MES (30D) (MB)
SÍSMICA	JICA	*CONTINUOUS*	BANDA ANCHA	420.00	12600.00
VIDEO		*CONTINUOUS*		70.31	2109.38

Se estima una tasa de crecimiento aproximada de 15% anual, sin contar con los saltos descritos producidos por nuevos sistemas o crisis.

ANEXO C.5. ESTADÍSTICAS DE TRÁFICO DEL SITIO WEB

Usage Statistics for DESWEB

Summary Period: March 2006

Generated 24-May-2006 03:40

Hourly Statistics for March 2006

Hour	Hits			Files			Pages			KBytes		
	Avg	Total		Avg	Total		Avg	Total		Avg	Total	
0	66	2046	0.44%	42	1315	0.46%	5	158	0.58%	4371	135494	1.28%
1	28	876	0.19%	19	605	0.21%	2	85	0.31%	2891	89636	0.85%
2	11	342	0.07%	7	231	0.08%	1	48	0.18%	3033	94016	0.89%
3	11	341	0.07%	6	193	0.07%	1	48	0.18%	2857	88555	0.84%
4	6	209	0.04%	4	153	0.05%	1	39	0.14%	796	24679	0.23%
5	10	316	0.07%	5	166	0.06%	1	48	0.18%	971	30102	0.28%
6	57	1773	0.38%	32	1022	0.36%	5	158	0.58%	2728	84562	0.80%
7	198	6143	1.32%	111	3451	1.20%	13	420	1.54%	5746	178125	1.69%
8	718	22273	4.77%	402	12466	4.35%	47	1480	5.43%	12284	380808	3.60%
9	1431	44367	9.50%	835	25911	9.05%	82	2570	9.43%	23143	717426	6.79%
10	1555	48218	%	960	29766	%	82	2550	9.36%	35631	1104546	%
11	1511	46852	%	948	29408	%	79	2476	9.08%	32477	1006786	9.53%
12	1217	37756	8.09%	777	24108	8.42%	63	1970	7.23%	26737	828861	7.84%
13	1014	31459	6.74%	614	19043	6.65%	53	1654	6.07%	27774	861001	8.15%
14	1017	31536	6.76%	622	19291	6.74%	58	1799	6.60%	24476	758744	7.18%
15	1163	36080	7.73%	704	21839	7.62%	69	2147	7.88%	21089	653749	6.19%
16	1026	31818	6.82%	662	20550	7.17%	63	1969	7.22%	24275	752514	7.12%
17	1027	31858	6.82%	614	19059	6.65%	65	2029	7.44%	24382	755849	7.15%
18	831	25772	5.52%	524	16254	5.67%	50	1565	5.74%	21774	674990	6.39%
19	734	22773	4.88%	468	14528	5.07%	41	1281	4.70%	13137	407259	3.85%
20	620	19250	4.12%	384	11912	4.16%	35	1086	3.98%	11569	358644	3.39%
21	406	12616	2.70%	251	7799	2.72%	26	810	2.97%	8133	252138	2.39%
22	262	8125	1.74%	159	4946	1.73%	19	590	2.16%	4992	154755	1.46%
23	129	4000	0.86%	77	2404	0.84%	8	275	1.01%	5609	173886	1.65%

Total	10567125
Max	1104546
Kbytes/s	306,82

Usage Statistics for DESWEB

Summary Period: April 2006

Generated 24-May-2006 03:40

Hourly Statistics for April 2006												
Hour	Hits			Files			Pages			KBytes		
	Avg	Total		Avg	Total		Avg	Total		Avg	Total	
0	6	196	0.03%	4	126	0.26%	2	67	1.44%	3384	101519	2.03%
1	5	154	0.02%	3	113	0.23%	1	56	1.21%	2756	82689	1.65%
2	5	160	0.02%	4	126	0.26%	2	60	1.29%	7046	211366	4.22%
3	4	137	0.02%	2	70	0.14%	1	37	0.80%	2107	63214	1.26%
4	4	143	0.02%	3	104	0.21%	1	50	1.08%	4479	134383	2.68%
5	4	122	0.02%	2	74	0.15%	1	57	1.23%	5601	168029	3.35%
6	5	165	0.02%	3	100	0.20%	2	61	1.31%	1934	58014	1.16%
7	16	482	0.07%	11	356	0.72%	5	156	3.36%	4882	146471	2.92%
8	48	1445	0.20%	33	992	2.02%	6	207	4.45%	5455	163653	3.27%
9	187	5610	0.78%	121	3634	7.38%	13	395	8.50%	10291	308720	6.16%
10	10422	312674	43.63%	350	10519	%	12	363	7.81%	9754	292607	5.84%
11	11529	345879	48.27%	243	7306	%	15	456	9.81%	10997	329908	6.59%
12	282	8475	1.18%	199	5988	%	10	322	6.93%	9054	271622	5.42%
13	90	2721	0.38%	54	1634	3.32%	7	226	4.86%	11437	343121	6.85%
14	98	2940	0.41%	64	1936	3.93%	8	245	5.27%	12493	374785	7.48%
15	194	5834	0.81%	124	3749	7.62%	11	346	7.45%	7765	232937	4.65%
16	260	7826	1.09%	175	5266	%	9	279	6.00%	10557	316722	6.32%
17	138	4150	0.58%	76	2293	4.66%	10	314	6.76%	11760	352790	7.04%
18	126	3807	0.53%	63	1893	3.85%	9	297	6.39%	6428	192843	3.85%
19	364	10922	1.52%	35	1059	2.15%	7	216	4.65%	4744	142327	2.84%
20	35	1056	0.15%	24	741	1.51%	4	128	2.75%	4942	148274	2.96%
21	25	750	0.10%	17	517	1.05%	3	91	1.96%	4344	130332	2.60%
22	20	602	0.08%	13	395	0.80%	4	126	2.71%	3245	97353	1.94%
23	11	344	0.05%	7	223	0.45%	3	92	1.98%	11504	345118	6.89%
									Total		5008797	
									Max		374785	
									Kbytes/s (8 h)		104,11	

Usage Statistics for DESWEB

Summary Period: May 2006

Generated 24-May-2006 03:40

Hourly Statistics for May 2006

Hour	Hits			Files			Pages			KBytes		
	Avg	Total		Avg	Total		Avg	Total		Avg	Total	
0	8	186	0.18%	6	147	0.24%	2	54	1.56%	10206	234741	2.83%
1	8	195	0.19%	6	158	0.26%	1	45	1.30%	23129	531968	6.42%
2	5	115	0.11%	3	86	0.14%	2	48	1.39%	15664	360273	4.35%
3	7	178	0.17%	5	130	0.21%	3	85	2.46%	9063	208459	2.51%
4	5	123	0.12%	3	77	0.13%	1	42	1.22%	8593	197650	2.38%
5	5	135	0.13%	4	103	0.17%	1	39	1.13%	7098	163261	1.97%
6	10	241	0.24%	7	175	0.29%	3	86	2.49%	9992	229826	2.77%
7	45	1039	1.01%	31	727	1.18%	5	124	3.59%	12902	296739	3.58%
8	221	5097	4.98%	140	3220	5.24%	7	169	4.90%	6262	144023	1.74%
9	362	8345	8.15%	212	4886	7.96%	10	245	7.10%	9426	216798	2.62%
10	471	10841	%	261	6024	9.81%	11	275	7.97%	14985	344646	4.16%
11	491	11312	%	261	6003	9.78%	11	270	7.82%	26489	609246	7.35%
12	355	8187	7.99%	198	4564	7.43%	14	338	9.79%	15767	362632	4.37%
13	304	7006	6.84%	192	4435	7.22%	8	199	5.77%	19603	450880	5.44%
14	341	7859	7.67%	207	4770	7.77%	7	163	4.72%	18765	431599	5.21%
15	365	8404	8.21%	235	5413	8.82%	7	180	5.22%	17964	413168	4.98%
16	253	5829	5.69%	141	3263	5.31%	9	207	6.00%	13281	305470	3.68%
17	273	6291	6.14%	152	3505	5.71%	6	141	4.09%	18579	427312	5.15%
18	341	7849	7.66%	242	5577	9.08%	5	129	3.74%	23076	530751	6.40%
19	229	5282	5.16%	142	3274	5.33%	5	128	3.71%	10436	240017	2.90%
20	177	4086	3.99%	111	2572	4.19%	7	181	5.24%	16477	378979	4.57%
21	90	2082	2.03%	53	1241	2.02%	5	117	3.39%	14714	338422	4.08%
22	56	1294	1.26%	33	766	1.25%	5	134	3.88%	12633	290555	3.50%
23	19	446	0.44%	12	280	0.46%	2	52	1.51%	25345	582941	7.03%

Total	8290356
Max	609246
Kbytes/s	169,24

ANEXO D

CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS

QuickSpecs

HP StorageWorks SAN Switch 4/32 & SAN Switch 4/32
Power Pack B-Series Family

Overview

The HP StorageWorks SAN Switch 4/32 delivers excellent overall value and investment protection as the foundation for a small SAN or as an edge switch in a larger core to edge enterprise SAN.

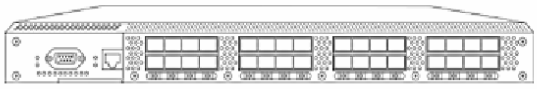
Whether incorporated into an expansive core fabric or tactically placed at the edge, this switch delivers the performance of 1,2, or 4 Gb technologies in a 1u footprint. The switch is available in three models:

- HP StorageWorks 4/32 Power Pack with 32 active ports and value added software
- HP StorageWorks 4/32 with 32 active ports (Full)
- HP StorageWorks 4/32 with 16 active ports (Base)

An optional 8 port license scales the number of active ports to 24 or up to 32 ports.

Each switch variant has removable redundant power supplies and removable redundant cooling units. The switch is ideal for supporting medium to large corporate infrastructure implementations.

The SAN Switch 4/32 Power Pack includes the SAN Switch 4/32 (Full) with additional software: Fabric Watch, ISL Trunking, Extended Fabric, and Performance Monitor. Power Pack software provides SAN administrators with the necessary tools to monitor the health and performance of the network while insuring the highest levels of security, scalability, and manageability.



Key Features and Benefits

- Protects existing investments by providing 4 Gbit/sec technology with auto-sensing capabilities to recognize earlier 1 and 2 Gbit/sec devices
- Supports full 4 Gbit/sec operations at distances up to 100 kilometers (or 500 kilometers at 1 Gbit/sec) for cost-effective business continuance operations. Requires appropriate 4Gb SFPs.
- Increases network performance with enhanced Inter-Switch Link (ISL) Trunking, which enables a high-speed data path up to 32 Gbit/sec
- Utilizes Ports on Demand for fast, easy, and cost-effective scalability from 16 to 24 ports
- Meets high-availability requirements with redundant, hot-pluggable components, non-disruptive software upgrades, and hot code activation for a wide range of SAN configurations
- Leverages intelligent B-series SAN management and monitoring tools to increase operational efficiency and maximize SAN investments

Models

HP StorageWorks SAN Switch 4/32 Models	HP StorageWorks SAN Switch 4/32 Power Pack	A7394A
	HP StorageWorks SAN Switch 4/32 with 32 active ports	A7393A
	HP StorageWorks SAN Switch 4/32 with 16 active ports	A7537A

Product Highlights

SAN Switch 4/32	• Simplifies enterprise SAN deployment by combining higher edge switch port density with exceptional scalability, performance and reliability • Delivers 16, 24, or 32-ports in a 1U enclosure • Meets enterprise level availability requirements with redundant, hot pluggable components, no-single-points-of-failure within the switch • Provides 1 Gb, 2 Gb, and 4Gb/s* performance • Employs optional Inter-Switch Link (ISL) Trunking to provide a high-speed data path between switches which enables a high speed data path between 4Gb/s switches up to 32 Gbit/sec *Full 4Gb/s end to end storage performance requires 4 Gb/s HBAs, 4Gb/scontrollers, and 4Gb/s switches. 4Gb/s ISL performance can be obtained between two 4Gb/s switches.
Configuration Support	http://h18000.www1.hp.com/products/storageworks/san/documentation.html
High-availability features	• Redundant, hot swappable cooling fans • Redundant, hot swappable power supplies • Field replaceable motherboard • Enhanced Fault Detection Logic Parity protection on all data paths and system memory
Advanced Fabric Services	• Hardware and Software Enforced Zoning • Frame Filtering • Built-in Web browser management tools
Cabinet Support	• 22U, 36U, and 42U; 5000, 9000 and 10,000 series StorageWorks Cabinets are supported ○ 25U, 33U, and 41U HP system/e cabs

Software Components, Standard, Base Models

Frame Filtering	An ASIC based capability that enables new applications and features. The switch has the ability to "view" the first 64 bytes of the Fibre Channel frame. At this time, Frame Filtering enables advanced capabilities such as Advanced Zoning and Advanced Performance Monitoring.
Advanced Zoning	WWN Zoning and Access Control are enforced by hardware that provides the same simple administration previously enforced only with software. Administrators can organize a physical fabric into logical groups and prevent unauthorized access by devices outside the Zone.
Web Tools	WebTools is an intuitive and easy-to-use graphical interface that enables organizations to monitor and manage SAN fabrics. Tasks can be performed through a Java-capable Web browser from a standard laptop, desktop PC or workstation from any location within the enterprise.

Product Highlights

Software Components, Optional

SAN Switch 4/32 Power Pack Software Bundle	The Power Pack Software Bundle for SAN Switch 4/32 includes the following: • Fabric Watch • Performance Monitor • Extended Fabric • ISL Trunking
Fabric Watch	Fabric Watch enables each switch to monitor the SAN for potential faults and automatically alert network managers to problems before they become failures. Fabric Watch tracks a variety of SAN fabric elements, events, and counters. Monitoring fabric-wide events, ports, SFPs, and environmental parameters permits early fault detection and isolation as well as performance measurement. Each switch in the SAN needs its own Fabric Watch license.
Advanced Performance Monitor	This enabling technology helps administrators monitor and watch specific fabric metrics from a SID (Source ID) to a DID (Destination ID), so they can fine-tune and scale the fabric more efficiently. Plus, Advanced Performance Monitoring includes the ability for early warning detection of hot spots within the fabric, a powerful tool for maintaining overall balanced performance.
Extended Fabric	Extends all of the scalability, reliability, and performance benefits of Fibre Channel Storage Area Networks (SANs) beyond the native 10 km distance specified by the Fibre Channel standard.
ISL Trunking	For high performance enhanced Trunking, this optional license logically groups up to four E-ports to provide a high bandwidth trunk between two switches. Each 4 Gb switch needs its own license. The switch operating system views the trunk as a single, high bandwidth resource (up to 32 Gb) when routing connections between 4G switches. Connections are load-balanced across the individual links, which comprise the logical trunk group.
Fabric Manager	Fabric Manager is a highly scalable, Java-based application that manages multiple switches and multiple fabrics (up to eight) in real time, helping SAN administrators with SAN configuration, monitoring, dynamic provisioning, and daily management. SAN administrators gain rapid access to critical SAN information across multiple personality fabrics, including both Fabric OS SANs and enhanced Secure Fabric OS SANs.
Secure Fabric OS	Secure Fabric OS™ is available only on the B-Series platform and is the only solution that provides protection for both management access and switch-to-switch authentication. This comprehensive security solution for SAN fabrics provides policy-based security protection for more predictable change management, assured configuration integrity and reduced risk of downtime. Secure Fabric OS protects the network by using the strongest, enterprise-class security methods available, including digital certificates and digital signatures, multiple levels of password protection, strong password encryption and Public Key Infrastructure (PKI)-based authentication, and 128-bit encryption of the switch's private key used for digital signatures. With its flexible design, Secure Fabric OS enables organizations to customize SAN security to meet specific policy requirements. In addition, Secure Fabric OS works in conjunction with Advanced Zoning to further secure access to the SAN, simplify storage management, and reduce provisioning time.

Warranty	NOTE: The hardware warranty covers firmware and embedded non-saleable software. For extended hardware installation and maintenance information, click the link below: http://h18005.www1.hp.com/services/carepaq/us/install/ http://h18005.www1.hp.com/services/carepaq/us/hardware/. NOTE: Certain restrictions and exclusions apply. Consult the Customer Support Center for details. Hardware or Software product installation is not included in the warranty, but is available and highly recommended.
HP Service & Warranty Support	HP Service & Warranty Support Additional Warranty protection and/or HP Installation packages can be purchased. NOTE: Certain restrictions and exclusions apply. Consult the Customer Support Center for details. HP provides a one-year, hardware limited warranty, fully supported by a worldwide network of resellers and service providers. In addition, available service offerings include a full range of HP Care Pack packaged hardware and software services: • Installation • Extended coverage hours and enhanced response times • System management and performance services For more information on warranty and support options, please visit our Web site at: http://www.hp.com/hps/tech/storage/supp/.
Software Product Services	Software Warranty - HP warrants only that the software media will be free of physical defects for a period of ninety (90) days from delivery. EXCLUSIVE REMEDY -The entire liability of HP and its suppliers and your exclusive remedy for software that does not conform to this Limited Warranty shall be the repair or replacement of the defective media. This warranty and remedy are subject to your returning the defective media during the warranty period to HP in the country in which you obtained the software. NOTE: Certain restrictions and exclusions apply. Consult the Customer Support Center for details. Hardware or Software product installation is not included in the warranty, but is available and highly recommended.
Hardware Product Services	(1-1-1) Hardware Warranty; 1-year parts; 1-year on-site (8x5, next business day response) and 1-year labor. NOTE: The hardware warranty covers firmware and embedded non-saleable software. For extended hardware installation and maintenance information, click the link below: http://h18005.www1.hp.com/services/carepaq/us/install/ http://h18005.www1.hp.com/services/carepaq/us/hardware/.

Service and Support, HP Care Pack, and Warranty Information

HP Care Pack Services Warranty Upgrade Options	Service offerings include a full range of Customer HP Care Pack services for both hardware and software services: • Response - Upgrade on-site response from next business day to same day 4-hours • Coverage - Extend hours of coverage from 5 days x 9 hours to 7 days x 24 hours • Duration - Select duration of coverage for a period of 1, 3, or 5 years Additional Warranty protection and/or HP Installation packages can be purchased. NOTE: Certain restrictions and exclusions apply. Consult the HP Customer Support Center for details
HP Care Pack Information	HP Care Pack is defined as an upgrade to the product warranty attribute, available for a specific duration and hours of coverage. • HP Care Pack is not available for less than the product's warranty duration. • HP Care Pack is available for sale anytime during the warranty period for most products, but the commencement date will be the same as the Warranty Start Date (delivery date to end user customer). Proof of purchase may be required. • HP Care Pack services are prepaid. For additional HP Care Pack (hardware & software) information, as well as orderable part numbers, please refer to the URL listed below: http://h18005.www1.hp.com/services/carepaq/index.html
Additional Services	Installation service; SAN Solution service; SAN-Environmental Support service; SAN Architecture service; Proactive 24 For more information on these and other service options, please contact any of our worldwide sales offices or visit our Web site at: http://www.hp.com/hps/support

Features	MSA SAN Switch 2/8 (embedded switch)	4/8 SAN Switch Base and 4/8 SAN Switch	4/16 SAN Switch and 4/16 SAN Switch Power Pack	SAN Switch 4/32 and SAN Switch 4/32 Power Pack	SAN Director 2/128 and Director 2/128 Power Pack	4/256 SAN Director and 4/256 Power Pack
Targeted Environment	Workgroups, Departments	Workgroups, Departments	Workgroups, Departments	Workgroups, Departments	Data Centers	Data Centers
Port Bandwidth	2 Gbit/sec	4Gbit/sec	4Gbit/sec	4Gbit/sec	2 Gbit/sec	Up to 4Gbit/sec
Aggregate device bandwith	32 Gbit/sec end to end	64 Gbit/sec end-to-end	128 Gbit/sec end-to-end	128-256 Gbit/sec end-to-end	512 Gbit/sec end-to-end	2.176Tbit/sec
OS Support	NOTE: Please Refer to SAN Design Guide pointer http://www.compaq.com/products/StorageWorks/san/documentation.html					
Storage system support	MSA 1000	MA8000 EMA12000/ EMA16000 EVA v2.0, XP, VA	MA8000 EMA12000/ EMA16000 EVA v2.0, XP, VA	MA8000 EMA12000/ EMA16000 EVA v2.0, XP, VA	MA8000 EMA12000/ EMA16000 EVA v2.0, XP, VA	MA8000 EMA12000/ EMA16000 EVA v2.0, XP, VA
Ports	7 external / 1 internal	16 SFP	16 SFP	32 SFP	32 SFP Base 128 Total	256 Total
Cascading support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Advanced Trunking	Optional Upgrade	Optional Upgrade	Included with Power Pack or Optional Upgrade	Included with Power Pack or Optional Upgrade	Included with Power Pack or Optional Upgrade	Included with Power Pack or Optional Upgrade
Form factor	Embedded	1U	1U	1U	14U	14U
Zoning Software	Yes (Included)	Yes (Included)	Yes (Included)	Yes (Included)	Yes (Included)	Yes (Included)
Hot plug, redundant power supplies	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Hot plug fans	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Enterprise Backup Solution (EBS) support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

System Architecture	Fibre Channel ports	32 ports, universal (E, F, and FL)
	Scalability	Full fabric architecture: http://h18006.www1.hp.com/products/storageworks/san/documentation.html
	Certified maximum	Refer to SAN Design Guide for current configuration information: http://h18006.www1.hp.com/products/storageworks/san/documentation.html
	Interoperability	SAN Switch 8, SAN Switch 16, SAN Switch 8-EL, SAN Switch 16-EL, SAN Switch 2/8v, SAN Switch 2/16v, SAN Switch 2/16N, SAN Switch 2/16, SAN Switch 2/1-EL, Core Switch 2/64, SAN Switch 2/32, SAN Director 2/128; 4/256 SAN Director; SAN Switch 4/32; 4/8 SAN Switch; 4/16 SAN Switch; Brocade 4Gb SAN Switch for HP p-Class BladeSystem; MSA SAN Switch 2/8
	Performance	1.063 Gbit/sec line speed (full duplex); 2.125 Gbit/sec line speed (full duplex); 4.25 Gbit/sec line speed (full duplex); auto-sensing of 1 Gbit/sec, 2 Gbit/sec, and 4 Gbit/sec port speeds; optionally programmable to fixed port speed; speed matching between 1, 2, and 4 Gbit/sec ports
	ISL Trunking	Up to eight 4.25 Gbit/sec ports per ISL trunk; up to 32 Gbit/sec per ISL trunk
	Aggregate bandwidth	256 Gbit/sec end to end
	Fabric latency	<2.1 µsec with no contention, cut-through routing at 4 Gbit/sec
	Maximum frame size	2112-byte payload
	Classes of service	Class 2, Class 3, Class F (inter-switch frames)
	Port types	FL_Port, F_Port, and E_Port; self-discovery based on switch type (U_Port)
	Data traffic types	Fabric switches supporting unicast and broadcast
	Media types	Small Form-factor Pluggable (SFP) media; short-wave up to 500 meters (1640 feet); long-wave up to 10 kilometers (6.2 miles); extended long-wave up to 100 km (62.1 mi). Distance depends on fiber optic cable and port speed.
	Fabric services	Simple Name Server; Registered State Change Notification (RSCN). Optional fabric services include: Advanced Zoning; Fabric Watch; Extended Fabrics; ISL Trunking; Advanced Performance Monitoring; WEB TOOLS
	Options	SFP media
Management	Management software supported	Telnet; SNMP (FE MIB, FC Management MIB); Advanced WEB TOOLS (optional); Fabric Manager (optional)
	Management access	10/100 Ethernet port (RJ-45); Serial port (RS-232); in-band through Management Server
	Diagnostics	POST and embedded online/offline diagnostics
Mechanicals	Enclosure	Back-to-front airflow (non-Fibre Channel port side to Fibre Channel port side). Power from rear. 1.0U, 19-inch EIA compliant
	Size	Width: 42.90 cm (16.89 in) Height: 4.24 cm (1.67 in) Depth: 58.42 cm (23.00 in)
	System Weight	9.25 kg (20.4 lb) with single power supply, no SFP 10.16 kg (22.4 lb) with dual power supplies, no SFP
Environment	Temperature	Operating: 0°C to 40°C (32°F to 104°F) Non-operating: -25°C to 70°C (-13°F to 158°F)
	Humidity	Operating: 20 to 85 percent non-condensing at 40°C (104°F)
	Altitude	Operating: Up to 3000 meters (9842 feet) Storage: Up to 12 kilometers (39,370 feet)
	Shock	Operating: 20 g, 6 ms half-sine Non-operating: 15 g, 12-18 ms trapezoid
	Vibration	Operating: 0.5 g sine, 0.4 grms random, 5 to 500 Hz Non-operating: 2.0 g sine, 1.1 grms random, 5 to 500 Hz

Technical Specifications

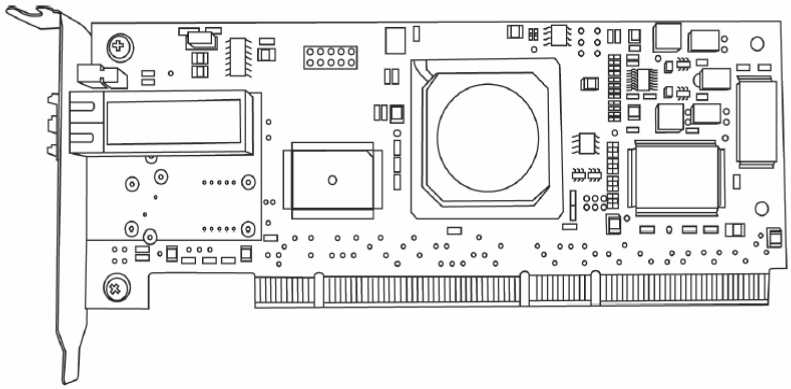
Airflow	High speed	40 CFM (cu. ft./min)
	Low speed (65%)	27.5 CFM
Power	Maximum output	210 Watts
	System power consumption	120 Watts max, 80 Watts typical
	Nominal input voltage	110- 230 VAC, Universal
	Input line frequency	47 - 63 Hz
	Minimum input voltage	85 VAC
	Maximum input voltage	260 VAC
	BTU rating (80% efficiency)	512 BTU/hr
	Inrush current	Maximum of 15 amps for period between 10-150 ms at 50° Celsius (122° Fahrenheit)

© Copyright 2005 Hewlett-Packard Development Company, L.P.

The information contained herein is subject to change without notice.

The only warranties for HP products and services are set forth in the express warranty statements accompanying such products and services. Nothing herein should be construed as constituting an additional warranty. HP shall not be liable for technical or editorial errors or omissions contained herein.

HP StorageWorks FCA2214



Models

281541-B21

StorageWorks 2 Gb, 64-bit/133 MHz PCI-X-to-Fibre Channel Host Bus Adapter for Windows 2000, Windows Server 2003, NetWare and Linux

Product Description

FCA2214 2 Gb Fibre Channel Host Bus Adapter is a single channel, 64-bit/133 MHz PCI-X-to Fibre Channel Host Bus Adapter (HBA) with an embedded multi-mode optical interface.

Operating system support for this HBA is Windows 2000, Windows Server 2003, NetWare 5.1, 6.0, 6.5, Linux, Red Hat 7.2, Advanced Server 2.1 , SuSE Linux Enterprise Server 8, and SuSE Linux 7.0.

This HBA is qualified for ProLiant platforms configured with the Enterprise Virtual Array 3000, Enterprise Virtual Array 5000, MSA1000, XP, VA, and Enterprise Backup Solution (EBS) offerings. For supported Fibre Channel SAN Switches, please consult the SAN Design Reference Guide at the following WEB address, http://h18006.www1.hp.com/products/storageworks/san/documentation.html

Key Features

- Operating system support can be split between three operating environments using this one HBA and they are Windows, NetWare and Linux operating environments.
- Multi-Path Support
- Embedded physical interface requires no GBICs to purchase.
- 64-bit PCI-X data and addressing
- Up to 400 MB Fibre Channel Data Transfer Rates in full Duplex
- Full fabric support using F_Port and FL_port connections
- Full support for both FC service Class 2 and 3
- Support FC-Tape devices

Benefits At a Glance

- Automatic speed negotiation capability which allows compatibility with 1 Gb HBAs
- Simultaneous full duplex 2 Gb Fibre Channel delivers up to 400 MB/s performance
- Provides the flexibility and broad interoperability need for complex highly scalable SANs

Warranty

3-0-0 Three-year parts exchange warranty. Additional Warranty protection can be purchased.

HP Global Services provides a three-year, limited warranty, fully supported by a worldwide network of resellers and service providers toll-free 7 x 24 hardware technical phone support for the duration of the warranty. In addition, available service offerings include a full range of HP Care Pack packaged hardware and software services.

NOTE: Certain restrictions and exclusions apply. Consult the HP Customer Support Center for details.

QuickSpecs

Technical Specifications

FCA2214

Environmental	Temperature	Operating	32° to 131° F/0° to 55° C
	Storage Temperature	Non-operating	-4° to 158° F/-20° to 70° C
	Relative Humidity	Operating	10% to 90% non-condensing
Mechanical Specifications	Dimensions (H x W)	Product	6.600 x 2.536 in/16.764 x 6.441 cm
Media	Multi-mode Optic		
Connector	Optics	One external small form factor multi-mode LC	
Ports	one		
Power requirements	Power	6.5 watts	

© Copyright 2003 Hewlett-Packard Development Company, L.P.

The information contained herein is subject to change without notice.

The only warranties for HP products and services are set forth in the express warranty statements accompanying such products and services. Nothing herein should be construed as constituting an additional warranty. HP shall not be liable for technical or editorial errors or omissions contained herein.

QuickSpecs

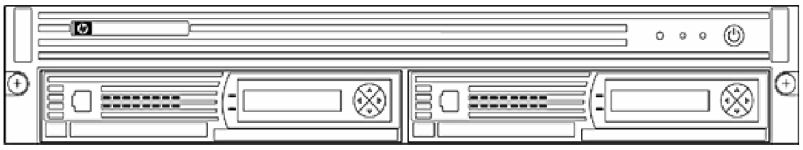
HP StorageWorks 1500 cs Modular Smart Array

Overview

The HP StorageWorks 1500 cs Modular Smart Array is a 2Gb Fibre Channel SAN attached 2U controller shelf that connects to both enterprise-class SCSI and Serial ATA (SATA)disk enclosures. HP recommends SCSI drives for intensive heavy I/O requirements while SATA drives should only be used in archived, reference, or "near on-line" disk-to-disk backup configurations. This combination provides customers with a low cost, high capacity storage solution. NOTE: SCSI hard drive options have a three year warranty and SATA hard drives options have a one year warranty. This solution has been designed as a hardware foundation for which future solutions can be designed and implemented for investment protection. The MSA1500 cs with up-to-eight attached SATA enclosures can provide the customer with up to 48 TB (96 - 500 GB SATA disk drives) of native capacity. If the business requires SCSI reliability then attach up-to-four SCSI enclosures for a raw capacity of 16.8 TB (using 56 - 300 GB SCSI disks). The system supports mixing SCSI and SATA enclosures.

The MSA1500 cs provides 2 Gb Fibre Channel to the hosts. By utilizing existing SCSI drive enclosures and MSA1000/1500 controller technology and integrating the use of our lowest cost SATA hard drives and enclosures, the MSA1500 cs lowers the total cost of ownership and extends the customers hardware investments into the future. With lower cost of ownership, customers can now take advantage of tiered storage capabilities matching up data with appropriate levels of performance, availability and cost of data storage. The result is lower overall cost without giving up the needs of business applications.

The MSA1500 cs is a member of the HP StorageWorks Modular Smart Array family, delivering industry-leading technology to meet today's demanding and growing storage needs. These storage solutions offer the best price performance features for direct attach environments and entry-level and mid-range SAN environments. Each solution is designed to maximize transfer rates, reduce management costs, while driving rapid return on investment.
The MSA1500 cs can be remotely managed by using management tools such as HP Insight Manager, Array Configuration Utility and the HP StorageWorks Fabric Switch Management Utility depending on the host's operating system.



What's New

- Support for 500GB SATA hard drives, the perfect low cost and high capacity drive for archival storage
- Updating both of the MSA1500 cs SAN Starter Kits and the MSA1500 SAN Starter Kit HA Bundle to include the new B-series 4Gb HP StorageWorks 4/8 Base SAN Switch and four 4Gb SFPs. The array itself and the included HBAs remain 2Gb.

Overview

Models

HP StorageWorks 1500 cs Modular Smart Array	MSA1500 cs 2U Fibre Channel SAN Attach Controller Shelf	AA986A
	MSA1500 2U Fibre Channel SAN Attach Controller Shelf, with one MSA20 SATA drive enclosure NOTE: For Americas, Asia Pacific, and Japan.	AD509A
	MSA1500 2U Fibre Channel SAN Attach Controller Shelf, with one MSA30 SCSI drive enclosure NOTE: For Americas, Asia Pacific, and Japan only.	AD510A
	MSA1500 SAN SCSI Starter Kit (Windows, NetWare or Linux compatible) NOTE: Includes (1) MSA1500 (1) MSA30 SCSI drive enclosure (1) 4/8 Base SAN Switch (4) 4Gb SFP transceivers (2) FCA2214 HBAs + cables.	AE327A
	MSA1500 SAN SATA Starter Kit (Windows, NetWare or Linux compatible) NOTE: Includes (1) MSA1500 (1) MSA20 SATA drive enclosure (1) 4/8 Base SAN Switch (4) 4Gb SFP transceivers (2) FCA2214 HBAs + cables. NOTE: For Americas, Asia Pacific, and Japan.	AE326A
	MSA1500 SAN Starter Kit HA Bundle for Windows, NetWare or Linux (for SAN Starter Kits) NOTE: Includes (1) redundant controller; (1) FC I/O module; (1) 4/8 Base SAN Switch (4) 4Gb SFP transceivers (2) FCA2214 HBAs + cables. Designed as upgrades for the MSA1500 SAN Starter Kits. Software is needed to enable path failover. This can be Industry Standard (MPIO for Windows, QLogic for Linux) or HP Secure Path (available for all three OSs)	AE328A

Key Features

- Ability to mix primary (SCSI) and near-online (SATA) storage behind the same SAN controller for easy to install tiered storage solutions.
- RAID 6 with HP's Advanced Data Guarding technology (RAID ADG)) - Highest level of fault tolerance, allocates two sets of parity data across drives and allows simultaneous write operations, this level of fault tolerance can withstand two simultaneous drive failures without downtime or data loss.
- 2 Gb/1 Gb Fibre connection to host - Supports both 1 Gb and 2 Gb Fibre Channel fabrics to ensure your investment in 1 Gb infrastructure is protected. Also works with the new 4Gb switches and HBAs at 2Gb speed.
- High performance controller(s) built on DAS to SAN (DtS) architecture.
- Scalable to eight SATA enclosures for 48 TB or four SCSI enclosures for 16.8 TB of storage capacity with 4- dual channel SCSI I/O cards.
- Ability to hot plug disk enclosures to the controller shelf.
- Hot plug expansion and replacement support - Hot plug expansion and replacement of hard drives, redundant controllers, for simple, fast installation and maintenance. Fans and power supplies are also hot plug replaceable.
- Key solution certified for backup and restore, file retention and compliance, replication, write once read many for disk, media and broadcasting, medical, clustering and archiving. See page 6 for expanded list.

Overview

Customer Benefits

- Capability of building an enterprise-class SAN with SCSI reliability by attaching up-to-four MSA30 SCSI-drive enclosures for a native capacity of 16.8 TB (using 56 - 300 GB SCSI disks)
- Low cost, high capacity - For less than $.01 per/MB customers can obtain up to 48 TB of capacity (eight SATA enclosures) using up to 96 - 500 GB SATA disk drives.
- Flexibility - Can choose SATA configuration for secondary storage of data, and/or SCSI configuration for primary storage, mixing of both technologies behind the same controller is supported but limited to separate SCSI I/O modules.
- Ability to utilize a tiered storage approach as data values decrease, choosing the right disk technology for your data storage.
- Investment Protection - the ability to upgrade from the MSA1000 to the MSA1500 cs. Remove the controllers from the MSA1000 and place them into the controller bays in the MSA1500 cs and upgrade the firmware. (Requires purchase of one MSA1500 FC I/O Module per moved controller)

Family Comparison

	MSA1500 cs	MSA1000	MSA500
Capacity (Maximum)	16.8 TB SCSI 48 TB SATA	12.6 TB SCSI	4.2 TB SCSI
SCSI Interface	Ultra 3, Ultra 320	Ultra 2, Ultra 3, Ultra 320	Ultra 2, Ultra 3, Ultra 320
Controller Cache	256 MB, upgradeable to 512 MB	256 MB, upgradeable to 512 MB	256 MB, upgradeable to 512 MB
Direct or SAN	Direct or SAN Attach - Fibre	Direct or SAN Attach - Fibre	Direct Attach - SCSI
Maximum Drives	56 SCSI 96 SATA or mixed	42 SCSI	14 SCSI
MTBF (drives)	1.5M w/ SCSI @ 100% 500,000 w/ SATA @ 20%	1.5M @ 100%	1.5M @ 100%
Integrated Interconnect Options	No	Yes, optional 8-port Switch or 3-port Hub	No
Use for Storage	Primary Storage with SCSI, Secondary with SATA	Primary Storage	Primary Storage

Product Highlights

Product Technology

Modular Chassis - The modular design of the MSA1500 controller shelf supports up to eight SATA enclosures on 4 dual channel SCSI I/O cards, or 4 single channel SCSI enclosures, redundant controllers, 2 Gb Fibre Channel I/O modules, fans and power supplies.

Scalability - up to 16.8 TB storage capacity utilizing 56 SCSI hard drives and four MSA30 SCSI enclosures or up to 48 TB storage capacity utilizing 96 SATA hard drives and eight MSA20 SATA enclosures.

Performance - The MSA1500 cs and its components have been designed using the latest in standard 2 Gb interconnects and Fibre Channel technology. Performance tests indicate a transmission rate of up to 30,000 IOPs and bandwidth of up to 200 MB per second.

Fault Tolerance - RAID 6 with HP's Advanced Data Guarding technology (RAID ADG). This is the highest level of fault tolerance. It allocates two sets of parity data across drives and allows simultaneous write operations. This level of fault tolerance can withstand two simultaneous drive failures without downtime or data loss.

DtS Architecture - DtS (Direct Attach to SAN) architecture is an exclusive MSA1000 and MSA1500 cs feature that provides a quick and easy way to migrate stored data on SCSI disks protected by most Smart Array controllers to a MSA1000 or MSA1500 cs storage system.

Pre-Failure Warranty - Enclosures and hard drives attached to an MSA1500 cs and monitored under Insight Manager are supported by a Pre-Failure (replacement) Warranty.
NOTE: Pre-Failure Warranty allows for the replacement of designated SCSI drives in an HP StorageWorks disk enclosure before they actually fail when using Insight Manger.
NOTE: Some operating systems may not support all of these features.
Integrated Configuration and Management Tools - The MSA1500 cs utilizes a standard, integrated set of management and utility software. These tools consistently lower the cost of ownership by reducing training and technical expertise necessary to install and maintain the MSA1500 cs.

Hot Plug Expansion and Replacement Support - The MSA1500 cs supports hot plug expansion and replacement of redundant controllers, fans, power supplies, Serial ATA and SCSI disk enclosures, and I/O cards for simple, fast installation and maintenance.

Software Components

Overview	The MSA1500 cs utilize a single, consistent set of utility software for storage and RAID management, setup, configuration and troubleshooting. This consistency reduces the cost of ownership by reducing the training and technical expertise necessary to install and maintain your HP storage solution. Not all operating systems allow use of all of these tools.
Array Configuration Utility (OS dependent)	• Provides a graphical view of HP drive array configurations • Easy to use Wizards for configuration • ACU supports on-line configuration • Web Based ACU supports On-Line, Remote Web Based and Off-line configuration
Selective Storage Presentation (SSP)	• Built-in to the controller firmware and controlled via ACU • Allows setting of access rights to the MSA1500 cs storage by hosts • Access control can be set up to a logical volume level using the Array Controller Utility
Insight Manager	• Powerful storage, server and server option management tool • Monitor storage from a remote central location • Browser based, provides full access from anywhere on the Intranet, eliminating the need for a dedicated Insight Manager management console

Compatibility

HP's extensive compatibility testing program assures that your HP StorageWorks MSA1500 cs works with leading servers, operating systems, and backup applications - and not just those sold by HP. The MSA1500 cs works seamlessly in many environments, making them especially suitable if you have a mixed system environment. For the latest list of servers, workstations, operating systems, and backup software that supports the MSA1500 cs, check the Modular Smart Array compatibility pages on our web site at: http://www.hp.com/go/MSA1500cs.

HP Server Compatibility

The HP StorageWorks MSA1500 cs supported on the following servers:

Supports most 32-bit ProLiant servers including BL20P G2, BL20P G3, BL25P, BL30P, BL35P, BL40P, DL145. DL360, DL360 G2, DL360 G3, DL360 G4, DL380, DL380 G2, DL380 G3, DL380 G4, DL385, DL560, DL580, DL580 G2, DL580 G3, DL585, DL740, DL760, DL760 G2, ML330, ML330 G2, ML330 G3, ML350, ML350 G2, ML350 G3, ML350 G4, ML370, ML370 G2, ML370 G3, ML370 G4, ML530, ML530 G2, ML570, ML570 G2, ML750.
(See HBA and Switch FC components for various support limitations)

Supports most 64-bit Integrity including Integrity Superdome rx1600, rx1620, rx2600, rx2620, rx4610, rx4640, rx5670, rx7620, rx8620, rx8800, rx9610 and PA-RISC servers A180, A180C, A400, A500, rp2400, rp2430, rp2450, rp2470, rp5400, rp5430, rp5450, rp5470, rp3410, rp3440_1, rp4440_1, rp7400, rp7410, rp7420_1, rp8400, rp8420_1, SD16000, SD-32/64/128, SD32000, SD64000.

NOTE: Certification of new ProLiant & Integrity server models is ongoing. Not all OSes are supported on all models. Supports most multi-vendor industry standard 32-bit Intel-based (x86) and Opteron servers.

OS Support

- Microsoft Windows Enterprise Edition 2003 (32 & 64-bit)
- Microsoft Windows Standard Edition 2003 (32 & 64-bit)
- Microsoft Windows 2000 Server Edition (32 & 64-bit)
- Microsoft Windows 2000 Advanced Server (sp4) (32 & 64-bit)
- HP-UX 11.11, and 11.23 (single controller in homogeneous environments only, see below)
- Red Hat Linux Enterprise Advanced Server 2.1 and Enterprise Linux 3.0 (32 & 64-bit) & 4.0 (32-bit & 64-bit)SuSE Linux SLES8 and SLES9 (32 & 64-bit)
- Netware v5.1 and 6.5

The optional second controller can be used with all listed operating systems except HP-UX as a passive, fail-over device. Presently HP-UX is only supported in a single controller configuration.
Please refer to compatibility matrix at http://www.hp.com/go/msa1500cs for complete configuration support.

HP-UX support
(specific guidelines)

The MSA1000 for HP-UX supports single controller configurations only. HP-UX support is of a homogeneous nature. Command Line Interface (CLI) is used for configuration and Event Monitoring Service (EMS) for monitoring. Root/Boot/Dump/Swap/Install is also supported. PV Links is supported for multi (HBA) path / single controller (2 HBAs) configurations. HP-UX support is now enabled with the standard firmware that ships with the MSA1000.

- Command Line Interface (CLI) is used for configuration and Event Monitoring Service (EMS) for monitoring.
- Root/Boot/Dump/Swap/Install is also supported.
- PV Links is supported for multi (HBA) path / single controller (2 HBAs) configurations.
- Fabric, hub and direct Connect are supported
- HP-UX 11.11 & 11.23, PA-RISC and Itanium

Compatibility

Solution Offerings/Software Certifications	Clustering	• Polyserve - Matrix Server for Windows • Microsoft Cluster Server • SteelEye LifeKeeper for Linux Certification • Netware Clustering (SCSI Only)
	Backup and Restore	• HP Data Protector • VERITAS Backup Exec and NetBackup • Legato NetWorker for Windows • Computer Associates BrightStor Enterprise Backup
	Media and Broadcasting	• ADIC StorNext for Windows, Linux
	File Retention and Compliance	• KOM Networks KOMworx NOTE: Supports Write Once Read Many (WORM) on disk.
	HSM	• HP File System Extender • CommVault QiNetix Data Migrator
	Database Archiving	• Princeton Softech Archive for Servers
	Medical Imaging Management	• Bycast StorageGRID
	Replication	• HP Storage Mirroring for Windows • HP Virtual Replicator for Windows
	Other	• Microsoft Virtual Server • VMware

Please refer to Solutions at http://www.hp.com/go/msa1500cs for more information.

Optional Software

HP OpenView Storage Virtual Replicator

Storage Virtual Replicator combines a rich set of innovative capabilities that enhances and simplifies storage management for Windows Server 2003 and Windows 2000 environments. Through virtualization, online volume growth, snapshot and management features, the software complements the capabilities within the operating system. HP OpenView Storage Virtual Replicator enables simplification of storage configuration, management, scalability and enhanced availability with e-mail notification for event customization, enhanced pool deletion that enables deletion of pool or disk containing snapshots, enhanced policy descriptions for easier identification. Support is for Windows 2000 and Windows Server 2003.

- Virtualization - multiple storage arrays can be consolidated into a pool of disk space for individual or clustered systems to use. Multiple virtual disks, up to 2 terabyte in size, can be created from a pool for users and their applications. Existing storage units with production data can be imported into a pool. The data partition is preserved as a virtual disk and unused capacity is added to the pool.
- Online volume growth - Enables easy, non-disruptive growth with zero downtime. Allows a system administrator to grow an existing volume on virtual disks and Windows 2000 basic disk. The system will remain online, and the data on the volume will remain intact.
- Snapshots - Instant, point-in-time snapshots for backup, online restore, testing or data mining. Enable instant creation of multipurpose virtual replicas of production data without the requirement of a physical copy Snapshots identical to ordinary physical disks, with both read and write capability. Snapshots can remain online for restore operations, testing, and data mining. Full interoperability with the Windows Server 2003 Volume Shadow-copy Service (VSS).
- E-mail notification - customization of events for servers under your span of control.
- Enhanced pool deletion - delete a pool that contains snapshots and virtual disks or delete a virtual disk that contains snapshots with the DELTREE command.
- Interoperability with OpenView Storage Mirroring
- Enhanced policy descriptions - the policy key descriptions have been updated for easier identification. Please refer to the Optional Software section of this document or visit

http://www.hp.com/go/MSA1500cs for additional details.

HP StorageWorks Secure Path

HP StorageWorks Secure Path is a family of high availability multi-pathing software products providing continuous data access from the HP RAID Array to host servers running the Windows Server 2003, Windows 2000, and Linux operating systems.
Redundant hardware, advanced RAID technology and Secure Path's automated failover capability are used to enhance fault tolerance and availability. Secure Path effectively eliminates controllers, disk drives, interconnect hardware and host bus adapters as single points of failure in the storage subsystem.
The attachment of non-Secure Path (single HBA) servers to a MSA1500 cs with dual controllers that has servers with Secure Path (dual HBA) attached is supported where the operating system is Windows or Netware. Users must realize that in event of a controller fail-over (failure of active controller) the single path servers will lose access to their data on the MSA1500 cs.

NOTE: If Secure Path for Linux is used on any node attached to an MSA1500 cs, all nodes must also have Secure Path installed, regardless of operating systems.

NOTE: refer to http://www.hp.com/go/securepath for the latest Secure Path parameters.

Key Features

- Maintains connections to storage
- Monitors I/O paths and alerts on significant events
- Used in Stand alone Configurations, Cluster Configurations, and SAN configurations

MSA1500 Clustering

Clustering is rapidly gaining in popularity as users desire a high level of data availability. Many of the old cluster restrictions that were the product of both hardware and operating systems have been overcome. While there still remain configuration limits, the result is a new high degree of flexibility both in number of clusters, mixing clusters with single nodes, and the integration of dissimilar operating systems. Initially Windows, HP-UX and Linux clusters can be attached to an MSA1500 having both SCSI and SATA drives, while NetWare clusters currently only support SCSI drives. This is only a restriction in a NetWare clustered environment.

For example you may mix three Microsoft (Windows Server 2003, or Windows 2000) clusters and other individual servers, even doing so in a heterogeneous server operating system environment. Windows Server 2003 allows a single cluster of up to eight nodes.

Single-path (single controller, non-Secure Path) NetWare clustering has been successfully tested up to a 12-node cluster. NetWare clusters employing Secure Path (dual controller, dual HBAs) are limited to six nodes. Multiple NetWare clusters (and single servers) may have concurrent access with no limitation inherent to the MSA1500 cs. Likewise up to a 16-node Linux cluster (single controller, non-Secure Path) utilizing SteelEye LifeKeeper for Linux clustering software has been tested and is supported. Refer to http://www.hp.com/go/securepath for any restriction with Secure Path.

The MSA1500 cs has the ability to be configured with thirty-two LUNs. A configuration of twenty attached servers has been tested and is supported. More commonly, users have had an average of four to eight nodes. This can be any combination of hosts or clusters with different operating systems (while holding fast to the guidelines and limits described in the above paragraphs. Performance within these guidelines is heavily dependent on the actual number of end users and types of applications being employed.

For more information, click on the link: http://www.hp.com/enterprise/highavailability/index.html.

Compatibility

HP ProLiant Cluster HA/F200 for Entry Level SAN

The ProLiant Cluster F200 for the Entry Level SAN is designed to assist in simplifying the configuration of cluster solutions that provide high levels of data and applications availability in the Microsoft Windows Operating System environment through clustering to provide no-single-point-of-failure. The ProLiant Cluster F200 for the Entry Level SAN supports a two-node cluster based on Microsoft Windows 2000 Advanced Server and two to eight-nodes cluster based on Microsoft Windows Server 2003 Enterprise Edition operating system, the StorageWorks 1000 Modular Smart Array (MSA1000) and MSA1500 cs, or Raid Array RA4100 and ProLiant Servers. This solution also supports StorageWorks Secure Path management software.

ProLiant Cluster HA/F200 for the Entry Level SAN	364026-B21
ProLiant Cluster HA/F200 for the Entry Level SAN (Japan)	364026-291

HP ProLiant Cluster Starter Kit

The ProLiant Cluster Starter Kit is a ProLiant cluster "How-to-Guide" that includes documentation for ProLiant Clusters that use StorageWorks MSA1000, MSA1500 cs, RA4100, EVA5000, EVA3000, MA8000, and EMA12000. The kit also includes multimedia with animation to illustrate the actual components required to build a Fibre Channel Cluster and two 30-day trial licenses of OpenView Storage Mirroring.

NOTE: This kit does not include Secure Path Software.

HP ProLiant Cluster Starter Kit	364023-B21

HP ProLiant Cluster Kit with OpenView Mirroring (Host based)

The ProLiant Cluster Kit with OpenView Storage Mirroring is designed to assist in simplifying the configuration of cluster solutions for customers that require a cost effective disaster recovery alternative. This solution provides high levels of data and application availability in the Microsoft Windows Operating System environment through clustering to provide no-single-point-of-failure. The ProLiant Cluster Kit with OpenView Storage Mirroring supports a two-node cluster based on Microsoft Windows 2000 Advanced Server and two to eight-nodes cluster based on Microsoft Windows Server 2003 Enterprise Edition operating system, the StorageWorks Modular Smart Array (MSA1000 & MSA1500 cs with MSA20 or MSA30 attached) and ProLiant Servers. This solution also provides replication capabilities to make one or more copies of the cluster data. Replication can take place between a cluster and standalone configuration or between two clusters.

HP ProLiant Cluster Kit with OpenView Mirroring	364025-B21

HP OpenView Storage Mirroring (Host based)

HP OpenView Storage Mirroring is designed to take small-medium enterprises beyond periodic backup to provide continuous data protection with minimal data loss and immediate recovery from any disaster or system outage. Utilizing patented STAR technology, OV Storage Mirroring captures byte-level changes as they happen and replicates those changes to one or more target servers at any location in the exact sequence sent by the source. Advanced features put you in control of bandwidth usage, queue data changes for replication during off-peak hours, enable e-mail, pager or wireless notification when changes occur and scales organically to meet the need of your environment. OV Storage Mirroring is the core component to the following solutions: disaster recovery, remote availability, centralized backup, serverless backup, data distribution, mining and server/storage migration.

Compatibility

- Supports Microsoft Windows 2000/2003 servers
- One-to-one failover/fail back solution for MS-Exchange, MS-SQL and Oracle providing automatic failover and near instantaneous access to replicated data or use replicated data or rebuild your local server.
- Server Groups - enables the "grouping" of servers on the management console (GUI) allowing focus on only those servers under your span of control
- Continuous, asynchronous byte-level replication with intelligent data compression captures changes as they occur, ensures sequence of data mirrored on target, and provides user-configurable compression levels to ensure efficient usage of network resources.
- One-to-many and many-to-one host configurations allowing multiple production servers to use the same target server

For more information visit: http://h18006.www1.hp.com/products/storage/software/sm/index.html

HP ProLiant Clusters for NetWare

HP supports a broad range of solutions for NetWare Cluster services including configurations featuring the MSA1500 cs and optionally with HP StorageWorks Secure Path. These solutions provide high availability and maximum resource utilization for NetWare environments from small file sharing implementations to enterprise business computing. Single-path (single controller, non-Secure Path) NetWare clusters of up to 12-nodes have been successfully tested. Presently 2-node NetWare clusters with Secure Path have been tested and approved with larger NetWare cluster testing planned. Multiple NetWare clusters are allowed.

NOTE: SCSI Disk Technology Only.

NOTE: Refer to http://www.hp.com/go/securepath for the latest Secure Path for NetWare parameters.

Configure to Order Program Information

HP introduces the new Configure to Order program on a limited basis. It is not yet available in all areas. The MSA1500 cs and its options may or may not be factory installed in a rack with add-on controllers, switches, hubs, MSA20 enclosures, MSA30 enclosures and hard drives. The MSA1500 cs may be integrated with 64-bit Integrity and PA-RISC servers or ProLiant or as standalone storage.

Configure to Order	Products Approved for CTO	Part Number
	1500 cs Modular Smart Array NOTE: 0D1 will appear after this part number on your sales order when factory integration is indicated.	AA986A
	HP MSA1000 Controller 256 cache ALL NOTE: 0D1 will appear after this part number on your sales order when factory integration is indicated.	218231-B22
	256 MB Cache Upgrade NOTE: 0D1 will appear after this part number on your sales order when factory integration is indicated.	254786-B21
	MSA1500 cs Fibre Channel I/O Module NOTE: 0D1 will appear after this part number on your sales order when factory integration is indicated.	AA987A
	MSA1500 cs Dual Channel SCSI I/O Module NOTE: 0D1 will appear after this part number on your sales order when factory integration is indicated.	AA988A
NO CTO Available	MSA1500cs 2U Fibre Channel SAN Attach Controller Shelf, with SATA	AD509A
	MSA1500cs 2U Fibre Channel SAN Attach Controller Shelf, with SCSI	AD510A
	MSA1500 cs upgrade shelf	AD511A

Warranty

- Three-year Limited Warranty for MSA1500, Fibre Channel Cables and SFP Transceivers
- 3 years parts exchange
- 1 year labor
- 1 year on-site
- Next business day response

Options for the MSA1500 carry their own warranty. Refer to HP's Limited Warranty Statement for further details. In countries where available, your HP Limited Warranty includes Customer Self Repair warranty services. Please refer to HP's Limited Warranty Statement for further details:

http://h18006.www1.hp.com/products/storageworks/warranty.html

Products included in various Kits carry their own individual warranties.
NOTE: The warranty of the hard drive options purchased with the MSA1500 cs product is different for SCSI hard drives versus SATA hard drives. SCSI hard drive options have a three year warranty and SATA hard drives options have a one year warranty.
Reference HP's communication for further details: http://www.hp.com go to search, enter CN0089W

Warranty Upgrade Options

- Response - Upgrade on-site response from next business day to same day 4 hours
- Coverage - Extend hours of coverage from 9 hours x 5 days to 24 hours x 7 days
- Duration - Select duration of coverage for a period of 1, 3, or 5 years

HP Care Pack Information

- HP Care Pack is defined as an upgrade to the product warranty attribute, available for a specific duration and hours of coverage.
- HP Care Pack is not available for less than the product's warranty duration.
- HP Care Pack is available for sale anytime during the warranty period for most products, but the commencement date will be the same as the Warranty Start Date (delivery date to end user customer). Proof of purchase may be required.
- HP Care Pack services are prepaid.

NOTE: Refer to Step 6 "Choose HP Care Pack Services" in the Configuration Information section below for all Service, Warranty Plans, Installation and Startup Services available for the MSA1500

For additional information on Product Services and HP Care Pack, as well as orderable part numbers, please refer to the URL: http://www.hp.com/hps/carepack/.
If you have specific questions about availability or how to obtain services contact your local HP representative. Contact information for your local area can be found at:
http://welcome.hp.com/country/us/en/contact_us.html

Service and Support, HP Care Pack, and Warranty Information

Software Product Services

Product support provides the customer access to HP's experienced technical support resources, as well as access to HP's Information Services database for support on a variety of multi-vendor/multiplatform software products. Product support includes escalation and problem coordination with the appropriate engineering group. HP Services offer a variety of options to allow you to tailor your product service to meet the needs of your organization. Basic warranty on products can be uplifted from day one to ensure you receive the service you need when you need it.

Warranty and Support

HP warrants only that the software media will be free of physical defects for a period of ninety (90) days from delivery.

The following services are offered as HP Care Pack Services at the time of software product order:

- Software Technical Support 24 x 7 (1 and 3 years) is available 24 hours per day, Monday through Sunday, including holidays (includes phone-in software technical support 24 x 7 and software product and documentation updates).
- Installation Service (software installation) and Installation and Startup Service (software installation, configuration, startup testing and knowledge transfer).
- HP Care Pack services must be ordered with the product and are prepaid.
- For tailored support contracts based on personalized statement of work contact your local support center via http://www.HP.com/support.

Secure Path Software Services

- Software product services included with Secure Path: One year of Software Technical Support 24 x 7 HP Care Pack Services (includes phone-in software technical support 24 x 7 and software product and documentation updates).
- HP Care Pack services are available to upgrade the one year of Software Technical Support 24 x 7 included with the Secure Path product to 3 full years.
- Installation service (software installation).

For additional software product services information for HP Care Pack services, as well as orderable part numbers, please refer to the URLs listed below:
All storage services: http://www.hp.com/hps/storage/.
All HP Care Pack Services: http://www.hp.com/hps/carepack/storage/cp_networked.html.
Software Support HP Care Pack Services: http://www.hp.com/hps/carepack/software/cp_storage.html.
Installation and Startup Services: http://www.hp.com/hps/storage/ns_implementation.html.
If you have specific service questions contact your local HP representative. Contact information for your local area can be found at: http://welcome.hp.com/country/us/en/contact_us.html
Maintenance releases, bug fixes and software patches are available at:
http://welcome.hp.com/country/us/en/support.html.

Hardware Product Services

- Installation services that include basic installation and Array Installation and Startup
- On-site maintenance (includes warranty support)
- Response time upgrades during the warranty period
- Post-warranty coverage or warranty extension
- RAID setup and performance consulting via statement of work
- Migration service consulting via statement of work
- Environmental, Mission Critical Services

For product services information for HP Care Pack services, as well as orderable part numbers, please refer to the URLs listed below:
All storage services: http://www.hp.com/hps/storage/.
All HP Care Pack Services: http://www.hp.com/hps/carepack/storage/cp_networked.html.
Installation and Startup Services: http://www.hp.com/hps/storage/ns_implementation.html.
If you have specific service questions contact your local HP representative. Contact information for your local area can be found at: http://welcome.hp.com/country/us/en/contact_us.html

---

Array Installation and Startup Services

The HP Installation and startup for HP StorageWorks Disk Arrays service package provides installation and configuration of HP StorageWorks Disk Array products. Service highlights include:
Installation and Startup provides, installation, LUN Disk Design and configuration of the MSA 1500 which includes

- Service Planning
- Service Deployment
- Installation Verification Testing (IVT) required for this service
- Customer Orientation session
- Service Deployment includes the deployment of the MSA disc array into a new or pre-existing SAN which may consist of switch, hub or SCSI bridge technology. Installation includes the customization of up to four host servers, eight host bus adapters (hba's) and up to four high availability software licenses.

SAN Solution Service

SAN Solution Service covers your entry-level disk array solution with:

- Comprehensive SAN implementation strategy and planning
- Hardware and software installation and configuration
- Integration of the installed disk array in your SAN environment
- Firmware verification
- SAN testing
- Solution handover to your staff

The Array Installation and Startup service is a pre-requisite for the SAN Solution Service.

For more information about he SAN solution service, please visit:
http://www.hp.com/hps/storage/ns_san.html

Kit Contents

Model Name	Contents' Description	Part Number
MSA1500 cs	MSA1500 controller shelf, 1-controller, 1- FC module, 1- SFP transceiver, 1- dual channel SCSI I/O card, 2- power cables, redundant fans, redundant power supplies, universal rack-mounting kit, MSA1500 support CD and documentation, serial cable. NOTE: Fibre Channel cables, disk enclosures and hard drives are ordered separately.	AA986A
MSA1500 cs with one SATA drive enclosure	1- MSA1500 controller shelf base configuration, and 1-MSA20 SATA disk enclosure base configuration. NOTE: For Americas, Asia Pacific, and Japan.	AD509A
MSA1500 cs with one SCSI drive enclosure	1- MSA1500 controller shelf base configuration, and 1-MSA30 single-channel SCSI disk enclosure base configuration. NOTE: For Americas, Asia Pacific, and Japan.	AD510A
MSA1500 SAN SCSI Starter Kit	(Windows, NetWare or Linux compatible) NOTE: Includes (1) MSA1500 (1) MSA30 SCSI drive enclosure (1) 4/8 Base SAN Switch (4) 4Gb SFP transceivers (2) FCA2214 HBAs + cables.	AE327A
MSA1500 SAN SATA Starter Kit	(Windows, NetWare or Linux compatible) NOTE: Includes (1) MSA1500 (1) MSA20 SATA drive enclosure (1) 4/8 Base SAN Switch (4) 4Gb SFP transceivers (2) FCA2214 HBAs + cables. NOTE: For Americas, Asia Pacific, and Japan only.	AE326A
MSA1500 SAN Starter Kit HA Bundle (for both SCSI and SATA SAN Starter Kits)	(Windows, NetWare or Linux compatible) NOTE: Includes (1) redundant controller; (1) FC I/O module; (1) 4/8 Base SAN Switch (4) 4Gb SFP transceivers (2) FCA2214 HBAs + cables. User will need to employ either Secure Path, QLogic failover, or Windows MPIO for path failover implementation, not included. NetWare requires Secure Path.	AE328A
MSA1500 cs upgrade shelf	MSA1500 controller shelf, 1- dual channel SCSI I/O card, 2- power cables, redundant fans, redundant power supplies, universal rack-mounting kit, MSA1500 support CD and documentation, serial cable. NOTE: This MSA1500 cs upgrade shelf does not include a controller or a Fibre Channel I/O Module. It is intended for those customers who wish to upgrade from their MSA1000 to the MSA1500 cs. For each controller added to this shelf, one Fibre Channel I/O module (PN AA987A) is required. NOTE: When upgrading to the MSA1500 cs, there is no space for the MSA1000 embedded switch or hub.	AD511A

1500 cs Modular Smart Array	LED Indicators on Front (4)	System heartbeat System UID Power On/Standby Fault detected in enclosure		
	LED Indicators on Rear Panel (7)	System UID SCSI Module Power indicator (1 per SCSI I/O module) SCSI Activity (1 per SCSI I/O module) Fibre Channel I/O card status (1 per Fibre I/O module) Fibre channel link status (2 per Fibre I/O module) Power supply status (1 per power supply) Fan Module status (1 per fan module)		
	Interface	Ultra3 SCSI to Hard Drives 2 Gb Fibre Channel to Hosts		
	Maximum Number of Drives	96 SATA hard drives in 8 MSA20 SATA enclosure or 56 SCSI hard drives in 4 MSA30 enclosures		
	Temperature Range	Operating	50° to 95° F (10° to 35° C) up to 8000' -22° to 122° F (-30° to 50° C)	
	Relative Humidity	Operating	10% to 90%	
		Non-operating	Up to 95%	
	Input Power Requirements	Rated Input Voltage	100 to 240 VAC	
		Rated Input Frequency	47 to 63 Hz	
		Rated Input Current	6.4A Max, 1A typical	
		Input Power (max)	400W Max, 95W typical	
		The supply will handle 90Vrms - 254 Vrms (100 - 240 V, +6%, -10%) Frequency is 47 - 63 Hz NOTE: Input Power and Heat Dissipation specifications are maximum values and apply to worst-case conditions at full rated power supply load. The power/heat dissipation for your installation will vary depending on the equipment configuration.		
	MSA1500 Controller Shelf	2U Rack Form Factor	Dimensions (H x W x D)	3.46 x 19.06 x 24.32
			Weight	55 lbs
		Shipping Packaging	Dimensions (L x W x D)	32.50 x 11.25 x 34.06
			Weight (Gross)	68 lbs
	SCSI I/O Module (Positioned in shelf)		Dimensions (H x W x D)	3.2 x.92 x 14.62
			Weight	1.01 lbs
		Shipping Packaging	Dimensions (H x W x D)	19.88 x 9.06 x 2.76
			Weight (Gross)	1.93 lbs
	Fibre Channel I/O Module (Positioned in shelf)		Dimensions (H x W x D)	3.2 x .92 x 14.62
			Weight	.96lbs
		Shipping Packaging	Dimensions (H x W x D)	19.88 x 9.0 6 x 2.76
			Weight (Gross)	1.87lbs

	User Interface	Controller display with Status Indicators (2) and push buttons (4) on front of controller
	Electrical Interface	LVD (Low Voltage Differential)
	Protocol Support	Wide Ultra3 SCSI
	SCSI Ports	2-ports per SCSI I/O card, up to 4 cards total
	Maximum Capacity	48 TB with 96- 500 GB SATA HDD, or 16.8 TB with 56-300 GB SCSI HDD
	Logical Drives (LUN)	Up to 32 Logical Drives
	Maximum Logical Drive size	2.0 TB

Modular SAN Array 1000 Controller	User Interface	Controller Display with Status Indicators (2) and Push Buttons (4) Status Indicators on front of Controller (16)	
	Electrical Interface	LVD (Low Voltage Differential)	
	Protocol Support	Wide Ultra3 SCSI (160 MB/s per channel)	
	RAID Support	RAID 6 with HP's Advanced Data Guarding technology (RAID ADG)	
		RAID 5 (Distributed Data Guarding)	
		RAID 1 + 0 (Mirroring + Stripping)	
		RAID 0 (Stripping)	
	Cache Memory	Up to 512 MB Read/Write (256 MB modules). If redundant controllers are used they must have equally configured cache	
		ECC protection, battery-backed, and removable	
		Standard as of November 19, 2002: 256 MB cache memory (single module)	
	Cache Batteries	Up to three days of redundant battery life, removable for easy replacement	
	Upgradeable Firmware	2 MB flashable ROM	
	Disk Drive and Enclosure Protocol Support	HP Ultra 320, Ultra3, and Ultra2 SCSI 1-inch Universal drives	
	Packaging	Dimensions (L x W x D)	15.5 x 12.0 x 3.25
		Weight (Gross)	2.5 lb

Modular SAN Array Fibre Channel I/O Module	Connector Type	LC	
	Number of Fibre Channel Ports	One 2 Gb Fibre Channel Port using removable Small-Form-Factor-Pluggable Transceiver (SFP)	
	Bandwidth	200 MB/s	
	Operation Modes	Fibre Channel Class 2 and 3 connectionless service	
	Protocols Supported	Fibre Channel	
	Packaging	Dimensions (L x W x D)	19.88 x 9.06 x 2.76
		Weight (Gross)	1.87 lbs

Technical Specifications

Multi-Mode Fibre Channel Cables Kits (218960-B21)	Cable Type	LC-LC (2 Gb to 2 Gb connections) and LC-SC (2 Gb to 1 Gb connections) 50 Micron multi-mode Fiber	
	Available Cable Lengths	6.5 ft, 16.4 ft, and 49.2 ft (2 m, 5 m, and 15 m)	
	Packaging	Dimensions (L x W x D)	11.5 x 9 x 1.5 in (29.2 x 22.8 x 3.8 cm)
		Weight (Gross)	0.75 to 1 lb (0.34 to 0.45 kg)

© Copyright 2005 Hewlett-Packard Development Company, L.P.

The information contained herein is subject to change without notice.

Microsoft and Windows NT are US registered trademarks of Microsoft Corporation. Intel is a US registered trademark of Intel Corporation. Unix is a registered trademark of The Open Group.

The only warranties for HP products and services are set forth in the express warranty statements accompanying such products and services. Nothing herein should be construed as constituting an additional warranty. HP shall not be liable for technical or editorial errors or omissions contained herein.

(formerly known as HP StorageWorks 4400 Enclosure)

The HP StorageWorks Modular Smart Array 30 Single Bus or Dual Bus Enclosures (hereafter referred to as "MSA30 SB or MSA30 DB") is an Ultra320 SCSI disk drive storage enclosure. These enclosures deliver industry-leading data performance, availability, storage density, and upgradeability to meet customers' demanding and growing storage needs. The drive carrier is designed to support the fastest current Ultra320 hard drives on the same SCSI bus. The ease of upgrading the StorageWorks 4200 or StorageWorks 4300 Enclosure to the MSA30 proves to our customers that HP provides the lowest cost of ownership, as well as the fact that technology transitions can be smooth without disrupting critical business environments. The MSA30 SB and DB enclosures support HP-UX and on HP Integrity and HP 9000 Servers in addition to HP ProLiant and HP Alpha Servers.

The MSA30 OVSM ships with a 60 day trial license of OpenView Storage Mirroring software. This product also includes two 76GB 15K rpm Ultra320 hard drives. When configured with ProLiant server, IT administrators can perform tasks such as OS Migration, disaster recovery and server consolidation. Administrators can move file servers to new servers without incurring downtime and while using available bandwidth. This solution allows customers to keep the target and host units in production mode while allowing the migration of data simultaneously. MSA30 OVSM will allow the administrator to manage bandwidth during the migration process to maximize I/O on critical servers during off-peak hours.

NOTE: For more information on OpenView Storage Mirroring please go to the following link: http://h18006.www1.hp.com/products/storage/software/sm/index.html.

Models

The MSA30 design allows for specific configurations tailored to the needs of all HP server customers. The models are available today:

Model MSA30 SB	Rack-mountable 14 drive enclosure with single bus, redundant power supplies	302969-B21
Model MSA30 DB	Rack-mountable 14 drive enclosure with dual bus, redundant power supplies	302970-B21
Model MSA30 OVSM HA Kit	Rack-mountable 14 drive enclosure with single bus, redundant power supplies. This is a solution that combines the MSA30 SB with OpenView Storage Mirroring 60 day trial software, and Ultra 320 drives Both models are universal drive enclosures and are supported behind HP Smart Array controllers, HSG80 controllers, and adapters. NOTE: For complete compatibility information, refer to the Specifications section of this document. U320 performance requires a compatible U320 controller. This is noted in the product documentation.	359079-B21

Customer Benefits	Higher Performance	Ultra320 SCSI transfer rates combined with the highest spindle count per U of rack space allows the MSA30 to achieve the greatest I/Os per second.
	Storage Capacity	3U rack form factor allows customer to achieve the maximum storage capacity per square foot in the data center.
	Upgradeability	Ultra320 single and dual I/O upgrade modules make upgrading the StorageWorks 4200/4300 Enclosure to Ultra320 quick and easy. NOTE: U320 performance requires a compatible U320 controller. This is noted in the product documentation.
	Investment Protection	With the ability to upgrade, as well as mix and match, existing Ultra2and/or Ultra3 components with Ultra320, HP makes technology transitions simple and cost effective, and has simplified the transition to the next generation SCSI protocol.
	Reduced Spares Inventory	Universal drives and drive carriers across HP's entire Ultra2, Ultra3, and Ultra320 product offering allow the same drives to be used in servers and external storage.

Key Features

NOTE: All models of the MSA30 (Formerly StorageWorks 4400) Enclosure Family have the following features:

Ultra320 (LVD) support - Delivering data transfer rates up to 320 MB/s per channel
NOTE: U320 performance requires a compatible U320 controller. This is noted in the product documentation.

- 3U rack height.
- Supports up to 14 (1-inch) Ultra320 (as well as legacy Ultra3 and Ultra2 drives) Universal hard disk drives.
- Provides storage capacity of up to 2TB per enclosure (using 146.8GB 1-inch disk drives) Modular design allows the MSA30 to be used in any storage configuration from JBOD (Just a Bunch of Disks) to Smart Array storage enclosures to external RAID arrays. Up to 14 enclosures can be mounted in one 42U rack for a single rack storage capacity of up to 28.4TB of disk storage (JBOD configuration) or up to 12 enclosures in an EMA16000 (HSG80 configuration) for a single rack storage capacity of 24.4TB.
- A common storage platform allows for future storage consolidation to the SAN.
- Award-winning innovative SCA (Single Connect Attach) direct connect drive carrier - provides better cooling and reliability for 10K and 15K drives.
- Hot pluggable disk drives, power supplies, and fans.
- Redundant fans, dual power supplies and single or dual bus I/O module options.
- Environmental Monitoring Unit (EMU) - Monitors environmental conditions within the enclosure and components such as the power supplies and fans.

NOTE: A U320 compatible EMU is required for a U320 I/O module. This is included with a MSA30 but must be deployed if an upgrade option kit is purchased for a StorageWorks 4200/4300 Enclosure.

- Easy removal of parts provides better serviceability. No tools are required!

Upgradeability	Upgrading a StorageWorks 4200/4300 Enclosure to a MSA30 is as easy as swapping out the I/O module and the EMU on the back of the unit. The unit must be powered down to replace the I/O unit. NOTE: U320 performance requires a compatible U320 controller. This is noted in the product documentation. A U320 compatible EMU is also required for upgrades to U320 I/O modules.
Mix and Match	All Ultra320, Ultra3, and Ultra2 devices from HP are compatible with one another so customers can mix and match components in the same storage enclosure or server. When Ultra2, Ultra3, and Ultra320 devices are found on the same Ultra320 SCSI bus, each device will transfer data at its individual interface transfer rate up to the transfer rate of the SCSI bus. (Requires an Ultra320 controller for each drive to reach maximum I/Os as listed here.) NOTE: For customers who operate legacy Models 4310R and 4350R enclosures, the use of 1-inch Universal Ultra2, Utlra3, or Ultra320 disk drives requires the addition of 0.6-inch drive extenders.
Hot Pluggable	Hot pluggable technology is designed into drives, redundant power supplies and redundant cooling fans. Hot pluggable components can be replaced without powering down the storage system or stopping I/O operations. This feature significantly enhances data availability.
Auto SCSI ID Selection	SCSI ID is automatically set when a drive is inserted into a drive bay.
LED Indicators	Front panel LEDs indicate drive activity, required drive service, and power, giving a quick visual assessment of overall system storage status. LED status and fault indicators for the fans and power supplies are located in the back of the enclosure.
Rack Density	The MSA30 models have a 3U height.
Environment Monitoring Unit (EMU)	Each MSA30 model is equipped with a hot-pluggable EMU that constantly monitors the enclosure, the power supplies, and fans to ensure suggested operating tolerances are maintained. NOTE: A U320 compatible EMU is required for a U320 I/O module.
Single Bus I/O Module	The single bus I/O module allows one SCSI channel to access all drives in the MSA30.
Dual Bus I/O Module	The dual bus I/O module allows two SCSI channels to access a single MSA30. This allows for greater fault tolerance (controller duplexing) or provides access from two different servers to two separate storage areas.
Fault Tolerance	With the dual bus I/O module, redundant power supplies and fans, the MSA30 provides a high level of system availability. Using an internal or external RAID Array, the MSA30 can be configured for RAID levels 0, 1, 0 + 1, 5 and RAID ADG when using a HP Smart Array RAID controller.
Manageability	Depending on the host controller, the MSA30 is managed by HP Insight Manager or StorageWorks Command Console.

Compatibility and Integration Testing

Intensive compatibility and performance testing with HP ProLiant severs, HP Integrity, HP 9000 Servers and Alpha servers ensures the highest level of integration available in the industry on a HP server. For a complete list of supported HP servers and workstations, please refer to the QuickSpecs and/or User Guide of the array controller or Host Bus adapter that you are planning to use. The list of supported array controllers and SCSI adapters is provided under "Related Options, Controllers".

Product Kit Contents

Model MSA30 SB	Redundant power supplies, single bus I/O module, 14 drive blanks, warranty card, mounting hardware, Enclosure 4400 user guide, EMU booklet, HP SmartStart CD Kit, documentation CD, one 12-ft VHDCI to VHDCI SCSI cables and two Nema 5-15 to C13 and two IEC320-C14 to -C13.
Model MSA30 DB	Redundant power supplies, dual bus I/O module, 14 drive blanks, warranty card, mounting hardware, Enclosure 4400 user guide, EMU booklet, HP SmartStart CD Kit, documentation CD, two 12-ft VHDCI to VHDCI SCSI cables and two Nema 5-15 to C13 and two IEC320-C14 to -C13.

NOTE: A different SCSI cable may be required when the MSA30 is intended for connection to an HSG80 controller in a Model 2200 controller enclosure or a host-based adapter on an Alpha server. See the Related Options section of this document for cable ordering information.
NOTE: Power cord for Japan will be included in orders marked for Japan.
NOTE: To maintain proper cooling and airflow, a drive blank or drive must occupy all bays during operation.

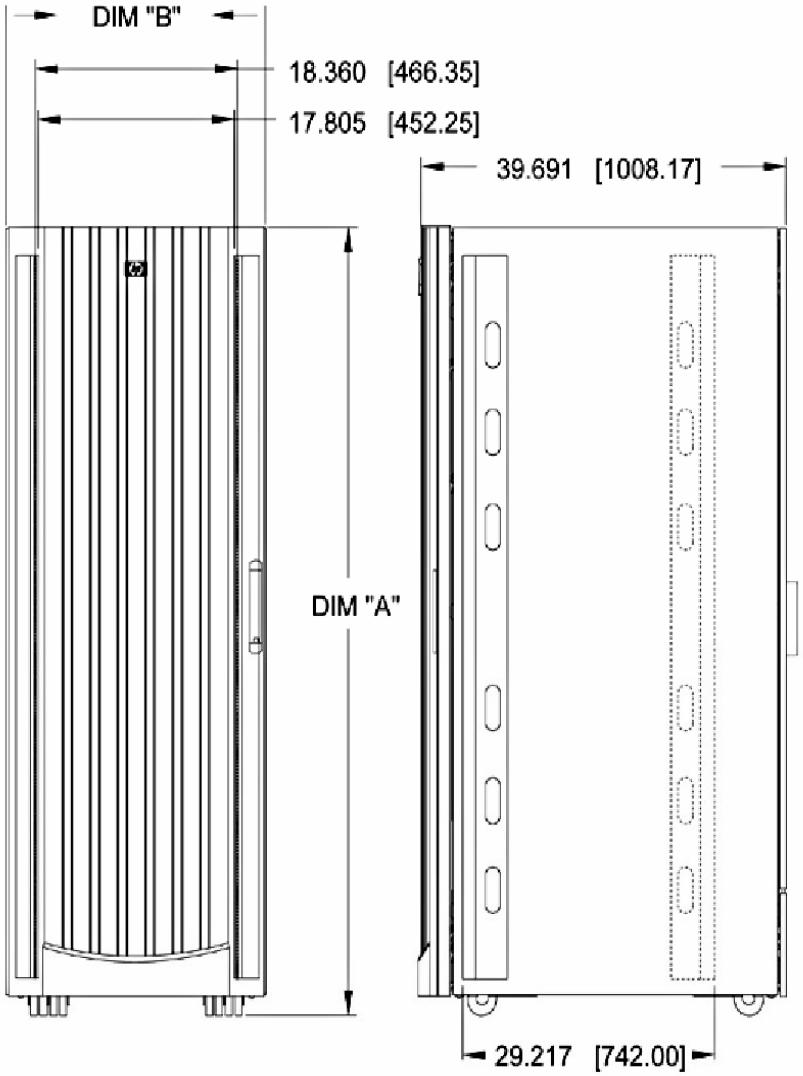
Warranty

MSA30: Three-year limited warranty. Limited warranty includes 3 year parts, 0 years labor, 0 years on-site support.
NOTE: Certain restrictions and exclusions apply.

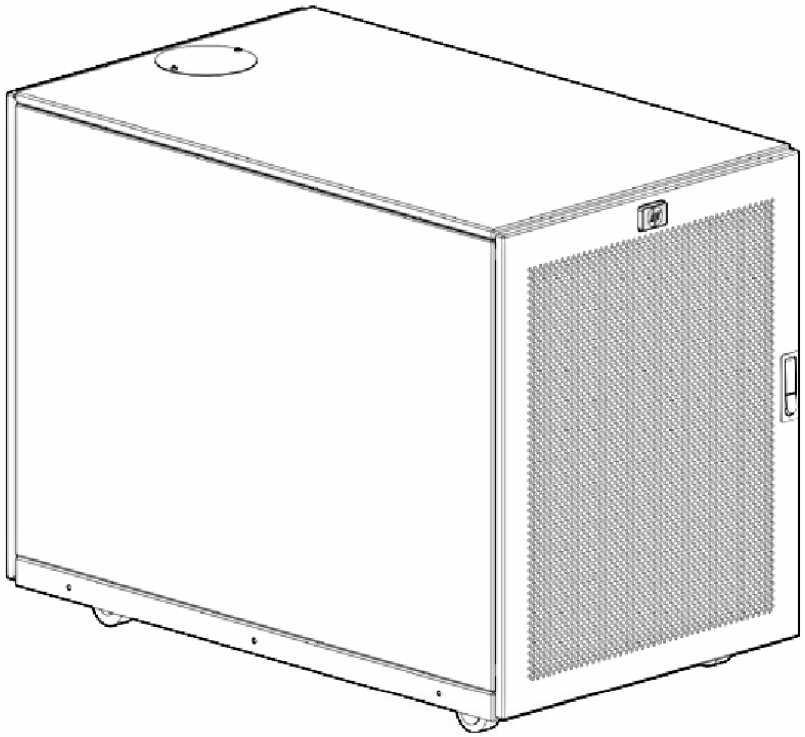
Hard drive Pre-Failure Warranty: When used with any one of the StorageWorks Smart Array Family controllers and monitored under HP Insight Manager (v4.20 or later), HP hard drives are supported by a Pre-Failure (replacement) Warranty.

NOTE: Pre-Failure Warranty is available on all HP Prosignia and HP ProLiant servers using HP Insight Manager v4.20 or later, and covers Pentium Pro processors, ECC memory, server hard drives, and external storage enclosure hard drives (except the 535 MB Fast-SCSI-2 hard drive) using HP IDA, IDA-2, HP SMART SCSI Array Controllers, HP SMART-2 Array Controllers or HP Smart Array Controllers. Certain restrictions and exclusions apply.

Protocol Support	Wide Ultra320 (LVD)	
	Wide Ultra3 (LVD)	
	Wide Ultra2 (LVD)	
O/S Support	Defined by specific HP array controller or SCSI adapter used; please refer to the QuickSpecs and/or User Guide of the specific array controller or SCSI adapter	
Dimensions (HxWxD)	Rack	5.2 x 19 x 20.5 in (13.1 x 47.88 x 51.66 cm)
Shipping Dimensions (HxWxD)	Rack	34.25 x 14.5 x 31.25 in (86.31 x 36.54 x 78.75 cm)
Weight	Rack	68 lb (30.9 kg)
LED Indicators (on front panel)	EMU Status LED (left)	
	Enclosure Power LED (middle)	
	Fault LED (right)	
Drive LED Indicators (on drive trays)	Drive LED (top)	
	On Line LED (middle)	
	Drive Failure LED (bottom)	
Enclosure LED Indicators (back of unit)	I/O Module (top)	
	EMU (middle)	
	Power supplies (bottom)	
Input Requirements	Nominal Line Voltage	110 to 240 V AC
	Range Line Voltage	90 to 264 V AC
	Line Frequency	47 to 63 Hz
	Typical Input Current	2.3A at 120 V AC
Relative Humidity (non-condensing)	Operating	10% to 90%
	Shipping	5% to 90%
I/O Module Connector	Very High Density Cable Interconnect (VHDCI)	
Power	377 Watts per supply (load)	
BTU (220 volts)	Single power supply 14 drives	1164 BTUs/hour
	Single power supply 5 drives	536 BTUs/hour
	Single power supply 1 drive	273 BTUs/hour
	Dual power supply 14 drives	1232 BTUs/hour
	Dual power supply 5 drives	625 BTUs/hour
	Dual power supply 1 drive	352 BTUs/hour
Temperature Range	Operating	50° to 94° F (10° to 35° C°)
	Shipping	-40° to 151° F (-40° to 66° C)
	NOTE: To maintain proper cooling and airflow, a drive blank or drive must occupy all bays during operation.	



10000 SERIES RACK 42U	10000 SERIES RACK 36U	10000 SERIES RACK 22U
DIM "A" 78.838 [2002.50]	DIM "A" 68.338 [1735.78]	DIM "A" 43.838 [1113.48]
DIM "B" 24.125 [612.77]	DIM "B" 24.125 [612.77]	DIM "B" 24.125 [612.77]



HP S101614, 14U Rack

What's New

- HP Infrastructure Racks 42U (HV and LV) wraps under a single part number all the necessary rack infrastructure products such as the 10000 Series rack, power distribution, switches, keyboard and monitor and other products required for deploying racks in the datacenter, all professionally installed by HP Factory Express.
- Two new models are available: (1) Low Voltage and (1) High Voltage.

At a Glance

- Unique frame, rail and door design
- Thermal integrity
- Security provisions
- Flexibility
- Custom expandability
- Powerful 3 year Warranty (3-0-0)
- Static Load capacity up to 2000 lb (10642 dynamic load capacity is also 2000 lb)

10647 (47U) Rack Cabinet - Pallet	245160-B21
10647 (47U) Rack Cabinet - Crated	245160-B23
10642 (42U) Rack Cabinet - Pallet	245161-B21
10642 (42U) Rack Cabinet - Shock Pallet*	245161-B22
10642 (42U) Rack Cabinet - Crated	245161-B23
10636 (36U) Rack Cabinet - Pallet	245162-B21
10636 (36U) Rack Cabinet - Shock Pallet*	245162-B22
10636 (36U) Rack Cabinet - Crated	245162-B23
10622 (22U) Rack Cabinet - Pallet	245163-B21
10622 (22U) Rack Cabinet - Shock Pallet*	245163-B22
10622 (22U) Rack Cabinet - Crated	245163-B23
S10614 (14U) Rack Cabinet - Shock Pallet	292302-B22
10842 (800 mm wide, 42U) Rack Cabinet - Pallet NOTE: Server Blade Enclosures must be field integrated into the 10842 racks. Factory integration of Server Blade Enclosures into the 10842 is not supported	257415-B21
10842 (800 mm wide, 42U) Rack Cabinet - Shock NOTE: Server Blade Enclosures must be field integrated into the 10842 racks. Factory integration of Server Blade Enclosures into the 10842 is not supported	257415-B22
10642 (42U) Infrastructure Rack (Low Voltage)*	379006-001
10642 (42U) Infrastructure Rack (High Voltage)*	379005-001

*NOTE: It is mandatory to use a shock pallet when shipping racks with equipment installed.

Product Description - 10647, 10642, 10636, 10622 and S10614 models

HP sets the standard for industry standard racks in the enterprise with the HP 10000 Series Rack family and rack options. This enterprise-class rack system combines next-generation structural integrity, rack cooling, cable management and rack security to deliver industry-leading rack performance and value. In addition, HP has a complete line of rack options that will fit your rack and rack management requirements.

The new design of the HP 10000 series racks allows for greater structural integrity, that in turn allow for greater static and dynamic loads, while the perforated front and rear doors allows sufficient air circulation for efficient convection cooling keeping the rack's temperature low even with today's hotter and more dense servers.

Many cable management features have been integrated in the design of the rack that allow for easier and cleaner cable routing within and between the racks. These include a removable panel on the left door at the bottom that facilitates cable routing out of the rear of the rack. Large cable egresses have been built into the rack roof to allow for cabling out the top of the rack. Removable side panels facilitate cabling between connected racks. Locks are standard on all rack doors and side panels.

The 10000 series rack has been designed to accommodate products such as Power Distribution Units (PDUs) or switchboxes in the zero U area on the sides of the rack in order to maximize rack real estate.

The 10000 series rack ships standard with split rear doors** to allow full access to rack mounted equipment without blocking rack aisles.

HP offers rack shipments in three ways for most models: on a standard pallet (-B21), on a shock pallet (-B22)* or crated (-B23). The standard pallet and crated shipping methods can be used to ship only empty racks. The -B21 version ships on a standard wooden pallet with plastic shrink-wrap around the rack. This rack is ordered with the understanding that the component installation will occur on the customer site. This pallet and rack configuration does not support any component shipping configuration. The -B22 version of the Rack 10000 ships on a shock pallet. The shock pallet is designed to allow the 10000 series racks to be shipped fully loaded and configured with equipment installed in the rack. The shock pallet ensures that the rack is capable of handling the weight of installed equipment during shipment

without damaging the rack or the precision components within. When the -B23 version of the 10000 series rack is ordered, it ships enclosed in a wooden crate. This configuration provides more protection for the empty rack for use in air-freight and other rugged transportation modes.
Ideal for rack mounting ProLiant servers, workstations, networking and StorageWorks by HP products, all rack models that comprise the HP 10000 Series ensure outstanding performance and seamless integration throughout the entire enterprise.

*The S10614 ships only with -B22 Shock Pallet
**Except the S10614

Product Description - 10842 model	The rack 10842 is a wider version of the 42U 9000 series rack in 31.3 in (800 mm) wide. This added width allows customers almost 8 more inches of room outside of the internal mounting rails for cabling. This rack is ideal used as a networking rack accommodating primarily switching equipment or can be used as a server/storage rack.
Industry Standard Support	All products are 19 inch RETMA standard and will support select third-party equipment Extensive evaluation, and testing across all critical platforms

Key HP Infrastructure Rack components

Innovative Breakthroughs

- The 2 meter form factor of the 42U 10000 Series rack allows the rack to be pushed upright through most standard doorways for easy door clearance. This is an important feature when racks are loaded full of equipment.
- HP is the only IT rack provider to offer a complete line of options and accessories that are designed to support HP products.
- HP's reputation for providing the highest quality products throughout the entire enterprise is based on our strategic partnerships, extensive product research, product development and product testing processes.
- All rack sizes (including the S1014 rack are configurable at HP CTO (Configure to Order) facilities.

HP Infrastructure Rack 42U, Low Voltage

Components included in kit (one each of the following):
Infrastructure Rack 42U, Low Voltage:

- TFT5600 Rack Keyboard Monitor
- Server Console Switch, 0 x 2 x 16 port
- HP Modular Power Distribution Units (mPDU), Low Volt Model, 24A (100-127 VAC) (NA, Japan) (Mounted in 0U space)
- HP Rack 10642 (42U) - Shock Pallet
- HP Rack Light Kit (Neon)
- Blanking Panel Kit
- Rack Coupling Kits
- IP Console Interface Adapter, 8 pack
- IP CAT5 Cable 12', 8 pack

HP Infrastructure Rack 42U, High Voltage	Components included in kit (one each of the following except where noted): Infrastructure Rack 42U, High Voltage: • TFT5600 Rack Keyboard Monitor • Server Console Switch, 0 x 2 x 16 port • Two HP Modular Power Distribution Units (mPDU), High Volt Model, 24A (200-240 VAC) (NA, Japan) (Mounted in 0U space) • HP Rack 10642 (42U) - Shock Pallet • HP Rack Light Kit (Neon) • Blanking Panel Kit • Rack Coupling Kits • IP Console Interface Adapter, 8 pack • IP CAT5 Cable 12', 8 pack
The HP Rack System	All HP rack-mountable products are designed to fit our industry-standard 19-inch wide racks. HP offers several racks to meet your system needs. Racks and rack-mountable components are typically described using "U" measurements. One "U" is 1.75" (44.45 mm) high. This sturdy, industrial-strength rack series offers the following features: • Models - 10647 (600 mm wide, 47U), 10642 (600 mm wide, 42U), 10636 (600 mm wide, 36U), 10622 (600 mm wide, 22U), S10614 (600mm wide, 14U) and 10842 (800 mm wide, 42U) • Universal - Accommodates all HP equipment (ProLiant, Alpha, StorageWorks, UPS, PDU) in addition to select third party equipment • Design - Perforated front and back doors which allows for high air flow and cooling up to 65% open; U marking front and sides of rails to ease component installation; increased cable management features • Loading - The 10642 will accommodate up to 2000 lb. of equipment in a static or dynamic environment. A static environment is one where the rack is positioned into place and the leveling feet are extended prior to equipment being installed. A dynamic environment is one where the rack is shipped on a shock pallet with equipment installed or rolling racks with equipment installed to new locations within the data center. NOTE: Side Panels ship standard on the 10622 and S10614 models only. They are optional for the 10647, 10642, 10636 and 10842 models.

- Unique frame, rail and door design
- Thermal integrity
- Security provisions
- Flexibility
- Custom expandability
- Powerful 3 year Warranty (3-0-0)
- Static Load capacity up to 2000 lb (10642 dynamic load capacity is also 2000 lb)

HP Rack 10000 Series Key Benefits (Universal Rack)

The HP Rack 10000 Series offers protection, price, performance and quality. The following are a few of the many benefits that come standard:

- Unique Frame and Rail Design - enables fast assembly, easy mounting and outstanding structural integrity. Equipment installation effort is dramatically reduced because the vertical mounting system was specifically designed to minimize the time required to install HP products, and can be used with many other non-HP products as well. U markings on the front and sides of rails make it easy to align parts when installing equipment. Cut outs in the rails also allows for cabling between racks.
- Thermal Integrity - Front to back natural convection cooling is greatly enhanced by the innovative multi-angled design of the front door. For additional heat removal, an optional roof mounted fan kit can be easily installed.*
- Security Provisions - Front and rear doors are lockable, which provides the necessary level of security to prevent unauthorized entry. Side panels are also lockable* allowing for your entire rack row to be secure.
- Flexibility - Outstanding cable management features make it easy to develop effective solutions and easy to maintain. Cable egresses in the top of the rack allow for ample room for routing cables outside of the rack. The split rear doors* give ample access to rack mounted equipment without blocking rack rows while the removable panel gives added flexibility for cable routing. Velcro straps are provided in the hardware bag for clean cable bundling within the rack.
- Loading Capacity - HP has increased the maximum loading capacity up to 2000 lb.* Allowing the rack to be completely full of equipment and shipped when using a shock pallet.

*Except S10614. The side panels and roof are not removable and cannot be bayed. The 10614 features one back door (not split)

Low Total Cost of Ownership

- Exclusive product options and accessories that optimize rack space utilization
- TFT7210R - 1U Flat panel rack-mount monitor
- 0U and 1U mounting kits for options such as the new Modular Power Distribution Units (mPDU)
- Cost-saving Server Console Switches (KVM) with multiple mounting options
- TFT5600 RKM - 1U Integrated Keyboard and Monitor
- Integrated Keyboard and Drawer
- Highest levels of system management, performance, construction and compatibility

Investment Protection

- Investment security across all mainstream ProLiant server and storage products.
- Well-designed and crafted options provide unlimited flexibility in growing or adapting the 10000 series of rack cabinets to specific requirements and needs.
- Advanced product integration and quality provides high system reliability

Simplified Management

- Unique frame and rail design minimizes time necessary to install products in rack cabinet.
- Product selection:
  47U @ 2.3 M
  42U @ 2.0 M
  36U @ 1.7 M
  22U @ 1.1 M
  14U @ 0.7 M
- All mainstream ProLiant server and storage products are easily managed with our seamless enterprise integration process

Industry-leading Breakthroughs

- Exclusive 42U in a two-meter rack cabinet height for easy door clearance
- The only company to provide a complete line of options and accessories that are designed to support HP products
- Special 14U rack designed specifically for remote site deployments.
- 2000 lb dynamic load capacity for the 10642

10647 Rack Physical Characteristics

Dimensions (HxDxW)	Total Cabinet Area	89.96 x 39.691 x 24 in (228.5 x 100.82 x 60.96 cm)
	Shipping (with packaging materials)	95.47 x 48 x 32 in (242.49 x 121.92 x 81.28 cm)
Weight	Operating	245 lb (111 kg)
	Shipping	284 lb (129 kg)
Load	Static	2000 lb (908 kg)
	Dynamic	Do not ship with equipment installed
Color	Graphite Metallic	Doors
	Carbon	Frame

10642 Rack Physical Characteristics

Dimensions (HxDxW)	Total Cabinet Area	78.7 x 39.691 x 24 in (199.90 x 100.82 x 60.96 cm)
	Shipping (with packaging materials)	86.22 x 48 x 32 in (219 x 121.92 x 81.28 cm)
Weight	Operating	253 lb (114.84 kg)
	Shipping	284 lb (129 kg)
Load	Static	2000 lb (908 kg)
	Dynamic	2000 lb (908 kg)
Color	Graphite Metallic	Doors
	Carbon	Frame

10636 Rack Physical Characteristics

Dimensions (HxDxW)	Total Cabinet Area	68.6 x 39.691 x 24 in (174.24 x 100.82 x 60.96 cm)
	Shipping (with packaging materials)	75.25 x 48 x 32 in (191.14 x 121.92 x 81.28 cm)
Weight	Operating	220 lb (100 kg)
	Shipping	272 lb (123 kg)
Load	Static	2000 lb (908 kg)
	Dynamic	1520 lb (690 kg)
Color	Graphite Metallic	Doors
	Carbon	Frame

10622 Rack Physical Characteristics

Dimensions (HxDxW)	Total Cabinet Area	43 x 39.691 x 24 in (109.22 x 100.82 x 60.96 cm)
	Shipping (with packaging materials)	52.25 x 48 x 32 in (132.72 x 121.92 x 81.28 cm)
Weight	Operating	176 lb (79.89 kg)
	Shipping	225 lb (102.13 kg)
Load	Static	2000 lb (908 kg)
	Dynamic	1045 lb (474 kg)
Color	Graphite Metallic	Doors
	Carbon	Frame

10842 Rack Physical Characteristics

Dimensions (HxDxW)	Total Cabinet Area	78.7 x 39.691 x 31.5 in (199.90 x 100.82 x 80.01 cm)
	Shipping (with packaging materials)	85 x 48 x 43.5 in (215.9 x 121.92 x 110.49 cm)
Weight	Operating	295 lb (133.8 kg)
	Shipping	335 lb (151.95 kg)
Load	Static	2000 lb (908 kg)
	Dynamic	1000 lb (453 kg)
Color	Graphite Metallic	Doors
	Carbon	Frame

S10614 Rack Physical Characteristics

Dimensions (HxDxW)	Total Cabinet Area	28.5 x 39.69 x 23.6 in (72.4 x 100 x 60 cm)
	Shipping (with packaging materials)	34 x 44x 30.5 in (86.36 x 111.82 x 77.5 cm)
Weight	Operating	135 lb (61 kg)
	Shipping	190 lb (86.18 kg)
Load	Static	600 lb (270 kg)
	Dynamic	500 lb (227 kg)
Color	Graphite Metallic	Doors
	Carbon	Frame

© Copyright 2006 Hewlett-Packard Development Company, L.P.

The information contained herein is subject to change without notice.

The only warranties for HP products and services are set forth in the express warranty statements accompanying such products and services. Nothing herein should be construed as constituting an additional warranty. HP shall not be liable for technical or editorial errors or omissions contained herein.

SFP (Small Form Pluggable)

FTRJ8524P2xNy

PRODUCT FEATURES

- Up to 4.25 Gb/s bi-directional data links
- Hot-pluggable SFP footprint
- Built-in digital diagnostic functions
- 850nm Oxide VCSEL laser transmitter
- Duplex LC connector
- Very low jitter
- Up to 500m on 50/125µm MMF, 300m on 62.5/125µm MMF
- Metal enclosure, for lower EMI
- Single 3.3V power supply
- Extended operating temperature range: -20°C to 85°C

APPLICATIONS

- Tri-Rate 1.063/2.125/4.25 Gb/s Fibre Channel
- 1.25 Gb/s 1000Base-SX Ethernet (Rate selectable version)

Finisar's FTRJ8524P2xNy Small Form Factor Pluggable (SFP) transceivers are compatible with the Small Form Factor Pluggable Multi-Sourcing Agreement (MSA)[1]. They are compatible with Fibre Channel FC-PI-2 Rev. 7.0[2]. Rate Selectable versions are also compatible with Gigabit Ethernet as specified in IEEE Std 802.3[3]. Digital diagnostics functions are available via the 2-wire serial bus specified in the SFP MSA.

PRODUCT SELECTION

FTRJ8524P2xNy

x	W	Wide Extraction Bail
	B	Narrow Extraction Bail
y	L	Non Rate Selectable - 1x, 2x, 4x Fibre Channel
	V	Rate Selectable - 1x, 2x, 4x Fibre Channel and Gigabit Ethernet

1	V_{EET}	Transmitter Ground (Common with Receiver Ground)	1
2	T_{FAULT}	Transmitter Fault. Not supported.	
3	T_{DIS}	Transmitter Disable. Laser output disabled on high or open.	2
4	MOD_DEF(2)	Module Definition 2. Data line for Serial ID.	3
5	MOD_DEF(1)	Module Definition 1. Clock line for Serial ID.	3
6	MOD_DEF(0)	Module Definition 0. Grounded within the module.	3
7	Rate Select	Open or Low = 1.063 Gb/s or 2.125 Gb/s Fibre Channel, 1.25 Gb/s Gigabit Ethernet (Low Bandwidth) High = 2.125 or 4.25 Gb/s Fibre Channel (High Bandwidth)	4
8	LOS	Loss of Signal indication. Logic 0 indicates normal operation.	5
9	V_{EER}	Receiver Ground (Common with Transmitter Ground)	1
10	V_{EER}	Receiver Ground (Common with Transmitter Ground)	1
11	V_{EER}	Receiver Ground (Common with Transmitter Ground)	1
12	RD-	Receiver Inverted DATA out. AC Coupled	
13	RD+	Receiver Non-inverted DATA out. AC Coupled	
14	V_{EER}	Receiver Ground (Common with Transmitter Ground)	1
15	V_{CCR}	Receiver Power Supply	
16	V_{CCT}	Transmitter Power Supply	
17	V_{EET}	Transmitter Ground (Common with Receiver Ground)	1
18	TD+	Transmitter Non-Inverted DATA in. AC Coupled.	
19	TD-	Transmitter Inverted DATA in. AC Coupled.	
20	V_{EET}	Transmitter Ground (Common with Receiver Ground)	1

Notes:

1. Circuit ground is internally isolated from chassis ground.
2. Laser output disabled on T_{DIS} >2.0V or open, enabled on T_{DIS} <0.8V.
3. Should be pulled up with 4.7k – 10kohms on host board to a voltage between 2.0V and 3.6V. MOD_DEF(0) pulls line low to indicate module is plugged in.
4. **For Rate Selectable version only:** In accordance with SFF Committee SFF-8079 Draft Rev. 1.6, Table 3. Note that rate select can also be set through 2-wire bus in accordance with SFF-8472[5] at Bit 3, Byte 110, Address A2h (note: writing '1' selects full bandwidth operation). Rate select is the logic OR of the input state of Rate Select Pin and 2-wire bus. Non Rate Selectable version can operate at 1x, 2x, 4x Fibre Channel independent of rate select pin setting.
5. LOS is open collector output. Should be pulled up with 4.7k – 10kohms on host board to a voltage between 2.0V and 3.6V. Logic 0 indicates normal operation; logic 1 indicates loss of signal.

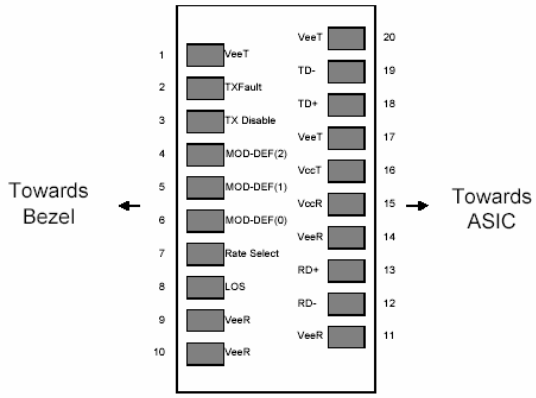


Diagram of Host Board Connector Block Pin Numbers and Names

Maximum Supply Voltage	Vcc	-0.5		4.0	V	
Storage Temperature	T_S	-40		85	°C	
Case Operating Temperature	T_A	-20		85	°C	
Relative Humidity	RH	0		85	%	1

III. Electrical Characteristics (T_A = -20 to 85 °C, V_{CC} = 3.0 to 3.6 Volts)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Ref.
Supply Voltage	Vcc	3.0		3.6	V	
Supply Current	Icc		180	240	mA	
Transmitter						
Input differential impedance	R_{in}		100		Ω	2
Single ended data input swing	Vin,pp	150		1200	mV	3
Transmit Disable Voltage	V_D	2		Vcc	V	4
Transmit Enable Voltage	V_{EN}	Vee		Vee+ 0.8	V	
Receiver						
Single ended data output swing	Vout,pp	300	350	550	mV	5
Data output rise time	t_r			120	ps	6
Data output fall time	t_f			120	ps	6
Mask Margin			40%			
LOS Fault	$V_{LOS\ fault}$	2		Vcc_{HOST}	V	7
LOS Normal	$V_{LOS\ norm}$	Vee		Vee+0.8	V	7
Power Supply Rejection	PSR	100			mVpp	8
Deterministic Jitter Contribution @ 2.125 Gb/s	RX ΔDJ			51.7	ps	9
Determinstic Jitter Contribution @ 4.25 Gb/s				23.5	ps	9
Total Jitter Contribution @ 2.125 Gb/s	RX ΔTJ			122	ps	10
Total Jitter Contribution @ 4.25 Gb/s				61	ps	10

Notes:
1. Non condensing.
2. Connected directly to TX data input pins. AC coupling from pins into laser driver IC.
3. We recommend <600mV for best EMI performance.
4. Or open circuit.
5. Into 100 ohms differential termination.
6. Unfiltered, 20 – 80 %
7. LOS is an open collector output. Should be pulled up with 4.7k – 10kohms on the host board. Normal operation is logic 0; loss of signal is logic 1. Maximum pull-up voltage is 5.5V.
8. Receiver sensitivity is compliant with power supply sinusoidal modulation of 20 Hz to 1.5 MHz up to specified value applied through the recommended power supply filtering network.
9. Typical peak-to-peak jitter (=6*RMS width of Jitter).
10. Measured with DJ-free data input signal. In actual application, output DJ will be the sum of input DJ and ΔDJ. If measured with TJ-free data input signal. In actual application, output TJ will be given by:

$$TJ_{OUT} = DJ_{IN} + \Delta DJ + \sqrt{(TJ_{IN} - DJ_{IN})^2 + (\Delta TJ - \Delta DJ)^2}$$

Transmitter						
Output Opt. Pwr: 50 or 62.5 MMF	P_{OUT}	-9		-2.5	dBm	1
Optical Wavelength	λ	830		860	nm	
Spectral Width	σ			0.85	nm	
Optical Modulation Amplitude @ 4.25 Gb/s	OMA	247			µW	2
Optical Modulation Amplitude @ 2.125 Gb/s	OMA	196			µW	2
Optical Modulation Amplitude @ 1.0625 Gb/s	OMA	156			µW	2
Optical Rise/Fall Time	t_r/ t_f			90	ps	3
Relative Intensity Noise	RIN			-118	dB/Hz	
Deterministic Jitter Contribution @ 2.125 Gb/s	TX ΔDJ			56.5	ps	4
Deterministic Jitter Contribution @ 4.25 Gb/s	TX ΔDJ			28.2	ps	4
Total Jitter Contribution @ 2.125 Gb/s	TX ΔTJ			119	ps	5
Total Jitter Contribution @ 4.25 Gb/s	TX ΔTJ			56.5	ps	5
Extinction Ratio @ 1.25 Gb/s	ER	9			dB	6
Mask Margin			45%			
Receiver						
Receiver Sensitivity = 1.0625 Gb/s	RxSENS			-20	dBm	7
Receiver Sensitivity = 2.125 Gb/s	RxSENS			-18	dBm	7
Receiver Sensitivity = 4.25 Gb/s	RxSENS			-15	dBm	7
Receiver Sensitivity = 1.25 Gb/s	RxSENS			-20	dBm	8
Stressed RX sens. =1.0625 Gb/s		0.055			mW	9
Stressed RX sens. =2.125 Gb/s		0.096			mW	9
Stressed Rx sens. = 4.25 Gb/s		0.138			mW	9
Stressed RX sens. =1.25 Gb/s				-13.5	dBm	10
Average Receiver Power	Rx_{MAX}			0	dBm	
Receiver Elec. 3 dB cutoff frequency				1500	MHz	11
Receiver Elec. 3 dB cutoff frequency				2500	MHz	12
Optical Center Wavelength	λ_C	770		860	nm	
Optical Return Loss		12			dB	
LOS De-Assert	LOS_D			-20	dBm	
LOS Assert	LOS_A	-30			dBm	
LOS Hysteresis		0.5			dB	

Notes:

1. Class 1 Laser Safety per FDA/CDRH, and EN (IEC) 60825 laser safety standards.
2. Equivalent extinction ratio specification for Fibre Channel. Allows smaller ER at higher average power.
3. Unfiltered, 20-80%. Complies with FC 1x and 2x eye mask when filtered.
4. Measured with DJ-free data input signal. In actual application, output DJ will be the sum of input DJ and ΔDJ.
5. If measured with TJ-free data input signal. In actual application, output TJ will be given by:

$$TJ_{OUT} = DJ_{IN} + \Delta DJ + \sqrt{(TJ_{IN} - DJ_{IN})^2 + (\Delta TJ - \Delta DJ)^2}$$

6. Applicable for Rate Selectable version only in low bandwidth mode.
7. Specifications are for 50 micro-meter or 62.5 micro-meter fiber.
8. As measured with 9dB extinction ratio.
9. Measured with conformance signals defined in FC-PI-2 Rev. 7.0 specifications.

Data Rate	BR		1.062, 1.25, 2.125, 4.25		Gb/sec	1
Bit Error Rate	BER			10^{-12}		5
Fiber Length on 50/125µm MMF	L			550 300 150	m	2 3 4
Fiber Length on 62.5/125µm MMF	L			300 150 70	m	2 3 4

Notes:
1. 1x, 2x,4x Fibre Channel compatible, per FC-PI-2 Rev. 7.0. Rate selectable version is also Gigabit Ethernet compatible per IEEE 802.3.
2. At 1.0625 Gb/s Fibre Channel data rate and, for rate selectable version, at 1.25 Gb/s Gigabit Ethernet data rate.
3. At 2.125 Gb/s Fibre Channel data rate.
4. At 4.25 Gb/s Fibre Channel data rate
5. 4.25Gb/s with PRBS 2^7-1.

VI. Environmental Specifications

Finisar 850nm SFP transceivers have an extended operating temperature range from –20°C to +85°C case temperature.

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units	Ref.
Case Operating Temperature	T_{op}	-20		85	°C	
Storage Temperature	T_{sto}	-40		85	°C	

VII. Regulatory Compliance

Finisar transceivers are Class 1 Laser Products and comply with US FDA regulations. These products are certified by TÜV and CSA to meet the Class 1 eye safety requirements of EN (IEC) 60825 and the electrical safety requirements of EN (IEC) 60950. Copies of certificates are available at Finisar Corporation upon request.

Accuracy						
Internally measured transceiver temperature	$DD_{Temperature}$			3	°C	
Internally measured transceiver supply voltage	$DD_{Voltage}$			100	mV	
Measured TX bias current	DD_{Bias}			10	%	1
Measured TX output power	$DD_{Tx\text{-}Power}$			2	dB	
Measured RX received average optical power	$DD_{Rx\text{-}Power}$			2	dB	
Dynamic Range for Rated Accuracy						
Internally measured transceiver temperature	$DD_{Temperature}$	-20		85	°C	
Internally measured transceiver supply voltage	$DD_{Voltage}$	3.0		3.6	V	
Measured TX bias current	DD_{Bias}	0		20	mA	
Measured TX output power	$DD_{Tx\text{-}Power}$	-9		-2.5	dBm	
Measured RX received average optical power	$DD_{Rx\text{-}Power}$	-20		0	dBm	
Max Reporting Range						
Internally measured transceiver temperature	$DD_{Temperature}$	-40		125	°C	
Internally measured transceiver supply voltage	$DD_{Voltage}$	2.8		4.0	V	
Measured TX bias current	DD_{Bias}	0		20	mA	
Measured TX output power	$DD_{Tx\text{-}Power}$	-10		-3	dBm	
Measured RX received average optical power	$DD_{Rx\text{-}Power}$	-22		0	dBm	

Notes:
1. Accuracy of Measured Tx Bias Current is 10% of the actual Bias Current from the laser driver to the laser.