



Propuestas de esquemas de seguridad para el diseño del BACKBONE

Proposals of security schemes for the design of the BACKBONE

Propostas de esquemas de segurança para o desenho da BACKBONE

Henry Javier Rentería-Macias ^I

henry.renteria@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0850-1198>

Jonathan Patricio Cárdenas-Ruperti ^{II}

jonathan.cardenas.ruperti@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2379-0917>

Shaila Yimabel Reyna-Tenorio ^{III}

<https://orcid.org/0000-0002-3075-9232>

shaila.reyna.tenorio@utelvt.edu.ec

Correspondencia: henry.renteria@utelvt.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de revisión

***Recibido:** 07 de septiembre de 2019 ***Aceptado:** 19 de septiembre de 2019 * **Publicado:** 27 de septiembre de 2019

- I. Magister en Gestión Ambiental, Ingeniero en Sistemas Informáticos, Tecnólogo en Informática. Docente Investigador de la Facultad de Ingenierías (FACI) en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas (UTELVT), Ecuador.
- II. Magister en Gerencia de Sistemas y Tecnologías de Información, Ingeniero en Sistemas e Informática, Docente Investigador de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.
- III. Magister en Gerencia de Sistemas y Tecnologías de Información, Ingeniero en Sistemas e Informática, Docente Investigador de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.

Resumen

El siguiente artículo realiza un estudio comparativo de 4 propuestas de esquemas de seguridad para el diseño del BACKBONE con 2 alternativas de solución fibra y microondas, las cuales pueden adaptarse a las actuales necesidades de la Armada. Para identificarlas cada una de las propuestas de esquemas de seguridad tiene asignado un número del 1 hasta el 4. Se describen los detalles de cada una de las propuestas de esquemas de seguridad para luego proceder a realizar la comparación mediante parámetros. Los mismos que se van a utilizar para ver sus fortalezas y debilidades son: Costos, Número de Nodos, Número de switches, Seguridad, Número de router y capacidad para soportar las aplicaciones, luego se les dará a las propuestas pesos según su importancia, para después proceder a medirlos y se escogerá el más adecuado para el diseño del backbone seguro de la Armada.

Palabras Claves: Propuestas; Esquemas; Seguridad.

Abstract

The following article makes a comparative study of 4 proposals for security schemes for the design of BACKBONE with 2 alternative fiber and microwave solutions, which can be adapted to the current needs of the Navy. To identify them, each of the security scheme proposals is assigned a number from 1 to 4. The details of each of the security scheme proposals are described and then proceed to make the comparison by means of parameters. The same ones that are going to be used to see their strengths and weaknesses are: Costs, Number of Nodes, Number of switches, Security, Number of routers and capacity to support the applications, then weights will be given to the proposals according to their importance, to then proceed to measure them and the most suitable one will be chosen for the design of the Navy's secure backbone.

Keywords: Proposals; Schemes; Security.

Resumo

O artigo a seguir faz um estudo comparativo de 4 propostas de esquemas de segurança para o projeto de BACKBONE com 2 soluções alternativas de fibra e microondas, que podem ser adaptadas às necessidades atuais da Marinha. Para identificá-los, a cada uma das propostas

de esquemas de segurança é atribuído um número de 1 a 4. Os detalhes de cada uma das propostas de esquemas de segurança são descritos e a seguir procede-se à comparação por meio de parâmetros. Os mesmos que serão usados para ver seus pontos fortes e fracos são: Custos, Número de Nós, Número de switches, Segurança, Número de roteadores e capacidade de suporte às aplicações, então serão dados pesos às propostas de acordo com seus importância, para então proceder a medi-los e será escolhido o mais adequado para o projeto do backbone seguro da Marinha.

Palavras-chave: Propostas; Esquemas; Segurança.

Desarrollo

Detalles de los esquemas de seguridad con fibra y microondas

Para los diseños de las 4 propuestas de esquemas de seguridad con fibra y microondas, se describen los detalles de los mismos como los tramos que poseen cada uno de ellos, que son las distancias entre destacamentos que van a ser enlazadas con las dos alternativas fibra (Multimodo de 62.5/125 UM de diametro de 6 hilos y microondas: Telectronic modelo: SBLA23.

Propuesta de diseño del esquema de seguridad #1

El diseño de esta propuesta de esquema de seguridad, consiste en enlazar de una forma segura los destacamentos pertenecientes a los tramos: B(Suimba-Coopno), A(Capitania-Coopno), F(Bimes-Coopno), G(L.Naval-H.Naval) y E(H.Naval-Coopno). Con el fin de formar un backbone que satisfaga las actuales necesidades de seguridad de la Armada del Ecuador en Esmeraldas.

El diseño de esta propuesta de esquema de seguridad, se encuentra representado en la figura # 1.22 con sus respectivas distancias entre destacamentos o tramos, que estan señaladas con la asignación de letras del alfabeto desde la **A** hata **H**.



Figura # 1.22: Propuesta de diseño del esquema de seguridad # 1.

En la tabla **XXVI**, podemos observar las distancias de los tramos pertenecientes a los esquemas #1.

Tabla XXVI: Distancias del Esquema de seguridad # 1.

Tramos	Destacamentos	Distancias
A	COOPNO - CAPITANÍA	50 Metros
B	COOPNO - SUIMBA	100 Metros
E	COOPNO - H.NAVAL	700 Metros
F	COOPNO - BIMES	1000 Metros
G	H.NAVAL - L.NAVAL	150 Metros

Propuesta de diseño del esquema de seguridad #2.

El diseño de esta propuesta de esquema de seguridad, consiste en enlazar de una forma segura los destacamentos pertenecientes a los tramos: C(Suimba-Capitanía), A(Capitanía-Coopno), H(Bimes-H.Naval), E(H.Naval-Coopno) y D(L.Naval-Coopno). Con el fin de formar un

backbone que satisfaga las actuales necesidades de seguridad de la Armada del Ecuador en Esmeraldas.

El diseño de esta propuesta de esquema de seguridad se encuentra representado en la figura #1.23, con sus respectivas distancias entre destacamentos o tramos que están señaladas con la asignación de letras del alfabeto desde la **A** hasta **H**.



Figura # 1.23: Propuesta de diseño del esquema de seguridad # 2.

Tabla XXVII: Distancias del Esquema de seguridad # 2.

TRAMOS	DESTACAMENTOS	DISTANCIAS
A	COOPNO - CAPITANÍA	50 Metros
C	CAPITANÍA - SUIMBA	50 Metros
D	COOPNO - L.NAVAL	820 Metros
E	COOPNO - H.NAVAL	700 Metros
H	H.NAVAL - BIMES	500 Metros

Propuesta de diseño del esquema de seguridad #3.

El diseño de esta propuesta, de esquema de seguridad consiste en enlazar de una forma segura los destacamentos pertenecientes a los tramos: C (Suimba-Capitanía), A (Capitanía-Coopno), H (Bimes-H.Naval), G (L.Naval- H.Naval) y E (H.Naval-Coopno). Con el fin de formar un backbone que satisfaga las actuales necesidades de seguridad de la Armada del Ecuador en Esmeraldas.

El diseño de esta propuesta de esquema de seguridad se encuentra representado en la figura # 1.24 con sus respectivas distancias, entre destacamentos o tramos que están señaladas con la asignación de letras del alfabeto desde la **A** hasta **H**.



Figura # 1.24: Propuesta de diseño del Esquema de seguridad # 3.

Tabla XXVIII: Distancias del Esquema de seguridad # 3.

TRAMOS	DESTACAMENTOS	DISTANCIAS
A	COOPNO - CAPITANÍA	50 Metros
C	CAPITANÍA - SUIMBA	50 Metros
E	COOPNO - H.NAVAL	700 Metros
G	H.NAVAL - L.NAVAL	150 Metros

H	H.NAVAL - BIMES	500 Metros
---	-----------------	------------

Propuesta de diseño del esquema de seguridad #4

El diseño de esta propuesta de esquema de seguridad consiste en enlazar de una forma segura los destacamentos pertenecientes a los tramos: B(Suimba-Coopno), A(Capitania-Coopno), F(Bimes-Coopno), D(L.Naval-H.Coopno) y E(H.Naval-Coopno). Con el fin de formar un backbone que satisfaga las actuales necesidades de seguridad de la Armada del Ecuador en Esmeraldas.

El diseño de esta propuesta de esquema de seguridad se encuentra representado en la figura # 1.25, con sus respectivas distancias entre destacamentos o tramos que estan señaladas con la asignación de letras del alfabeto desde la **A** hasta **H**.



Figura # 1.25: Propuesta de diseño del Esquema de seguridad # 4.

Tabla XXIX. Distancias del Esquema de seguridad # 4.

TRAMOS	DESTACAMENTOS	DISTANCIAS
A	COOPNO - CAPITANÍA	50 Metros
B	COOPNO - SUIMBA	100 Metros
D	COOPNO - L.NAVAL	820.Metros

E	COOPNO - H.NAVAL	700 Metros
F	COOPNO - BIMES	1000 Metros

Capacidad requerida por los esquemas de seguridad para soportar las aplicaciones.

Para poder determinar la capacidad requerida para soportar las aplicaciones, por los esquemas de seguridad con fibra y microondas. Se debe calcular el flujo de esas aplicaciones para cada uno de los modelos propuestos. Para esto se procedió por medio de una serie de entrevistas y encuestas a usuarios y administradores con las que se determinó, que aplicaciones se utiliza en la institución y sus requerimientos.

Se usaron los siguientes formatos para las preguntas:

- ✓ ¿Cuáles son las aplicaciones que se implementarán?
- ✓ ¿Cuáles son las subredes a las que se accederán?
- ✓ ¿Cuáles son los criterios de éxito?
- ✓ ¿Cuál es el nivel de confiabilidad que deben tener la red?
- ✓ ¿Cuáles son los segmentos de red más frágiles o críticos?
- ✓ ¿Existe documentación acerca de los puntos más comunes de falla dentro de la red de campus?
- ✓ ¿Cuál fue la causa de la falla en el segmento de la red?
- ✓ ¿Cuánto tiempo estuvo caída la red?
- ✓ ¿Cuál es el costo aproximado perdido por esta situación?
- ✓ Se determinaron los siguientes requerimientos de aplicación.

- ✓ **Aplicación A: Sistema de personal**, ambiente Cliente/Servidor. Flujo de tráfico asimétrico. Se ejecuta sobre TCP/IP. Características estimadas: Tamaño promedio de los datos de 34 MB, número de usuarios simultáneos 12 y la capacidad estimada para esos usuarios es de 1.3 Mbps.
- ✓ **Aplicación B: Sistema de contabilidad**, ambiente Cliente/Servidor. Flujo de tráfico asimétrico. Se ejecuta sobre TCP/IP. Características estimadas: Tamaño promedio de los datos de 35 MB, número de usuarios simultáneos 30 y la capacidad estimada para esos usuarios es de 4 Mbps.

- ✓ **Aplicación C: Sistema de Roles de Pago**, ambiente Cliente/Servidor. Flujo de tráfico asimétrico. Se ejecuta sobre TCP/IP. Características estimadas: Tamaño promedio de los datos de 34 MB, número de usuarios simultáneos 12 y la capacidad estimada para esos usuarios es de 1.3 Mbps.
- ✓ **Aplicación D: Sistemas Internet**, ambiente Cliente/Servidor, tráfico bidireccional y asimétrico. Características estimadas: Consumo de capacidad de 1.5 Kbps por cada sesión, el número promedio de sesiones abiertas por usuario: 3, el número total de usuarios es de 146. Lo que nos da un total de 657 Kbps.
- ✓ **Aplicación E: Servicio e-mail**, tráfico bidireccional utiliza el protocolo SMTP. características estimadas son las siguientes: tamaño promedio por cada usuario sería: $0.375 \text{ Kbps} * 3 \text{ envios diarios} * \# \text{ de usuarios}$, el número total de usuarios, para esta aplicación es de 146. Lo que nos da un total de 164.25 Kbps.

Tabla XXX. Resumen de las aplicaciones.

Categorizando aplicaciones	Misión-crítica	Controlled-rate	Tiempo real	Best-effort (Mejor esfuerzo)
Aplicación A				X
Aplicación B				X
Aplicación C				X
Aplicación D				X

En la tabla XXXI, observamos el número de usuarios que tienen las aplicaciones por destacamentos.

Tabla XXXI: Aplicaciones y Número de usuarios.

Destacamento	Aplicación de Contabilidad	Aplicación Rol de Pagos	Aplicación de Personal	Aplicación de Internet	Aplicación Servicio e-mail
COOPNO	7 usuarios	2 usuarios	2 usuarios	35 usuarios	35 usuarios

CAPITANIA	5 usuarios	2 usuarios	2 usuarios	12 usuarios	12 usuarios
SUIMBA	4 usuarios	2 usuarios	2 usuarios	20 usuarios	20 usuarios
BIMES	5 usuarios	2 usuarios	2 usuarios	12 usuarios	12 usuarios
H. NAVAL	4 usuarios	2 usuarios	2 usuarios	22 usuarios	22 usuarios
L. NAVAL	5 usuarios	2 usuarios	2 usuarios	45 usuarios	45 usuarios
Total usuarios Por aplicación	30	12	12	146	146

Distribución y Modelo de Flujo

Para calcular el flujo de las aplicaciones en cada tramo hay que hacer una sumatoria de todos los flujos que se dan en los tramos. Para referirnos a los flujos los designamos con una letra así los flujos quedarían como se muestra en la tabla XXXII, donde observamos: las identidades de los flujos, las aplicaciones y los modelos de las aplicaciones.

Tabla XXXII: Distribución y Modelo de Flujo.

APLICACION	ID. FLUJO	MODELO DE FLUJO
A	Fa	Cliente-Servidor
B	Fb	Cliente-Servidor
C	Fc	Cliente-Servidor
D	Fd	Cliente-Servidor
E	Fe	Cliente-Servidor

En la tabla XXXIII, se muestran el tamaño de las aplicaciones, el uso de aplicaciones por usuario y el cálculo de la capacidad de cada una de las aplicaciones.

Tabla XXXIII: Tamaño de aplicaciones.

Aplicaciones	Tamaño de aplicación	Uso de aplicación/usuario	Capacidad
Cont.	35 Mb	136.5 Kbps	Uso de aplic/usuario * # usuarios
R. Pagos	34 Mb	112 Kbps	Uso de aplic/usuario * # usuarios
Personal	34 Mb	112 Kbps	Uso de aplic/usuario * # usuarios
Internet			1.5 Kbps * # usuarios * 3 sesiones

e-mail		0.375 Kbps * 3 envios * # usuarios
--------	--	------------------------------------

Comparación de resultados y pesos de las propuestas de esquemas de seguridad.

A continuación, comparamos las propuestas de esquemas de seguridad con fibra y microondas utilizando parámetros de comparación como: costos, número de nodos, número de switchs, número de router, seguridad, distancias de transmisión, capacidad requerida por los esquemas para soportar las aplicaciones.

Comparación en cuanto a costos de los esquemas con fibra.

Para poder calcular los costos de las propuestas que utilizan fibra, necesitamos primero la Tabla XXXIV, donde podemos observar los elementos necesarios para cada enlace con fibra.

Tabla XXXIV. Elementos necesarios para cada enlace con fibra.

CANT	ÍTEM	P. UNIT	VALOR
2	Switch 3COM 24p Modelo-4200 con puertos de Fibra Programables tiene para 2 módulos de fibra. 100/1000Mbps	\$ 538	\$ 1.076
2	Módulos para fibra (Transceiver)	\$ 508	\$ 1.016
1	AMP-0-0492249-2 patch cord SC-SC, Duplex MM 62,5/125UM. Polimero 2M (AMP)	\$ 75	\$ 75
2	AMP-0-1657014-9 Bandeja P/Fibra óptica (AMP)	\$ 195	\$ 390
2	AMP-0-1657229-7 Panel P/ 6 coplas sc duplex (AMP)	\$ 35	\$ 70
6	AMP-0-55504640-3 Adaptador SC/SC - MM-Duplex (AMP)	\$ 35	\$ 210
12	FIS-F1-0067 Conectores SCMULTIMODO (FIS)	\$ 28	\$ 336
		TOTAL	\$ 3.173

A partir del costo de estos elementos que son necesarios para cada uno de los enlaces con fibra, podemos calcular el costo para cada uno de los esquemas como observamos en las siguientes tablas.

Tabla XXXV: Costos para enlace con Fibra, Esquema de seguridad # 1.

Tramo	Metros	Precio U. /metro MTR OCC Fibra Óptica 6 Hilos Multimodo 62,5 / 125 UM ARMADA. DX06 - 055D- WLS-90 TIPO TIGHT BUFFER (OPTICAL CABLE)	Costo	Valor de elementos de enlace	Suma
A	50	\$ 6.58	\$ 329	\$ 3.173	\$ 3.502
B	100	\$ 6.58	\$ 658	\$ 3.173	\$ 3.831
G	150	\$ 6.58	\$ 987	\$ 3.173	\$ 4.160
E	700	\$ 6.58	\$ 4.606	\$ 3.173	\$ 7.779
F	1000	\$ 6.58	\$ 6.580	\$ 3.173	\$ 9.753
Total				C. total	\$ 29.025

Tabla XXXVI: Costos para enlace con Fibra. Esquema de seguridad # 2.

Tramo	Metros	PRECIO U. /METRO MTR OCC FIBRA ÓPTICA 6 HILOS MULTIMODO 62,5 / 125 UM ARMADA. DX06 - 055D- WLS-90 TIPO TIGHT BUFFER (OPTICAL CABLE)	Costo	Valor de Elementos de Enlace	Suma
A	50	\$ 6.58	\$ 329	\$ 3.173	\$ 3.502
C	50	\$ 6.58	\$ 329	\$ 3.173	\$ 3.502
D	820	\$ 6.58	\$ 5.395.6	\$ 3.173	\$ 8.568.6
E	700	\$ 6.58	\$ 4.606	\$ 3.173	\$ 7.779
H	500	\$ 6.58	\$3.290	\$ 3.173	\$ 6.463
				TOTAL	\$ 29.814.6

Tabla XXXVII: Costos para enlace con Fibra, Esquema de seguridad # 3.

Tramo	Metros	Precio U. /metro MTR OCC Fibra Óptica 6 Hilos Multimodo 62,5 / 125 UM ARMADA. DX06 - 055D- WLS-90 TIPO TIGHT BUFFER (OPTICAL CABLE)	Costo	Valor De elementos de enlace	Suma	
A	50		\$ 6.58	\$ 329	\$ 3.173	\$ 3.502
C	50		\$ 6.58	\$ 329	\$ 3.173	\$ 3.502
G	150		\$ 6.58	\$ 987	\$ 3.173	\$ 4.160
E	700		\$ 6.58	\$ 4.606	\$ 3.173	\$ 7.779
H	500		\$ 6.58	\$3.290	\$ 3.173	\$ 6.463
					Total	\$ 25.406

Tabla XXXVIII. Costos para enlace con Fibra, Esquema de seguridad # 4.

Tramo	Metros	Precio U. /metro MTR OCC Fibra Óptica 6 Hilos Multimodo 62,5 / 125 UM ARMADA. DX06 - 055D- WLS-90 TIPO TIGHT BUFFER (OPTICAL CABLE)	Costo	Valor de elementos de enlace	Suma	
A	50		\$ 6.58	\$ 329	\$ 3.173	\$ 3.502
B	100		\$ 6.58	\$ 658	\$ 3.173	\$ 3.831
D	820		\$ 6.58	\$ 5.395.6	\$ 3.173	\$ 8.568.6
E	700		\$ 6.58	\$ 4.606	\$ 3.173	\$ 7.779
F	1000		\$ 6.58	\$ 6.580	\$ 3.173	\$ 9.753
					Total	\$ 33.433.6

Comparación en cuanto a costos de los esquemas con microondas.

El costo de los esquemas que utilizan microondas dependerá de la cantidad de equipos que se necesiten para los enlaces y la cantidad de enlaces.

Las tablas: XXXIX, XL, XLI, XLII, muestran el costo de los esquemas de seguridad con microondas, el factor que hace a los esquemas más económicos o más caros es la cantidad de equipos.

Tabla XXXIX. Costos para enlace con microondas, Esquema de seguridad #1.

Cant	Descripción	P. Unitario	Total
7	Enlaces nuevos para los siguientes Tramos: A, C, G, E, F. Marca: Telectronic Modelo: SBLA23 Frecuencia: 5Ghz Velocidad de transmisión: hasta 108 Mbps estandar 802 11g Incluye antenas de 23 dBi	\$ 788	\$ 5.516
7	Access Point Cisco	\$ 150	\$ 1.050
1	Switch Gigabit Ethernet Cisco Catalyst 4948 Series Switches	\$ 1.195	\$ 1.195
6	Instalación y configuración de enlaces, Instalación y configuración de equipos	\$ 250	\$ 1.500
		Subtotal	\$ 9.261
		I.V.A	\$ 1.111.32
		Total	\$ 10.372.32

Tabla XL. Costos para enlace con microondas, Esquema de seguridad #2.

Cant	Descripción	P. Unitario	Total
8	Enlaces nuevos para los siguientes Tramos: A, C, D, E, H. Marca: Telectronic Modelo: SBLA23 Frecuencia: 5Ghz Velocidad de transmisión: hasta 108 Mbps estandar 802 11g Pareja de equipos Incluye antenas de 23 dBi	\$ 788	\$ 6.304
8	Access Point Cisco	\$ 150	\$ 1.200

1	Switch Gigabit Ethernet Cisco Catalyst 4948 Series Switches	\$ 1.195	\$ 1.195
7	Instalación y configuración de enlaces, Instalación y configuración de equipos	\$ 250	\$ 1.750
		Subtotal	\$ 10.449
		IVA	\$ 1.253,88
		Total	\$ 11.702,88

Tabla XLI. Costos para enlace con microondas, Esquema de seguridad #3.

Cant	Descripción	P. Unitario	Total
9	Enlaces nuevos para los siguientes Tramos: A, C, G, E, H. Marca: Telectronic Modelo: SBLA23 Frecuencia: 5Ghz Velocidad de transmisión: hasta 108 Mbps estandar 802 11g Pareja de equipos Incluye antenas de 23 dBi	\$ 788	\$ 7.092
9	Access Point Cisco	\$ 150	\$ 1.350
1	Switch Gigabit Ethernet Cisco Catalyst 4948 Series Switches	\$ 1.195	\$ 1.195
8	Instalación y configuración de enlaces, Instalación y configuración de equipos	\$ 250	\$ 2.000
		Subtotal	\$11.637
		IVA	\$1.396.44
		Total	\$13.033,44

Tabla XLII: Costos para enlace con microondas, Esquema de seguridad #4.

Cant	Descripción	P. Unitario	Total
6	Enlaces nuevos para los siguientes Tramos: A, B, D, E, F. Marca: Telectronic Modelo: SBLA23 Frecuencia: 5Ghz	\$ 788	\$ 4.728

6	Velocidad de transmisión: hasta 108 Mbps estándar 802.11g Incluye antenas de 23 dBi	\$ 150	\$ 900
1	Access Point Cisco	\$ 1.195	\$ 1.195
5	Switch Gigabit Ethernet Cisco Catalyst 4948 Series Switches	\$ 250	\$ 1.250
	Instalación y configuración de enlaces, Instalación y configuración de equipos		
		Subtotal	\$ 8.073
		I.V.A	\$ 968.76
		Total	\$9.041.76

Resultados de la comparación, en cuanto a costos.

Para poder notar mejor las diferencias entre los costos de las propuestas de esquemas de seguridad, para las alternativas de fibra (multimodo de 62,5/125 micras, de 6 hilos) y microondas (Telectronic-SBLA23), se realizó el gráfico que muestra la figura # 1.32, donde se muestran los costos de las propuestas de esquemas de seguridad para las 2 alternativas.

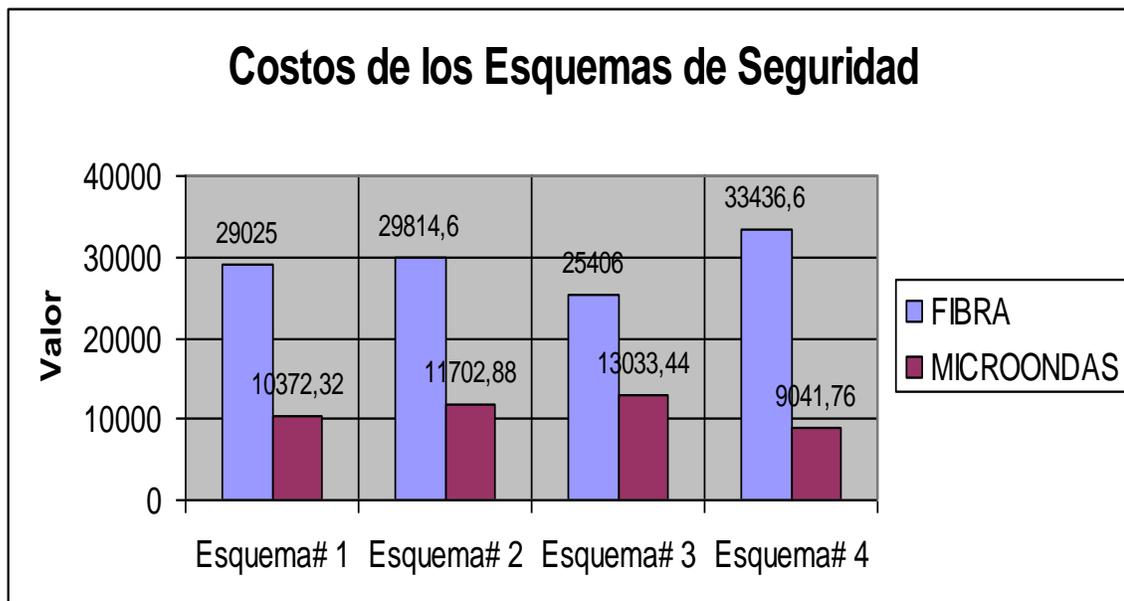


Gráfico estadístico # 1. Comparación de costos de los esquemas.

Resultados de la comparación de costos de los esquemas con fibra.

Utilizando fibra los esquemas (2 y 4) resultan costosos, porque tienen mayor distancia y habría que tener más cableado de fibra, mientras los esquemas (1 y 3) son más baratos, porque tienen menor distancia para tender cableado.

El total de las distancias las podemos observar en la tabla XLIII.

Tabla XLIII. Total de distancias, para enlaces con fibra.

Esquema	Total metros de cable	# de Enlaces	Equipo adicional
Esquema #1	2.000 metros	5	10 switchs con puertos para fibra
Esquema #2	2.120 metros	5	10 switchs con puertos para fibra
Esquema #3	1.450 metros	5	10 switchs con puertos para fibra
Esquema #4	2.670 metros	5	10 switchs con puertos para fibra

Resultados de la comparación de costos de los esquemas con Microondas.

El costo de los esquemas que utilizan microondas dependerá de la cantidad de equipos que se necesiten para los enlaces y la cantidad de enlaces.

Los esquemas (1 y 4) utilizando microondas son más baratos que los esquemas (2 y 3), porque tienen línea de vista en todos sus tramos y no se ocupan equipos adicionales.

Los esquemas (2 y 3) utilizando microondas, son más costosos que los esquemas (1 y 4), porque en uno de sus tramos (**H**) no hay línea de vista debido a una loma que tiene 50 metros de altura sobre el nivel del mar, razón por la cual utilizan antenas repetidoras adicionales elevando el costo de las mismas.

La cantidad de equipos de los esquemas que utilizan microondas las podemos observar en la tabla XLIV.

Tabla XLIV. Número de equipos para enlaces con microondas.

# de Esquema	# de Antenas	# de Access Point	# de Enlaces	Equipo adicional
Esquema #1	7	7	6	1 switch gigabit ethernet
Esquema #2	8	8	7	1 switch gigabit ethernet
Esquema #3	9	9	8	1 switch gigabit ethernet
Esquema #4	6	6	5	1 switch gigabit ethernet

Pesos de las propuestas de diseño en cuanto a costos.

Para cada uno de los costos de las propuestas de esquemas de seguridad se ha procedido a darles pesos según su valor económico, para proceder a la medición de cuál es el esquema de seguridad más adecuado para el diseño del Backbone.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ✓ alto costo
- ✓ medio alto costo
- ✓ promedio costo
- ✓ Mediano costo
- ✓ Bajo costo

Escala para costos de propuestas en fibra

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ✓ 33.000
- ✓ 31.000
- ✓ 29.000
- ✓ 27.000
- ✓ 25.000

Escala para costos de propuestas en Microondas

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ✓ 13.000
- ✓ 12.000
- ✓ 11.000
- ✓ 10.000
- ✓ 9.000

Según la escala correspondiente se procede a darles pesos a las propuestas de diseño de esquemas de seguridad para las dos alternativas.

Tabla XLV. Pesos de los Costos para los esquemas, con fibra y Microondas.

Alternativa	Esquema #1	Esquema #2	Esquema #3	Esquema #4
C. Fibra	3	3	5	1
C. Microondas	4	3	1	5

Comparaciones en cuanto a la capacidad de cubrir la máxima distancia requerida de 1000 metros.

Como ya lo hemos observado en los 4 esquemas tanto para la alternativa de fibra como para la alternativa de microondas, el tramo que tiene la máxima distancia para enlace es el tramo **F**, que comprende el enlace de **COOPNO – BIMES** con una distancia de **1000 metros**. Por lo que esta es la máxima distancia, para hacer el enlace tanto con cable de fibra como para microondas.

En la figura # 1.33. Observamos el gráfico que fue hecho con las distancias máximas de transmisión que poseen estos 2 medios la fibra y microondas.

Por lo tanto, todos los esquemas están en la capacidad de cubrir esa máxima distancia de 1000 metros.

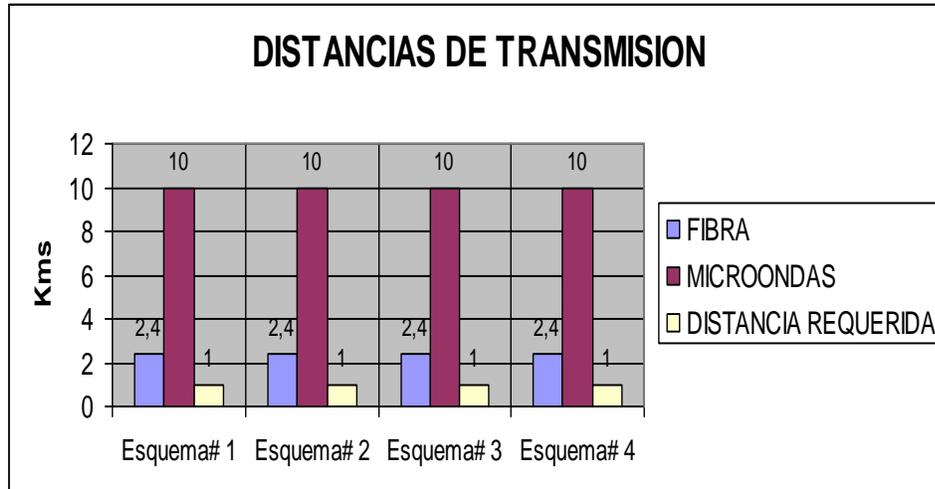


Gráfico estadístico # 2. Comparación de distancias de transmisión.

Pesos, en cuanto a la capacidad de cubrir la máxima distancia requerida de 1000 metros.

Para las distancias de transmisión de las propuestas de esquemas de seguridad, se ha procedido a darles pesos según su capacidad de cubrir la distancia mayor que existe entre los destacamentos de la Armada, que es de 1000 metros. Para proceder a la medición de cuál es el esquema de seguridad más adecuado para el diseño del Backbone.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ✓ No cubre la distancia requerida
- ✓ Cubre la distancia requerida con una mala señal
- ✓ Cubre la distancia requerida con una regular señal
- ✓ Cubre la distancia requerida con una buena señal
- ✓ Cubre la distancia requerida con una muy buena señal

Tabla XLVI. Pesos, en cuanto a la capacidad de cubrir la máxima distancia de 1000 metros.

Alternativa	Esquema #1	Esquema #2	Esquema #3	Esquema #4
C. Fibra	5	5	5	5
C. Microondas	5	5	5	5

Comparaciones en cuanto al número de switches utilizados.

Para poder realizar los enlaces en los 4 esquemas, tanto para la alternativa de fibra como para la alternativa de microondas necesitamos de switches.

En todas las propuestas que utilizan fibra existen 5 tramos para enlazar, es decir 5 enlaces, por cada enlace con fibra se necesitan 2 pares de switchs con puertos para fibra, lo que nos da un número de 10 switchs que se tienen que comprar.

En todas las propuestas que utilizan microondas el número de switchs que se utiliza es de 7, cabe señalar que estos switch, pueden ser los mismos que actualmente posee la institución, es decir, el Cisco XL-3500. En la figura # 1.34. Podemos comparar estos esquemas en cuanto a número de switchs.

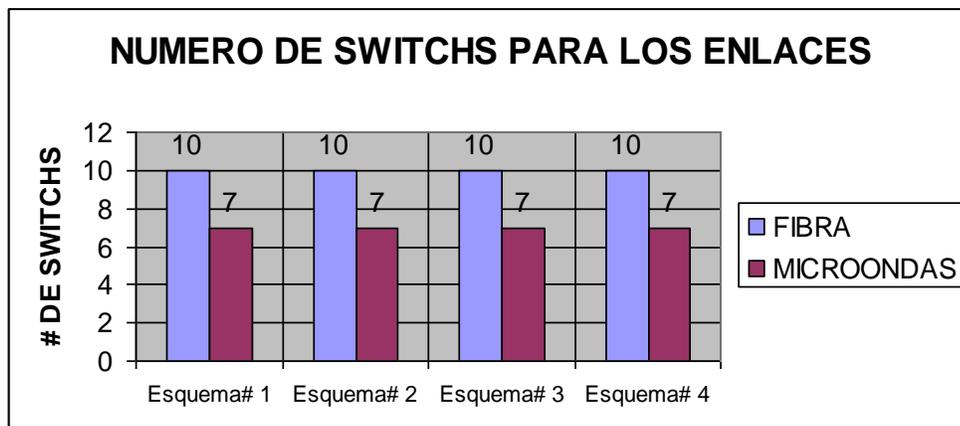
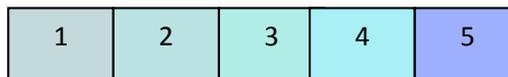


Gráfico estadístico # 3. Comparación de número de switchs.

Pesos en cuanto, al número de switchs utilizados.

En cuanto al número de switchs necesarios para los enlaces de las propuestas de esquemas de seguridad tanto en fibra como en microondas, se ha procedido a darles pesos según la cantidad de switchs porque esto está relacionado al factor económico, mientras menos switchs se utilicen menos costos tendrá el backbone.



- ✓ Muy costoso
- ✓ Medio costoso

- ✓ Un poco costoso
- ✓ Medio económico
- ✓ económico

Escala para número de switches, propuestas en fibra y microondas

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ✓ 10 switches
- ✓ 9 switches
- ✓ 8 switches
- ✓ 7 switches
- ✓ 6 switches

Tabla XLVII. Pesos en cuanto al número de switches utilizados.

Alternativa	Esquema #1	Esquema #2	Esquema #3	Esquema #4
C. Fibra	1	1	1	1
C. Microondas	4	4	4	4

Comparaciones en cuanto al número de routers utilizados para salir al exterior.

En todos los esquemas tanto de fibra como de microondas solo se utiliza un router Cisco 1700 para la salida al exterior (Internet), que está ubicado en COOPNO y es de propiedad de la Institución. En la figura # 1.35, observamos el número de routers, para los esquemas.

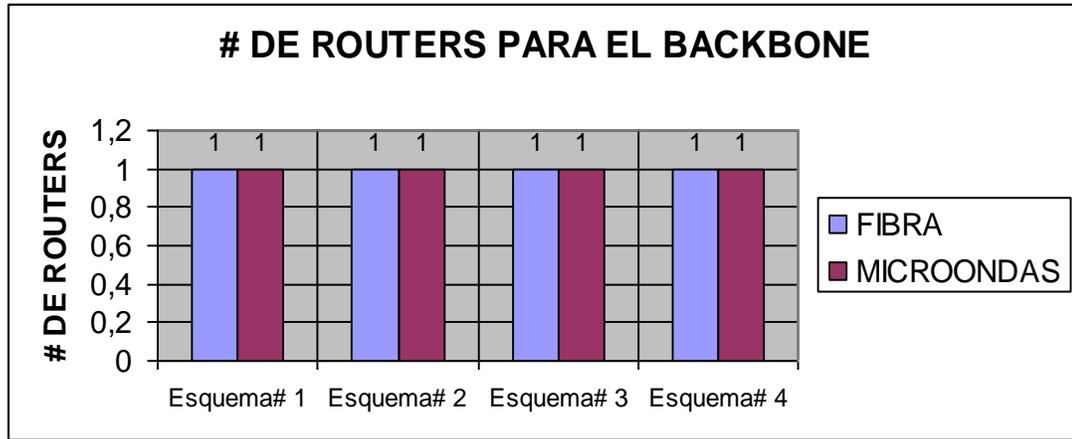
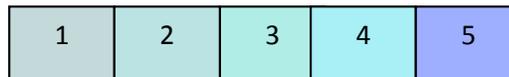


Gráfico estadístico # 4. Comparación de número de routers.

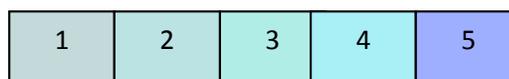
Pesos, en cuanto al número de routers utilizados para salir al exterior.

En cuanto al número de routers utilizados para la salida al exterior en las propuestas de esquemas de seguridad tanto en fibra como en microondas, se ha procedido a darles pesos, según la cantidad de routers porque esto está relacionado a la seguridad mientras sea un solo router el que salga al exterior menor sera el riesgo de ser atacado.



- ✓ Mucho riesgo
- ✓ Medio alto riesgo
- ✓ Promedio riesgo
- ✓ Medio riesgo
- ✓ Bajo riesgo

Escala para número de routers utilizados para salir al exterior en las propuestas de fibra y microondas



- ✓ 5 Router

- ✓ 4 Router
- ✓ 3 Router
- ✓ 2 Router
- ✓ 1 Router

Tabla XLVIII. Pesos, en cuanto al número de Routers utilizados.

Alternativa	Esquema #1	Esquema #2	Esquema #3	Esquema #4
C. Fibra	5	5	5	5
C. Microondas	5	5	5	5

Comparaciones en cuanto a la seguridad que pueden brindar.

En el grafico estadístico # 5, podemos observar los pesos en cuanto a la seguridad que pueden brindar los esquemas.

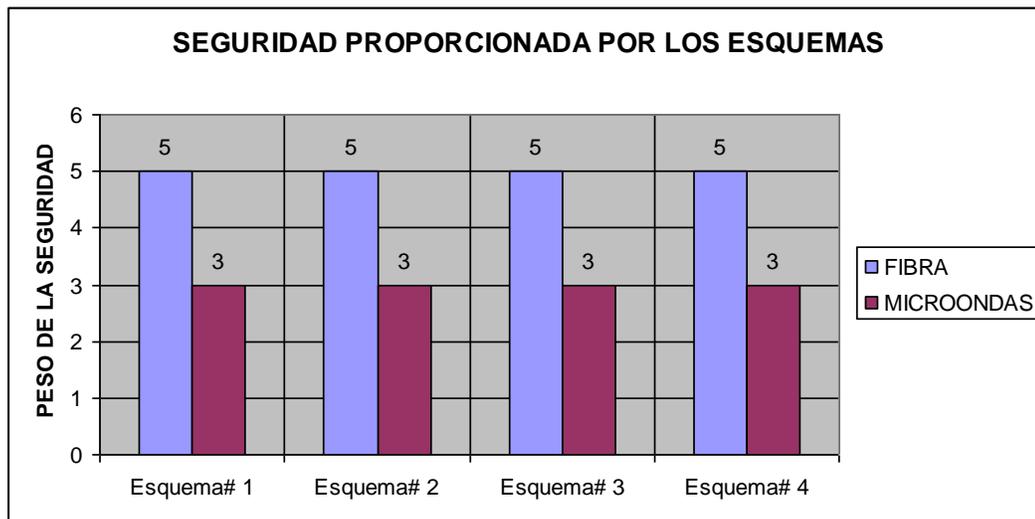


Gráfico estadístico # 5. Comparación de Pesos en cuanto a la seguridad.

Utilizar fibra óptica es seguro ya que asegura la Integridad de datos: En condiciones normales una transmisión de datos por fibra óptica tiene una frecuencia de errores o BER (Bit Error Rate) menor de 10 E-11. Esta característica permite que los protocolos de comunicaciones de alto nivel no necesiten implantar procedimientos de corrección de errores por lo que se acelera la velocidad de transferencia.

Además, se pueden implementar seguridades para redes Ethernet como **CSMA/CD** y encriptación.

Para las propuestas de esquemas con microondas por ser este el medio se le debe dar la mayor seguridad en lo posible, para estos esquemas de seguridad tenemos:

Service Set Identification (SSID), control de acceso con el filtrado de direcciones MAC, verificar al usuario y/o al cliente (autenticación con WPA), proteger los datos a medida que se transfieren entre el cliente y el punto de acceso (cifrado con WPA).

Pesos en cuanto a la seguridad que pueden brindar.

En cuanto a la seguridad que se les puede dar a las propuestas de esquemas de seguridad con fibra y microondas, se ha procedido a darles pesos, según la seguridad que ofrezcan a los esquemas propuestos.



- ✓ Mucho riesgo
- ✓ Medio alto riesgo
- ✓ Promedio riesgo
- ✓ Medio riesgo
- ✓ Bajo riesgo

Tabla XLIX. Pesos en cuanto a la seguridad que pueden brindar.

Alternativa	Esquema #1	Esquema #2	Esquema #3	Esquema #4
C. Fibra	5	5	5	5
C. Microondas	3	3	3	3

Comparaciones en cuanto al número de nodos con los que deben comenzar.

Todas las propuestas de esquemas de seguridad deben tener proyecciones para un crecimiento en el futuro, las maquinas que actualmente existen en la Armada y deben formar

parte del Backbone que se va a diseñar, por tanto para las propuestas de fibra como para las de microondas comenzar por albergar esos nodos con los nuevos servidores que se utilizaran.

Tabla L. Nodos del Backbone.

Nodos	Características	Cantidad
PCs	Estaciones de trabajo, PCs	180
Servidores	Correo Electrónico	1
	Base de datos	1
	Internet	1
N.Total		183

Pesos en cuanto al número de nodos con los que deben comenzar.

En cuanto al número de nodos que actualmente albergaran las propuestas de esquemas de seguridad con fibra y microondas es el mismo número de nodos 183, por lo que todos tienen el mismo peso.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ✓ Innecesario para comenzar
- ✓ Medio innecesario para comenzar
- ✓ Promedio necesario para comenzar
- ✓ Medio necesario para comenzar
- ✓ Necesario para comenzar

Tabla LI. Pesos, en cuanto al número de nodos con los que deben comenzar.

Alternativa	Esquema #1	Esquema #2	Esquema #3	Esquema #4
C. Fibra	5	5	5	5
C. Microondas	5	5	5	5

Comparaciones en cuanto a la capacidad requerida para soportar las aplicaciones.

Capacidad requerida por el modelo de esquemas de seguridad # 1

Para determinar la capacidad requerida por el modelo de esquema de seguridad # 1, debemos calcular los flujos que se dan en cada uno de sus tramos como se muestra en la figura # 1.26.

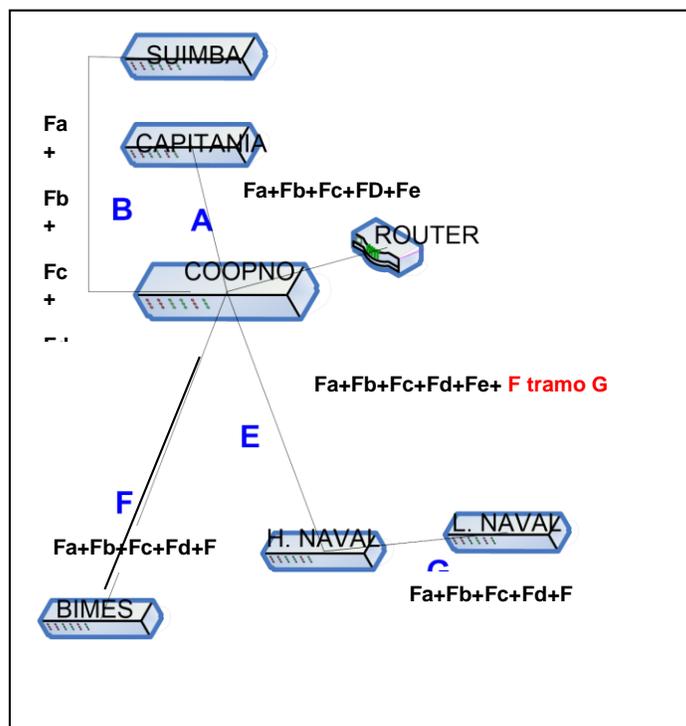


Figura # 1.26 Muestra los flujos que genera cada tramo del esquema # 1.

Flujos del tramo A = 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 54 Kbps + 13,5 Kbps

Flujos del tramo B = 546 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 90 Kbps + 22,5 Kbps

Flujos del tramo E = 546 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 99 Kbps + 24,75 Kbps + F tramo G

Flujos del tramo F = 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 54 Kbps + 13,5 Kbps

Flujos del tramo G = 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 202,5 Kbps + 50,625 Kbps.

Capacidad = Σ flujos

Capacidad = 6003,875 Kbps = 5,86 Mbps

La capacidad requerida por este modelo de esquema de seguridad, es de 5.86 Mbps. Cabe señalar, que el tramo, que necesita mayor capacidad de flujo es el tramo E, con 2,44 Mbps

Capacidad requerida por el modelo de esquemas de seguridad # 2

Para determinar la capacidad requerida por el modelo de esquema de seguridad # 2, debemos calcular los flujos que se dan en cada uno de sus tramos como se muestra en la figura # 1.27.

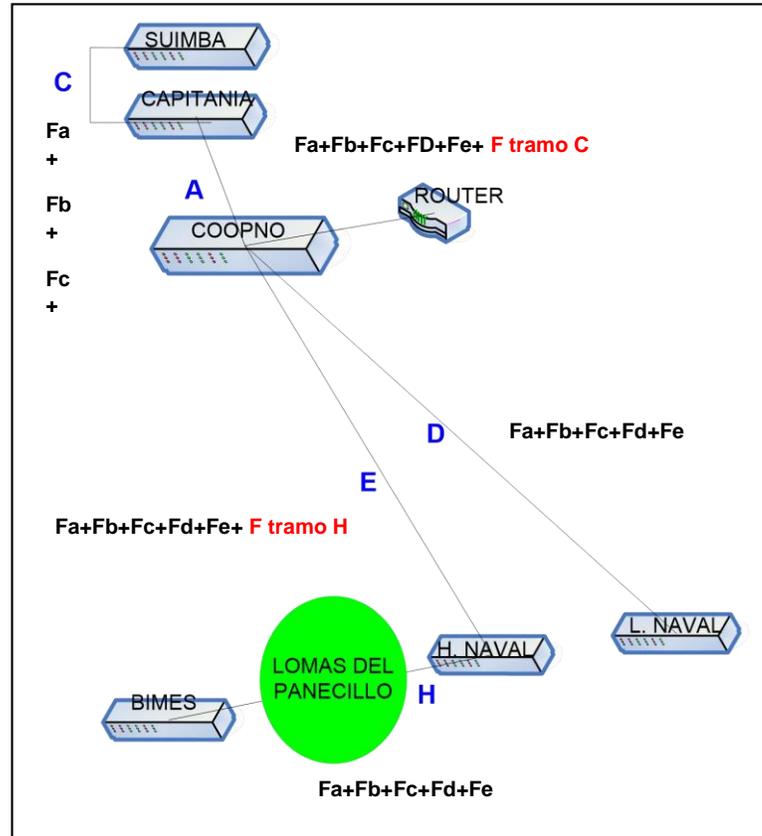


Figura # 1.27 Muestra los flujos que genera cada tramo del esquema # 2.

Flujos del tramo A = 682,5 Kbps+224 Kbps+224 Kbps+54 Kbps+13.5Kbps+Ftramo C

Flujos del tramo C = 546 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 90 Kbps + 22,5 Kbps

Flujos del tramo D= 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 202,5 Kbps + 50,625 Kbps

Flujos del tramo E=546 Kbps+224Kbps+224 Kbps+99 Kbps+24,75 Kbps+F tramo H

Flujos del tramo H = 682,5 Kbps +224 Kbps + 224 Kbps + 54 Kbps + 13.5 Kbps

Capacidad = Σ flujos

Capacidad = 6003,875 Kbps = 5,86 Mbps

La capacidad requerida por este modelo de esquema de seguridad es de 5.86 Mbps. Cabe señalar que los tramos que necesitan mayor capacidad de flujo son los tramos A con 2,25 Mbps y E con 2,26 Mbps.

Capacidad requerida por el modelo de esquemas de seguridad # 3

Para determinar la capacidad requerida por el modelo de esquema de seguridad # 3, debemos calcular los flujos que se dan en cada uno de sus tramos como se muestra en la figura # 1.28.

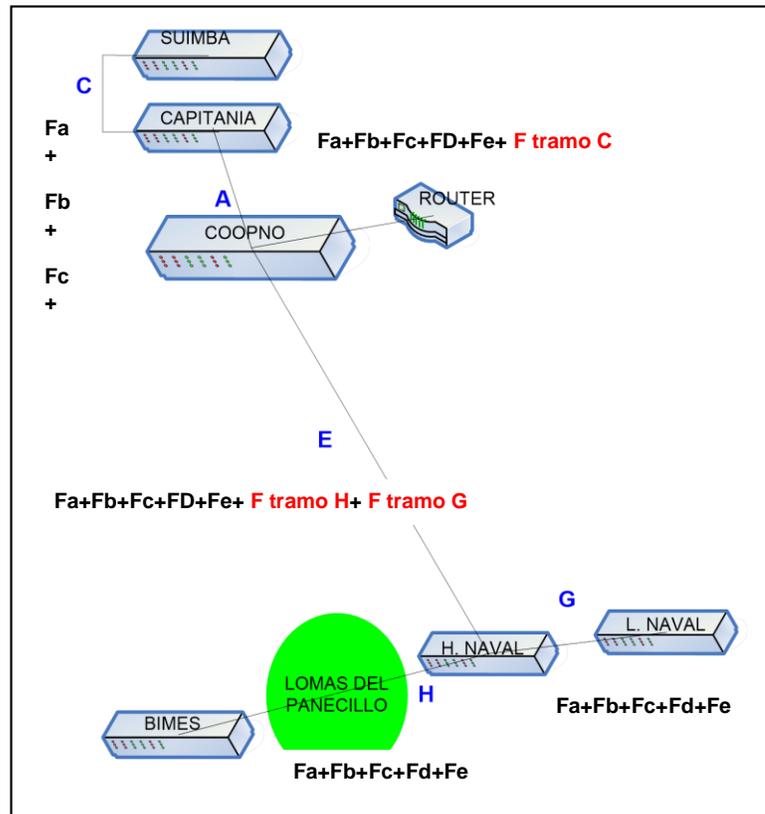


Figura # 1.28. Muestra los flujos que genera cada tramo del esquema # 3.

Flujos del tramo A = 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 54 Kbps + 13.5 Kbps + F tramo C

Flujos del tramo C = 546 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 90 Kbps + 22,5 Kbps

Flujos del tramo E = 546 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 99 Kbps + 24,75 Kbps + F tramo
H + F tramo G

Flujos del tramo G = 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 202,5 Kbps + 50,625 Kbps.

Flujos del tramo H = 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 54 Kbps + 13,5 Kbps

Capacidad = Σ flujos

Capacidad = 6003,875 Kbps = 5,86 Mbps

La capacidad requerida por este modelo de esquema de seguridad, es de 5.86 Mbps. Cabe señalar que los tramos que necesitan mayor capacidad de flujo son los tramos A con 2,25 Mbps y E con 3,61 Mbps.

Capacidad requerida por el modelo de esquemas de seguridad # 4

Para determinar la capacidad requerida por el modelo de esquema de seguridad # 4, debemos calcular los flujos que se dan en cada uno de sus tramos como se muestra en la figura # 1.29.

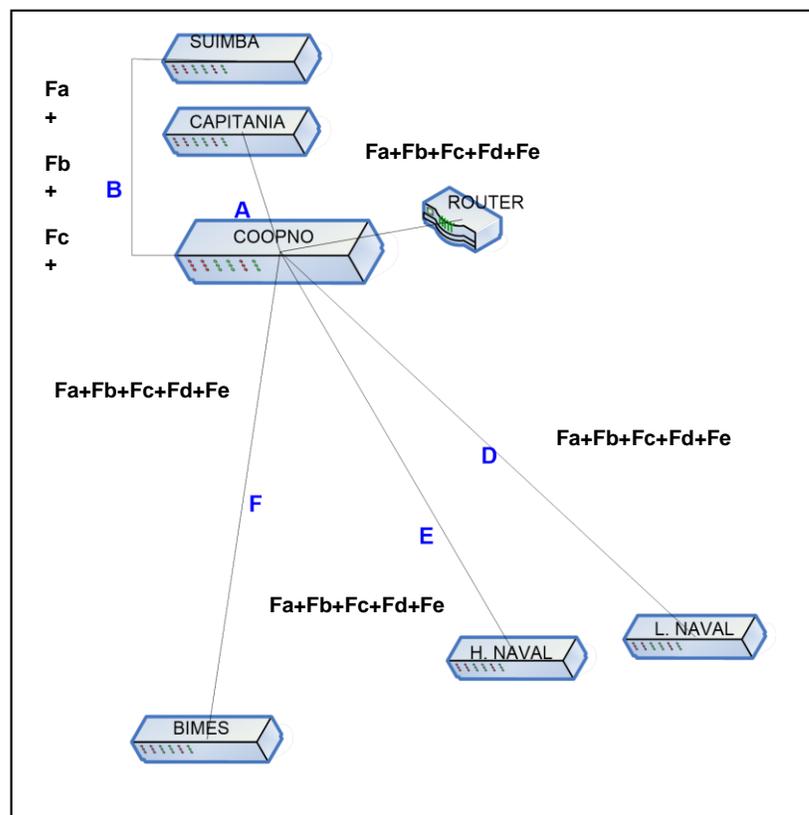


Figura # 1.29. Muestra los flujos que genera cada tramo del esquema # 4.

Flujos del tramo A = 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 54 Kbps + 13.5 Kbps

Flujos del tramo B = 546 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 90 Kbps + 22,5 Kbps

Flujos del tramo D = 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 202,5 Kbps + 50,625 Kbps

Flujos del tramo E = 546 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 99 Kbps + 24,75 Kbps

Flujos del tramo F = 682,5 Kbps + 224 Kbps + 224 Kbps + 54 Kbps + 13,5 Kbps

Capacidad = Σ flujos

Capacidad = 6003,875 Kbps = 5,86 Mbps

La capacidad requerida por este modelo de esquema de seguridad, es de 5.86 Mbps. Cabe señalar que no hay tramos que necesiten mayor capacidad de flujo el promedio de capacidad de flujo en cada tramo es de 1,17 Mbps.

Una vez que hemos visto el cálculo de la capacidad requerida por los de los modelos de esquemas de seguridad con fibra y microondas para soportar los flujos de las aplicaciones en la figura # 1.41, observamos los resultados de las comparaciones en cuanto a este parámetro.

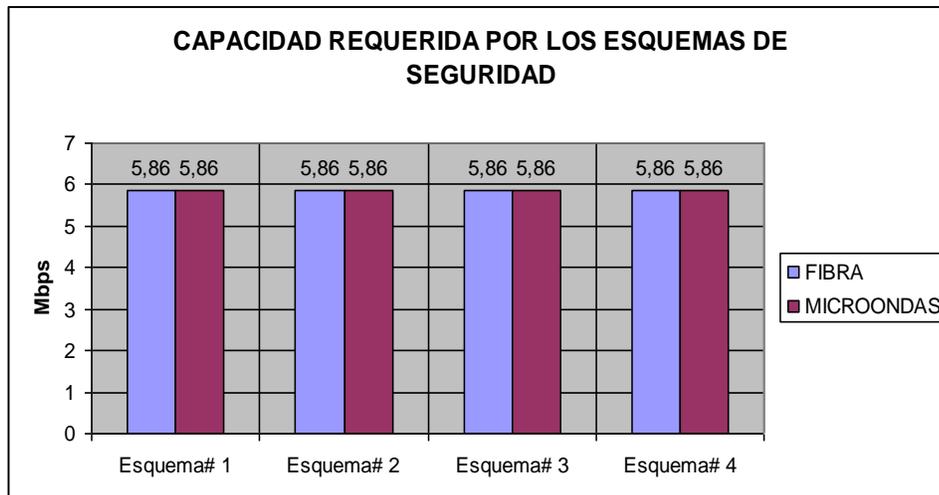


Gráfico estadístico # 6. Comparación, en cuanto a capacidad de soportar los flujos de las aplicaciones.

Observamos que la capacidad requerida es cubierta por todas las propuestas de backbone.

Pesos, en cuanto a la capacidad requerida para soportar el flujo de las aplicaciones.

En cuanto a la capacidad de las propuestas de esquemas de seguridad para soportar las aplicaciones se ha determinado que el requerimiento total es de 5.86 Mbps. El cual es cubierto por todas las propuestas, aunque tengan tramos con mayores requerimientos que otros. Se ha procedido a darles pesos, según la capacidad de cada uno de cubrir esos requerimientos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ✓ No cubre, el requerimiento
- ✓ Podría llegar, a cubrir, el requerimiento
- ✓ Cubre el requerimiento, más o menos bien
- ✓ Cubre el requerimiento, Medio bien
- ✓ Cubre el requerimiento, muy bien

Tabla LII. Pesos, en cuanto a la capacidad de soportar el flujo de las aplicaciones.

Alternativa	Esquema #1	Esquema #2	Esquema #3	Esquema #4
C. Fibra	5	5	5	5
C. Microondas	5	5	5	5

Medición de los pesos para los esquemas con fibra.

En la tabla LIII, se procede a medir los pesos de los parámetros de comparación, para las propuestas de esquemas de seguridad con fibra en donde observamos que por la suma de sus pesos la mejor propuesta es la numero 3.

Tabla LIII. Medición de los pesos para los esquemas con fibra.

Costos	Esquema #1	Esquema #2	Esquema #3	Esquema #4
Costos Fibra	3	3	5	1

Capacidad requerida para soportar las aplicaciones	5	5	5	5
Distancia Fibra	5	5	5	5
# de switchs Fibra	1	1	1	1
# de Nodos Fibra	5	5	5	5
# de Router Fibra	5	5	5	5
Seguridad Fibra	5	5	5	5
Total	29	29	31	27

Medición de los pesos para los esquemas con microondas.

En la tabla LIV se procede a medir los pesos de los parámetros de comparación para las propuestas de esquemas de seguridad con microondas en donde observamos que por la suma de sus pesos la mejor propuesta es la número 4.

Tabla LIV. Medición de los pesos para los esquemas de microondas.

Costos	Esquema #1	Esquema #2	Esquema #3	Esquema #4
Costos Microondas	4	3	1	5
Capacidad requerida para soportar las aplicaciones.	5	5	5	5
Distancia microondas	5	5	5	5
# de switchs Microondas	4	4	4	4
# de Nodos Microondas	5	5	5	5
# de Router Microondas	5	5	5	5
Seguridad Microondas	3	3	3	3
Total	31	30	28	32

Elección de la mejor opción según los resultados.

Según los resultados de las mediciones anteriores la mejor propuesta en los esquemas con fibra es la propuesta # 3 y en los esquemas con microondas es la propuesta # 4.

Por cumplir con las expectativas del comandante del COOPNO, se escoge la propuesta de esquema de seguridad # 4 utilizando microondas, para el diseño del backbone de la Armada del Ecuador en Esmeraldas.

Consideraciones finales

El diseño de esta propuesta de esquema de seguridad, consiste en enlazar de una forma segura los destacamentos pertenecientes a los tramos: B(Suimba-Coopno), A(Capitania-Coopno), F(Bimes-Coopno), G(L.Naval-H.Naval) y E(H.Naval-Coopno). Con el fin de formar un backbone que satisfaga las actuales necesidades de seguridad de la Armada del Ecuador en Esmeraldas.

En todas las propuestas que utilizan fibra existen 5 tramos para enlazar, es decir 5 enlaces, por cada enlace con fibra se necesitan 2 pares de switches con puertos para fibra, lo que nos da un número de 10 switches que se tienen que comprar.

En todas las propuestas que utilizan microondas el número de switches que se utiliza es de 7, cabe señalar que estos switches, pueden ser los mismos que actualmente posee la institución, es decir, el Cisco XL-3500. En la figura # 1.34. Podemos comparar estos esquemas en cuanto a número de switches.

En cuanto al número de switches necesarios para los enlaces de las propuestas de esquemas de seguridad tanto en fibra como en microondas, se ha procedido a darles pesos según la cantidad de switches porque esto está relacionado al factor económico, mientras menos switches se utilicen menos costos tendrá el backbone.

Referencias

1. ALABAU, A. Teleinformática y Redes de Computadoras. 2da.ed. Mexico DF: BOIXAREU, 1984. pp. 284-291
2. DLINK LATINOAMERICA. Manual de Redes Inalambricas (Documentación), 2006. pp. 280
3. DOUGLAS, E. Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP. 3ra. ed. México DF: PRENTICE, 1996. pp. 497-516
4. SILES, R. Análisis de Seguridad de los Protocolos TCP/IP y sus Servidores Asociados. 1ra. ed. Madrid: GNU FDL, 2002. pp.143

5. TANEMBAUM, A. Redes de Computadoras. 3ra. ed. Barcelona: Pearson, 2005. pp. 230
6. UYLESS, B. Computadoras, Normas e Interfaces. 1ra. ed. San Juan: Macrobit TM , 1990. pp. 315-317.

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).