

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERA ELECTRÓNICA**

**TEMA:
DISEÑO PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS REDES DE TRANSPORTE
CON TECNOLOGÍA SDH, DWDM Y OTN DE LA CORPORACIÓN
ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP – TRANSELECTRIC.**

**AUTORA:
ESTEFANÍA DANIELA MOLINA ZÚÑIGA**

**DIRECTOR:
CARLOS AUGUSTO CUICHÁN MORALES**

Quito, noviembre del 2014

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Quito, noviembre del 2014

Estefanía Daniela Molina Zúñiga
CC: 172294901-1

DEDICATORIA

A Dios por darme la fe y la fuerza para seguir creyendo en él y en mí cada día, por guiarme y llenar mi vida de bendiciones y oportunidades.

A mi familia por hacer de mí, todo lo que soy, por inculcarme valores, por darme su amor, apoyo y por sobrellevar todos los sacrificios que mis estudios significaron para mis padres y mis hermanos, a mi mami Carmita por ser un ejemplo como mujer de lucha y perseverancia y a mi padre Pepito por su apoyo y por dejarme saber lo orgulloso que siempre estuvo de mí.

A Darwin el que me quiso todos los días, mi eterno compañero, el que nunca me faltó, por todas las idas y vueltas, por todas las largas esperas, por todo lo que creyó en mí, sus palabras de aliento, sus consejos, su compañía y todo su apoyo a lo largo de mi vida universitaria.

A mi tía Norita que me ayudo a dar el primer paso para que este proyecto suceda.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana por infundir en mí una formación integral llena de conocimientos y valores que además de contribuir en mi vida profesional lo hicieron también en mi vida personal.

Al ingeniero Carlos Cuichán por su tiempo y dedicación, guiándome y brindándome sus conocimientos para la elaboración del proyecto.

Al ingeniero Luis Oñate por su gestión y sus recomendaciones para la culminación del proyecto de titulación.

Un agradecimiento muy especial a la empresa CELEC EP – TRANSELECTRIC, por la oportunidad de desarrollar este proyecto.

A todos quienes conforman la Subgerencia de SNI, por su colaboración en el desarrollo del proyecto y por hacerme sentir parte de ese gran grupo de personas trabajadoras desde el primer momento, a la Ing. Anita Zurita, Ing. Alfonso Bastidas y especialmente a la Ing. Paulina Criollo quien me guio de la mejor manera y estuvo siempre dispuesta a brindarme su ayuda, a todos los ingenieros del centro de gestión Gaby, Jorge, Fer, Cris, Dani, Tony, Álvaro, Diego y Francisco por dedicarme su tiempo para resolver mis dudas y compartir su experiencia conmigo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	2
1.1 Red de transporte.....	2
1.1.1 Definición.....	2
1.2 Jerarquía digital síncrona (SDH).....	3
1.2.1 Definición.....	3
1.2.2 Estructura de la trama SDH.....	4
1.2.3 Multiplexación SDH.	6
1.3 Multiplexación por división de onda densa (DWDM).....	7
1.3.1 Definición.....	7
1.3.2 Componentes de la red DWDM.....	8
1.3.3 Funcionamiento del sistema DWDM.....	11
1.4 Red de transporte óptico (OTN).....	12
1.4.1 Definición.....	12
1.4.2 Estructura de capas OTN.	13
1.4.2.1 Canal Óptico.....	14
1.4.3 Estructura de la trama OTN	15
1.4.3.1 Unidad de carga óptica (OPU-k, Optical Payload Unit)	16
1.4.3.2 Unidad de datos de canal óptico (ODU-k).....	16
1.4.3.3 Unidad de transporte óptico (OTU-k)	17
CAPÍTULO 2	18
SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA DE CELEC EP – TRANSELECTRIC	18
2.1 Descripción de la red actual	18
2.2 Servicios.....	20
2.2.1 Servicio Clear Channel.	21
2.2.2 Servicios de Valor Agregado	21
2.2.3 Servicio de Collocation.	22
2.3 Estructura de la red de transporte.....	22
2.4 Red SDH	22
2.4.1 Capacidad de la red SDH	23

2.5 Red DWDM	34
2.5.1 Capacidad de la red DWDM.....	36
CAPÍTULO 3.....	38
DISEÑO PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS REDES DE TRANSPORTE CON TECNOLOGÍA SDH, DWDM Y OTN.....	38
3.1 Consideraciones de diseño	38
3.2 Diagrama de la red OTN	39
3.2.1 Descripción de la red OTN.	40
3.2.2 Capacidad de tráfico disponible OTN.....	41
3.3 Descripción de la propuesta de diseño	49
3.4 Diseño de la red de transporte.....	50
3.4.1 Fase 1: Redistribución de la capacidad.	50
3.4.2 Fase 2: Creación de nuevas rutas.	53
3.4.3 Fase 3: Migración por servicios.	55
CAPÍTULO 4.....	57
ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA	57
4.1 Análisis de recursos técnicos para ejecutar la primera fase del diseño.....	57
4.3 Análisis de recursos técnicos para ejecutar la tercera fase del diseño	60
4.4 Ventajas técnicas de la red	61
4.5 Análisis comparativo de capacidad.....	62
4.6 Detalles de la implementación	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	69
LISTA DE REFERENCIAS	70

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Red SDH	3
<i>Figura 2.</i> Estructura de la cabecera SDH.....	5
<i>Figura 3.</i> Método de multiplexación SDH.....	7
<i>Figura 4.</i> Sistema de transponder OTU	8
<i>Figura 5.</i> Multiplexor óptico de inserción y extracción (OADM).....	9
<i>Figura 6.</i> Ubicación de los amplificadores ópticos en el enlace.....	10
<i>Figura 7.</i> Sistema DWDM.....	12
<i>Figura 8.</i> Funcionamiento de OTN.....	13
<i>Figura 9.</i> Estructura de capas OTN	14
<i>Figura 10.</i> Secciones OTN de extremo a extremo.....	15
<i>Figura 11.</i> Trama OTN	16
<i>Figura 12.</i> Unidad de transporte óptico (OTU-K).....	17
<i>Figura 13.</i> Estructura del cable óptico OPGW	18
<i>Figura 14.</i> Red de fibra óptica de CELEC EP - TRANSELECTRIC	19
<i>Figura 15.</i> Portafolio de servicios de telecomunicaciones de CELEC EP – TRANSELECTRIC	20
<i>Figura 16.</i> Tipos de protección de la red SDH de CELEC EP - TRANSELECTRIC	22
<i>Figura 17.</i> Anillo central red SDH	23
<i>Figura 18.</i> Ruta costa 1 red SDH.....	24
<i>Figura 19.</i> Topología de la red SDH ruta costa 2	25
<i>Figura 20.</i> Topología de la red SDH ruta oriental 1	27
<i>Figura 21.</i> Topología de la red SDH anillo oriental	28
<i>Figura 22.</i> Topología de la red SDH ruta oriental 2	29
<i>Figura 23.</i> Topología de la red SDH anillo occidental	31
<i>Figura 24.</i> Topología de la red SDH ruta occidental 1	32
<i>Figura 25.</i> Topología de la red SDH interconexión con Colombia.....	34
<i>Figura 26.</i> Red de transporte DWDM de CELEC - EP TRANSELECTRIC.....	35
<i>Figura 27.</i> Diagrama DWDM de CELEC - EP TRANSELECTRIC	36
<i>Figura 28.</i> Diagrama OTN de CELEC - EP TRANSELECTRIC	39
<i>Figura 29.</i> Descripción de rutas y protecciones red de transporte óptico OTN.....	48
<i>Figura 30.</i> Diagrama de la redistribución de capacidad	52
<i>Figura 31.</i> Diseño creación de nuevas rutas	54

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Recomendaciones para SDH de la ITU-T.....	4
<i>Tabla 2.</i> Tasas de transmisión SDH.....	4
<i>Tabla 3.</i> Contenedores virtuales.....	6
<i>Tabla 4.</i> Detalle de capacidad del anillo central.....	24
<i>Tabla 5.</i> Detalle de capacidad ruta costa 1	25
<i>Tabla 6.</i> Detalle de capacidad ruta costa 2	26
<i>Tabla 7.</i> Detalle de capacidad ruta oriental 1	27
<i>Tabla 8.</i> Detalle de capacidad ruta anillo oriental.....	28
<i>Tabla 9.</i> Detalle de capacidad ruta anillo oriental.....	29
<i>Tabla 10.</i> Detalle de capacidad ruta anillo occidental.....	30
<i>Tabla 11.</i> Detalle de capacidad ruta occidental 1	33
<i>Tabla 12.</i> Detalle de capacidad de la red SDH interconexión con Colombia.....	34
<i>Tabla 13.</i> Detalle de capacidad de la red DWDM de CELEC - EP TRANSELECTRIC	37
<i>Tabla 14.</i> Capacidad por lambda de la red OTN de CELEC - EP TRANSELECTRIC	41
<i>Tabla 15.</i> Capacidad de interfaces de línea de la red OTN de CELEC EP - TRANSELECTRIC	43
<i>Tabla 16.</i> Interfaces tributarios tipo Multirate ($\leq 2,7$ Gbps OTU1, SDH y GBE).....	45
<i>Tabla 17.</i> Interfaces tributarios tipo 10 Gbps (OTU2, STM-64 y 10 GBE).	46
<i>Tabla 18.</i> Interfaces tributarios tipo Multirate ($\leq 2,7$ Gbps OTU1, SDH y GBE) anillo central de acceso	47
<i>Tabla 19.</i> Redistribución de capacidad de la red de transporte de CELEC EP – TRANSELECTRIC	51
<i>Tabla 20.</i> Enlaces directos a la red OTN.....	53
<i>Tabla 21.</i> Servicios que se migran a la red OTN de CELEC EP –TRANSELECTRIC	55
<i>Tabla 22.</i> Recursos necesarios para la redistribución de capacidad de la red de CELEC EP – TRANSELECTRIC	58
<i>Tabla 23.</i> Recursos necesarios para la creación rutas directas en la red de CELEC EP – TRANSELECTRIC	60
<i>Tabla 24.</i> Recursos necesarios para la migración por servicios de la red de CELEC EP - TRANSELECTRIC	61
<i>Tabla 25.</i> Análisis de capacidad de la red.	63
<i>Tabla 26.</i> Retardo y throughput de la red activa.	64
<i>Tabla 27.</i> Retardo y throughput de la red propuesta.	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diagrama completo de la red de transporte de CELEC EP – TRANSELECTRIC	73
Anexo 2. Equipos de la red de transporte de CELEC EP – TRASELECTRIC	74
Anexo 3. Matriz de Cross – conexiones	77
Anexo 4. Servicios operativos de la red.....	96
Anexo 5. Densidad de puertos	106

RESUMEN

El diseño de la red de transporte de datos de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP – TRANSELECTRIC permite integrar el equipamiento con tecnologías SDH (Synchronous Digital Hierarchy), DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) y OTN (Optical Transport Network). Se realizó considerando conceptos importantes sobre las tres tecnologías SDH, DWDM y OTN, esto contribuyó a que se tenga una visión clara sobre cómo trabaja cada una de ellas para realizar el diseño. Posteriormente, se realizó un estudio de la situación de la red haciendo un análisis por servicios y tramos, lo que permitió evidenciar la falta de protecciones y capacidad en la misma y además aportó para saber cómo se tenía que realizar el diseño, por esta razón, se decidió realizar un diseño en tres fases: en las dos primeras se propone migraciones por tramos servicios de la red SDH y DWDM de poca capacidad dentro de un solo enlace a la red OTN, y en la tercera fase migración de servicios de alta capacidad directamente desde equipos del cliente a la red OTN para liberar puertos en los equipos multiplexores SDH que se encuentran saturados.

Finalmente se realiza un análisis de los requerimientos para la ejecución del diseño propuesto.

De este modo se optimizan los recursos, así la red de CELEC EP - TRANSELECTRIC se adaptará de una mejor manera a los requerimientos del cliente, brindando un mejor servicio.

ABSTRACT

The design of the transmission data of the Electricity Corporation of Ecuador CELEC EP - TRANSELECTRIC, which allows to integrate the equipment with SDH (Synchronous Digital Hierarchy), DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) and OTN (Optical Transport Network) technologies. Was performed considering the three important concepts about technologies SDH, DWDM and OTN, this contributed to get a clear vision of how each works to make the design you have. Following this study of the status of the grid making an analysis of services and allowing sections to demonstrate the lack of protection and ability in it and I bring in addition to know how to make the design had to be made for this reason, decided a three-stage design, the first two migrations is proposed sections, thus encapsulating services SDH and DWDM network with a limited capacity within a single link to the OTN, and the third phase aims migration of high-capacity services directly from client computers to the OTN , to free ports on SDH multiplexers that are saturated .

Finally, an analysis of the requirements for implementation of the proposed design is realized.

Thus resources are optimized and network CELEC EP - TRANSELECTRIC will adapt better way to customer requirements providing a better service.

INTRODUCCIÓN

La Unidad de Negocio Transelectric que forma parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP) brinda el servicio de transmisión de energía eléctrica en el país y ha incursionado en las telecomunicaciones, además de ser el pilar fundamental de soporte para los servicios del Sistema Nacional de Interconexión ofrece el servicio de portador ecuatoriano, para ello cuenta con una red robusta de fibra óptica montada sobre las estructuras de transmisión de energía eléctrica que se extiende por todo el territorio nacional.

Debido al incremento de los usuarios y requerimiento de mayor capacidad en la red de transporte de CELEC EP – TRANSELECTRIC, la empresa tomó la decisión de adquirir una red de transporte más robusta, que comprende el equipamiento con tecnología OTN, cuyas prestaciones ofrecen una solución al incremento y redistribución de capacidades en la red y con la cual se podrá contar con protecciones en diferentes rutas.

Debido a que al momento la empresa ya cuenta con el equipamiento de la red con tecnología OTN, en este proyecto se realiza diseño para la integración de dicho equipamiento, al ya existente SDH y DWDM. Para el desarrollo del proyecto se realizó un estudio de la situación de la red que permitió asociar los servicios con la capacidad y las tarjetas que están siendo utilizadas en los diferentes equipos, se analizaron las rutas con mayor tráfico y de esta forma, se pudo conocer los requerimientos para el desarrollo del diseño, en función de la necesidad de cumplir con la demanda actual de la que forman parte, servicios con grandes y pequeñas capacidades, que varían de acuerdo con la necesidad de cada cliente; además aprovechar al máximo los recursos, equipos y configuraciones en la red.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo se define las redes de transporte de datos en un contexto específico aplicado al proyecto, lo cual permitirá tener un enfoque más claro de los conceptos que intervienen en el desarrollo del proyecto, seguidamente se describen características y aspectos relevantes de las tres tecnologías que se pretende integrar, empezando por la jerarquía digital síncrona (Synchronous Digital Hierarchy, SDH), luego se define aspectos de la multiplexación por división de onda densa DWDM; incluyendo la estructura y componentes del sistema, y también se incluyen conceptos sobre la tecnología OTN basada en la norma ITU – T (Telecommunication Standardization Sector), sus características, estructura, generalidades y trama básica.

1.1 Red de Transporte

1.1.1 Definición.

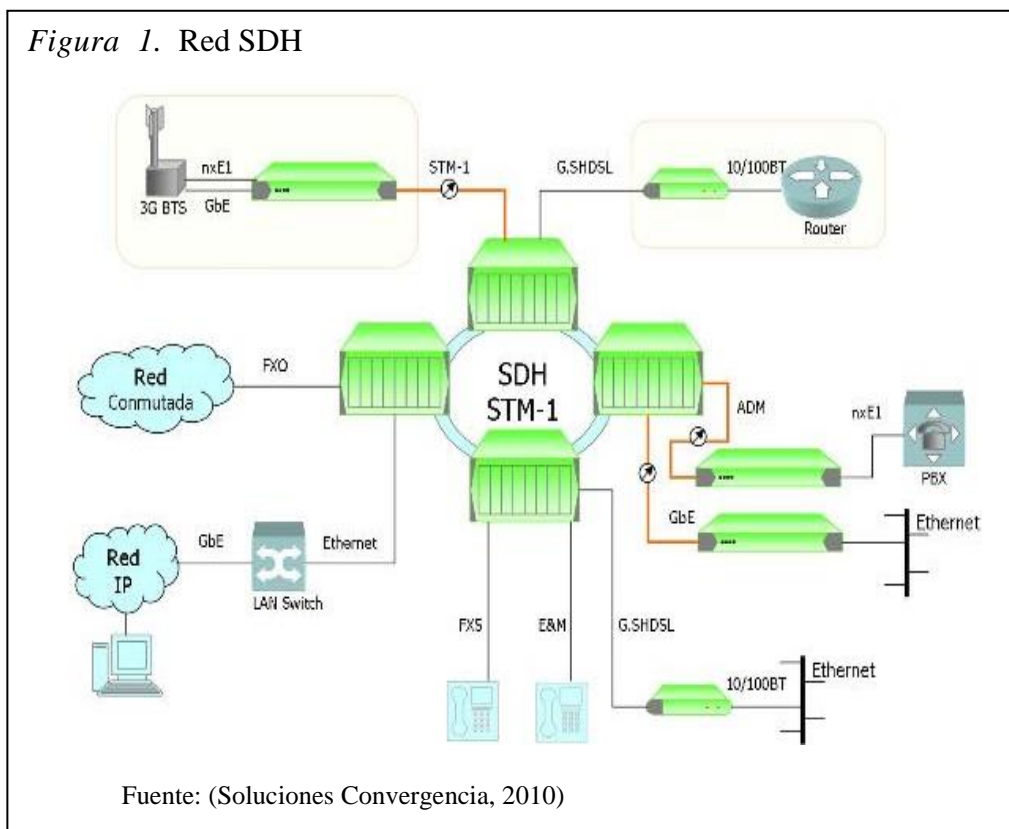
En forma global las redes de transporte tienen como propósito transportar tráfico de información que proviene de las redes de acceso para llevarlo a mayores distancias. De manera más específica, se define a las redes de transporte como una gran infraestructura en su mayoría transparente que proporciona conectividad de datos, voz y video mediante enlaces locales, regionales e internacionales, en conjunto con instalaciones y equipos que llevan los datos del cliente entre los elementos de la red para ser transportados hacia el destino correcto (Grupo Telnet, 2013).

En la actualidad existen varias tecnologías digitales orientadas a solventar los problemas que surgen en el transporte masivo de datos, tratando que las nuevas tecnologías sean compatibles, pues se pretende que, frente al despliegue de nuevas aplicaciones de interés para los usuarios, el proceso de transporte de información no implique cambios en los datos, retardos o algún tipo de intervención en la información y aspectos relacionados con velocidad y capacidad (Armas, 2012).

1.2 Jerarquía digital síncrona (SDH)

1.2.1 Definición.

Es una tecnología de transporte digital síncrono que permite procesar el incremento de la cantidad de información, y a la vez la interconexión de equipos de diferentes fabricantes a través de un sistema basado en la superposición de una señal multiplexada sincrónica sobre un haz de luz transmitido mediante un cable de fibra óptica como se muestra en la figura 1, este proceso se realiza basado en la existencia de un reloj común, que multiplexa diferentes señales dentro de una jerarquía común flexible, donde toma slots de tiempo y los ubica en forma ordenada en un slot de tiempo más grande esta sucesión de slots de tiempo se denomina trama y a cada una de las tramas entrantes se les asigna un tiempo para ser leída, luego se combina en una trama más grande y se envía (Jiménez Romero, 2012, págs. 5- 12).



La jerarquía digital síncrona está basada en las recomendaciones G.707, G.708, G.709 de la ITU – T dispuestas como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Recomendaciones para SDH de la ITU-T

Recomendación ITU-T	Descripción
G. 707	Velocidad de bits SDH
G. 708	Interfaz de nodos en la red para SDH
G. 709	Estructura de multiplexación sincrónica

Fuente: (Tektronix Inc., 2001)

La trama básica en SDH se denomina Modulo de Transporte Sincrónico (Synchronous Transport Module, STM-1) cuya velocidad de transmisión es de 155,52 Mbps, con una tiempo de duración de 125 micro segundos, también alcanza velocidades de transmisión mayores como el STM – 4, STM- 16, STM- 64, este último de hasta 39.813,12 Mbps, como se muestra en la tabla 2, pero también es posible trabajar con señales de baja escala como las que se manejan en la jerarquía digital plesiócrona PDH. Además, maneja canales de sobrecarga para la regeneración y multiplexación de las señales en estos canales también se gestiona el control de red, la supervisión y administración dando paso a mejores procedimientos de operación (Armas, 2012).

Tabla 2. Tasas de transmisión SDH

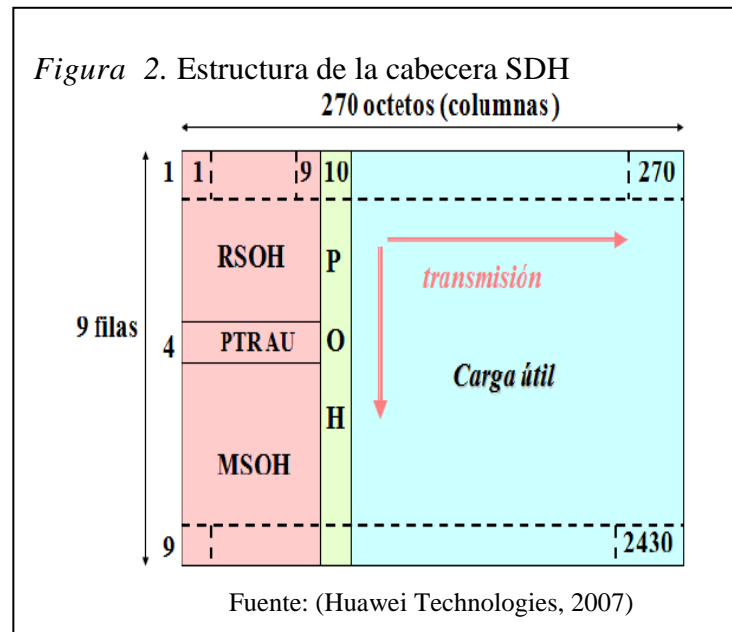
Denominación SDH	Tasa de Datos Total (Mbps)	Tasa de Datos de Usuario (Mbps)	Medio Eléctrico
STM – 0	51,84	50,11	21 E1
STM – 1	155,52	150,33	63 E1
STM – 4	622,08	601,34	252 E1
STM – 16	2.488,32	2.405,37	1.008 E1
STM – 64	9.953,28	9.621.50	4.032 E1
STM – 256	39.813,12	38.486.01	16.128 E1

Fuente: (Tektronix Inc., 2001)

1.2.2. Estructura de la trama SDH.

El formato de transmisión básico para SDH es el módulo de transporte óptico síncrono (STM -1) con una tasa de transmisión de 155,2 Mbps la trama está conformada por 2.430 bytes organizados en forma matricial de 270 bytes para las columnas y 9 bytes para las filas, cada trama tarda 125 micro segundos con una

velocidad de 8.000 tramas a cada segundo los bytes son transmitidos de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. En la figura 2 se muestra la disposición de los bits en la cabecera SDH (Huawei Technologies, 2007).



✓ **Cabecera de sección de regeneración RSOH**

Las tres primeras filas corresponden a la Cabecera de Sección de Regeneración RSOH conformada por 27 bytes que contienen la señal de alineación de la trama, la identificación del STM – 1 y el control de paridad.

✓ **Puntero de unidad administrativa PTR – AU**

El puntero de unidad administrativa PTR – AU indica la posición del primer byte del contenedor virtual, los punteros están ubicados en la fila 4 en las columnas de la 1 a la 9.

✓ **Cabecera de la sección de multiplexación**

La cabecera de la sección de multiplexación contiene la información requerida entre el equipo de terminación de esta sección y los elementos de red consecutivos. Esta sección está ubicada en las filas de la 5 a 9 y las columnas de la 1 a 9 de la trama de STM-1.

✓ **Unidad de carga útil**

En la unidad de carga útil se encuentran el contenedor virtual VC, más los punteros de la unidad administrativa AU-PTR, que juntos forman una unidad administrativa AU, los contenedores virtuales son la carga útil de la trama SDH que se envían mediante el uso de punteros y valores de desplazamiento como paquetes

independientes usados para transportar señales tributarias de baja velocidad (Huawei Technologies, 2007).

La tabla 3 muestra la tasa de transmisión de la carga útil de la trama SDH.

Tabla 3. Contenedores virtuales

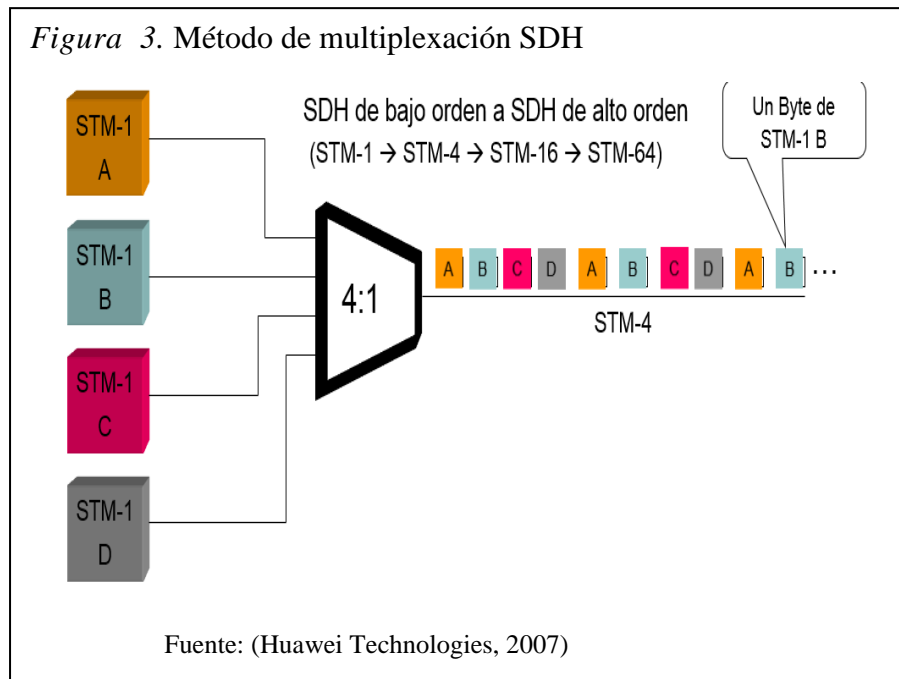
Contenedor Virtual	Tasa de transmisión (Mbps)	Tamaño del VC
VC-11	1.728	9 filas, 3 columnas
VC-12	2.304	9 filas, 4 columnas
VC-2	6.912	9 filas, 12 columnas
VC-3	48.960	9 filas, 85 columnas
VC-4	150.336	9 filas, 261 columnas

Fuente: (Internacional Engineering Consortium, 2002)

1.2.3 Multiplexación SDH.

El proceso de multiplexación se realiza por 3 diferentes métodos, primero la multi-canalización SDH de bajo orden a SDH de alto orden, la multiplexación de señales tributarias en un STM-1 y finalmente otras señales jerárquicas a SDH.

La multiplexación de señales SDH de bajo orden a señales de alto orden se realiza byte a byte intercalándose pero manteniendo una localización fija y regular como se muestra en la figura 3, esto permite que los bytes se puedan subir o bajar directamente de STM – 1 a STM – 64, esta forma de multiplexación permite obtener mayores capacidades en la red SDH (Albán, 2013).



1.3 Multiplexación por división de onda densa (DWDM)

1.3.1 Definición.

Es la tecnología de multiplexación por división de onda densa (Dense Wavelength Division Multiplexing) que transmite simultáneamente varias señales por una única fibra óptica, utilizando diferentes longitudes de onda dentro del espectro óptico, a través de luz de láser o LED (diodo emisor de luz) en la banda de frecuencia C a 1550 nm (A. Gumaste, 2011).

Esta tecnología utiliza las propiedades de la refracción de la luz, para combinar y separar señales ópticas basadas en sus longitudes de onda denominadas lambdas (λ), que representan enlaces punto a punto, es decir, entran en una fibra óptica por un puerto y se sabe con toda seguridad por dónde van a salir, cada canal de comunicación óptico es independiente del resto que comparten el medio así cada canal podrá transportar diferente tipo de tráfico (Aragón Investiga, 2010).

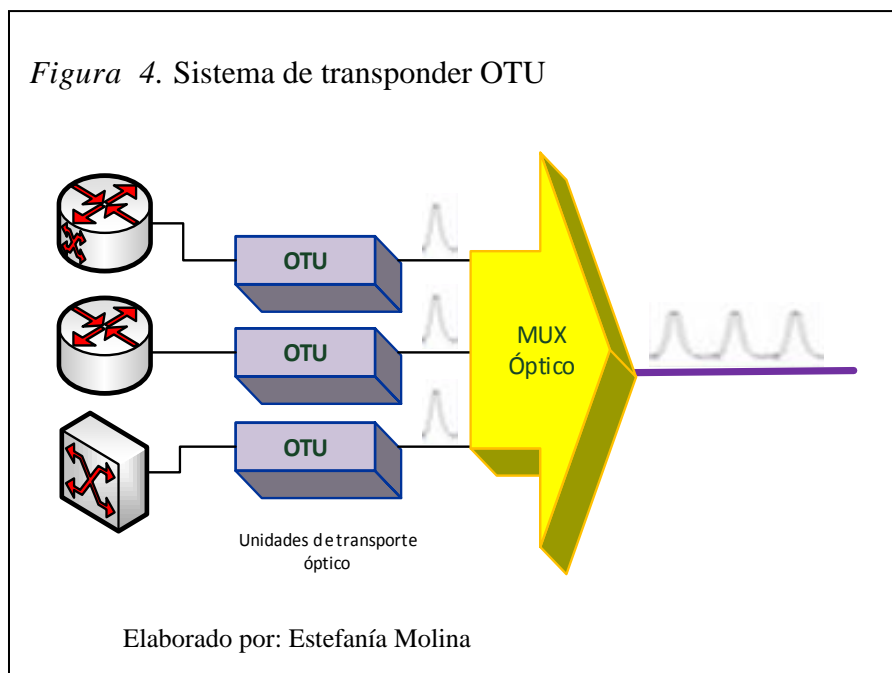
DWDM está diseñada para transmitir a larga distancia diferentes canales que se pueden comprimir en 32, 40, 80 o 128 longitudes de onda en una fibra, cada canal tiene un determinado ancho de banda alrededor de la longitud de onda central, cada banda se separa de la siguiente por una zona de guarda de varios GHz. De esta manera se puede evitar interferencias entre los canales (Armas, 2012).

1.3.2 Componentes de la red DWDM

La tecnología DWDM está compuesta de varios elementos que realizan diferentes funciones que hacen posible el proceso de multiplexación:

- **Transponders (OTU Optical Transponder Unit)**

Los transponders se ubican a los extremos del enlace y transforman los pulsos eléctricos que ingresan al sistema en pulsos ópticos para que se adapten a la tecnología DWDM, esta conversión se realiza a través de la modulación de una onda continua de luz o utilizando un dispositivo que genere luz modulada directamente. La figura 4 representa el sistema de transponder OTU (Utreras, 2013).



- **Emisores de Luz**

Los emisores o fuentes de luz deben cumplir con algunas características específicas para ser usados en la transmisión y recepción para sistemas DWDM se utiliza laser semiconductores debido a que, emiten un pulso de luz coherente, es decir una misma frecuencia de fase; pueden emitir luz con ancho espectral estrecho y alta potencia luminosa (Rivera, 2006).

- **Multiplexores y Demultiplexores (Optical Terminal Multiplexer OTM)**

Los sistemas DWDM logran transmitir varias señales a través de una sola fibra o un par de estas, mediante el uso de multiplexores los cuales toman longitudes de onda ópticas de varias fibras y las convergen en un solo haz. En la recepción el sistema

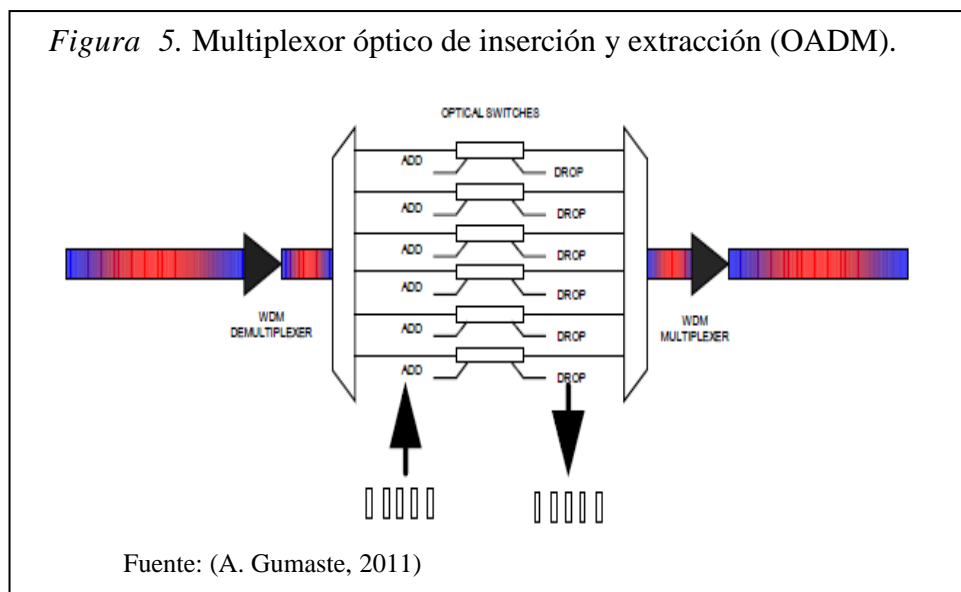
debe ser capaz de separar los componentes de longitud de onda y acoplarlos a las fibras individuales usando un demultiplexor (Monteiro, 2013).

- **Multiplexor Óptico de Inserción y Extracción (OADM)**

Es un dispositivo que permite insertar o extraer una o más longitudes de onda en puntos intermedios entre los extremos de un enlace como se muestra en la figura 5, en lugar de separar o combinar todas las longitudes de onda, el OADM puede quitar e insertar una sin afectar al resto dejando que pasen directamente sin realizar conversiones electro ópticas en ningún momento (A. Gumaste, 2011).

Entre los más usados están:

- FOADM (Fixed optical add/drop multiplexer) este OADM trabaja sintonizado sobre una longitud de onda particular.
- ROADM (Reconfigurable optical add-drop multiplexer) es un OADM puede ser configurado dinámicamente para extraer e insertar longitudes de onda.



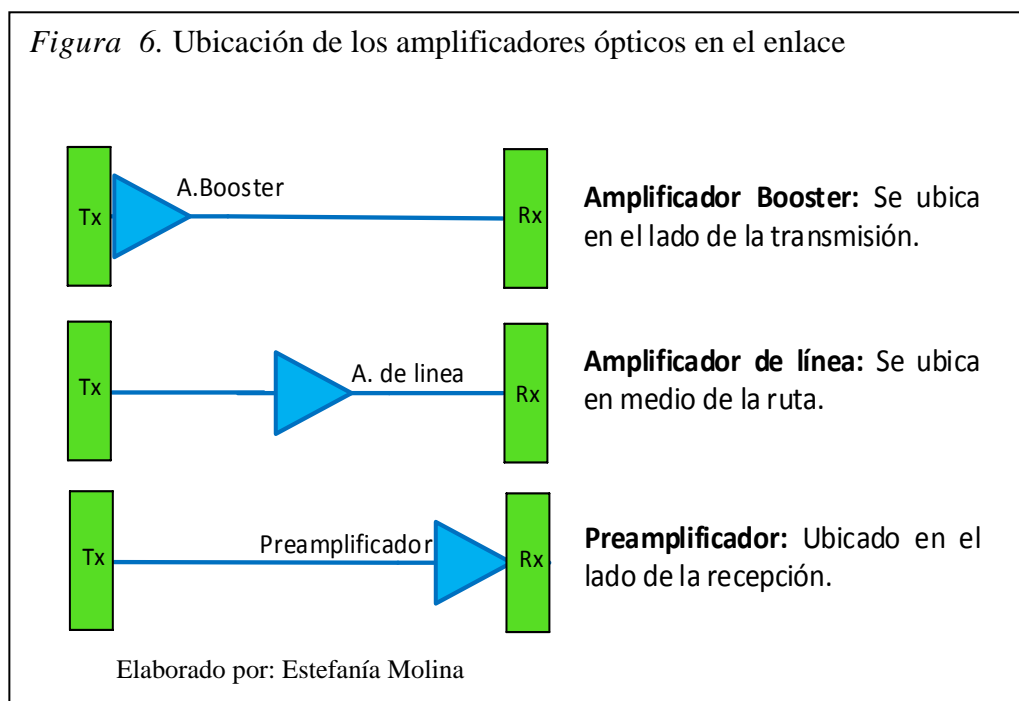
- **Amplificadores ópticos**

En la fibra existen límites de duración en las que se puede propagar la señal, sin atenuación capaz de afectar la integridad de esta antes de ser regenerada, los amplificadores ópticos permiten amplificar todas las longitudes de onda, a la vez, sin hacer uso de conversión óptica eléctrica para cada señal, estos permiten incrementar la potencia de la señal después de la multiplexación y demultiplexación. Se ubican en diferentes puntos del enlace como se muestra en la figura 6.

Booster Amplifier: Se ubica en el lado de la transmisión proporciona aumento de potencia a las señales ópticas multiplexadas.

Optical Line Amplifier: Se ubica en medio de la ruta ya que las señales pueden viajar solo hasta 120 km antes de requerir ser amplificadas.

Pre - Amplifier: Eleva la sensibilidad del receptor para señales ópticas de diferentes longitudes de onda mediante el aumento de la potencia óptica de entrada multiplexada de señales ópticas.



- **Cross Conector Óptico (OXC, Optical Cross Conect)**

Este elemento proporciona flexibilidad, su función es conmutar canales entre fibras de entrada y fibras de salida, tiene la capacidad de direccionar una longitud de onda específica dentro de una fibra entrante a diferentes fibras a la salida.

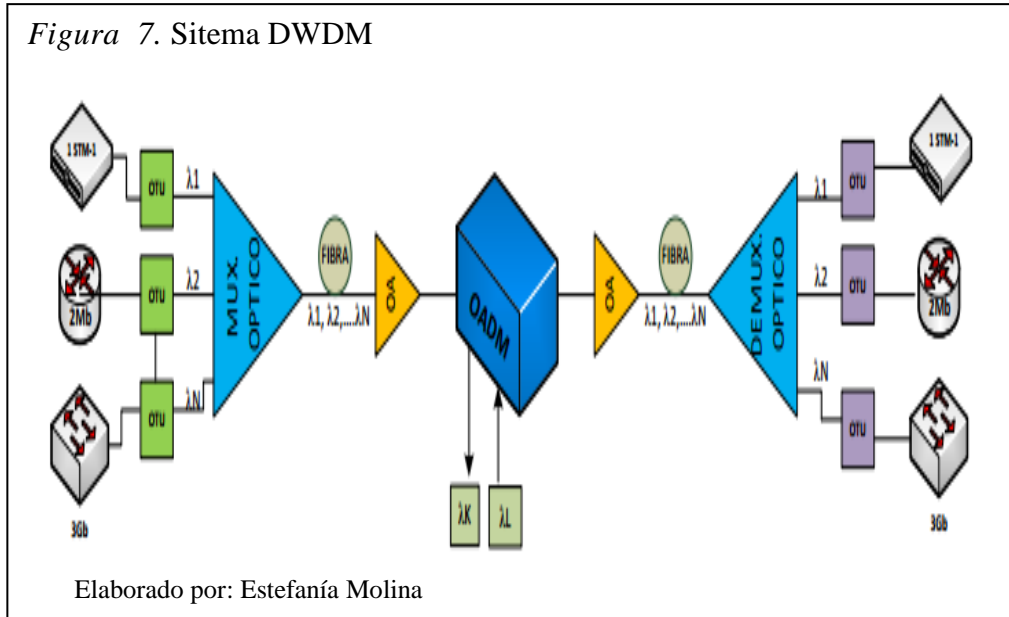
- **G.652 - Fibra óptica sin dispersión desplazada (NDSF, Non-dispersion-shifted fiber):** Este tipo de fibra es óptima para la transmisión en las longitudes de 1310 nm a 1550 nm, su núcleo esta se compone de dióxido de silicio dopado rodeado de un recubrimiento dióxido de silicio, el revestimiento está formado por dos capas de acrilato curado mediante UV (Guevara, 2010).

- **G.655 - Fibra óptica con dispersión desplazada no nula**, (NZ-DSF Non-zero dispersion-shifted fiber): Este tipo corresponde a fibras optimizadas para la transmisión en la región 1550nm, su propiedad fundamental es que el coeficiente de dispersión cromática en valor absoluto es mayor que cero en la gama de longitudes de onda 1530 a 1565 nm. Esta dispersión reduce la aparición de fenómenos no lineales (Grupo Telnet, 2013).

1.3.3 Funcionamiento del sistema DWDM.

- Las señales de distinto medio físico y de diferente tipo de tráfico como ATM, SDH, IP, entre otros son recibidas por el transponder en el cual cada señal es convertida en una longitud de onda mapeada a DWDM.
- Para ser insertadas dentro de la fibra las longitudes de onda provenientes del transponder se combinan mediante multiplexores en una sola señal óptica que viajara a lo largo de la fibra.
- Luego, debido a las pérdidas inherentes que se producen en el proceso de multiplexación y demultiplexación se utiliza amplificadores ópticos cada cierta distancia para mitigar dichas pérdidas en todas las longitudes de onda y un pre amplificador antes de recibir la señal para que esta sea reforzada.
- Después de transmitir la señal mediante fibra óptica, esta es demultiplexada separando las longitudes de onda en longitudes de onda individuales.
- Como último paso las longitudes de onda individuales son recibidas por un detector de luz o transponder, que las transforma según el tipo de salida requerido. Todo el sistema se representa en la figura 7.

Figura 7. Sistema DWDM



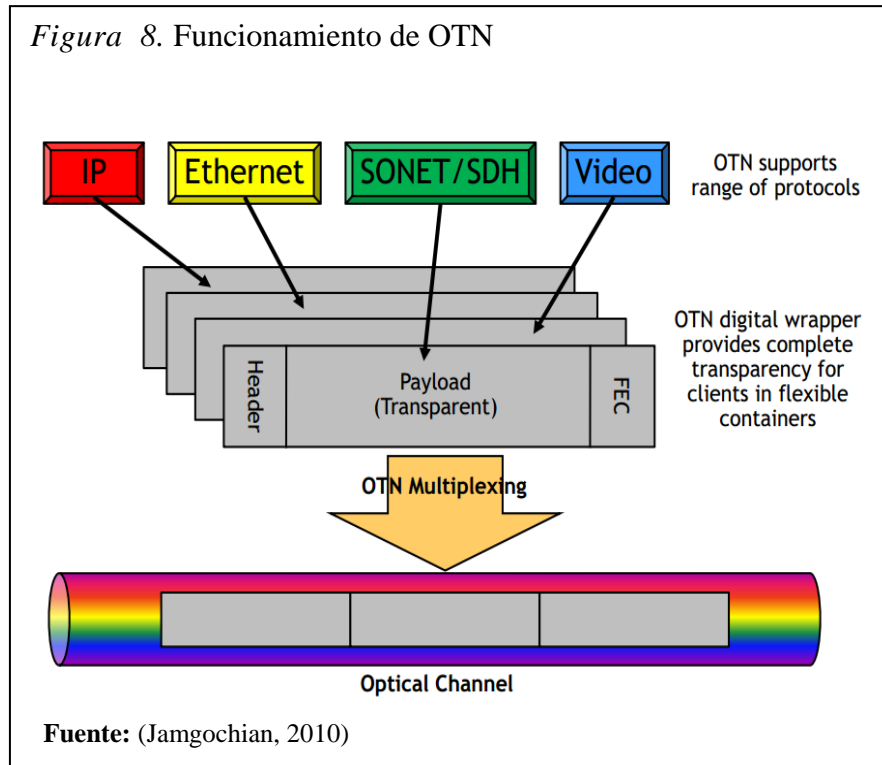
1.4 Red de transporte óptico (OTN)

1.4.1 Definición.

La red de transporte óptica (OTN, Optical Transport Network) se define como una plataforma de red multi-servicios que proporciona transporte, multiplexación, encaminamiento, supervisión y capacidad de supervivencia a las señales del cliente en un marco estándar de señales ópticas, permitiendo así la transformación de las redes de transporte básicas en redes ópticas reales de múltiples longitudes de onda.

Básicamente se puede definir a la tecnología OTN como un canal óptico que soporta una variedad de protocolos en el dominio óptico y eléctrico, encapsulándolos mediante cabeceras transparentes, en las diferentes capas OTN, para ser enviados a través de un canal totalmente óptico que tolera gran cantidad de tráfico, para luego des-encapsular estos paquetes de modo que toda la información que se envía por un lado de dicho canal es recibido en otro punto de la misma forma sin que la información sufra alteraciones o cambios como se muestra en la figura 8, es decir, OTN funciona como una tubería donde todo lo que entra sale de la misma manera (Vásquez, 2009).

Figura 8. Funcionamiento de OTN



Basada en el estándar G.709 de la ITU –T, la tecnología OTN permite optimizar los recursos de una red de transporte, pues proporciona soporte a redes ópticas con multiplexación DWDM y permite que los operadores de red converjan las redes mediante un transporte sin las eventualidades que presentadas en los antiguos tipos de protocolos, a la vez que proporciona la flexibilidad necesaria para respaldar futuros protocolos del cliente.

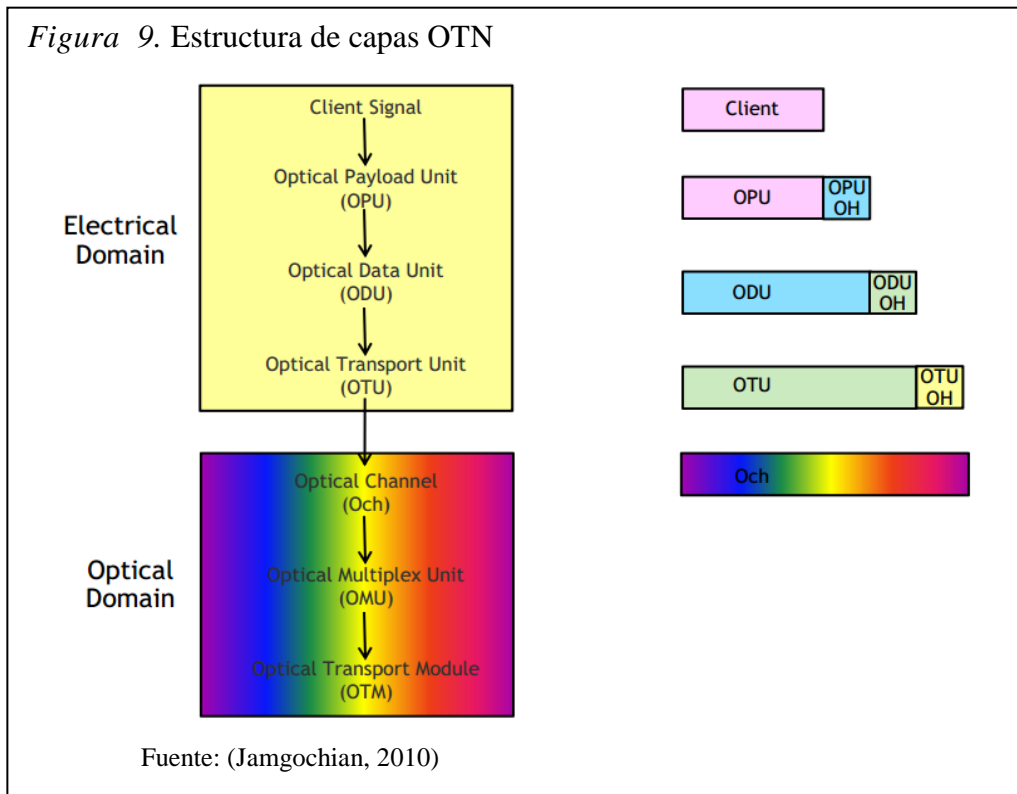
OTN consiste concretamente en una jerarquía multiplexada de unidades ópticas de datos (ODU, Optical Data Unit) que se organizan en el interior de las unidades de transporte óptico (OTU, Optical transport unit), que constituyen la base de los servicios de datos como mapeo de tramas y mapeo transparente (Vásquez, 2009).

1.4.2 Estructura de capas OTN.

La tecnología OTN está compuesta por capas de transporte independientes en las que cada capa de red puede separada de manera que refleje la estructura interna de la misma. Básicamente esta estructura de transporte describe tres secciones o capas como se representa en la figura 9:

- Canal óptico (OCh, Optical Chanel)
- Sección de multiplexación óptica (OMU, Optical Multiplex Unit)

- Sección de transmisión óptica (OTM, Optical Transmission Module)



1.4.2.1 Canal Óptico.

Esta sección se extiende a lo largo de todo el camino óptico y permite interconectar redes de extremo a extremo, dichos canales son multiplexados e insertados en una única fibra para su transmisión independiente del formato en el que ingresa al sistema como PDH, SDH, ATM, entre otros (ITU - T, 2001).

Para lograr la conexión de extremo a extremo en esta sección se incluye las siguientes características (Valiveti, 2012).

- Reorganización de las conexiones en los canales ópticos para un encaminamiento de red flexible.
- Procesos de regeneración de canal óptico para asegurar la integridad de la información adaptada al mismo.
- Funciones de operación, administración y mantenimiento de canal óptico que hace posible la gestión a nivel de red y tareas de aprovisionamiento de conexiones, intercambio de parámetros de calidad de servicio y capacidad de supervivencia de la red.

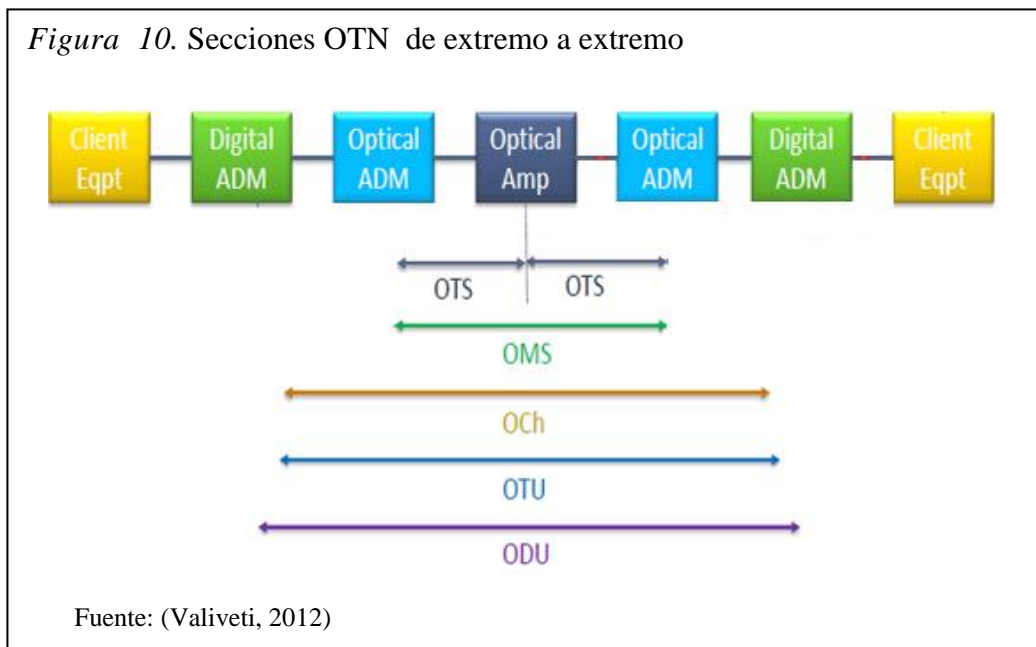
1.4.2.2 Sección de multiplexación óptica OMU

Esta sección comprende el trayecto entre el multiplexor y el demultiplexor y proporciona conectividad de señales ópticas de múltiples longitudes de onda, su funcionamiento comprende dos señales lógicas separadas y distintas:

- Un tren de datos que contiene un conjunto canales ópticos con un ancho de banda conjunto.
- Un tren de datos que compone la terminación de camino de sección de multiplexación

1.4.2.3 Sección de transmisión óptica OTM

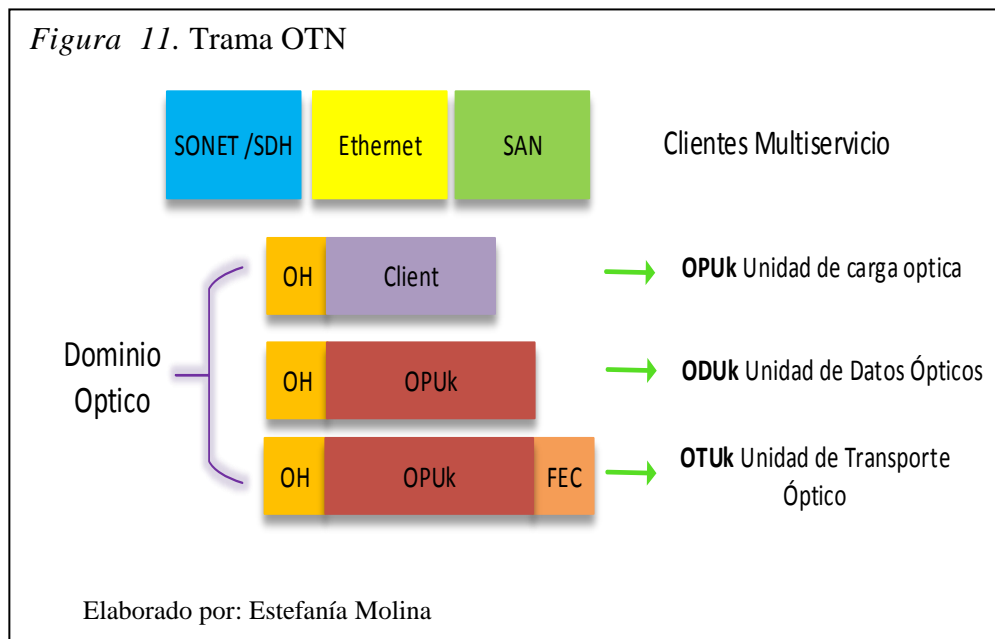
Esta sección proporciona el transporte de las secciones de multiplexación óptica a través de un camino de sección de transmisión óptica, que define una interfaz física, con parámetros tales como frecuencia, nivel de potencia y relación señal/ruido. En esta sección se encapsula la unidad óptica de datos (ODU, Optical Data Unit) y la unidad de carga óptica (OPU, Optical Channel Payload Unit) las cuales dan acceso a la carga útil. En la figura 10 se muestra como están dispuestas las secciones OTN de extremo a extremo (Vásquez, 2009) .



1.4.3 Estructura de la trama OTN

En la red de transporte óptico se constituye la trama básica de esta tecnología la cual comprende diferentes campos dirigidos a funciones específicas como se representa en la figura 11.

El concepto de arquitectura OTN fue desarrollado por la ITU-T basada en la experiencia de la Jerarquía digital síncrona (SDH) y la multiplexación por longitud de onda densa (DWDM) para proporcionar eficiencia, velocidad de bits, capacidad de recuperación y gran capacidad de gestión. Por esta razón, OTN posee características similares a SDH en su estructura, con menos gastos y más gestión (Valiveti, 2012).



1.4.3.1 Unidad de carga óptica (OPU-k, Optical Payload Unit)

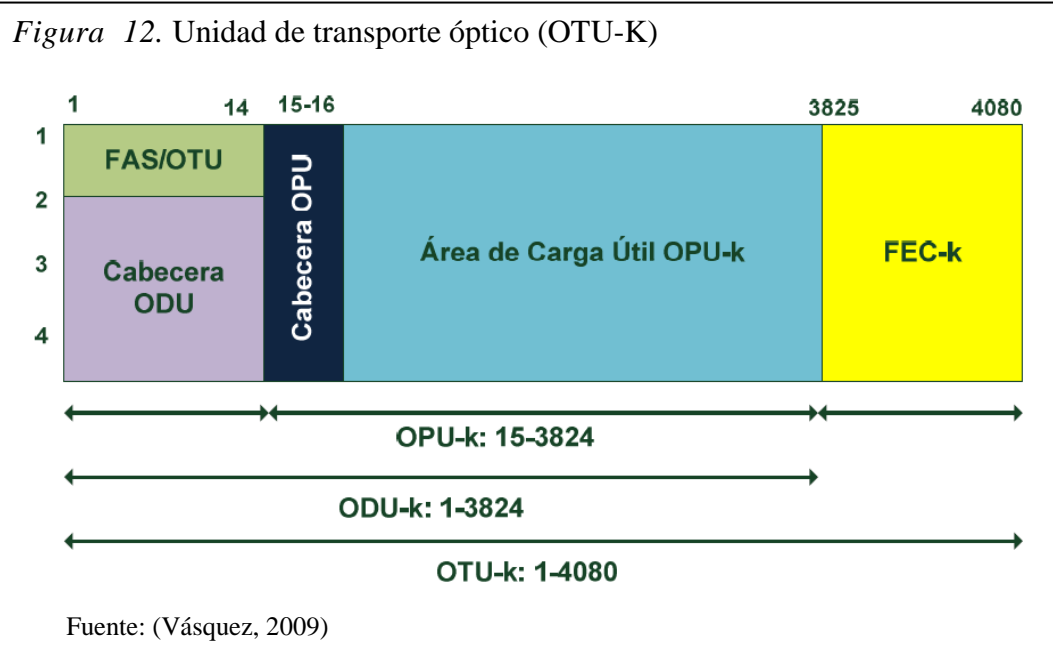
La unidad de carga óptica es la trama básica de OTN la cual contiene la carga útil de las señal del cliente y la cabecera para ser llevada dentro de la trama OTN, la unidad de OPU-k, para $k= 1, 2, 3$, consta de cuatro filas de 3810 bytes cada uno, incluyendo 2 bytes de cabecera colocados en el extremo inicial de cada fila para brindar soporte a la adaptación de diferentes señales del cliente (Vásquez, 2009).

1.4.3.2 Unidad de datos de canal óptico (ODU-k)

En esta unidad se realiza el transporte de extremo a extremo de las señales digitales del cliente, está formada por la adición de 14 columnas de bytes en los extremos iniciales de la OPU-k, como una estructura de bloque basada en octetos de 4 filas de 3824 columnas. Consta de dos segmentos la cabecera ODU-k y el área OPU-k más la corrección de errores (FEC, Forward error correction) (Albán, 2013).

1.4.3.3 Unidad de transporte óptico (OTU-k)

En esta unidad de transporte se organiza la ODU para el transporte por conexiones de red de canal óptico, soporta el transporte de una o más conexiones de canal óptico, específicas, la alineación de la trama y la amplía con la corrección de errores (FEC) en la recepción de la señal. En la figura 12 se representa el orden de los bits de la unidad de transporte óptico OTU-K (Albán, 2013).



CAPÍTULO 2

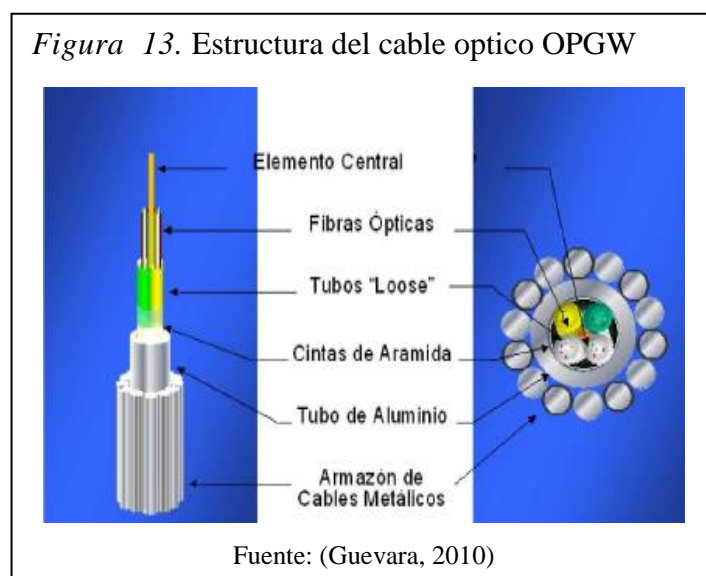
SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA DE CELEC EP – TRANSELECTRIC

En este capítulo se describe la situación de la red de transporte y datos de CELEC EP - TRANSELECTRIC, detallando los servicios que en esta se ofrecen, el equipamiento que la constituye, la capacidad libre y operativa actualmente.

2.1 Descripción de la red actual

La Unidad de Negocio Transelectric que forma parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP) brinda el servicio de transmisión de energía eléctrica en el país, adicionalmente, ha incursionado en las telecomunicaciones, además de ser el pilar fundamental de soporte para los servicios del Sistema Nacional de Interconexión ofrece el servicios de portador ecuatoriano y servicios de valor agregado.

Los servicios mencionados se encuentran en la robusta red de fibra óptica montada sobre las estructuras de transmisión de energía eléctrica que se extiende por todo el territorio nacional, donde se ha reemplazado al cable de guarda por cable con propósito dual OPGW (Optical Ground Wire) cuya estructura se muestra en la figura 13, este tiene un núcleo de aluminio flexible dentro del cual se concentra la fibra óptica.



En dicha red de transporte de datos, los servicios que se ofrecen a los clientes alcanzan capacidades de transmisión de hasta 10 Gbps. mediante las tecnologías DWDM y SDH, las cuales se combinan para entregar mayor capacidad y alta disponibilidad, implementadas en equipamiento de marca Siemens y Huawei forman un anillo de fibra con salidas internacionales hacia los países vecinos Colombia y Perú como se representa en la figura 14. Estas salidas son enlaces de fibra óptica por medio de las interconexiones eléctricas regionales

Figura 14. Red de fibra óptica de CELEC EP - TRANSELECTRIC

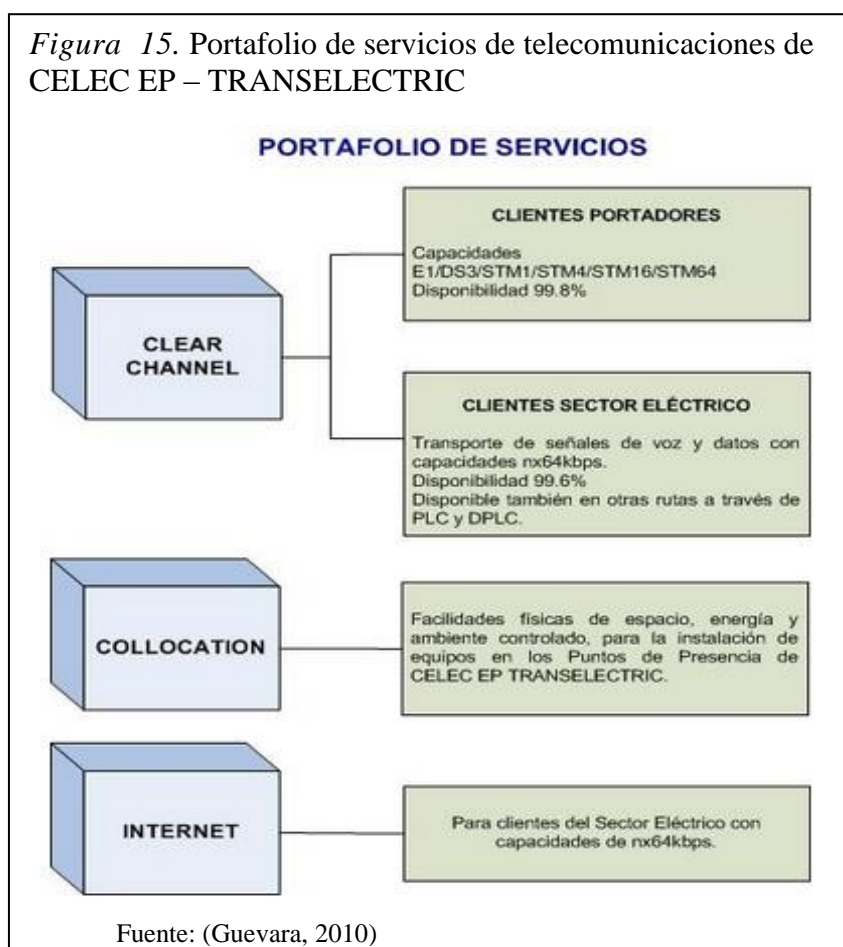


Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Actualmente debido a la demanda de capacidad la empresa adquirió equipamiento con tecnología OTN marca Huawei que aún no se encuentra operativo, para sumarlo a la red existente.

2.2 Servicios

La empresa actualmente presta dos tipos de servicios en lo referente a telecomunicaciones posee clientes de empresas públicas y privadas, los clientes de empresas publicas constituyen las empresas del sector eléctrico y subestaciones de generación a los cuales se brinda el servicio de transmisión y adquisición de datos en tiempo real del Sistema Nacional de Interconexión, adquisición de información de medidores de energía, registros de fallas, gestión remota de los sistemas de control, canales de teleprotección y servicios de Internet corporativo. Por su parte los servicios al sector privado se los entrega a los proveedores de Internet en todo el territorio nacional con una disponibilidad ofrecida de 99.6 % y una latencia entre enrutadores menor a 165ms. Existen tres clases de servicios como se muestra en la figura 15.



2.2.1 Servicio Clear Channel.

En el 2003 aprovechando el marco legal y la instalación de cable OPGW en las torres de transmisión de energía eléctrica, para la interconexión con Colombia en la ruta Pomasqui – Pasto, la empresa incursionó en el mercado para brindar el servicio de portador ecuatoriano, este servicio corresponde a un canal de datos transparente (Clear Channel) que puede ser utilizado por el cliente para entregar cualquier tipo de tráfico sea este voz, video, Internet y datos.

Este servicio conecta dos sitios mediante un enlace digital dedicado, que asegura la disponibilidad de un canal exclusivo para enviar y recibir gran cantidad de información debido a las características este tipo de enlaces son recomendables para realizar transmisiones en tiempo real con una máxima velocidad, al tener garantizado aproximadamente el 100% de la capacidad de transporte contratado.

Este servicio se entrega mediante conexiones ópticas y eléctricas en interfaces FastEthernet, GigabitEthernet, 10 GigabitEthernet, E1, DS3, STM-1, STM-4, STM-16 y STM – 64.

2.2.2 Servicios de Valor Agregado.

Los servicios de valor agregado que presta Transelectric son básicamente servicios complementarios al servicio como portador, utilizados para llegar hasta los usuarios finales en este caso a los clientes del sector eléctrico los cuales requieren el servicio de Internet y telefonía fija, el objetivo de brindar este servicio como empresa de transmisión de energía eléctrica es permitir que cada operador de las diferentes subestaciones y centrales de generación, logren conocer en tiempo real, si existe alguna falla en el sistema eléctrico para ser solventada de la mejor manera.

Los equipos para ofrecer el enrutamiento de tráfico a Internet se encuentran ubicados en el nodo de Quito y tiene enlaces levantados con los equipos de borde del proveedor internacional, logrando una interconexión redundante. La capacidad máxima que se maneja en este tipo de servicio es de 10 Gbps que se entregan en interfaces ópticas y eléctricas.

2.2.3 Servicio de Collocation.

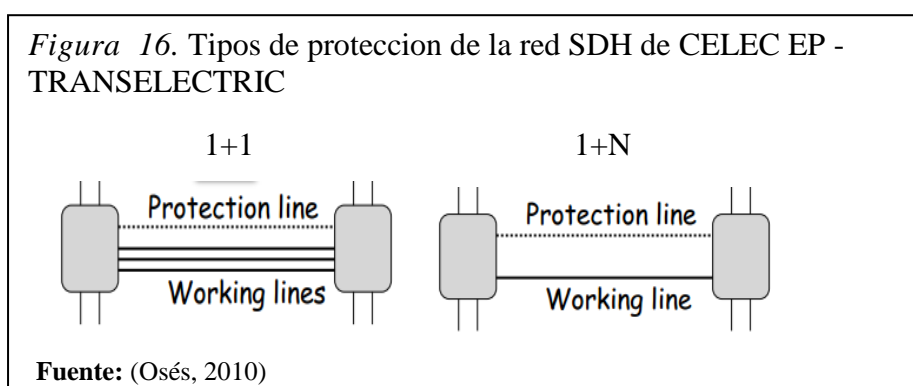
Se ofrece el servicio de Collocation en los data center de las sub estaciones, centrales de generación y puntos de presencia de CELEC EP - TRANSELECTRIC en todo el país, este servicio consiste en el alquiler de un espacio físico y la infraestructura necesaria donde una empresa puede alojar sus propios equipos. Se proporcionan la conexión a red de alimentación, la electricidad, climatización entre otros aspectos necesarios para ello.

2.3 Estructura de la red de transporte

La red de transporte de la empresa está basada en las tecnologías DWDM y SDH cuyos nodos están distribuidos en todo el país, formando una topología tipo red de subredes, en la cual existe un anillo principal y varios ramales que permiten la interconexión con los países vecinos. La topología anillo abarca las ciudades de Quito, Sto. Domingo, Quevedo, Guayaquil, Milagro, Cuenca, Riobamba y Latacunga; y la topología lineal comprende la interconexión con Colombia mediante los nodos Pomasqui-Ibarra, y con Perú a través de los nodos Machala-Zorritos (Guevara, 2010).

2.4 Red SDH

La red SDH es una estructura anillada con radiales de acceso que conforman la red de transporte óptico estos enlaces de línea que van desde STM-1, STM-4, STM-16 hasta STM-64 poseen dos tipos de protecciones (1+1) en la que cada enlace de línea es protegida por otra línea y (1+N) en la que varias líneas son protegidas por la misma como se muestra en la figura 16. También comprende una red de acceso para equipos de menor capacidad con enlaces a nivel de E1 y FastEthernet.



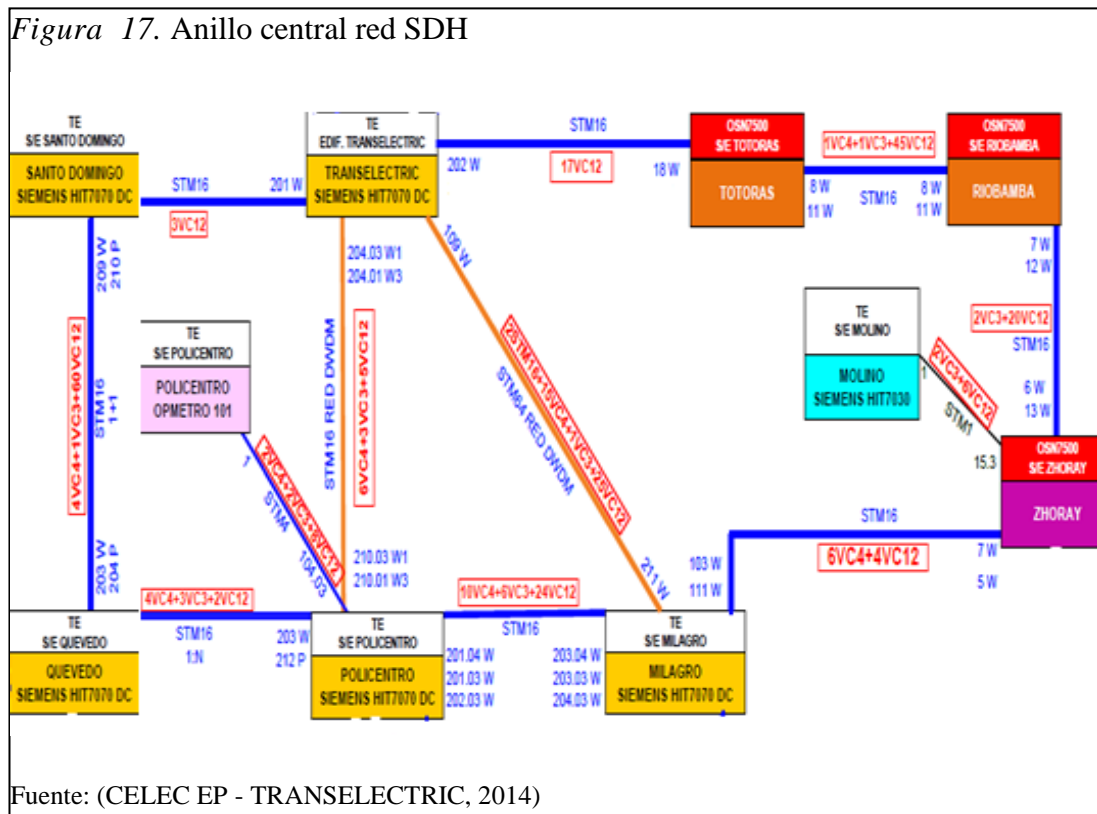
El anillo principal de esta red está constituido por equipos de marca SIEMENS y HUAWEI. A continuación se muestra la distribución de equipos SDH en la red de fibra óptica. El diagrama completo de la red SDH se muestra en el anexo 1.

2.4.1 Capacidad de la red SDH.

La red actualmente opera en todo el país con capacidades de transmisión que van desde un E1 (2,048 Mbps) hasta capacidades de un STM-64 (equivalente a 4032 E1's = 10 Gbps) esta capacidad está ocupada casi al 100%, para analizar esta información se detalla la capacidad por tramos para la red SDH. Se toma información actualizada al mes de junio del 2014. La información se presenta por tramos con la estructura general que se muestra en el anexo 1.

- **Anillo central**

El anillo central parte desde el nodo ubicado en el edificio Transelectric en la ciudad de Quito, en donde también se encuentra la gestión y el monitoreo de toda la red, desde aquí parten la mayoría de servicios como se evidencia en la figura 17.



Con respecto a la capacidad de la red, en el anillo central se concentra la mayor cantidad de tráfico como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Detalle de capacidad del anillo central

Enlace	Protección	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Capacidad Libre
Ed. Transelectric – Sto. Domingo	No	1 x STM-16	1 x STM-16	0
Sto. Domingo – Quevedo	1+1	2 x STM-16	28 x STM-1	4 x STM -1
Quevedo – Policentro	1:N	2 x STM-16	27 x STM-1	5 x STM-1
Policentro – Milagro	No	3 x STM-16	36 x STM-1	12 x STM-1
Zhoray - Milagro	No	2 x STM-16	26 x STM-1	6 x STM-1
Riobamba - Zhoray	No	2 x STM-16	31 x STM-1	1 x STM-1
Totoras – Riobamba	No	2 x STM-16	31 x STM-1	1 x STM-1
Ed. Transelectric – Totoras	No	1 x STM-16	1 x STM-16	0
Zhoray – Molino	No	1 x STM-1	1 x DS 3	2 x DS 3
Policentro DC - Policentro Opmetro	No	1 x STM-4	2 x STM - 1	2 x STM - 1

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)
Elaborado por: Estefanía Molina

- **Ruta costa 1**

Esta ruta la conforman los nodos ubicados en Portoviejo, Quevedo y Manta. Se implementaron en diferentes tipos de equipos Huawei y Siemens. Como se muestra en la figura 18.

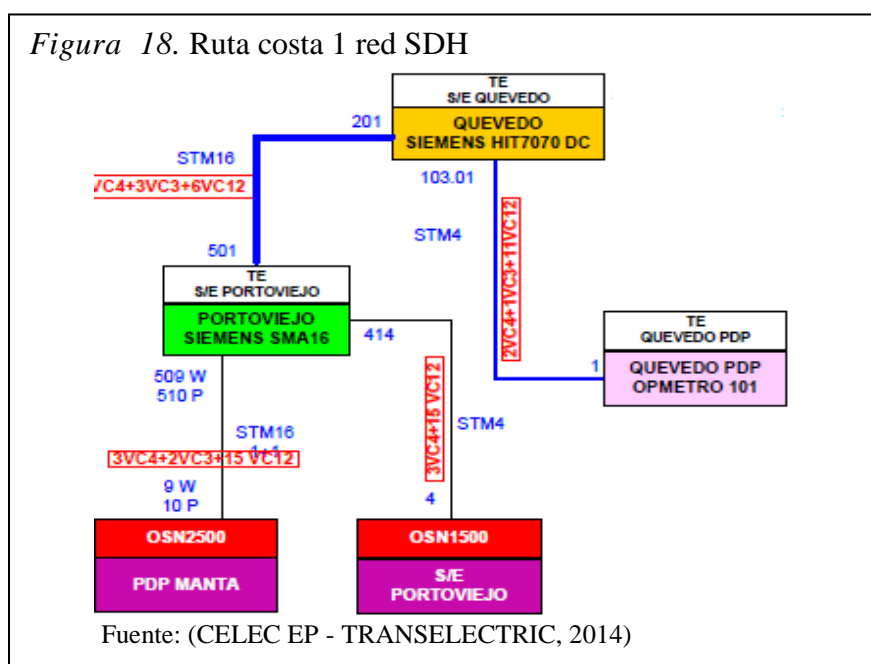


Tabla 5. Detalle de capacidad ruta costa 1

Enlace	Protección	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Capacidad Libre
Quevedo - Portoviejo	No	1 x STM-16	14 x STM-1	2 x STM-1
Quevedo DC - Quevedo	No	1 x STM-4	2 x STM -1	2 x STM -1
Portoviejo SMA – Manta	1+1	1 x STM-16	13 x STM-1	3 x STM -1
Portoviejo- Portoviejo	No	1 x STM-4	1 x STM -1	2 x STM -1

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Elaborado por: Estefanía Molina

- **Ruta costa 2**

En la ruta costa 2 se encuentra la salida internacional hacia Perú mediante el enlace Machala – Zorritos, por esta razón entre estos nodos se opera una alta capacidad de transmisión, dividida en 1 x STM-64 para la capacidad de la red de diversos clientes y 1xSTM -16 para el enlace dedicado del cliente Level- 3 como se detalla en la tabla 6. Además, se cuenta con los nodos Policentro, Milagro, Salitral, Pascuales, Santa Elena y Esclusas todos estos operando sobre diferentes equipos de las marcas Siemens, Huawei, ZTE y Keymile. Como se muestra en la figura 19.

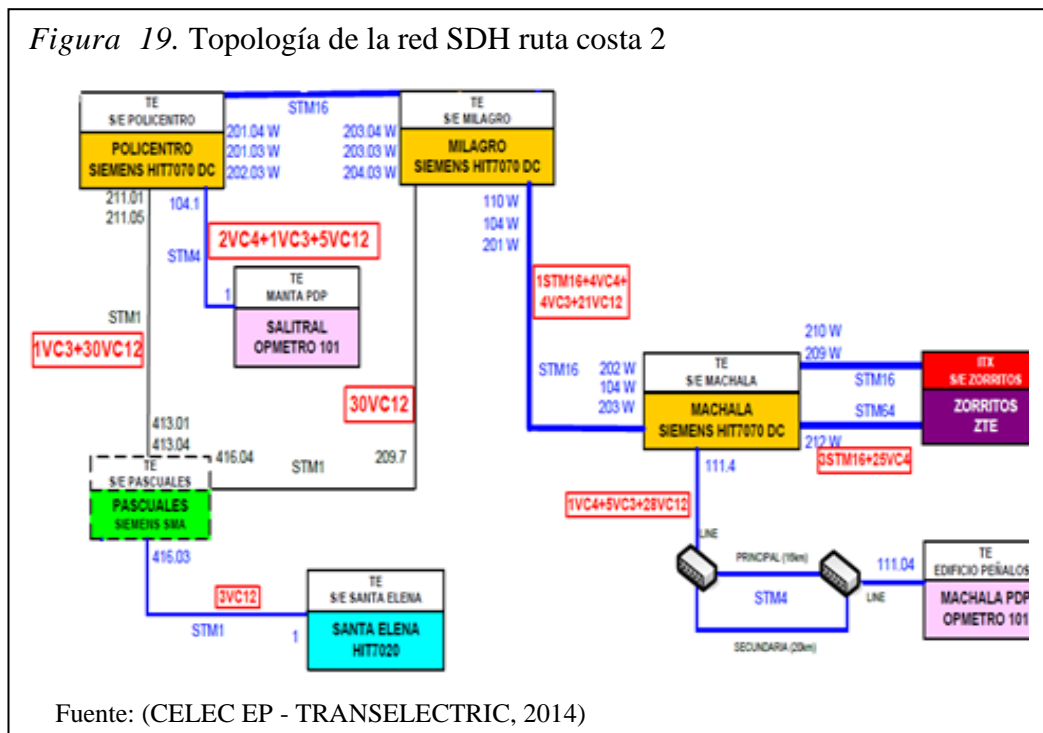


Tabla 6. Detalle de capacidad ruta costa 2

Enlace	Protección	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Capacidad Libre
Policentro – Pascuales	No	2 x STM-1	5 x DS 3	1 x DS 3
Pascuales - Santa Elena	No	1 x STM-1	1 x STM-1	0
Policentro - Salitral	No	1 x STM-4	2 x STM-1	2 x STM-1
Policentro - Milagro	No	3 x STM-16	36 x STM-1	12 x STM-1
Milagro - Pascuales	No	1 x STM-1	2 x DS 3	1 x DS 3
Pascuales - Esclusas	No	1 x STM-1	1 x DS 3	2 x DS 3
Milagro - Machala	No	3 x STM-16	26 x STM-1	22 x STM-1
Machala - PDP Machala	No	1 x STM-4	3 x STM-1	1 x STM-1
Machala - Zorritos	No	1 x STM-64	7 x STM-1	57x STM-1
Machala - Zorritos Level3	No	1x STM -16	1x STM - 16	0

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Elaborado por: Estefanía Molina

- **Ruta oriental 1**

Los nodos de esta ruta se encuentran en Zhoray, Cuenca y Loja y forman parte de los equipos con tecnología SDH como se representa en la figura 20. Se pretende que estos se adhieran a la red OTN, estos equipos son relativamente nuevos y su topología es un ramal que permite cubrir la demanda de dos importantes provincias como Azuay y Loja como se muestra en la tabla 7.

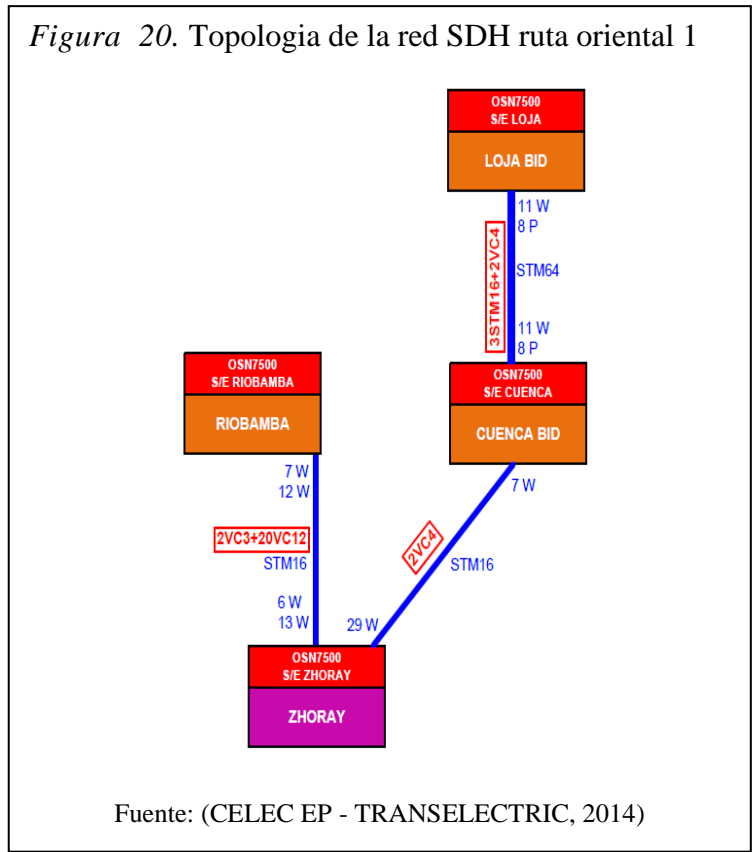


Tabla 7. Detalle de capacidad ruta oriental 1

Enlace	Protección	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Capacidad Libre
Riobamba - Zhoray	No	2 x STM-16	31 x STM-1	1 x STM-1
Zhoray - Cuenca BID	No	1 x STM-16	14 x STM-1	2 x STM-1
Cuenca BID - Loja BID	No	1 x STM-64	14 x STM-1	50 x STM-1

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Elaborado por: Estefanía Molina

- Anillo oriental**

En el anillo oriental se localizan las provincias de Loja, Zamora y Cuenca con diferentes nodos como se muestra en la figura 21, la capacidad de este tramo de la red se detalla en la tabla 8.

Figura 21. Topología de la red SDH anillo oriental

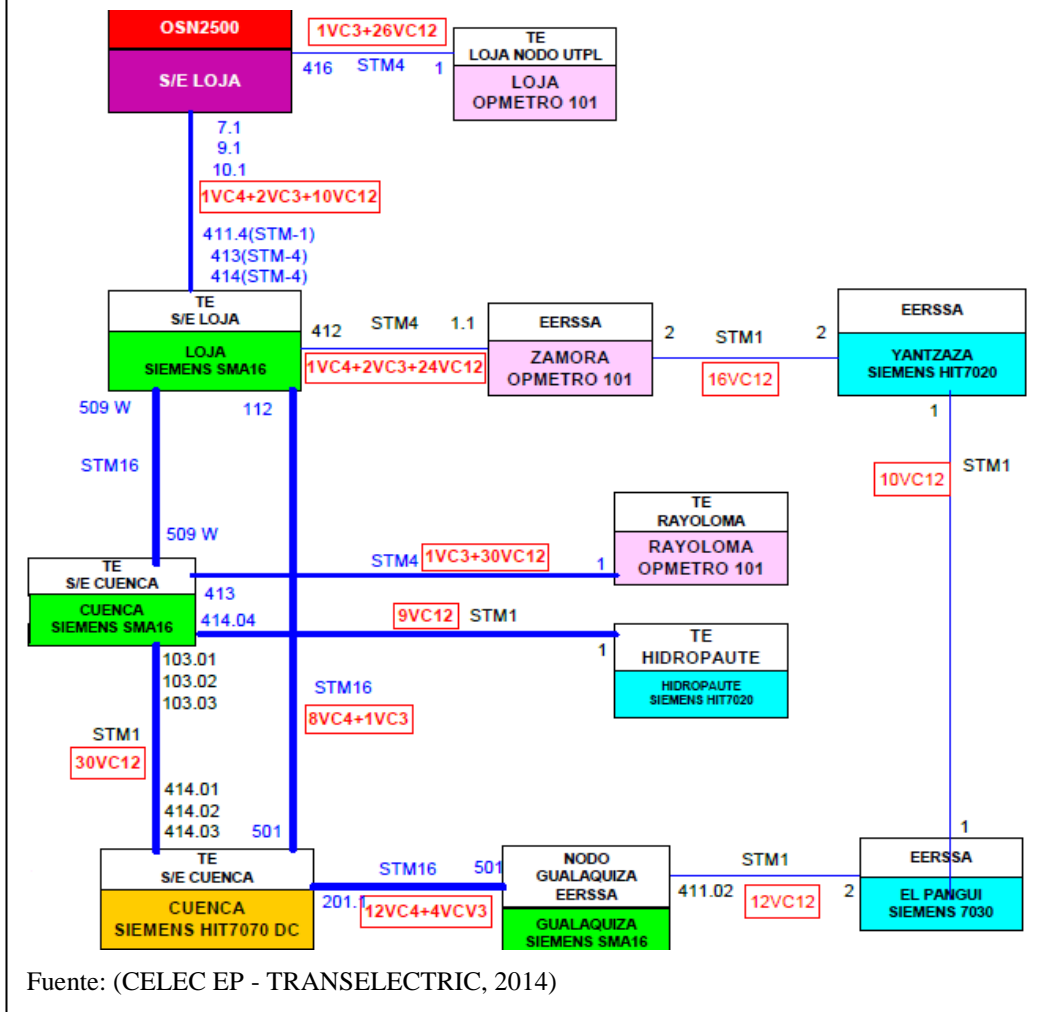


Tabla 8. Detalle de capacidad ruta anillo oriental

Enlace	Protección	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Capacidad Libre
Cuenca – Loja	No	2 X STM-16	22 X STM-1	10 X STM - 1
Cuenca - Gualaquiza	No	1 X STM-16	4 X STM-1	12 X STM - 1
Cuenca - Hidropaute	No	1 X STM-1	1 X STM-1	0
Cuenca – Cuenca	No	1 X STM-4	1 X STM-4	0
Gualaquiza – Pangui	No	1 X STM-1	1 X STM-1	0
El Pangui Yantzaza	No	1 X STM-1	1 X STM-1	0
Zamora - Yantzaza	No	1 X STM-1	1 X STM-1	0
Loja – Zamora	No	1 X STM-4	2 X STM-1	2 X STM-1
Loja - PDP Loja	No	2 X STM-4	6 X STM-1	2 X STM-1

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Elaborado por: Estefanía Molina

- **Ruta oriental 2**

En esta topología lineal se ubican los nodos de interconexión de 5 provincias del oriente ecuatoriano como se muestra en la figura 22, la mayoría de las cuales están implemetadas en equipos de marca Siemens, y parten desde el nodo de Totoras en la ciudad de Ambato que forma parte del anillo central, esté se conecta directamnete con el nodo de la Subestación Puyo y continua por las ciudades de Tena, Francisco de Orellana hasta llegar al último nodo del ramal ubicado en la ciudad del Coca. La capacidad de este ramal se puntualiza en la tabla 9.

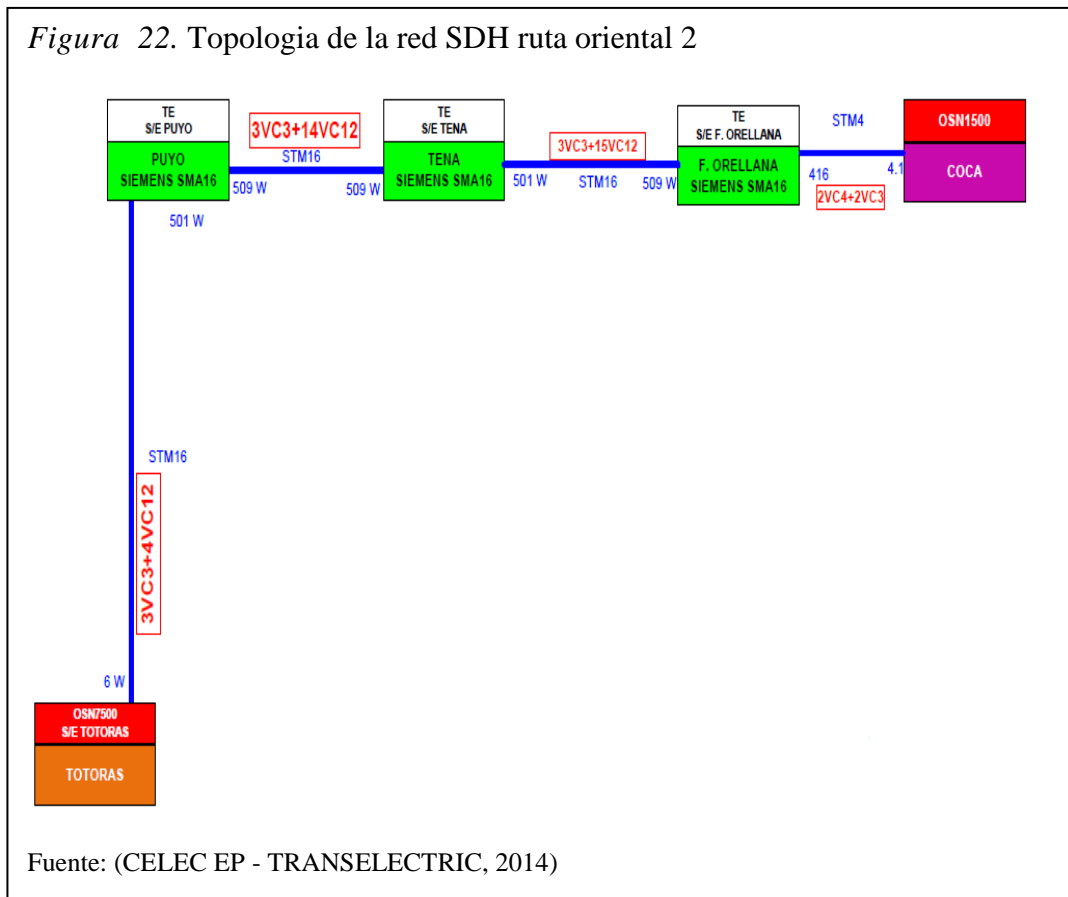


Tabla 9. Detalle de capacidad ruta anillo oriental

Enlace	Protección	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Capacidad Libre
Totoras – Puyo	No	1 x STM-16	15 x STM-1	1 x STM-1
Puyo – Tena	No	1 x STM-16	15 x STM-1	1 x STM-1
Tena – Fco. de Orellana	No	1 x STM-16	15 x STM-1	1 x STM-1
Fco. de Orellana - Coca	No	1 x STM-4	2 xSTM-1	2 x STM-1

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Elaborado por: Estefanía Molina

- **Anillo occidental**

En su mayor parte este anillo se encuentra en la ciudad de Quito, específicamente en el edificio Transelectric como se muestra en la figura 23, esta parte de la red es muy importante ya que desde aquí se realiza el monitoreo y la gestión de todos los equipos de la red y además, incluye equipos SDH de acceso de marca ZTE, Loop Telecom y Rad. En esta sección se muestra el detalle de capacidad en la tabla 10, debido a que varios equipos se encuentran en el mismo nodo en esta tabla se los denominara por equipo.

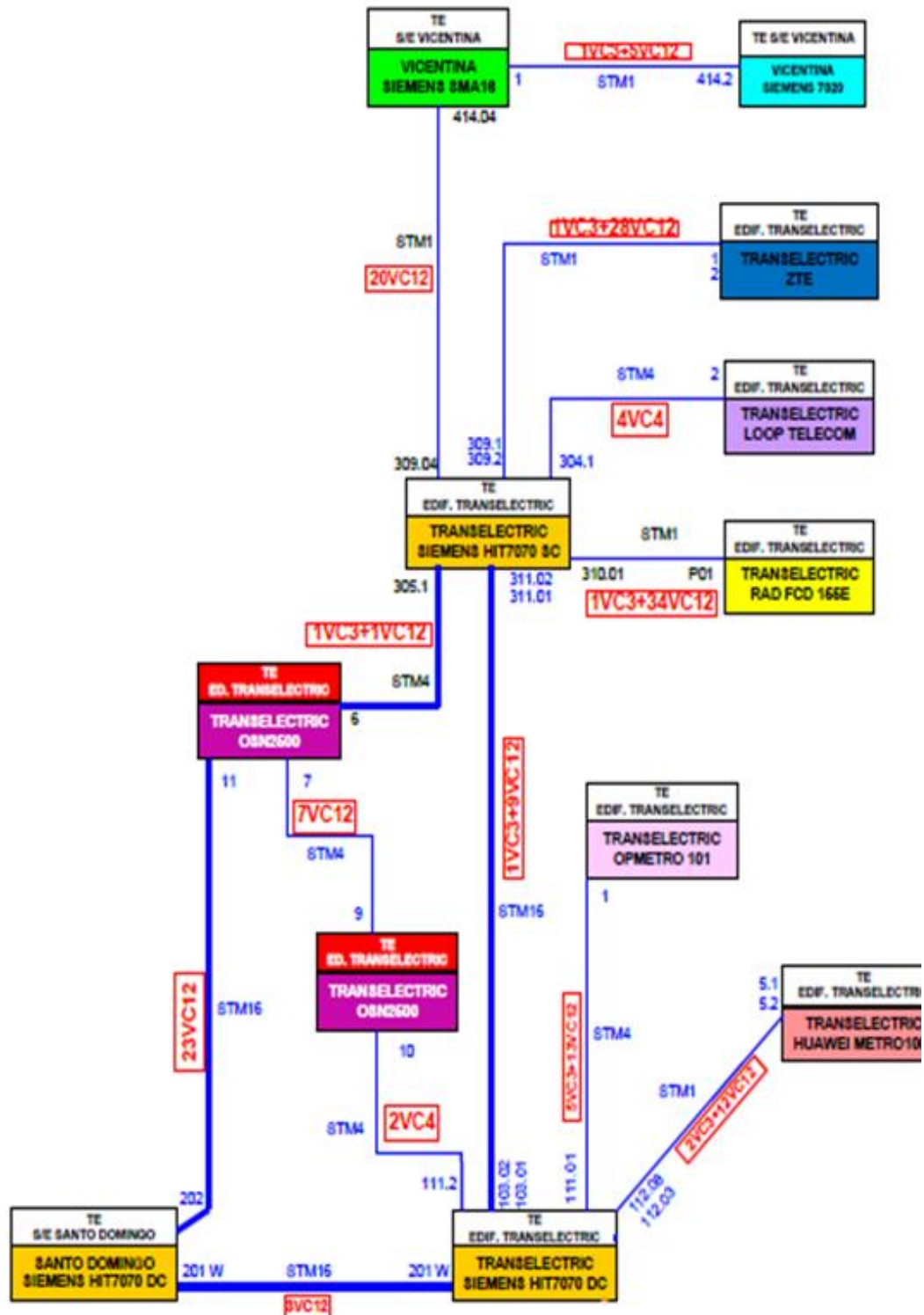
Tabla 10. Detalle de capacidad ruta anillo occidental

Enlace	Protección	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Capacidad Libre
Quito DC - Quito Sc	No	2 x STM-16	2 x STM-16	0
Quito DC – Quito Opmetro	No	1 x STM-4	3 x STM-1	1 x STM-1
Quito DC – Quito Metro 1000	No	1 x STM-1	1 x DS 3	2 x DS 3
Quito DC – Quito OSN 2500.1	No	1 x STM-4	2 x STM-1	2 x STM-1
Quito OSN 2500.1 – Quito OSN 2500.2	No	1 x STM-4	1 x STM-4	0
Quito Sc – Quito OSN 2500.2	No	1 x STM-4	11 x DS3	1 x DS 3
Quito SC – Quito Rad	No	1 x STM-1	2 x DS3	1 x DS 3
Quito SC – Quito Loop Telecom	No	1 x STM-4	0	1 x STM-4
Quito SC – Quito ZTE	No	2 x STM-1	5 x DS 3	1 x DS 3
Quito SC - Vicentina	No	1 x STM-1	2 x DS 3	1 x DS 3
Quito SC - Sto Domingo	No	2 x STM-16	2 x STM-16	0

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Elaborado por: Estefanía Molina

Figura 23. Topología de la red SDH anillo occidental



Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

- **Ruta occidental 1**

Esta ruta parte de el nodo de Santo Domingo en el equipo SDH Siemens Doble Core de gran capacidad, este nodo que pertenece al anillo central de fibra optica, se conecta a otros dos equipos ubicados en la misma ciudad, por otro lado este mismo equipo del anillo principal se conecta al equipo Huawei OSN 1500 con un enlace de capacidad de 2 x STM – 4 como se detalla en la tabla 11.

Para la conexión con otras ciudades lo hace mediante 2 enlaces el primero es 1 STM – 4 que llega a Santa Rosa y de ahí se conecta con los nodos Totoras, Pomasqui y Vicentina como se muestra en la figura 24.

Figura 24. Topología de la red SDH ruta occidental 1

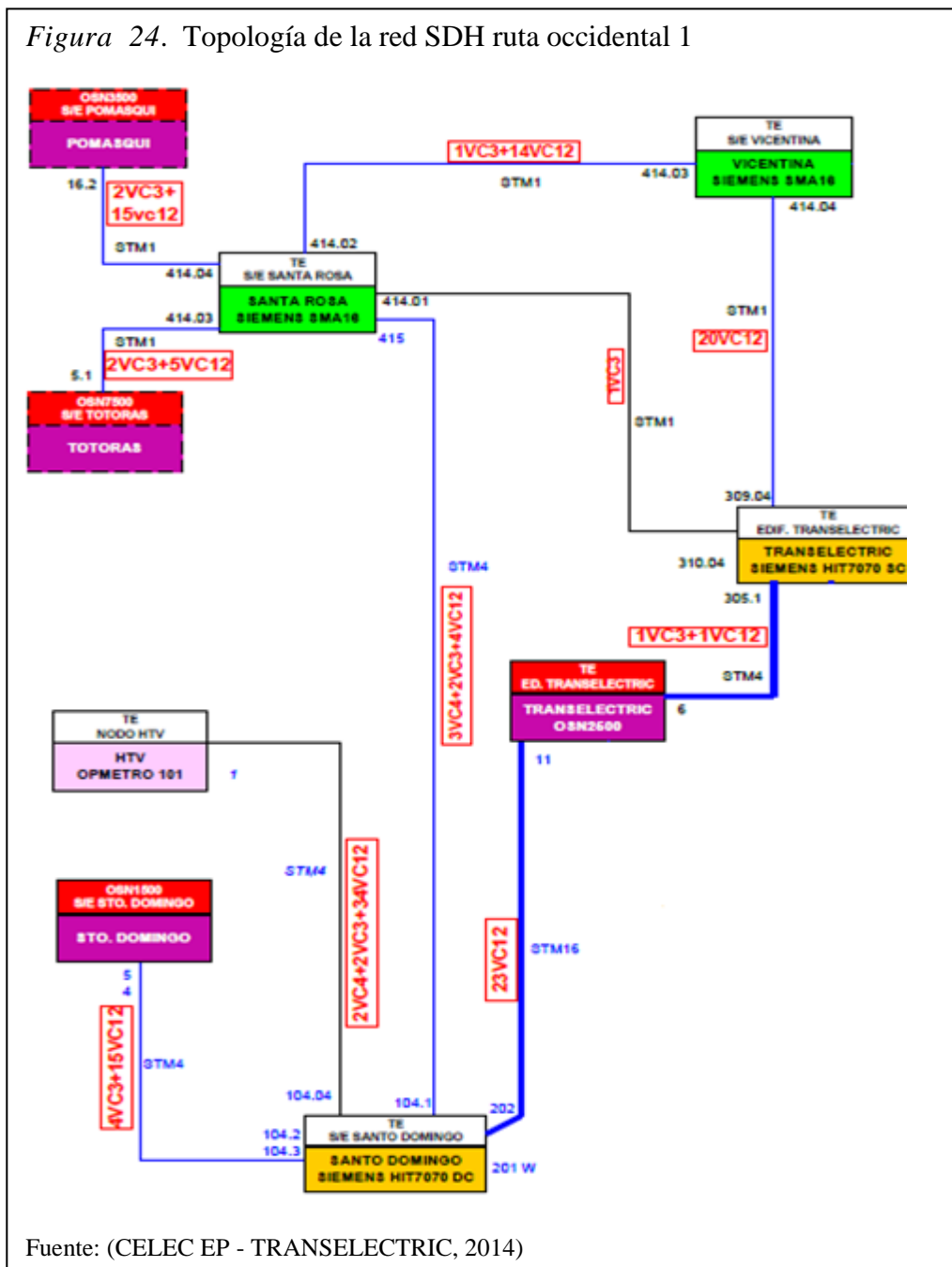


Tabla 11. Detalle de capacidad ruta occidental 1

Enlace	Protección	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Capacidad Libre
Santo Domingo - PDP Sto. Domingo	No	1 x STM-4	2 x STM-1	2 x STM-1
Santo Domingo - Santa Rosa	No	1 x STM-4	1 x STM-1	3 x STM-1
Vicentina - Santa Rosa	No	1 x STM-1	2 x DS 3	1 x DS 3
Santa Rosa – Totoras	No	1 x STM-1	2 x DS 3	1 x DS 3
Pomasqui - Santa Rosa	No	1 x STM-1	2 x DS 3	1 x DS 3
Ed. Transelectric - Santa Rosa	No	1 x STM-1	2 x DS 3	0
Ed. Transelectric – Sto. Domingo	No	1 x STM-16	15 x STM-1	1 x STM-1
Ed. Transelectric – Vicentina	No	1 x STM-1	2 x DS 3	1 x DS 3

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Elaborado por: Estefanía Molina

- **Interconexión con Colombia**

Esta red de interconexión es parte de la red de Transnexa S.A. creada a partir de la unión de las empresas CELEC EP - TRANSELECTRIC e Internexa S.A; esta última es la empresa portadora de telecomunicaciones en Colombia Peru, Chile, Argentina, Brasil y Venezuela.

El ramal que se conecta con Internexa S.A. en Colombia esta formado por los nodos Quito que parte del anillo central, luego pasa por Pomasqui y en Ecuador termina con Tulcan, para luego conectarse con Jamondino a la red regional de Colombia, como se muestra en la figura 25. En este ramal se incluyen dos nodos de acceso ubicados en Ibarra y el Centro de Operaciones de Transmision (COT) ubicado en la ciudad de Quito en la parroquia Calderón. El detalle de capacidad de este ramal se muestra en la tabla 12.

Figura 25. Topología de la red SDH interconexión con Colombia

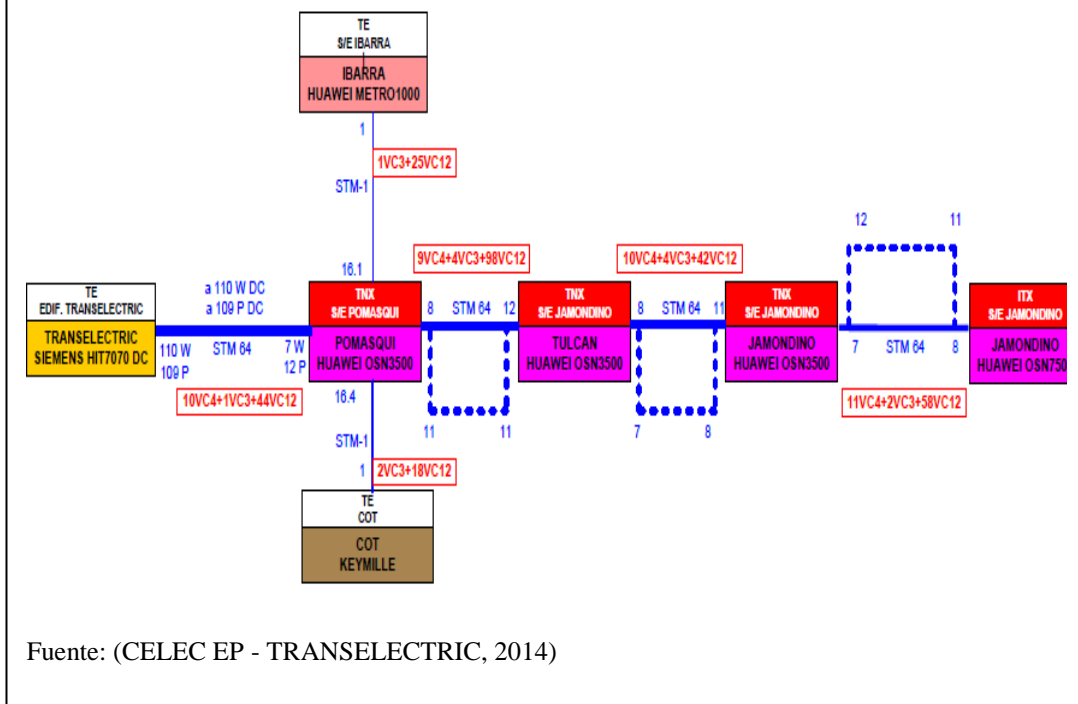


Tabla 12. Detalle de capacidad de la red SDH interconexión con Colombia

Enlace	Protección	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Capacidad Libre
Tulcán – Jamondino	1+1	2xSTM-64	114xSTM-1	14xSTM-1
Pomasqui - Tulcán	1+1	2xSTM-64	115xSTM-1	13xSTM-1
Pomasqui - Ibarra	No	1xSTM-1	2xDS 3	1xDS 3
Ed. Transelectric – Pomasqui	No	2xSTM-64	116xSTM-1	12xSTM-1
COT - Pomasqui	No	1xSTM-1	3xDS 3	0

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

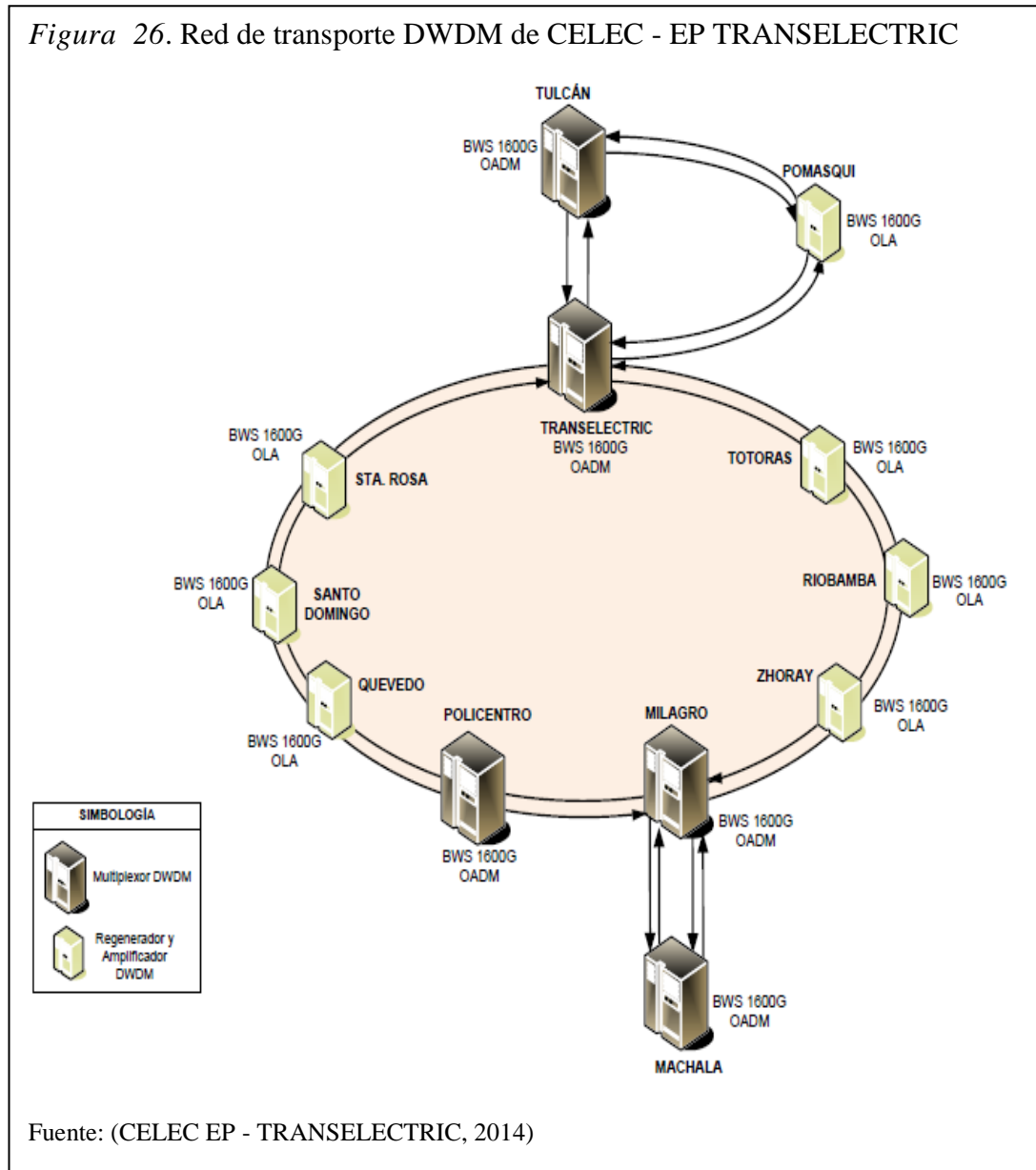
Elaborado por: Estefanía Molina

2.5 Red DWDM

La red DWDM comprende un anillo principal y dos sub anillos de acceso para las salidas internacionales con Perú y Colombia, está conformada por equipos OADM ubicados en las ciudades Quito, Tulcán, Guayaquil, Machala y Milagro, también existen equipos OLA ubicados en Pomasqui, Totoras, Zhoray, Riobamba, Quevedo,

Santo Domingo, Santa Rosa y Machala como se muestra en la figura 26. Esta red opera una capacidad transmisión de 40 longitudes de onda, con capacidad 40 Gbps.

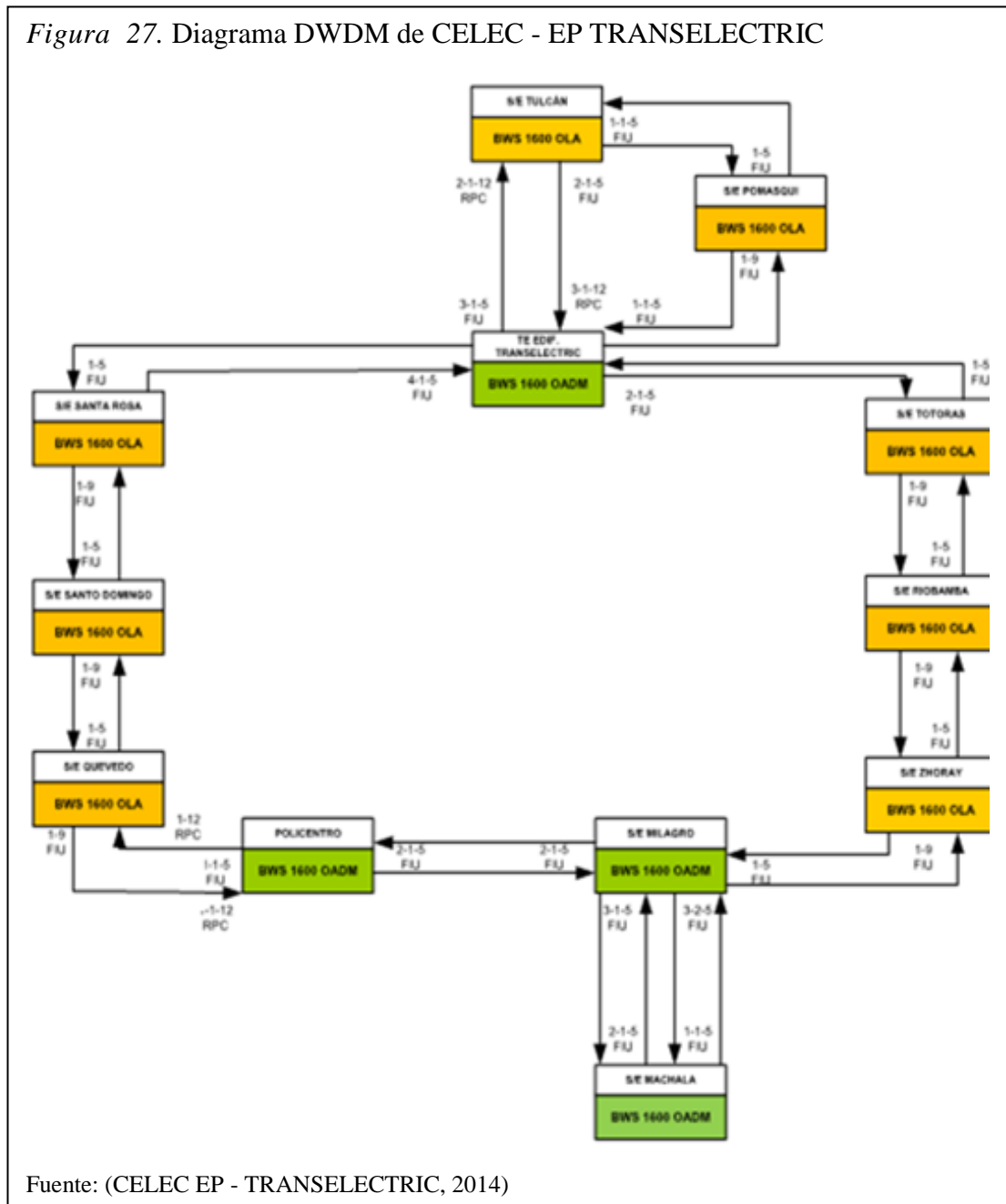
Figura 26. Red de transporte DWDM de CELEC - EP TRANSELECTRIC



2.5.1 Capacidad de la red DWDM.

A continuación se detalla la red DWDM por tramos, indicando el número de lambdas de 10 Gbps activas en cada enlace de un total de 40 lambdas y la distribución de puertos. Como se muestra en la tabla 13 haciendo referencia a la figura 27 donde se muestra cómo están las lambdas y los equipos que existen en cada nodo.

Figura 27. Diagrama DWDM de CELEC - EP TRANSELECTRIC



Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Tabla 13. Detalle de capacidad de la red DWDM de CELEC - EP TRANSELECTRIC

Enlace	Lambdas Activas	Capacidad			
		1x10 Gbps	4xSTM -16	8x1Gbps	1xSTM - 64
Quito-Guayaquil	2		1	1	
Quito – Machala	2	1		1	
Quito – Tulcán	4	4			
Tulcán-Machala	1	1			
Quito - Milagro	1				1

Elaborado por: Estefanía Molina

CAPÍTULO 3

DISEÑO PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS REDES DE TRANSPORTE CON TECNOLOGÍA SDH, DWDM Y OTN

Este capítulo trata sobre el diseño propuesto para integrar los servicios de la red de CELEC EP – TRANSELECTRIC que están implementados en tecnologías SDH y DWDM con los servicios detallados en el capítulo anterior a la red OTN, la cual ya se encuentra instalada en algunos los diferentes nodos que conforman la red de transporte. En este capítulo inicialmente se realizarán las respectivas consideraciones del diseño para la integración de los servicios operativos a la red OTN de acuerdo al diseño físico actual que se detallará en este capítulo de la red, la cual no consta de ningún servicio activo en ella, y se realizará el diseño para que la empresa proceda con la migración de los servicios a la red con tecnología OTN.

3.1 Consideraciones de diseño

Para realizar el diseño de la red de transporte integrando las tecnologías OTN, SDH y DWDM se debe considerar la topología actual de la red OTN, las características de dicha red, su capacidad, las rutas en las que esta operará y sus especificaciones técnicas.

Adicionalmente se considera la lista de servicios operativos en la red SDH y DWDM que se muestra en el anexo 4, detallando el tipo de servicio, el tipo de puerto en el que se encuentra y la capacidad contratada para cada servicio, tomando en cuenta que estos pertenecen a CELEC EP – TRANSELECTRIC y a TRANSNEXA S.A E.M.A; ya que los servicios de las dos compañías están implementados en la misma red, estos datos son útiles al momento de realizar el diseño para de una manera eficiente ejecutar la concentración de tráfico para la integración.

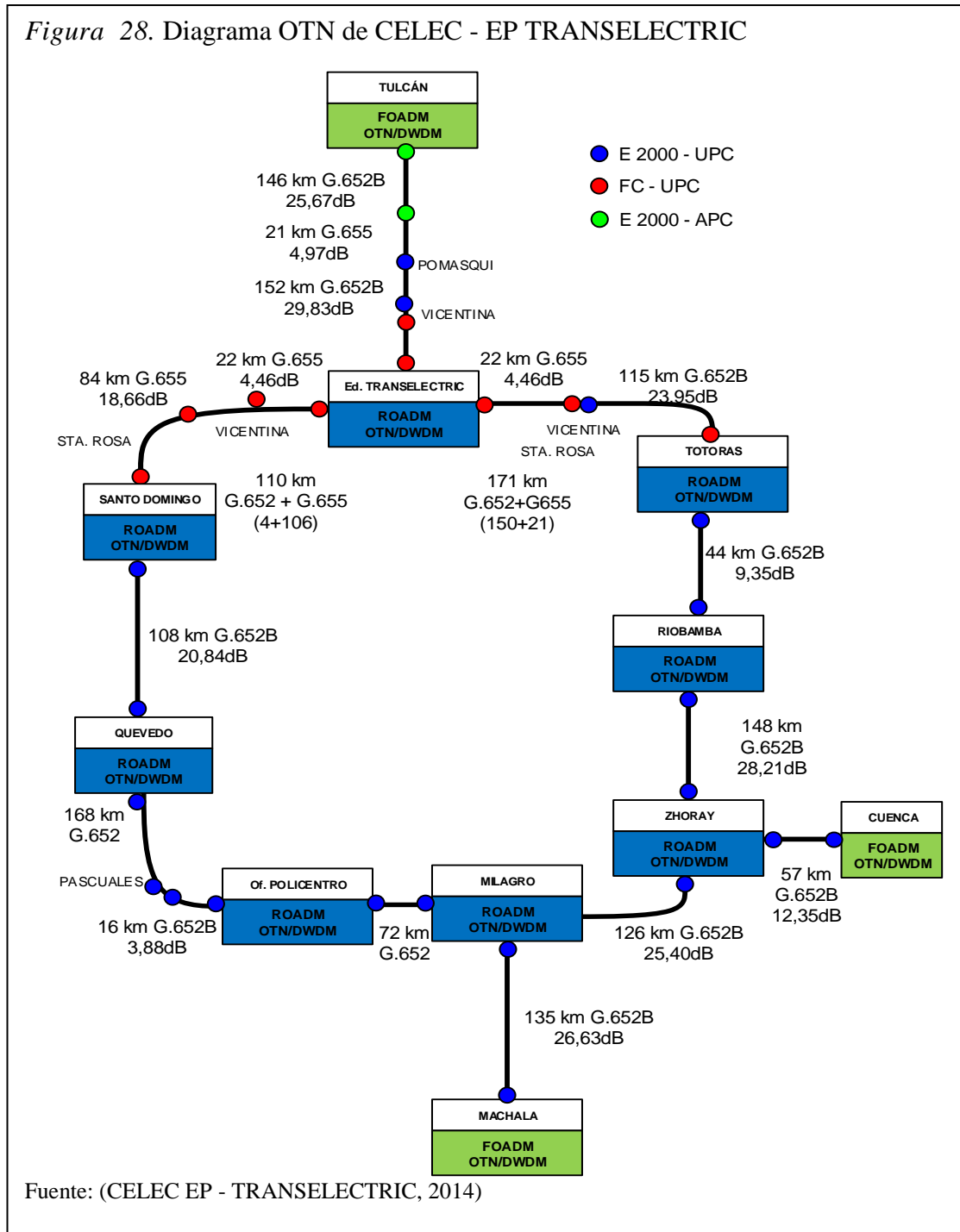
Es muy importante considerar también el detalle de capacidad libre y activa por tramos y el tipo de protección con la que cada tramo cuenta realizado en el capítulo anterior.

Otro de los aspectos a considerar es la densidad de puertos disponibles en el equipamiento SDH y DWDM que se muestran en el anexo 5, para que a partir de este diseño posteriormente el personal de CELEC EP – TRANSELECTRIC pueda efectuar las migraciones, ya que se pretende partir de estas dos redes activas concentrar grandes capacidades de tráfico y en los tramos que sea posible según las

consideraciones realizadas enviar este tráfico de alta capacidad por la red OTN para así integrar las tres tecnologías de la mejor manera permitiendo liberar puertos de la red SDH que está casi al borde de su capacidad.

3.2 Diagrama de la red OTN

A continuación se muestra el diagrama de la red OTN detallando distancia entre nodos, potencia y tipo de conectores en los equipos.



3.2.1 Descripción de la red OTN.

Los equipos que conforman la red de transporte óptico (OTN) son equipos Huawei de última tecnología y de reciente fabricación con la última versión en hardware y software.

Se cuenta con multiplexores ópticos en los siguientes nodos, los cuales se denominan con la abreviatura S/E para referirnos a las Sub Estaciones de transmisión de energía eléctrica:

- Edificio TRANSELECTRIC (Quito)
- Oficinas Policentro (Guayaquil)
- S/E Tulcán
- S/E Santo Domingo
- S/E Quevedo
- S/E Milagro
- S/E Machala
- S/E Zhoray
- S/E Cuenca
- S/E Riobamba
- S/E Totoras

Los equipos multiplexores ópticos instalados en los nodos poseen las siguientes características generales:

- Multiplexor con tecnología OTN tipo ADM.
- Multiplexor con tecnología DWDM tipo ROADM y FOADM asíncrono.

Los nodos que se muestran en el diagrama están equipados con multiplexores tipo ROADM y FOADM tienen la capacidad de insertar y extraer señales ópticas o lambdas con un número total de ochenta (80) canales ópticos. Los canales ópticos son compatibles con lambdas de tipo OTU2 (10 Gbps), OTU3 (40 Gbps) y OTU4 (100 Gbps).

Dichos equipos OTN/DWDM son capaces de permitir la configuración de las tarjetas, servicios y enlaces de forma remota, minimizando la necesidad de desplazar personal al sitio.

Se contempla un espacio libre de al menos el 25% para expansión de slots en cada nodo.

El tipo de equipos que conforman esta red son OptiX OSN 8800 este tipo de equipos Huawei son generalmente usados en los backbone nacionales, regionales o provinciales. El OSN 8800, es un equipo OTN inteligente que maneja tecnologías como WDM/OTN, ROADM, Redes ópticas de conmutación automática ASON (Automatically Switched Optical Network) GMPLS (General Multiprotocol Label Switching), y OAM (Operación, administración y gestión) de gran alcance.

3.2.2 Capacidad de tráfico disponible OTN.

A continuación en la tabla 14 se describe el número de lambdas totales por tramo, cada uno de estos enlaces tiene una capacidad de 10 Gbps, en la tabla se muestra que en los tramos entre las principales ciudades del país como son Quito – Guayaquil y Quito – Cuenca el número de enlaces es mayor por obvias razones de densidad poblacional, accesibilidad a Internet entre otras. En total se posee 57 enlaces en la red OTN para ser utilizados en todo el país con el afán de conseguir una red de mayor capacidad.

Tabla 14. Capacidad por lambda de la red OTN de CELEC - EP TRANSELECTRIC

Origen	Equipado	Enlaces
Quito	Tulcán	8
Quito	Guayaquil	15
Quito	Cuenca	10
Guayaquil	Cuenca	10
Quito	Machala	8
Guayaquil	Machala	6
Total		57

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

El número total de enlaces sirve para saber cuántos canales de la red de transporte se tiene en total pero cada uno de estos canales se unirá a la red SDH y DWDM de acuerdo al diseño que se realiza en el presente proyecto mediante enlaces de línea e interfaces de acceso. Para cada tramo la capacidad de interfaces de línea así como interfaces tributarias se detallan a continuación:

- **Interfaces ópticas de línea DWDM**

Las interfaces ópticas de línea o señal compuesta DWDM, tienen una capacidad de cuarenta y cuatro (44) lambdas. Además son compatibles con el equipamiento de la red DWDM/OTN del proyecto, a continuación se especifican características de dichas interfaces.

Todas las interfaces ópticas cumplen las siguientes características:

- Compatibilidad con señales tipo OTU2, OTU3 y OTU4.
- Función ALS (Automatic Laser Shutdown).
- Estándar ITU-T G.709 para la trama OTN.
- Conexión a fibra óptica monomodo tipo: G.652 y/o G.655.
- Espaciamiento de la grilla de 100 GHz según la norma ITU-T G.694.1.
- Multiplexor y demultiplexor para inserción y extracción de las lambdas.
- Operación en la banda C.
- Estado de la potencia óptica de cada módulo.
- Regulación de la potencia óptica de cada lambda y de la señal compuesta a través de atenuadores variables integrados y configurables vía gestión remota.
- Canal de gestión inmerso en la trama OTU o en la señal compuesta (en banda).

En la tabla 15 se muestra la cantidad de interfaces de línea en la red y la distancia entre los nodos que la conforman.

Tabla 15. Capacidad de interfaces de línea de la red OTN de CELEC EP - TRANSELECTRIC

Interfaces de línea DWDM 80 lambdas (λ) OTU2, OTU3 y OTU4			
SITIO	Cantidad	Distancia (km)	Descripción
Tulcán	2	171	Enlace DWDM S/E Tulcán - Ed. Transelectric
Edificio Transelectric	2	171	Enlace DWDM Ed. Transelectric - S/E Tulcán
	1	110	Enlace DWDM Ed. Transelectric - S/E Santo Domingo
	1	141	Enlace DWDM Ed. Transelectric - S/E Totoras
Santo Domingo	1	110	Enlace DWDM S/E Santo Domingo - Ed. Transelectric
	1	108	Enlace DWDM S/E Santo Domingo – S/E Quevedo
Quevedo	1	108	Enlace DWDM S/E Quevedo - S/E Santo Domingo
	1	168	Enlace DWDM S/E Quevedo – Of. Policentro
Oficinas Policentro	1	168	Enlace DWDM Of. Policentro - S/E Quevedo
	1	72	Enlace DWDM Of. Policentro - S/E Milagro
Milagro	1	72	Enlace DWDM S/E Milagro - Of. Policentro
	1	126	Enlace DWDM S/E Milagro - S/E Zhoray
	2	135	Enlace DWDM S/E Milagro - S/E Machala
Machala	2	135	Enlace DWDM S/E Machala - S/E Milagro
Zhoray	1	126	Enlace DWDM S/E Zhoray - S/E Milagro
	2	57	Enlace DWDM S/E Zhoray - S/E Cuenca
	1	148	Enlace DWDM S/E Zhoray - S/E Riobamba
Cuenca	2	57	Enlace DWDM S/E Cuenca - S/E Zhoray
Riobamba	1	148	Enlace DWDM S/E Riobamba - S/E Zhoray
	1	44	Enlace DWDM S/E Riobamba - S/E Totoras
Totoras	1	141	Enlace DWDM S/E Totoras - Ed. Transelectric

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

- **Interfaces ópticas tributarias tipo Multirate ($\leq 2,7$ Gbps)**

Las interfaces ópticas tributarias tipo multirate, soportan tramas con velocidades menores a 2,7 Gbps esto incluye tramas STM-1, STM-4, STM-16, OTU1 y Gigabit Ethernet. Poseen las siguientes características:

- Puertos con módulos SFP (Small Form-factor Pluggable) multirate desde 155 Mbps hasta 2,7 Gbps. para el lado del tributario.
- Tipos de tramas compatibles con:
 - STM-1
 - STM-4
 - STM-16
 - OTU1
 - Gigabit Ethernet (1000 Base X IEEE 802.3z)
- Función ALS (Automatic Laser Shutdown).
- Procedimiento genérico de mapeo (GMP).
- Esquema de detección tipo coherente.
- Interfaz de línea (lambda) con trama tipo: OTU2, OTU3 u OTU4 (ITU-T G.709).
- Regulación y control de la potencia óptica para la interfaz de línea.
- Conexión a fibra óptica monomodo tipo: G.652 y/o G.655.
- Operación en la banda C.

A continuación en la tabla 16 la descripción interfaces tributarios o de acceso tipo Multirate configurables, que se podrán conectar con equipo SDH, así como con equipos que posean puertos Gigabit Ethernet.

Tabla 16. Interfaces tributarios tipo Multirate ($\leq 2,7$ Gbps OTU1, SDH y GBE).

Interfaces Tributario Multirate ($\leq 2,7$ Gbps OTU1, SDH y GBE)				
SITIO	Cantidad	Distancia (km)	Descripción	Protección
Oficinas Policentro	36	6x80 15x40 15x10	Enlace Of. Policentro – Ed. Transelectric	Ruta
	24	4x80 10x40 10x10	Enlace Of. Policentro – S/E Cuenca	
	24	4x80 10x40 10x10	Enlace Of. Policentro – S/E Machala	
Machala	24	4x80 10x40 10x10	Enlace S/E Machala – Ed. Transelectric	
	24	4x80 10x40 10x10	Enlace S/E Machala – Of. Policentro	
Cuenca	24	4x80 10x40 10x10	Enlace S/E Cuenca – Ed. Transelectric	
	24	4x80 10x40 10x10	Enlace S/E Cuenca – Of. Policentro	

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

- **Interfaces ópticas tributarias tipo 10 Gbps**

También existe otro tipo de puertos de acceso estas son las interfaces ópticas tributarias tipo 10 Gbps, soportan tramas con velocidades de 10 Gbps esto incluye tramas STM-64, OTU2 y 10 Gigabit Ethernet, estas se detallan por sitio en la tabla 17. Poseen las siguientes características:

- Puertos con módulos XFP (10 Gigabit Small Form Factor Pluggable) con velocidad de 10 Gbps para el lado del tributario.
- Tipos de tramas compatibles con:
 - STM-64
 - OTU2
 - 10 Gigabit Ethernet (10G Base X IEEE 802.3ae)
- Todos los módulos XFP deben ser compatibles con todas las tramas descritas anteriormente (10 Gbps).

- Función ALS (Automatic Laser Shutdown).
- Esquema de detección tipo coherente.
- Interfaz de línea (lambda) con trama tipo: OTU2, OTU3 u OTU4 (ITU-T G.709).
- Regulación y control de la potencia óptica de la interfaz de línea.
- Conexión a fibra óptica monomodo tipo: G.652 y/o G.655.
- Configuración de longitud de onda con espaciamiento de 100 GHz (ITU-T G.694.1).
- Operación en la banda C.

Tabla 17. Interfaces tributarios tipo 10 Gbps (OTU2, STM-64 y 10 GBE).

Interfaces Tributarios 10 Gbps (OTU2, STM-64 y 10 GBE)				
Sitio	Cantidad	Distancia (km)	Descripción	Protección
Tulcán	2	1x80 1x10	Enlace S/E Tulcán – Ed. Transelectric	Ruta
Edificio Transelectric	2	1x80 1x10	Enlace Ed. Transelectric – S/E Tulcán	
	6	3x40 3x10	Enlace Ed. Transelectric – Of. Policentro	
	4	2x40 2x10	Enlace Ed. Transelectric – S/E Cuenca	
	2	1x80 1x10	Enlace Ed. Transelectric – S/E Machala	
Oficinas Policentro	6	3x40 3x10	Enlace Of. Policentro – Ed. Transelectric	
	4	2x40 2x10	Enlace Of. Policentro – S/E Cuenca	
Machala	2	1x80 1x10	Enlace S/E Machala – Ed. Transelectric	
Cuenca	4	2x40 2x10	Enlace S/E Cuenca – Ed. Transelectric	
	4	2x40 2x10	Enlace S/E Cuenca – Of. Policentro	

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Finalmente los enlaces de línea que conforman el anillo central serán de una capacidad igual o mayor a OTU2 (10 Gbps) y conformado en cada nodo por dos enlaces (este y oeste). Como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Interfaces tributarios tipo Multirate ($\leq 2,7$ Gbps OTU1, SDH y GBE) anillo central de acceso

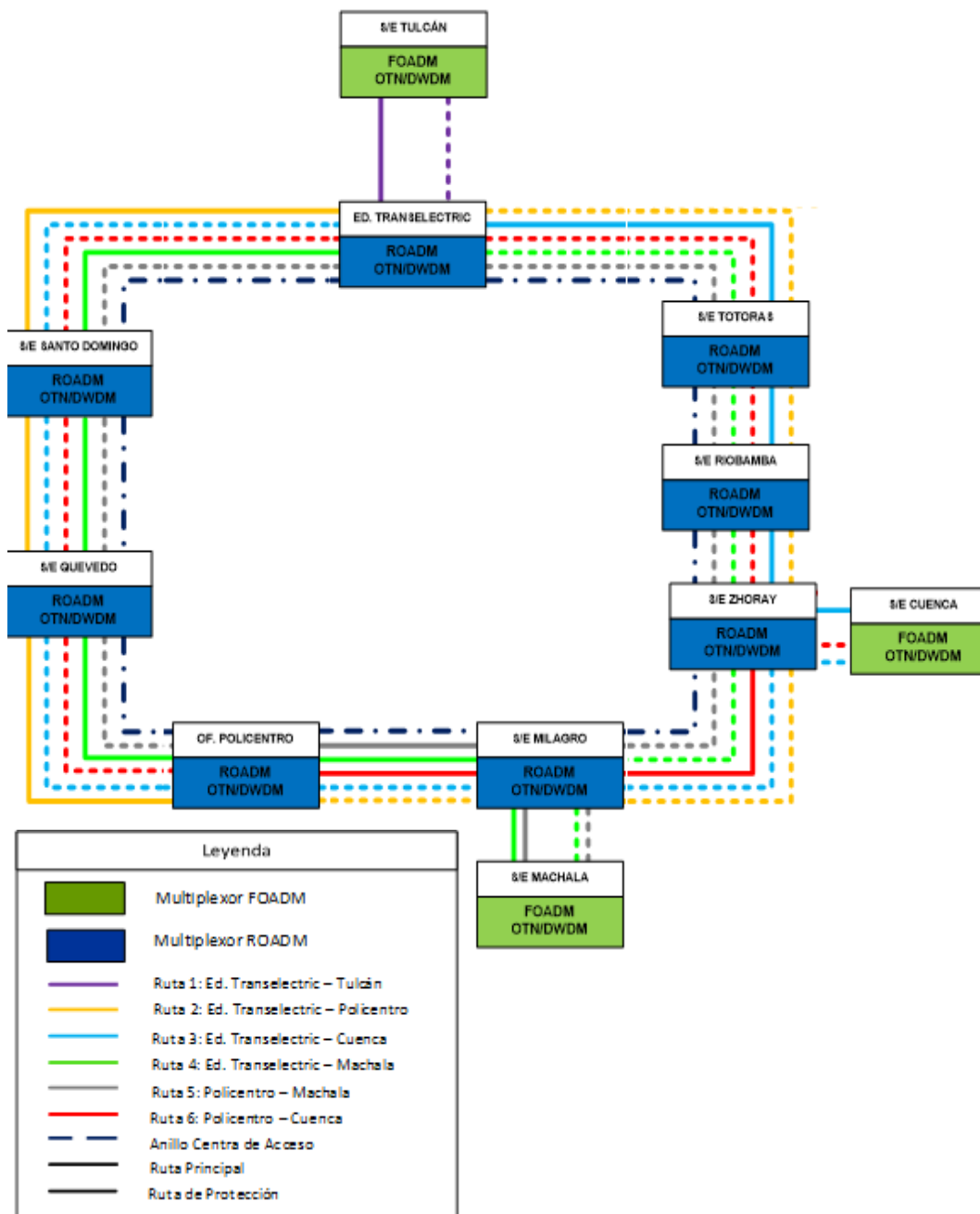
Interfaces tributarios multirate ($\leq 2,7$ Gbps OTU1, SDH y GBE) anillo central de acceso				
SITIO	Cantidad	Distancia (km)	Descripción	Protección
Edificio Transelectric	12	2x80 6x40 4x10	Enlace Ed. Transelectric – S/E Santo Domingo	Anillo
			Enlace Ed. Transelectric – S/E Totoras	
Santo Domingo	12	8x40 4x10	Enlace S/E Santo Domingo - Ed. Transelectric	
			Enlace S/E Santo Domingo – S/E Quevedo	
Quevedo	12	8x40 4x10	Enlace S/E Quevedo – S/E Santo Domingo	
			Enlace S/E Quevedo – Of. Policentro	
Oficinas Policentro	12	2x80 6x40 4x10	Enlace Of. Policentro – S/E Quevedo	
			Enlace Of. Policentro – S/E Milagro	
Milagro	12	6x40 6x10	Enlace S/E Milagro – Of. Policentro	
			Enlace S/E Milagro – S/E Zhoray	
Zhoray	12	4x80 4x40 4x10	Enlace S/E Zhoray – S/E Milagro	
			Enlace S/E Zhoray – S/E Riobamba	
Riobamba	12	6x40 6x10	Enlace S/E Riobamba – S/E Zhoray	
			Enlace S/E Riobamba – S/E Totoras	
Totoras	12	4x80 4x40 4x10	Enlace S/E Totoras – S/E Riobamba	
			Enlace S/E Totoras – Ed. Transelectric	

Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

3.2.3 Gestión de la red.

Los canales de gestión están inmersos en las tramas OTU y en un canal óptico dentro de la señal compuesta DWDM. Los equipos multiplexores ópticos utilizan tarjetas de supervisión, gestión y control centralizado, para lo cual se dispone de una protección 1+1 con varios puntos de regeneración. En la figura 29 se muestra como está dispuesta la protección de la red por cada ruta.

Figura 29. Descripción de rutas y protecciones red de transporte óptico OTN



Fuente: (CELEC EP - TRANSELECTRIC, 2014)

Todas las interfaces ópticas presentan alarmas cuando existe desconexión en transmisión y recepción de las interfaces ópticas. Además, permite opciones del apagado automático de láser, reinicio automático de láser y reducción de potencia automática en los amplificadores, así como también la visualización de los niveles de potencia en transmisión y recepción, y frecuencia de operación en tiempo real.

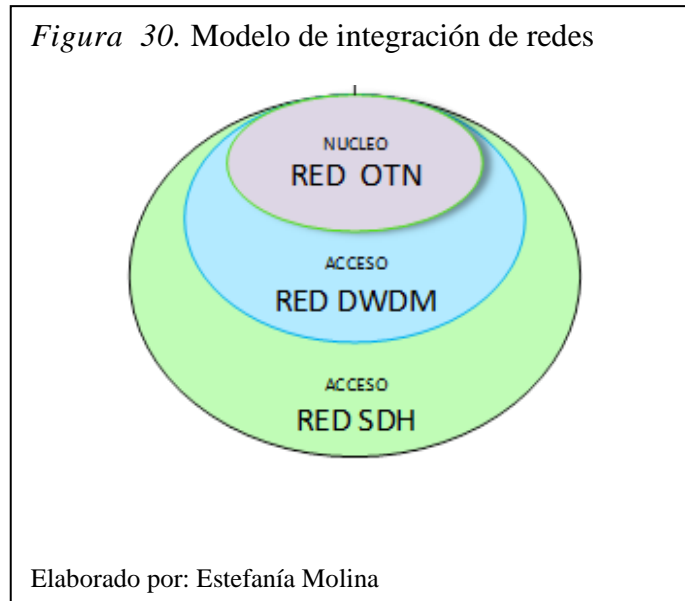
Todos los equipos multiplexores ópticos pueden ser gestionados remotamente desde el Centro de Gestión de Telecomunicaciones de CELEC EP – TRANSELECTRIC, ubicado en el edificio matriz de CELEC EP - TRANSELECTRIC, en Quito, en la Av. 6 de Diciembre N26-235 y Av. Orellana. En la figura 29 se muestra como está dispuesta la protección de la red por cada ruta.

3.3 Descripción de la propuesta de diseño

En base a las consideraciones realizadas anteriormente se propone un diseño en el cual la nueva red OTN que aún no se encuentra operativa funcione como núcleo y las redes SDH y DWDM funcionen como redes de acceso, como se representa en la figura 30, en algunos de los enlaces principales en los que es posible realizar las migraciones teniendo en cuenta que el limitante de este proyecto sería la disponibilidad de puertos en la red SDH, por esta razón se propone un diseño en el que la mayoría de protecciones de los enlaces se encuentren en la red OTN, tomando en cuenta que en el análisis de la capacidad de la red realizado en el capítulo 2, gran parte de los enlaces no contaba con un canal de protección así, estos canales de protección irían por rutas diferentes a las de los servicios establecidos pero asegurando que en caso de falla, la ruta planificada en OTN pueda mantener operativo dicho servicio sin generar tiempos de indisponibilidad y también ofrecer rutas alternativas que permitan mayor capacidad para antiguos y nuevos clientes.

Esta propuesta básicamente consiste en tres fases, en la primera fase se realiza las migraciones por tramos conformando un anillo central con mayor capacidad y disponibilidad, de esta manera se propone realizar este tipo de migraciones por tramos. La segunda fase consiste en la creación de nuevas rutas directas mediante la red OTN.

Figura 30. Modelo de integración de redes



Adicionalmente en la tercera fase se plantea la migración de algunos servicios cuya capacidad es igual o mayor a 1 STM -1 (155 Mbps) estos cuentan con las características idóneas para ser migrados a la red OTN mediante enlaces directos por servicios.

3.4 Diseño de la red de transporte

3.4.1 Fase 1: Redistribución de la capacidad.

Para realizar el diseño que permita integrar las redes de transporte de CELEC EP - TRANSELECTRIC, se trabaja en tres fases siendo esta la primera que consiste en la redistribución de capacidad tomando a la red OTN como núcleo y la red SDH y DWDM como redes de acceso, ya que en los nodos principales se encuentra el equipamiento OTN y debido a sus características tiene mayor capacidad y mejores prestaciones para funcionar como el núcleo de la red. Además, debido a que los equipos que transportan mayor cantidad de tráfico son los que están ubicados en los nodos Quito exactamente en el edificio Transelectric, que funciona como centro de operaciones, Guayaquil en las oficinas de Policentro, y Cuenca específicamente en el nodo Zhoray, estos se consideran prioritarios, en el caso de Quito y Guayaquil como en la mayoría de nodos del anillo central, se tiene equipos tanto SDH y DWDM.

Para este proceso se ha realizado un análisis de los nodos en los cuales se debe crear enlaces en la red OTN, en la tabla 19 se muestra una opción en la cual se considera el tráfico de la red, recursos y protecciones en el anillo central el cual funcionaría

como núcleo de la red de transporte detallando la capacidad que debería ser migrada a la red OTN por tramos, esto significa que las rutas que se crearan contendrán varios servicios a la vez permitiendo liberar capacidad y puertos en los equipos SDH, por esta razón se decide como mejor opción el diseño basado en tramos y no en servicios en esta primera fase que será la principal.

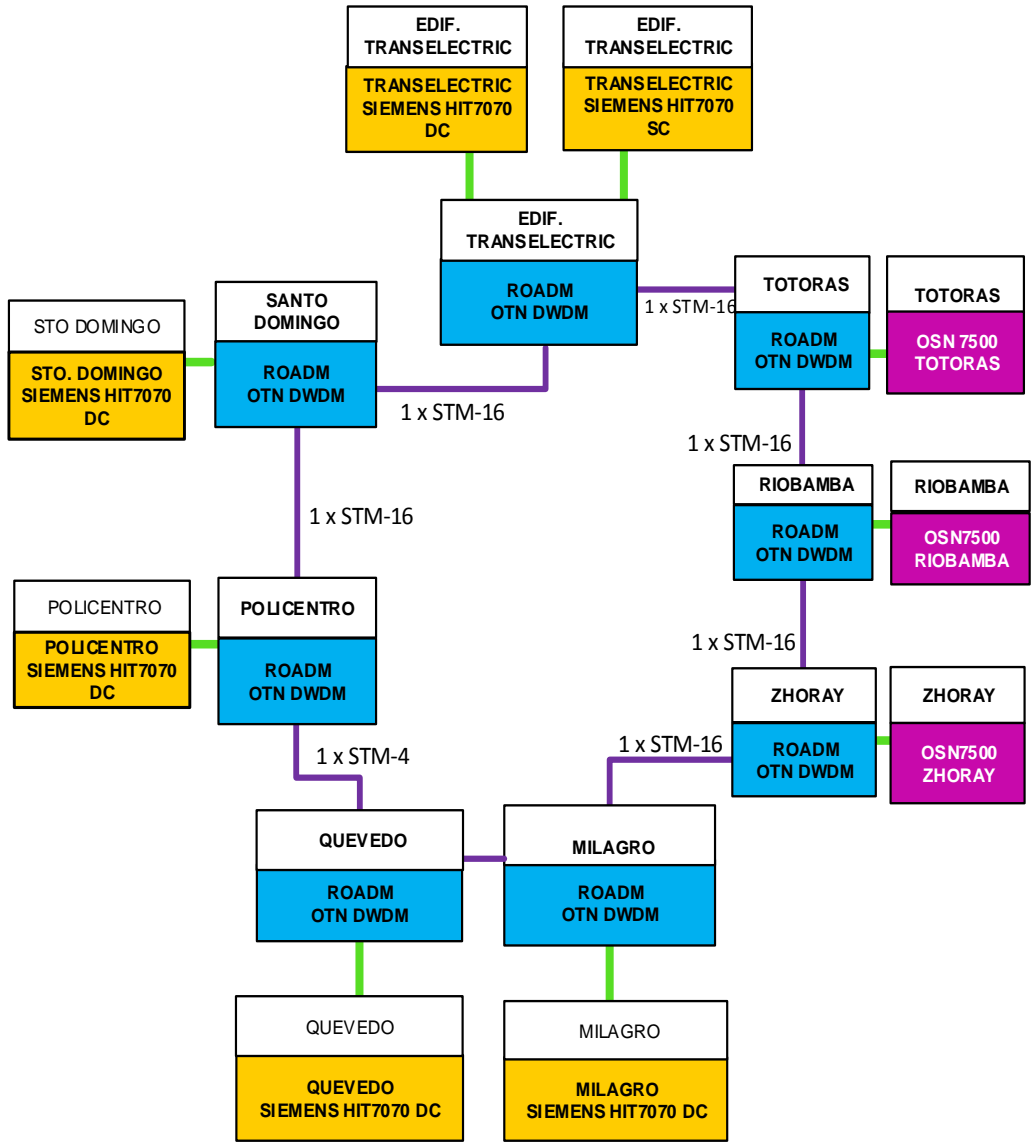
Tabla 19. Redistribución de capacidad de la red de transporte de CELEC EP – TRANSELECTRIC






Enlace	Protección	Capacidad libre en SDH	OTN
Quito SC – Sto. Domingo	1+1	0	1 x STM-16
Sto. Domingo – Quevedo	1+1	4 x STM -1	No
Quevedo – Policentro	1+1	5 x STM-1	1 x STM-4
Policentro – Milagro	No	12 x STM-1	No
Zhoray – Milagro	No	6 x STM-1	No
Riobamba – Zhoray	1+1	1 x STM-1	1 x STM-16
Totoras – Riobamba	1+1	1 x STM-1	1 x STM-16
Quito DC – Totoras	1+1	0	2 x STM-16

Elaborado por: Estefanía Molina

Así, de acuerdo a la información obtenida en los capítulos anteriores, se conforma la primera parte del diseño de la red como se muestra en la figura 31 en la cual se puede observar claramente que de acuerdo a este diseño se obtendrá un núcleo formado por la red OTN y se liberaran 4 x STM-16 y 1 x STM-4 de la red SDH y DWDM

Figura 30. Diagrama de la redistribución de capacidad



Leyenda	
	Multiplexor Siemens HIT 7070
	Multiplexor ROADM
	Multiplexor OSN 7500
	Ruta OTN
	Ruta SDH

Elaborado por: Estefanía Molina

En la figura 31 del mismo modo se puede observar que las rutas Santo Domingo - Policentro y Milagro – Zhoray están libres, esto ocurre debido a que en el primer enlace aún existe capacidad libre y esta ruta también cuenta con protección 1:N en los equipos SDH, por otra parte en la ruta Milagro – Zhoray no se implementa capacidad debido a que posteriormente el diseño también consta de una fase en la que se propone migración de algunos servicios que liberaran capacidad en esta trayecto, como se detalla más adelante.

3.4.2 Fase dos: Creación de nuevas rutas.

La segunda fase del diseño consiste en la creación de nuevas rutas que permiten optimizar recursos debido a que en los equipos SDH los servicios que iban a dos puntos distantes debían pasar por cada nodo así, por ejemplo un servicio cuyo origen es Quito y su destino es Machala, tenía que pasar obligatoriamente por los nodos de Milagro y Policentro, ocupando recursos innecesarios para este enlace, pero por el tipo de tecnología debían ser utilizados, ahora con la red OTN se crean rutas directas entre puntos distantes. Las nuevas rutas que se crearan y la capacidad que tendrán de acuerdo al análisis de información recopilada anteriormente, se muestran en la tabla 20.

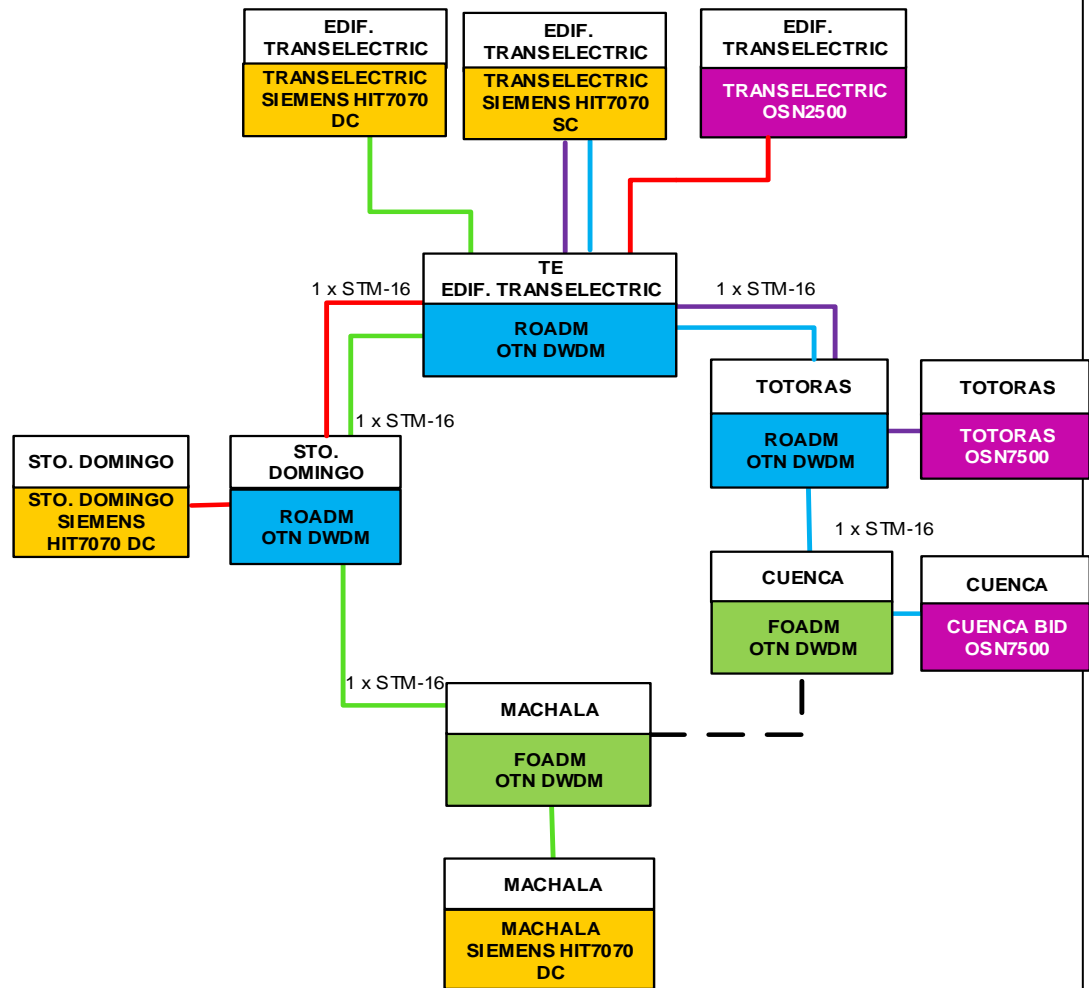
Tabla 20. Enlaces directos a la red OTN










Enlace	Protección	OTN
Quito DC - Machala DC	1+1	1 x STM-16
Quito SC - Totoras	1+1	1 x STM-16
Quito SC - Cuenca BID	1+1	1 x STM-16
Quito OSN 2500 – Sto. Domingo	1+1	1 x STM-16

Elaborado por: Estefanía Molina

En la figura 31 se muestra el diseño de las rutas directas, se crean 4 rutas nuevas cada una con una capacidad de 1 x STM 16. Estas rutas son creadas por tramos que llevan varios servicios, a través de la red OTN, se multiplexan y se transmiten de una manera más eficiente. Llegando a su destino y siendo demultiplexada nuevamente para retornar a equipo SDH y después llegar al respectivo cliente.

Figura 31. Diseño creación de nuevas rutas



Leyenda	
	Multiplexor Siemens HIT 7070
	Multiplexor OSN 7500
	Multiplexor ROADM
	Multiplexor FOADM
	Ruta 1: Quito DC – Machala DC
	Ruta 2: Quito SC – Totoras
	Ruta 3: Quito SC – Cuenca BID
	Ruta 4: Quito OSN 2500 – Sto. Domingo
	Ruta Libre

Elaborado por: Estefanía Molina

3.4.3 Fase tres: Migracion por servicios.

La tercera fase del diseño consiste en la migracion de servicios puntuales a la red OTN, cada uno de estos servicios posee capacidades iguales o mayores a 1x STM – 1, se consideran estos servicios para la migracion ya que por el tipo de puertos a los que estos servicios llegan se puede realizar la conexión directamente de los puertos gigabit ethernet del equipamiento OTN a equipos del cliente, liberando completamente la capacidad que estos ocupan en la red SDH y DWDM respectivamente.

Las capacidades que se puede, migrar directamente a la red OTN son 1x STM-1, 1x STM-4, 1x STM – 16, 1x STM- 64 y 10 Gbps.

En la tabla 21 se muestra un detalle de los servicios que se propone migrar a la red OTN, deallando su capacidad, ruta y de que red se libera, con esta tabla se evidencia que es factible la migración de estos servicios por que las rutas que siguen forman parte de la red OTN, con capacidades grandes y permiten liberar puertos de las redes saturadas, logrando así, uno de los objetivos del proyecto que es descongestionar la red SDH y DWDM ya que se libera un total 24,7 Gbps de estas.

Tabla 21. Servicios que se migran a la red OTN de CELEC EP –TRANSELECTRIC

Cliente	Capacidad	Ruta	Red
PUNTONET	493 E1s	Guayaquil – Quito	DWDM
PUNTONET	62 E1s	Quevedo - Sto. Domingo - Quito	SDH
PUNTONET	259 E1s	Santo Domingo – Quito	SDH
PUNTONET	72 E1s	Loja - Cuenca - Riobamba - Totoras - Quito	SDH
PUNTONET	32 E1s	Machala – Quito	DWDM
PUNTONET	320 E1s	Cuenca - Zhoray - Milagro - Policentro - Quito	DWDM / SDH
PUNTONET	70 E1s	Totoras – Quito	OTN
CNT	10 Gbps	Quito – Cartagena	DWDM
CNT	10 Gbps	Quito – Cartagena	DWDM
CLARO	1 x STM-4	Quito - Pomasqui – Tulcán	SDH

Elaborado por: Estefanía Molina

Con estas tres fases completas el diseño permite integrar las 3 tecnologías, liberando capacidad de las redes saturadas y protegiendo todas las rutas, cabe recalcar que al crear una ruta en la red OTN, la proteccion para esta se crea automaticamente en una ruta paralela.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA

En este capítulo se determina el grado de factibilidad del proyecto tomando en cuenta que los equipos para la implementación ya fueron adquiridos con anterioridad y se cuenta con todos los recursos para realizarlo, entonces no se realiza un análisis económico, sino un análisis técnico que permite determinar si se tienen las capacidades técnicas requeridas para hacer efectivo el diseño propuesto, considerando los pasos que se deberá seguir para realizar las migraciones propuestas, y sí el diseño consiste en una mejora para la red actual.

4.1 Análisis de recursos técnicos para ejecutar la primera fase del diseño

Para la ejecución de la primera fase del diseño referente a la redistribución de rutas en la red para formar el núcleo de la red OTN y levantar los 5 nuevos enlaces propuestos en el diseño siguiendo el procedimiento es necesario contar con los recursos que se muestran en la tabla 22, estos permitirán incrementar la capacidad de la red, además de implementar la protección 1+1 en el anillo central.

- Se requiere 1 tarjeta STM-16 de 4 puertos en el equipo multiplexor TE SC (Transelectric Single Core), para habilitar varias conexiones STM-16 a diferentes equipos necesarias para entregar la capacidad propuesta e ir liberando capacidad del equipo multiplexor TE DC que está trabajando al límite de su capacidad.
- Adicionalmente se requiere 6 puertos libres en las tarjetas STM – 16 de los equipos multiplexores SDH de Santo Domingo, Riobamba, Totoras y Zhoray, para habilitar los enlaces propuestos.
- Instalar las tarjetas en los slot correspondientes de los equipos multiplexores.
- Colocar los patch cords de fibra en los equipos OTN de modo que en el momento de la intervención estén listos para conectar.
- Canalizar las nuevas rutas en el equipo de gestión de la red de acuerdo a las cross conexiones correspondientes.
- Realizar pruebas de las canalizaciones.
- Revisar los servicios que se afectarían con la implementación de estos enlaces y realizar solicitud de intervención para los clientes.

- Durante las intervenciones conectar los puertos designados del equipo OTN a los puertos correspondientes en los equipos SDH.
- Verificar si se requieren atenuadores.
- Verificar potencias y probar el nuevo enlace.
- Confirmar la operatividad de los canales.
- Actualizar la base de datos y el sistema de gestión
- Monitoreo de los enlaces durante el lapso de pruebas por unos días y luego de esto borrar y reconfigurar los canales anteriores, que ahora ya no se utilizan, previa confirmación con el cliente.

Tabla 22. Recursos necesarios para la redistribución de capacidad de la red de CELEC EP – TRANSELECTRIC

Infraestructura	Personal técnico	Documentación
1 tarjeta STM - 16 de 4 puertos en TE SC	Instalar y configurar las tarjetas los en los respectivos multiplexores	Canalizar las rutas
1 puertos libre tarjeta STM - 4 SDH Quevedo	Conectar patch cords de fibra	Actualizar información de canalización
1 puertos libre tarjeta STM - 4 SDH Policentro	Realizar pruebas de canalización	Actualizar la base de datos
2 puertos libres tarjeta STM - 16 SDH Sto. Domingo	Conectar patch cords de fibra	Actualizar el sistema de gestión
2 puertos libre tarjeta STM - 16 SDH Riobamba	Verificar potencias	
1 puerto libre tarjeta STM - 16 SDH Totoras	Crear protecciones de cada enlace	
1 puerto libre tarjeta STM - 16 SDH Zhoray		
Fibra óptica monomodo G.652 y G.655.		

Elaborado por: Estefanía Molina

4.2 Análisis de recursos técnicos para ejecutar la segunda fase del diseño

En la segunda fase del diseño se crean 4 rutas directas de 1x STM-16 cada una para lo cual es necesario poseer los recursos detallados en la tabla 23 y además seguir el procedimiento descrito a continuación:

- Levantar 4 canales STM-16 en la red OTN entre los nodos Quito – Machala, Quito – Totoras, Quito – Cuenca y Quito- Santo Domingo para esto se requiere módulos ópticos de corto alcance.
- Realizar pruebas de los canales.
- Debido a que el origen de todos estos canales es en la ciudad de Quito se debe realizar aquí el cableado, para habilitar las conexiones desde los puertos del equipo OTN y revisar potencias, de ser necesario utilizar atenuadores.
- Revisar los servicios que se afectarían en este enlace y realizar solicitud de intervención para los clientes.
- Durante la intervención en Santo Domingo, Machala, Cuenca y Totoras, conectar el puerto designado de la red OTN a los puertos de los multiplexores SDH en los nodos destino, revisar potencias y de ser necesario utilizar atenuadores.
- Durante la intervención en Quito, en este lado ya debe estar la conexión previamente realizada, del puerto designado del equipo OTN a los puertos de los equipos TE DC, TE SC, y OSN2500.
- Luego de realizadas las conexiones físicas y revisión de potencias, se debe realizar el cambio de cross conexiones en TE DC, TE SC, y OSN2500.
- Verificar operatividad de los canales.

Tabla 23. Recursos necesarios para la creación rutas directas en la red de CELEC EP – TRANSELECTRIC

Infraestructura	Personal técnico	Documentación
4 puerto libres tarjeta STM - 16 SDH Quito	Realizar el cableado y la configuración en el equipo OTN	Actualizar y respaldar la configuración de canales directos
1 puerto libre tarjeta STM - 16 SDH Machala	Revisar los servicios afectados debido a la intervención	Cambio y actualización de la matriz de cross conexiones
1 puerto libre tarjeta STM - 16 SDH Totoras	Conectar multiplexores SDH a los equipos OTN en cada sitio y configurarlos.	Realizar pruebas de cada canal
1 puerto libre tarjeta STM - 16 SDH Cuenca	Verificar la potencia de cada enlace	Verificar la operatividad de los canales mediante valores de saturación tráfico.
1 puerto libre tarjeta STM - 16 SDH Santo Domingo	Conexión de atenuadores	Actualizar la base de datos de gestión.
Fibra óptica monomodo G.652 y G.655.		

Elaborado por: Estefanía Molina

4.3 Análisis de recursos técnicos para ejecutar la tercera fase del diseño

Estas migraciones se debe realizar para liberar capacidad en la red SDH , en esta fase se levantarán 10 nuevos enlaces dedicados a servicios y clientes específicos, a los cuales se les entregara la capacidad contratada mediante puertos Gigabit Ethernet, esto se logra tomando en cuenta los recursos que se muestran en la tabla 24.

- Levantar los canales en el equipo de gestión de la red OTN remotamente desde el Edificio TRANSELECTRIC.
- Verificar para cada enlace si el tipo de módulo requerido es de corto o largo alcance.
- Realizar pruebas del canal.
- Conectar patch cords de fibra en los nodos necesarios para cada servicio.
- Realizar solicitud de intervención para los clientes.
- Durante la intervención en los puntos de origen, conectar el puerto designado del equipo OTN al equipo del cliente, verificar si se requieren atenuadores.

- Durante la intervención en los puntos de destino, conectar el puerto designado del equipo OTN al puerto correspondiente del cliente, verificar si se requieren atenuadores.
- Verificar potencias y la operatividad del canal.

Tabla 24. Recursos necesarios para la migración por servicios de la red de CELEC EP - TRANSELECTRIC

Infraestructura	Personal técnico	Documentación
Puertos libres STM - 1, STM - 4, STM - 16, STM - 64 y 10 GB en los nodos Policentro, Quito, Tulcán, Cuenca, Quevedo y Santo Domingo	Verificar el tipo de módulo requerido para cada enlace	Configurar remotamente las rutas correspondientes en la gestión de la red OTN
Equipos de los clientes que posean puertos Gigabit Ethernet	Conectar los módulos ópticos	Documentar el resultado de las pruebas y archivar la configuración de cada enlace.
Módulos ópticos de largo alcance	Realizar la conexión de patch cords	Actualizar la base de datos
Módulos ópticos de corto alcance	Verificar potencias	Verificar de la operatividad de canales obteniendo datos de saturación de los canales
Fibra óptica monomodo G.652 y G.655.	Realizar pruebas de los enlaces correspondientes	

Elaborado por: Estefanía Molina

4.4 Ventajas técnicas de la red

A continuación se detallan las ventajas técnicas de la propuesta de diseño para la integración de las redes SDH, DWDM y OTN de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP - TRANSELECTRIC

- **Optimización y eliminación de recursos no necesarios**

Con la creación de rutas directas en la segunda fase del diseño se consigue optimizar recursos liberando capacidad en los equipos intermedios de las rutas en la red SDH, estas 4 rutas se crean con origen en el nodo principal y destino en ciudades clave donde existe gran cantidad de tráfico como Cuenca, Machala, Santo Domingo y también Ambato, esto permite dedicar

capacidades a una gran cantidad de servicios en estas ciudades los servicios que llegan van y vienen de Perú saldrían directamente por Machala. Para llegar a Cuenca ya no habrá que pasar por el nodo de Zhoray y tampoco por Riobamba.

- **Integración de todas las tecnologías de la red de transporte**

Se consigue que las tres tecnologías presentes en la red de CELEC EP - TRANSELECTRIC, trabajen conjuntamente de una manera ordenada y planificada en base a un modelo jerárquico, mediante la redistribución de rutas que permite que la red OTN por sus características técnicas trabaje a manera de núcleo de la red. La implementación de este núcleo, reduce la complejidad de la red y facilita la solución de problemas.

- **Actualización y mejoramiento de los servicios a clientes**

Debido a que se propone una migración de los servicios cuyas capacidades son las más grandes, rutas con alto tráfico y un núcleo en la red OTN, la gestión de toda la red queda en gran parte a cargo de los equipos de monitoreo y gestión de la red de transporte óptico, en la cual se cuenta con canales de monitoreo inmersos en las tramas OTU lo que permite beneficiarse de monitoreo y gestión centralizada en tiempo real, configuración del tipo de trama vía gestión remota, configuración y visualización remota de los equipos respecto a las cross conexiones, asignación de ancho de banda, identificación de cada servicio, estado de alarmas, reportes de desempeño, protecciones, entre otros.

4.5 Análisis comparativo de capacidad

Se realiza un análisis general en el cual se muestra la capacidad operativa total de la red basada en el anillo central que es el punto de partida de para todos los enlaces. Con el desarrollo de las 3 fases del diseño propuestas se tiene que la capacidad de la red aumenta, así:

Fase 1:	5 x STM -16
	1 x STM - 4
Fase 2:	4 x STM -16
Fase 3:	1308 E1´s
	20 Gbps
	1 x STM - 4
Total	45,85 Gbps

Tomando en cuenta la capacidad existente en la red implementada en equipamiento SDH y DWDM, entonces se tiene que la red de transporte tendría una capacidad total de 95.85 Gbps. Lo que supone un aumento de la capacidad casi al doble, exactamente en un 92%.

Tabla 25. Análisis de capacidad de la red.

	Capacidad de la red SDH	Capacidad de la red DWDM	Capacidad de la red Integrada
Red de transporte CELEC EP - TRANSELECTRIC	6 Gbps	44 Gbps	96 Gbps

Elaborado por: Estefanía Molina

En cuanto a la disponibilidad de la red integrandó equipos OTN, se realizán los cálculos correspondientes, tomandó como datos, información solicitada al fabricante Huawei, para los equipos multiplexores OptiX OSN 8800, así entonces se tiene los siguientes valores:

$$MTBF = 15 \text{ años}$$

$$MTTR = 0,5 \text{ ms}$$

$$Disponibilidad = \frac{473353500 \text{ seg}}{473353500 \text{ seg} + 50^{-3}} \times 100 \%$$

$$Disponibilidad = 0,9999 \times 100\%$$

$$Disponibilidad = 99.99 \%$$

La disponibilidad obtenida para los equipos de la red OTN con respecto a los equipos que conforman la red actualmente, los cuales ofrecen una disponibilidad comprendida en un rango de 99.6% y 99.8%, no marca una gran diferencia tomando en cuenta que la empresa CELEC EP – TRANELECTRIC ofrece una disponibilidad mínima del 99.6% a los clientes y los equipos de la red siempre se regirán a mantener este valor o valores mayores.

Otro aspecto a analizar es el retardo y throughput existentes en la red que esta implementada con respecto a los de la red OTN esta información se encuentra a continuación en la tabla 26 con respecto a la red activa y en la tabla 27 con respecto a la red OTN este análisis se realiza tomando como base un paquete de 2 Mbps.

Tabla 26. Retardo y throughput de la red activa.

RED TRONCAL			
ENLACE	DISTANCIA (km)	RETARDO (ms)	THROUGHPUT (2mbps)
Totoras – Riobamba	44,30	5,67	1,97
Riobamba – Zhoray	148,00	6,41	1,97
Sto. Domingo - Quevedo	109,00	5,86	1,97
Quevedo – Policentro	165,00	6,70	1,97
Policentro – Milagro	72,00	5,77	1,97
Milagro – Zhoray	127,00	6,59	1,97

Elaborado por: Estefanía Molina

La tabla 27 muestra el retardo y el throughput analizado para el anillo central propuesto para la red OTN, para realizar estas pruebas se toma como referencia un paquete de 2Mbps.

Tabla 27. Retardo y throughput de la red propuesta.

RED OTN			
ENLACE	DISTANCIA (km)	RETARDO (ms)	THROUGHPUT (2MBPS)
Quito SC – Sto. Domingo	110,00	5,78	1,98
Quevedo – Policentro	168,00	6,52	1,98
Totoras – Riobamba	44,00	5,63	1,98
Quito DC – Totoras	141,00	6,30	1,98

Elaborado por: Estefanía Molina

4.6 Detalles de la implementación

4.6.1 Tiempo aproximado de implementación.

Para la implementación de las tres fases del diseño expuestas anteriormente se estima un tiempo de ejecución por fase de aproximadamente 20 días, tomando en cuenta el desplazamiento a los diferentes nodos que debe realizar el personal del departamento de operación y mantenimiento de CELEC EP - TRANSELECTRIC, para la instalación de tarjetas y conexión de patch cords, así como verificación de potencias en cada uno de los enlaces.

4.6.2 Tiempo de intervención de los servicios.

Otro factor que influye en el tiempo de ejecución es la autorización de los clientes para realizar las intervenciones debido a que existe indisponibilidad de los servicios durante los trabajos, se estima que cada intervención tomará cerca de 30 minutos por enlace y estos se realizarán en la madrugada puesto que a estas horas cuando la red tiene menos tráfico, para realizar este tipo de intervenciones que tienen afectación de tráfico se solicita autorización a los clientes cuyos servicios se afectan, coordinar los permisos y la aprobación del cliente del mismo modo influye en el tiempo.

4.6.3 Personal disponible para la ejecución del proyecto.

Se plantea que el personal que efectuó el trabajo se divida en 2 grupos, el personal de operación, específicamente los ingenieros del Centro de Gestión de Telecomunicaciones de CELEC EP - TRANSELECTRIC, serán los encargados de coordinar los trabajos, revisión de servicios afectados, realizar las solicitudes de intervención para los clientes, levantar los enlaces remotamente, cambio de cross-conexiones, configuración de protección, verificación de potencias y pruebas de los canales. Por otro lado el personal de mantenimiento será el encargado de desplazarse hacia los nodos para realizar los trabajos en sitio estos, consisten en instalación de tarjetas, conexión de patch cords, conexión física entre equipos, verificación de atenuadores, instalación de módulos, entre otros.

Entonces de acuerdo a esta distribución y tomando en cuenta que los trabajos se realizarán paulatinamente en el lapso de aproximadamente 60 días se tiene que en la sección de operación trabajan 10 ingenieros y en la sección de mantenimiento también 7 ingenieros y 3 técnicos, los cuales son capaces de realizar el trabajo en el tiempo estimado y no se requiere contratar más personas para el desarrollo del proyecto.

CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño de red que permite integrar de la mejor manera las tecnologías SDH, DWDM y OTN, mediante la redistribución de capacidad de la red creando un núcleo con tecnología OTN en el anillo central, este diseño de núcleo permite la transferencia de datos eficiente y de alta velocidad entre una y otra sección de la red consiguiendo una alta conectividad, menor complejidad y alto rendimiento en base a la multiplexación que realiza OTN para el uso óptimo de la capacidad
- El diseño propuesto consta de la creación de 4 rutas directas todas desde Quito hacia ciudades con gran cantidad de tráfico de datos como Machala, Ambato, Cuenca y Santo Domingo lugares claves en los que se podrá descongestionar la red y liberar puertos en equipos saturados, además de crear protecciones en rutas de gran importancia.
- Finalmente para conseguir un diseño integral se propone una migración de los servicios de mayor capacidad a la red OTN con lo cual se consigue liberar puertos de la red SDH y DWDM para que puedan ser utilizados posteriormente para capacidades menores y también evitar las latencias y consumo innecesario de recursos haciendo que estos servicios pasen directamente de la red OTN hacia equipos del cliente.
- Se analizó el estado actual de la red de transporte de CELEC EP - TRANSELECTRIC, para efectos de estudio, se realizó un análisis de capacidad por tramos separando la red en un anillo central, un anillo occidental, un anillo oriental, 2 rutas en la costa, 2 rutas en el oriente, una ruta en el occidente y la ruta de interconexión con Colombia, así se determinó que los equipos multiplexores SDH trabajan al límite de su capacidad, además la mayoría de rutas no cuenta con la protección necesaria para operar correctamente, teniendo así una red vulnerable a fallas, que no permite adicionar nuevos clientes y tampoco una proyección de crecimiento futuro.

- Se elaboró un esquema de asociación de servicios detallando la ruta que éstos siguen, la red en la que se encuentran sea esta SDH o DWDM, su capacidad, el tipo de interface en la que están implementados en la red, los puertos de origen y de destino de cada uno de ellos, todo esto con la finalidad de tener claro para el diseño, que servicios se migrarán y si es factible, cambiar por tramos según los servicios que se encuentren en la misma ruta y partan desde los mismos equipos multiplexores, tomando en cuenta también su capacidad, para poder multiplexar una cantidad considerable de servicios, mediante una sola ruta en la red OTN.
- Se realizó la matriz de cross-conexiones siguiendo la tarjeta y el puerto al que llega cada servicio, en cada uno de los equipos de la ruta del mismo, todo esto con el fin de saber que ruta exactamente toma cada servicio y si es factible cambiar la cross-conexión de un servicio específico a la red OTN. Además, esta matriz de cross-conexiones será útil al momento de la migración debido a que para la implementación del diseño propuesto, esta información servirá como guía para la distribución de las nuevas rutas y basados en esta información será mucho más fácil la configuración y el cambio de cross – conexiones en para integrar enlaces que partirán desde los equipos SDH a los equipos con tecnología OTN.
- El diseño propuesto, plantea una red crear protecciones 1+1 en todas las rutas del núcleo OTN a nivel de canal óptico, es decir por lambdas, se muestra también un diagrama de rutas paralelas de protección automática que brinda la red OTN, además, los enlaces que se propone crear dejan puertos libres para crear nuevos canales de protección en la red SDH por si fuera necesario en el futuro para tramos y servicios que no van por la red OTN.
- Se valida el diseño de la red de transporte realizando un análisis general de la capacidad de la red y un análisis de los recursos necesarios para implementar el diseño propuesto concluyendo que la capacidad de la red implementada aumenta en un 92%.

- De acuerdo al análisis de disponibilidad, retardos y throughput de la red se concluye que la diferencia en estos aspectos no es significativa entre la red actual y la propuesta de diseño plantada, ya que estas características dependen mayormente de los equipos utilizados y estos tienen características similares.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación del proyecto en la red de CELEC EP - TRANSELECTRIC, siguiendo el orden por fases, ya que de acuerdo a este orden será más fácil la migración por tramos para ordenar un poco la red y luego conseguir integrar todo mediante la migración de servicios.
- Los nuevos enlaces deben ser configurados de acuerdo a la matriz de cross conexiones y esta se debe actualizar al momento de la migración para tener una base de datos que contribuya a la eficiente gestión y monitoreo de la red.
- Después de las respectivas migraciones y pruebas de los enlaces se recomienda borrar en la gestión de la red SDH, DWDM y en la gestión de los equipos de acceso las antiguas rutas y configuraciones para evitar confusiones y rutas solapadas
- Se recomienda que la implementación del proyecto se realiza lo más pronto posible debido a que los equipos multiplexores SDH y DWDM se encuentran saturados.
- Se recomienda configurar la protección 1+1 en todos los nuevos enlaces y además de realizar pruebas del canal también realizar pruebas de la protección de los mismos.

LISTA DE REFERENCIAS

- A. Gumaste, T. D. (2011). *Autnomic Virtual Topology Design and Two - Stage Scheduling Algorithm for Ligth - Trail WDM*. Recuperado el 28 de mayo de 2014
- Albán, T. (marzo de 2013). *Repositorio Digital Universisdad Técnica del Norte*. Recuperado el 29 de julio de 2014, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1947/4/04%20RED%20025%20TESIS.pdf>
- Aragón Investiga. (25 de enero de 2010). *Ciencia en Aragón*. Recuperado el 29 de mayo de 2014, de <http://www.aragoninvestiga.org/Redes-opticas/>
- Armas, G. M. (octubre de 2012). *Estudio y diseño mediante la tecnica de transmision DWDM para la red SDH del anillo central de la ciudad de Guayaquil de la Corporacion Nacional de Telecomunicaciones E.P, e integracion a la red nacional*. Recuperado el 10 de mayo de 2014
- CELEC EP - TRANSELECTRIC. (mayo de 2014). *Corporacion Electrica del Ecuador CELEC EP*. Recuperado el 08 de junio de 2014, de https://www.celec.gob.ec/transelectric/index.php?option=com_content&view=article&id=126&Itemid=556&lang=es
- CELEC EP - TRANSELECTRIC. (22 de Enero de 2014). Recuperado el 18 de junio de 2014, Información Centro de Gestion de Fibra Optica. Quito.
- CISCO SYSTEMS, Inc. (junio de 2001). *Introduction to DWDM Technology*. Recuperado el 12 de junio de 2014: http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/products/ps2011/c2001/ccmigration_09186a00802342cf.pdf
- Gómez, A. R. (2012). *Redes Ópticas*. Recuperado el 15 de junio de 2014. Madrid.
- Grupo Telnet. (febrero de 2013). *Telnet redes inteligentes*. Recuperado el 10 de mayo de 2014, de <http://www.telnet-ri.es/productos/cable-fibra-optica-y-componentes-pasivos/fibra-optica/fibra-monomodo-nzds-g655/>

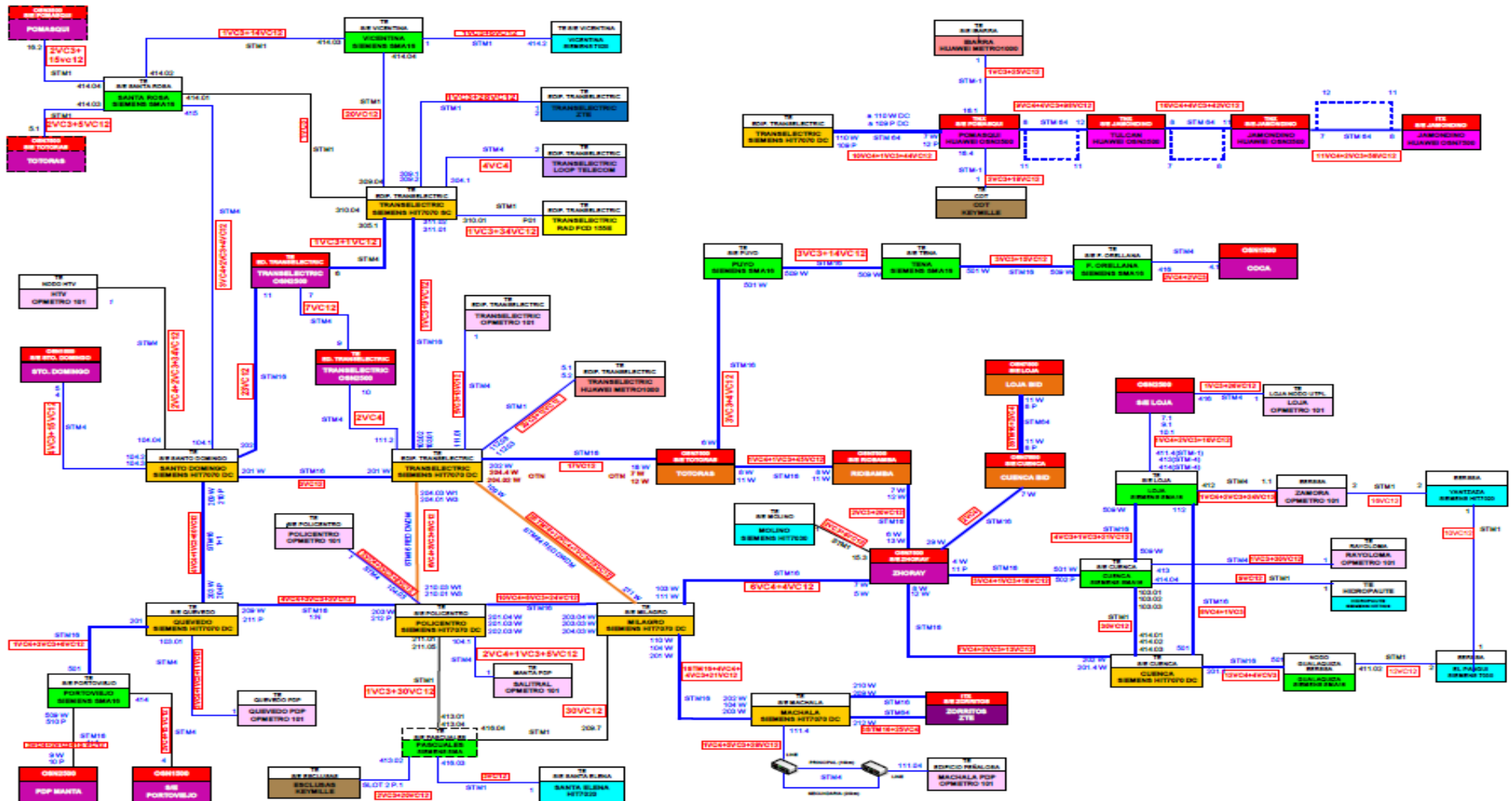
- Guevara, J. F. (marzo de 2010). *Biblioteca Digital EPN*. Recuperado el 2014 de junio de 17, de Repositorio Digital Politecnico:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/34/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Chacha+Guevara%2C+Julio+Fernando>
- Huawei Technologies. (12 de abril de 2007). *Principios de SDH*. Buenos Aires.
Recuperado el 18 de mayo de 2014
- Huawei Technologies. (22 de marzo de 2012). *DATATEL*. Recuperado el 23 de junio de 2014, de http://www.datatel-ural.ru/huawei_docs/OSN_1500_2500_3500.
- Internacional Engineering Consortium. (24 de 10 de 2002). *www.ee.columbia.edu*.
Recuperado el 29 de mayo de 2014, de Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM):
http://www.ee.columbia.edu/~bbathula/courses/HPCN/chap04_part-3.pdf
- ITU - T. (2001). *Recomendación UIT-T G.872, Arquitectura de las redes de transporte ópticas*. Recuperado el 26 de junio de 2014
- Jamgochian, M. (09 de marzo de 2010). *Alcatel Lucent*. Recuperado el 2014 de junio de 19, de <http://www.cvt-dallas.org/March2010.pdf>
- Jiménez Romero, A. M. (agosto de 2012). *Diseño de una red SDH entre Cuenca y Ambato*. Recuperado el 22 de mayo de 2014, de CIB ESPOL Centro de información bibliotecario Escuela Superior Politécnica del Litoral:
http://www.cib.espol.edu.ec/digipath/d_tesis_pdf/d-93140.pdf
- Monteiro, G. (23 de junio de 2013). *gilettetelecom4life*. Recuperado el 27 de junio de 2014, de <http://gilettetelecom4life.blogspot.com/>
- Osés, D. M. (26 de 11 de 2010). *UPNA - Area de Ingeniería Telemática*. Recuperado el 25 de junio de 2014, de <http://www.tlm.unavarra.es>
- Rivera, P. S. (julio de 2006). *Biblioteca Digital EPN*. Recuperado el 26 de mayo de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5021/1/T10102.pdf>
- Tektronix Inc. (07 de julio de 2001). *Tektronix: Primer > SDH Telecommunications Standard*. Recuperado el 13 de mayo de 2014, de www.tek.com/dl/2RX_11694_2.pdf

Utreras, F. P. (septiembre de 2013). *Biblioteca Digital EPN*. Recuperado el 02 de junio de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6710/1/CD-5106.pdf>

Valiveti, R. (14 de marzo de 2012). *Infinera Corporation*. Recuperado el 2014 de junio de 22, de <https://www.infinera.com/technology/files/infinera-IEEE-OTN-Overview.pdf>

Vásquez, D. E. (noviembre de 2009). *Biblioteca Digital EPN*. Recuperado el 18 de junio de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4172/1/CD-2559.pdf>

Anexo 1. Diagrama completo de la red de transporte de CELEC EP – TRANSELECTRIC



Anexo 2. Equipos de la red de transporte de CELEC EP – TRASELECTRIC

HUAWEI OPTIX 3500

Equipo multiplexor de transmisión óptica SDH que permite la interconexión entre nodos de núcleo utilizando velocidades de 2.5Gbps y 10Gbps.



Fuente: (Huawei Technologies, 2012)

HUAWEI OPTIX OSN 7500

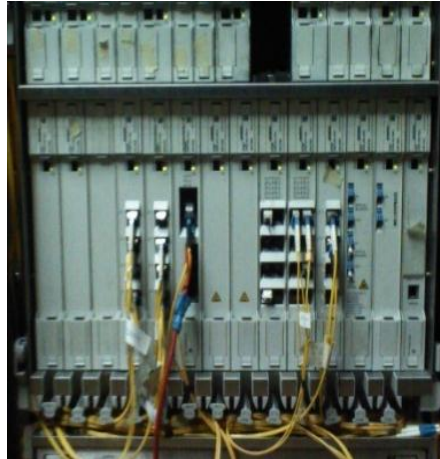
Equipo de transmisión óptica, utilizado en redes de core, soporta enlaces de hasta STM-64 y permite transportar tecnologías SDH, PDH, Ethernet, ATM y WDM. (Albán, 2013)



Fuente: (Huawei Technologies, 2012)

SIEMENS SURPASS HIT7070

Es un equipo multiplexor ADM (Add/Drop Multiplexor) opera: SDH, Ethernet, WDM. Posee dos núcleos de operación, llamados single y dual core cada una de estas capas maneja sistemas tributarios de alto y bajo orden SDH. (Albán, 2013)



Fuente: (Albán, 2013)

OPTIX BWS 1600

Equipo multiplexor para sistemas DWDM de transmisión multiservicio y multialcance de gran capacidad con un diseño modular que permite incrementar hasta 160 longitudes de onda en una misma fibra, llegando a una transmisión unidireccional total de 1600Gbps sobre la banda C. Provee ROADM basado en multiplexación de longitudes de onda. (Albán, 2013)



Fuente: (Albán, 2013)

OptiX OSN 8800

Se utiliza principalmente en los backbone nacionales, regionales o provinciales y en sitios centrales del área metropolitana. El OSN 8800, un producto OTN inteligente de próxima generación, emplea tecnologías como WDM/OTN, ROADM, T-bit switch, ASON/GMPLS, 40 G/100 G y OAM de gran alcance. (Huawei Technologies, 2012)



Fuente: (Huawei Technologies, 2012)

Anexo 3. Matriz de Cross – conexiones

AEPROVI	
SERVICIO	EQUIPAMIENTO
	ROUTER MPLS
VC4 – 01	GIGA 4/2/2
UIO EUA 774 Mbps	

AT&T GNS												
SERVICIO	EQUIPAMIENTO											
	S. DOM DC HIT7070		UIO OSN 2500		TE SC HIT7070		TE DC HIT7070		POM OSN 3500		TULCAN OSN 3500	
STM1 – 01							111.04	110	7	8	12	8
TNX - AT&T GNX UIO BOG 2WORLD 12536	N.C		N.C		N.C		VC4 - 01	VC4 - 14	VC4 - 14	VC4 - 14	VC4 - 14	VC4 - 14
STM1 – 02			R1SL1 - 19	002.00	305.01	311.02	103.02	110	7	8	12	8
TNX - AT&T GNX UIO BOG 2WORLD 19163	N.C		VC4 - 01	VC4 - 03	VC4 - 03	VC4 - 04	VC4 - 04	VC4 - 39	VC4 - 39	VC4 - 39	VC4 - 39	VC4 - 38
STM1 – 03	201	202	R1SL1 - 21	001.00			201	110	7	8	12	8
TNX - AT&T GNX UIO BOG 2WORLD 19164	VC4 - 15	VC4 - 08	VC4 - 01	VC4 - 08	N.C		VC4 - 15	VC4 - 45	VC4 - 45	VC4 - 45	VC4 - 45	VC4 - 41
STM1 – 03	201	202	R1SL1 - 22	001.00			201	110	7	8	12	8
TNX - AT&T GNX UIO BOG 2WORLD 16067	VC4 - 15	VC4 - 08	VC4 - 01	VC4 - 08	N.C		VC4 - 15	VC4 - 45	VC4 - 45	VC4 - 45	VC4 - 45	VC4 - 41

CABLE UNION

SERVICIO	EQUIPAMIENTO							
	STO DOM DC HIT7070		VICENTINA SMA 16/4		TE SC HIT7070		TE DC HIT7070	
VC12 – 01			414.02	414.04	SF- 301	SF- 301	211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	N.C		VC12-01.18	VC12-01.36	VC12-30.36	VC12-04.37	VC12- 02.01	211.08
VC12 – 02			414.02	414.04	SF- 301	SF- 301	211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	N.C		VC12-01.19	VC12-01.37	VC12-30.37	VC12-07.23	VC12- 02.02	211.08
VC12 – 03			414.02	414.04	SF- 301	SF- 301	211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	N.C		VC12-01.20	VC12-01.38	VC12-30.38	VC12-10.23	VC12- 02.14	211.08
VC12 – 04			414.02	414.04	SF- 301	SF- 301	211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	N.C		VC12-01.21	VC12-01.39	VC12-30.39	VC12-10.45	VC12- 02.15	211.08
VC12 – 05			414.02	414.04	SF- 301	SF- 301	211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	N.C		VC12-01.22	VC12-01.40	VC12-30.40	VC12-23.17	VC12- 02.16	211.08
VC12 – 06			414.02	414.04	SF- 301	SF- 301	211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	N.C		VC12-01.23	VC12-01.41	VC12-30.41	VC12-23.18	VC12- 02.17	211.08
VC12 – 07			414.02	414.04	SF- 301	SF- 301	211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	N.C		VC12-01.24	VC12-01.42	VC12-30.42	VC12-23.19	VC12- 02.18	211.08
VC12 – 08			414.02	414.04	SF- 301	SF- 301	211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	N.C		VC12-01.25	VC12-01.43	VC12-30.43	VC12-23.20	VC12- 02.19	211.08

VC12 – 09			414.02	414.04	SF- 301	SF- 301	211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	N.C		VC12-01.26	VC12-01.44	VC12-30.44	VC12-23.21	VC12- 02.20	211.08
VC12 – 10	SF- 101	SF- 101	414.02	414.04			211	ETH - 01
TNX - CABLE UNION ED. TE - VICENTINA	VC12-05.35	VC12-08.02	VC12-01.27	VC12-01.44	N.C		VC12- 02.21	211.08

CENACE							
SERVICIO	EQUIPAMIENTO						
	SANTA ROSA SMA 16/4		VICENTINA SMA 16/4		TE SC HIT7070		
VC12 – 01	402.21	414.01	414.03	414.04	SF -301	205.10	
CENACE UIO- MIA	VC12 - 01	VC12- 01.02	VC12-01.05	VC12-01.02	VC12-24.02	VC12-01	
VC12 – 02	402.27	414.01	414.03	414.04	SF -301	205.11	
CENACE UIO- MIA	VC12 - 01	VC12- 01.03	VC12-01.03	VC12-01.01	VC12-30.01	VC12-01	
VC12 – 03	402.17	414.01	414.03	414.04	SF -301	205.12	
CENACE UIO- MIA	VC12 - 01	VC12- 01.04	VC12-01.06	VC12-01.03	VC12-30.03	VC12-01	

CESACEL								
SERVICIO	EQUIPAMIENTO							
	ZHORAY 7500		RIOBAMBA OSN 7500		TOTORAS OSN 7500		TE DC HIT7070	
VC12 – 01	26	6	7	8	8	18	202	205.11
CESACEL ZHORAY-MIAMI	VC4-04.15	VC4-02.18	VC4-02.18	VC4-01.63	VC4-01.63	VC4-01.30	VC4-01	VC12-01

CINECABLE TV							
SERVICIO	EQUIPAMIENTO						
	QUITO TE METRO 1000	TE DC HIT7070		POM OSN 3500		IBARRA METRO 1000	
VC12 – 01	5.1	112.08	110	7	16	1	4
CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.01	VC4-01.01	VC4-01.01	VC4-02.01
VC12 – 02	5.1	112.08	110	7	16	1	4
CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.02	VC4-01.02	VC4-01.02	VC4-02.02
VC12 – 03	5.1	112.08	110	7	16	1	4
CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.03	VC4-01.03	VC4-01.03	VC4-02.03
VC12 – 04	5.2	112.09	110	7	16	1	4
CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.04	VC4-01.04	VC4-01.04	VC4-02.04
VC12 – 05	5.3	112.10	110	7	16	1	4
CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.05	VC4-01.05	VC4-01.05	VC4-02.05
VC12 – 06	5.4	112.11	110	7	16	1	4
CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.06	VC4-01.06	VC4-01.06	VC4-02.06
VC12 – 07	5.5	112.12	110	7	16	1	4
CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.07	VC4-01.07	VC4-01.07	VC4-02.07
VC12 – 08	5.6	112.13	110	7	16	1	4

CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.08	VC4-01.08	VC4-01.08	VC4-02.08
VC12 – 09	5.7	112.14	110	7	16	1	4
CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.09	VC4-01.08	VC4-01.08	VC4-02.09
VC12 – 10	5.8	112.15	110	7	16	1	4
CINECABLE T V INET IBA-USA 4NET	VC4-21	VC4-01	VC4-03	VC4-03.10	VC4-01.08	VC4-01.08	VC4-02.10

CLARO										
SERVICIO	EQUIPAMIENTO									
	COCA-OSN 1500		TENA SMA 16		PUYO SMA 16		TOTORAS OSN 7500		TE DC HIT7070	
STM- 1 - 01	509	501	509	501	501	509	1	7	103.3	203
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 01 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 2	VC4 - 1	VC4 - 2		VC4 - 2		VC4 - 10	VC4 - 2	VC4 - 1	VC4 - 10
STM- 1 - 02	509	501	509	501	501	509	1	7	103.3	203
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 2 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 3	VC4 - 2	VC4 - 3		VC4 - 3		VC4 - 8	VC4 - 3	VC4 - 2	VC4 - 8
STM- 1 - 03	509	501	509	501	501	509	1	7	103.3	203
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 03 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 4	VC4 - 3	VC4 - 4		VC4 - 4		VC4 - 4		VC4 - 3	VC4 - 4
STM- 1 - 04	509	501	509	501	501	509	1	7	103.3	203
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 04 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 5	VC4 - 4	VC4 - 5		VC4 - 12	VC4 - 5	VC4 - 14	VC4 - 12	VC4 - 4	VC4 - 14
STM- 1 - 05	509	501	509	501	501	509	1	7	103.3	203

TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 05 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 6	VC4 - 5	VC4 - 6		VC4 - 5	VC4 - 6	VC4 - 13	VC4 - 5	VC4 - 5	VC4 - 13
STM- 1 - 06	509	501	509	501	501	509	1	7	103.3	203
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 06 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 7	VC4 - 6	VC4 - 7		VC4 - 7		VC4 - 6	VC4 - 7	VC4 - 6	
STM- 1 - 07	509	501	509	501	501	509	9	7	103.3	202
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 07 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 12	VC4 - 7	VC4 - 12		VC4 - 9	VC4 - 12	VC4 - 8	VC4 - 9	VC4 - 7	VC4 - 8
STM- 1 - 08	509	501	509	501	501	509	9	7	103.3	202
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 08 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 8		VC4 - 11		VC4 - 11		VC4 - 15	VC4 - 11	VC4 - 8	VC4 - 15
STM- 1 - 09	509	501	509	501	501	509	8	7	103.3	204.02
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 09 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 9		VC4 - 8	VC4 - 9	VC4 - 8		VC4 - 1		VC4 - 9	
STM- 1 - 10	509	501	509	501	501	509	1	7	103.3	203
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 10 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 13	VC4 - 10	VC4 - 10	VC4 - 13	VC4 - 10		VC4 - 8	VC4 - 10	VC4 - 10	VC4 - 8
STM- 1 - 11	509	501	509	501	501	509	8	7	103.3	204.02
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 11 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 14	VC4 - 11	VC4 - 13	VC4 - 14	VC4 - 13		VC4 - 9	VC4 - 13	VC4 - 11	VC4 - 9
STM- 1 - 12	509	501	509	501	501	509	8	7	103.3	204.02
TRANSNEXA CLARO 6 STM-1's 12 ED. TE - S/E FRANCISCO DE ORELLANA	VC4 - 15	VC4 - 12	VC4 - 14	VC4 - 15	VC4 - 14		VC4 - 10	VC4 - 14	VC4 - 12	VC4 - 10

CNT

SERVICIO	EQUIPAMIENTO										
	ZORRITOS ZTE	MACHALA DC HIT7070	MILAGRO DC HIT7070	POLICENTRO DC HIT7070		TE DC HIT7070		TE SC HIT7070			
E1 - 01	209	209	SF-101	104	203.3	201.03	210.01	204.1	103.02	311.02	205.34
UIO LIM E1 POP TO POP	VC4 - 02	VC4-01	VC12-05.05	VC4 - 11	VC4 - 05	VC4 - 05	VC4 - 02	VC4 - 02	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12-01

COLUMBUS

SERVICIO	EQUIPAMIENTO										
	ZORRITOS ZTE	MACHALA DC HIT7070	MILAGRO DC HIT7070	POLICENTRO DC HIT7070		TE DC HIT7070		TE SC HIT7070			
STM- 1 - 01	209	209	SF-101	104	203.3	201.03	210.01	204.1	103.02	311.02	205.34
UIO LIM E1 POP TO POP	VC4 - 02	VC4-01	VC12-05.05	VC4 - 11	VC4 - 05	VC4 - 05	VC4 - 02	VC4 - 02	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12-01

CSED

SERVICIO	EQUIPAMIENTO								
	STODOM 1500	STO DOM DC HIT7070	TE DC HIT7070		TE SC HIT7070		OSN 2500 UIO		
STM- 1 - 01	4	104.02	201	201	103.01	311.01	305.01	6	11
TNX-CSED LAN 01 SDO UEA	VC4-03	VC4-03	VC4-08	VC4 - 08	VC4 - 05	VC4 - 05	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 15.02

ELECTROQUIL

SERVICIO	EQUIPAMIENTO
	VC4 - 01
TNX - ITNX MPLS GYE	MPLS GYE / LIMA

ELECTROQUIL	
SERVICIO	EQUIPAMIENTO
869 Mbps	SW HUAWEI GIGA 1/0/0
GYE RED REGIONAL CONTENT ACCESS	
835 Mbps	SW HUAWEI GIGA 1/0/1
GYE RED REGIONAL CONTENT ACCESS	

INTEGRALDATA										
SERVICIO	EQUIPAMIENTO									
	TENA SMA 16		PUYO SMA 16		TOTORAS OSN 7500		TE DC HIT7070		TE SC HIT7070	
VC12 - 01	509	402.02	509	501	6	7	101	101	301	202.21
TNX - INTEGRALDATA E1 01 ED. TRANASELECTRIC TENA	VC12- 01.02	VC12-01.02	VC12-01.02	VC12-01.05	VC4 - 01.19	VC4 - 01.05	VC4 - 34.19	VC4 - 10.34	VC12 - 08.34	VC12 - 01

INTERNEXA – AXESAT	
SERVICIO	EQUIPAMIENTO
VC12 - 01	GIGA GYE /COL
TNX - ITX AXESAT GYE BOG 01 E1 11380	
VC12 - 02	GIGA GYE /COL
TNX - ITX AXESAT GYE BOG 01 E1 11381	

VC12 - 03	GIGA GYE /COL
TNX - ITX AXESAT GYE BOG 01 E1 11382	
VC12 - 01	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1 14047	
VC12 - 02	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1 15847	
VC12 - 04	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1 6833	
VC12 - 05	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1 17275	
VC12	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1 15649	
VC12 - 06	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1 17372	
VC12 - 07	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1	
VC12 - 08	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1	

VC12 - 09	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1 18560	
VC12 - 10	GIGA 2/0/7 UIO/COL
TNX - ITX AXESAT UIO BOG 01 E1 14047	

INTERNEXA - GLOBAL CROSSING																
SERVICIO	EQUIPAMIENTO															
	ZORRITOS ZTE	MACH DC HIT7070	MIL DC HIT7070	POL DC HIT7070		STO DOM DC HIT7070		UIO OSN 2500	TE SC HIT7070		TE DC HIT7070		POM OSN 3500		TUL OSN 3500	
VC4 - 01	209										111.04	7	8	12	8	
TNX - ITX GC LIM BOG 2WORLD 11097	VC4 - 01	N.C	N.C	N.C		N.C		N.C	N.C		VC4 - 03		VC4 - 05	VC4 - 05	VC4 - 05	VC4 - 05
VC3 - 01											111.03	110	7	8	12	8
TNX - ITX GC UIO BOG 2WORLD 12842	N.C	N.C	N.C	N.C		N.C		N.C	N.C		VC4 - 04	VC4 - 03	VC4 - 03	VC4 - 07	VC4 - 07	VC4 - 07
VC12 - 01				211.8	210.01						204.1	101	7	8	12	8
TNX - ITX GC GYE BOG 2WORLD 14745	N.C	N.C	N.C	VC4 - 01	VC4 - 13	N.C		N.C	N.C		VC4 - 13	VC12 - 39.54	VC4 - 01.54	VC4 - 01.54	VC4 - 01.54	VC4 - 01.54
VC12 - 01				211.04	210.03						204.1	110	7	8	12	8
TNX - ITX GC UIO BOG 2WORLD 19333	N.C	N.C	N.C	VC4 - 01	VC4 - 07	N.C		N.C	N.C		VC4 - 07	VC12 - 39.32	VC4 - 01.32	VC4 - 01.30	VC4 - 01.30	VC4 - 01.30
VC12 - 03									310.02	311.02	103.02	110	7	8	12	8
TNX - ITX GC UIO BOG 2WORLD 17721	N.C	N.C	N.C	N.C		N.C		N.C	VC4 - 01	VC4 - 07	VC4 - 07	VC12 - 41.07	VC4 - 03.07	VC4 - 42.05	VC4 - 42.05	VC4 - 02.41

VC12 - 04												310.02	311.02	103.02	110	7	8	12	8
TNX - ITX GC UIO BOG 2WORLD 17722	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	VC4 - 01	VC4 - 07	VC4 - 07	VC12 - 41.08	VC4 - 03.08	VC4 - 42.06	VC4 - 42.06	VC4 - 02.42
VC12 - 05												310.02	311.02	103.02	110	7	8	12	8
TNX - ITX GC UIO BOG 2WORLD 19334	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	VC4 - 01	VC4 - 07	VC4 - 07	VC12 - 39.03	VC4 - 01.03	VC4 - 01.16	VC4 - 01.16	VC4 - 01.08

INTERNEXA - IFX

SERVICIO	EQUIPAMIENTO											
	ZORRITOS ZTE	TE SC HIT7070		TE DC HIT7070		POM OSN 3500		TUL OSN 3500		JAMONDINO OSN 3500		JAMONDINO OSN 7500
VC12 - 01	209	309.05	311.02	103.2	110	7	8	12	8	11	7	8
TNX - IFX UIO BOG 2WORLD	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12- 01.61	VC4-01.61	VC4 - 01.61	VC4- 01.61	VC4 - 01.61	VC4 - 01.61	VC4 - 01.61	VC4 - 5

INTERNEXA - REP

SERVICIO	EQUIPAMIENTO																
	ZORRIT OS ZTE	MACH DC HIT7070		MIL DC HIT7070		POL DC HIT7070		TE DC HIT7070		TE SC HIT7070		POM OSN 3500		TUL OSN 3500		JAMONDINO OSN 3500	
VC4 - 01	209	209	104	104	203.03	201.03.	210.01	204.01	103.2	311.02	110	7	8	12	8	11	7
TNX - ITX REP UIO MAC 4NET - DWDM	VC4 - 01	VC4 - 05	VC4 - 11	VC4 - 11	VC4 - 05	VC4 - 05	VC4 - 02	VC4 - 02	VC4 - 03	VC4 - 03	VC12- 01.29	VC4 - 01.29	VC4 - 01.17	VC4 - 01.17	VC4 - 01.17	VC4 - 01.17	VC4 - 01.17

INTERNEXA - SPRINT

SERVICIO	EQUIPAMIENTO																
	ZORRITOS ZTE	MACH DC HIT7070		MIL DC HIT7070		POL DC HIT7070		TE DC HIT7070		TE SC HIT7070		POM OSN 3500		TUL OSN 3500		JAMONDINO OSN 3500	
VC12- 01								202.37	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7

UIO MED - ITX SPRINT 19404 (palic)								VC12 - 01	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12- 01.08	VC4 - 01.08	VC4 - 01.36	VC4 - 01.36	VC4 - 01.36	VC4 - 01.36	VC4 - 01.04												
VC12 - 01								202.45	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7												
UIO MED 03- ITX SPRINT 18400 (palic)								VC12 - 01	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12- 02.05	VC12- 02.05	VC12- 02.06	VC12- 02.06	VC12- 02.06	VC12- 02.06	VC12- 02.06												
VC12 - 01								209	209	104	104	203.03	201.03	210.01	204.01	110			7	8	12	8	11	7					
JAM ZORR - ITX SPRINT 18527	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 11	VC4 - 11	VC4 - 05	VC4 - 05	VC4 - 02	VC4 - 02	VC4 - 03.30			VC4 - 03.30	VC4 - 44.01	VC4 - 44.01	VC4 - 44.01	VC4 - 44.01	VC4 - 02.21												
VC12 - 01								209	209	104	104	203.04	201.04	210.03	204.03	110			7	8	12	8	11	7					
JAM ZORR - ITX SPRINT 14889	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 02	VC4 - 02	VC4 - 06	VC4 - 06	VC4 - 03	VC4 - 02	VC4 - 01.55			VC4 - 01.55	VC4 - 01.42	VC4 - 01.42	VC4 - 01.42	VC4 - 01.42	VC4 - 01.08												
VC12 - 01								209	209	104	104	203.03	201.03	210.01	204.01	110			7	8	12	8	11	7					
JAM ZORR - ITX SPRINT 18401	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 11	VC4 - 11	VC4 - 05	VC4-05	VC4-02	VC4 - 02	VC4 - 02.30			VC4 - 02.30	VC4 - 01.21	VC4 - 01.21	VC4 - 01.21	VC4 - 01.21	VC4 - 01.21												
VC12 - 01								209	209	104	104	203.03	201.03	210.01	204.01	110			7	8	12	8	11	7					
LIM MED - ITX SPRINT 19556	VC4 - 01	VC4 - 05	VC4 - 11	VC4 - 11	VC4 - 05	VC4-05	VC4-02	VC4 - 02	VC4 - 01.63			VC4 - 01.63	VC4 - 01.24	VC4 - 01.24	VC4 - 01.24	VC4 - 01.24	VC4 - 01.37												
VC12 - 01													204.04	210.03	204.03	110			7	8	12	8	11	7					
GYE MED - ITX SPRINT 19880							VC12-01	VC4 - 03	VC4 - 03	VC4 - 01.47			VC4 - 01.47	VC4 - 01.39	VC4 - 01.39	VC4 - 01.39	VC4 - 01.39												
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01																													
VC12 - 01											</																		

UIO JAM ITX-TELMEX 3996	VC12 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-01.11	VC12-01.11	VC4 - 01.55	VC4 - 01.55	VC4 - 01.55	VC4 - 01.55	VC4 - 01.03
VC12- 01	205.60	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO JAM ITX-TELMEX 4249	VC12 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-01.33	VC12-01.33	VC4 - 01.58	VC4 - 01.58	VC4 - 01.58	VC4 - 01.58	VC4 - 01.58
VC12- 01	202.37	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO JAM ITX-TELMEX 5441	VC12 - 01	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12-01.08	VC4 - 01.08	VC4 - 01.36	VC4 - 01.36	VC4 - 01.36	VC4 - 01.36	VC4 - 01.04
VC12- 01	202.37	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO JAM ITX-TELMEX 6324	VC12 - 01	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12-01.08	VC4 - 01.08	VC4 - 01.36	VC4 - 01.36	VC4 - 01.36	VC4 - 01.36	VC4 - 01.04
VC12- 01	205.58	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO JAM ITX-TELMEX 6865	VC12 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-01.35	VC12-01.35	VC4 - 01.62	VC4 - 01.62	VC4 - 01.62	VC4 - 01.62	VC4 - 01.62
VC12- 01	205.55	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO JAM ITX-TELMEX 6979	VC12 - 01	VC4 - 01	VC4 - 06	VC12-01.37	VC4 - 01.37	VC4 - 01.22	VC4 - 01.22	VC4 - 01.22	VC4 - 01.22	VC4 - 01.22
VC12- 01	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO JAM ITX-TELMEX 13611	VC12 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-02.38	VC4 - 02.38	VC4 - 02.38	VC4 - 02.38	VC4 - 02.38	VC4 - 02.38	VC4 - 02.38
VC12- 01	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7

INTERNEXA - TWIST								
SERVICIO	EQUIPAMIENTO							
	TE DC HIT7070		POM OSN 3500		TUL OSN 3500		JAMONDINO OSN 3500	
1 STM - 1	112.01	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG STM 1 P	VC4- 01	VC4-06	VC4-06	VC4-03	VC4-03	VC4-38	VC4-38	VC4 - 32

INTERNEXA - VERIZON										
SERVICIO	EQUIPAMIENTO									
	TE SC HIT7070		TE DC HIT7070		POM OSN 3500		TUL OSN 3500		JAMONDINO OSN 3500	
VC12 - 02	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG ITX-VERIZON 11650	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-01.40	VC12-01.40	VC4 - 02.23	VC4 - 02.23	VC4 - 02.23	VC4 - 02.23	VC4 - 02.23
VC12 - 07	205.53	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG ITX-VERIZON 13535	VC12 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-01.46	VC12-01.46	VC4 - 02.32	VC4 - 02.32	VC4 - 02.32	VC4 - 02.32	VC4 - 02.32
VC12 - 08	202.43	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG ITX-VERIZON 17862	VC12 - 01	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12-01.44	VC12-01.44	VC4 - 42.44	VC4 - 42.44	VC4 - 42.44	VC4 - 42.44	VC4 - 02.25
1 STM - 1			111.03	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG ITX-VERIZON 16070			VC4 - 03	VC4 - 20	VC4 - 20	VC4 - 43	VC4 - 43	VC4 - 11	VC4 - 11	VC4 - 20
1 STM - 2			111.03	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG ITX-VERIZON 18241			VC4 - 01	VC4 - 46	VC4 - 46	VC4 - 57	VC4 - 57	VC4 - 46	VC4 - 46	VC4 - 42
1 STM - 3	305.04	311.01	103.01	110	7	8	12	8	11	7

UIO BOG ITX-VERIZON 19825	VC4 - 01	VC4 - 13	VC4 - 13	VC4 - 40	VC4 - 46	VC4 - 46	VC4 - 33	VC4 - 33	VC4 - 33	VC4 - 21
1 STM - 4	305.04	311.01	103.01	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG ITX-VERIZON 19826	VC4 - 02	VC4 - 15	VC4 - 15	VC4-41	VC4-41	VC4-47	VC4-47	VC4 - 59	VC4 - 59	VC4 - 22

INTERNEXA - PDI																	
SERVICIO	EQUIPAMIENTO																
	ZORRITOS ZTE	MACH DC HIT7070		MIL DC HIT7070		POL DC HIT7070		TE SC HIT7070		TE DC HIT7070		POM OSN 3500		TUL OSN 3500		JAMONDINO OSN 3500	
VC12 - 01	209	209	104	104	203.03	201.03	210.01	311.02	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
JAM ZORR - ITX PDI 13285	VC4 - 1	VC4 - 1	VC4- 11	VC4 - 11	VC4 - 05	VC4- 05	VC4 - 02	VC12 - 03	VC4 - 08	VC4 - 08	VC12- 01.13	VC4- 01.13	VC4-01.29	VC4- 01.29	VC4- 01.29	VC4- 01.29	VC4-01.29

INTERNEXA - IPLANET	
SERVICIO	EQUIPAMIENTO
	ROUTER MPLS GYE
VC12 - 275	GIGA 4/8.25
STA ROSA EUA	
VC12 - 73	GIGA 4/8.45
POM EUA	
VC12 - 74 - 80	SW TE
POM EUA	
VC12 - 22	SW HUAWEI POL

GYE EUA	
VC12 - 23- 25	SW HUAWEI POL
GYE EUA	

LOJA SYSTEM													
SERVICIO	EQUIPAMIENTO												
	ZORRITOS ZTE	MACH DC HIT7070		MIL DC HIT7070		POL DC HIT7070		TE SC HIT7070		TE DC HIT7070		POM OSN 3500	
145 Mbps	209	209	104	104	203.03	201.03	210.01	311.02	311.02	103.02	110	7	8
LOJ-EUA IP ACCESS	VC4 - 1	VC4 - 1	VC4- 11	VC4 - 11	VC4 - 05	VC4- 05	VC4 - 02	VC12 - 03	VC4 - 08	VC4 - 08	VC12-01.13	VC4-01.13	VC4-01.29
35 Mbps	209	209	104	104	203.03	201.03	210.01	311.02	311.02	103.02	110	7	8
LOJ-EUA IP ACCESS	VC4 - 1	VC4 - 1	VC4- 11	VC4 - 11	VC4 - 05	VC4- 05	VC4 - 02	VC12 - 03	VC4 - 08	VC4 - 08	VC12-01.13	VC4-01.13	VC4-01.29

MEGADATOS											
SERVICIO	EQUIPAMIENTO										
	TE SC HIT7070		TE DC HIT7070		POM OSN 3500		TUL OSN 3500		JAMONDINO OSN 3500		
VC12- 01	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7	
UIO BOG MEGADATOS BT 12047	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-02.34	VC12-02.34	VC12-02.34	VC12-02.34	VC12-02.34	VC12-02.34	VC12-02.34	
VC12- 03	205.53	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7	
UIO BOG MEGADATOS BT 12049	VC12 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-02.37	VC12-02.37	VC12-02.37	VC12-02.37	VC12-02.37	VC12-02.37	VC12-02.37	

VC12- 05	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG MEGADATOS BT 12317	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-03.21	VC12-03.21	VC12-01.56	VC12-01.56	VC12-01.56	VC12-01.56	VC12-01.56
VC12- 06	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG MEGADATOS BT 14790	VC4 - 01	VC4 - 01	VC4 - 01	VC12-01.09	VC12-01.09	VC12-02.05	VC12-02.05	VC12-02.05	VC12-02.05	VC12-02.05
VC12- 09	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG MEGADATOS BT 15487	VC4 - 01	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12-01.36	VC12-01.36	VC12-01.35	VC12-01.35	VC12-01.35	VC12-01.35	VC12-01.36
VC12- 10	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG MEGADATOS BT 15488	VC4 - 01	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12-01.43	VC12-01.43	VC12-01.43	VC12-01.43	VC12-01.43	VC12-01.43	VC12-01.43
VC12- 11	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG MEGADATOS BT 15489	VC4 - 01	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12-01.38	VC12-01.38	VC12-01.38	VC12-01.38	VC12-01.38	VC12-01.38	VC12-01.38
VC12- 12	309.05	311.02	103.02	110	7	8	12	8	11	7
UIO BOG MEGADATOS BT 15486	VC4 - 01	VC4 - 06	VC4 - 06	VC12-01.45	VC12-01.45	VC12-01.41	VC12-01.41	VC12-01.41	VC12-01.41	VC12-01.45

MEGA SPEED TELECOM												
SERVICIO	EQUIPAMIENTO											
	TE SC HIT7070	TE DC HIT7070	TOTORAS OSN 7500		RIOBAMBA OSN 7500		ZHORAY OSN 7500		CUE DC HIT 7070		GUALAQUIZA SMA	
VC3 - 01		212.06	202	18	3							
LAT EUA LAN 01 ED TE - S/E TOTORAS		VC4 - 01	VC4- 10.2	VC4- 10.2	VC4- 3.2							

VC3 - 02			212.06	202	18	3								
LAT EUA LAN 01 ED TE - S/E TOTORAS			VC4 - 01	VC4- 10.2	VC4- 10.01	VC4- 8.2								
VC12 - 01	202.26	311.01	103.01	204.04	7	8	8	11	18	5	202	201.01	501	402.01
GUA EUA LAN 01 ED TE - PDP GUALAQUIZA	VC12 - 01	VC4 - 03 SF - 23.15	VC4 - 03 SF -47.15	VC4 - 05 SF -48.19	VC4- 05	VC4- 05	VC4- 05	VC4- 02	VC4- 02	VC4- 09	VC4- 04 SF -01.19	VC4- 01 SF -02.09	VC12 - 01.09	VC12 - 01
VC12 - 02	202.24	311.01	103.01	204.04	7	8	8	11	18	5	202	201.01	501	402.02
GUA EUA LAN 01 ED TE - PDP GUALAQUIZA	VC12 - 01	VC4 - 03 SF - 23.12	VC4 - 03 SF -47.12	VC4 - 05 SF -48.52	VC4- 05	VC4- 05	VC4- 05	VC4- 02	VC4- 02	VC4- 09	VC4- 04 SF -01.52	VC4- 01 SF -02.10	VC12 - 01.10	VC12 - 01
VC12 - 03	202.38	311.02	103.02	204.04	7	8	8	11	18	5	202	201.01	501	402.03
GUA EUA LAN 01 ED TE - PDP GUALAQUIZA	VC12 - 01	VC4 - 03 SF - 08.26	VC4 - 08 SF -10.26	VC4 - 05 SF -48.09	VC4- 05	VC4- 05	VC4- 05	VC4- 02	VC4- 02	VC4- 09	VC4- 04 SF -01.09	VC4- 01 SF -02.35	VC12 - 01.35	VC12 - 01
SERVICIO	OPOMETRO TE		TE DC HIT7070		POL DC HIT7070		MIL DC HIT7070		ZHORAY OSN 7500		CUE DC HIT 7070		LOJA SMA	
VC12 - 01			111.01	204.01	210.01	201.03	203.03	103	7	11	501	509	509	412
ZAM EUA LAN 01 ED TE - PDP ZAMORA		F3/2	VC4 - 03 SF -55.01	VC4 - 03 SF -23.51	VC4- 03	VC4- 16	VC4- 16 SF - 23.51	VC4- 07 SF - 27.50	VC4-07.50	VC4- 02.16	VC12-02.16	VC12-04.18	VC12-04.18	VC12 - 01.26
VC12 - 02			111.01	204.01	210.01	201.03	203.03	103	7	11	501	509	509	412
ZAM EUA LAN 01 ED TE - PDP ZAMORA		F3/2	VC4 - 03 SF -55.02	VC4 - 03 SF -23.52	VC4- 03	VC4- 16	VC4- 16 SF - 23.52	VC4- 07 SF - 27.51	VC4-07.51	VC4- 02.17	VC12-02.17	VC12-04.19	VC12-04.19	VC12 - 01.36
VC12 - 03			111.01	204.01	210.01	201.03	203.03	103	7	11	501	509	509	412
ZAM EUA LAN 01 ED TE - PDP ZAMORA		F3/2	VC4 - 03 SF -55.03	VC4 - 03 SF -23.53	VC4- 03	VC4- 16	VC4- 16 SF - 23.53	VC4- 07 SF - 27.52	VC4-07.52	VC4- 02.18	VC12-02.18	VC12-04.20	VC12-04.20	VC12 - 01.63
SERVICIO	OPOMETRO TE		TE DC HIT7070		POL DC HIT7070		MIL DC HIT7070		ZHORAY OSN 7500		CUE DC HIT 7070		GUALAQUIZA SMA	
VC12 - 04			111.01	204.01	210.01	201.03	203.03	103	6	11	202	201.01	501	411.02
ZAM EUA LAN 01 ED TE - PDP ZAMORA		F3/2	VC4 - 03 SF -55.04	VC4 - 03 SF -23.59	VC4- 03	VC4- 16	VC4- 16 SF - 23.59	VC4- 11 SF - 18.01	VC4-11.01	VC4- 10.03	VC12-18.01	VC12-02.05	VC12 - 01.05	VC12-01.39

VC12 - 05	F3/2	111.01	204.01	210.01	201.03	203.03	103	6	11	202	201.01	501	411.02
ZAM EUA LAN 01 ED TE - PDP ZAMORA		VC4 - 03 SF -55.05	VC4- 03 SF -23.60	VC4- 03	VC4- 16	VC4- 16 SF - 23.60	VC4- 11 SF - 18.02	VC4-11.02	VC4- 10.02	VC12-18.02	VC12-02.08	VC12 -01.08	VC12-01.42
VC12 - 06	F3/2	111.01	204.01	210.01	201.03	203.03	103	6	11	202	201.01	501	411.02
ZAM EUA LAN 01 ED TE - PDP ZAMORA		VC4 - 03 SF -55.06	VC4- 03 SF -23.61	VC4- 03	VC4- 16	VC4- 16 SF - 23.61	VC4- 11 SF - 18.03	VC4-11.03	VC4- 04.03	VC12-18.03	VC12-01.11	VC12 -01.11	VC12-01.43
VC12 - 07	F3/2	111.01	204.01	210.01	201.03	203.03	103	6	11	202	201.01	501	411.02
ZAM EUA LAN 01 ED TE - PDP ZAMORA		VC4 - 03 SF -55.07	VC4- 03 SF -23.62	VC4- 03	VC4- 16	VC4- 16 SF - 23.62	VC4- 11 SF - 18.04	VC4-11.04	VC4- 04.04	VC12-18.04	VC12-02.12	VC12 -01.12	VC12-01.44
VC12 - 08	F3/2	111.01	204.01	210.01	201.03	203.03	103	6	11	202	201.01	501	411.02
ZAM EUA LAN 01 ED TE - PDP ZAMORA		VC4 - 03 SF -55.08	VC4- 03 SF -23.63	VC4- 03	VC4- 16	VC4- 16 SF - 23.63	VC4- 11 SF - 18.05	VC4-11.05	VC4- 04.05	VC12-18.05	VC12-02.13	VC12 -01.13	VC12-01.54
VC12 - 09	F3/2	111.01	204.03	210.03	201.04	203.04	103	6	11	202	201.01	501	411.02
ZAM EUA LAN 01 ED TE - PDP ZAMORA		VC4 - 03 SF -55.09	VC4- 04 SF -11.37	VC4- 04	VC4- 14	VC4- 14 SF - 14.42	VC4- 11 SF - 18.06	VC4-11.06	VC4- 04.06	VC12-18.06	VC12-02.14	VC12 -01.14	VC12-01.54

Anexo 4. Servicios Operativos de la Red

Cliente	Capacidad	Ruta	Red	Puertos Origen	Tipo de interface	Puertos Destino
AEPROVI	960 Mbps	QUITO	MPLS	4/2/2	Gigabit Ethernet	N.A.
AT&T GNS	1 x STM1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	111.04	Interconexión STM-4	7.14
AT&T GNS	1 x STM1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	19	STM-1	7.32
AT&T GNS	1 x STM1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	21	STM-1	7.41
AT&T GNS	1 x STM4	BOGOTÁ – CARACAS	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA
AT&T GNS	1 x STM4	BOGOTÁ – CARACAS	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA
CABLE UNION	10 E1s	QUITO – VICENTINA	SDH	211.08	Fast Ethernet	FE 03
CENACE	64 kbps	SANTA ROSA - VICENTINA - QUITO	SDH	-	-	-
CENACE	64 kbps	SANTA ROSA - VICENTINA - QUITO	SDH	-	-	-
CENACE	64 kbps	SANTA ROSA - VICENTINA - QUITO	SDH	-	-	-
CESACEL	5 E1s	ZHORAY - RIOBAMBA - TOTORAS - QUITO	SDH	26.01	Fast Ethernet	211.05
CINECABLE TV	104 E1s	TULCÁN - POMASQUI – QUITO	SDH	13.02	Gigabit Ethernet	14.02
CINECABLE TV	1 E1	QUITO	IP	1/0/9	Gigabit Ethernet	N.A.
CINECABLE TV	2 E1s	QUITO - POLICENTRO - MILAGRO - ZHORAY - LOJA	SDH	FE 4/2	Fast Ethernet	303.06
CINECABLE TV	24 E1s	IBARRA - POMASQUI – QUITO	SDH	4.01	Fast Ethernet	4.11
CLARO	1 x STM1	QUITO	SDH	112.04	Interconexión STM-4	7.18
CLARO	1 x STM1	GUAYAQUIL - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA - LOJA	DWDM / SDH	202.02	Interconexión STM-16	406
CLARO	1 x STM1	GUAYAQUIL - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA - LOJA	SDH	202.02	Interconexión STM-16	411.03
CLARO	1 x STM1	QUITO - TOTORAS - PUYO - TENA - FCO. DE ORELLANA	SDH	103.03	Interconexión STM-16	501
CLARO	1 x STM1	QUITO - TOTORAS - PUYO - TENA - FCO. DE ORELLANA	SDH	103.03	Interconexión STM-16	501
CLARO	1 x STM1	QUITO - TOTORAS - PUYO - TENA - FCO. DE ORELLANA	SDH	103.03	Interconexión STM-16	501
CLARO	1 x STM1	QUITO - TOTORAS - PUYO - TENA - FCO. DE ORELLANA	SDH	103.03	Interconexión STM-16	501
CLARO	1 x STM1	QUITO - TOTORAS - PUYO - TENA - FCO. DE ORELLANA	SDH	103.03	Interconexión STM-16	501

CLARO	1 x STM1	QUITO - TOTORAS - PUYO - TENA - FCO. DE ORELLANA	SDH	103.03	Interconexión STM-16	501
CLARO	6 x STM1	QUITO - TOTORAS - PUYO - TENA - FCO. DE ORELLANA	SDH	103.03	Interconexión STM-16	501
CLARO	3 x STM1	GUAYAQUIL - QUEVEDO - PORTOVIEJO - MANTA	SDH	202.02	Interconexión STM-16	6, 21, 7
CLARO	4 x STM1	GUAYAQUIL - QUEVEDO - PORTOVIEJO - MANTA	SDH	202.02	Interconexión STM-16	5
CLARO	1 x STM1	GUAYAQUIL - QUEVEDO - PORTOVIEJO	SDH	104.02	Interconexión STM-4	415.03
CLARO	1 x STM1	GUAYAQUIL - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA - LOJA	SDH	104.02	Interconexión STM-4	406
CLARO	1 x STM1	GUAYAQUIL - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA - LOJA	SDH	104.02	Interconexión STM-4	406
CLARO	1 x STM1	GUAYAQUIL - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA - LOJA	SDH	104.02	Interconexión STM-4	406
CLARO	1 x STM1	GUAYAQUIL - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA - LOJA	SDH	104.02	Interconexión STM-4	406
CLARO	1 x STM4	QUITO - POMASQUI – TULCÁN	SDH	305.02	Interconexión STM-1	6.01
CLARO	1 x STM1	GUAYAQUIL - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA - LOJA - ZAMORA	SDH	202.02	Interconexión STM-16	1.01
CNT	10 Gbps	QUITO – CARTAGENA	DWDM	1/2/5	10 Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
CNT	10 Gbps	QUITO – CARTAGENA	DWDM	2/2/1	10 Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
CNT	1 E1	QUITO - GUAYAQUIL - MILAGRO - MACHALA	DWDM / SDH	211.16	G.703	209.01.05
COM&NET	170 E1s	MACHALA – QUITO	DWDM	2/2/9 P.3	Gigabit Ethernet	3/2/9 P.3
COLUMBUS	1 E1	QUITO - GUAYAQUIL - MILAGRO - MACHALA	DWDM / SDH	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA
COLUMBUS	2 Mbps	GUAYAQUIL – QUITO	MPLS	0/0/6	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
CSED	108,5 E1s	SANTO DOMINGO – QUITO	OTN	0/17 P. 06	Gigabit Ethernet	4/17 P. 06
ELECTROQUIL	2048 kbps	GUAYAQUIL – LIMA	MPLS	FE 0/1	Fast Ethernet	RED INTERNEXA
ECUADOR TELECOM	915 Mbps	GUAYAQUIL – MEDELLÍN	MPLS	1/1/4	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
ECUADOR TELECOM	2332 Mbps	QUITO – MEDELLÍN	MPLS	8/2/1	10 Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTEGRALDATA	1 E1	TENA - PUYO -TOTORAS – QUITO	SDH	402.02	G.703	202.21
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	GUAYAQUIL – BOGOTÁ	MPLS	0/0/1	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	GUAYAQUIL – BOGOTÁ	MPLS	0/0/1	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	GUAYAQUIL – BOGOTÁ	MPLS	0/0/1	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA

INTERNEXA - AXESAT	2 Mbps	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - AXESAT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/7	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.63	G.703	7.1.21
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.14
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.50	G.703	7.2.30
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.56
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.48
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.1
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.05	G.703	7.1.2
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.14
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	202.18	G.703	7.1.47
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	202.20	G.703	7.2.44
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	202.22	G.703	7.2.50
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.1
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.2
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.23
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.20
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.24
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.35
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.3
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.39	G.703	7.1.51
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.52
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.53
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.57
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.48
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.41
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.44
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.59

INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.3.05
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.19
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	6.10	G.703	7.2.20
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.63	G.703	7.1.21
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.58
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.59
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.60
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.61
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.11
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.12
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.13
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.16
INTERNEXA - BTLATAM	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.18
INTERNEXA - BTLATAM	1 x DS3	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	112.05	Interconexión STM-1	7.4.2
INTERNEXA - CLARA	256 kbps	GUAYAQUIL – QUITO	MPLS	0/7	Fast Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - CLARA	600 Mbps	GUAYAQUIL - MILAGRO - MACHALA	MPLS	0/24	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 x STM1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	111.04	Interconexión STM-4	7.05
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 x DS3	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	111.03	Interconexión STM-4	7.3.2
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 E1	GUAYAQUIL - QUITO - POMASQUI - TULCÁN – JAMONDINO	DWDM / SDH	211.08	Interconexión STM-1	7.1.54
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 E1	GUAYAQUIL - QUITO - POMASQUI - TULCÁN – JAMONDINO	DWDM / SDH	211.04	Interconexión STM-1	7.1.30
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	310.02	Interconexión STM-1	7.2.7
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	310.02	Interconexión STM-1	7.2.8
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	310.02	Interconexión STM-1	7.2.9
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	310.02	Interconexión STM-1	7.2.43
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	310.02	Interconexión STM-1	7.2.44

INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 E1	QUITO – MACHALA	DWDM / SDH	111.04	Interconexión STM-4	209.1.09
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 x STM16	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	13	STM-16	7.49
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 x STM16	QUITO – MACHALA	DWDM / SDH	103.04	STM-16	210.01
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 x DS3	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	111.03	Interconexión STM-4	7.3.3
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	36 E1s	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	111.03	Interconexión STM-4	7.4 12-43, 37 7.3 1,2,3, 6-17
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	4 E1s	QUITO – MACHALA	SDH	111.03	Interconexión STM-4	209.1 12,13,14,15
INTERNEXA - GLOBAL CROSSING	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	111.03	Interconexión STM-4	7.1.4
INTERNEXA - IFX	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.61
INTERNEXA - REP	1 E1	JAMONDINO - TULCÁN - POMASQUI - QUITO - MACHALA	DWDM / SDH	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA
INTERNEXA - SPRINT	10 Mbps	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/10	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
INTERNEXA - SPRINT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	202.45	G.703	7.2.06
INTERNEXA - SPRINT	1 E1	JAMONDINO - TULCÁN - POMASQUI - QUITO - MACHALA	DWDM / SDH	7.2.21	Interconexión STM-64	209.1.29
INTERNEXA - SPRINT	1 E1	JAMONDINO - TULCÁN - POMASQUI - QUITO - MACHALA	DWDM / SDH	7.1.8	Interconexión STM-64	209.1.22
INTERNEXA - SPRINT	1 E1	JAMONDINO - TULCÁN - POMASQUI - QUITO - GUAYAQUIL - MILAGRO - MACHALA	DWDM / SDH	7.1.21	Interconexión STM-64	209.1.30
INTERNEXA - SPRINT	1 E1	JAMONDINO - TULCÁN - POMASQUI - QUITO - MACHALA	MPLS	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA	RED INTERNEXA
INTERNEXA - SPRINT	1 E1	JAMONDINO - TULCÁN - POMASQUI - QUITO - MACHALA	DWDM / SDH	209.1.31	Interconexión STM-16	7.1.37
INTERNEXA - SPRINT	1 E1	GUAYAQUIL - QUITO - POMASQUI - TULCÁN – JAMONDINO	DWDM / SDH	204.04	G.703	7.1.39
INTERNEXA - SPRINT	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	310.02	Interconexión STM-1	7.1.47
INTERNEXA - TELMEX	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.50	G.703	7.1.3
INTERNEXA - TELMEX	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.60	G.703	7.1.58
INTERNEXA - TELMEX	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.58	G.703	7.1.62

INTERNEXA - TELMEX	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.55	G.703	7.1.22
INTERNEXA - TELMEX	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.38
INTERNEXA - TELMEX	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.4
INTERNEXA - TWIST	1 x STM1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	112.01	Interconexión STM-1	7.4.32
INTERNEXA - VERIZON	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.23
INTERNEXA - VERIZON	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	202.53	G.703	7.2.32
INTERNEXA - VERIZON	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	202.43	G.703	7.2.25
INTERNEXA - VERIZON	1 x STM1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	111.03	Interconexión STM-4	7.20
INTERNEXA - VERIZON	1 x STM1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	111.03	Interconexión STM-4	7.42
INTERNEXA - VERIZON	1 x STM1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	305.04	Interconexión STM-4	7.21
INTERNEXA - VERIZON	1 x STM1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	305.04	Interconexión STM-4	7.22
INTERNEXA - PDI	256 kbps	JAMONDINO - TULCÁN - POMASQUI - QUITO - MACHALA	DWDM / SDH	7.1.29	Interconexión STM-64	209.1.24
IPLANET	315 E1s	SANTA ROSA - QUITO	IP	1/0/19	Gigabit Ethernet	N.A.
IPLANET	90 E1s	POMASQUI - QUITO	IP	1/0/18	Gigabit Ethernet	N.A.
IPLANET	5 E1s	SALITRAL - POLICENTRO	MPLS	0/0/9	Gigabit Ethernet	N.A.
IPLANET	45.5 E1s	GUAYAQUIL - QUITO	MPLS	0/0/11	Gigabit Ethernet	N.A.
LOJA SYSTEM	230 Mbps	QUITO - POLICENTRO - MILAGRO - ZHORAY - LOJA	DWDM / SDH	28.1 / 28.3	Gigabit Ethernet	209.01 / 104.03
MEGADATOS	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.34
MEGADATOS	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	205.53	G.703	7.2.37
MEGADATOS	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.56
MEGADATOS	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.5
MEGADATOS	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.36
MEGADATOS	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.43
MEGADATOS	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.38
MEGADATOS	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.45
MEGA SPEED TELECOM	20 E1s	TOTORAS - QUITO	SDH	3.02	Fast Ethernet	212.06
MEGA SPEED TELECOM	3 E1s	GUALAQUIZA - CUENCA - QUITO	SDH	402.02 /01, 02, 03	G.703	202.26 / 24 / 38
MEGA SPEED TELECOM	18 E1s	ZAMORA - LOJA - CUENCA - QUITO	SDH	FE 3/2	Fast Ethernet	FE 3/3
NETTPLUS	385 Mbps	QUITO - POLICENTRO - MILAGRO - ZHORAY - LOJA	DWDM / SDH	28.1 / 28.3	Gigabit Ethernet	209.01 / 104.03
NETTPLUS	395 Mbps	QUITO - POLICENTRO - MILAGRO - ZHORAY - LOJA	DWDM / SDH	28.1 / 28.3	Gigabit Ethernet	209.01 / 104.03
NETTPLUS	25 E1s	ZAMORA - LOJA - CUENCA - QUITO	SDH	FE 3/4	Fast Ethernet	FE 1/3

NEW ACCESS	113 E1s	QUITO	IP	8/1/1	Gigabit Ethernet	N.A.
NEW ACCESS	11 E1s	GUAYAQUIL - QUITO	DWDM	0/19	Fast Ethernet	N.A.
NEW ACCESS	26 E1s	GUAYAQUIL - QUITO	DWDM	0/20	Fast Ethernet	N.A.
NEW ACCESS	12 E1s	YANTAZA - GUALAQUIZA - CUENCA - QUITO	SDH	FE 3	Fast Ethernet	FE 4/3
NEW ACCESS	2 E1s	ZAMORA - LOJA - CUENCA - QUITO	SDH	FE 3/3	Fast Ethernet	13.06
NEW ACCESS	2 E1s	YANTAZA - GUALAQUIZA - CUENCA - QUITO	SDH	FE 2	Fast Ethernet	13.08
OMEGADATOS	100 Mbps	RED CNT	RED CNT	RED CNT	RED CNT	RED INTERNEXA
OMEGADATOS	60 Mbps	RED CNT	RED CNT	RED CNT	RED CNT	RED INTERNEXA
OMEGADATOS	50 Mbps	RED CNT	RED CNT	RED CNT	RED CNT	RED INTERNEXA
OMEGADATOS	40 Mbps	RED CNT	RED CNT	RED CNT	RED CNT	RED INTERNEXA
PUNTONET	129 E1s	QUITO	MPLS	6/0/1	10 Gigabit Ethernet	N.A.
PUNTONET	493 E1s	GUAYAQUIL - QUITO	DWDM	1/2/8 P. 02	Gigabit Ethernet	4/1/9 P. 02
PUNTONET	156 E1s	MANTA - PORTOVIEJO - QUEVEDO - STO. DOMINGO - QUITO	SDH	8.01	Fast Ethernet	104.02
PUNTONET	62 E1s	QUEVEDO - STO. DOMINGO - QUITO	SDH	FE 4/3	Fast Ethernet	FE 03
PUNTONET	259 E1s	SANTO DOMINGO - QUITO	SDH	11.01	Gigabit Ethernet	12.02
PUNTONET	72 E1s	LOJA - CUENCA - RIOBAMBA - TOTORAS - QUITO	SDH	FE 4/4	Fast Ethernet	212.08
PUNTONET	32 E1s	MACHALA - QUITO	DWDM	2/2/9 P.02	Gigabit Ethernet	3/2/9 P.02
PUNTONET	320 E1s	CUENCA - ZHORAY - MILAGRO - POLICENTRO - QUITO	DWDM / SDH	209.01	Gigabit Ethernet	306.01
PUNTONET	10 E1s	MILAGRO - QUITO	DWDM / SDH	210.02	Fast Ethernet	FE 4/3
PUNTONET	156 E1s	RIOBAMBA - TOTORAS - QUITO	SDH	13.02	Fast Ethernet	12.04
PUNTONET	70 E1s	TOTORAS - QUITO	SDH	0/2 P.02	Gigabit Ethernet	5/2 P.07
PUNTONET	8 E1s	TULCÁN - POMASQUI- QUITO	SDH	16.02	Fast Ethernet	210.08
PUNTONET	2 E1s	TENA - PUYO -TOTORAS - QUITO	SDH	403.01	E3	208.01
PUNTONET	4 E1s	QUITO - GUAYAQUIL - PASCUALES - STA. ELENA	DWDM / SDH	FE 02	Fast Ethernet	FE 09
PUNTONET	29 E1s	QUITO - TOTORAS - PUYO - TENA - FCO. DE ORELLANA	SDH	12.01	Fast Ethernet	12.03
PUNTONET	98 E1s	QUITO - POMASQUI - IBARRA	SDH	N.A.	N.A.	N.A.
PUNTONET	5 E1s	QUITO - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA - GUALAQUIZA	DWDM / SDH	402 / 04, 06. 07, 16. 25	G.703	205/ 25, 28, 54, 31, 27
PUNTONET	32 E1s	QUITO - TOTORAS - RIOBAMBA - ZHORAY - CUENCA - SUCÚA	SDH	212.04	Fast Ethernet	13.05
PUNTONET	13 E1s	QUITO - TOTORAS - RIOBAMBA - ZHORAY - CUENCA	SDH	FE 3/2	Fast Ethernet	12.06

		- MACAS				
PUNTONET	2 E1s	QUITO	MPLS	2/0/3	Interconexión Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
PUNTONET	2 E1s	QUITO - GUAYAQUIL - MILAGRO - MACHALA	DWDM / SDH	2/0/3	Interconexión Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
PUNTONET	17 E1s	MPLS	DWDM / SDH	0/0/4	Gigabit Ethernet	2/0/2
PUNTONET	10 E1s	QUITO - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA	DWDM / SDH	FE 4/2	Fast Ethernet	FE 3/4
PUNTONET	4 E1s	QUITO - TOTORAS - RIOBAMBA - ZHORAY - CUENCA	SDH	205 / 06, 26 202/ 57, 25	G.703	FE 1/4
PUNTONET	5 E1s	QUITO - TOTORAS - RIOBAMBA - ZHORAY - CUENCA - LOJA	SDH	13.07	Fast Ethernet	FE 1/4
PUNTONET	1 E1	QUITO - STO. DOMINGO - QUEVEDO - PORTOVIEJO - MANTA	SDH	12.01	Fast Ethernet	13.01
PUNTONET	3 E1s	QUITO - STO. DOMINGO - QUEVEDO - PORTOVIEJO - MANTA	SDH	12.01	Fast Ethernet	13.01
PUNTONET	16 E1s	QUITO - STO. DOMINGO - QUEVEDO	SDH	212.04	Fast Ethernet	FE 4/2
PUNTONET	12 E1s	QUITO - STO. DOMINGO	SDH	FE 3/1	Fast Ethernet	FE 4/1
PUNTONET	15 E1s	QUITO - TOTORAS	SDH	13.04	Fast Ethernet	3.03
PUNTONET	5 E1s	QUITO - TOTORAS - RIOBAMBA	SDH	303.05	Fast Ethernet	16.03
PUNTONET	5 E1s	QUITO - MILAGRO	DWDM / SDH	FE 4/3	Fast Ethernet	210.02
PUNTONET	11 E1s	QUITO - STO. DOMINGO - QUEVEDO - PORTOVIEJO	SDH	13.01	Fast Ethernet	12.04
PUNTONET	1 E1	QUITO - GUAYAQUIL - MILAGRO - MACHALA	DWDM / SDH	205.04	G.703	1.05
PUNTONET	3 E1s	QUITO - GUAYAQUIL - PASCUALES - STA. ELENA	DWDM / SDH	204.01 / 09 / 11	G.703	3, 6, 7
PUNTONET	1 E1	TULCÁN - POMASQUI- QUITO	SDH	202.33	G.703	5.07
PUNTONET	6 E1s	GUAYAQUIL - MILAGRO - ZHORAY - CUENCA	SDH	103.06	Fast Ethernet	FE 4/4
SITA	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	310.02	Interconexión STM-1	7.1.13
TELCONET	20 E1s	QUITO	IP	1/0/4	Gigabit Ethernet	N.A.
TELCONET	1 x DS3	QUITO	SDH	309.03	Interconexión STM-1	7.10.1
TELCONET	1 x DS3	QUITO	SDH	208.02	E3	7.10.3
TELCONET	1 E1	QUITO	MPLS	2/0/8	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
TELCONET	1 E1	QUITO	MPLS	2/0/8	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.2.22
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/8	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/8	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA

TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	2/0/8	Gigabit Ethernet	RED INTERNEXA
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	309.05	Interconexión STM-1	7.1.11
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	211.30	G.703	7.1.19
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	211.31	G.703	7.1.63
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	211.32	G.703	RED INTERNEXA
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	211.33	G.703	7.2.55
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	211.34	G.703	7.2.56
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	211.35	G.703	7.2.57
TELCONET	1 E1	QUITO - POMASQUI - TULCÁN - JAMONDINO	SDH	211.36	G.703	RED INTERNEXA
VILCANET	150 Mbps	RED CNT	RED	RED CNT	RED CNT	RED INTERNEXA
ZENIX	123 Mbps	QUITO	IP	2/0/23	Gigabit Ethernet	N.A.
ZENIX	5 Mbps	QUITO - VICENTINA	SDH	FE	Fast Ethernet	FA 01
ZENIX	10 Mbps	TOTORAS - QUITO	SDH	3.04	Fast Ethernet	212.07
ZENIX	12 Mbps	MANTA - PORTOVIEJO - QUEVEDO - STO. DOMINGO - QUITO	SDH	13.08	Fast Ethernet	FA 02
ZENIX	10 Mbps	POMASQUI - QUITO	SDH	2.02	Fast Ethernet	211.06
CELEC - TRANSELECTRIC	1 E1	QUITO	IP	N.A.	N.A.	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	4,75 E1s	QUITO	IP	6/9	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	2 E1s	QUITO	IP	4/8.4	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	0,5 E1s	QUITO	IP	6/36	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	192 kbps	QUITO	IP	6/29	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1,5 E1s	QUITO	IP	6/10	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	0,25 E1s	QUITO	IP	4/8.19	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	4 E1s	QUITO	IP	4/8.22	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1 E1	QUITO	IP	6/34	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1 E1	QUITO	IP	6/34	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1 E1	QUITO	IP	6/34	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1 E1	QUITO	IP	6/34	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1 E1	QUITO	IP	6/34	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	10 E1s	QUITO	IP	6/34	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	3 E1s	QUITO	IP	6/8	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1024 kbps	QUITO	IP	4/8.20	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	10 E1s	QUITO	IP	4/8.8	Fast Ethernet	N.A.

CELEC - TRANSELECTRIC	2,5 E1s	QUITO	IP	6/22	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1 E1	QUITO	IP	4/8.8	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	2 E1s	QUITO	IP	6/9	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1,5 E1s	QUITO	IP	6/36	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	2700 Mbps	QUITO	IP	6/0/0	10 Gigabit Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	13 Mbps	QUITO	IP	6/31	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1 E1	QUITO	IP	6/12	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	1 E1	QUITO	IP	6/44	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TRANSELECTRIC	6,5 E1s	QUITO	IP	6/41	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TERMOPICHINCHA	4 E1s	QUITO	IP	6/30	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TERMOESMERALDAS	6 Mbps	QUITO	IP	6/35	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - TERMOGAS	2.5 E1s	QUITO	IP	6/39	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - HIDROPAUTE	16 E1s	QUITO	IP	6/19	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - HIDROTOAPI	4 E1s	QUITO	IP	6/40	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - MATRIZ	3 E1s	QUITO	IP	6/38	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - ELECTROGUAYAS	4 E1s	QUITO	IP	6/14	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - ENERNORTE	5 E1s	QUITO	IP	6/45	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - HIDRONACION	6 E1s	QUITO	IP	6/37	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - HIDROAZOGUES	1 E1	QUITO	IP	6/18	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - HIDROAGOYÁN	1.5 E1s	QUITO	IP	6/1	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - GENSUR	10 E1s	QUITO	IP	6/3	Fast Ethernet	N.A.
CELEC - ENERJUBONES	4 E1s	QUITO	IP	6/7	Fast Ethernet	N.A.

Anexo 5. Densidad de puertos

Nodo	Equipo	Tecnología	Tipo de Puertos	Total	Libres
Tulcán (Equipamiento TNX)	Huawei OSN 3500	SDH	FE	4	2
			GE	2	0
	Huawei BWS 1600 OADM	DWDM	10 Gbps	3	0
Pomasqui (Equipamiento TNX)	Huawei OSN 3500	SDH	FE	4	3
			GE	4	1
Ibarra	Huawei Metro 1000	SDH	FE	12	8
			STM-1	4	3
Vicentina	Siemens Surpass HiT 7020	SDH	FE	4	3
EDIFICIO TRANSELECTRIC	Siemens Surpass HiT 7070 SC	SDH	FE	8	2
			GE	3	1
	Siemens Surpass HiT 7070 DC	SDH	FE	24	0
			GE	8	0
	Huawei OSN 2500	SDH	FE	8	1
			GE	4	0
	Huawei OSN 2500	SDH	FE	16	0
	ZTE	SDH	FE	4	1
	Opnet Opmetro 101	SDH	FE	8	1
Huawei Metro 1000	SDH	FE	12	2	
			5	2	
Huawei BWS 1600 OADM	DWDM	10 Gbps GE	16	5	
Santo Domingo	Huawei OSN 1500	SDH	FE	8	3
			GE	4	2
Santo Domingo PDP	Opnet Opmetro 101	SDH	FE	8	4

Quevedo PDP	Opnet Opmetro 101	SDH	FE	4	1
Portoviejo	Huawei OSN 1500	SDH	FE	8	2
			GE	4	3
Manta PDP	Huawei OSN 2500	SDH	FE	8	1
			GE	4	3
Policentro	Siemens Surpass HiT 7070 DC	SDH	FE	4	2
			GE	8	0
	Opnet Opmetro 101	SDH	FE	8	2
	Huawei BWS 1600 OADM	DWDM	GE	8	0
Santa Elena	Siemens Surpass HiT 7020	SDH	FE	4	2
Salitral	Opnet Opmetro 101	SDH	FE	8	0
Milagro	Siemens Surpass HiT 7070 DC	SDH	FE	8	5
Machala	Huawei BWS 1600 OADM	DWDM	10 Gbps	1	63
			GE	8	4
Machala PDP	Opnet Opmetro 101	SDH	FE	8	6
Totoras	Huawei OSN 7500	SDH	FE	8	2
Riobamba	Huawei OSN 7500	SDH	FE	8	7
			GE	4	3
Zhoray	Huawei OSN 7500	SDH	FE	4	1
			GE	3	0
Francisco de Orellana	Huawei OSN 1500	SDH	FE	8	8
			GE	4	3
Cuenca	Siemens Surpass HiT	SDH	FE	4	1

	7070 DC		GE	4	0
Cuenca PDP	Opnet Opmetro 101	SDH	FE	8	0
Hidropaute	Siemens Surpass HiT 7020	SDH	FE	4	0
Loja PDP	Opnet Opmetro 101	SDH	FE	12	1
Yantzaza	Siemens Surpass HiT 7020	SDH	FE	4	2
Zamora	Siemens Surpass HiT 7020	SDH	FE	4	1