

Estudio de factibilidad para el Gerenciamiento del proceso de migración de SDH a DWDM de la Red de Fibra Óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en Quito.

Maximiliano Mendoza.

*Departamento de Eléctrica y Electrónica; Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador.
maxmendoza10@gmail.com*

RESUMEN. El crecimiento en la demanda por mayor ancho de banda exige que se busquen nuevas tecnologías de transmisión las cuales deben permitir: convergencia de servicios, mayor ancho de banda y diversidad de servicios, estas tecnologías son las denominadas de nueva generación, las cuales permiten un mejor desempeño y un mejor aprovechamiento del medio de transmisión ya instalado como lo es la fibra óptica.

El presente proyecto es un plan de gerenciamiento para el proceso de migración de equipos SDH (Jerarquía Digital Síncrona) a equipos DWDM (Multiplexación por división en longitudes de onda densas) en la red de anillos de fibra óptica de la CNT EP en Quito.

El gerenciamiento para poder realizar la integración a una tecnología de transmisión de nueva generación DWDM exige un plan de operativo el cual permita que esta transición sea el de menor impacto para los clientes, adicionalmente se debe realizar la ingeniería a detalle de cada uno de los servicios optimizando la configuración de red, evitando que existan cuellos de botella y sobre todo que la protección se configure en la totalidad de los servicios.

Palabras Clave: tecnología de transmisión, SDH, DWDM, plan operativo, ingeniería, protección de servicios.

ABSTRACT. The growth in the demand for greater bandwidth requires a search for new transmission technologies which should allow: convergence of services, increased bandwidth and services diversity, these technologies are called new generation, which allows a better performance and better use of the transmission channel already installed like as optical fiber.

This project is a management plan for the migration process of SDH equipment (Synchronous Digital Hierarchy) to DWDM equipment (Dense Wavelength Division Multiplexing) in the optical fiber rings' network of the CNT EP in Quito.

The management in order to perform the integration to a technology transmission of new generation DWDM requires a operating plan which allows that this transition have the least impact on customers, in addition, we must perform the engineering to detail of each of the services by optimizing the network configuration, avoiding that there are bottlenecks and especially that the protection scheme will be configured in all of services

Key words: transmission technology, SDH, DWDM, operating plan, engineering, service protection.

1. INTRODUCCIÓN.

Actualmente la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP en Quito, cuenta con varios anillos de fibra óptica con equipamiento de transmisión SDH. Dentro de los principales inconvenientes que maneja esta red tenemos: Actualmente no se puede brindar servicios de gran capacidad. También muchas áreas de la empresa ocupan hilos de fibra oscura para servicios de baja capacidad, estos servicios son vulnerables a caídas de larga duración debido a que no tienen protección. También no existe un modelo de gerenciamiento para realizar trabajos de migración.

La propuesta de DWDM es aumentar la capacidad de la fibra existente, y mantener la tecnología instalada, añadiendo equipos con esta tecnología en puntos estratégicos e inmediatamente tener mucha más capacidad de transporte, a un costo accesible, y con la facilidad de disminuir los precios al usuario. DWDM y SDH trabajan en conjunto para optimizar la capacidad de la fibra [1]. Estos flujos que provienen de un sistema SDH son multiplexados a longitudes de onda asignadas para ser transportadas sobre una fibra óptica. Cada proceso incrementa el total de la capacidad del enlace, como se muestra en la figura 1.

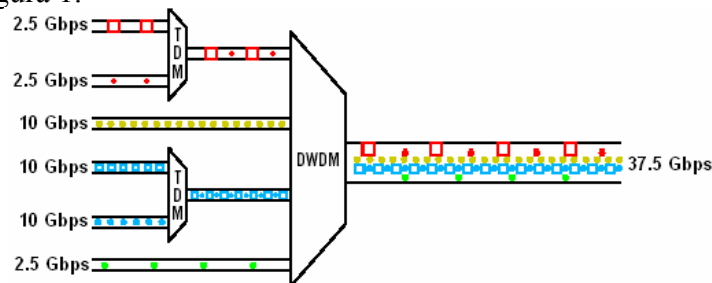


Figura 1: Incremento de la capacidad combinando TDM y DWDM [2]

Se procede a indicar un diseño óptimo de la nueva red, simulándola a través de una herramienta de simulación o modelaje de redes. Al final se realiza el análisis para el gerenciamiento del proceso de migración de todos los servicios de los equipos SDH a los nuevos equipos DWDM, con la finalidad de que dicho proceso sea exitoso.

2. METODOLOGÍA.

Se realizó una investigación de la red actual de anillos de fibra óptica de la CNT EP en Quito, revisando todos los enlaces de fibra óptica de dicha red, el diagrama de la red y la distribución de los nodos con sus respectivas capacidades de línea. Se hizo una investigación de los servicios que requiere actualmente la CNT EP y se determinó que la capacidad de línea actual no soportaría dichos servicios.

A continuación se realizó el diseño de la red, tomando varios criterios en el diseño, revisando la disponibilidad de hilos de fibra óptica para los nuevos equipos y creando las matrices de tráfico de los servicios requeridos en la nueva red.

Luego se usó una herramienta de diseño de redes de fibra óptica, donde se configuró los nodos, los enlaces de fibra óptica y los servicios requeridos. Para estas configuraciones se usó varios datos como: el tipo de fibra óptica, la velocidad de línea, la distancia y atenuaciones de cada enlace de fibra óptica.

Dentro de las configuraciones aplicadas a los equipos en la simulación tenemos: tecnología DWDM, funcionalidad de ROADM (Multiplexor óptico de inserción-extracción reconfigurable), capacidad de ochenta (80) longitudes de onda de 10 Gbps cada una, es decir que la máxima capacidad de línea es de 800 Gbps, sus tarjetas de tributarios soportan diferentes velocidades como (10 GE) Gigabit Ethernet (GE), Fast Ethernet (FE), STM-16, STM-4, STM-1 [3]. Luego se realizó con la ayuda del software

de simulación el análisis de los parámetros ópticos de la red, obteniendo varias gráficas donde se analiza: el presupuesto de potencia, OSNR, Dispersión y PMD de cada enlace. Finalmente se realizó un plan operativo que incluyo todos los procedimientos para realizar la migración de servicios a la nueva red DWDM.

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1 Análisis de la Red Actual.

La red de anillos metropolitanos de fibra óptica NEC está conformada por 20 equipos SDH, que tienen en funcionamiento varios servicios, como se muestra en la figura 1:

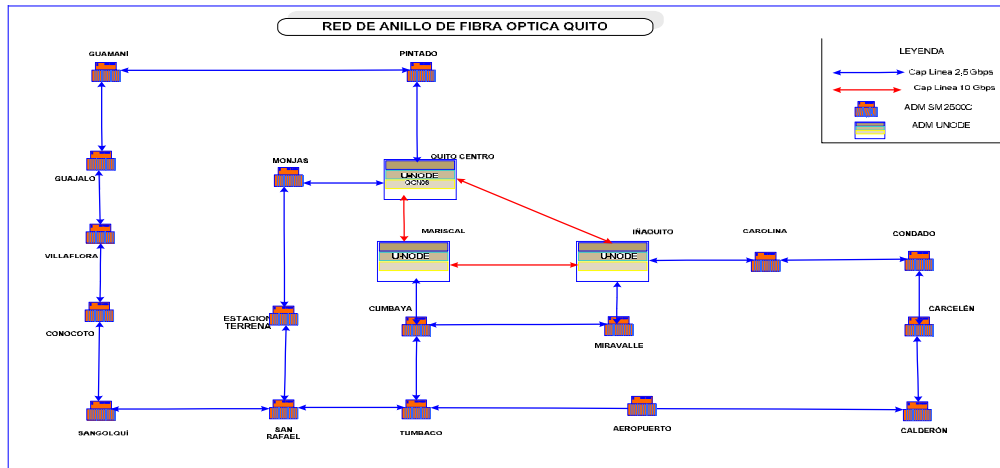


Figura 1: Topología de la red actual SDH

Se determinó que la red actual no puede proveer servicios de gran capacidad (Giga Ethernet y 10 Giga Ethernet) debido a la gran limitante que es la capacidad en la línea. STM-64= 10 Gbps (3 nodos) y STM-16= 2.5 Gbps (nodos restantes).

3.2 Análisis de la nueva red DWDM.

Se realizó el diseño de la nueva red usando un software de simulación donde se obtuvieron varios resultados como:

Topología: Es la requerida por la CNT EP, debido a que permite integrar todos los equipos SDH existentes actualmente a esta red, con la finalidad de poder seguir brindando los servicios existentes y además poder ofrecer servicios de gran capacidad como son los servicios GE y 10 GE, como se muestra en la figura 2.

Longitudes de Onda: Nuestro sistema está equipado para poder brindarnos el máximo de su capacidad es decir las 80 longitudes de onda que a su vez nos permitirá tener un ancho de banda de cada equipo de 800 Gbps como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Ancho de banda de cada equipo (Gbps)} = \text{Numero de } \lambda * \text{velocidad de cada } \lambda \quad [4]$$

Donde el número de longitudes de onda de nuestra red es 80 y la velocidad de cada lambda es de 10 Gbps, indicadas en la tabla 2.

Que comparado con la capacidad actual máxima de 2.5 y 10 Gbps, nos permitirá abastecer las necesidades futuras de la CNT EP.

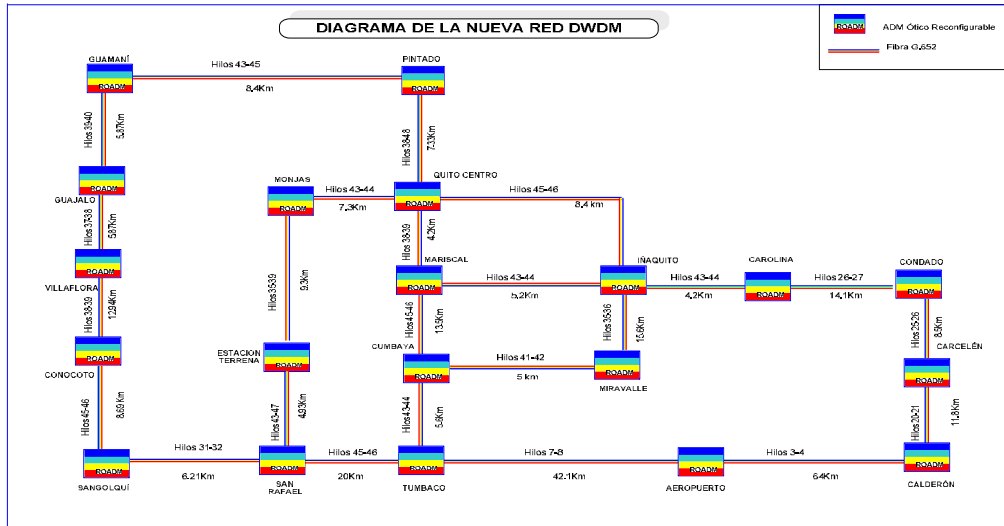


Figura 2: Topología de la nueva red DWM.

Tabla 2. Ancho de banda de cada equipo.

Longitudes de onda λ	Velocidad de cada λ Gbps.	Ancho de banda de cada equipo Gbps.
80	10	800

Análisis de parámetros ópticos de la red. Gracias a este software de simulación se pueden obtener varias gráficas donde se analiza: el presupuesto de potencia, OSNR, Dispersión y PMD de cada enlace. Todos estos resultados se comparan con las especificaciones técnicas del equipo OptiX OSN 8800, que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Especificaciones técnicas del equipo Optix OSN 8800 [5].

Ítem	Unidad	Valor
Especificaciones de los parámetros del Transmisor		
Formato de código de línea		NRZ
Máxima potencia media de lanzamiento	dBm	2
Rango de frecuencia de operación	THz	192.10 to 196.05
Tolerancia de dispersión	ps/nm	800
Especificaciones de los parámetros del Receptor		
Tipo de Receptor	-	PIN
Rango de longitud de onda de operación	nm	1200 to 1650
Sensibilidad del Receptor	dBm	-25
OSNR mínimo	dB	14
PMD mínimo	ps	10

Presupuesto de Potencia de cada enlace. Como resultado obtenemos que para todos los enlaces, su presupuesto de potencia varía de **0,5 dBm a -21,65 dBm**, revisando en las especificaciones técnicas del equipo en la tabla 1, observamos que el rango de

potencia permitida va desde 2 a -25 dBm. Como ejemplo de la gráfica obtenida por el software tenemos la figura 3.

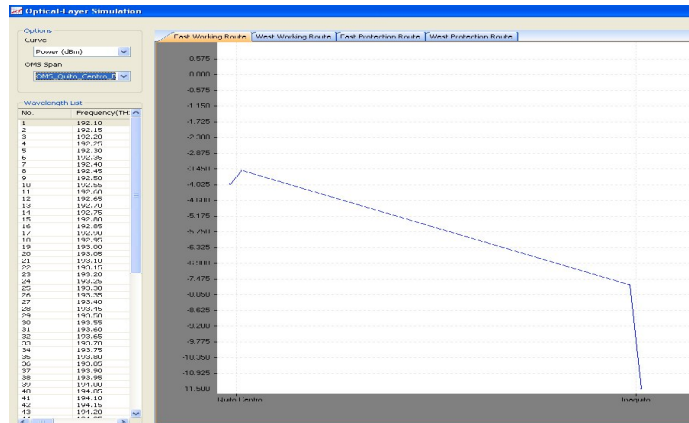


Figura 3: Presupuesto de potencia del enlace Quito Centro – Iñaquito.

Relación Señal a Ruido Óptico OSNR de cada enlace. Como resultado obtenemos que para todos los enlaces, su OSNR varía de **27 dB a 60 dB**, revisando en las especificaciones técnicas de la tabla 1, observamos que el valor de OSNR mínimo es de **14 dB**. Como ejemplo de la gráfica obtenida por el software tenemos la figura 4.

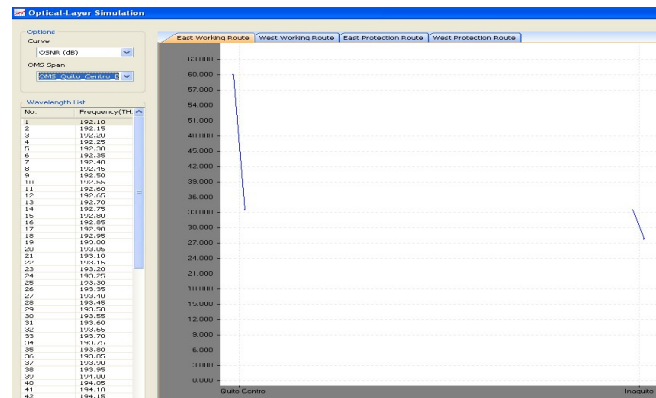


Figura 4: OSNR del enlace Quito Centro – Iñaquito.

Dispersión de cada enlace. Como resultado obtenemos que para todos los enlaces, su dispersión varía de **0 ps/nm a 687,55 ps/nm**, revisando en las especificaciones técnicas de la tabla 1, observamos que el valor máximo de dispersión que soporta nuestro equipo es **800 ps/nm**. Como ejemplo de la gráfica obtenida por el software tenemos la figura 5.

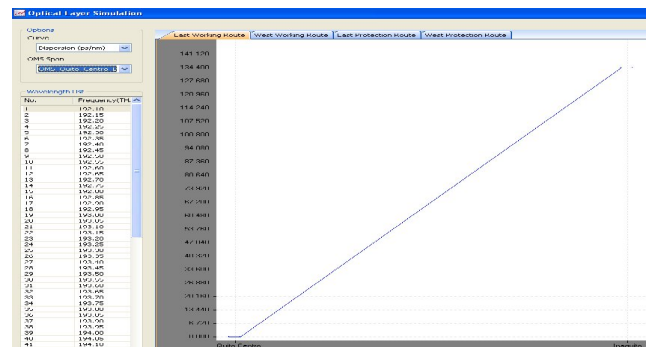


Figura 5: Dispersión del enlace Quito Centro – Iñaquito.

Dispersión por modo de polarización PMD de cada enlace. Como resultado obtenemos que para todos los enlaces, su PMD varía de **0 ps a 0,384 ps**, revisando en las especificaciones técnicas de la tabla 1, observamos que el valor de PMD permitido debe ser menor a **10 ps**. Como ejemplo de la gráfica obtenida por el software tenemos la figura 6

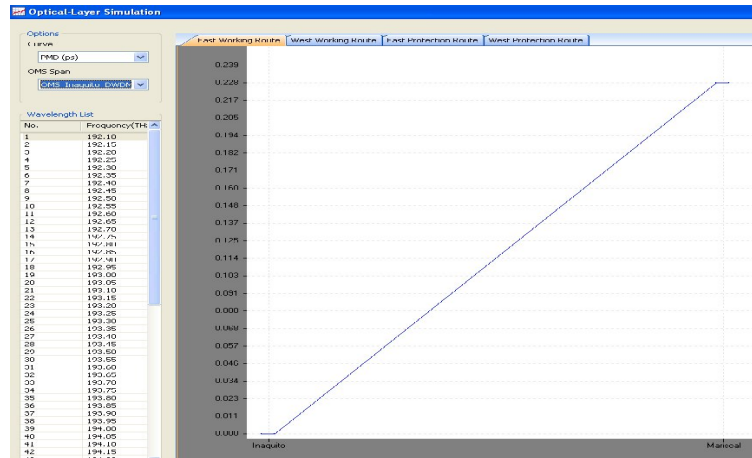


Figura 6: PMD del enlace Iñaquito – Mariscal

3.3 Gerenciamiento del proceso de migración de SDH a DWDM.

El gerenciamiento para poder realizar la migración a una tecnología de transmisión de nueva generación DWDM exige un plan de operativo el cual permita que esta transición sea el de menor impacto para los clientes.

A continuación se describen los principales procedimientos para realizar la migración y se muestran en la figura 7:

- Inspecciones para cuantificar materiales.
- Instalación de equipos y pruebas de funcionamiento.
- Adecuación de sitios para inicio de tareas de migración.
- Configuración de los servicios.
- Elaboración de un cronograma de migraciones.
- Elaboración de un MOP (Protocolo de Operación y Mantenimiento).
- Aviso de la fecha de realización del MOP a las diferentes áreas de CNT.
- Ejecución de la migración y verificación de operatividad de los servicios.

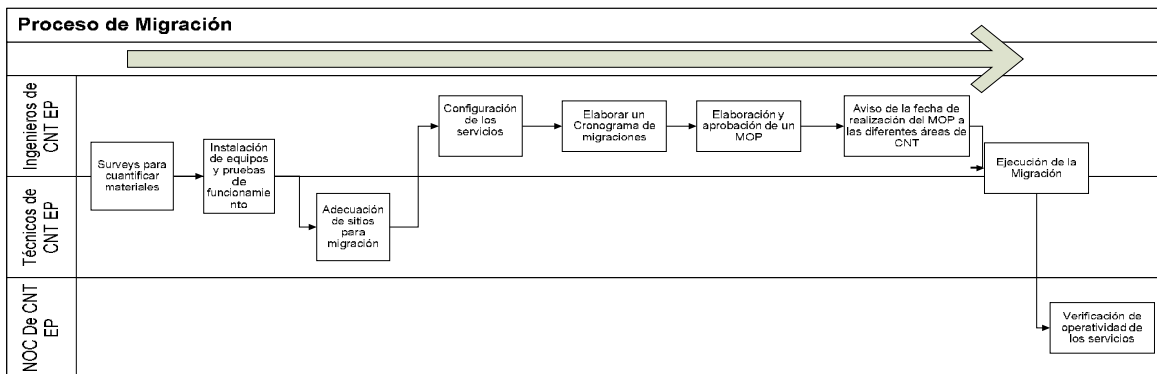


Figura 7: Proceso para la migración de servicios.

4 TRABAJOS RELACIONADOS.

En la actualidad existen empresas que han implementado en su red de transmisión DWDM como es el caso de Telconet, Global Crossing, pero el diseño se adapta a las necesidades de cada empresa.

En este caso se va a gerenciar los procesos para que dicha migración de servicios de equipos SDH a DWDM, tengan éxito y que no exista ningún inconveniente que pueda perjudicar en el servicio a los clientes de la CNT EP.

5 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.

- Al plantear la integración de la red existente SDH con una nueva red DWDM, logramos obtener una solución de gran capacidad, ya que estaríamos ampliando el ancho de banda de la línea, que antes cursaba por una sola longitud de onda, y con esta solución estaríamos usando hasta 80 longitudes de onda por la misma fibra óptica, es decir: Red actual tiene 3 nodos con capacidad STM-64= 10 Gbps y el resto de nodos con STM-16= 2.5 Gbps. Mientras que la red propuesta= 1 longitud de onda 10 G* 80 canales= 800 Gbps.
- Al usar una herramienta de diseño o modelaje de redes, obtenemos información de los niveles de potencia, dispersión, OSNR de cada enlace, lo cual nos permite saber si estamos trabajando en los niveles óptimos que nos permite el equipamiento escogido.
- Al establecer un gerenciamiento del proceso de migración, podemos asignar procedimientos que permiten optimizar el equipamiento disponible, los recursos materiales y humanos para conseguir nuestro objetivo que es la migración de los equipos SDH a nuevos equipos DWDM para la Red de Anillos de Fibra Óptica de la CNT EP en Quito.

6 AGRADECIMIENTOS:

Deseo expresar mi gratitud a la ESPE y a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. A Dios, a mi familia y amigos, quienes me han sabido apoyar para lograr una meta más en mi vida.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] **BERNSTEIN, Greg; RAJAGOPALAN, Bala; SAHA, Debanjan**, Optical Network Control: Architecture, Protocols, and Standards, 1era. Edición, Addison Wesley, EE UU, Julio 2003.
- [2] **BISWANATH, Mukherje**, Optical WDM Networks, Springer, 2006.
- [3] **HUUB Van Helvoort**, The COMSOC Guide to Next Generation Optical Transport, IEEE-Wiley, 2009.
- [4] **GOMEZ, Raúl**, “Estudio y Análisis de Perdidas en Redes de Fibra Óptica basadas en el estándar SONET/SDH y su evolución hacia DWDM.pdf, 2007.
- [5] **Huawei Technologies Co. Ltda**, “OptiX OSN 8800 Intelligent Optical Transport Platform Product Description.pdf”. 2011.