

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN MODELO PARA LA MIGRACIÓN DE TECNOLOGÍA TDM SOBRE ENLACES DE MICROONDAS EN LA RED DE TRANSPORTE DEL ANILLO SUR DE FUERZAS ARMADAS DEL ECUADOR

Departamento de Eléctrica y Electrónica
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Daniel Valencia
danyel.142@hotmail.com

Resumen - El presente artículo se enfoca en contribuir al mejoramiento de las operaciones de información y comunicación que se llevan diariamente a cabo en Fuerzas Armadas, mediante el análisis y estudio de factibilidad de migración de tecnología TDM a otra que brinde y soporte mayores servicios y satisfaga las necesidades que actualmente se requieren.

Palabras claves: Telecomunicaciones, Red de Transporte, migración, TDM, tecnología.

Abstract - This article focus to contribute to the improvement of information operations and communication that takes place daily in Armed Forces, through analysis and feasibility study of migration of TDM technology to another that provides more services and meets the needs currently required.

Keywords: Telecommunications, Transport Network, migration, TDM, technology.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la red de transmisión microondas de Fuerzas Armadas está conformada por cuatro anillos:

- ✓ Anillo Central.
- ✓ Anillo Sur.
- ✓ Anillo Occidental.
- ✓ Anillo Oriental.

La tecnología actual del anillo central es NG-SDH (próxima generación SDH), el resto de anillos se encuentran trabajando bajo tecnología PDH.

Cada equipo PDH tiene una capacidad de 16 E1s y cada equipo SDH tiene una capacidad de 1 STM1.

II. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED

El Anillo Sur está conformada principalmente por el Sistema de Transmisión Digital PDH, el cual es el encargado de proporcionar el enlace y conectividad para todos los sistemas de comunicación de FF.AA, a través de un anillo PDH.

2.1 Estructura de la Red

La Red de transporte PDH del Anillo Sur se encuentra conformada por 10 estaciones repetidoras bajo una configuración 2+1 y una capacidad de 16x2 Mbps, de igual manera dispone de 2 estaciones terminales bajo una configuración 1+1 y una capacidad de 4x2 Mbps. Todas las estaciones repetidoras como los terminales trabajan en el rango de frecuencias de 7.1 – 8.5 GHz.

Se dispone de un Centro de Gestión y Mantenimiento donde se realiza la supervisión local o regional, el cual se encuentra ubicado en Machala. En la Figura 1 se muestra las diferentes estaciones repetidoras y terminales que conforman la Red.

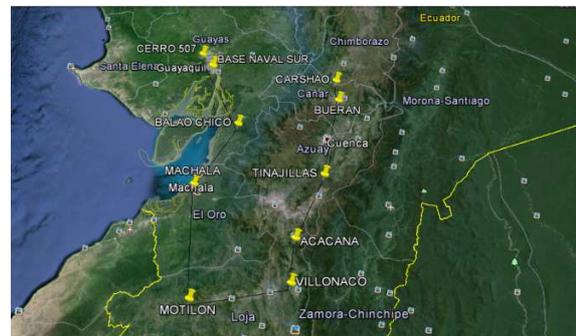


Figura 1. Topología de la Red PDH "Anillo Sur".

Los equipos que se utilizan son PDH ALCATEL MELODIE modelo 9470, instalados tanto en las estaciones repetidoras como terminales.

- ✓ Estación repetidora PDH MELODIE, 16X2 Mbps, 32E1's, 960 canales de 64 Kbps.
- ✓ Estación terminal PDH MELODIE, 4X2 Mbps, 4E1's, 120 canales de 64 Kbps.

2.2 Servicios que presta la Red

La tecnología que cuenta actualmente la Red de transporte del Anillo Sur tiene una capacidad de transporte de 32 E1s, se presta los siguientes servicios:

- ✓ Servicio de voz
- ✓ Servicio de datos
- ✓ Internet
- ✓ Servicio de videoconferencia

2.3 Problemas de la Red

- ✓ Falta de capacidad de ancho de banda debido al crecimiento del número de usuarios que se enlazan e interconectan en la Red.
- ✓ Los equipos PDH han cumplido su vida útil.
- ✓ No existe repuestos para los equipos ALCATEL MELODIE modelo 9470, debido a que la fábrica ya no los produce.
- ✓ La tecnología PDH no tiene protección automática en anillo.
- ✓ Es necesario de hardware adicional para entregar tráfico a nivel de Ethernet.
- ✓ No se dispone de puertos a nivel Ethernet.
- ✓ No existe flexibilidad para configurar anchos de banda mayores para el usuario.
- ✓ No se dispone de llaves de software para configuraciones mayores a las actuales.
- ✓ En los bastidores PDH, el rack no permite incrementar canales, depende de la configuración por fábrica en la llave de Software.

III. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS ETHERNET Y NG-SDH

El análisis se limitará principalmente a estas dos tecnologías ETHERNET y NG-SDH, ya que en la actualidad son las que prestan mayor fiabilidad, seguridad, escalabilidad, así como también convergencia de servicios y mayor

capacidad de transporte, con la finalidad de mejorar la calidad de servicio (QoS) y optimizar recursos tecnológicos.

3.1 Análisis

La tecnología Ethernet pura, no desperdicia ancho de banda, ya que independientemente de la capacidad de los equipos y la configuración que se emplee, no es necesario tener un canal de reserva, ya que en caso de existir alguna falla o caída de un canal, no se perdería la comunicación que tendría que haber viajado por dicho canal, esto debido a que la información viajaría por el resto de los canales empleando el ancho de banda disponible y manteniendo de esta manera el enlace, transmitiendo la información según la prioridad de servicios, lo que no sucede con la tecnología TDM que necesita de configuraciones con un canal de reserva en caso de existir algún fallo o pérdida de un canal, caso contrario se perdería el enlace, desperdiciando así ancho de banda, esto sucede debido a que la información que se envía o se desea transmitir viajan a través de canales dedicados.

La tecnología TDM está siendo reemplazada por tecnología Ethernet esa es la tendencia en la actualidad, por lo que al tener un enlace Ethernet puro, no hace falta un equipo conversor de protocolos de Ethernet a TDM o viceversa, como por ejemplo tarjetas ISA o Mux inverso, economizando de esta manera costos en equipos, teniendo una mayor facilidad de implementación, así como también disminuyendo el tiempo de latencia de la red al no tener el trabajo de realizar una conversión de protocolos o mapear Ethernet sobre TDM.

Los equipos Ethernet al ser IP se integrarían fácilmente a la gestión de la red a través del protocolo SNMP (Protocolo Simple de Administración de Red), el cual es un protocolo que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red, permite a los administradores supervisar el funcionamiento de la red, buscar y resolver sus problemas, así como también planear su crecimiento.

Los enlaces con tecnología Ethernet permiten la configuración de Vlans y puertos troncales, es decir tienen integrado funcionalidades de switch capa dos, logrando con esto tener una mejor capacidad de gestión de la red y superando en términos de flexibilidad ya que permite la configuración centralizada de dispositivos ubicados físicamente en diversos lugares, siendo de esta manera la capacidad de los enlaces Ethernet mucho mayor a los enlaces SDH.

Desde el punto de vista económico los equipos Ethernet tienen un costo mucho menor a los equipos SDH, siendo una de las principales causas que los interfaces TDM para los routers son demasiado caros.

De esta forma de acuerdo al análisis realizado se puede determinar que la tecnología Ethernet es la que nos presta mayores beneficios.

IV. DISEÑO Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

4.1 Diseño de Red

Para el diseño de la Red se consideró modelos de equipos que cumplan con las características necesarias para establecer enlaces óptimos y eficientes, además que trabajen en el rango de frecuencia de los 4GHz.

Los datos o especificaciones electrónicas ingresados de los equipos fueron tomados de las respectivas fichas técnicas proporcionadas por el fabricante, así como los diferentes parámetros necesarios para el diseño los cuales fueron determinados de acuerdo a las necesidades del enlace como la ganancia y altura de las antenas, la pérdida unitaria en línea de transmisión (dB/100m). Los modelos de antenas y línea de transmisión que se emplearon fueron los siguientes:

Antenas:

- HP4-44/B
Ganancia 32.6 [dBi].
- HP8-44-D1A
Ganancia 39.3 [dBi].
- HP12-44
Ganancia 42.7 [dBi].

Guía de Onda:

- EW43

Para todos los enlaces se empleó los equipos de radio Evolution Long Haul de CERAGON. Los datos ingresados para el diseño se detallan en la Figura 2.

Equipo de Radio		
OK	Cancelar	Tablas Code Index Inspeccione BER... Ayuda
Modelo de Radio	Evolution Long Haul	Evolution Long Haul
Distintivo		
Designador de Emisor		
Código		
Potencia de Transmisión (w)	1.26	1.26
Potencia de Transmisión (dBm)	31.00	31.00
Criterio de Umbral de Recepción	BER 10-6	BER 10-6
Nivel de Umbral (dBm)	-71.00	-71.00
Nivel de Señal RX Máximo (dBm)	-20.00	-20.00
Umbral de RX para BER 10-6 (dBm)	-71.00	-71.00
T to I Cochannel (dB)	35.00	35.00
Signature delay (ns)	6.30	6.30
Signature width (MHz)	21.00	21.00
Signature depth min phase (dB)	22.50	22.50
Signature depth nonmin phase (dB)	22.50	22.50

Cerro 507 Modelo de Radio : |

Figura 2. Especificaciones técnicas Equipos de Radio.

4.2 Pruebas y Simulaciones

Para cada uno de los enlaces se tomó en cuenta parámetros geoclimáticos, distancia entre las estaciones, así como también datos de la topografía y de la geomorfología de los diferentes lugares donde se encuentran ubicadas las estaciones que componen la Red de Transporte del Anillo Sur, de igual manera se consideró las recomendaciones establecidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) como son la ITU-R P.530-7/8 y ITU-R P.530-8, que establecen los datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas terrenales con visibilidad directa, así como también la recomendación ITU_N.RAI, que nos indica el nivel de intensidad de lluvia de acuerdo a la ubicación en el planeta, en este caso la Zona N, que es la zona en donde se encuentra ubicado Ecuador.

A continuación se muestran las simulaciones de cada uno de los enlaces:

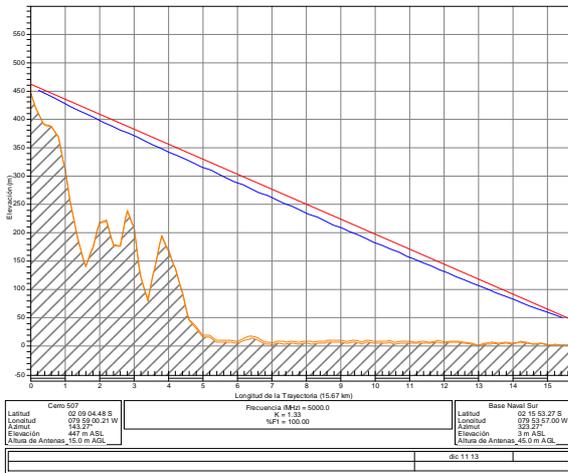


Figura 3. Perfil, Cerro 507-Base Naval Sur.

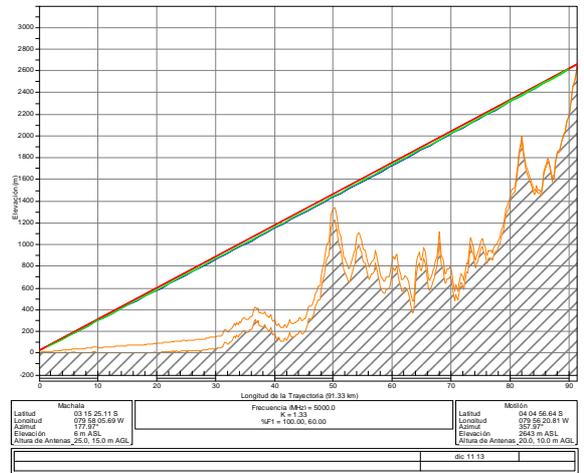


Figura 6. Perfil, Machala-Motilón.

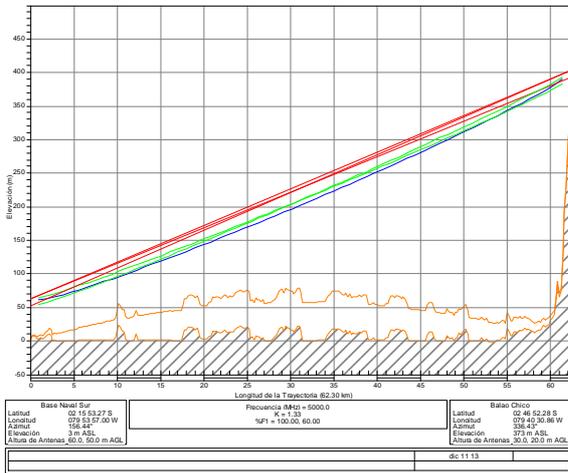


Figura 4. Perfil, Base Naval Sur-Balao Chico.

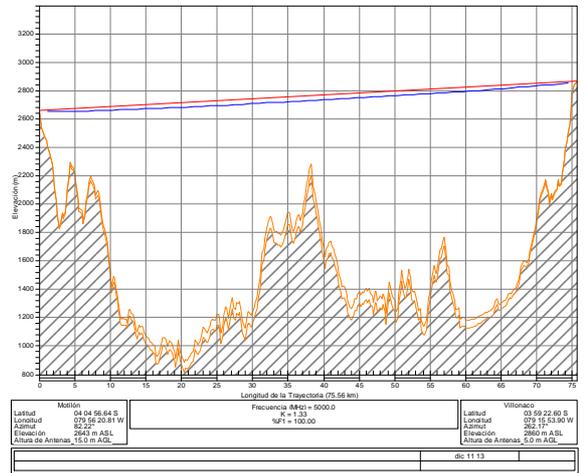


Figura 7. Perfil, Motilón-Villonaco.

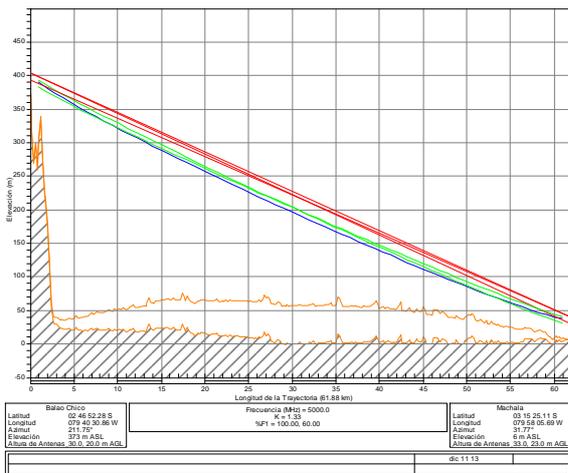


Figura 5. Perfil, Balao Chico-Machala.

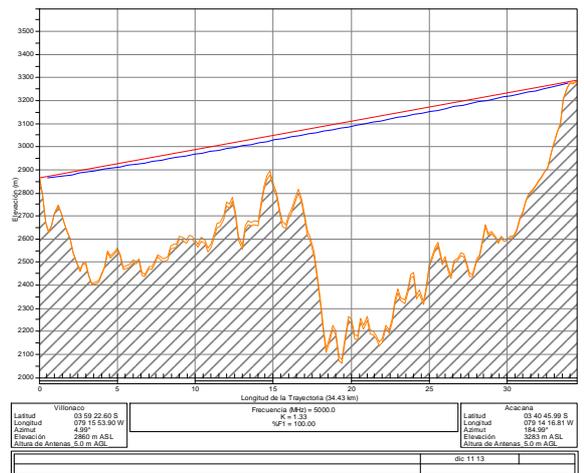


Figura 8. Perfil, Villonaco-Acacana.

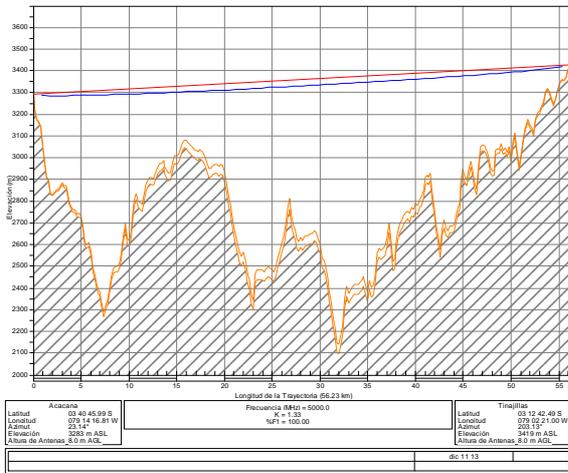


Figura 9. Perfil, Acacana-Tinajillas.

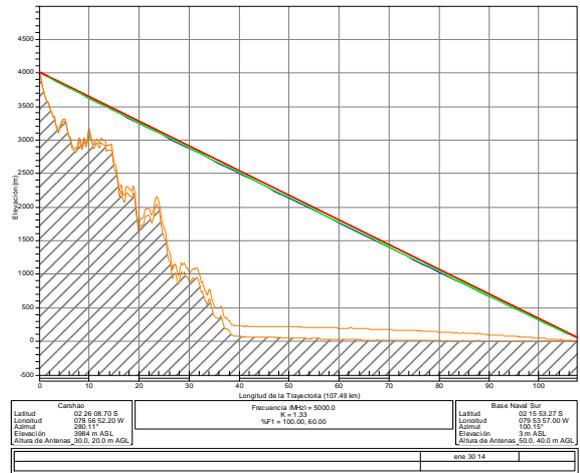


Figura 12. Perfil, Carshao-Base Naval Sur.

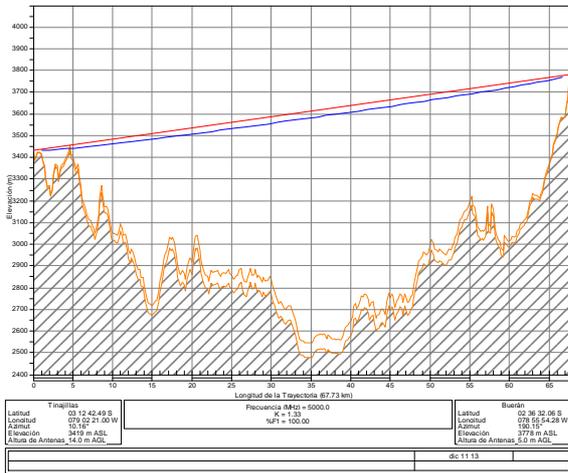


Figura 10. Perfil, Tinajillas-Buerán.

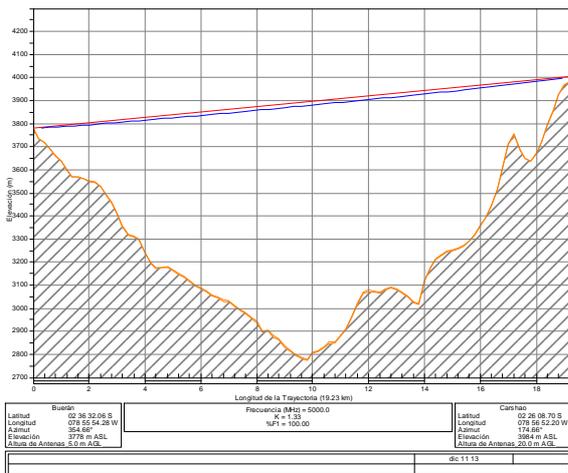


Figura 11. Perfil, Buerán-Carshao.

4.3 Análisis de Resultados

El reporte general de cada uno de los enlaces tomando en cuenta los principales parámetros de los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 1:

Tabla 1. Reporte General de Resultados.

Enlace	Fuera de servicio por multitrayecto [seg]	Fuera de servicio anual [seg]	Disponibilidad [%]	Margen de desvanecimiento [dB]
Cerro 507/ Base Naval Sur	0.04	0.29	100	30.09
Base Naval Sur/ Balao Chico	0.46	3.75	99.99999	30.27
Balao Chico/ Machala	0.36	2.97	99.99999	31.12
Machala/ Motilón	0.54	1.09	100	28.03
Motilón/ Villonaco	29.21	238.36	99.99924	37.33
Villonaco/ Acacana	0.14	1.15	100	37.96
Acacana/ Tinajillas	10.21	83.29	99.99974	33.36
Tinajillas/ Buerán	14.05	114.62	99.99964	31.57
Buerán/ Carshao	0.04	0.36	100	29.30
Carshao/ Base Naval Sur	0.37	3.04	99.99999	32.28

4.4 Tráfico

La capacidad global de cada enlace tomando en cuenta la configuración empleada de 2+0 es de 452 Mbps, lo que sería el máximo tráfico que soportarían los servidores en cada una de las estaciones de la Red.

La capacidad utilizada y disponible por enlace se muestra en la Figura 13.



Figura 13. Capacidad de Tráfico Anillo Sur.

V. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE MIGRACIÓN

5.1 Análisis Tecnológico

Los equipos empleados para la migración cumplen con las características deseadas para satisfacer las necesidades y requerimientos en cada uno de los enlaces de la Red sin ningún inconveniente.

Los equipos utilizados son:

Equipo de Radio Evolution Long Haul.

Antenas:

- HP4-44/B
Ganancia 32.6 [dBi].
- HP8-44-D1A
Ganancia 39.3 [dBi].
- HP12-44
Ganancia 42.7 [dBi].

Guía de Onda:

- EW43

5.2 Análisis Económico

Para determinar los costos que representan los equipos con los cuales se desea realizar la migración se utilizó precios estimados que fueron proporcionados por la Empresa del producto.

Para el análisis respectivo se consideró una configuración de 2+0 para todos los enlaces. La Tabla 2 detalla los respectivos costos de los equipos a migrar.

Tabla 2. Costo de Equipos.

DESCRIPCIÓN	PRECIO (USD)
Equipos Ceragon Evolution LH.	963885.98
Antenas.	299016
Guía de Onda-Materiales de Instalación.	148731
Servicios.	401800
Repuestos.	25446.67
SUBTOTAL:	1838879.65
IVA 12%	220665.56
TOTAL:	2059545.21

5.3 Análisis de Integración con el Anillo Central

Para iniciar con el análisis de integración es necesario conocer y tener claro que las estaciones de Carshao, Cerro 507 y Base Naval Sur pertenecen al Anillo Central pero también se encuentran consideradas como parte del Anillo Sur, actualmente en mencionadas estaciones se encuentran instalados equipos NG-SDH y debido a que esta tecnología se encuentra instalada en toda la Red del Anillo Central, únicamente en estas tres estaciones se realizará una instalación en paralelo con los equipos IP.

REFERENCIAS

- [1] André Leroux, B. G. (n.d.). *SONET/SDH VS ETHERNET*. Retrieved Noviembre 2013, from http://www.3edge.de/export/sites/default/.content/3Edge_Datasheets-pdf/SONETSDHvsEthernet-Migration-and-Testing-Issues.pdf
- [2] Barragán, A. J. (n.d.). *Ethernet*. Retrieved Noviembre 2013, from <http://uhu.es/antonio.barragan/content/ethernet>
- [3] Carrasco, P. (2002). *Ethernet over SONET/SDH GFP, VCAT and LCAS*. Retrieved Octubre 2013, from http://www.carrascoassociates.com/CarrascoandAssociates/White_Papers_Articles_files/Ethernet.pdf
- [4] CERAGON. (2014, Enero). Evolution Long Haul. Quito, Pichincha, Ecuador.
- [5] CERAGON Technical Description. (2014). Quito, Ecuador.
- [6] Chicaiza, W. (2012). Sistema de Transmisión Digital PDH/SDH. Quito, Ecuador.
- [7] *Descripción General de Ethernet*. (n.d.). Retrieved Diciembre 2013, from <http://blog.utp.edu.co/ee973/files/2012/04/capitulo09-ethernet.pdf>
- [8] *Ethernet*. (n.d.). Retrieved Octubre 2013, from <http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
- [9] *Ethernet sobre SDH/SONET*. (n.d.). Retrieved Noviembre 2013, from http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet_sobre_SDH/SONET
- [10] Habisreitinger, W. (n.d.). *Nueva Generación SONET/SDH – Tecnologías y Aplicaciones*. Retrieved Septiembre 2013, from http://sup.xenya.si/sup/info/jdsu/white_papers/nex tgen_wp_sp.pdf
- [11] Hernández, R. (2012, Septiembre). Red de Transporte PDH/SDH. Quito, Ecuador.
- [12] Juan Camilo Cifuentes, S. L. (n.d.). *SONET/SDH*. Retrieved Octubre 2013, from <http://sx-de-tx.wikispaces.com/SONET+y+SDH>
- [13] Martín Andreoni, F. G. (n.d.). *Ethernet*. Retrieved Octubre 2013, from <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/ethernet/ethernet.pdf>
- [14] Martínez, D. (n.d.). *Tecnología NG-SDH*. Retrieved Agosto 2013, from <http://arantxa.ii.uam.es/~ferreiro/sistel2008/anexos/NG-SDH.pdf>
- [15] Martínez, E. (2002, Diciembre). *Redes, Telecomunicaciones, Tecnologías de la Información*. Retrieved junio 2013, from <http://www.eveliux.com/mx/red-de-transporte.php>
- [16] Martínez, E. (2007, Julio). *Protocolo Ethernet*. Retrieved Diciembre 2013, from <http://www.eveliux.com/mx/protocolo-ethernet-parte-2.php>
- [17] Millán, R. J. (2001). *Consultoría Estratégica en Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Retrieved Noviembre 2013, from http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh_parte2.php
- [18] Millán, R. J. (n.d.). *Consultoría Estratégica en Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Retrieved Octubre 2013, from <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh.php>
- [19] *Planificación y Evaluación de Redes*. (n.d.). Retrieved Septiembre 2013, from <http://www.halconia.org/escolar/redes/04020100.html>
- [20] *SDH*. (n.d.). Retrieved Octubre 2013, from <http://www.utp.edu.co/~hbcano/sdh>
- [21] *SDH Next Generation*. (n.d.). Retrieved Septiembre 2013, from <http://www.w-onesys.com/esp/aplicaciones.php?id=3>
- [22] *Tecnología de Redes*. (n.d.). Retrieved Septiembre 2013, from <http://www.angelfire.com/planet/netstechnology/ethernet.htm>
- [23] Wellscom. (2014, Enero). Oficina Comercial Raymond Wells Cía. Ltda. Quito, Pichincha, Ecuador.



Daniel Valencia nació el 18 de marzo de 1981 en la ciudad de Quito, realizó sus estudios primarios en la unidad educativa Academia Militar del Valle, sus estudios secundarios en el Colegio San Luis Gonzaga, en el año 2003 se graduó de subteniente del ejército, actualmente sustenta el grado de Capitán, sus intereses abarcan temas relacionados a las comunicaciones inalámbricas.