

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE RED DE COMUNICACIONES BAJO LA PLATAFORMA METRO ETHERNET DE CANTV PARA LA INTERCONEXION DE LAS UNIDADES NAVALES DE LA ARMADA BOLIVARIANA EN LA ZONA METROPOLITANA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Arjona V., Marcel D.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2011

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE RED DE COMUNICACIONES BAJO LA PLATAFORMA METRO ETHERNET DE CANTV PARA LA INTERCONEXION DE LAS UNIDADES NAVALES DE LA ARMADA BOLIVARIANA EN LA ZONA METROPOLITANA

Prof. Guía: Ing. María Eugenia Álvarez
Tutor Industrial: Ing. Rafael Camacho

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Arjona V., Marcel D.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2011

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 31 de mayo de 2011


Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Marcel D. Arjona V., titulado:

“PROPUESTA DE RED DE COMUNICACIONES BAJO LA PLATAFORMA METROETHERNET DE CANTV PARA LA INTERCONEXIÓN DE LAS UNIDADES NAVALES DE LA ARMADA BOLIVARIANA EN LA ZONA METROPOLITANA”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la Mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Paolo Maragno
Jurado


Prof. Carlos Moreno
Jurado


Prof. María E. Álvarez
Prof. Guía

DEDICATORIA

Dedico el producto de este gran esfuerzo a la persona que me brindo la oportunidad de estudiar con un apoyo constante e incondicional en todo momento, inculcándome valores y principios que me dieron la fortaleza para ser hoy día quien soy.

Gracias GIGI!

AGRADECIMIENTOS

A mi familia Vegas por el cariño, la paciencia y el apoyo que me han brindado en toda la carrera, en especial a mi tía Esther, por estar en los momentos más importantes de mi vida dándome fuerza y ánimo para la culminación de este proyecto.

A la familia Flores por ofrecerme la confianza y colaboración en todo momento de manera sincera, en especial a mi esposa Julide Flores, por su constante apoyo emocional y profesional que me ha brindado.

A mi Brownie por ser el más fiel de todos los amigos.

A la Universidad Central de Venezuela, en especial a todo el personal de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, por haberme formado no solo con una base amplia de conocimientos, sino también por haberme inculcado principios y valores éticos de la profesión .

A la Prof. María Eugenia Álvarez, quien con su simpatía, conocimientos y experiencia profesional me brindó una excelente orientación técnica en el desarrollo de este proyecto.

A CANTV, por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto con la guía del personal técnico capacitado, con los cuales tome nuevas experiencias que me permitieron fortalecer mis conocimientos, en especial a Jorge Guaramata, Yasmir Rivas, Luis Guerrero, Arcelis Díaz, Yelitza Contreras y Yusmari Laguna.

A mi tutor industrial Ing. Rafael Camacho por su constante colaboración, la cual me fue de gran ayuda.

A María Auxiliadora Rojas, por ser una colaboradora incondicional en todo momento.

A Dickxon's Linares, Juan Galeno, Ilwin Ruiz y Antonio Perdomo por ser los panas que han estado en la buenas y malas, siempre llenos de un gran humor que los caracteriza.

Arjona V., Marcel D

PROPUESTA DE RED DE COMUNICACIONES BAJO LA PLATAFORMA METRO ETHERNET DE CANTV PARA LA INTERCONEXIÓN DE LAS UNIDADES NAVALES DE LA ARMADA BOLIVARIANA EN LA ZONA METROPOLITANA

Prof. Guía: Ing. María Eugenia Álvarez. Tutor Industrial: Ing. Rafael Camacho. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: CANTV. 2011. 79h. + anexos.

Palabras Claves: Diseño; Propuesta, Acceso; Ancho de Banda; Metro Ethernet; CANTV.

Resumen: Se propone un modelo de plataforma de comunicaciones para las unidades navales de la Armada Bolivariana ubicadas en la Zona Metropolitana, que permita agilizar procesos telemáticos, de comando y control de manera rápida y segura. La propuesta se basa en la utilización de la red Metro Ethernet de CANTV a través de planes de acceso y servicios. Para el ajuste a los planes, se realizó un estudio de tráfico para conocer el estimado de ancho de banda necesario en cada unidad naval, así como el medio e interfaz a utilizar para el acceso. Adicionalmente se analizaron soluciones de acceso a redes Metro Ethernet, propuestas por Cisco System y Alcatel-Lucent para elección de equipos a utilizar en el diseño.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VII
LISTA DE TABLAS	XIII
LISTA DE FIGURAS	XIV
ACRÓNIMOS	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1. GENERALIDADES	3
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Alcance.....	5
1.5. Delimitaciones.....	5
1.6. Limitaciones	6
CAPÍTULO II	7
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.1. Plataforma de Comunicaciones.....	7
2.2. Modelo OSI.....	7
2.2.1. Capa Física	8
2.2.2. Capa de Enlace de Datos	9
2.2.3. Capa de Red.....	9
2.2.4. Capa de Transporte.....	9

2.2.5. Capa de Sesión	10
2.2.6. Capa de Presentación.....	11
2.2.7. Capa de Aplicación	11
2.3. Redes Metro Ethernet.....	12
2.4. Metro Ethernet Vs Otras tecnologías	12
2.5. Metro Ethernet <i>Fórum</i> (MEF).....	14
2.6. Modelo de Referencia	14
2.6.1. Equipo del Cliente (CE)	15
2.6.2. Interfaz Nodo-Usuario (UNI).....	15
2.7. Tipos de Servicios Ethernet	17
2.7.1. Ethernet Line (E-Line)	17
2.7.2. Ethernet LAN (E-LAN).....	19
2.8. Atributos del Servicio Ethernet.....	20
2.8.1. Interfaz física	20
2.8.2. Ancho de banda	20
2.8.3. Parámetros de Rendimiento.....	21
2.8.4. Clases de Identificadores de Servicio.....	22
2.8.5. Entrega de Tramas	23
2.9. Aplicaciones Típicas	24
2.9.1. Acceso dedicado a Internet.....	24
2.9.2. Extensión de LAN	25
2.9.3. Intranet/Extranet Nivel 2 VPN	25
2.10. Redes de Próxima Generación (NGN).....	25

CAPÍTULO III	27
3. MARCO METODOLÓGICO	27
3.1. Tipo de estudio.....	27
3.2. Área de la Investigación.....	28
3.3. Población y Muestra.....	28
3.4. Técnicas de Recolección de Datos	28
3.5. Descripción de fases.....	30
3.5.1. Fase 1: Diagnóstico de Localidades	30
3.5.2. Fase 2: Estudio de Tecnología.....	31
3.5.3. Fase 3: Estudio de la Plataforma Metro Ethernet de CANTV	31
3.5.4. Fase 4: Pre-Diseño.....	31
3.5.5. Fase 5: Elección de Equipos.....	32
3.5.6. Fase 6: Propuesta de Diseño.....	32
3.6. Diagrama del Proceso de Diseño	32
CAPÍTULO IV	34
4. DESARROLLO DE DISEÑO	34
4.1. Comunicaciones en la Armada Bolivariana.....	34
4.1.1. Plataforma de comunicaciones actual	34
4.1.2. Unidades Navales a interconectar	36
4.1.2.1. Comandancia General de la Armada (CGA)	41
4.1.2.2. Escuela Superior de Guerra Naval (ESGN).....	41
4.1.2.3. Agrupamiento Logístico Naval “Prado de María” (ALOPAM)..	42
4.1.2.4. Dirección de Raciones y Alimentación (DRA)	42
4.1.2.5. División de Infantería Marina “Simón Bolívar” (DIVIMBO).....	42
4.1.2.6. Escuela Naval de Venezuela (ENV).....	42
4.1.2.7. Escuela de Post-Grado de la Armada (EPAR).....	43

4.1.2.8. Centro de Adiestramiento Naval “CN Felipe Santiago Estévez” (CANES).....	43
4.1.3. Matriz de Requerimientos	43
4.2. Metro Ethernet de CANTV	44
4.2.1. Arquitectura.....	44
4.2.2. Servicios	46
4.2.3. Precios	49
4.3. Estudio de parámetros del diseño.....	51
4.3.1. Factibilidad de la red metro Ethernet CANTV	51
4.3.2. Ancho de banda	53
4.3.2.1. Correo Electrónico.....	53
4.3.2.2. Servidor de datos y aplicaciones internas con acceso web	56
4.3.2.3. Voz IP	58
4.3.2.4. Video Conferencia.....	61
4.3.2.5. Internet	62
4.3.3. Escalabilidad	63
4.3.4. Calidad de Servicio	65
4.3.5. Redundancia	66
4.4. Equipos.....	67
4.4.1. Solución Cisco System.....	67
4.4.1.1. Metro Cobre.....	67
4.4.1.2. Metro Fibra	69
4.4.2. Solución Alcatel-Lucent.....	70
4.4.2.1. Metro Cobre.....	70
4.4.2.2. Metro Fibra	72
4.4.3. Elección de equipos	72

CAPÍTULO V	74
5. PROPUESTA DE DISEÑO	74
5.1. Descripción	74
5.2. Factibilidad.....	76
5.2.1. Factibilidad Técnica	77
5.2.2. Factibilidad Operativa	77
5.2.3. Factibilidad Económica	77
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
BIBLIOGRAFÍAS	82
ANEXOS	84

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de requerimientos de la Armada Bolivariana.....	44
Tabla 2: Clasificación y Marcaje de Tráfico.....	48
Tabla 3: Planes de Calidad de Servicio (QoS).....	48
Tabla 4: Precio por tipo de puerto de acceso	50
Tabla 5: Precio por ancho de banda y calidad de servicio	50
Tabla 6: Precio por servicio de Internet	51
Tabla.7: Factibilidad de acceso a la red Metro Ethernet de CANTV	52
Tabla 8: Clasificación de usuario de correo electrónico	54
Tabla 9: Estimado de kilobytes utilizado a diario por usuario según su perfil	54
Tabla 10: Perfil de usuario de correo electrónico de las Unidades Navales	55
Tabla 11: Demanda estimada de ancho de banda por correo electrónico por las unidades navales y el nodo principal	56
Tabla 12: Demanda estimada de ancho de banda por transferencia de archivo y acceso web por las unidades navales y el nodo principal.....	58
Tabla 13: Tabla comparativa de CÓDEC soportado por Polycom MGC 50.....	59
Tabla 14: Demanda estimada de ancho de banda de VoIP en las unidades navales y el nodo principal.	61
Tabla 15: Demanda estimada de ancho de banda por servicio de Internet en las unidades navales y el nodo principal.	63
Tabla 16: Ancho de Banda estimada por unidades navales y el nodo principal	64
Tabla 17: Planes de Acceso sugeridos para las unidades navales y el nodo principal	65
Tabla 18: Planes de calidad de servicio para las unidades navales y el nodo principal.	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Capas del Modelo OSI.....	8
Figura 2: Modelo Básico para Servicios Ethernet.....	15
Figura 3: Servicio E-Line.....	17
Figura 4: Servicio E-LAN.....	19
Figura 5: Bits de Multicast.....	24
Figura 6: Etapas del Proceso de Diseño de la Red Metro Ethernet	33
Figura 7: Plataforma de Comunicaciones actual de la Armada Bolivariana	35
Figura 8: Ubicación de las Unidades Navales en la Zona Metropolitana	37
Figura 9: Ubicación de las Unidades Navales en la ciudad de Caracas.....	38
Figura 10: Ubicación de las Unidades Navales en la Población de Catia La Mar.....	39
Figura 11: Interconexión actual de las Unidades Navales	39
Figura 12: Arquitectura Metro Ethernet de CANTV	45
Figura 13: Acceso a la red Metro Ethernet de CANTV	46
Figura 14: Acceso a Internet desde la red Metro Ethernet de CANTV	47
Figura 15: Servicio de interworking a través de Metro Ethernet de CANTV	49
Figura 16: Interfaz gráfica de la Aplicación “ <i>Erlang and VoIP Banwich Calculator</i> ”	60
Figura 17: Redundancia para el nodo principal (CGA)	67
Figura 18: Router Cisco SIOSHO 78	69
Figura 19: Switch Cisco WS-3750X-24T-L.....	70
Figura 20: Modem Alcatel-Lucent modelo Thomson ST 605S.....	71
Figura 21: Switch Alcatel modelo 7250 SAS	72
Figura 22: Plataforma de Comunicaciones de la Armada Bolivariana a través de la red Metro Ethernet de CANTV.....	75

ACRÓNIMOS

- CPE:** *Customer Premises Equipment* (Equipo en Instalaciones de Cliente)
- DNS:** *Domain Name System* (Sistema de Nombres de Dominio)
- IETF:** *Internet Engineering Task Force* (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet)
- IP:** *Internet Protocol* (Protocolo Internet)
- IPBX:** *Internet Protocol Private Branch Exchange* (Centralita Privada basada en IP)
- ISO:** *International Organization for Standardization* (Organización Internacional para la Estandarización)
- OSI:** *Open Systems Interconnection* (Interconexión de Sistemas Abiertos)
- ISP:** *Internet Service Provider* (Proveedor de Servicios Internet, PSI)
- ITU-T:** *International Telecommunications Union - Telecommunications* (Unión Internacional de Telecomunicaciones - Telecomunicaciones)
- LAN:** *Local Area Network* (Red de Área Local)
- WAN:** *Wide Area Network* (Red de Área Amplia)
- MOS:** *Mean Opinion Score* (Media de Resultado de Opinión)
- PBX:** *Private Branch Exchange* (Centralita Telefónica Privada)
- PPP:** *Point to Point Protocol* (Protocolo Punto a Punto)
- QoS:** *Quality of Service* (Calidad de Servicio)
- RTCP:** *Real Time Control Protocol* (Protocolo de Control de Tiempo Real)
- RTP:** *Real Time Protocol* (Protocolo de Tiempo Real)
- SIP:** *Session Initiation Protocol* (Protocolo de Inicio de Sesión)
- TCP:** *Transmission Control Protocol* (Protocolo de Control de Transmisión)
- UDP:** *User Datagram Protocol* (Protocolo de Datagramas de Usuario)
- UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones
- UPS:** *Uninterruptible Power Supply* (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)
- VLAN:** *Virtual Local Area Network* (Red de Área Local Virtual)
- VoIP:** *Voice Over Internet Protocol* (Voz Sobre Protocolo Internet)
- VPN:** *Virtual Private Network* (Red Privada Virtual)

INTRODUCCIÓN

Las empresas en todos los sectores están comenzando a depender de la información, comunicaciones y transacciones en las redes. El uso y complejidad de las redes ha aumentado al mismo tiempo que las aplicaciones con gran demanda de ancho de banda; por ello, muchas organizaciones encuentran que sus redes WAN se están convirtiendo en cuellos de botella. Actualmente, dichas empresas han construido sus redes utilizando líneas privadas, *Frame Relay*, y ATM para sus WANs. Estas tecnologías ofrecen escalabilidad limitada y el aprovisionamiento de ancho de banda adicional es costoso y complejo.

Las redes Metro Ethernet son arquitecturas basadas en la tecnología Ethernet que permiten prestar servicios de transferencia de datos, videos y capaces de soportar tráfico en tiempo real RTP (VoIP o VideoIP). Esta arquitectura comúnmente se puede formar en varios medios de transmisión guiados, como los son el cobre o la fibra óptica, ofreciendo velocidades desde 10 Mbps hasta 10 Gbps Metro Ethernet permite la calidad de servicios con mejores anchos de bandas, es compatible con tecnologías de transporte ya existentes como lo son ATM y *Frame Relay* y además no requiere de grandes inversiones de operaciones por crecimientos de localidades.

La Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela (CANTV) es la empresa nacional de telecomunicaciones con mayor prestigio y la más grande a nivel de infraestructura física instalada en Venezuela, entre sus principales productos brinda servicios de interconexión para el tráfico de voz, datos y video sobre su plataforma de red a clientes particulares o corporativos a lo largo y ancho de todo el país. CANTV constantemente se encuentran en la búsqueda de servicios innovadores que permitan modernizar la plataformas tecnológicas de las instituciones ligadas al estado y mantener un posicionamiento importante en su medio ambiente comercial, por ello, el prestar servicios innovadores, seguros, de calidad y de amplia aceptación

se asume como un objetivo estratégico con la finalidad de lograr el bienestar social. Actualmente CANTV ofrece servicios de transporte de datos con distintas velocidades a través de tecnologías como lo son *Frame Relay*, ATM, ABA Satelital y Metro Ethernet. Estos servicios son muy útiles para formar canales punto a punto, punto multipunto, conexión a Internet, conexiones de respaldo, entre otras.

La Armada Bolivariana de Venezuela es el componente de la Fuerza Armada Nacional de Venezuela encargado de asegurar la defensa naval y el cumplimiento de la Constitución y las leyes, cooperar en el mantenimiento del orden interno y participar activamente en el desarrollo nacional, a fin de garantizar la independencia, la soberanía y la integridad de los espacios acuáticos de la Nación. En estos últimos años, la Armada venezolana comenzó con un amplio proceso de modernización no solo en el campo de tecnología militar sino que también requiere fuertes inversiones para la expansión de las operaciones en comunicaciones.

En el siguiente trabajo, se analizarán todos los aspectos necesarios para cubrir las necesidades de comunicación de la Armada Bolivariana con el fin de interconectar las unidades navales en la Zona Metropolitana a través de la plataforma de red Metro Ethernet perteneciente a CANTV.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del Problema

En su mayoría, los enlaces que posee la Armada Bolivariana no cuentan con las capacidades de tráfico suficientes para cumplir con las actividades de comando y control operacional, para la implementación de las aplicaciones tales como video conferencia, telefonía sobre IP y servicios cliente servidor, así como impulsar la educación a distancia con el apoyo de las nuevas tecnologías de información y comunicación, y cumplir a cabalidad con los requerimientos de las salas situacionales.

Por otra parte aunque se cuenta con el Sistema de Comunicaciones para la Defensa Nacional (SICODENA), su inconsistencia y poca capacidad operativa no cubre la demanda de los anchos de banda exigidos para la operatividad de los servicios de la Intranet de la Armada.

En virtud de lo anteriormente dicho, se plantea una propuesta de diseño de red de comunicaciones con tecnología Metro Ethernet, que permita la escalabilidad con poca inversión para operaciones futuras, que brinde alta capacidad de tráfico y permita la implementación de calidad de servicio.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Plantear una red de comunicaciones bajo la plataforma Metro Ethernet de CANTV para la interconexión de las unidades navales de la Armada Bolivariana de Venezuela en la Zona Metropolitana.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar las unidades navales a interconectar en la Zona Metropolitana pertenecientes a la Armada Bolivariana.
- Diagnosticar limitaciones y requerimientos de comunicación presentes en las unidades navales a interconectar pertenecientes a la Armada Bolivariana.
- Evaluar las características técnicas y la relación Costo-Beneficio de los equipos Metro Ethernet ofrecidos en el mercado para ser utilizados en la propuesta de diseño.
- Identificar los nodos de acceso sobre la plataforma Metro Ethernet de CANTV para ubicar la “Última Milla” cercana a las unidades navales.
- Elaborar la topología de interconexión de las unidades de la Armada Bolivariana en la Zona Metropolitana para ser propuesta ante la Armada Bolivariana a través de CANTV.
- Escoger los correspondientes equipos de red sugeridos para la implementación de la nueva plataforma de comunicaciones con Metro Ethernet.

1.3. Justificación

La Armada Bolivariana de Venezuela como componente de la Fuerza Armada Nacional debe poseer un servicio de transporte de datos de alta calidad, seguro y confiable entre las unidades navales terrestres y la Comandancia General de la Armada así como con otras instituciones a fin de que permita el intercambio de información necesaria para brindar la seguridad y el resguardo de la soberanía nacional. A través de este proyecto se busca una propuesta eficiente que permita instalar una plataforma de red WAN en un número de unidades navales terrestres, establecimientos y la Comandancia General de la Armada para incrementar la cantidad de usuarios en la red, de manera que exista mayor integración en la población naval y gocen de los servicios telemáticos de buena calidad.

1.4. Alcance

La propuesta de interconexión de las unidades navales a través de la plataforma Metro Ethernet de CANTV en la Zona Metropolitana, será basada en una topología donde se indicaran las especificaciones de los equipos a utilizar tanto en los nodos de distribución de la red Metro Ethernet como en los nodos de acceso ubicados en cada unidad o establecimiento naval. Se sugerirá el medio de transmisión, interfaz, conector y según el análisis de tráfico realizado, el ancho de banda para cada conexión. También se indicará las especificaciones de infraestructura de la planta donde se encuentre el nodo de distribución para que se considere óptima para incorporación a la plataforma de comunicaciones Metro Ethernet.

1.5. Delimitaciones

La zona metropolitana es el área urbana que engloba una ciudad central y una serie de ciudades satélites que pueden funcionar como ciudades dormitorio,

industriales, comerciales y de servicios, todo ello organizado de una manera centralizada. La zona metropolitana es un concepto contemporáneo para definir a la conurbación que tiene como centro la ciudad de Caracas en el Distrito Capital de Venezuela, se extiende y engloba al Distrito Metropolitano de Caracas (Municipios Libertador, Chacao, Baruta, Sucre y El Hatillo), y además cubre las zonas de Guarenas, Guatire, Los Teques, Carrizal, San Antonio de Los Altos, Charallave y Cúa, pertenecientes al Estado Miranda, y Catia La Mar, Maiquetía, La Guaira, Macuto, Caraballeda, Naiguatá y Carayaca pertenecientes al Estado Vargas.

En el proyecto para la propuesta de diseño para la red de comunicaciones de la Armada Bolivariana a través de Metro Ethernet de CANTV, las unidades navales a interconectar se centran básicamente en estado Vargas (Parroquia Catia la Mar) y en el Distrito Capital (Municipio Chacao y Municipio Libertador).

1.6. Limitaciones

Por la ubicación geográfica de las unidades navales terrestres pertenecientes a la Armada Bolivariana de Venezuela, éstas en su mayoría se encontraban distantes entre sí, por lo que se requirió mayor tiempo de lo estimado para lograr presencia en cada unidad. Por otra parte, con el tema de seguridad de la nación, el acceso a los nodos de distribución de la plataforma de comunicaciones que posee actualmente cada unidad naval se considera complejo, no se permitió tomar fotos y ni se otorgó información sobre el direccionamiento lógico utilizado en la red, que aunque no es imprescindible para el desarrollo de este proyecto, sería información de mayor detalle.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Plataforma de Comunicaciones

Sistema base que permite la transferencia de información de manera integral entre dos o más puntos y define lo compatible a este a través de estándares de arquitectura en hardware y software.

2.2. Modelo OSI

Marco referencial creado por la ISO (*International Organization for Standardization*) en 1984, de manera de ser utilizado como una gran herramienta para la enseñanza de comunicaciones de redes, en especial para la ubicación de los protocolos utilizados y para lograr el rompimiento de la incompatibilidad entre muchas tecnologías de comunicación. Este modelo está dividido en siete capas: como se muestra en la figura 1. Las capas son las siguientes:

- Física
- Enlace de Datos
- Red, Transporte
- Sesión
- Presentación
- Aplicación.



Figura 1: Capas del Modelo OSI

2.2.1. Capa Física

Es la que se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, tanto en lo que se refiere al medio físico como a la forma en la que se transmite la información. Sus principales funciones se pueden resumir como:

- Definir el medio o medios físicos por los que va a viajar la comunicación: cable de pares trenzados (o no, como en RS232/EIA232), coaxial, guías de onda, aire, fibra óptica.
- Definir las características materiales (componentes y conectores mecánicos) y eléctricas (niveles de tensión) que se van a usar en la transmisión de los datos por los medios físicos.
- Definir las características funcionales de la interfaz (establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace físico).
- Transmitir el flujo de bits a través del medio.
- Manejar las señales eléctricas del medio de transmisión, polos en un enchufe, etc.

2.2.2. Capa de Enlace de Datos

Esta capa se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso al medio, de la detección de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo. Recibe peticiones de la capa de red y utiliza los servicios de la capa física. La capa de enlace puede considerarse dividida en dos subcapas:

- Control Lógico de Enlace LLC ("*Logical Link Control*"): define la forma en que los datos son transferidos sobre el medio físico, proporcionando servicio a las capas superiores.
- Control de Acceso al Medio MAC ("*Medium Access Control*"): esta subcapa actúa como controladora del hardware subyacente (el adaptador de red). Su principal tarea consiste en arbitrar la utilización del medio físico para facilitar que varios equipos puedan competir simultáneamente por la utilización de un mismo medio de transporte.

2.2.3. Capa de Red

Esta capa realiza el direccionamiento lógico y la determinación de la ruta de los datos hasta su receptor final. El objetivo de la capa de red es hacer que los datos lleguen desde el origen al destino, aun cuando ambos no estén conectados directamente. Se utilizan dos tipos de paquetes: paquetes de datos y paquetes de actualización de ruta. No contempla corrección de errores.

2.2.4. Capa de Transporte

Capa encargada de efectuar el transporte de los datos que se encuentran dentro del paquete de la máquina origen a la de destino, independizándolo del tipo de

red física que se esté utilizando. La PDU de la capa 4 se llama Segmento. Sus protocolos son TCP y UDP; el primero orientado a conexión y el otro sin conexión. Trabajan, por lo tanto, con puertos lógicos y junto con la capa red dan forma a los Sockets IP, que son ventanas de comunicación identificadas por una dirección IP y un puerto lógico de conexión. Las funciones típicas de la capa de transporte incluyen lo siguiente:

- Control de flujo: administra la transmisión de datos entre dispositivos de tal manera que el dispositivo transmisor no envíe más datos que el dispositivo receptor puede procesar.
- Multiplexaje: proporciona datos desde muchas aplicaciones para que sean transmitidas por un único enlace físico.
- Administración de circuitos: Establece, mantiene y libera los circuitos virtuales.
- Verificación de errores y recuperación: engloba varios mecanismos para la detección de errores en la transmisión. La recuperación de errores engloba tomar una acción hasta resolver cualquier error que se pueda presentar.

2.2.5. Capa de Sesión

Esta capa es la que se encarga de establecer, mantener, controlar y terminar el enlace establecido entre dos computadores que están transmitiendo datos de cualquier índole. Por lo tanto, el servicio provisto por esta capa es la capacidad de asegurar que, dada una sesión establecida entre dos máquinas, la misma se pueda efectuar para las operaciones definidas de principio a fin, reanudándolas en caso de interrupción. Las comunicaciones de datos se transportan a través de redes conmutadas por paquetes, al contrario que lo que ocurre con las llamadas telefónicas.

2.2.6. Capa de Presentación

Las computadoras tienen códigos diferentes para representar cadenas de caracteres, enteros y demás. Con el fin de hacer posible la comunicación entre computadoras con representaciones diferentes, la estructura de datos por intercambiar se puede definir en forma abstracta, junto con un código estándar que se use en el medio; la capa de presentación maneja estas estructuras de datos abstractas y las convierte de la presentación que usa dentro de la computadora a la presentación estándar de la red y viceversa. El objetivo de esta capa es encargarse de la representación de la información, de manera que aunque distintos equipos puedan tener diferentes representaciones internas de caracteres los datos lleguen de manera reconocible. Esta capa también permite cifrar los datos y comprimirlos. Por lo tanto, podría decirse que esta capa actúa como un traductor.

2.2.7. Capa de Aplicación

Es la capa del modelo OSI más cercana al usuario que suministra servicios de red a los programas del usuario, cabe aclarar que el usuario normalmente no interactúa directamente con la capa de aplicación, suele interactuar con programas que a su vez interactúan con la capa de aplicación pero ocultando la complejidad subyacente. Los protocolos más utilizados en esta capa son: FTP (*File Transfer Protocol*), DNS (*Domain Name Service*), DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*), HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), NAT (*Network Address Translation*), POP (*Post Office Protocol*), SMTP (*Simple Mail Transport Protocol*), SSH (*Secure SHell*) y TFTP (*Trival File Transfer Protocol*).

2.3. Redes Metro Ethernet

Arquitectura de interconexión de capa 2 basadas en el protocolo Ethernet para brindar servicios de conectividad de alta velocidad que permiten extender redes de área local (LAN) a entornos de área metropolitana (MAN), inicialmente fue una solución para redes del operador, hoy día es brindada a los clientes del mercado. Múltiples redes Metro Ethernet interconectadas por una WAN pueden proporcionar una cobertura nacional o internacional.

No obstante, las redes que implementan los servicios Metro Ethernet poco tienen que ver con las redes Ethernet de área local. Para poder ofrecer estas conectividades las redes de operador cuentan con nuevos equipos y protocolos que añaden una capa de control que permite solventar los problemas de escalabilidad, control y gestión que aparecen cuando se pretenden ofrecer servicios Ethernet de área local en un ámbito de área extensa. Hoy en día existen varios protocolos pero parece que el que tiene mayor adopción es el MPLS (*Multi Protocol Label Switching*).

2.4. Metro Ethernet Vs Otras tecnologías

Las redes Ethernet poseían inconvenientes, que actualmente han sido superados, entre los inconvenientes se encuentran:

- La Distancia: era una gran limitación puesto que las redes Ethernet sobre cobre podían cubrir una extensión de 100 m antes de que el retardo de propagación causara una degradación seria en la comunicación; ahora con las tecnologías ópticas nos permiten transportar Ethernet hasta decenas e incluso a centenares de km.
- La Fiabilidad y Redundancia: las redes Ethernet no eran consideradas tan fiables como las redes ATM, de hecho los mecanismos de redundancia y

recuperación ante fallos de *Ethernet con Spanning Tree*, eran sumamente lentos e ineficientes; hoy día los fabricantes de equipos basados en Ethernet aportan soluciones tan fiables como la telefonía tradicional TDM, con tiempos de protección similares.

- La Capacidad de Crecimiento: hechos como el continuo *Broadcast* necesario o la necesidad de aprendizaje de direcciones físicas (MAC) de todos los usuarios en todos los nodos de la red, ponían entredicho la capacidad de crecimiento, pero con modificaciones en la tecnología, actualmente las redes basadas en el protocolo Ethernet son totalmente ampliables sin afectar su rendimiento a través de segmentaciones.
- La Seguridad: Ethernet es una tecnología de medios compartidos en el que los usuarios fácilmente podían acceder al tráfico de otros, pero con la separación de usuarios y tecnologías de tunelización ha aumentado la privacidad del tráfico.

Los servicios Metro Ethernet ahora son ofrecidos por una amplia gama de proveedores de servicio. Estos proveedores han extendido dichos servicios más allá de sus redes MAN y de sus redes WAN. Las principales ventajas de Metro Ethernet sobre las otras tecnologías de transporte como lo son Frame Relay o ATM usadas en redes MAN hasta ahora son:

- Bajo Costo: los costos para implantar la estructura (cable, conectores, tarjetas, equipos de interconexión, etc.) son mucho menores, además los costos de configuración y mantenimiento de una red Ethernet también es menor que los de una red *Frame Relay* o ATM, ya que solo se requiere conectar los equipos sin una larga configuración.
- Configuración rápida bajo demanda: una red sobre SDH no es fácilmente ampliable, sin embargo, Ethernet si permite esta flexibilidad con además una

gran variedad de velocidades de transmisión (desde 2 a 1000 Mbps) con incrementos de 1 Mbps o incluso menos.

- Fácil interconexión con otras redes: debido a que el 98 % de las LAN están implementadas sobre Ethernet, no es necesaria una conversión de protocolos entre LAN y MAN. Esto facilita enormemente la integración de redes LAN en la red MAN.
- Tecnología menos compleja para estudiar que ATM o *Frame Relay*.

2.5. Metro Ethernet *Fórum* (MEF)

MEF es una organización sin fines de lucros encargada de acelerar la adopción mundial de las redes y de los servicios Ethernet a nivel del operador. Este está conformado por operadores locales, proveedores de los principales servicios, fabricantes de medios, conectores y equipos, además de otras compañías relacionadas con el desarrollo de tecnología Metro Ethernet. Dentro de sus objetivos esta facilitar la implementación de estándares así como crear nuevos estándares para definir los servicios Metro Ethernet.

2.6. Modelo de Referencia

Todos los servicios Ethernet comparten algunos atributos comunes pero con algunas diferencias. El modelo básico para brindar los servicios Ethernet a través de redes Metro Ethernet se muestra en la siguiente figura 2:

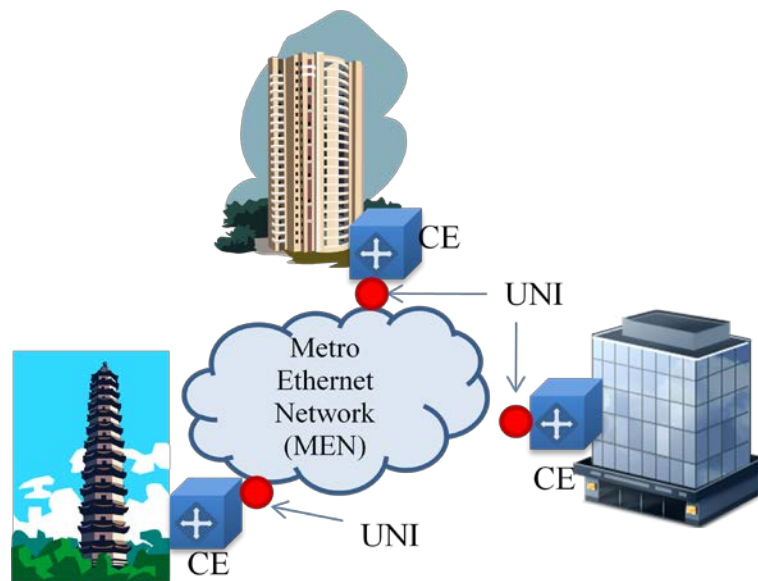


Figura 2: Modelo Básico para Servicios Ethernet

El servicio Ethernet es proporcionado por el proveedor de la red Metro Ethernet (MEN). Puede usar distintas tecnologías y de provisión SONET/SHD, WDM, PON, RPR, MAC-in-MAC, QiQ (VLAN Stack), MPLS.

2.6.1. Equipo del Cliente (CE)

Se conecta a través de la interfaz nodo-usuario (UNI). El CE puede ser *Router*: Bridge IEEE 802.1Q (*Switch*).

2.6.2. Interfaz Nodo-Usuario (UNI)

La UNI posee las siguientes características:

- Standard IEEE 802.3 (PHY MAC)
- Velocidades soportadas 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps o 10Gbps.

- Soporte de varias clases de servicio (QoS)

Una cualidad de servicios Ethernet es la Conexión Virtual Ethernet (EVC). Un EVC es la agrupación de dos o más UNIs, donde estas interfaces demarcan el punto entre el CE y la Red Metro Ethernet (MEN) del proveedor de servicios.

Los EVC realizan dos funciones principalmente:

- Conectar a dos o más suscriptores a través de sus UNIs para permitir así la transferencia de tramas del servicio Ethernet entre ellos.
- Prever la transferencia de datos entre los sitios del proveedor que no son parte del mismo EVC. Esta capacidad permite a un EVC proporcionar el aislamiento y la seguridad de datos similares a un *Frame Relay* o a un circuito virtual permanente de ATM.

Dos reglas básicas gobiernan la entrega de las tramas Ethernet sobre un EVC:

- Una trama nunca se debe entregar de nuevo a la UNI de la cual se originó.
- Las tramas se deben entregar con las direcciones MAC de Ethernet y sin cambiar el contenido de las tramas, es decir, la trama Ethernet va intacta desde la fuente al destino. Esto es comparable con una red orientada a conexión donde se quitan y se desechan los encabezados de las tramas Ethernet.

De acuerdo con estas características, un EVC se puede utilizar para construir una línea privada de la capa 2 o una red privada virtual (VPN). El MEF define dos tipos de EVC: Punto a Punto y Multipunto a Multipunto

2.7. Tipos de Servicios Ethernet

El MEF ha definido dos tipos de Servicio Ethernet de acuerdo con las características de un EVC, el cual puede construir una línea privada de capa 2 o una red privada virtual. Actualmente se definen así:

- Ethernet Line (E-Line) o *Virtual Leased Line* (VLL), el cual provee un EVC punto a punto entre dos UNIs.
- Ethernet LAN (E-LAN) o *Virtual Private LAN Service* (VPLS), el cual provee conectividad multipunto, conectando dos o más UNIs.

2.7.1. Ethernet Line (E-Line)

Este servicio provee un ancho de banda simétrico para envío de datos en ambas direcciones (ver figura 3), sin asegurar desempeño. Un E-Line provee un CIR (*Committed Information Rate*), un CBS (*Committed Burt Size*), un EIR (*Excess Information Rate*) y un EBS (*Excess Burt Size*) dependiendo del proveedor de servicio. Estas características del servicio están relacionadas con los *delay*, *Jitter* y la Seguridad entre las diferentes velocidades de las UNIs.

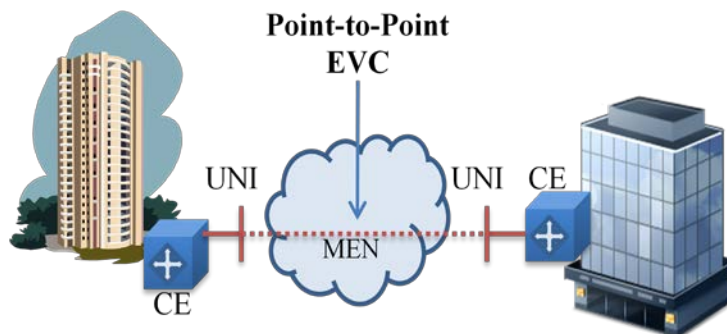


Figura 3: Servicio E-Line

La Multiplexación del servicio de más de un EVC puede ocurrir en ambas UNIs o en ninguna. Por ejemplo, más de un EVC punto a punto (*E-Line Service*) se puede ofrecer en el mismo puerto físico de una UNIs.

Un *E-line* puede proporcionar los EVCs punto a punto entre UNIs similar a usar el PVC de *Frame Relay* para interconectar sitios o similar a un servicio de línea privada TDM, donde existe transparencia para las tramas de servicio entre las UNIs, tales que el encabezado y la carga útil son idénticas en la fuente y el destino. En resumen, un *E-line Service* se puede utilizar para construir los servicios similares a *Frame Relay* o líneas privadas, pero con ventajas de ancho de banda y otras opciones de conectividad muchos mayores.

Un *E-Line* puede operar con ancho de banda dedicado o con un ancho de banda compartido.

- EPL (*Ethernet Private Line*): Es un servicio EVC punto a punto con un ancho de banda dedicado. El cliente siempre dispone del CIR, normalmente en canales SDH o en redes MPLS. Es como una línea TDM, pero con una interfaz Ethernet.
- EVPL (*Ethernet Virtual Private Line*): es un servicio EVC punto a punto, pero en este caso hay un CIR, EIR y una métrica para el soporte de SLA's. Es similar al *Frame Relay*. Suele implementarse con canales TDM compartidos o con redes de conmutación de paquetes usando *Switches y/o Routers*.

2.7.2. Ethernet LAN (E-LAN)

Con este servicio un usuario puede enviar datos de una UNI y puede recibir de una o más UNIs, es decir cada sitio es conectado a un EVC multipunto (ver figura 4), donde se agregan sitios en el mismo EVC multipunto. Una E-LAN puede ser usada para crear un amplio rango de servicios, mostrando un mejor desempeño para los servicios ofrecidos. La E-LAN se usa para interconectar varios usuarios, mientras E-LINE normalmente es usada para interconectarse a Internet. Una E-LAN define el CIR, CBS, EIR y EBS. La velocidad de cada puerto UNI puede ser diferente.

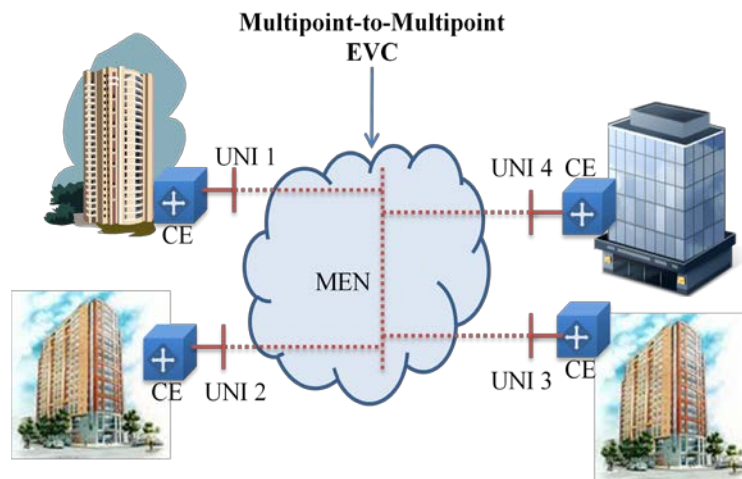


Figura 4: Servicio E-LAN

Un E-LAN puede ser usado para conectar solo dos UNIs, aunque parece similar a un E-Line, hay diferencias. Con un E-Line, cuando se agregue un nuevo usuario, se debe agregar un nuevo EVC para conectar este nuevo usuario a uno de los UNIs existentes, e incluso hasta dos EVC si se desea conectar con ambos. Con un E-LAN no es necesario crear un nuevo EVC, ya que este al ser agregado al EVC a través de VPNs en la red *Switchada* ya se comunica con ambas UNIs.

Un E-LAN puede operar con ancho de banda dedicado o compartido.

- EPLAN (*Ethernet Private LAN*): Suministra una conectividad multipunto entre dos o más UNIs con un ancho de banda dedicado.
- EVPLAN (*Ethernet Virtual Private LAN*): Suministra una conectividad entre dos o más UNIs con un ancho de banda compartido.

2.8. Atributos del Servicio Ethernet

Los tipos de servicios son realmente categorías, puesto que los servicios específicos creados a partir de un tipo de servicio pueden diferenciarse substancialmente uno del otro. Para especificar completamente un servicio Ethernet, un proveedor debe definir el tipo de servicio y las cualidades de servicio. Las UNIs y los EVC se asocian al tipo de servicio.

Estas cualidades de servicio se pueden agrupar principalmente bajo las siguientes categorías: interfaz física, ancho de banda, parámetros de rendimiento, clases de identificadores de servicio, entrega de tramas.

2.8.1. Interfaz física

Para los puntos de acceso (UNI) aplican las especificaciones del estándar 802.3, donde se define el medio, velocidad y modo de la transmisión.

2.8.2. Ancho de banda

Para definir la cantidad de información que puede ser capaz de transferirse en un periodo de tiempo se definen los siguientes parámetros:

- CIR (*Committed Information Rate*): es el máximo ancho de banda garantizado para una cola, este puede ir desde 0 al 100% del ancho de banda contratado por el cliente.
- PIR (*Peak Information Rate*): es el máximo ancho de banda que puede alcanzar una cola cuando no exista congestión, o las otras colas no estén utilizando la totalidad de su CIR asignado. El PIR no está garantizado

2.8.3. Parámetros de Rendimiento

La manera de determinar el rendimiento de la transmisión, es utilizando variables definidas en el área de comunicaciones como lo son:

- Retardo de trama: es el tiempo necesario para que la trama atraviese el medio, y tiene un impacto significativo en la calidad de servicio (Qos) para las aplicaciones en tiempo real.
- *Jitter* de Trama: es la variación de los retardos, muy crítico para telefonía IP y la transmisión de video.
- Pérdida de Trama: es el porcentaje de tramas que no son transmitidas correctamente en un periodo de tiempo, por lo que puede definirse en la siguiente ecuación (a) [1] :

Ec. (a):

$$\% \text{Pérdida de Tramas} = \left[1 - \left(\frac{\text{N}^\circ \text{Tramas Entregadas al UNI destino en el EVC}}{\text{N}^\circ \text{Tramas Enviadas al UNI destino en el EVC}} \right) \right] \times 100$$

Actualmente el MEF está estudiando la consideración de un nuevo parámetro como lo es la disponibilidad del enlace.

2.8.4. Clases de Identificadores de Servicio

Los proveedores de servicio se esfuerzan por ofrecer diferentes clases de servicio, donde cada clase de servicio ofrece diferentes niveles de desempeño definidos por los distintos parámetros de rendimiento.

Metro Ethernet ofrece diferentes clases de servicio al suscriptor, tales como:

- **Puerto Físico:** en este caso, una simple clase de servicio es provista por un puerto físico, es decir, todo el tráfico que entra y sale del puerto recibe la misma clase de servicio para su tráfico. Si el cliente requiere múltiples clases de servicio para su tráfico, este debe habilitar tantos puertos como clases de servicio desee.
- **CE_VLAN CoS (802.1p):** esta clase de servicio utiliza 802.1p para etiquetar las tramas, pudiendo indicar hasta 8 clases de servicio. El proveedor de servicio especificará el ancho de banda y los parámetros de desempeño.
- **DiffServ/IP TOS:** es usado para determinar clases de servicio conocidas con prioridad IP, la cual es muy similar a la definición de 802.1p en IEEE 802.1Q cuando CoS es basada en prioridad de envío. *DiffServ* posee una calidad de servicio más robusta cuando se compara con IP TOS y 802.1p, ya que posee hasta 64 diferentes valores para determinar las clases de servicio. Actualmente todos los *Routers* y *Switches* soportan estas clases de servicios.

2.8.5. Entrega de Tramas

Un EVC permite que las tramas del servicio Ethernet sean intercambiadas entre UNIs que estén conectadas al mismo EVC. Las tramas que se transmiten pueden ser datos del suscriptor o tramas del control. Existen muchas maneras de determinar cual trama debe ser entregada y en el caso de un EVC de múltiples puntos, a que UNIs deben ser entregadas.

Los proveedores de servicios (SP) especifican algunas restricciones a la hora de la entrega de tramas, mientras que otros no confinan aun la red. Para proporcionar algunos diversos tipos de trama de servicio y como se pueden ser soportados, se han creados definiciones de manera de facilitar diferenciar la entrega de trama; tales definiciones son las mostradas a continuación:

- *Unicast*: están definidas por el MAC ADDRESS de destino, esta puede ser conocida por la red o por el contrario desconocida. Esta cualidad del EVC especifica si las tramas de servicio *unicast* están desechas, entregadas incondicionalmente o entregadas condicionalmente por cada par de UNI. Si tramas de servicios se entregan condicionalmente serian especificadas.
- *Multicast*: para apoyar la multidifusión IP, las autoridades de Internet se han reservado el rango de direcciones de multidifusión de 01-00-5E-00-00-00 hasta 01-00-5E-7F-FF-FF para Ethernet. Como se muestra en la Figura 5, el alta para 25 bits de la dirección MAC de 48 bits son fijos y el orden bajo 23 bits son variables [2].

2.9.2. Extensión de LAN

Los clientes con múltiples redes LAN en el área metropolitana pueden interconectarse entre sí a altas velocidades como si fuese la misma LAN. La conexión de dos se puede lograr con un E-line o un E-LAN, pero al tener más de dos sitios se utiliza el servicio E-LAN, creando las VLAN necesarias.

2.9.3. Intranet/Extranet Nivel 2 VPN

Metro Ethernet también puede ser una buena alternativa para conectar la Intranet con sitios remotos o conexiones Extranet. Las Empresas y operadores buscan formas de maximizar la eficiencia y el coste de sus redes, así como de simplificar su gestión, transportando múltiples servicios de Nivel 2 por una misma troncal IP. A diferencia de las VPN IP, las VPN de Nivel 2 basadas en L2TPv3 permiten el transporte de tráfico tanto IP como no IP a través de una infraestructura común.

Con las VPN de Nivel 2 se reduce la complejidad inherente de la infraestructura global de las redes privadas virtuales, puesto que eliminan la necesidad de disponer de *Routers* de extremo que se encarguen de soportar las tablas del *routing* VPN de la empresa y el entorno de *routing* de Nivel 3.

2.10. Redes de Próxima Generación (NGN)

La Red de Próxima Generación (NGN) representa el esfuerzo que se ha hecho para la integración de redes hacia un mundo centrado en IP. Consta de transporte y conmutación a alta velocidad para voz, fax, datos y video, todo esto de forma integrada. NGN nace como este concepto integrador, el cual se inicia bajo el nombre de NII (*National Information Infrastructure*) de ANSI; con el tiempo va recibiendo soporte de otras organizaciones de estándares, como la UIT, el

Multiservice Switching Forum, y el *International Softswitch Consortium*. Más recientemente, el 3GPP (*Third Generation Partnership Project*) se ha unido a este tema de NGN, con un concepto basado en IPv6 y SIP (*Session Initiation Protocol*) y ha sido tomado como basamento sobre el cual se delinearán las estructuras de NGN

Una red de próxima generación NGN, es una red basada en paquetes habilitada para proveer servicios, incluyendo los de telecomunicaciones, capaz de hacer uso de banda-ancha y tecnologías de transporte habilitadas con QoS, en la cual las opciones de servicio son independientes de la tecnología de transporte implícita. Esto ofrecerá acceso irrestricto de los usuarios hacia los diferentes proveedores de servicios, y soportará la movilidad generalizada facilitando la consistencia y ubicuidad para la provisión de servicios a los usuarios.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo tiene por finalidad describir la metodología aplicada, a fin de alcanzar los objetivos planteados en esta investigación. El marco metodológico del estudio abarca: tipo de estudio, área de la investigación, población y muestra, técnicas de recolección de datos, descripción de fases y flujograma del proceso de Diseño.

3.1. Tipo de estudio

El presente estudio está enmarcado según su objetivo en el nivel de una Investigación Descriptiva ya que su norma de observación se fundamenta en precisar los hechos que caracterizan una situación planteada, tomando como reseña criterios de estudios anteriores. Según Sabino. C. (2000) [3]. “Las investigaciones descriptivas utilizan criterios sistemáticos que permiten poner en manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes”. (p. 62). A tal efecto, la investigación describe el estado actual y las condiciones operativas de la plataforma de red de las unidades navales a interconectar pertenecientes a la Armada Bolivariana en la Zona Metropolitana, para luego así planificar una secuencia compleja de pasos y decisiones que deben tomarse en cuenta de manera acertada para permitir a futuro la consolidación de los objetivos específicos planteados.

3.2. Área de la Investigación

Por la definición del problema y la búsqueda de una solución factible, este trabajo se basa en el área de las telecomunicaciones a través de una propuesta de diseño para la transmisión de datos, utilizando las mejores prácticas para implementación de una plataforma de comunicaciones con tecnología Metro Ethernet.

3.3. Población y Muestra

La población que será objeto de estudio es la red actual de la Armada Bolivariana de Venezuela, enfocándonos en los requerimientos de las unidades navales ubicadas en la Zona Metropolitana de Caracas que serán próximamente interconectadas a través de la plataforma Metro Ethernet de CANTV.

La muestra a realizar será del tipo representativo, ya que se tomaran muestras de la experiencia de un grupo multidisciplinario profesional, así como las investigaciones y las mejores prácticas para la implementación de nuevos nodos. También se realizará un estudio de tráfico dependiendo la demanda en cada una de las unidades navales.

3.4. Técnicas de Recolección de Datos

Para la recolección de datos e información se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Aplicaciones de *Microsoft Office*, para la centralización, procesamiento y presentación de los parámetros de intervención en el diseño.

- Recolección de información por medio de consultas, manuales, libros de Metro Ethernet, y análisis de todos los manuales de instalación, configuración, etc., de equipos de comunicaciones.
- Asesorías técnicas por medio del personal especializado que labora en las redes de la Armada Bolivariana de Venezuela y la red Metro Ethernet de CANTV.
- La observación participativa directa como técnica y la entrevista de tipo no estructurada como uno de los instrumento para la recolección de datos.

Sabino, C. (2000) define la observación como "el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación" [3] (p.155). Mediante ésta se podrá conocer la realidad y además permitirá la definición previa de los datos más importantes que deben recogerse por tener una relación directa con el problema.

Según Méndez, C.(2001) [4] la observación puede ser participativa directa porque el investigador forma parte activa del grupo, organización o realidad sobre la cual se investiga, participativa indirecta cuando el investigador, a pesar de pertenecer al grupo, solamente se hace presente con el único propósito de recoger la información para el trabajo propuesto, y de tipo simple o no participativa indirecta si el investigador no pertenece al grupo y solamente se hace presente con el propósito de obtener información y además emplea instrumentos que registran aspectos visuales y auditivos del problema de investigación.

Por otro lado, y según Balestrin (1987) define la entrevista como "la forma verbal de cuestionario el cual consiste en que cada individuo proporciona la información directamente al investigador o entrevistador, en una relación personal" [5] (p.122). Esta se clasifica en dos tipos:

- Entrevista Estructurada: en el cual se define un esquema de preguntas idénticas para todos los entrevistados y formuladas en el mismo orden.
- Entrevista no Estructurada: está conformada por una serie de preguntas que no han sido establecidas o predeterminadas.

3.5. Descripción de fases

Para el cumplimiento del objetivo general y de los específicos de este proyecto de manera eficiente y eficaz se planificó de una manera evolutiva una serie de actividades agrupadas en fases con origen desde el planteamiento del problema hasta la propuesta de diseño. Es de suma importancia en todo proyecto que la parte interesada conozca de la descripción completa de cada una de las fases y las implicaciones en la calidad del proyecto. Las fases fueron identificadas como: diagnóstico de localidades, estudio de tecnología, estudio de plataforma Metro Ethernet de CANTV, Pre-Diseño, Elección de equipos y propuesta.

3.5.1. Fase 1: Diagnóstico de Localidades

Se realizará una recopilación de información de la plataforma de red actual y de cada una de las unidades a interconectar que pertenezcan a la Armada Bolivariana en la Zona Metropolitana. La información será referente a la ubicación geográfica, número de usuarios, sistema de energía, así como las distintas políticas de administración de redes que posean. También se procederá a realizar un diagnóstico del tráfico de la red en el tiempo con la ayuda de un software especializado y por último se tomará por escrito los requerimientos técnicos que se desean cubrir con la nueva tecnología Metro Ethernet.

3.5.2. Fase 2: Estudio de Tecnología

Se realizará una investigación de las bondades de Metro Ethernet, para así verificar que se cubran los requerimientos descritos para la interconexión de las unidades de la Armada Bolivariana. A su vez se realizará el estudio técnico y económico de los equipos Metro Ethernet de los principales fabricantes en el mercado, formando así, un criterio para la elección de los equipos a utilizar para la propuesta.

3.5.3. Fase 3: Estudio de la Plataforma Metro Ethernet de CANTV

Se analizará la plataforma actual Metro Ethernet de CANTV para conocer la factibilidad de lograr incorporar cada una de las unidades de la Armada Bolivariana dependiendo de los requerimientos y distancias a los nodos de distribución más cercanos a cada unidad. Para la búsqueda de información se contará con el apoyo del personal capacitado en el área (CANTV), material bibliográfico, documentos electrónicos y de conexión a Internet.

3.5.4. Fase 4: Pre-Diseño

Para iniciar un bosquejo de diseño, es necesario indicar los parámetros que por naturaleza de ubicación o requerimiento de las unidades de la Armada Bolivariana pasan a ser fijos, ejemplo de estos podrían ser los medios, conectores y/o nodos de distribución de CANTV. Los demás parámetros no fijos, podrán irse ajustando con criterios de estudio, siempre y cuando se cumpla con los requerimientos de cada una de las unidades.

3.5.5. Fase 5: Elección de Equipos

Según el estudio realizado basado en la información suministrada por las fichas técnicas de los equipos Metro Ethernet y los costos ofrecidos por los principales proveedores del mercado nacional e internacional, se elegirán con criterio justificado los equipos a ser utilizados en la propuesta de diseño, de manera cubrir eficientemente todos los requerimientos de las unidades de la Armada Bolivariana.

3.5.6. Fase 6: Propuesta de Diseño

En esta fase se acoplará la información de las dos fases anteriores (Fase de Pre-diseño y Fase de Elección de Equipos), en donde todos los parámetros queden ya definidos, permitiéndonos describir de manera detallada las interfaces, medios, conectores, equipos, ubicación de los nodos de distribución en la red Metro Ethernet de CANTV, así como el ancho de banda necesario con su respectivo plan de servicio a contratar para la interconexión de todas la unidades navales de la Armada Bolivariana. También se presentará el diagrama de red que será utilizado para la propuesta de interconexión, donde serán identificados cada uno de los elementos presentes en el.

3.6. Diagrama del Proceso de Diseño

Mediante una representación gráfica se indican las actividades a seguir en el procedimiento de diseño, de esta manera es mucho más fácil el entendimiento y las relaciones entre cada una de las actividades a realizar para el cumplimiento de los objetivos específicos con el único fin de llegar a la solución del problema mediante la propuesta del diseño de red bajo la plataforma Metro Ethernet de CANTV para la interconexión de las Unidades Navales de la Armada Bolivariana en la Zona Metropolitana.

La figura 6 muestra el diagrama que contiene las etapas del proceso de diseño para este proyecto:

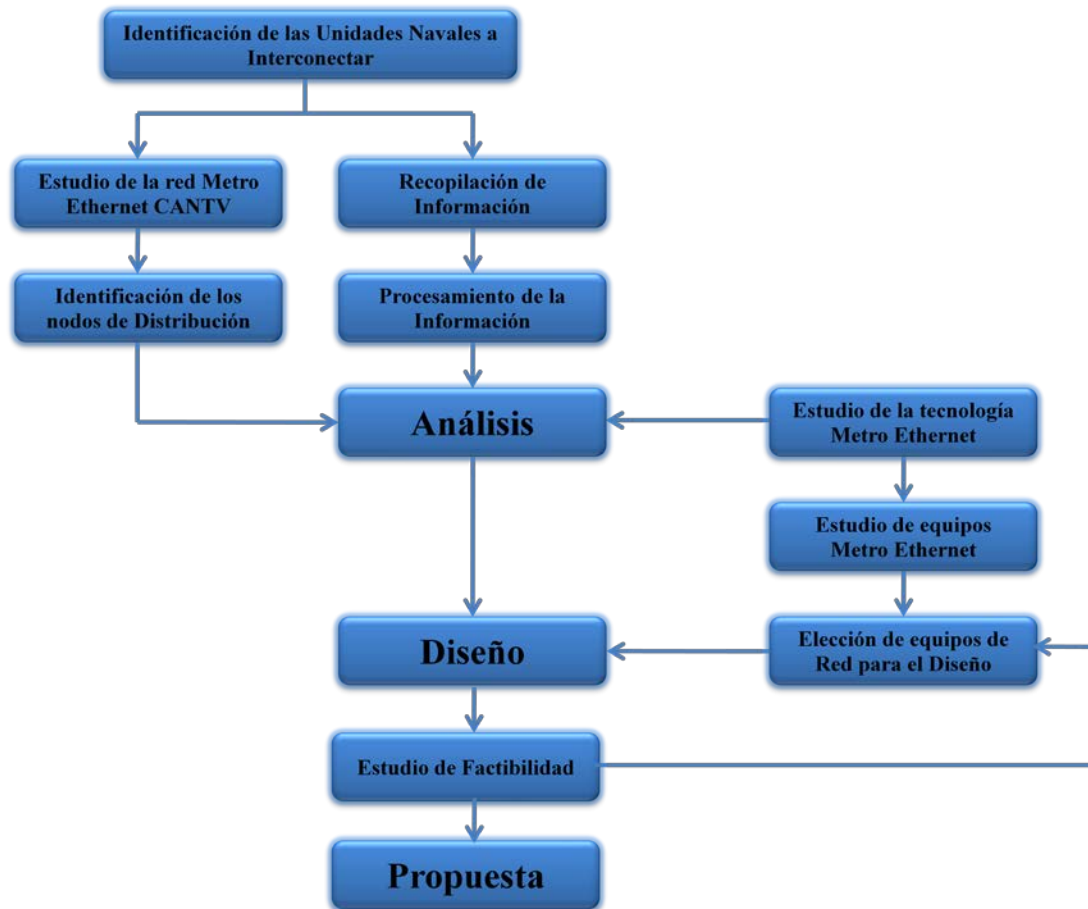


Figura 6: Etapas del Proceso de Diseño de la Red Metro Ethernet

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DE DISEÑO

A lo largo de este capítulo se describe el resultado de la recopilación de información de la Armada Bolivariana y del proveedor de servicios CANTV, para así lograr fijar a través de un análisis los parámetros necesarios en el diseño de interconexión de las unidades navales a la red Metro Ethernet en la Zona Metropolitana.

4.1. Comunicaciones en la Armada Bolivariana

La Armada Bolivariana cuenta con una infraestructura de interconexión, a través de enlaces *Frame Relay*, enlaces con servicio de Internet y enlaces de voz, que no permiten de una manera eficiente la conectividad entre las unidades navales según el personal de Comunicaciones y Control, quienes indicaron en la existencia de registros indisponibilidad en enlaces de microondas y en circuitos *Frame Relay* hasta de 4 días al año, es decir que se estaría hablando de una confiabilidad menor a 98,91 %. Para un sistema de comunicaciones militar, este parámetro de confiabilidad se puede considerar crítico en comparación con la “Regla de los 5 nueve” (99,999 %), ya que dentro de sus principales funciones se encuentra el resguardo de la soberanía de la nación.

4.1.1. Plataforma de comunicaciones actual

Los enlaces de *Frame Relay* con servicio de Internet son suministrados por la empresa *IFX Networking*, y los enlaces *Frame Relay* punto a punto de voz y datos

son suministrados por la empresa CANTV. Por otra parte, la Armada Bolivariana cuenta con el Sistema de Comunicaciones para la Defensa Nacional (SICODENA), su inconsistencia y poca capacidad operativa no cubre la demanda de los anchos de banda exigidos para la operatividad de los servicios de la Intranet de la Armada. Cabe destacar que en la plataforma de comunicaciones actual de la Armada Bolivariana no existe la figura de telefonía IP.

En la figura 7 se muestra la topología que describe la plataforma de comunicaciones actual de la Armada Bolivariana

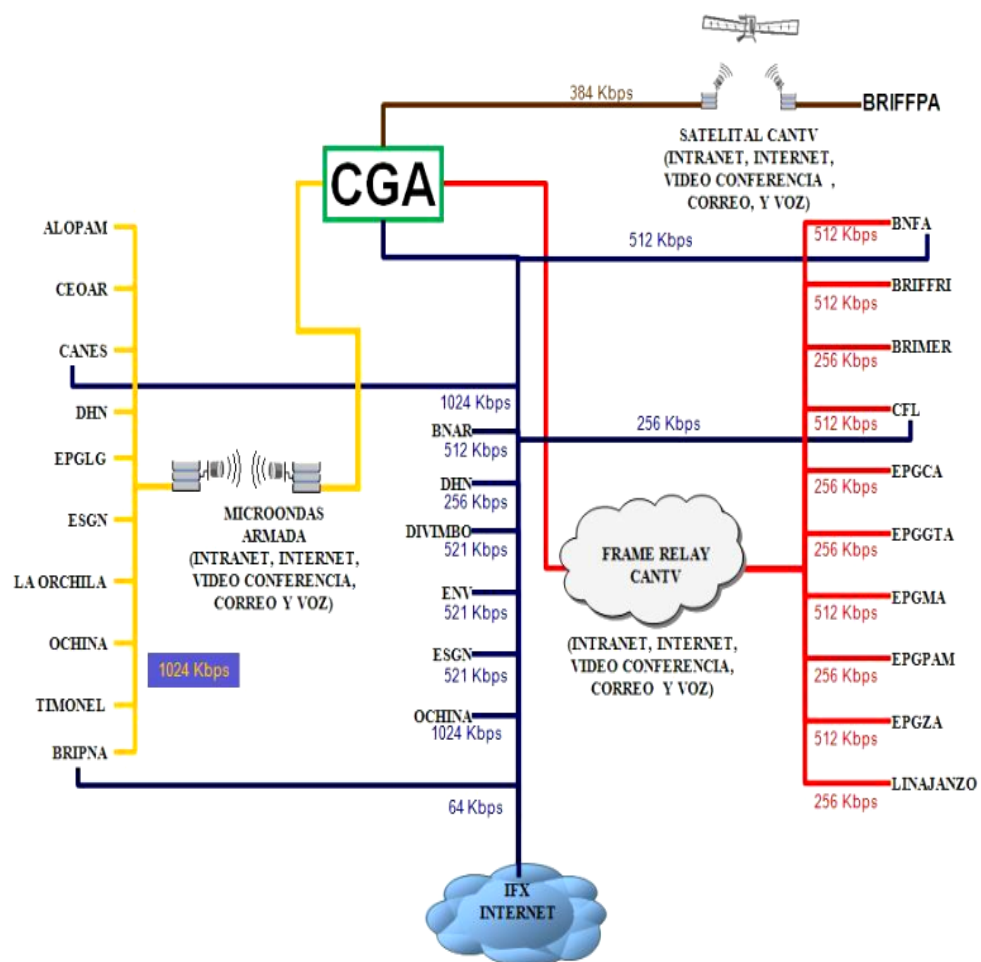


Figura 7: Plataforma de Comunicaciones actual de la Armada Bolivariana

4.1.2. Unidades Navales a interconectar

Con ayuda del teniente de navío *Alfredo Palma* [6], quien es el la persona encargada de por parte de la Armada Bolivariana de brindar todo el apoyo necesario a CANTV para la realización del presente proyecto, se pudo identificar específicamente cuales eran la unidades navales que serán interconectadas a través de la plataforma Metro Ethernet de CANTV. Dichas unidades navales son las siguientes:

- Comandancia General de la Armada (CGA)
- Dirección de Raciones y Alimentación (DRA)
- Escuela Superior de Guerra Naval (ESGN)
- Agrupamiento Logístico Naval “Prado de María” (ALOPAM)
- División de Infantería Marina “Simón Bolívar” (DIVIMBO)
- Escuela Naval de Venezuela (ENV)
- Escuela de Post-Grado de la Armada (EPAR)
- Centro de Adiestramiento Naval “CN Felipe Santiago Estévez” (CANES)

En la figuras 8 [7] podemos observar una vista satelital de la ubicación de las unidades navales a interconectar en la Zona Metropolitana.

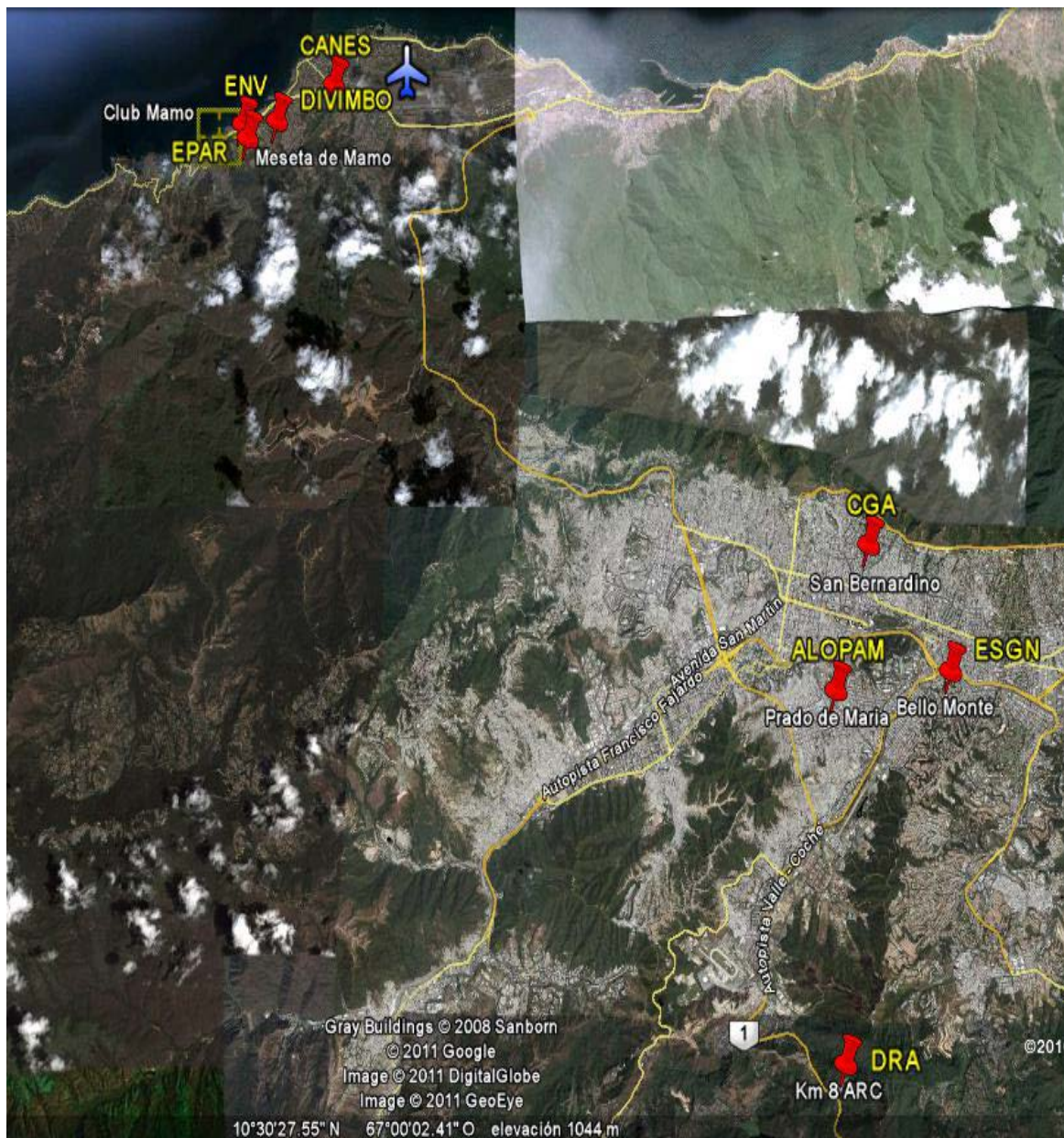


Figura 8: Ubicación de las Unidades Navales en la Zona Metropolitana

Para obtener un mayor detalle de ubicación de las unidades navales, se separaron en dos grupos según la cercanía entre ellas. Las ubicadas en la población de Caracas se pueden apreciar en la figura 9 [7], mientras que las ubicadas en la población de Catia La Mar se pueden observar en la figura 10 [7].

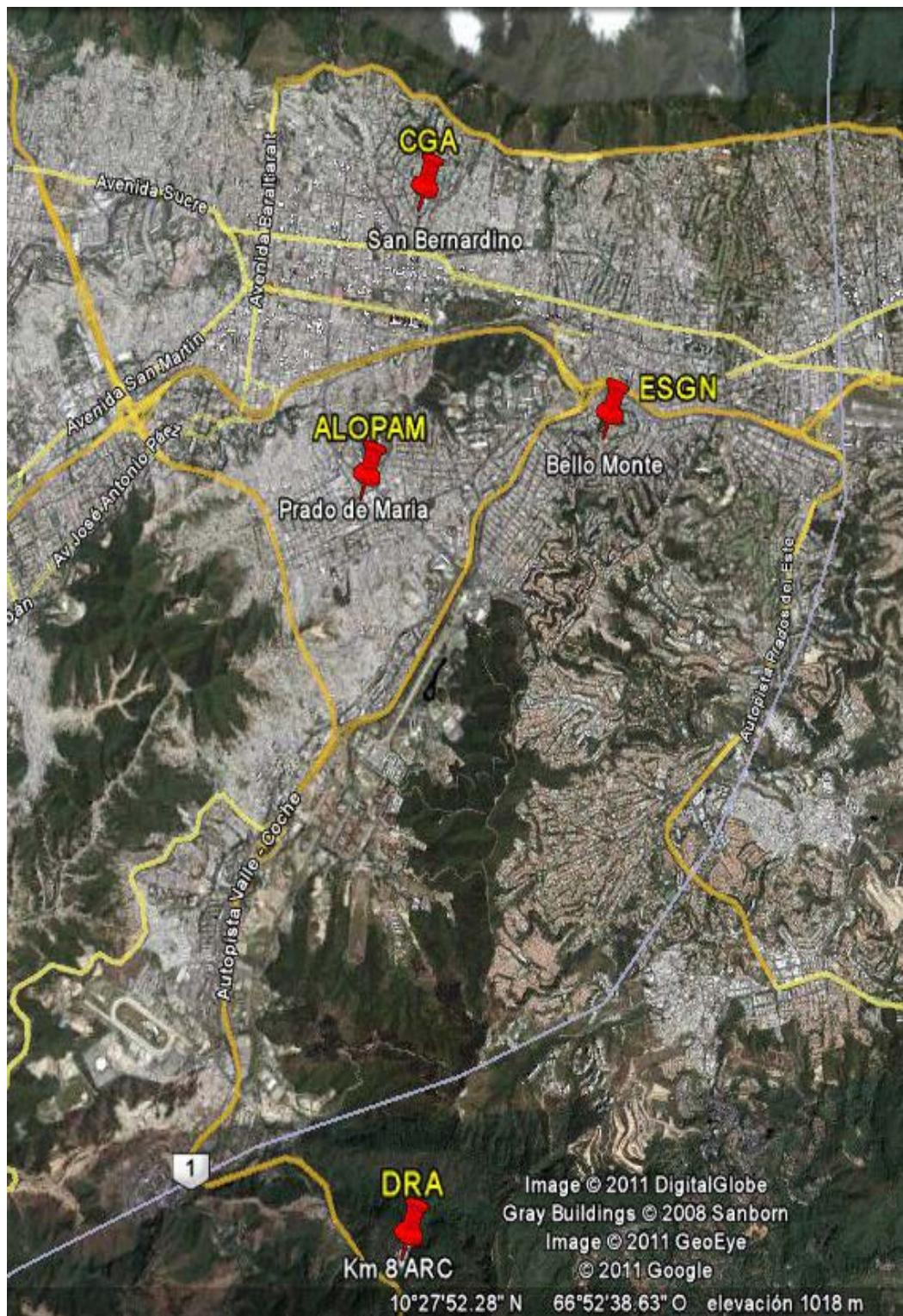


Figura 9: Ubicación de las Unidades Navales en la ciudad de Caracas

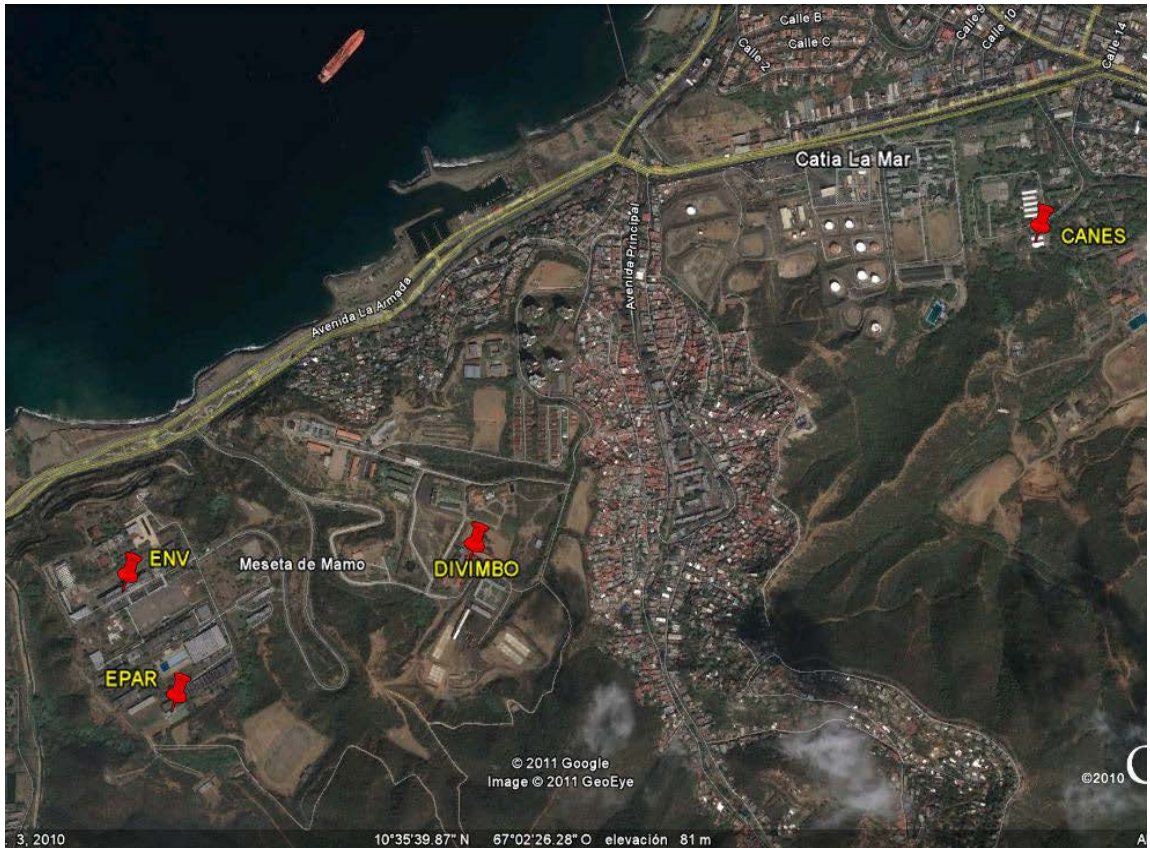


Figura 10: Ubicación de las Unidades Navales en la Población de Catia La Mar

El sistema de comunicaciones de interconexión que posee la Armada Bolivariana actualmente para las unidades navales a interconectar se puede ver en la figura 4.5 [8]:

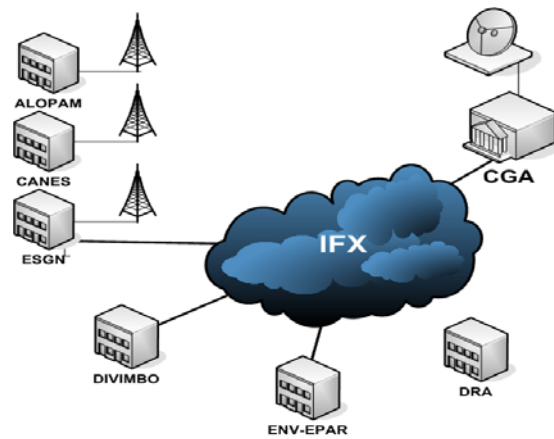


Figura 11: Interconexión actual de las Unidades Navales

Por otra parte la Armada Bolivariana indicó que el modelo funcional de comunicaciones que se requería según sus necesidades, era tipo estrella, es decir todas las unidades navales estarán conectadas directamente a un nodo principal y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de éste. El nodo principal será la Comandancia General de la Armada quien a su vez deberá poseer un sistema de respaldo. Las aplicaciones a usar dentro de la Intranet en las unidades a interconectar tienen en común la transferencia de archivos, navegación de páginas web y correos electrónicos e Internet. El orden de prioridad que siguen es el siguiente:

- Telefonía
- Videoconferencia
- Acceso al servidor y transferencia de archivo
- Internet

La Armada Bolivariana indicó que cuenta con un servidor de correo Microsoft a través del software Exchange Online donde el tráfico por correo electrónico presenta un comportamiento similar en todas las unidades navales, indicando que el 70% del tráfico por correo era dentro de la misma institución y el resto era saliente. Además posee 2 servidores, uno de almacenamiento y otro *proxy*; el servidor de almacenamiento y de aplicaciones con acceso web posee 1 TB para almacenar y con cota máxima de 150 usuarios para transferencia de archivo y 200 para acceso web simultáneamente, el otro servidor es el *Proxy* encargado de administrar el tráfico saliente a través de Internet, este está configurado con listas de acceso que restringe acceso a páginas y aplicaciones no deseadas por políticas de administración, también se indicó que a pesar que no existía la telefonía IP en ninguna de las unidades a interconectar, una vez instalada la nueva plataforma de comunicaciones se comenzaría a implementar dicho sistema. Se espera que dicho sistema soporte el tráfico generado de las distintas unidades navales con una calidad de servicio aceptable. La estimación de demanda telefónica IP por parte de la Armada

Bolivariana en las horas picos (8:00 am a 10:00 am) es de al menos 6 llamadas con duraciones de por lo menos 3 minutos.

Identificadas las unidades navales, a través de visitas e entrevistas con el personal encargado de los sistemas de telecomunicaciones de cada una de las unidades, se realizó el diagnóstico con la intención de conocer la ubicación exacta, el número de usuarios de red, perfil de cada usuario y cantidad de puntos de comunicación por cada servicio.

4.1.2.1. Comandancia General de la Armada (CGA)

Institución ubicada en la Urb. San Bernardino. Av. Volmer (Diagonal a la EDC), Caracas, Dto. Federal. Aquí se encuentra en su mayoría militares de alto grado que cumplen con la función de supervisar y controlar todo lo relacionado con el componente armado. Esta Unidad Naval requiere acceso para 124 PC y 84 teléfonos IP. Actualmente goza de servicios de video conferencia con una unidad naval (DIVIMBO), sin embargo desea poder tener video conferencia con todas las unidades navales a interconectar. Se conoce que el equipo utilizado para video conferencia y para futura aplicación de voz IP es el “*Polycom MGC-50*”.

4.1.2.2. Escuela Superior de Guerra Naval (ESGN)

Este instituto está situado en la Urb. Bello Monte de la ciudad de Caracas, es un centro de investigación y docencia cuyo norte es la profundización de conocimientos y doctrinas en los oficiales superiores. Requiere comunicación para 100 PC y 28 teléfonos IP.

4.1.2.3. Agrupamiento Logístico Naval “Prado de María” (ALOPAM)

Este complejo naval es el encargado de registrar, controlar y elaborar normas y procedimientos, para la eficiente administración y salvaguarda de los bienes nacionales, a fin de contribuir con el alistamiento logístico. Se encuentra ubicado en calle la Línea, sector Prado de María, Caracas, Dto. Federal. El requerimiento para comunicaciones es de 60 PC y 42 teléfonos IP.

4.1.2.4. Dirección de Raciones y Alimentación (DRA)

Institución situada en Catia La Mar (Meseta de Mamo, Edo. Vargas) que tiene como responsabilidad la distribución de alimentos y provisiones a todas las unidades y dependencias de la Armada Bolivariana. Cuenta con un requerimiento de comunicación para 28 PC y 12 teléfonos IP.

4.1.2.5. División de Infantería Marina “Simón Bolívar” (DIVIMBO)

Es el cuerpo de Infantería de Marina de la Armada de la República Bolivariana de Venezuela. Acuartelada en la Meseta de Mamo, Vargas. El requerimiento es de 112 puntos de acceso a través de PC y 64 teléfonos IP.

4.1.2.6. Escuela Naval de Venezuela (ENV)

La Escuela Naval de Venezuela Almirante “Sebastián Francisco de Miranda Rodríguez” es un instituto de formación militar de nivel superior situado en Catia La Mar (Meseta de Mamo, Edo. Vargas) que tiene por misión formar al cadete naval mediante un proceso integral que le permita obtener a su egreso el perfil necesario

para desempeñarse como oficial de la Armada. Requiere acceso de comunicación para 210 PC y 12 teléfonos IP.

4.1.2.7. Escuela de Post-Grado de la Armada (EPAR)

Instituto de educación superior situado en Av. La Marina, Meseta de Mamo, Complejo Escuela Naval de Venezuela, Edif. de Post-Grado de la Armada, Catia La Mar, Edo. Vargas. Requiere la conexión para sus comunicaciones para 162 PCs y 13 teléfonos IP.

4.1.2.8. Centro de Adiestramiento Naval “CN Felipe Santiago Estévez” (CANES)

Es un complejo educativo en el que convergen las escuelas Técnica, de Grumetes y de Policía Naval. Esta instalación está ubicada en Av. El Ejército, Catia La Mar, Edo Vargas. Se requiere comunicaciones a través de 180 PC y 13 teléfonos IP.

4.1.3. Matriz de Requerimientos

Para obtener una vista más cómoda de la información recolectada en las unidades navales, se realizó una tabla matriz (tabla1) donde se aprecia la información más relevante para el diseño indicada por el personal de la Armada Bolivariana.

Tabla 1: Matriz de requerimientos de la Armada Bolivariana

Unidad Naval	Acrónimo	Teléfonos	Usuarios	Tipo de Usuario		Requerimientos		
				Operativo	Investigativo	Datos	VoIP	VC
Comandancia General de la Armada	CGA	(0212) 5556325	124	85%	15%	124	84	1
Dirección de Raciones y Alimentación	DRA	(0212) 6810539	28	85%	15%	28	12	1
Escuela Superior de Guerra Naval	ESGN	(0212) 7540722	100	10%	90%	100	28	1
Agrupamiento Logístico Naval "Prado de María"	ALOPAM	(0212) 6324162	60	80%	20%	60	42	1
División de Infantería Marina "Simón Bolívar"	DIVIMBO	(0212) 3516249	112	65%	35%	112	64	1
Escuela Naval de Venezuela	ENV	(0212) 7540722	210	20%	80%	210	12	1
Escuela de Post-Grado de la Armada	EPAR	(0212) 3504186	162	30%	70%	162	13	1
Centro de Adiestramiento Naval "CN Felipe Santiago Estévez"	CANES	(0212) 3504091	180	25%	75%	180	13	1

4.2. Metro Ethernet de CANTV

CANTV brinda servicios de transmisión de datos y acceso a Internet utilizando el estándar de transmisión Ethernet, que permite conectar localidades remotas o redes geográficamente separadas como si estuvieran en una misma LAN.

4.2.1. Arquitectura

La plataforma Metro Ethernet de CANTV está constituida por un conjunto de *Switches* configurados con MPLS e interconectados en arquitectura de anillos vía fibra oscura y sistema DWDM como se puede ver en la figura 4.6 [8]. Se tiene un

anillo principal de transporte con redundancia entre equipos y anillos secundarios que se derivan para ser utilizados como acceso para los clientes que deseen recibir servicio Metro Ethernet de CANTV. Los servicios están implantados de manera exclusiva, de tal manera que no utilizan al *Backbone* IP de CANTV.

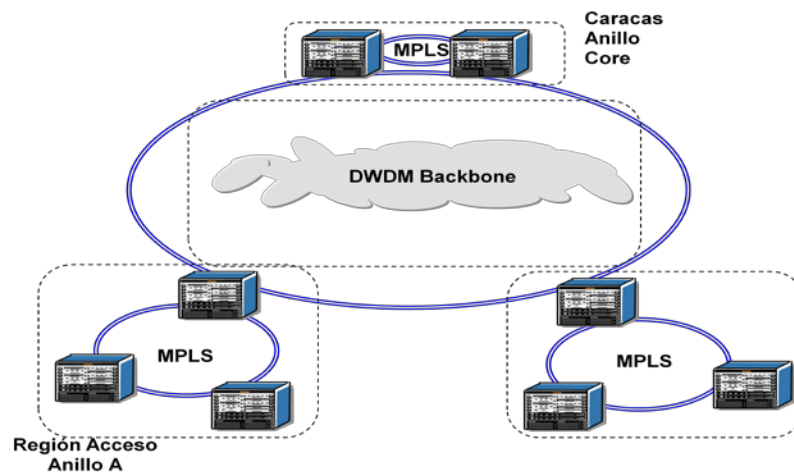


Figura 12: Arquitectura Metro Ethernet de CANTV

El acceso a la red Metro Ethernet es ofrecido a través de cobre, radio o fibra dependiendo las necesidades del cliente y la factibilidad de la red. El acceso por cobre se realiza a través de tecnologías de acceso G.SHDSL y G.SHDSL.BIS donde se llegan a velocidades hasta de 8 Mbps empleando agrupaciones de dos puertos en un IPDSLAM y uso de dos pares de cobre desde la central de CANTV hasta el cliente. Con radio se alcanzan velocidades hasta 100 Mbps y se le llega al *Router* del cliente con una interfaz FE, estas soluciones son adecuadas cuando se necesita una alta velocidad de enlace entre puntos, sedes o edificios con distancias inferiores a 2 km y con visión directa. El acceso por fibra se realiza a través de un *Switch* con velocidades de hasta 1 Gbps, en premisas del cliente se ubica otro *Switch* con interfaz FE o GE dependiendo la interfaz del *Router* del cliente.

NGN es una red que integra los servicios de voz, datos y video; permite la prestación de cualquier tipo de servicio y aplicación a cualquier tipo de usuario final

residencial, comercial, público y privado. Tradicionalmente los operadores de telecomunicaciones han tenido muchas redes separadas para el tráfico telefónico por una parte, y el acceso a Internet o redes de datos por la otra. La red Metro Ethernet de CANTV pertenece a la capa de acceso del modelo de capas de NGN.

En la figura 13 [8] se observan los posibles modos de acceso a la red metro Ethernet de CANTV

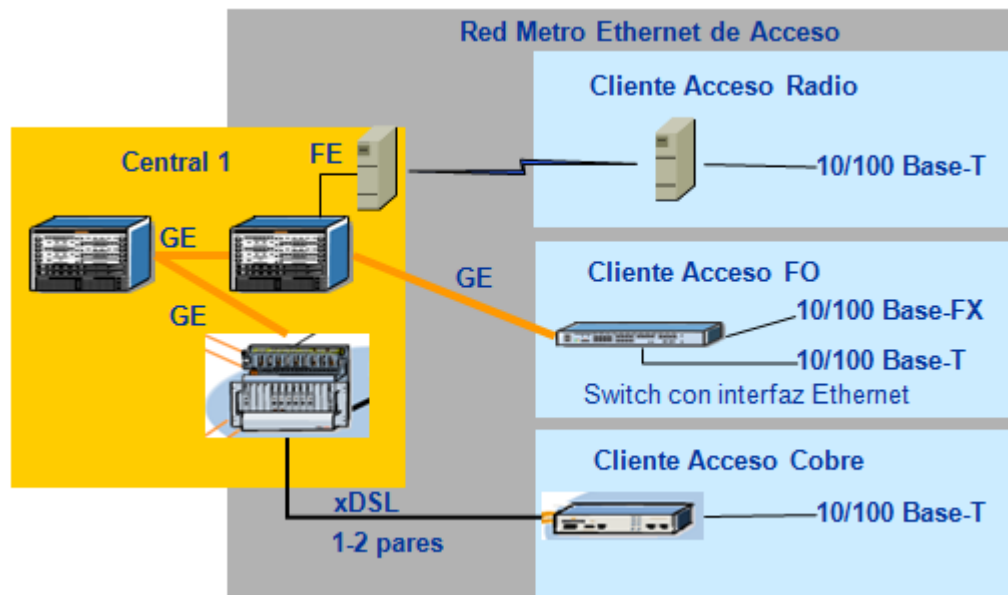


Figura 13: Acceso a la red Metro Ethernet de CANTV

4.2.2. Servicios

Utilizando MPLS en la Red Metro Ethernet se proveen servicios VPN de Capa 2, contando con dos mecanismos de transporte Ethernet basados en MPLS:

- VLL: para conexiones Ethernet punto a punto
- VPLS: para conexiones Ethernet punto a multipunto

Para el servicio de Internet se utilizarán 4 Routers ubicados 2 en Caracas, 1 en Barquisimeto y 1 en Puerto La Cruz. La localidad que desee este servicio debe

solicitar un circuito VVL contra uno de esos 4 Routers, en la figura 4.8 [8] se ve la topología comúnmente utilizada para este tipo de servicio.

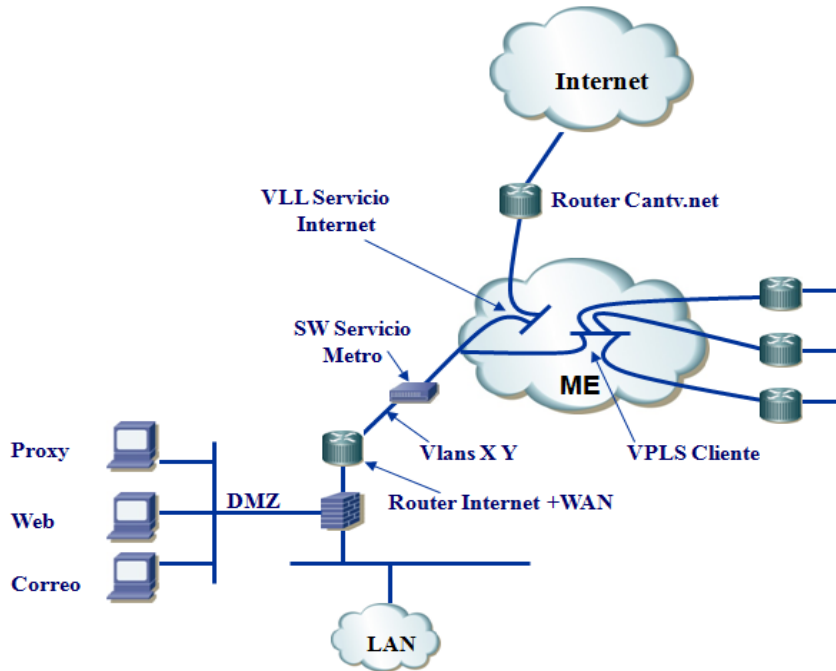


Figura 14: Acceso a Internet desde la red Metro Ethernet de CANTV

Para brindar enlaces con calidad de servicio (QoS) se aplican perfiles según el marcaje y colas definidas en cada puerto de acceso. El ancho de banda de las colas será manejado con un CIR y un PIR

- CIR: Máximo ancho de banda garantizado para una cola, puede ir desde 0 a 100% del ancho de banda contratado por el cliente.
- PIR: Máximo ancho de banda que puede alcanzar una cola cuando no exista congestión, o las otras colas no estén utilizando la totalidad de su CIR asignado.

En la tabla 2 se puede observar el etiquetado que se le otorga a cada paquete según el estándar 802.1p y la prioridad de este.

Tabla 2: Clasificación y Marcaje de Tráfico

Aplicaciones	Marcaje (802.1p)	Cola
Voz	5	Tiempo Real
Video	4	Critico
Data Critica	3	Negocio
Data Transaccional	2	
Monitoreo y Operación	2	
Flujo de Trafico	1	Mejor Esfuerzo
Mejor Esfuerzo	0	
Menos que Mejor Esfuerzo	0	

Se tienen 4 colas destinadas a los servicios de voz, video, data e Internet. Las colas “Tiempo Real” y “Crítico” son colas de estricta prioridad para manejo de tráfico en tiempo real (voz y video). El resto del tráfico de datos (menos sensibles al retardo y pérdida de paquetes) se asigna a las colas Negocio y Mejor Esfuerzo. Este modelo de cumple con el estándar IEEE 802.1Q – 2005 [9]. CANTV cuenta con planes de acceso con calidad de servicio según la prioridad que requiera el cliente, estos planes se pueden apreciar en la tabla 3.

Tabla 3: Planes de Calidad de Servicio (QoS)

Clase de Servicio	Básico		Bronce		Plata		Oro		Platino		Carrier	
	CIR	PIR	CIR	PIR	CIR	PIR	CIR	PIR	CIR	PIR	CIR	PIR
Tiempo Real	0%	0%	0%	0%	10%	10%	15%	15%	25%	25%	100%	100%
Critico	0%	0%	20%	100%	20%	100%	25%	100%	25%	100%	0%	100%
Negocios	0%	0%	30%	100%	30%	100%	25%	100%	25%	100%	0%	100%
Mejor Esfuerzo	100%	100%	50%	100%	40%	100%	35%	100%	25%	100%	0%	100%

También cuentan con servicio de *Interworking*, para esto se tienen 4 *Routers* Cisco GSR 12000 que permiten la operatividad de comunicaciones a través de otras redes con tecnología como lo son Frame Relay o ATM .Estos *Routers* serán compartidos con los servicios de Internet. En la figura 4.9 [1] se muestra la topología clásica de este servicio.

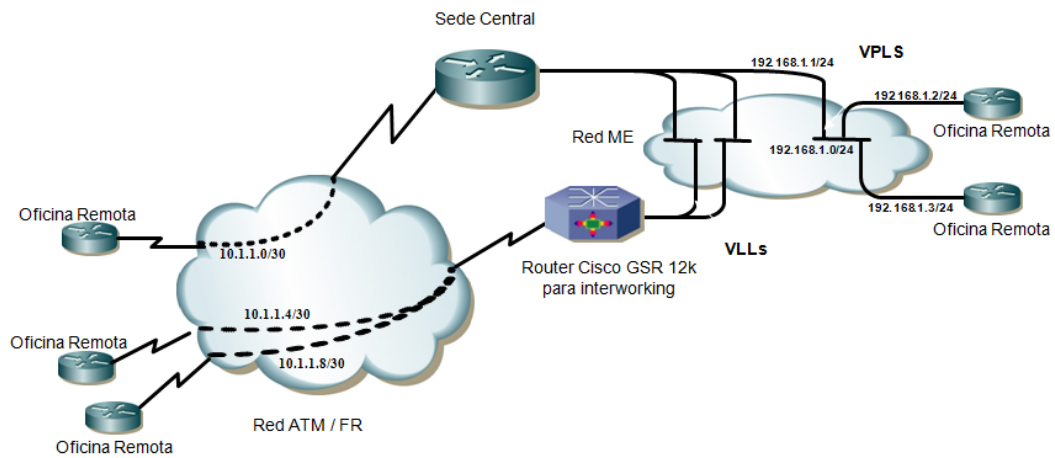


Figura 15: Servicio de interworking a través de Metro Ethernet de CANTV

4.2.3. Precios

CANTV por política de empresa ha fijados los precios para tipos de puertos de acceso, tipo de servicio y acceso Internet en una moneda internacional (Dólar), sin embargo son cobrados en la moneda nacional (Bs) con el factor de equivalencia que indique el control de cambio para empresas nacionales. En las tablas 4, 5 y 6 se pueden observar los distintos precios según el servicio, interfaz y calidad de servicio que desee el cliente.

Tabla 4: Precio por tipo de puerto de acceso

Tipo de Puerto	Precio (\$)
Puerto Cu (2p) (8 Mbps)	997
Puerto FO (1 Gbps)	6.720

Tabla 5: Precio por ancho de banda y calidad de servicio

Ancho de Banda (Mbps)	Precio por Planes de Accesos (\$)					
	Basico	Bronce	Plata	Oro	Platino	Carrier
1	120	124	126	128	130	141
2	142	150	154	156	160	182
4	184	200	208	214	222	266
6	227	251	263	271	283	349
8	270	302	318	329	345	432
10	312	352	372	386	406	515
20	525	605	646	673	714	932
40	952	1.112	1.193	1.247	1.329	1.765
60	1.380	1.620	1.740	1.820	1.940	2.600
80	1.810	2.130	2.290	2.400	2.560	3.430
100	2.230	2.630	2.840	2.970	3.170	4.260
200	2.340	2.770	2.990	3.140	3.360	4.530
300	3.490	4.130	4.460	4.680	5.010	6.760
400	4.600	5.500	5.900	6.200	6.700	9.000
500	5.800	6.900	7.400	7.800	8.300	11.200
600	6.900	8.200	8.900	9.300	10.000	13.500
700	8.100	9.600	10.300	10.800	11.600	15.700
800	9.200	10.900	11.800	12.400	13.300	18.000
900	10.400	12.300	13.300	13.900	14.900	20.200
1000	11.500	13.700	14.700	15.500	16.600	22.400

Tabla 6: Precio por servicio de Internet

Servicio de Internet	
Ancho de Banda (Mbps)	Precio (\$)
1	810
2	1.470
4	2.620
6	3.610
8	4.470
10	5.200
20	8.000
40	1.090
60	16.600
80	22.100
100	27.700

4.3. Estudio de parámetros del diseño.

Una vez conocidos los requerimientos de la Armada Bolivariana, es necesario traducir dichos requerimiento en términos de servicios y planes de acceso ofrecidos por CANTV considerando los parámetros indicados para el diseño de redes de servicios.

4.3.1. Factibilidad de la red metro Ethernet CANTV

Antes de realizar un estudio de diseño que dependa de cualquier proveedor de servicio, siempre es recomendable conocer la disponibilidad de este para entregar los servicios. CANTV posee la aplicación “Sistema Integrado de Servicios Especiales” (SISE), el cual se encargada de administrar los circuitos y centrales existentes en la red. Los circuitos son los puertos de una central, y las centrales son los *Switches* de la red Metro Ethernet. Para esta actividad se contó con el apoyo de la *Ing. María Teresa Bandrés* [10] quien posee la autorización de manejo de la

aplicación y quien informó de la factibilidad y la identificación de la central para la interconexión de cada unidad naval. En la tabla 7 se muestra la información suministrada de cada una de las centrales de la red Metro Ethernet de CANTV para la interconexión de las unidades navales.

Tabla.7: Factibilidad de acceso a la red Metro Ethernet de CANTV

UN	Central	Ubicación	Factibilidad		
			Fibra	Cobre	Radio
CGA	2322/ 2324	Los Caobos / CNT	√	√	x
DRA	2245	Coche	√	√	x
ESGN	2242 /2311	Bello Monte /Chaguaramos	√	√	x
ALOPAM	2243	Prado de María	√	√	x
DIVIMBO	3301/3304	Maiquetía / Catia la Mar	√ (C)	x	√
ENV	3301/3304	Maiquetía / Catia la Mar	√ (C)	x	x
EPAR	3301/3304	Maiquetía / Catia la Mar	√ (C)	x	x
CANES	3301/3304	Maiquetía / Catia la Mar	√ (C)	√	√

De la tabla7 podemos observar que existe factibilidad en acceso por fibra para todas las unidades navales, este resultado ha de esperarse ya que la fibra óptica posee la característica de ser un medio con atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia, lo que permite alcanzar distancias importantes sin elementos activos intermedios. El acceso por cobre lo define el ancho de banda solicitado y la distancia a la que se encuentre el cliente de la central, es por esto que las unidades navales ubicadas en la población de Caracas poseen todas factibilidad y la unidad naval de la población de Catia La Mar (CANES) que también posee factibilidad es debido a que dista a tan sólo 1350 m aproximadamente en recorrido de la central más cercana, mientras que las otras distan a más de 5,6 km. La factibilidad por radio realmente no nos interesa, ya que las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad que pudiesen aumentar los costos, aún así, sin dar una confiabilidad como los otros medios.

4.3.2. Ancho de banda

Para el estudio de ancho de banda requerido por cada unidad naval, es necesario hacer un análisis los servicios que estarán presentes dentro de la red de la Armada Bolivariana. Dentro de los servicios se encuentran transferencia de archivos desde un servidor con acceso web, correo electrónico, video conferencia, Internet y futura implementación de telefonía IP.

4.3.2.1. Correo Electrónico.

La información aquí descrita ayudará a realizar los cálculos iniciales del ancho de banda que necesitará la Armada Bolivariana para ejecutar la aplicación de correo electrónico *Exchange Online*. Las estimaciones se basan en los siguientes supuestos:

- El tamaño promedio de los mensajes es de 50 kilobytes (kB).
- Cada mensaje entregado se lee.
- La mitad del correo entrante se elimina.

En la tabla 8 se clasifica el uso del correo electrónico según la interacción de los usuarios con la aplicación (ligero, moderado, intenso y muy intenso). Esta clasificación se utilizó para que cada unidad naval identificara el perfil de usuario que tiene presente en sus instalaciones.

Tabla 8: Clasificación de usuario de correo electrónico

Actividad	Uso del Correo Electrónico			
	Ligero	Moderado	Intenso	Muy Intenso
Mensajes enviados al día	5	10	20	30
Mensajes recibidos al día	20	40	80	120
Tamaño promedio de los mensajes	50 kB	50 kB	50 kB	50 kB
Mensajes leídos al día	20	40	80	120
Mensajes eliminados al día	10	20	40	60

En la tabla 9 se muestra el volumen de tráfico de red generado por cada perfil de usuario de correo electrónico según estudios del fabricante de la solución de correo (*Microsoft*), donde todos los valores se expresan en kilobytes al día por usuario.

Tabla 9: Estimado de kilobytes utilizado a diario por usuario según su perfil

Cliente de correo electrónico	Peso promedio diario por uso de correo electrónico (PPD) [kB/día]			
	Ligero	Moderado	Intenso	Muy intenso
Office Outlook 2003	1300	2600	5200	7800

En entrevista con el Teniente de Navío *Alfredo Palma* [6], este estimo el perfil definido para cada una de las Unidades Navales. La información suministrada se puede ver en la tabla 10.

Tabla 10: Perfil de usuario de correo electrónico de las Unidades Navales

Unidad Naval	Perfil de Usuario (PU)
CGA	Intenso
DRA	Moderado
ESGN	Ligero
ALOPAM	Moderado
DIVIMBO	Ligero
ENV	Ligero
EPAR	Moderado
CANES	Intenso

Asumiendo que los usuarios son de tipo operativo y como peor escenario, estos deseen enviar todos sus correos en el intervalo de tiempo considerado como horas pico (8:00 am – 10:00 am) con un tiempo máximo de entrega de una hora, podemos realizar el cálculo de ancho a través de la ecuación (b) utilizando los valores de la tabla 9 y la información de la tabla 10. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 11.

$$\text{Ec. (b): } \mathbf{ABxCE} = \frac{[\mathbf{N X TU(\%) X PPD (kB)}]}{[\mathbf{Tiempo Max de retardo (h) X 3600\left(\frac{s}{h}\right)}]}$$

En donde:

ABxCE: Ancho de banda por servicio de correo electrónico

N: Número de usuarios por Unidad Naval

TU: Porcentaje de usuarios tipo operativo

PPD: Peso promedio diario

Tabla 11: Demanda estimada de ancho de banda por correo electrónico por las unidades navales y el nodo principal

Unidad Naval	Usuarios (N)	Tipo de Usuario (TU)		Perfi de Usuario (PU)	AB (kbps)
		Operativos	Investigativo		
CGA	124	85%	15%	Intenso	152,24
DRA	28	85%	15%	Moderado	34,38
ESGN	100	10%	90%	Ligero	14,44
ALOPAM	60	80%	20%	Moderado	34,67
DIVIMBO	112	65%	35%	Ligero	105,16
ENV	210	20%	80%	Ligero	60,67
EPAR	162	30%	70%	Moderado	70,20
CANES	180	25%	75%	Intenso	65,00
Nodo Principal (CGA)					536,76

4.3.2.2. Servidor de datos y aplicaciones internas con acceso web

Para el estimar el ancho de banda necesario para la transferencia de archivo y acceso a la web interna se tomo como dato las palabras del Teniente de Navío *Alfredo Palma* [6] quien dijo: “Se requiere como mínimo una conexión para descargar archivos de 1 MB en un máximo 3 minutos en horas picos, ya que ese es el tamaño promedio de los archivos de reporte de las aplicaciones interna”.

Por otra parte se conoció que existe por políticas de administración limitaciones al tráfico para transferencia de archivos y acceso web; dichas limitaciones son de 150 usuarios máximos permitidos para descarga y 200 usuarios máximo simultáneamente con acceso web correspondientemente.

De manera indirecta se nos indicó la velocidad mínima que se requiere por cada usuario de la unidad naval y la total necesaria en la sede principal. El cálculo de la velocidad mínima se realizó a través de la ecuación (c).

$$\text{Ec. (c): } AB_{xFTP} = \left(\frac{8 \times 1024}{3 \times 60} \right) \text{ kbps} = 41,51 \text{ kbps}$$

Donde:

AB_{xFTP}: Ancho de banda por transferencia de archivo

La Armada cuenta con aplicaciones con acceso web, pero por cuestiones de seguridad no se permitió dar información de ellas, sin embargo se indicó que el tamaño de la interfaz de usuario para aplicaciones con acceso web posee un tamaño inferior a los 200 kB, pero con el almacenamiento de caché en las PC, el tamaño de la data a actualizar es inferior a los 20 kB, y que además según registro del servidor, el tiempo promedio de actualización es de aproximadamente 1 minuto.

De igual forma como se calculó estimado de ancho de banda para transferencia de archivos, podemos calcular con la ecuación (d) el mínimo ancho de banda que se requiere para tener acceso vía web, pero se asumirá que en horas picos el tiempo de actualización sea hasta el doble del promedio registrado para tener una mayor precisión.

$$\text{Ec (d): } AB_{xAW} = \left(\frac{20 \times 8 \text{ kb}}{60 / 2 \text{ s}} \right) = 5,33 \text{ kbps}$$

Donde:

AB_{xAW}: Ancho de banda por acceso a página web

Ahora calculada ambas demandas de ancho de banda por acceso web y transferencia de archivo, se asumió el peor escenario recordando las limitaciones del servidor para estimar la demanda en cada unidad naval. El peor escenario será cuando 150 usuarios estén realizando la transferencia de archivos y 200 personas estén interactuando con la aplicación web, en este caso sólo el nodo principal debe satisfacer esta demanda. Para la estimación en cada una de unidades navales se

consideró para usuarios tipo operativo requieran transferencias de archivo desde el servidor FTP y permanezcan con acceso web interactuando dentro del mismo.

En la tabla 12 se pueden apreciar los resultados del estimado en kbps de ancho de banda para cada unidad naval y el nodo principal.

Tabla 12: Demanda estimada de ancho de banda por transferencia de archivo y acceso web por las unidades navales y el nodo principal

Unidad Naval	Usuarios	Tipo de Usuario		AB (kbps)	
		Operativo	Investigativo	FTP	AW
CGA	124	85%	15%	4375,15	660,92
DRA	28	85%	15%	987,94	149,24
ESGN	100	10%	90%	415,10	533,00
ALOPAM	60	80%	20%	1992,48	319,80
DIVIMBO	112	65%	35%	3021,93	596,96
ENV	210	20%	80%	1743,42	1119,30
EPAR	162	30%	70%	2017,39	863,46
CANES	180	25%	75%	1867,95	959,40
Nodo Principal (CGA)				5217,00	

4.3.2.3. Voz IP

Para la estimación de la demanda de ancho de banda por telefonía IP se partió del estudio de la ficha técnica del equipo que posee la Armada Bolivariana, dicho equipo es Polycom MGC 50 y sus características técnicas se puede observar con mayor detalle en el anexo 2.

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (CÓDEC). Hay muchas maneras de transformar una señal de voz analógica, todas ellas gobernadas por varios estándares. Además de la

ejecución de la conversión de analógico a digital, el CÓDEC comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación del eco. Se puede utilizar un CÓDEC de mayor calidad para entorno LAN y para el entorno WAN deberá utilizarse un CÓDEC de menor calidad ya que el ancho de banda es más escaso y costoso. La información técnica del equipo indica que este soporta varios códec (G.711a, G.711u, G.722, G.722.1, G.723.1, G.728). Se investigó sobre las características de cada uno, donde se optó por la utilización del CÓDEC G.723.1, ya que este brinda una mejor relación entre costo por ancho de banda con un aceptable MOS. Para llamadas dentro de una misma Unidad Naval podría utilizarse el G.722. En la tabla 13, se puede ver las características de cada CÓDEC.

Tabla 13: Tabla comparativa de CÓDEC soportado por Polycom MGC 50

CODEC	Bit rate (kb/s)	Trama Ethernet (Kb/s)	MOS (<i>Mean Opinion Score</i>)
G.711	64	79.6	4.1
G.722	64	79.6	4.2
G.722.1	24/32	39.6/47.6	4.1-4.0
G.723.1	5.3/6.4	26.1/ 27.2	3.8-3.9
G.728	16	33,6	3.61

El CÓDEC a utilizar para el estimado ancho de banda requerido para telefonía IP será el G.723 (6,4 kbps) con algoritmo MPC-MLQ, el cual tiene un ancho de banda máximo en tramas Ethernet de 27.2 kbps.

Conocidos la cantidad estimada de usuario de telefonía IP, a través de la ecuación (e) podemos calcular los *Erlang* requeridos por localidad.

Ec. (e):

$$E = \frac{\text{Usuarios VoIP} \times \text{N}^\circ \text{ de llamadas} \times \text{Duracion Promedio de la Llamada}(\text{seg})}{\text{Horas Picos} (\text{seg})}$$

Con ayuda de la aplicación “*Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator*” disponible en Internet pudimos conocer el número de canales necesario para satisfacer el tráfico de voz IP con un grado de bloqueo del 2%. En la figura 16 [11] se muestra la interfaz gráfica de usuario de la aplicación.

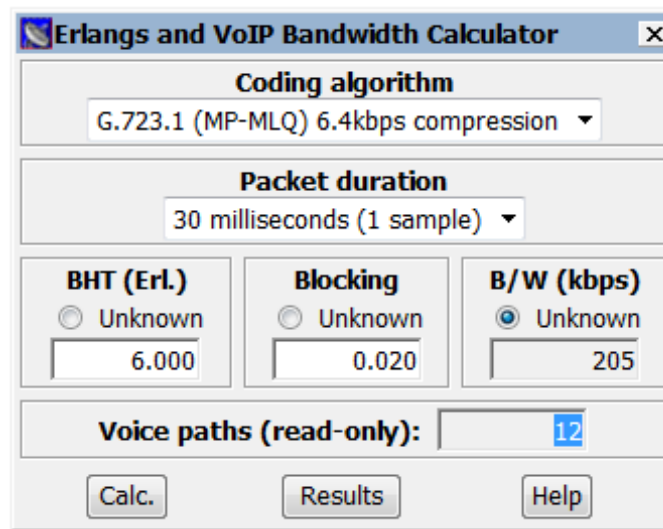


Figura 16: Interfaz gráfica de la Aplicación “*Erlang and VoIP Bandwidth Calculator*”

Con la ayuda de la ecuación (e) y la aplicación “*Erlang and VoIP Bandwidth Calculator*” se pudo conocer el número de canales a utilizar. Este número de canales al multiplicarlo por el ancho de banda de la trama Ethernet utilizando el CÓDEC G.727.1 nos dará la demanda de ancho de banda estimada por cada Unidades Navales y el nodo principal para telefonía IP. Los resultados se muestran en la tabla 14.

Tabla 14: Demanda estimada de ancho de banda de VoIP en las unidades navales y el nodo principal.

Unidad Naval	Usuarios VoIP	N° Llamadas promedio en horas pico (2h)	Duración promedio de la llamada (seg)	Erlang B	# Canales	AB (kbps)
CGA	84	6	180	12,6	19	516,8
DRA	12	6	180	1,8	6	163,2
ESGN	28	6	180	4,2	9	244,8
ALOPAM	42	6	180	6,3	12	326,4
DIVIMBO	64	6	180	9,6	16	435,2
ENV	12	6	180	1,8	6	163,2
EPAR	13	6	180	1,95	6	163,2
CANES	13	6	180	1,95	6	163,2
Nodo Principal (CGA)						516,8

4.3.2.4. Video Conferencia

Partiendo de la ficha técnica del equipo (*Polycom MGC 50*) a utilizar que prestará el servicio de comunicación de audio y video en ambas direcciones y simultáneamente entre el nodo principal y las siete (7) unidades restantes, se pudo conocer que el ancho de banda varían entre 128 kbps y 2 Mbps dependiendo de la disponibilidad de la red. La velocidad necesaria para tener calidad en video conferencia es 384 kbps, pero como el ancho de banda es limitado y costoso podemos asegurar el servicio de video conferencia con un de ancho de banda de 192 kbps y con una calidad de video aceptable. La Comandancia General de la Armada por ser el nodo principal y por ser el único que tiene como requerimiento poder obtener del sistema de video conferencia una conexión con todas las unidades restantes, esta debe poseer 7 veces el ancho de banda estipulado.

4.3.2.5. Internet

El cálculo del ancho de banda que se requiere para dar un servicio de Internet con eficiencia a un grupo de personas no está definido, debido a que existe un conjunto de factores (ISP, disponibilidad de servidores, memoria caché, perfil de usuario, etc.) que intervienen en la gran red, normalmente se utilizan métodos heurísticos.

Como estrategia para un estimado de cálculo de ancho de banda segmentamos en dos poblaciones a los usuarios de red de la Armada Bolivariana según sus funciones; un perfil de usuario es de índole operativo y el otro se considera tipo investigativo. El usuario operativo se consideró que cuando máximo utilice misma demanda utilizada en la Intranet por servicios de correo electrónico, descargas de archivo y acceso a páginas web; mientras que para el usuario investigativo se considerará que utilice hasta dos veces más de la demanda descrita anteriormente.

Para el cálculo estimado de demanda de ancho de banda por cada unidad naval, según las primicias anteriormente mencionadas, se utilizó la ecuación (f).

Ec. (f):

$$ABXI_{UN} = U_0 \times (AB_{CE} + AB_{FTP+AW})_{INTRANET} + 3 \times U_I \times (AB_{CE} + AB_{FTP+AW})_{INTRANET}$$

Donde:

$(AB_{CE} + AB_{FTP+AW})_{INTRANET}$: Ancho de banda estimado para cada unidad naval por servicio correo electrónico, transferencia de archivos y acceso web.

$ABXI_{UN}$: Ancho de banda por servicio de Internet en cada Unidad Naval.

U_0 : Representación de usuarios tipo operativo.

U_I : Representación de usuarios tipo investigativo.

Retomando que existe un tráfico aproximado del 30% por servicio de correo electrónico saliente al Internet y que el servidor se encuentra en las instalaciones del nodo principal (CGA), entonces el ancho de banda total estimada para el nodo principal será en total el de la CGA más ese 30% de la demanda calculada para el servicio de correo electrónico.

En la Tabla 15 se muestra la distribución de usuarios, según sus funciones dentro de cada una de las unidades navales y el cálculo estimado de la demanda total por servicio de Internet en cada unidad naval.

Tabla 15: Demanda estimada de ancho de banda por servicio de Internet en las unidades navales y el nodo principal.

Unidad Naval	Usuarios	Tipo de Usuario		Ancho de Banda (kbps)	
		Operativos	Investigativo	FTP+AW+CE	Internet
CGA	124	85%	15%	5960,40	3874,26
DRA	28	85%	15%	1171,56	761,51
ESGN	100	10%	90%	962,54	1347,56
ALOPAM	60	80%	20%	2346,95	1642,86
DIVIMBO	112	65%	35%	3724,04	3165,44
ENV	210	20%	80%	2923,39	3800,40
EPAR	162	30%	70%	2951,05	3541,26
CANES	180	25%	75%	2892,35	3615,44
Nodo Principal (CGA)					4035,29

4.3.3. Escalabilidad

La escalabilidad es la medida de la capacidad de crecimiento de una red, servicio o de una aplicación para satisfacer demandas de rendimiento cada vez mayores. Para satisfacer las demandas de un mayor número de usuarios en la futura plataforma de comunicaciones a través de la red Metro Ethernet consideramos un

porcentaje de 20% por recomendaciones descritas por el Colegio de Ingenieros de Venezuela. Ya definido este parámetro en el diseño de red, podemos indicar en la tabla 16 la totalidad la demanda estimada por cada una de las unidades navales y el nodo principal que será la Comandancia General de la Armada (CGA).

Tabla 16: Ancho de Banda estimada por unidades navales y el nodo principal

Unidad Naval	Ancho de Banda Estimado (kbps)		
	Intranet	Internet	Total
DRA	1832,11	913,81	2745,92
ESGN	1679,21	1617,07	3296,29
ALOPAM	3438,42	1971,44	5409,85
DIVIMBO	5221,49	3798,52	9020,02
ENV	3934,30	4560,48	8494,79
EPAR	3967,50	4249,51	8217,00
CANES	3897,06	4338,53	8235,59
Nodo Principal (CGA)	9367,87	4842,35	14210,21

Ahora bien, se desea adaptar las demandas de ancho de banda de cada unidad naval y del nodo principal con los planes de acceso de CANTV, para esto debemos utilizar la información mostrada anteriormente en la tabla 4,5 y 6. Para el ajuste al plan de acceso, se considero cubrir la demanda de Intranet e Internet por aproximación por exceso. En la tabla 17 se muestran los planes sugeridos a contratar con CANTV.

Tabla 17: Planes de Acceso sugeridos para las unidades navales y el nodo principal

Unidad Naval	Ancho de Banda Estimado (kbps)			Ancho de Banda a Contratar (Mbps)		
	Intranet	Internet	Total	Intranet	Internet	Puerto de Acceso
DRA	1832,11	913,81	2745,92	2	2	4
ESGN	1679,21	1617,07	3296,29	2	2	4
ALOPAM	3438,42	1971,44	5409,85	4	2	6
DIVIMBO	5221,49	3798,52	9020,02	6	4	10
ENV	3934,30	4560,48	8494,79	4	6	10
EPAR	3967,50	4249,51	8217,00	4	6	10
CANES	3897,06	4338,53	8235,59	4	6	10
Nodo Principal (CGA)	9367,87	4240,12	13607,99	10	10	20

4.3.4. Calidad de Servicio

Para brindar un servicio con prioridad de tráfico para la plataforma de interconexión de las unidades de la Armada Bolivariana, se debe realizar un estudio en porcentaje de las demandas de ancho de banda de cada servicio (VoIP, videoconferencia, data de negocio e Internet), para luego ajustar al mejor plan de calidad según la tabla 3.

. Para elegir los planes de calidad de servicio se aseguró escoger uno que tenga un CIR mayor que el porcentaje calculado por servicios de telefonía y por servicios de video conferencia, ya que estos son susceptibles a retardos y debe asegurarse el ancho de banda necesario para satisfacer esas demandas. En la tabla18 se puede apreciar el porcentaje del tráfico generado por cada Unidad Naval y el del nodo principal dependiendo los servicios para el estimado de ancho de banda calculado en secciones anteriores, así como también se puede ver el plan sugerido a contratar.

Tabla 18: Planes de calidad de servicio para las unidades navales y el nodo principal.

Unidad Naval	Distribucion del tráfico estimado por Unidad Naval (%)				Plan sugerido a contratar
	Tiempo Real (VoIP)	Critico (VC)	Institucional (FTP+AW+CE)	Internet	
DRA	7,13%	8,39%	51,20%	33,28%	Plata
ESGN	8,91%	6,99%	35,04%	49,06%	Plata
ALOPAM	7,24%	4,26%	52,06%	36,44%	Plata
DIVIMBO	5,79%	2,55%	49,54%	42,11%	Plata
ENV	2,31%	2,71%	41,30%	53,69%	Plata
EPAR	2,38%	2,80%	43,10%	51,72%	Plata
CANES	2,38%	2,80%	42,14%	52,68%	Plata
Nodo Principal (CGA)	5,26%	15,63%	44,78%	34,33%	Plata

4.3.5. Redundancia

Las redes robustas requieren sistemas de respaldo, en caso de que un equipo de comunicaciones falle o el medio de transmisión en cuestión, la red deberá por sí misma seguir operando. Por el diseño y la factibilidad que se tiene para en el acceso a la red Metro Ethernet de CANTV desde el nodo principal ubicado en la Comandancia General de la Armada es recomendable tener un sistema de respaldo a través de otro servicio con las mismas características (20 Mbps plan Plata) que provenga de un nodo de acceso distinto al que prestará servicio en su defecto. De la factibilidad encontrada por el Sistema Integrado de Servicios Especiales (SISE), tenemos que existen dos nodos de acceso con los cuales se puede brindar una solución de redundancia en *Switches* con un *Router* en en la CGA donde se tenga un esquema de conectividad activo/activo y que a su vez se pueda realizar balanceo de carga en capa 3. En la figura 17 podemos observar la topología de la redundancia sugerida.

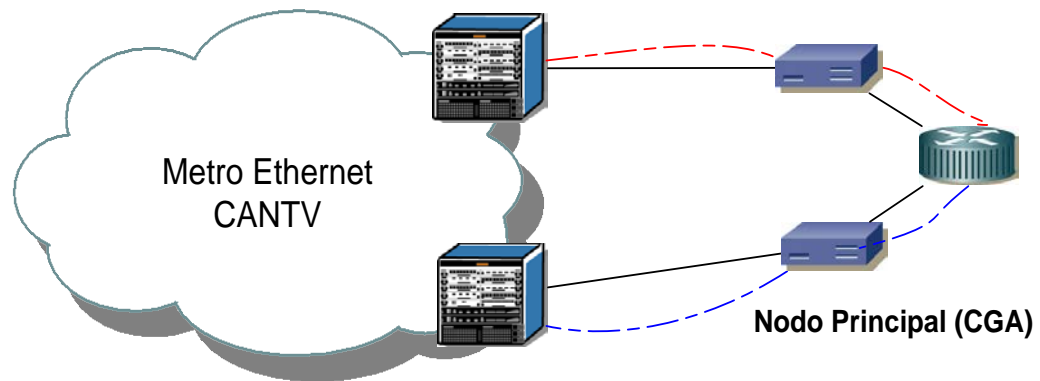


Figura 17: Redundancia para el nodo principal (CGA)

4.4. Equipos

Para poder gozar de los beneficios la red Metro Ethernet de CANTV se debe tener acceso a través de equipos capaces soportar y manejar de manera eficiente los protocolos de la red, por tal motivo debe elegirse equipos para el acceso tanto en cobre como en fibra para cada una de las unidades navales. Se realizó el estudio en equipos de los dos principales fabricantes del mercado en soluciones Metro Ethernet, estos son Cisco System y Alcatel-Lucent.

4.4.1. Solución Cisco System

Cisco Systems es una empresa multinacional con sede en San José (California, Estados Unidos), principalmente dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones. Es líder mundial en soluciones de red e infraestructuras para Internet.

4.4.1.1. Metro Cobre

Para el acceso por cobre a las redes Metro Ethernet, Cisco cuenta con soluciones a través de *Routers* (SOHO 78 y 828) y módulos adaptables (WIC) a

Routers que soportan el estándar G. SHDSL, el cual ofrece velocidades de datos simétricos hasta 8 Mbps dependiendo las distancias a la central. Mediante una previa investigación de las soluciones ofrecidas, el *Router* SOHO 78 brinda una mejor opción para el estudio, ya que cubre la necesidad de soporte para el estándar G.HDSL y tiene un menor precio en el mercado en comparación con *Router* 828 ó con la opción de comprar el módulo WIC para ser adaptados al *Router* 1700.

El *Router* Cisco SOHO 78 posee un precio de 85 \$. Brinda acceso seguro a múltiples usuarios DSL pertenecientes al hogar o a pequeñas empresas. Por otra parte reduce costos de implementación y operacionales para los proveedores de servicios. Sus beneficios se muestran continuación:

- Posee un filtrado de paquetes (Firewalls) para brindar mayor seguridad a cliente contra accesos no autorizados.
- Fácil implementación e instalación, ya que cuenta con una aplicación web de interfaz grafica amigable para el usuario en la configuración.
- Administración remota a través de tecnología Cisco IOS, la cual permite ahorro operativos al proveedor de servicios en casos de falla.

Las características técnicas más relevantes son:

- Soporte de NAT/PAT
- 4 puertos Fast Ethernet 10/100 RJ-45
- Puerto de Consola
- Led indicadores de estado de puertos
- Máximo de memoria DRAM :16 MB (8 MB de fabrica)
- Memoria flash : 8 MB
- Temperatura de funcionamiento: 32 ° F a 104 ° F (0 ° C a 40 ° C)
- CA voltaje de entrada: 100 a 240 VAC, 50 a 60 Hz
- Potencia eléctrica: 15W

En la figura 18 [12] se puede tener una vista de las interfaces del equipo *Router Cisco SOHO 78*, el cual es indicado para la solución de acceso por cobre a las redes Metro Ethernet



Figura 18: Router Cisco SOSHO 78

4.4.1.2. Metro Fibra

Cisco System brinda una solución para que clientes puedan acceder a las redes metro Ethernet a través de *Switches* de la serie 3750. Esta serie contiene una amplia gama de equipos dependiendo las necesidades de cada cliente. Para nuestro caso, solo se necesita que el equipo a seleccionar posea al menos una interfaz Giga Ethernet 1000BASE-LX para la conexión con cada central (*Switch Alcatel 7450*) y una interfaz Fast Ethernet para ser entregada a cada una de las unidades navales.

El *Switch 3750X-24T-L*, el cual se puede ver en la figura 19 [12] cuenta con la posibilidad de brindar conectividad a pequeñas y medianas empresas a velocidades de 10/100/1000 Mbps a través de 24 puertos y además posee ranuras para la instalación de módulos GBIC que son normalmente utilizados como troncales. Este *Switch* ofrece características del software Cisco IOS para la funcionalidad de base de datos, servicios de vídeo y voz en el borde de la red. Además cuenta con una aplicación gratuita de gestión centralizada que simplifica la tarea de administración de conmutadores, *Routers* y puntos de acceso inalámbrico. Cisco Network Assistant ofrece una interfaz GUI fácil de usar para configurar, solucionar problemas y

supervisar la red. Este *Switch* con el modulo GBIC adaptado tiene un precio en el mercado de 7250 \$ aproximadamente en el mercado.



Figura 19: Switch Cisco WS-3750X-24T-L

4.4.2. Solución Alcatel-Lucent

Alcatel-Lucent es una empresa multinacional resultado de la fusión de la empresa francesa Alcatel y la estadounidense Lucent Technologies. La empresa provee hardware, software servicios para proveedores de servicios de telecomunicaciones y empresas. Alcatel-Lucent vende equipamiento para redes de telefonía fija y móvil, redes de datos y de distribución de vídeo y televisión. Algunas de sus piezas de hardware más famosas en el ámbito de las comunicaciones públicas son los multiplexores ADSL

4.4.2.1. Metro Cobre

Alcatel-Lucent posee un solo equipo para brindar acceso a través de pares telefónico con la utilización del estándar G. SHDSL, tal equipo es el modem El Thomson ST 605S y lo podemos apreciar en la figura 20 [13].



Figura 20: Modem Alcatel-Lucent modelo Thomson ST 605S

El Thomson ST 605S ofrece una amplia gama de posibilidades con una fácil instalación, simplifica la creación de redes de oficinas y un firewall integrado. Brinda una opción altamente rentable (30\$) y segura para conectar las redes existentes de oficinas sobre SHDSL, donde se puede configurar conexiones de alta velocidad (hasta 2,3 Mb / s en sentido descendente y ascendente) de Internet, correo electrónico, alojamiento web o videoconferencias. El ST605s también incluye soporte para SHDSL.bis permitiendo la descarga de doble velocidad simétrica. Las características y beneficios se muestran a continuación:

- Interfaces: LAN: 4 puertos 10/100 Base-T (RJ45) - WAN: ADSL RJ11
- Independiente del sistema operativo utilizado
- Modo *Bridge*
- Enrutamiento IP: NAT, DHCP, DNS
- Firewall
- Interfaz de usuario web amigable
- Acceso Telnet
- Interfaz para líneas de comando
- Software actualizable remotamente
- Plug and Play de apoyo para instalación fácil con GUI basa en web

4.4.2.2. Metro Fibra

Alcatel-Lucent brinda como mejor opción de acceso a las redes Metro Ethernet a través del *Switch* modelo 7250 el cual se puede ver en la figura 21 [13], es un dispositivo de borde de lado del cliente rico en características provechosas. Soporta conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS), Ethernet, emulación de circuitos, y las herramientas de operaciones de administración y mantenimiento (OAM). Posee dos niveles de programación para brindar alta calidad de servicios como lo son prioridades y colas.

El precio de este equipo en el mercado incluyendo los modulos GBIC es aproximadamente de 4800 \$. Este equipo cuenta con 8 puertos Fast Ethernet con conectores RJ-45, 12 puertos SFP para tecnología de fibra 100BASE-FX y dos puerto Giga Ethernet para troncales. Para visualizar más características ver el Anexo 4.



Figura 21: Switch Alcatel modelo 7250 SAS

4.4.3. Elección de equipos

Para el diseño a proponer para la interconexión de las unidades navales consideramos para la elección de los equipos la información suministrada en cada ficha técnica y los precios obtenidos en la sección anterior. Se busca elegir equipos

de bajo costo que cumplan con los requerimientos de interconexión y de velocidades con el equipo de última milla del proveedor (*Switch* Alcatel 7450) y que a su vez soporte los protocolos utilizados para calidad de servicio.

Para el caso de los equipos para el acceso por cobre, se aprecia que la diferencia entre los equipos ofrecidos por los dos fabricantes, es el sistema operativo y el precio, como ambos sistemas poseen interfaz grafica amigable para la instalación y configuración no consideramos esta característica para escogencia. La diferencia de precio será entonces quien marque la elección de equipos para el acceso en cobre, por tal motivo se sugiere utilizar el modem Alcatel modelo Thomson ST 605S.

Para el caso de acceso por fibra se eligió la solución diseñada por Alcatel-Lucent a través del *Switch* 7250 debido a la variedad de puertos que trae consigo, los que nos permitiría tener mayor poder expansión si se desea, ya que con las 12 interfaz 100BASE-FX se puede alcanzar mayores distancias en comparación al alcance máximo que puede tener con un medio UTP. Por otra parte se considera esta como mejor opción ya que posee menor precio y que además tanto el equipo de acceso a la red como el del lado del cliente serian del mismo fabricante, lo que daría mayor compatibilidad y poder de administración y monitoreo por parte del proveedor de servicios.

Es bueno resaltar que los equipos elegidos en esta propuesta son para ser adquiridos a través de inversiones por parte de CANTV, ya que por estrategia de mercado, solo se cobrara el servicio prestado y no el equipo a utilizar para el acceso aunque se encuentre dentro de las instalaciones de cada unidad naval.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE DISEÑO

En este capítulo se describirá las características del diseño a ser sugerido para la interconexión de las unidades navales ubicadas en la zona metropolitana pertenecientes a la Armada Bolivariana bajo la plataforma Metro Ethernet de CANTV. También se indicara la disponibilidad de recursos para ejecutar el mismo.

5.1. Descripción

La plataforma de comunicaciones de la Armada Bolivariana contará con las bondades de la tecnología Metro Ethernet a través de la red del proveedor de servicio más grande y con mayor experiencia del país (CANTV). El acceso de las unidades navales se definió dependiendo de los requerimientos de anchos de banda, factibilidad de la red y el ajuste a los planes de servicios que ofrece el proveedor.

Las unidades navales que poseen menor demanda de tráfico como lo son DRA, ALOPAM y ESGN tendrán acceso a través de un modem THOMSON que con la utilización de dos pares de cobre y tecnología de G.SHDSL hasta el DSLAN Alcatel 7203 este brindará las velocidades que se requieren para cada unidad; la interfaz que se entregará al cliente será Fast Ethernet en cable UTP categoría 5 con conector RJ-45 siguiendo la norma TIA 568B. Las unidades ubicadas en la población de Catia La Mar (CANES, DIVIMBO, ENV y EPAR) tendrán acceso a través de *Switches* Alcatel 7250 instalado en cada una de las localidades, los cuales estarán concentrados a través de fibra óptica en la central 3304 (*Switch* Alcatel 7450). La interfaz física que se entregara será Giga Ethernet en cable UTP Categoría 6 con RJ-45 siguiendo la norma 568B.

El nodo principal estará ubicado en las instalaciones de la Comandancia General de la Armada (CGA), esta contará con un sistema de respaldo ante falla por medio de redundancia de enlaces y de equipos, los cuales estarán conectados al *Router* principal con configuración de enlaces activo /activo, de tal manera que se pueda realizar balanceo de carga en capa 3. Las centrales (*Switches* Alcatel 7450) 2342 y 2243 ubicadas en Los Caobos y en las instalaciones del Centro de Estudios tecnológicos (CET) respectivamente, serán las que brinden el acceso a la CGA.

En la figura 22 se puede apreciar la topología de la plataforma de comunicaciones para las unidades navales en la Zona Metropolitana a través de la red metro Ethernet de CANTV.

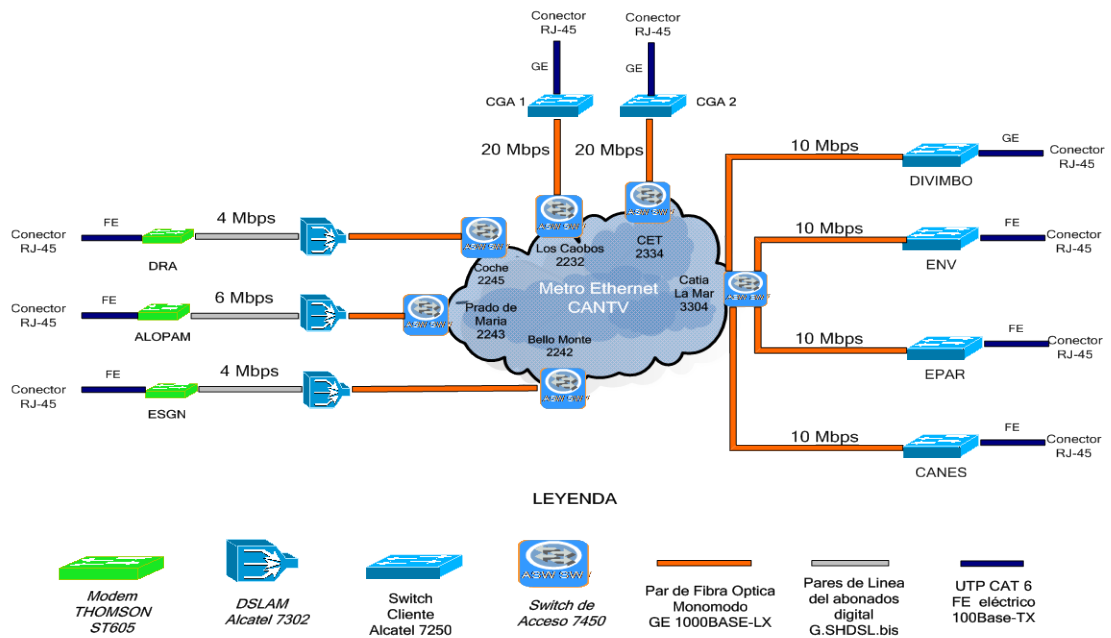


Figura 22: Plataforma de Comunicaciones de la Armada Bolivariana a través de la red Metro Ethernet de CANTV

La Armada Bolivariana deberá crear la VLAN para interconectar las distintas unidades navales utilizando el estándar 802.1q para diferenciar los servicios, donde debe clasificar y marcar sus aplicaciones empleando CoS (802.1p), este marcaje debe mantenerse en Capa 3 para manejar el tráfico dentro de su red. Se creara un VLL en cada Unidad Naval para poder conectarse a los *Router CISCO 12000* para el servicio de Internet sobre la red Metro Ethernet utilizando una subred /30.

Todos los planes de acceso para cada una de las unidades navales incluyendo al nodo principal será Plata, con este plan se asegura el ancho de banda requerido para las comunicaciones sensibles a retardos como lo son el servicio de telefonía IP y video conferencia.

5.2. Factibilidad

Cuando hablamos de factibilidad nos referimos a la disponibilidad de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos señalados y lograr así la implementación del proyecto propuesto. De tal manera, entonces existen distintos tipos de factibilidad según los distintos factores que puedan perjudicar el desarrollo de la propuesta. Para la propuesta de diseño de interconexión de las unidades navales a través de la red Metro Ethernet de CANTV se da parte siguientes:

- Factibilidad técnica
- Factibilidad operativa
- Factibilidad económica

5.2.1. Factibilidad Técnica

Ethernet está presente en más del 98 % de las redes LAN, por tal razón cada día aumenta y se estandariza la fabricación de equipo para la tecnología utilizada en esta propuesta, unido a eso, actualmente CANTV posee convenio con uno de los mayores fabricantes de equipos Metro Ethernet, brindando seguridad en la entrega de los equipos e interfaces. CANTV dispone del personal con el conocimientos y habilidades en el manejo métodos, procedimientos y funciones requeridas para el desarrollo e implantación del proyecto, por tal razón se diría que esta propuesta es factible para la implementación en el marco técnico.

5.2.2. Factibilidad Operativa

Para la puesta en marcha de la implementación de esta propuesta, CANTV cuenta con contratistas capacitadas que actualmente llevan a cabo la instalación de fibra desde la central 3304 hasta cada una de las unidades navales ubicadas en Catia La Mar, mientras que para las unidades navales ubicadas en la ciudad de Caracas ya se tiene se tiene la disponibilidad para el acceso a la red metro Ethernet, solo faltaría la aprobación por medio del cierre de contrato por parte de la Armada Bolivariana. Esta propuesta es factible desde el punto de vista operacional.

5.2.3. Factibilidad Económica

CANTV posee el respaldo económico para financiar los gastos de instalación de fibra y compra de equipos para esta propuesta. Por otra parte, se conoce que la Armada Bolivariana cuenta con fondo monetario proveniente del Fondo Intergubernamental para la Descentralización (FIDES) que fue aprobado para la actualización en primera fase de la plataforma de comunicaciones que posee actualmente, entonces desde el punto de vista económico, esta propuesta es factible.

CONCLUSIONES

Ethernet ha crecido muy rápidamente en los últimos años, con la aparición del estándar IEEE 802.3z, más conocido por Giga Ethernet y estándar de 802.3ae ó 10 Giga Ethernet. La evolución de la tecnología Ethernet ha provocado que sea la tecnología dominante en las redes de área local, lo cual hace que se establezca cada día más firme en el ámbito empresarial, con aproximadamente 98 % del tráfico en todas las empresas. Existen factores fundamentales en el rendimiento de una red Ethernet como lo son el tipo de aplicaciones que cursan en la red, el número de estaciones en la red y el tiempo de propagación entre estaciones. Ethernet por sí solo no garantiza la mayoría de los parámetros necesarios para la obtención de calidad en el servicio tales como: disponibilidad, pérdida de tramas, reordenamiento de tramas, duplicación de tramas, retardo de tránsito y tiempo de vida de la trama. Generalmente los problemas con las redes locales se solucionaban a través de expansión del ancho de banda para que el sistema no congestione, pero es la tecnología MPLS (*Multiprotocolo Label Switch*) hoy día quien posibilita mejorar la funcionalidad de capa 2 en Ethernet sin sacrificar sus bondades. MPLS es estratégicamente importante debido a que ofrece una clasificación y conducción rápida de paquetes y que dispone de un mecanismo de túnel eficiente, ofreciendo calidad de los servicios mediante anchos de banda reservados, mecanismos de seguridad e ingeniería de tráfico. Ambas arquitecturas se complementan perfectamente creando Metro Ethernet.

Para esta propuesta de diseño, una vez implementada, se puede pensar en una plataforma de comunicaciones que permitirá la escalabilidad con poca inversión para operaciones futuras, y que brindará alta capacidad de tráfico con calidad de servicio, lo que permitirá la implementación de servicios nuevos de video conferencia y telefonía IP, así como la posibilidad de impulsar la educación a distancia con el apoyo de las nuevas tecnologías de información y comunicación cumpliendo a cabalidad con los requerimientos de las salas situacionales la Armada Bolivariana .

RECOMENDACIONES

Para la implementación de la propuesta de diseño para la interconexión de las unidades navales de la Armada Bolivariana se recomienda:

- La Armada Bolivariana debe poseer un registro de tráfico para cada una de las Unidades Navales, de tal manera que se pueda analizar para nuevas implementaciones de servicios o la integración de nuevos servicios.
- Si se desea interconectar otras unidades navales a la plataforma de comunicaciones de la Armada Bolivariana, esta debe realizar un estudio de tráfico en caso de que exista factibilidad en la red de CANTV considerando el estudio del esquema funcional de las aplicaciones que desean cursar, de tal manera que no afecte los planes de servicios sugeridos.
- Para las unidades por acceso a través de pares de cobre, la unidad a interconectar debe adecuar los pares de Cobre desde su FXB hasta el cuarto de comunicaciones donde se conectará el equipo última milla.
- Para las unidades por acceso a través de fibra, el *Router* de esta Unidad Naval debe tener la capacidad para manejar velocidades iguales o superiores a las contratadas.
- La Armada Bolivariana debe contar con salas aptas que cuente con espacio físico, energía, sistema de aterramiento (<2 ohm), A/A y seguridad para la instalación de los equipos Metro Ethernet.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CANTV. Fundamentos de Metro Ethernet. Gerencia de Formación, (Guía).-- Caracas, 2008, p.78, 18, 33.

[2] Bits de Multicast [en línea]

<<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc957928.aspx>> [Consulta: mayo 2011].

[3] Sabino, C. *El Proceso de Investigación*. Caracas. Ed. Panapo. 2000, p. 62, 155.

[4] Méndez; Carlos. Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación. Colombia: Ed. Mc Graw-Hill interamericana. 2001, p 246.

[5] Balestrin A., Miriam. Como se Elabora el proyecto de Investigación. Caracas: Venezuela: BI-Consultores Asociados. 1997, p.122.

[6] Entrevista realizada al Teniente de Navío Alfredo Palma en la Comandancia General de la Armada. Caracas, abril 2011.

[7] Google maps [en línea]. <<http://maps.google.es/>> [Consulta: mayo 2011].

[8] CANTV. Metro Ethernet 2009. Gerencia de Formación, (Guía). –Caracas, 2009, p.17, 31, 36, 41.

[9] IEEE 802.1Q – 2005 Virtual LANs.

[10] Entrevista realizada a la Ing. María Teresa Bandrés en CANTV, sede Los Cortijos. Caracas, abril 2011.

[11] Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator [en línea]
<<http://www.erlang.com/calculator/eipb/>> [Consulta: mayo 2011].

[12] Cisco [en línea]. < <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/Routers/.html>>
[Consulta: mayo 2011].

[13] Alcatel [en línea]. <<http://alcatel-lucent.industrialpartner.com/products-a.html>>
[Consulta: mayo 2011]

BIBLIOGRAFÍAS

Alcatel [en línea]. <<http://alcatel-lucent.industrialpartner.com/products-a.html>>
[Consulta: mayo 2011]

Balestrin A., Miriam. Como se Elabora el proyecto de Investigación. Caracas:
Venezuela: BI-Consultores Asociados. 1997.

CANTV. Fundamentos de Metro Ethernet. Gerencia de Formación, Caracas, 2008.

CANTV. Metro Ethernet 2009. Gerencia de Formación, Caracas, 2009.

Cisco [en línea]. < <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/Routers/.html>>
[Consulta: mayo 2011].

Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator [en línea]
<<http://www.erlang.com/calculator/eipb/>> [Consulta: mayo 2011].

Entrevista realizada a la Ing. María Teresa Bandrés en CANTV, sede Los Cortijos.
Caracas, abril 2011.

Entrevista realizada al Teniente de Navío Alfredo Palma en la Comandancia General
de la Armada. Caracas, abril 2011.

IEEE 802.1Q – 2005 Virtual LANs.

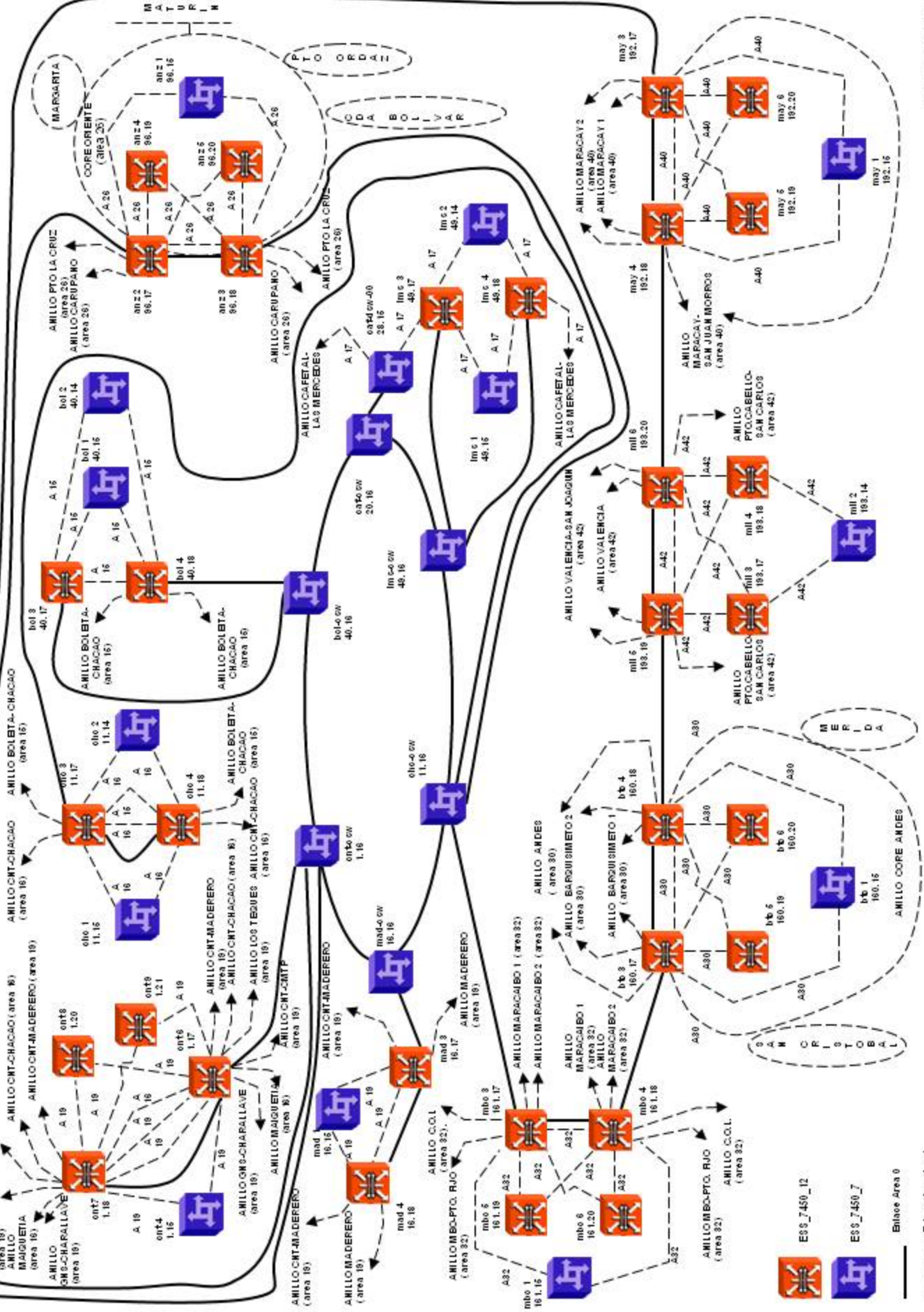
Méndez; Carlos. Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación.
Colombia: Ed. Mc Graw-Hill interamericana. 2001.

Sabino, C. El Proceso de Investigación. Caracas. Caracas: Ed. Panapo, 2000.

VoipForo. Codecs. [En línea] <<http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>>

[Consulta: marzo de 2011.].

RED METROETHERNET



ESS_7450_12
ESS_7450_7

Bilbao Area 0
Bilbao Area Local

Polycom MGC-50

Multipoint and gateway platform support for your video, voice and unified conferencing needs, today and tomorrow



Polycom MGC-50 Benefits

One MGC platform – supports your audio, video and unified multipoint and gateway conferences over any network

Flexible configurations and upgrades – specifically address your requirements for conference support

Low to high end scalability – port and feature capacities to build needed conference support today and address requirement for support in the future

System reliability and ease of maintenance – proven high levels of performance and ease of maintenance and support

Full, automatic transcoding – enables the seamless connection of audio and video endpoints into a conference

Shared resource system architecture – MGC hardware and software improves system reliability, and decreases the cost of ownership

Easy, clearly defined migration path – provides investment protection and the flexibility to increase capacity or add new conference support capabilities, when they are needed

Polycom's MGC-50 delivers a high level of reliable multipoint and gateway conferencing support and unique capabilities to flexibly build conferencing solutions, regardless of audio, or video endpoint or network connection.

Low to high end scalability, the industry's best transcoding and the full resource sharing architecture of the Polycom MGC-50 makes it easy to transition from switched to packet based service support.

Build VideoPlus Polycom MGC-50 configurations to support ISDN and/or IP video multipoint and gateway conferences. VoicePlus configurations can support PSTN and/or VoIP. Build a Unified Conferencing configuration that supports voice and video conferencing over any network.

Polycom's MGC-50 can be configured to support revolutionary features such as Click&View and key pad conference management control in an audio, video or unified conference.

The platform for The Polycom Office™

With integrated video, voice, data and Web capabilities. The Polycom Office is the only solution that offers you an easy way to connect, conference and collaborate any way you want.



Infrastructure

Connect. Any Way You Want.

Polycom MGC-50

Polycom MGC 50 – scalable support for multipoint voice, video, unified, and gateway conferencing

Polycom's MGC-50 and MGC-100 platforms support scalable conferencing and gateway solutions, deliver proven reliability and ease of support. The 8 slot MGC-50 can be used in either a distributed or centralized deployment of conferencing and gateway services. The 16 slot MGC-100 with twice the scalable capacity of the MGC-50 and redundant powers supplies meets the requirements for a centralized service requiring support for a large number of ports, features and multiple network connections, dedicated, switched and packet.

Multi-network support for voice, video, and unified conferencing

- IP (H.323) and ISDN (H.320) video
- PSTN and VoIP voice

Audio and video system capacities

Audio

- MGC-50 PSTN, 480 ports
- MGC-50 VoIP, 384 ports
- MGC-100 PSTN, 860 ports
- MGC-100 VoIP, 768 ports

Video

- MGC-50 H.320 ISDN/T1 @ 384 kbps, 61 ports
- MGC-50 H.320 ISDN/E1 @ 384 kbps, 64 ports
- MGC-50 H.323 IP @ 384 kbps, 192 ports
- MGC-100 H.320 ISDN/T1 @ 384 kbps, 122 ports
- MGC-100 H.320 ISDN/E1 @ 384 kbps, 144 ports
- MGC-100 H.323 IP @ 384 Kbps, 384 ports

Flexible deployment options

Choice of MGC platform

- MGC-50 – Customizable, enterprise platform
- MGC-100 – Customizable, large
 - enterprise/carrier
 - class platform
- Centralized or distributed network deployments
- Configure to support audio, video or unified conferencing

Transcoding

- Audio Algorithms G.711, G.722, G.722.1, G.723, G.728, Siren™ 7, Siren 14
- Networks – IP, ISDN, T1
- Network Speed – 128 Kbps up to 2 Mbps
- Resolution – QCIF or CIF
- Video Algorithms – H.261, H.263, H.264+
- Frame Rate – 7.5 fps-30 fps – 60 fields-per-second
- Data Rates – 6.4-46.4 Kbps MLP, 64-128 Kbps HMLP

Resource Sharing

Software Resource Sharing

- MGC operating system software
- Unified Conference Suite
 - IVR/DTMF audio & video
 - Greet and Guide
- Virtual Conference Suite
 - Virtual meeting rooms
 - Single number per conference
 - Auto-detect endpoint capabilities
 - Auto-extend and terminate the conference
- Packet Commander

Hardware Resource Sharing

- MGC platform
- Audio, video, network, and data modules

IP QoS support

- Reorders and synchronizes incoming IP packets
- IP Error Resiliency
- IP Precedence Support
- IP DiffServ Support

Firewall Security

- Works with existing data firewalls
- MGC platform firewall solution is Check Mark certified

Polycom MGC platform management tools

- MGC Manager – Windows®-based application for configuration, scheduling and monitoring
- WebCommander™ – Web-based scheduling and management
- Personal Scheduler – Microsoft® Outlook® conference scheduling
- IVR/DTMF – Touch tone UI to conference features
- API Software Developers Kit (SDK)
- CDR Collector

Polycom MGC-50 Technical specifications

Audio support

- G.711a, G.711u, G.722, G.722.1, G.723.1, G.728, Siren 7, Siren 14

Video support

- H.261, H.263, H.264+
- 30 frames per second, 60 fields per second
- QCIF and CIF video resolution

Conference data rates

- 128 Kbps to 2 Mbps

Network interface support

- 10/100 Ethernet
- 2 PRI Interface ISDN and Dedicated, T1/E1
- 4 PRI Interface ISDN and Dedicated, T1/E1
- 8 PRI Interface ISDN and Dedicated, T1/E1

MGC-50 chassis dimensions

- Height 40.8 cm (16 inches)
- Width 38.1 cm (15")
- Depth 50.2 cm (19 inches)
- 8 Slot Chassis Power, 120-230VAC, 50/60Hz

MGC-100 chassis dimensions

- Height 40.8 cm (16 inches)
- Width 58.4 cm (23")
- Depth 50.2 cm (19 inches)
- 16 Slot Chassis Power, redundant power supplies, 3 load sharing 110-240 VAC, 50/60 Hz, -48 DC
- NEBS Level 3 Compliance with special-order systems

MGC-50 and MGC-100 chassis operating environment

- Oper Temp 10° to 40° C (50° to 104° F), 3400 BTU/hr
- Storage Temperature -40° to 70° C (-40° to 158° F)
- Relative Humidity 15% to 90% non-condensing
- Operating Altitude Up to 3,000 m (10,000 ft)
- Storage Altitude Up to 12,000 m (40,000 ft)
- Operating ESD +8kV
- Storage ESD +15kV



©2003 Polycom, Inc. All rights reserved.

Polycom and the Polycom logo are registered trademarks and The Polycom Office, MGC, Polycom WebCommander and Siren are trademarks of Polycom, Inc. in the U.S. and various countries. All other trademarks are the property of their respective companies.

Specifications subject to change without notice.



www.ivci.com



THOMSON



CONNECTIVITY SOLUTION FOR BUSINESS DSL

The flexibility of the ST605 Series allows a wide range of network deployment scenarios, including:

Network VPN based on VPLS / VLAN

The ST605 Business DSL router optimally supports network-based VPNs based on VPLS / VLAN technology. These network-based VPNs offer a maximum of manageability from an operator-point of view, equalling and even exceeding the user experience as offered by traditional leased lines or frame relay private line connections in terms of security and service level agreements. The ST605 Business DSL router maps VLAN packets on the correct PVC based on VLAN ID and VLAN priority, and performs port-based VLAN tagging. The advanced forwarding engine with support of label policies allows to provide simultaneous access to multiple network based VPNs while keeping the traffic strictly separate between the different VPNs, and to simultaneously offer VPN access and Internet access on the same DSL line.

Business Internet access

Our ST605 Business DSL router provides robust business Internet access. The embedded stateful firewall and intrusion detection system stop attacks in the router and keep the customer safe from any security violations. Content filtering based on a large online database prevents employees from accessing unproductive categories of web sites.

Managed office networking

The ST605 has a 4-ports Managed Ethernet Switch allowing you to connect up to 4 PC's or Servers. The Business DSL Router at any time shows all LAN devices and their status (connected, failed to authenticate, absent), allowing to quickly troubleshoot any problems. Any port on the Managed Switch can be configured as DMZ (Demilitarized Zone). This will allow your customer to share central services with its sales people or other employees at a minimum cost. Ports can also be configured as Guest access, allowing visitors in a meeting room to share the Internet access without compromising the data confidentiality of the enterprise network. The dual memory bank allows completely fail-safe remote software upgrades to keep the router of your customers always up-to-date.





Technical specification

Hardware specifications

Interfaces

- LAN
 - 4 ports 10/100Base-T (RJ45) with auto MDI/MDI-X
 - Serial port
- WAN
 - DSL line RJ11 for ADSL, ADSL2, Re-ADSL (annex U), ADSL2+ (and enhanced upstream ADSL2+ (annex M) for the ST605m)
 - DSL line RJ11 for SHDSL and SHDSL bis 2-wire ATM and ERM for the ST605s 2-wire. The 2-wire SHDSL can be configured either in CPE mode (connecting to a DSLAM) or in CO mode (two modems can be put back-to-back on blank copper, up to 5.7 Mbps).
 - DSL line RJ14 (pin 3&4 for first pair, pin 2&5 for second pair) for SHDSL and SHDSL bis 2-wire and 4-wire ATM and ERM for the ST605s 4-wire. The 4-wire SHDSL can be configured as:
 - one 2/4-wire interface: either in CPE mode (connecting to a DSLAM – with auto-detect of 2-wire / 4-wire SHDSL mode or fixed configuration) or in CO mode (two modems can be put back-to-back on blank copper, up to 11.4 Mbps)
 - two separate 2-wire interfaces: either both in CPE mode (can even connect to two different DSLAMs, for back-up purposes and load balancing), both in CO mode (to connect to two remote CPEs) or one in CO and one in CPE mode (for add/drop purposes in linear networks and as repeater with traffic insertion functionality)
- Extensions: (not on 605s)
 - PCMCIA / Card bus

Physical specifications

- Height: 3.5 cm (1.38 in.)
- Width: 24 cm (9.38 in.)
- Depth: 18.5 cm (7.29 in.)

Operating environment

- Temperature: 0° to 40° C (32° to 105° F)
- Humidity: 20% to 80%

Power requirements

- AC voltage: 100 to 120 V AC, 220 to 240 V AC
- Frequency: 50/60 Hz

Services

- Bridging, full VLAN aware bridging (802.1q / p), port-based VLAN tagging, isolated or shared self-learning bridge table, configurable VLAN priority re-mapping, single- and double-VLAN-tagged IP interfaces, mixed bridging and routing on a single PVC with full QoS handling, support of separate management VLAN, FlexiPort
- IP Routing: multi-port router (up to 16 PVCs), DiffServ IP QoS, TCP-aware QoS Enhancement, IGMP Proxy
- NAT/PAT, multi-NAT, transparent NAT
- DHCP: Server and client, spoofing
- BOOTP client
- DNS Server and Relay, Dynamic DNS
- Stateful firewall, Intrusion detection, Denial-of-service attack detection and prevention, DMZ
- Content filtering: URL classification and filtering according to 59 categories, based on look-up in a database accessible on the Internet
- WAN protocol model:
 - Routed PPPoE/PPPoA
 - Relayed PPPoA and DHCP-to-PPP spoofing
 - Bridged Ethernet/Routed Ethernet
 - Routed IPoA and IPoE

Installation

- Installation wizard (customizable per operator), installing both fixed Ethernet network and DSL router

Management

- OS independent
- Fully configurable via user-friendly web-based interface supporting 8 languages, accessible via HTTP and HTTPS/SSL
- Command Line Interface fully available both in menu-mode or in text-mode
- Telnet access to router
- SNMPv1 with MIB II
- TR-69 WAN management protocol, TR-64 LAN management protocol
- Windows XP UPnP presentation and discovery
- Configuration and Software back-up & restore
- Software upgradeable with 2 software images (fail-safe remote upgradeable and easy roll-back)
- UPnP* NAT Traversal



For more information

Thomson
46, quai Alphonse Le Gallé
92100 Boulogne-Billancourt
France
Tel. : 33 (0) 1 41 86 50 00
Fax : 33 (0) 1 41 86 56 59
www.thomson-broadband.com

Alcatel-Lucent 7250 SAS

SERVICE ACCESS SWITCH | RELEASE 2.0

The Alcatel-Lucent 7250 Service Access Switch (SAS) is a feature-rich customer edge device, purpose-built to increase service provider revenues and deliver a complete portfolio of Carrier Ethernet services to enterprises. The Alcatel-Lucent 7250 SAS is Metro Ethernet Forum (MEF) 9 and MEF 14 certified and supports Multiprotocol Label Switching (MPLS), Ethernet, circuit emulation, and operations, administration and maintenance (OAM) tools. It is managed by the 5620 Service Aware Manager (SAM). The 7250 SAS will enable service providers to increase revenues through enhanced service offerings and allow enterprise customers to expand capabilities and decrease costs.



The Alcatel-Lucent 7250 SAS gives service providers a competitive edge by cost effectively extending the service intelligence to the customer edge. By extending service intelligence to the customer premises, the Alcatel-Lucent 7250 SAS allows service providers to extend service level agreements (SLAs) to the customer premises and provide access to more enhanced Carrier Ethernet services such as virtual private LAN services (VPLS), virtual private wire services (VPWS) and Internet Protocol virtual private networks (IP-VPNs), which support the increasing demands of enterprise data, voice and video applications. In addition, the Alcatel-Lucent 7250 SAS enables service providers to transparently carry Time Division Multiplexing (TDM)-based voice and data applications across an IP/MPLS backbone to enable new circuit emulation services (CES) and support TDM backhauling applications such as PBX backhaul and leased line replacement.

The Alcatel-Lucent 7250 SAS gives enterprise customers a competitive advantage by reducing their leased line costs when connectivity is provided by the service provider. The 7250 SAS also increases the services the enterprises can provide to their own internal customers. All the benefits of the Alcatel-Lucent 7250 SAS gained by a service provider that offers services to enterprises can be realized by enterprise customers who decide to install and manage their own private networks.

With its MPLS, circuit emulation, hierarchical quality of service (H-QoS), IEEE 802.1q virtual LAN (VLAN) stacking, and wire-speed non-blocking architecture, the Alcatel-Lucent 7250 SAS has the versatility, flexibility and reliability to provide access to a whole new stream of revenue opportunities for service providers and feature enhancements and cost savings to private networks. These advanced

features, along with extensive OAM tools, a modular design featuring hot-swappable modules with redundant configuration options and a wide selection of interfaces allow service providers to cost effectively deliver a suite of user-centric VPN services, with strict per-application SLAs.

Purpose-Built for Metro Service Applications

The Alcatel-Lucent 7250 SAS is purpose-built to support the data, voice and video applications that are transforming the way enterprises conduct business. With its advanced feature set, robust design and wire-speed performance, the Alcatel-Lucent 7250 SAS provides seamless access to the advanced VPN services enabled by the Alcatel-Lucent 7450 Ethernet Service Switch (ESS), the Alcatel-Lucent 7710 Service Router (SR) and the Alcatel-Lucent 7750 SR.

Features

- Integrates MPLS, Ethernet and TDM technologies onto a single MEF 9 and MEF 14 certified platform
 - MPLS includes Fast Re-Route (FRR) and Resource Reservation Protocol with Traffic Engineering (RSVP-TE)
 - Ethernet VLAN stacking per IEEE 802.1q with a variety of Fast Ethernet and Gigabit Ethernet (GigE) interfaces
 - DS1/E1 Circuit Emulation Services (CES) Interface module supporting structured and unstructured packetization modes, with Temperature Compensated Oscillator (TCXO) and Oven Controlled Oscillator (OCXO) options
 - <50 ms reliability using FRR, fast ring and dual homing
- Hierarchical quality of service (H-QoS) with up to two levels of hierarchical scheduling and per-service class-based queuing
- Managed by the Alcatel-Lucent 5620 Service Aware Manager (SAM)
- MEF OAM, Ethernet OAM, EFM OAM and Bidirectional Forwarding Detection (BFD) tool kit
- Hot-swappable, redundant AC or DC power

Benefits

- Integration of MPLS, Ethernet and TDM allows for a variety of service options
- Extending the service intelligence to the customer premises:
 - Enables increased revenues through enhanced VPWS, VPLS, IP-VPN and CES service offerings by extending SLAs to the customer premises
 - Provides scaling and operational advantages such as simplified signaling, fewer label switched paths (LSPs) and scalable inter-domain VPLS for large VPLS deployments
- Cost effectively delivers advanced voice and data services in multi-tenant buildings over the IP/MPLS service infrastructure
- Delivers higher margin services with access to a full suite of more enhanced Carrier Ethernet VPN services to support demanding enterprise applications
- Provides new CES and transparently carries TDM-based data, voice and video applications over the IP/MPLS service infrastructure, while preserving the full array of class 5 features
- Streamlined management and service assurance with 5620 SAM and extensive OAM tool kit

Technical Specifications

Interfaces

- 12 100Base-FX small form-factor pluggable (SFP) ports
- Eight 10/100Base-T RJ-45 ports
- Two Enhanced GigE SFP uplink ports
- Two GigE SFP ports
- Optional CES access module with 4-port DS1/E1 RJ-48c ports with TCXO and OCXO variants

Ethernet Switching Features

- Technology: ASIC-based, with parallel store-and-forward
- Bridging:
 - IEEE 802.1d Spanning Tree Algorithm
 - IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Algorithm
 - IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Algorithm
 - IEEE 802.3ad Link Aggregation
 - Fast Ring Ethernet Ring Restoration (<50 ms)
- 4092 virtual LAN (VLAN) IDs per IEEE 802.1q
- Ability to disable learning per access port
- Ability to set Media Access Control (MAC) entry limits per service and per access port
- Notification that MAC table limit has been reached
- Statistics per ACL
- Address table: 16,000 MAC table entries
- Forwarding rate:
 - 148,000 pps per 100 Mb/s port
 - 1,488,000 pps per 1 Gb/s port
- Flow control: IEEE 802.3x for full duplex, back pressure for half duplex transmission
- Port trunking: IEEE 802.3ad Link Aggregation

MPLS Features

- RSVP-TE per RFC 3209
- FRR including support for rapid failure detection and switching, penultimate hop popping (PHP), point of local repair (PLR) and merge point functionality
- Multiple LSPs and the ability to use different LSPs using specific pseudowires for VPWS on enhanced GigE uplink ports
- Signaling of MPLS power distribution units (PDUs) with expired Time to Live (TTL) to CPU according to RFC 3443
- Definition of different LSPs to different hubs and load balancing between them

- Label switched router (LSR) functionality enabling support for tandem or ring applications
- Label edge router (LER) functionality providing for label stacking up to two labels for LSP and the virtual circuit (VC) plus an additional third label for OAM purposes or label stacking up to three labels for FRR+LSP+VC with an additional fourth label for OAM purposes
- Hierarchical VPLS (H-VPLS) spokes
- MPLS traffic engineering: Label Distribution Protocol (LDP) and targeted LDP (TLDP)
- Dual homing: One active service distribution point (SDP) and a single backup SDP
- Link Aggregation Control Protocol (LACP) and static LAG are supported with MPLS
- Revert switching to backup SDP based on LDP/TLDP hello failure
- Selectable uplink ports (e.g., 10/100Base-T, 100Base-FX or GigE)

VPLS Features

- Rate limiting and priority on a per-VLAN basis
- Ability to disable MAC learning per port
- Ability to limit the number of MAC entries learned per service access point
- Notification that MAC table limit has been reached
- Discarding packets with unknown destination in a VPLS instance
- Discarding packets with unknown source in a VPLS instance
- Statistics per service access point
- Internet Group Management Protocol (IGMP) snooping

H-QoS Features

- Per-service and forwarding class queuing
- Up to two levels of hierarchical scheduling
- 16,000 queues for ingress and 16,000 queues for egress
- Up to 32 forwarding class queues allocated per service
- Congestion avoidance and buffer allocation using hierarchical weighted random early detection (WRED) mechanism
- Up to two levels of hierarchical scheduling Policing parameters including Committed Information Rate (CIR), Peak Information Rate (PIR), Committed Burst Size (CBS), Maximum Burst Size (MBS) and high-priority settings
- Rate-limiting for bandwidth allocation

- Separate access-list rate limiter for broadcast and/or multicast in frames per second
- Extensive accounting and billing capabilities
- Enhanced filtering capabilities

QoS Features

- Advanced QoS with IEEE 802.1p and Differentiated Services Code Point (DSCP) filtering/marketing/re-marking
- Eight output queues per port
- Rate-limiting for bandwidth allocation
- Set a separate access-list rate limiter for broadcast and multicast traffic in frames per second
- Mapping of untagged traffic into a separate VPN
- Mapping of untagged traffic on tagged ports
- ACL and policing statistics
- Packet and byte counter statistics (ingress and egress)

CES Features

- Structure-Agnostic Traffic over Packet (SAToP) for unstructured DS1/E1 channel transport
- CES over Packet-Switched Networks (CESoPSN) for structured n*64 kb/s channel transport
- Loop, line, adaptive and free run timing options
- Encapsulation techniques
 - IP packets (as defined by CESoPSN/SAToP)
 - Ethernet packets (as per MEF 8)
 - MPLS Martini Pseudowire Emulation Edge to Edge (PWE3) (as defined by CESoPSN/SAToP)
- DS1 specifications:
 - Unframed, super-framed and extended super-framed mode
 - ANSI T1.403-1989
 - ANSI T1.102-1993
 - ANSI T1.107-2002
- E1 specifications
 - Unframed and framed modes
 - ITU-T G.703
 - ITU-T G.823 traffic interfaces
 - ITU-T G.824 traffic interfaces
 - Multiframe CRC-4 generation, multiframe channel associated signaling (CAS), common channel signaling (CCS)

OAM Features

- MEF OAM includes end-to-end service discovery and SLA validation over Ethernet uplinks and over VPLS clouds

- IEEE 802.1ag implementation defines proactive and diagnostic fault localization procedures to monitor the health of links, check the connectivity of ports, detect fabric failures and provide hierarchical layering of OAM perspectives for customers, service providers and operators
- IEEE 802.3ah EFM OAM implementation for transport layer OAM provides mechanisms to monitor the operation and health of the physical link and improve fault isolation
- Bidirectional Forwarding Detection (BFD) to monitor and detect failures on the Open Shortest Path First (OSPF) protocol
- MPLS LSP ping and traceroute
- Local loopback for TDM port
- Local loopback for CES service
- Bit error rate test on the local TDM port

Physical Interfaces

- 10/100Base-T:
 - connectors: RJ-45
 - transmission: full/half duplex
 - range: 100 m (328.08 ft)
 - ports: auto-sensing
- 100Base-FX: SFP-based, LC connector
- 1000Base-X: SFP-based, LC connector
- 4-port DS1/E1 module: E1/T1 to RJ-48c connector

Dimensions

- Height: 44 mm (1.75 in.)
- Width: 440 mm (19.0 in.)
- Depth: 419 mm (16.5 in.)

Weight

- Chassis without PSU: 3.7 kg (8.2 lb)
- Single AC power supply: 0.6 kg (1.3 lb)
- Single DC power supply: 0.6 kg (1.3 lb)

Power Supply

- Redundant, hot-swappable
- AC version: 100 V to 240 V, 50/60 Hz
- DC (-48 V) version: -36 V to -75 V
- Power consumption: 90 W maximum

Certification

- Safety: EN 60950-1 (2001), AS/NZS 60950.1 (2003)

- EMC:
 - Emissions EN 55022 - 1998/A1 - 2000/A2 - 2003
 - ICES-003 issue 4 Class A
 - FCC 47 CFR Part 15 Class A
 - VCCI Class A
 - AS/NZS CISPR 22 - 2002 Class A
 - EN 61000-3-2 - 2000
 - EN 61000-3-3 - 1995/A1 - 2001
 - Immunity:
 - EN 55024 - 1998/A1 - 2001/A2 - 2003
 - Emissions and Immunity:
 - EN 300 386 v1.3.2
 - Network Equipment Building System (NEBS)
 - NEBS Level 3 Compliant
- CES Module and High Performance CES Module**
- AS/ACIF S016 - 2001
 - FCC Part 68; TIA-968-A/A1, A2, A3; Industry Canada, IC-CS03
 - TBR 12 - 1993/A1 - 1996

Environment

- Operating temperature: 0 C to 45 C (32 F to 113 F)
- Short-term extended temperature: -20 C to +60 C (-4 F to +140 F)
- Humidity: Up to 95%, non-condensing

Network Management

The Alcatel-Lucent 7250 SAS is supported by the Alcatel-Lucent 5620 SAM, including:

- 5620 SAM-E
- 5620 SAM-P
- 5620 SAM-A
- Standard management support includes: STD-15, SNMPv1, STD-16 SMiv1, STD-17 MIB-11, STD-50 EtherLike MIB, STD-58 SMiv2, STD-59 RMON, STD-62 SNMPv3, SNMPv2c, SNMPv1, RFC 2668 MAU, RFC 2925, Ping MIB
- Command line interface (CLI): serial, Telnet, Secure Shell (SSH)
- Interface: in-band/out-of-band
- Local interface: RJ-45, TIA/EIA-232
- Software download: Trivial File Transfer Protocol (TFTP)

- Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)
 - Syslog
- Standards Compliance**
- IEEE standards:**
- IEEE 802.1d Spanning Tree Algorithm
 - IEEE 802.1p Priority Queuing
 - IEEE 802.1q VLAN Tagging
 - IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree
 - IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree
 - IEEE 802.1ad Provider Edge Bridges
 - IEEE 802.1ag Connectivity Fault Management
 - IEEE 802.3ad Link Aggregation
 - IEEE 802.3 Ethernet CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications
 - IEEE 802.3ah Ethernet First Mile
 - IEEE 802.3d Port Trunking
 - IEEE 802.3u Fast Ethernet
 - IEEE 802.3x Flow Control
 - IEEE 802.3z Gigabit Ethernet

IETF Specifications

General

- RFC 768 User Datagram Protocol
- RFC 783 TFTP
- RFC 791 Internet Protocol
- RFC 792 Internet Control Message Protocol
- RFC 793 Transmission Control Protocol
- RFC 826 Ethernet Address Resolution Protocol
- RFC 854 Telnet Protocol Specification
- RFC 1122 Requirements for Internet Hosts - Communication Layers
- RFC 1518 Classless Inter-Domain Routing (CIDR) Architecture
- RFC 1519 Classless Inter-Domain Routing (CIDR)
- RFC 1542/951 Clarifications and Extensions to the Bootstrap Protocol
- RFC 1812 Requirements for IPv4 Routers DiffServ
- RFC 2474 Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in IPv4 and IPv6 Headers
- RFC 2475 DiffServ Core and Edge Routing Functions

- RFC 2597 DiffServe Assured Forwarding
- RFC 3140 Per Hop Behavior Identification Codes
- RFC 3246/2598 Expedited Forwarding PHB

Routing Protocols

OSPF

- RFC 1587 OSPF NSSA Option
- RFC 1765 OSPF Overflow Graceful Handling
- RFC 2328 OSPFv2.0 Protocol
- RFC 2370 Opaque LSA Option
- RFC 3101 OSPF NSSA Option

RIP

- RFC 1058 RIP Version 1.0
- RFC 2082 RIP Version 2.0
- RFC 2453 RIPv2.0 MD5 Authentication

MPLS

- RFC 2702 Requirements for Traffic Engineering over MPLS
- RFC 3031 MPLS Architecture
- RFC 3032 MPLS Label Stack Encoding
- RFC 3063 MPLS Loop Prevention Mechanism
- RFC 4090 MPLS Fast Reroute - Facility Backup Method
- RFC 4447 Pseudowire Setup and Maintenance Using the Label Distribution Protocol (LDP) FEC 128 Support
- RFC 4448 Encapsulation Methods for Transport of Ethernet over MPLS Networks

LDP

- RFC 3036 LDP Specification
- RFC 3037 LDP Applicability

RSVP-TE

- RFC 2430 A Provider Architecture for DiffServ and TE
- RFC 3175 Aggregation of RSVP for IPv4 and IPv6 Reservations
- RFC 3209 Extensions to RSVP for LSP Tunnels
- RFC 3210 Applicability Statement for Extensions to RSVP for LSP Tunnels VPLS
- IETF draft as defined in draft-ietf-l2vpn-vpls-ldp-08

Ethernet Pseudowire

- IETF draft as defined in draft-ietf-pwe3-ethernet-encap-11

TACACS+

- IETF draft as defined in draft-grant-tacacs-02

SSH

- IETF draft of SSH Authentications Protocol
- IETF draft of SSH Connection Protocol
- IETF draft of SSH Transport Protocol

RADIUS

- RFC 2865 Remote Authentication Dial In User Service
- RFC 2866 RADIUS Accounting
- RFC 2869 RADIUS Extensions

Support Information

Support for the Alcatel-Lucent 7250 SAS is provided through the Alcatel-Lucent Global Technical Support Organization. Please refer to www.Alcatel-Lucent.com to contact Alcatel-Lucent worldwide support organizations.

Table 1. Ordering Information

ORDERING CODE	ITEM NAME	DESCRIPTION
3HE01189AA	7250 SAS with Software	7250 SAS chassis with two SFP GigE uplink ports supporting enhanced services along with 2 SFP GigE, 12 SFP 100Base-FX and 8 10/100Base-T Ethernet interfaces and 2 slots for CES modules. Optical ports require SFPs. Power supplies not included – up to 2 can be installed. Software includes support for enhanced MPLS, H-QoS, CES and OAM.
3HE01190AA	CES Access Module	Access module with 4-port E1/T1 CES. Connector RJ-48 (balanced). Distance: 200 m. TCXO variant. Up to 2 modules can be installed per chassis.
3HE01544AA	High Performance CES Access Module	Access module with 4-port E1/T1 CES. Connector RJ-48 (balanced). Distance: 200 m. High Performance Clock Recovery (HPCR) with OCXO variant. Up to 2 modules can be installed per chassis.
3HE01191AA	-48V DC Power Supply	-48 V DC power supply. One is required, and a second is required for optional redundancy.
3HE01192AA	110-220V AC Power Supply	110 V to 220 V AC power supply. One is required, and a second is required for optional redundancy.
3HE00062AA	PBA GIGE TX SFP Copper Module	1-port 1000Base-TX SFP Copper Module, Cat5, RJ-45 Connector
3HE00027AA	PBA GIGE SX SFP Optics Module	1-port 1000Base-SX SFP Optics Module, 850 nm, LC Connector
3HE00028AA	PBA GIGE LX SFP Optics Module	1-port 1000Base-LX SFP Optics Module, 1310 nm, 10 km, LC Connector
3HE00029AA	PBA GIGE ZX SFP OPTICS MODULE - LC	1-port 1000BASE-ZX Small Form-Factor Pluggable (SFP) Optics Module, 1550 nm, 70 km, LC Connector
3HE00024AA	PBA 100FX SFP OPTICS MODULE - LC	1-port 100FX-SX Small Form-Factor Pluggable (SFP) Optics Module, 1310 nm, LC Connector
3HE00266AA	KIT 100FX SFP Optics Module SM 25 km - L	1-port 100BASE-FX Small Form-Factor Pluggable (SFP) Optics Module, Single Mode, 25 km, 1310 nm, LC Connector
3HE00868AA	KIT GIGE BX10-U SFP - LC	1-port 1000BASE-BX-U Bi-Directional (BiDi) Small Form-Factor Pluggable (SFP) Optics Module, TX: 1310 nm, RX: 1490 nm, 10 km, LC Connector
3HE00868AB	KIT GIGE BX10-D SFP - LC	1-port 1000BASE-BX-D Bi-Directional (BiDi) Small Form-Factor Pluggable (SFP) Optics Module, TX: 1490 nm, RX: 1310 nm, 10 km, LC Connector