

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Estudio de la Implementación de Red Autogestionada sobre DWDM  
para cliente Sweet and Coffe  
en ciudades Guayaquil, Quito y Cuenca con proyección a Nivel  
Nacional**

AUTOR:

Escobar Macías, Joselyne Alexandra

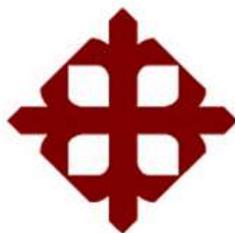
Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

Ruilova Aguirre, María Luzmila

Guayaquil, Ecuador

14 de septiembre del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.  
**Escobar Macías, Joselyne Alexandra** como requerimiento para la  
obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

---

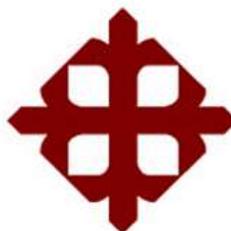
Ruilova Aguirre, María Luzmila

DIRECTOR DE CARRERA

---

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Escobar Macías, Joselyne Alexandra**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación “**Estudio de la Implementación de Red Autogestionada sobre DWDM para cliente Sweet and Coffee en ciudades Guayaquil, Quito y Cuenca con proyección a Nivel Nacional**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías.  
Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

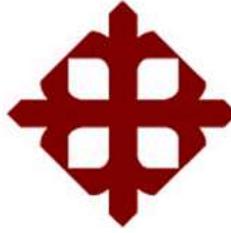
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2017

EL AUTOR

---

Escobar Macías, Joselyne Alexandra



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Escobar Macías, Joselyne Alexandra**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Estudio de la Implementación de Red Autogestionada sobre DWDM para cliente Sweet and Coffee en ciudades Guayaquil, Quito y Cuenca con proyección a Nivel Nacional**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2017

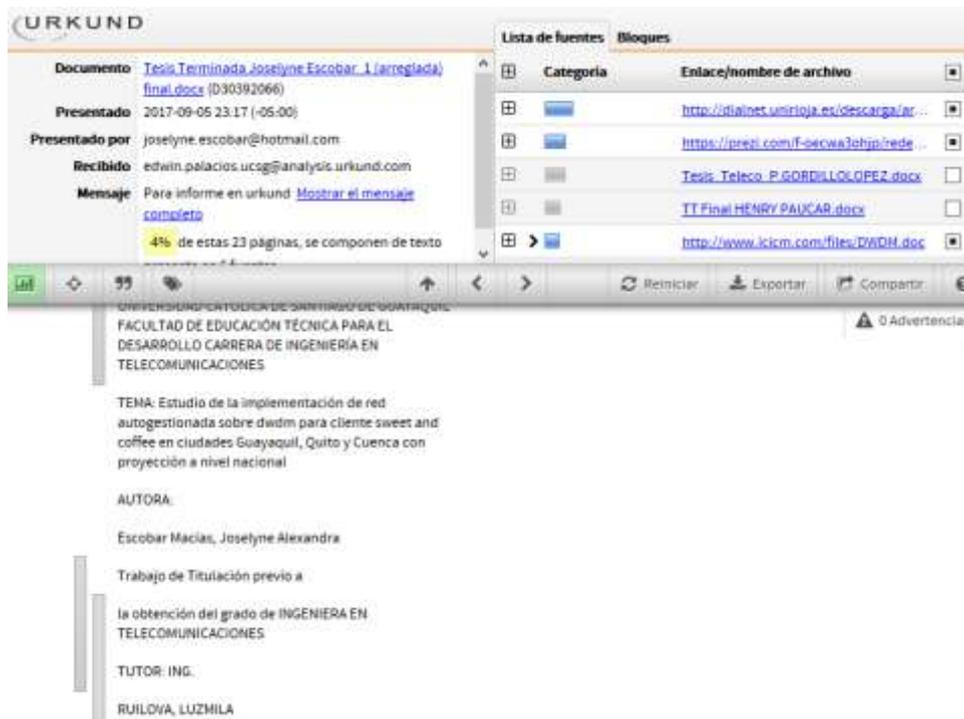
EL AUTOR

---

Escobar Macías, Joselyne Alexandra

## REPORTE DE URKUND

Informe del Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, con 4% de coincidencias perteneciente al estudiante, ESCOBAR MACÍAS JOSELYNE ALEXANDRA.



The screenshot displays the URKUND interface. On the left, document details are shown: 'Documento: Tesis Terminada Joselyne Escobar\_1 (arreglada) final.docx (D30392066)', 'Presentado: 2017-09-05 23:17 (-05:00)', 'Presentado por: joselyne.escobar@hotmail.com', 'Recibido: edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com', and 'Mensaje: Para informe en urkund. Mostrar el mensaje completo'. A yellow highlight indicates '4% de estas 23 páginas, se componen de texto'. On the right, a 'Lista de fuentes' table lists sources with categories and file names. Below the interface, the document content is visible, including the title 'DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES', the topic 'TEMA: Estudio de la implementación de red autogestionada sobre dwdm para cliente sweet and coffee en ciudades Guayaquil, Quito y Cuenca con proyección a nivel nacional', the author 'AUTORA: Escobar Macias, Joselyne Alexandra', and the tutor 'TUTOR: ING. RUILOVA, LUZMILA'.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="http://dialnet.unirioja.es/descarga/ar...">http://dialnet.unirioja.es/descarga/ar...</a>
	<a href="https://prezi.com/f-secwa3chjp/rede...">https://prezi.com/f-secwa3chjp/rede...</a>
	Tesis-Teleco_P.GORDILLOLOPEZ.docx
	TT Final HENRY PAIXAR.docx
	<a href="http://www.icicm.com/files/DWDM.doc">http://www.icicm.com/files/DWDM.doc</a>

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE GUAYAS  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA EN  
TELECOMUNICACIONES

TEMA: Estudio de la implementación de red  
autogestionada sobre dwdm para cliente sweet and  
coffee en ciudades Guayaquil, Quito y Cuenca con  
proyección a nivel nacional

AUTORA:  
Escobar Macias, Joselyne Alexandra

Trabajo de Titulación previo a  
la obtención del grado de INGENIERA EN  
TELECOMUNICACIONES

TUTOR: ING.  
RUILOVA, LUZMILA

Atte.

M. Sc. Luzmila Ruilova Aguirre  
Docente Ocasional – Tutora

## DEDICATORIA

*A Dios,*

Me iluminaste todos los días en mi carrera Universitaria, me demostraste que con tenacidad y fe perseverante nunca miraría hacia el fracaso.

*A mis Padres y Johnnyto,*

Se los dedico a su esfuerzo, a sus palabras de aliento frente a cada adversidad, el apoyo mental y emocional brindado incondicionalmente mientras me formaba como profesional.

*A mis Abuelitos,*

Con este trabajo de tesis culmino la etapa académica que me vieron empezar, pero no finalizar, desde el cielo iluminándome y celebrándome estarán el día de mi graduación. Te lo dedico abuelita Julita por su interés y sus abrazos cariñosos.

*A Salem y Cockie*

EL AUTOR

Escobar Macías, Joselyne Alexandra

## **AGRADECIMIENTO**

A Sweet and Coffee que me otorgó los datos necesarios para la investigación

Al Ing. Cesar Ramírez por su asesoría intelectual en el desarrollo del trabajo de investigación

A mi tutora Ing. Luzmila Ruilova por la atención brindada en el proceso de titulación

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en especial a la Facultad técnica para el desarrollo que me ha formado en el campo Espiritual y Académico.

A mis padres por su paciencia, tolerancia y amor entregado todos los días mientras trabajaba en la investigación.

**EL AUTOR**

Escobar Macías, Joselyne Alexandra



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**ING. MIGUEL ARMANDO HERAS SANCHEZ, M. Sc**  
DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**ING. NESTOR ARMANDO ZAMORA CEDEÑO, M. Sc**  
COORDINADOR DE ÁREA

f. \_\_\_\_\_

**ING. DANIEL BAYARDO BOHORQUEZ HERAS, M. Sc**  
OPONENTE

## Índice General

Índice de Figuras .....	XII
Índice de Tablas.....	XIII
Resumen .....	XIV
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Justificación del Problema. ....	4
1.4. Definición del Problema. ....	4
1.5. Objetivos del Problema de Investigación. ....	5
1.5.1. Objetivo General. ....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. Hipótesis. ....	5
1.7. Metodología de Investigación.....	6
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL DISEÑO DWDM.....</b>	<b>7</b>
2.1. Fundamentos de Multiplexación. ....	7
2.1.1. Jerarquía de la Red .....	7
2.1.2. Redes de trayectorias largas.....	8
2.1.3. Las redes de Acceso .....	9
2.1.4. Las Redes Conmutadas .....	10
2.1.5. Redes de Difusión.....	11
2.1.6. Canales.....	11
2.1.7. Los Nodos.....	12
2.1.8. El Ancho de Banda .....	13
2.1.9. La Multiplexación .....	14
2.1.10. Técnica de Multiplexación por División de Tiempo.....	15
2.1.11. Multiplexación por división de Frecuencia.....	16
2.2. Introducción a DWDM.....	17
2.2.1. Definiciones de WDM .....	18
2.2.2. Comparaciones entre TDM Y WDM.....	20

2.2.3.	Razones para utilizar DWDM .....	21
2.2.4.	Características de las Redes DWDM .....	21
2.2.5.	Parámetros de Transmisión en DWDM .....	23
2.2.6.	Diseño de la red óptica DWDM.....	24
2.3.	CCNA Routing and Switching.....	25
2.3.1.	La Red LAN .....	25
2.3.2.	Topologías de la Red LAN .....	27
2.3.3.	Tipos de Topologías .....	28
2.3.4.	El modelo OSI.....	29
2.3.5.	Las Capas del Modelo OSI.....	30
2.3.6.	Tecnología TCP/IP.....	31
2.3.7.	Ruteo en entornos IP .....	31
2.3.8.	IGRP.....	32
2.3.9.	EIGRP .....	33
2.3.10.	BGP.....	34
2.3.11.	Distancia Administrativa .....	35
2.3.12.	Routing Protocol .....	36
2.3.13.	OSPF (OPEN SHORTEST PATH FIRST) .....	37
<b>CAPÍTULO 3: SIMULACION DE RED AUTOGESTIONADA SOBRE DWDM EN CIUDADES GUAYAQUIL, QUITO Y CUENCA CON PROYECCION A NIVEL NACIONAL.....</b>		
3.1.	Red Actual Sweet & Coffee .....	39
3.2.	Integración Red Dwdm .....	40
3.2.1.	Respecto A La Última Milla.....	40
3.2.2.	Aplicación De Protocolos .....	40
3.2.3.	Acerca de la proyección a Nivel Nacional .....	43
3.3.	EN RELACIÓN CON LA AUTOGESTIÓN.....	43
3.3.1.	La Comunidad SNMP.....	43
3.3.2.	EL CONTROL DE TRÁFICO .....	44
3.4.	ESQUEMA PLANTEADO SOBRE DWDM.....	44

3.4.1. La Simulación en Gns3 .....	44
3.4.2. Aportaciones según el estudio .....	46
<b>CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
4.1. Conclusiones.....	53
4.2. Recomendaciones.....	54
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>

## Índice de Figuras

### Capítulo 1:

Figura 1. 1: NN.....	6
----------------------	---

### Capítulo 2

Figura 2. 1: Jerarquía de la red Global.....	7
Figura 2. 2: Jerarquía de la red global.....	8
Figura 2. 3: Red y Equipo Terminal.....	10
Figura 2. 4: Enlace Conmutado.....	11
Figura 2. 5: Formato típico de un Paquete.....	13
Figura 2. 6: Tráfico de Datos supera el tráfico de Voz.....	14
Figura 2. 7: Definición TDM.....	16
Figura 2. 8: Concepto básico FDM.....	17
Figura 2. 9: Aumento de la capacidad WDM.....	19
Figura 2. 10: Interfaces TDM Y WDM.....	20
Figura 2. 11: Características DWDM a nivel Físico.....	22
Figura 2. 12: Arquitectura de la red LAN.....	25
Figura 2. 13 : Los Servidores.....	26
Figura 2. 14: Fibra óptica.....	27
Figura 2. 15: Arquitectura de la Red.....	29
Figura 2. 16: Capas OSI.....	30
Figura 2. 17 : Esquema sesión IGRP/BGP.....	32
Figura 2. 18: Esquema de Sesión IGRP.....	33
Figura 2. 19: Sesión EIGRP.....	34
Figura 2. 20: Sesión BGP.....	35
Figura 2. 21: Distancias Administrativas.....	36

### Capítulo 3

Figura 3. 1: Esquema actual de S&C.....	39
Figura 3. 2: Esquema en GNS3.....	45
Figura 3. 3: PING salida de Internet en URDESA.....	46
Figura 3. 4: PING salida de Internet en MALL DEL SOL.....	47
Figura 3. 5: Shutdown puerto 0/0 enlace principal URDESA.....	48
Figura 3. 6: Tabla BGP en URDESA.....	48
Figura 3. 7: Log de conmutación Neighbor 10.10.1.9 URDESA.....	48
Figura 3. 8: PING salida de Internet en URDESA.....	49
Figura 3. 9: Log de conmutación BGP neighbor 10.10.200.9 Mall del Río....	49
Figura 3. 10: Salida de Internet desde backup Mall del Río.....	50
Figura 3. 11: Gráfica obtenida desde monitoreo WireShark Analyzer Mall del Río.....	50
Figura 3. 12: Conmutación EIGRP hacia sus neighbor GYE - CUE.....	51
Figura 3. 13: Desconexión del cable UIO hacia el CORE.....	51
Figura 3. 14: Salida de Internet desde el CCI en Punto UIO.....	52

## Índice de Tablas

### Capítulo 2

Tabla 2. 1: Routing Protocols (Gateway Interior).....	36
Tabla 2. 2: Routing Protocols (Gateway Exterior).....	36

## Resumen

El siguiente trabajo de investigación analiza la mejora del rendimiento de una red ya instalada en la empresa Sweet&Coffee por medio de la simulación en el programa GNS3 levantando protocolos y sesiones de comunicación que mantendrá la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos en la red. A nivel de capa física solicitaremos al proveedor de última milla de Sweet and Coffee conectar el hilo de la fibra oscura desde el anillo DWDM de Ecuador hacia la infraestructura ya establecida de la empresa con el fin de obtener grandes capacidades de ancho de banda que ingresen directamente hacia la empresa brindando así soluciones a los problemas presentados respecto a la saturación y tiempos altos en los tiempos de respuesta del enlace. A nivel de Capa de red se configuran Routers Chasis 7200 en la Matriz GYE- UIO- CUE los protocolos Puerta de enlace de frontera - BGP y protocolo de enrutamiento de puerta de enlace mejorado – EIGRP; para disminuir el tiempo de conmutación de enlaces cuando la última milla presenta problemas de caídas o atenuación. Respecto a la autogestión configuramos la comunidad SNMP para que nuestro cliente pueda monitorear sus aplicaciones, rutas del enlace, consumo del BW y rendimiento del procesamiento.

**PALABRAS CLAVES:** CONFIDENCIALIDAD; INTEGRIDAD; PROTOCOLO DE PUERTA DE ENLACE FRONTERA; PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO DE PUERTA DE ENLACE MEJORADO; FIBRA OSCURA; ROUTER CHASIS

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

## 1.1. Introducción.

En la actualidad la demanda de los usuarios frente a los servicios de Telecomunicaciones como datos, internet y telefonía ha aumentado en el campo empresarial, debido a que las compañías requieren de altas capacidades de ancho de banda para ejecutar sus sistemas en la transmisión del gran volumen de información. Los proveedores de servicios crean dependencia a sus usuarios limitándolos en su administración de la red, buscan alternativas para satisfacer estas necesidades resultando costosas y en algunos casos no viables, es por eso por lo que nace la idea de orientar a los usuarios corporativos sobre la implementación de tecnologías que permitan aumentar su capacidad de canales mediante técnicas en su infraestructura ya establecida.

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing - Multiplexación por división en longitud de onda) es una tecnología que le permitirá a Sweet&Coffee cambiar el diseño de la red convencional por una red más flexible y económica atendiendo su requerimiento de alta capacidad por medio del tráfico de varias señales con distintas longitudes de onda en la misma fibra sin provocar intermitencia.

Utilizando DWDM en el enlace de Sweet&Coffee Guayaquil – Quito, proponemos el diseño de una red de datos que satisfaga los requerimientos de la compañía con estabilidad del 99.99% y alta capacidad de escalabilidad

a 10 años bajo el esquema de DWDM en backbone donde ellos podrán monitorearla en su totalidad dependiendo del proveedor únicamente por su última milla conectándose hacia el anillo DWDM nacional, adicional se le integrará un sistema de monitoreo con alarmas enviadas vía correo electrónico, mensaje de texto y de seguridad a nivel lógico.

## **1.2. Antecedentes.**

SWEET&COFFEE posee una red L3MPLS la cual le brinda flexibilidad para sus comunicaciones de matriz a sucursales con seguridad y calidad manejada por su proveedor de servicios administrando el CPE de la empresa, mismos quienes al momento de querer realizar una modificación a la red como, por ejemplo: el aumento de puntos o configuraciones a nivel lógica en red LAN, se debe solicitar requerimientos manejados por tickets que demoran de 48 a 72 horas para ser ejecutados luego de ser solicitados.

Con DWDM proponemos la estructura de una red backbone que contiene diversas ventajas a nivel de capa física ya que cuenta con un canal óptico capaz de transmitir varias longitudes de onda, independencia de protocolos y tasa de bits. La fibra se transforma en varias fibras virtuales multiplexado hasta 8 señales en una sola con capacidad de 100M HASTA 400G GIGAS con formatos ATM, SONET, SDH, IP Y ETHERNET.

En nuestro estudio proponemos la implementación de la red backbone DWDM con 30Gigas de capacidad con alta escalabilidad para el cliente donde a nivel de capa Física utilizaremos fibras monomodo desde matriz a

sucursales y multimodos en los puntos principales que permitirán aprovechar los beneficios de dwdm, integrando configuraciones de Routers y switches que se comunican a nivel de capa 2 con el protocolo de enrutamiento de puerta de enlace (eigrp) y protocolo de puerta de enlace exterior (bgp) ambas de modelo TCP/UDP/IP , por último a nivel de capa 3 se ofrecerá seguridad utilizando la comunidad SNMP para el monitoreo y gestión eliminando la dependencia de un proveedor para el monitoreo y gestión de su red.

### **1.3. Justificación del Problema.**

Elaboramos el presente estudio con simulación de una red de backbone DWDM con el fin de ofrecer soluciones de capacidad, disponibilidad, fiabilidad y confidencialidad de la red SWEET&COFFE con proyección a 10 años y aprovechando las ventajas de las técnicas de multiplexación tomando el hilo de la fibra oscura que ofrece el proveedor de servicios de telecomunicaciones integrada hacia el anillo DWDM instalado en Ecuador. Debido a que esta red demanda alto consumo y requiere de cambios continuos, se tomó en cuenta las perspectivas económicas y técnicas para generar ganancias a la empresa gracias a el sistema 24/7 de 99.99% de disponibilidad.

### **1.4. Definición del Problema.**

Los usuarios corporativos requieren de redes que desarrollen sus procesos cotidianos con transparencia en sus datos, escalabilidad de infraestructura y de abastecimiento dinámico en redes con la finalidad de poder utilizar grandes anchos de banda y tener la habilidad de proveer

dinámicamente conexiones de red o conmutaciones de enlaces en un lapso de tiempo menor al común.

## **1.5. Objetivos del Problema de Investigación.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

Diseñar una red backbone con tecnología DWDM con capacidad de 30Gbps para la red ya establecida de SWEET&COFFEE aprovechando las ventajas de multiplexación, protocolos a nivel de capa 2 y levantando una comunidad SNMP a nivel de capa 3.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Instalar enlaces redundantes tanto a nivel de equipos como última milla, y de manera lógica conmutaciones de hasta 3 minutos.
- Implementar por medio de la simulación, configurar y resolver problemas de día 0 a nivel IP, por parte del personal técnico de SWEET&COFFEE.
- Analizar el tiempo de convergencia de la red a través de simulaciones.

## **1.6. Hipótesis.**

SWEET&COFFEE, contara con un backbone DWDM situado entre las tres ciudades principales del Ecuador con salida a internet independiente por ciudad con una disponibilidad del 99.99% en datos, el Core tendrá una capacidad de hasta 30 Gbps lo que permitirá que sea escalable y con 0% de dependencia externa a nivel de equipos, configuraciones y resolución de

problemas lógicos. Adicional a nivel de la capa de distribución y acceso se tendrá control y seguridad tanto a nivel IP como a nivel de gestión.

### **1.7. Metodología de Investigación.**

La investigación que se presenta corresponde a una investigación de procedimiento metodológico mixta. El diseño es experimental (simulación) de carácter documental y de tipo analítico.

## CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL DISEÑO DWDM

### 2.1. Fundamentos de Multiplexación.

#### 2.1.1. Jerarquía de la Red

Las redes de comunicación están en constante evolución, los nuevos empleos que se le dan a la red y la transmisión de contenidos exigen a las redes ser más eficientes para ser competentes al soportar dichas necesidades, por consiguiente, podemos definir las grandes jerarquías en las redes basadas en variables tales como la tecnología de transporte, distancia distancias y usos podemos definir ampliamente las entidades más grandes que hacen crecer a una red global, con este antecedente nos introducimos a las redes de área Metropolitana, quiere decir que a través de una conexión con alta velocidad se puede ofrecer cobertura en una zona geográfica extensa, favorece la interconexión en regiones, países y continentes.(Reyes, 2015)

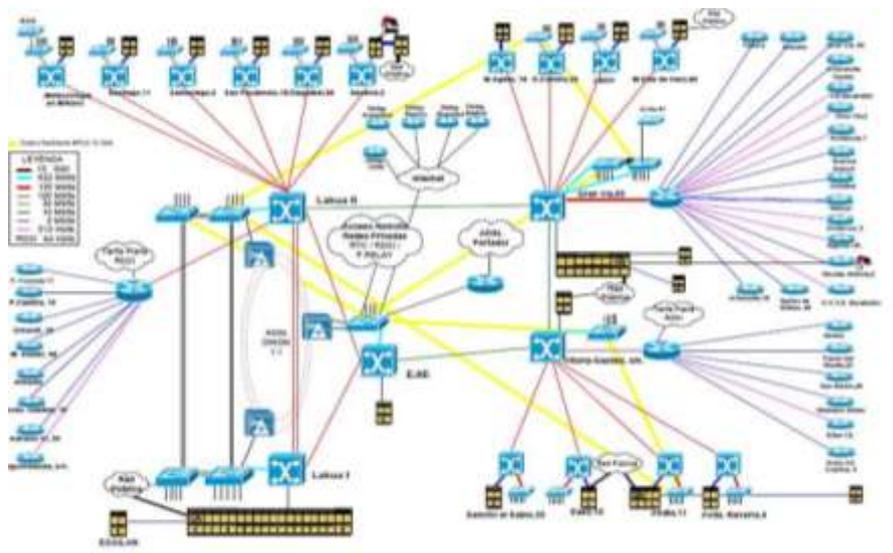


Figura 2. 1: Jerarquía de la red Global.

Fuente: (Asdrúbal, 2016)

Los nuevos empleos que se le dan a la red y a la transmisión de contenidos exigen a las redes ser más eficientes para ser competentes al

soportar dichas necesidades, por consiguiente, podemos definir las grandes jerarquías en las redes basadas en variables tales como la tecnología de transporte, distancia y aplicaciones. (Reyes, 2015)

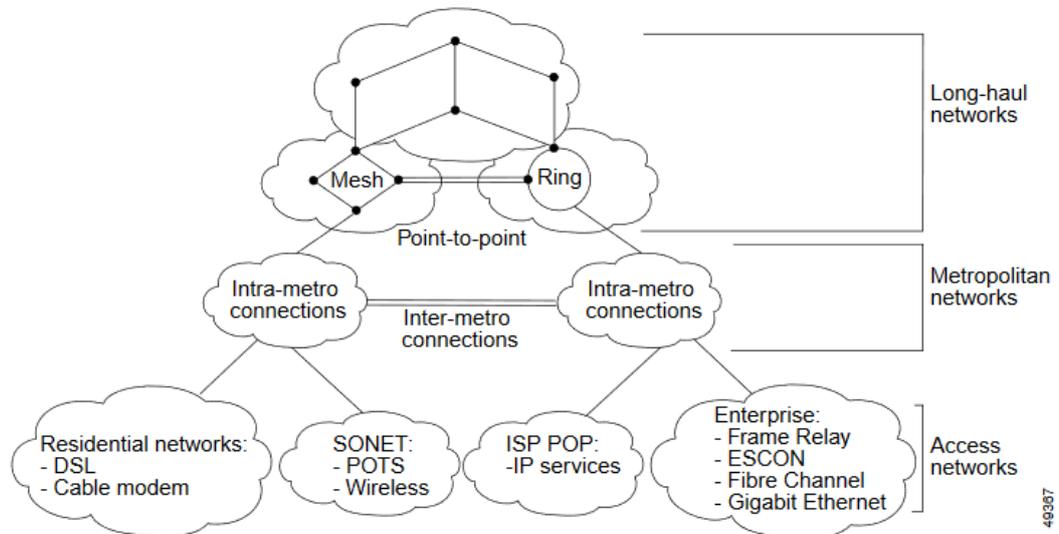


Figura 2. 2: Jerarquía de la red global.  
Fuente: (SYSTEMS Cisco, 2000)

### 2.1.2. Redes de trayectorias largas

Las redes de trayectoria larga están en el núcleo de las redes globales dominado por un grupo pequeño de proveedores transnacionales y globales, las redes de trayectoria larga conectan las MANs. Su aplicación es el transporte, así que su preocupación principal es la capacidad. En muchos casos estas redes, las cuáles se han basado tradicionalmente en la Red Óptica Síncrona (SONET) o en la tecnología de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH), están experimentando el agotamiento de fibra como resultado de una alta demanda de ancho de banda. (Reyes, 2015)

Una red de área metropolitana (Metropolitan Area Network o MAN, en inglés) es una red de alta velocidad (banda ancha) que dando cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre

medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado (MAN BUCLE), la tecnología de pares de cobre se posiciona como una excelente alternativa para la creación de redes metropolitanas, por su baja latencia (entre 1 y 50ms), gran estabilidad y la carencia de interferencias radioeléctricas, las redes MAN BUCLE, ofrecen velocidades de 10Mbps, 20Mbps, 45Mbps, 75Mbps, sobre pares de cobre y 100Mbps, 1Gbps y 10Gbps mediante Fibra Óptica. (Reyes, 2015)

Según (systems Cisco, 2000) Se ubican en el centro de la red global, estas redes conectan a las MAN y corresponden al grupo transnacional y global. Su principal objetivo es transportar información por lo que requiere de gran capacidad, estas redes se basan en la red Síncrona (SONET) y en las digitales (SDH). Los datos están saliendo de la fibra óptica gracias a que mediante ella se puede transmitir altos anchos de banda.

### **2.1.3. Las redes de Acceso**

Las redes de acceso están más cercanas a los usuarios terminales y se ubican en el otro extremo del espectro, al final de una MAN. Se compone de varios protocolos, infraestructuras y capacidades. Abarca clientes como usuarios de internet de domicilios, asimétrica e impredecible naturaleza; así también estas redes son capaces de soportar tráfico y los protocolos heredados, por ejemplo, IBM Enterprise Conexión del Sistema ESCON.(Systems CISCO, 2000)

Los servicios de telecomunicaciones que se brinden al cliente se basan en una infraestructura que consta de fuente y destino, por medio de un canal de acceso los clientes pueden recibir el servicio de telecomunicaciones hacia

el equipo terminal a través de la entrada de red. La última milla varía en enlaces satelitales, radiales, utp, cobre o fibra y todas estas dependen de sus equipos terminales propios que se encargan de enviar la señal. (FEDERICO, 2013)

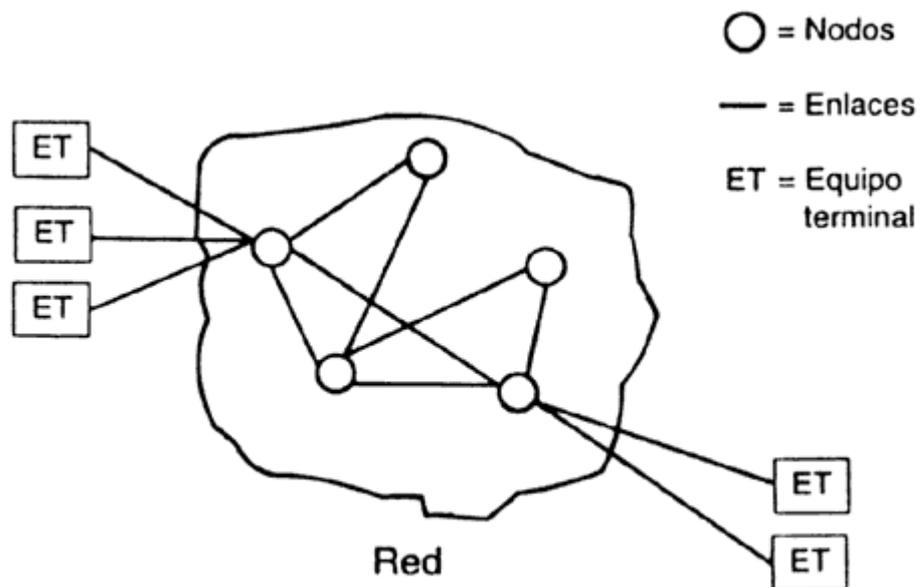


Figura 2. 3: Red y Equipo Terminal  
Fuente: Federico, (2013)

Las redes de telecomunicaciones constan de componentes tales como: Nodos donde se procesa la información y enlaces o canales que se conectan hacia los nodos para enviar la información para y a través de los switches.

#### 2.1.4. Las Redes Conmutadas

Consisten en la secuencia alternante de nodos y los canales de comunicaciones. Cumplen el proceso de transmitir la información a través del canal, pasa por el nodo y lo procesa para transmitir hacia el siguiente canal quien conduce hasta el siguiente nodo y así sucesivamente.(Federico, 2013)

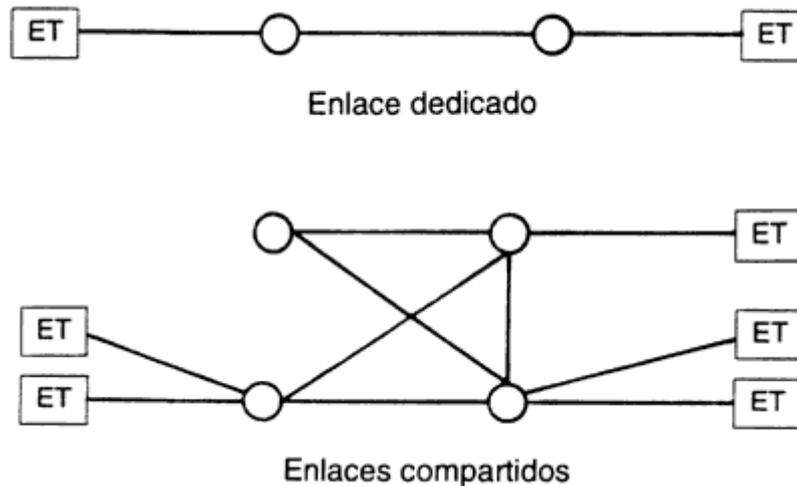


Figura 2. 4: Enlace Conmutado.  
Fuente: (Federico, 2013)

### 2.1.5. Redes de Difusión

La difusión puede realizarse a través de canales coaxiales, como ejemplo tomaremos a los enlaces radiales. Se compone de un solo canal y transmisor al cual todos los usuarios están conectados, tiene distintas topologías de interconexión y se aplican en redes de radio o en cables.(Federico, 2013)

### 2.1.6. Canales

Definimos al canal como el medio físico por el cual se transporta el tráfico. La propiedad del canal permitirá la comunicación efectiva y la calidad de la señal recibidas en el destino o en los nodos intermedios en la ruta. Los canales pueden ser: Canales que envían la información hacia el destino como: cables de cobre, cables coaxiales y fibras ópticas. Canales que transmiten la señal desde 1 sola vía, por ejemplo: los canales de radio, microondas y enlaces satelitales.(FEDERICO, 2013)

### **2.1.7. Los Nodos**

Los nodos son la parte más esencial de las telecomunicaciones, este equipo se encarga del procesamiento que requieren las señales o mensajes que circulan a través de los enlaces de la red. Los nodos proveen los enlaces físicos a través de los canales que conforman la red, contienen los siguientes equipos que ejecutan diferentes funciones dentro de la red:

- **Establecimiento y verificación de protocolos:** Se maneja mediante el protocolo de Comunicación, garantiza que la transmisión se exitosa utilizando los canales que lo enlazan. Los nodos de la red de telecomunicaciones realizan los diferentes procesos de comunicación de acuerdo con un conjunto de reglas que les permiten comunicarse entre sí.(FEDERICO, 2013)
- **Transmisión:** Para utilizar de manera eficiente y efectiva el canal en este paso adapta al canal la información en los que está contenida.
- **Interfase:** Entrega al canal las señales a transmitir según el medio del que está formado el canal independientemente de la forma en la que haya ingresado.
- **Recuperación:** Recupera y reanuda el sistema para que la información sea entregada exitosamente cuando durante la transmisión se interrumpe la transferencia.
- **Formateo:** Los nodos modifican el formato de los mensajes cuando la interconexión que se maneja entre redes opera con distintos protocolos.

Señal inicio	Dirección	Control	Información	Detección de errores	Fin
--------------	-----------	---------	-------------	----------------------	-----

Figura 2. 5: Formato típico de un Paquete  
Fuente: (Federico, 2013)

- Enrutamiento: Cada nodo toma la decisión de la ruta por la cual el mensaje será transmitido. Cuando el mensaje llega al nodo contiene información de origen y destino por tanto cuando varios enlaces están conectados dentro de un nodo elige la ruta que mejor le convenga según el estado de la red, como, por ejemplo, no exista saturación.
- Repetición: El nodo receptor detecta si existió error en la transmisión, el nodo destino solicita al nodo previo la retransmisión del mensaje hasta que llegue al destino sin errores para luego ser retransmitido al siguiente nodo.
- Direccionamiento: Identifica hacia donde debe ser enviado el mensaje desde la fuente incluso si la red de telecomunicaciones es diferente.
- Control de flujo: Los canales tienen un control que no permite enviar el mensaje si el canal ya está saturado. Hasta que los mensajes previos no han sido enviados a su destino, el envío se pausa.(Federico, 2013)

### 2.1.8. El Ancho de Banda

Es la velocidad del canal de transmisión o capacidad de información que puede ser transmitida por segundo en el medio de comunicación. Dependen

los bits y la velocidad de los circuitos electrónicos para administrar la información de manera organizada y segura. (Cortes, 2015)

Según (Systems Cisco, 2000) La demanda de BW se ha disparado debido al crecimiento del tráfico de datos en el protocolo IP de Internet, los proveedores de servicio indican que los BW actuales se duplican cada nueve meses en comparación con el tráfico de voz que anualmente solo crece un 13%. El volumen de tráfico en la red aumenta convirtiéndose en IP o basado en celdas (ATM y Frame Relay) con una relación en el uso de voz sobre IP y streaming de video.

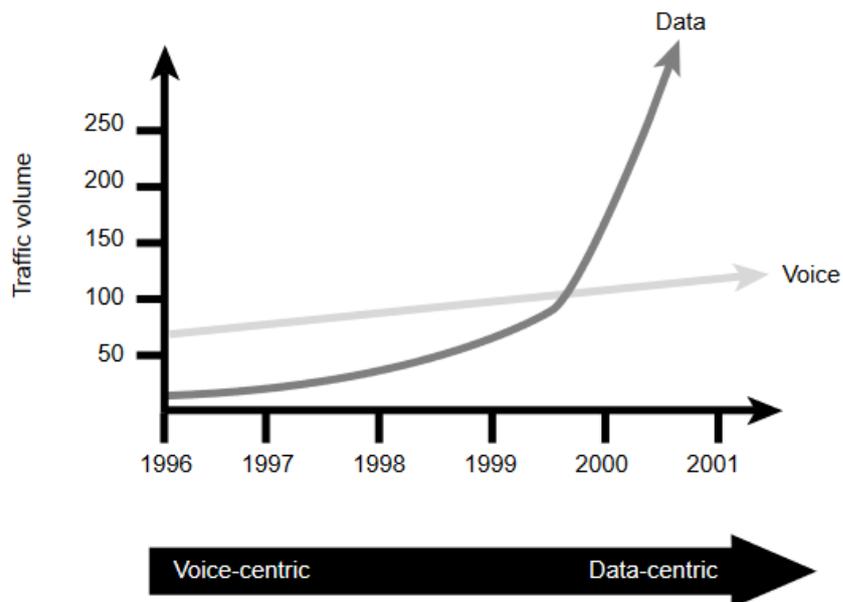


Figura 2. 6: Tráfico de Datos supera el tráfico de Voz  
Fuente: (SYSTEMS CISCO, 2000)

### 2.1.9. La Multiplexación

Según (Williams, 2016) definimos a la multiplexación como el conjunto de técnicas que permite la transmisión de múltiples señales a través de un solo canal de datos. Utiliza diferente banda de frecuencia; es decir que ambas señales pueden ser transmitidas por el mismo medio, pero con diferente frecuencia, por medio del cálculo de Fourier podemos desglosar las señales

con ciertas bandas de frecuencia y aislar las otras señales de ruido que degradan la transmisión.

En el modo de empaquetamiento de circuito los datos, en forma de intervalos de la misma duración, no tiene una identificación y multiplexación, la denominamos MDT (Multiplexación por DIVISIÓN DE TIEMPO misma que se realiza sucesivamente entre todas las posibles fuentes.(kustra, 2003)

El Multiplexor es el dispositivo inteligente que ayuda a que la señal no se retrase y llegue completa al usuario final. Tiene varias entradas y salidas, denominadas como mux (entradas) y como demultiplexor o demux (salidas); sin embargo, el envío y recepción de la información puede desempeñar roles inversos.(Ciorba, 2015)

#### **2.1.10. Técnica de Multiplexación por División de Tiempo**

La división por multiplexación de tiempo fue creada para potenciar el tráfico de voz que se envía en el medio. En las redes de telefonía antes de que exista la multiplexación, las llamadas requería de su enlace físico propio resultando ser una solución cara y poco escalable en comparación a la multiplexación que permitía más de una llamada telefónica en un solo enlace. El tráfico sincronizado se transporta en bits a través del enlace, aumenta la capacidad del enlace de transmisión reduciendo el tiempo en intervalos más pequeños de tal forma que los bits de múltiples entradas pueden atravesar el enlace efectivamente con el número de bits transmitidos por segundo.(SYSTEMS CISCO, 2000)

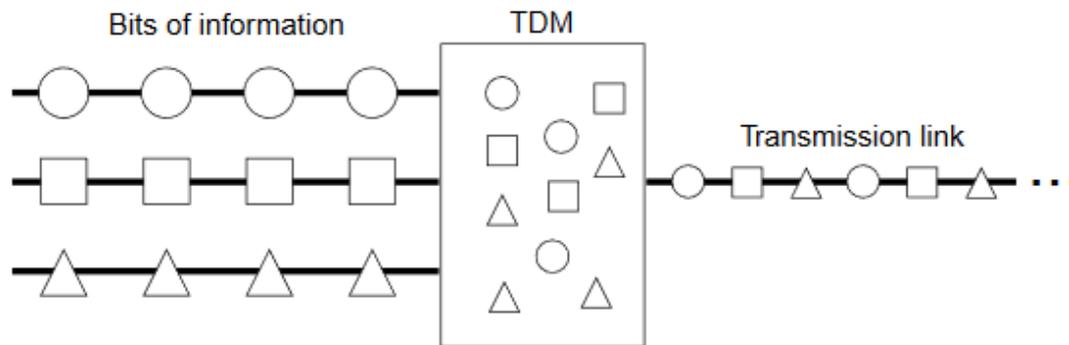


Figura 2. 7: Definición TDM  
Fuente: (SYSTEMS CISCO, 2000)

(IIT, 2016) hace la comparación de que en la multiplexación por división de frecuencia todas las señales trabajan en el mismo tiempo con frecuencias diferentes en cambio en división de tiempo las señales trabajan con las mismas frecuencias en diferentes tiempos. El Sistema de transmisión de BW antes de conmutar muestra los datos de la fuente para formar una señal banda base compuesta, la señal viaja a través de los medios y se demultiplexa en señales independientes.

### 2.1.11. Multiplexación por división de Frecuencia

La multiplexación por división de frecuencia dispone de un medio físico dividido en varios canales de frecuencia, por medio de técnicas de modulación combinado un circuito sumador lineal dentro del multiplexor las señales son enviadas en frecuencias. La señal resultante se transmite a través del canal por medios electromagnéticos, su objetivo primordial es dividir el bw disponible a un número más pequeño, canales de frecuencias independientes. Utiliza el método de modulación para traducir las señales de mensajes independientes en diferentes bandas de frecuencia; es decir que todas las

señales moduladas se combinan en un circuito de suma lineal compuesto por señales de frecuencia llamadas subportadoras.(IIT, 2016)

Según (Williams, 2016) FDM es el proceso en el que cada canal lógico se transmite en frecuencias separadas, por ejemplo la televisión y radio usan FDM, muchos canales a través del mismo medio. Los filtros cumplen la función de separar la señal multiplexada en sus componentes de señal.

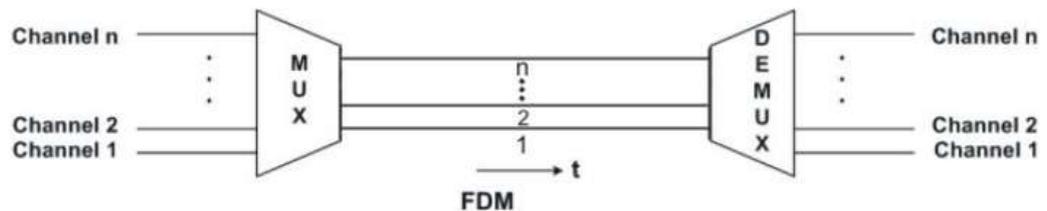


Figura 2. 8: Concepto básico FDM  
Fuente: (IIT, 2016)

## 2.2. Introducción a DWDM.

Actualmente la demanda de los usuarios empresariales para el servicio de telecomunicaciones ha aumentado luego de que los avances tecnológicos se incluyen de manera directa en los negocios, estos usuarios requieren la contratación de proveedores ISP para lograr la transmisión de archivos mediante el servicio de datos, navegar en internet, cargar vídeos de sus cámaras de seguridad y comunicarse en voz/IP. Cuando la carga de la transmisión supera la capacidad que el proveedor les entrega se ven limitados a detener sus procesos provocando pérdidas económicas a la empresa. La solución que ofrecen los proveedores para satisfacer las necesidades de sus clientes muchas veces resulta poco económica y con aumento de estructura

en la fibra óptica, de ahí que nace DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), como la solución más viable debido a que permite la transmisión de datos, voz y video de manera más económica en el tráfico de redes existentes aprovechándola de forma óptima y con escalabilidad a futuro.

Las empresas de Telecomunicaciones han tenido que implementar la técnica de Multiplexación en los enlaces de fibra óptica ya implementados para cumplir con los requerimientos del manejo de Ancho de banda superiores a los que normalmente entregan a sus clientes no corporativos. En la implementación de DWDM se transmite una longitud de onda sobre la misma fibra sin provocar intermitencias en el servicio causadas por atenuación, cada longitud de onda equivale a un canal óptico dentro de la fibra. Los diferentes métodos ópticos que contiene DWDM le permite mezclar varios canales dentro de la fibra óptica separándolos en un punto definido del trayecto de la red, cuando DWDM ejecuta este proceso se logra incrementar el ancho de banda en el medio de transmisión, mismo que es igual a la capacidad individual de cada longitud de onda por el número de estas. Según los dispositivos que utilice el sistema puede ser unidireccional o bidireccional. En el caso de los sistemas básicos unidireccional utiliza un multiplexor y demultiplexor para separarlas. Si el sistema es bidireccional entonces la transmisión se realiza en diferentes sentidos simultáneamente en canales distintos.(Red Tecnológica, 2013)

### **2.2.1. Definiciones de WDM**

WDM en español "Multiplexación por división de longitud de Onda" aumenta la capacidad de carga del medio físico (fibra óptica), en este método

WDM asigna señales ópticas que ingresan transformándolas en frecuencias de luz ( $\lambda$ ) dentro de una banda de frecuencia específica. El multiplexado se realiza como en las emisoras de radio que se difunden en diferentes longitudes de onda sin causar interferencias entre sí debido a que cada canal está transmitiendo en frecuencias diferentes. Otra forma de ver a DWDM es que cada canal se vuelve un color de luz donde varios canales componen un "arcoíris". (Systems Cisco, 2000)

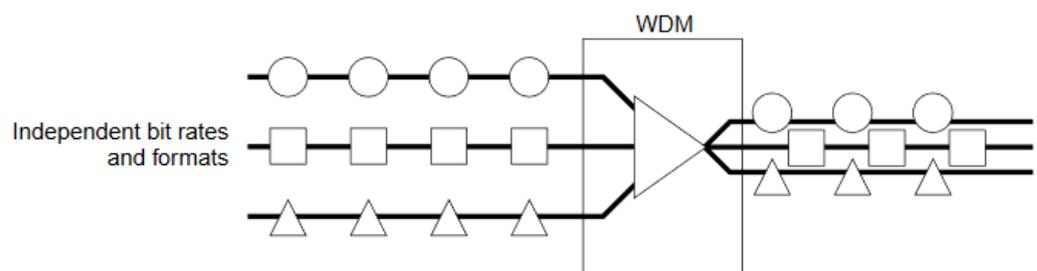


Figura 2. 9: Aumento de la capacidad WDM  
Fuente: (SYSTEMS CISCO, 2000)

En el sistema WDM las longitudes de onda se transmiten en la fibra óptica y, las señales se demultiplexa en el extremo receptor, igual que en TDM la capacidad resultante es un agregado de las señales de entrada a diferencia de WDM cada señal de entrada es independiente de las otras, esto quiere decir que cada canal tiene su propio BW, las señales llegan al mismo tiempo. La diferencia entre WDM y multiplexación por división de Longitud de Onda densa es que en esta última se espacian las longitudes de onda más de cerca que en WDM, por consiguiente, no tiene límites para la transmisión, cuenta con la capacidad de amplificar todas las longitudes de onda al mismo tiempo sin ser convertidas a señales eléctricas y la capacidad de transportar señales en distintas velocidades sin protocolos. (AUTOR)

### 2.2.2. Comparaciones entre TDM Y WDM

SONET TDM toma las señales síncronas y asíncronas para multiplexarlas a una tasa de transferencia alta para la transmisión de una longitud de onda sobre la fibra óptica. La fuente de las señales se convierte de eléctricas en ópticas o viceversa. regresa a óptica antes de multiplexarse. WDM toma las múltiples señales ópticas, realiza el proceso de mapeo como longitudes de onda individuales para luego multiplexarlas en longitudes sobre la una sola fibra. La segunda diferencia fundamental entre estas tecnologías es que WDM es capaz de transportar varios protocolos sin un formato común de señal a diferencia de SONET que no puede hacerlo. (SYSTEMS CISCO, 2000)

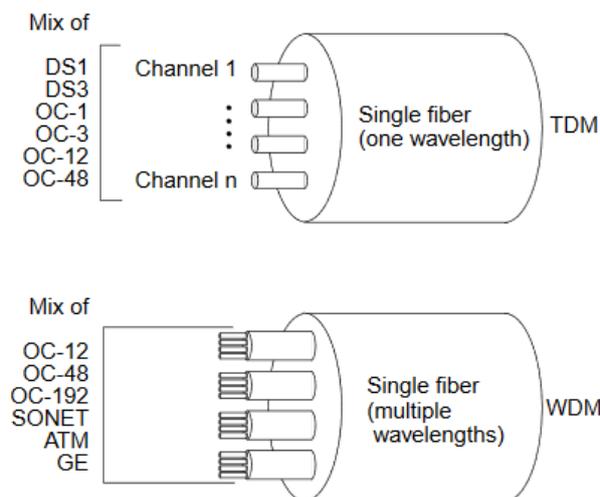


Figura 2. 10: Interfaces TDM Y WDM  
Fuente: (SYSTEMS CISCO, 2000)

### **2.2.3. Razones para utilizar DWDM**

Es más factible utilizar DWDM debido a los 2 siguientes factores importantes: técnicos y económicos, la habilidad que tiene de entregar capacidad ilimitada de transmisión es su ventaja esencial y economiza la infraestructura de la red. La transparencia de su arquitectura a nivel de capa física puede soportar ambas técnicas de multiplexación TDM y formatos de datos como ATM, GIGABIT ETHERNET, ESCON y canales de fibra con interfaces abiertas. La escalabilidad de su fibra oscura en áreas metropolitanas y enlaces corporativos para ofrecer soluciones a la demanda de capacidad punto a punto con espacios en los anillos SONET Y SDH ya existentes, por último, el aprovisionamiento Dinámico, la rapidez y simplicidad en sus conexiones de red que permite aprovechar servicios con BW altos durante meses y no solo días determinados.(SYSTEMS CISCO, 2000)

### **2.2.4. Características de las Redes DWDM**

DWDM presenta varias características importantes que desglosaremos a continuación: A nivel físico está compuesta por un transponder o trasladador de longitud de onda que recepta la entrada en la forma de un láser estándar monomodo o multimodo. La entrada puede venir de distintos medios físicos y con diferentes tipos de tráfico. La longitud de onda de cada señal de entrada pasa por el proceso de mapeo a una longitud de onda DWDM.(Palacios, 2017)

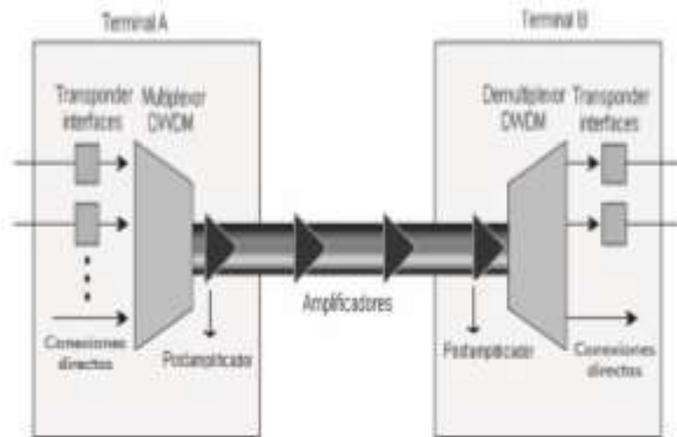


Figura 2. 11: Características DWDM a nivel Físico  
Fuente: (Tellez, 2009)

Acto seguido produce una mezcla de señales utilizando los multiplexores. Las longitudes de onda DWDM del transponder son multiplexadas en una sola señal óptica y enviada a la fibra. El sistema puede aceptar señales ópticas directas al multiplexor, por ejemplo, de un satélite. Existen alguna pérdida relacionada a la multiplexación y la demultiplexación, la pérdida depende del número de canales que pueden ser mitigados con amplificadores ópticos para ampliar las longitudes de onda al mismo tiempo sin convertirlas a eléctricas, para realizar este proceso utiliza el postamplificador a la salida del sistema.(Palacios, 2017)

Continúa con la transmisión de la señal a través de la fibra óptica. Los efectos de diafonía y la degradación o pérdida de la señal óptica deben ser considerados en la transmisión por la fibra. Estos efectos pueden ser minimizados mediante el control de las variables, tales como el espaciado entre canales, la tolerancia de la longitud de onda y los niveles de potencia del láser. En un enlace óptico se usan amplificadores ópticos para darle

ganancia a la señal. El preamplificador refuerza la señal antes de que entre en un extremo del sistema. Inmediatamente realiza la separación de las señales recibidas. Si el cliente tiene servicio de fibra óptica, los equipos deben contar con interfaces para recibir la señal, por ejemplo, si el cliente tiene última milla de fibra óptica debe contar con el convertidor de fibra. (Palacios, 2017)

### **2.2.5. Parámetros de Transmisión en DWDM**

El espaciamiento de la mínima frecuencia de separación entre las diferentes señales multiplexadas. Puede ir de 200, 100, 50, 25 o 12,5 GHz; los espaciamientos que actualmente han sido estandarizados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) son los de 50 y 100 GHz, y constan en la recomendación G.694.1.29.(Tellez, 2009)

Se debe recalcar que mientras menor sea el espaciado, mayor será la diafonía. La linealidad de FWM incrementa la diafonía. A medida que el espaciado disminuye también se limita la máxima velocidad de datos por longitud de onda que se desea transmitir. (Palacios, 2017)

La dirección de la señal: Los sistemas DWDM se pueden establecer de las siguientes formas: unidireccional y bidireccional. En los sistemas unidireccionales todas las longitudes de onda viajan en una misma dirección en la fibra y se necesitan dos de estas para la transmisión en ambos sentidos. En los sistemas bidireccionales el canal es subdividido en dos bandas, una para cada dirección, suprimiendo la segunda fibra, pero reduce la capacidad del ancho de banda a transmitirse.(Tellez, 2009)

El BW de la señal: Los sistemas DWDM transporta señales ópticas con grandes anchos de banda. Los típicos sistemas DWDM usan láser que tienen

una velocidad de bit de 10 gpbs (OC-192/STM-64) y pueden multiplexar a 240 longitudes de onda. Esto provee un máximo de 2,4 tbps sobre una sola fibra óptica. Los nuevos sistemas DWDM son capaces de soportar velocidades de 40 gpbs (OC768/STM-256) por cada longitud de onda con 300 canales multiplexados quiere decir que puede transmitirse 12 tbps de ancho de banda sobre una misma fibra.(Palacios, 2017)

El ruido: El ruido se presenta en sistemas ópticos con procesos de amplificación. La relación señal a ruido óptico equivale a la razón entre la potencia neta de la señal y la potencia neta del ruido.(Tellez, 2009)

#### **2.2.6. Diseño de la red óptica DWDM**

Antes de diseñar la red se debe consultar los requerimientos del cliente ya que estas variables determinarán los parámetros para del diseño, los más comunes suelen ser: Mantener servicios actuales. Con escalabilidad; disponibilidad 24/7; alta capacidad; Costos favorables; mantenimiento de la red; instalación del enlace y, la gestión de los equipos.

La metodología que comúnmente se utiliza para los diseños es la siguiente: Se deben elegir los equipos a utilizar ya que estos marcarán las pautas para el diseño a nivel de potencia, ancho de banda y OSNR. Se debe configurar cada uno de los nodos, con las tarjetas elegidas para cada señal existente. Se requiere garantizar la potencia óptica en cada uno de los nodos para asegurar que no se pierda la señal en la fibra. Se garantiza la distancia máxima de transmisión para las señales que se van a utilizar. Debe asegurarse que la relación señal a ruido no sea muy alta y no genere intermitencias en la señal.(Tellez, 2009)

## 2.3. CCNA Routing and Switching

### 2.3.1. La Red LAN

Son redes privadas que conectan equipos finales en distancias cortas con el objetivo de compartir recursos e intercambiar información. Operan en un diámetro de 200m a un par de km, sus velocidades van de 4Mbps a 1000Mbps (1 Gbps), tiene bajo retardo y experimenta pocos errores. Estas redes se utilizan en escuelas, empresas, residencias, etc. (Toranzo & Ruiz Rivas, 2014)

Según (COTO, 2016) Su objetivo es controlar la red de forma privada por medio de la administración local, alta disponibilidad de conectividad con los clientes, crear adyacencias y permitir el multi acceso al medio con altos anchos de banda.



Figura 2. 12: Arquitectura de la red LAN  
Fuente: (Mampreco, 2015)

Las redes LAN están compuestas por los siguientes componentes descritos a continuación:

**Servidores:** Los servidores son ordenadores que ejecutan el sistema operativo de la red. proporciona servicios de red a su estación de trabajo. El servidor debe ser confiable, con procesador de alta potencia, discos de alta capacidad y suficiente memoria RAM. Los servidores pueden ser de tipo: BOC, faz, de seguridad, impresoras, bases de datos o de aplicaciones. Definimos a la estación de trabajo al proceso que ejecuta una computadora al conectarse hacia la red, se convierte en un nodo (host). Las estaciones de trabajo también pueden ser ordenadores personales con sistema operativo de Windows o estaciones de trabajo sin disco duro.



Figura 2. 13 : Los Servidores  
Fuente: (Orias & Gonzales, 2016)

**Los Clientes o equipos terminales:** son los equipos que reciben las señales enviadas desde el dispositivo de acceso a la red. Estos equipos pueden ser: Computadoras de escritorio o portátiles, servidores web, servidores de archivos, las impresoras de red, teléfonos VoIP, terminales de Telepresencia, cámaras de seguridad y dispositivos móviles.(COTO, 2016)

Dispositivos de Infraestructura de la red: Son los dispositivos intermediarios, los dispositivos de acceso a la red (switches y puntos de acceso inalámbricos), los dispositivos de internetwork (Routers) y los dispositivos de seguridad.(COTO, 2016)

El medio de Red: La última milla que conforma la infraestructura de la red puede ser: Cobre, fibra óptica, equipos inalámbricos. Guiados: Fibra óptica y cobre; no guiados: aire, usando radiofrecuencia o infrarrojos.(Orias & Gonzales, 2016)



Figura 2. 14: Fibra óptica  
Fuente: (Toranzo & Ruiz Rivas, 2014)

### 2.3.2. Topologías de la Red LAN

La topología se refiere a la forma en la cual se conectan los componentes de la red, existen v2 tipos de topologías importantes según la arquitectura de la red: Físicas: trata de la conexión de los componentes de red y, lógica determina como viajan los datos en la red.(Orias & Gonzales, 2016)

Según (Toranzo & Ruiz Rivas, 2014) indica que existen parámetros que conforman la arquitectura de la red de área local, y las divide según la técnica de transmisión, como por ejemplo, redes de difusión y redes de punto a punto; según el método de acceso al medio: CSMA Y Token; y, por su tecnología o disposición en el espacio: estrella, bus, anillo y mixtas.

### **2.3.3. Tipos de Topologías**

Como se redactó en el texto anterior las topologías se dividen en 3 grupos:

Tipo Bus: No cuenta con nodo central, todos o nodos que componen la red están unidos entre sí de forma lineal y contiguas. El cableado en la topología bus tiene menos problemas lógicos debido a que los cables se acumulan en torno al nodo central. En esta topología la información se propaga de manera bidireccional hasta hallar el destino y cuenta con mayor fiabilidad.

Topología en Estrella: En esta topología existe un punto central o también llamado "el nodo central" por el cual se conectan los equipos de la red. Es vulnerable debido a que si la principal falla entonces toda la red se cae. Esta topología se utiliza en redes ethernet y acrcnet. (Toranzo & Ruiz Rivas, 2014)

Topología en anillo: Consiste en conectar linealmente entre sí todos los ordenadores, en un bucle cerrado. La información se transmite en un solo sentido a través del anillo. El paquete de datos especial se lo denomina Testigo y se transmite de un nodo a otro hasta alcanzar el nodo destino.(Toranzo & Ruiz Rivas, 2014)

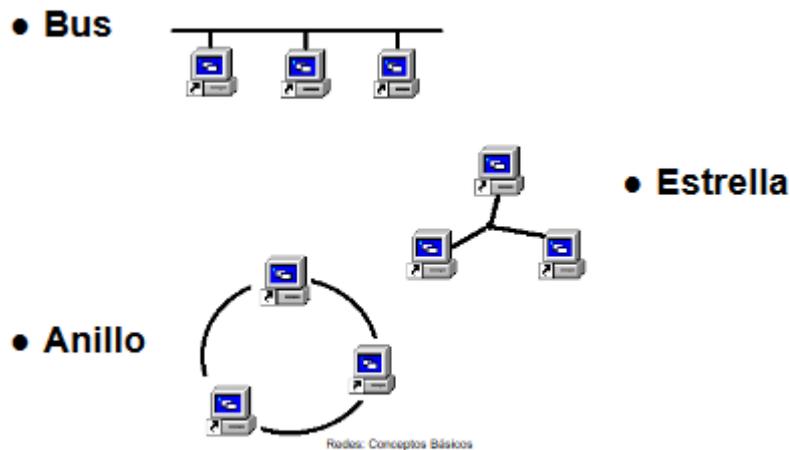


Figura 2. 15: Arquitectura de la Red  
Fuente: (Orias & Gonzales, 2016)

#### 2.3.4. El modelo OSI

Este modelo se creó para resolver el problema de incompatibilidad que presentaban las redes al principio de los 80, la organización internacional de normalización investigó modelos de networking como la red (DECnet), arquitecturas de sistemas de red SNA y TCP/IP, con el fin de formar reglas que puedan aplicarse de forma general en las redes. (COTO, 2016)

El modelo entregó a los fabricantes distintos estándares que aseguran mayor compatibilidad e interoperabilidad entre los distintos tipos de tecnología de red producidos por las empresas a nivel mundial. El modelo OSI reduce la complejidad, estandariza las interfaces, facilita el diseño modular, asegura la interoperabilidad de la tecnología, acelera la evolución y simplifica la enseñanza.(COTO, 2016)



Figura 2. 16: Capas OSI  
Fuente: (MicroCisco, 2016)

### 2.3.5. Las Capas del Modelo OSI

A continuación, describiré brevemente la función de las capas del modelo OSI: La capa física se encarga de la transmisión del flujo de bits a través del medio que puede ser: Cables, tarjetas o repetidores (hub). La capa de enlace divide el flujo de bits en unidades con tramas intercambia las unidades mediante protocolos como HDLC Y LLC. La capa de Red establece la comunicación y determina el camino que tomarán los datos en la red, esto se realiza por medio del Routers. La capa de transporte asegura que el receptor reciba la información exactamente como fue enviada. Utiliza el Gateway, UDP, TCP y SPX. En la capa de Sesión se establece la comunicación entre las aplicaciones, mantiene y finaliza. Permite a los usuarios mantener y realizar varias conexiones de sesión a la vez. En la presentación garantiza que los datos se legibles para el receptor, es el formato

de datos, estructura de datos. Negocia la sintaxis de transferencia de datos para la capa de aplicación, y finalmente la capa de Aplicación proporciona servicios estandarizados para poder desempeñar funciones específicas de la red. Estas aplicaciones pueden ser correo electrónicos, transferencia de archivos y emulación de terminales.(Toranzo & Ruiz Rivas, 2014)

### **2.3.6. Tecnología TCP/IP**

TCP es un protocolo de transporte orientado al a conexión que envía datos como un flujo de bytes sin estructura. Utiliza números de secuencia y mensajes de reconocimiento, puede entregar un nodo de envío con la información de los paquetes de entrega sobre los transmitidos hacia el nodo destino. Reconoce mensajes duplicados y los descarta, emplea mecanismos de control de flujo para reducir la transferencia de datos y soporta la comunicación de información con protocolos de capas superiores.(Baveja, 2015)

El protocolo IP se utiliza en la capa 3 del grupo Internet, adicional al ruteo de red puede entregar informes de errores y fragmentaciones. Ensambla unidades de información como denominadas datagramas para la transmisión de información a través de redes con distintos tamaños máximos de la unidad de datos. IP es el más importante de los protocolos de internet.(Baveja, 2015)

### **2.3.7. Ruteo en entornos IP**

Internet es el grupo de redes interconectadas. Los Routers dentro de internet están organizados jerárquicamente, a través de ellos viaja información bajo la misma autoridad administrativa y de control. Los Routers utilizan

variedades de protocolos denominados Interior Gateway protocols (IGP) para lograr la comunicación entre Routers internos o redes internas. Al exterior utiliza Protocolo EGP o el border Gateway Protocol (BGP).(Support CISCO, 2015)

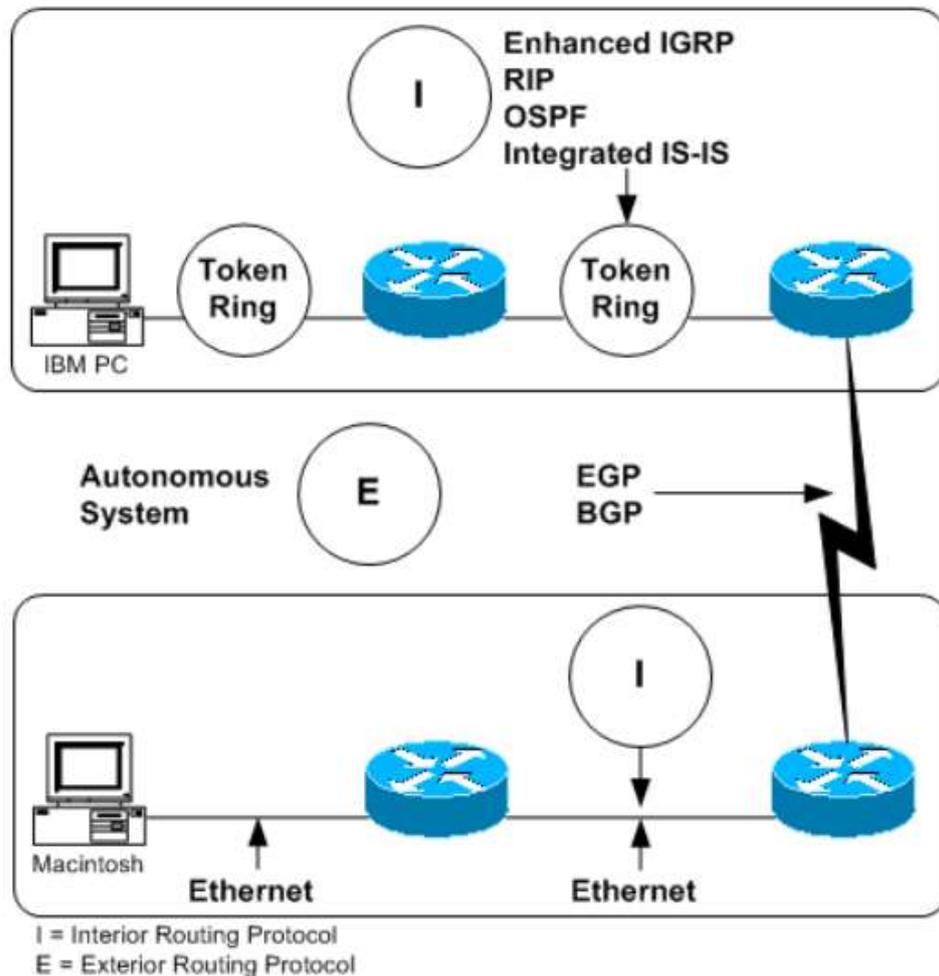


Figura 2. 17 : Esquema sesión IGRP/BGP  
Fuente: (Support CISCO, 2015)

### 2.3.8. IGRP

Crea una métrica compuesta para realizar el intercambio de información entre Routers, esta sesión considera el bw, retardo, carga y confiabilidad para realizar una métrica compuesta, esta envía por defecto un broadcast de las

actualizaciones de enrutamiento cada 90 segundos. Busca la mejor vía mediante el algoritmo de métrica Vector-distancia. (ALVAREZ, 2009)

Los parámetros que utiliza son los siguientes:

Retraso de Envío: 10 Microsegundos

Bw: Velocidad del enlace en el rango de 12000Mbps y 10Gbps.

Fiabilidad desde 0 - 255

Distancia administrativa: toma valores desde 0 a 255 para enlaces particulares. (ALVAREZ, 2009)



Figura 2. 18: Esquema de Sesión IGRP  
Fuente: (ALVAREZ, 2009)

### 2.3.9. EIGRP

En inglés Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, este protocolo de puerta de enlace interior es apropiado para diferentes tipos topologías y de medios. Protocolo de vector distancia típico captura la siguiente información al encontrar la mejor trayectoria hacia el destino. La distancia o métrica es el conteo de saltos y el vector será el salto siguiente. (Support CISCO, 2015)

Ejemplo: El Router 2 elige la trayectoria hacia la red A al analizar el conteo de saltos a través de la trayectoria disponible. (Baveja, 2015)

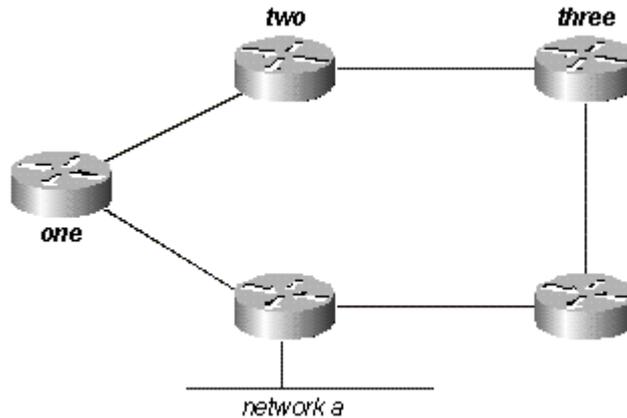


Figura 2. 19: Sesión EIGRP  
Fuente: (Baveja, 2015)

EIGRP proporciona un sistema donde envía solo las actualizaciones necesarias en un momento dado. Esto se realiza a través del mantenimiento y de la detección de vecinos. Determina trayectos que ha aprendido un Router como libres de loops. Realiza el proceso para eliminar rutas defectuosas de las tablas de topología de todos los Routers en la red y ejecuta un proceso de consulta a vecinos para encontrar rutas hacia destinos perdidos.(Support CISCO, 2015)

### 2.3.10. BGP

Bgp ejecuta el proceso denominado PEERING consiste en que el AS informa a otro sobre las redes que puede alcanzar a partir de este, los Routers de borde de un mismo AS intercambian información BGP para conocer las rutas externas e internas y, para llevar a cabo este proceso se utiliza el protocolo I-BGP.(Escuela Técnica, 2009)

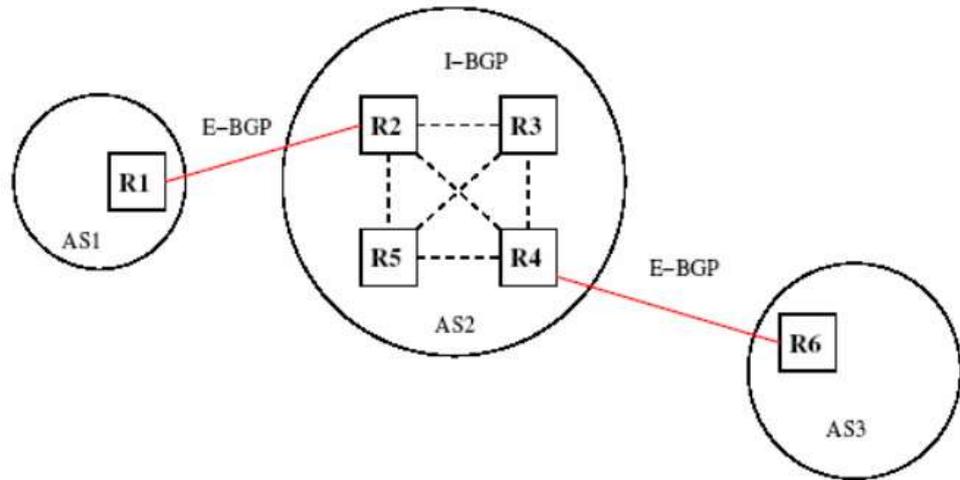


Figura 2. 20: Sesión BGP  
Fuente: (Escuela Técnica, 2009)

### 2.3.11. Distancia Administrativa

La distancia administrativa es el valor que utilizan los Routers para elegir la mejor trayectoria cuando existen 2 o más rutas diferentes hacia el mismo destino desde protocolos de ruteo distintos. Cuanto más bajo sea el valor de la distancia administrativa más confiable es el protocolo. Si pierde la información de IGRP el software utiliza la información derivada de OSPF hasta que reaparezca la información de IGRP. (B. CISCO, 2013)

Fuente de la Ruta	Valores Predeterminados de la Distancia
Interfaz conectada	0
Ruta estática	1
Ruta de resumen del Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP).	5
External Border Gateway Protocol (BGP)	20
EIGRP interno	90
IGRP	100
OSPF	110
Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)	115
Routing Information Protocol (RIP)	120
Exterior Gateway Protocol (EGP)	140
Ruteo a pedido (ODR)	160
EIGRP externo	170
BGP interno	200
Unknown*	255

Figura 2. 21: Distancias Administrativas  
Fuente: (B. CISCO, 2013)

### 2.3.12. Routing Protocol

Son protocolos Vector Distancia como: RIPv1-RIPv2; EIGRP también engloba los Protocolos de Link-state como el OSPF.

Tabla 2. 1: Routing Protocols (Gateway Interior).

VECTOR	DISTANCIA	LIK STATE
RIP	IGRP	
RIPv2	EIGRP	OSPF IS-IS
RIPng	EIGRP-IPv6	OSPFv3 IS- ISIPv6

Fuente: AUTOR

Tabla 2. 2: Routing Protocols (Gateway Exterior).

VECTOR RUTA	PROTOCOLO
EGP	
BGP	IPv4
BGP	IPv6

Los protocolos vector distancia envían actualizaciones periódicas (RIPc/30 segundos), actualizan su tabla de ruta en base a las actualizaciones enviadas por sus vecinos

El protocolo RIP define su métrica como el conteo de saltos, AD 120, una ruta con métrica de 16 se considera inalcanzable, envía actualizaciones periódicas (cada 30 seg), utiliza split horizon. Su protocolo enrutamiento con clase no soportable VLSM /cidr y sus redes NO pueden ser NO CONTIGUAS. El split horizon evita tráfico innecesario, evita bucles envía las actualizaciones por todas las interfaces excepto por aquella que la recibió.

RIPv2: SOPORTA vlsm/cidr, a continuación, se detalla un ejemplo de cómo se configura RIP.

### **2.3.13. OSPF (OPEN SHORTEST PATH FIRST)**

Los Protocolos Link-state (ospf) Crean un árbol de topología SPF (shortest path firts, presenta convergencia rápida, sus updates disparados en cambios de topología. Calcula la ruta más corta que siempre es la de menos saltos, diseño jerárquico basado en áreas.

Sus desventajas las resumimos en su procesamiento, memoria y recursos físicos adicionales, protocolo sin clase, VLSM/CIDR, distancia administrativa de 110, métrica basada en el BW, actualizaciones por evento, convergencia rápida, funciona bien en redes grandes y pequeñas debido a

esto en nuestra red actual no es viable, tiene varios tipos de LSA (link state advertisement), permite el control de todos los LSA, multicast es igual a 224.0.0.5.

OSPF de área única reduce la cantidad de LSA y elimina la necesidad de utilizar virtuales links. Es Multitarea porque segrega la inestabilidad de la red en áreas más pequeñas, define un mejor diseño jerárquico, reduce carga en los Routers, podemos usar virtual link para conectar 2 áreas backbone; sin embargo, presenta desventajas que no son viables para nuestro proyecto como, por ejemplo, usan muchos tipos de LSA, convergencia OSPF, atraviesa varios estándares antes de lograr la convergencia.

# CAPÍTULO 3: SIMULACION DE RED AUTOGESTIONADA SOBRE DWDM EN CIUDADES GUAYAQUIL, QUITO Y CUENCA CON PROYECCION A NIVEL NACIONAL

## 3.1. Red Actual Sweet & Coffee

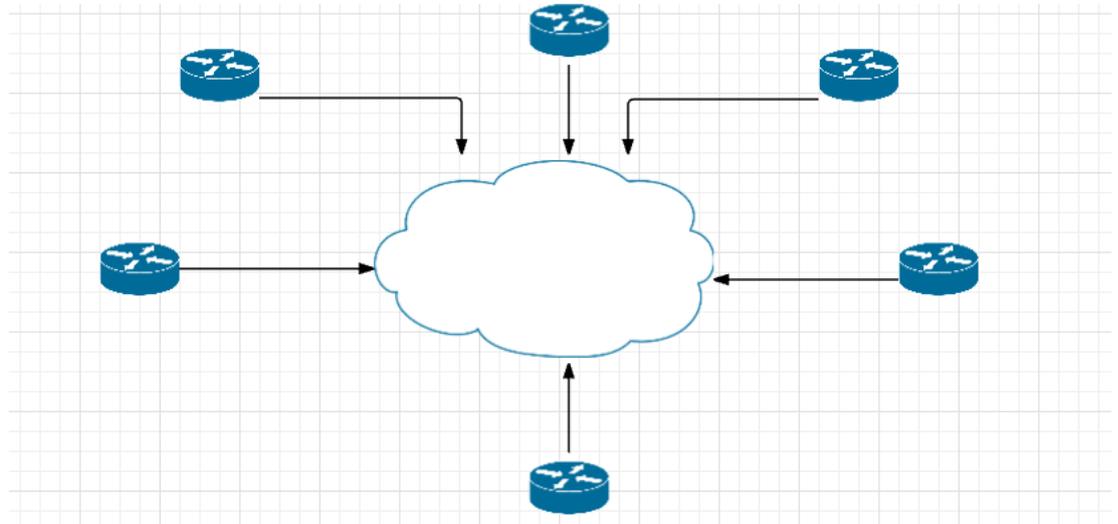


Figura 3. 1: Esquema actual de S&C  
Elaborado por: AUTORA

La red actual de SWEET&COFFEE cuenta con varias desventajas a nivel de gestión (direccionamiento Ip, segmentaciones de BW, etc.) y resolución de problemas debido a que depende en su totalidad del proveedor de servicios dejando bajo su administración solo los equipos finales. Presentan mínimo aprovechamiento del ancho de banda disponible a nivel de nube y de los recursos a nivel de equipos en capa 2 y 3.

Actualmente SWEET&COFFEE tiene una red mpls de datos donde depende del backbone del proveedor. La red presenta fallas al momento de conmutar enlaces backup ya sea en backbone o en conmutaciones de sedes de clientes, tomando más de 10 minutos en conmutación o pérdidas de paquetes en pruebas realizadas entre ciudades. Debido a esto

SWEET&COFFEE nos permite estudiar su caso bajo nuestra simulación en GNS3 donde se establece el backbone de autogestión mismo en el cual el personal de sistemas tendrá gestión de cada uno de los equipos tanto en sedes como a nivel de backbone.

## **3.2. Integración Red Dwdm**

### **3.2.1. Respecto A La Última Milla**

El tráfico actual se maneja bajo el esquema IP generando latencias en la red que ejecutan saltos en capa 3 al efectuar la comunicación entre sedes debido a que en el backbone residen varios equipos según la arquitectura de la red. La red DWDM propuesta reduce las latencias en un 80% puesto que maneja protocolos IP que permiten la conexión directa desde la sede hacia el backbone del cual depende, así mismo ofrecemos una estructura dedicada en equipos para gestión de S&C dependiendo únicamente de la última milla del proveedor.

### **3.2.2. Aplicación De Protocolos**

Para la sesión BGP utilizamos AS diferentes, el backbone tiene AS 6077 PÚBLICO y a nivel de datos (tráfico entre sucursales y de sucursales a backbone) AS 65535 PRIVADO. Debe ser privado y público respectivamente debido a que asignamos IP privadas en la LAN en cuanto a que son IP'S que se pueden replicar en varias LAN sin que se afecte, al contrario del rango público que es limitado, por ejemplo, las IP'S públicas.

EIGRP es un protocolo de enrutamiento dinámico basado en el protocolo vector de distancia; es decir que cumple con las siguientes características:

- Envía actualizaciones periódicas a nivel de todos los vecinos que hablan EIGRP
- Busca el mejor camino
- Los Routers que intervienen en BGP solo saben información de los vecinos, no conocen la topología completa de la red sino solo lo que le dice el vecino

Existe otro vector distancia llamado RIP; sin embargo, no lo utilizamos porque es un protocolo limitado a redes de hasta 15 saltos de longitud, nuestro backbone es extensible, por consiguiente, puede crecer en cualquier momento sin necesidad de que el usuario realice cambios en el protocolo o deba migrar.

EIGRP es importante porque nos ayuda a tener una red con balanceo de carga y con la facilidad para manipular el mismo, es decir que, podemos definir en qué parte de nuestro backbone el tráfico es balanceado y en cual es desbalanceado según el uso que desee emplearse. El balanceo nos ayuda para aprovechar varios caminos, no usarlos como backup sino usar todo el backbone al mismo tiempo (esquema activo - activo) con tiempo de conmutación en el orden de los 50 milisegundos.

Para definir su camino alterno de canal activo para balanceo y Backup debe cumplir con la demanda del parámetro *Feasible Distance* este parámetro es la métrica vista entre los Routers donde se desea aplicar balanceo, desde el Router fuente hasta el Router matriz. En nuestro caso queremos balancear GYE- UIO-CORE y desbalancear CUE-GALAPAGOS-CORE, entonces, tomamos la *Feasible distancia* de GYE hacia UIO y viceversa dándonos como resultado 3 caminos para llegar a GYE desde UIO, si la

métrica vista desde los vecinos de UIO de los caminos alternos hacia GYE es < la *Feasible Distance* se toman como caminos de backup; es decir que debemos tomar la métrica de CORE-GYE y la métrica CUE-CORE-GYE obteniendo como resultado la *received Distance*.

Nuestro objetivo es que efectivamente estas métricas sean menores que la métrica UIO-GYE y así tener dos rutas alternas que ejecuten balanceo con la ruta principal. EIGRP puede soportar hasta 4 rutas de balanceo, en nuestro trabajo vamos a usar 3 canales en balanceo, pero no basta con que la *received Distance* sea menor que la *Feasible Distance* para balancearse debe cumplir con otro parámetro, por lo tanto, la *Feasible Distance* del camino alternativo debe ser menor igual que la *Feasible Distance* del camino principal por la varianza, o sea que la métrica está definida de la siguiente manera:

- $FD2 = cue-core-gye$
- $FD3 = core-gye$

deben cumplir que:  $FD2 < Varianza * FD1$ , donde  $FD1$  es la métrica UIO-GYE si la varianza es 1 entonces el tráfico entre los canales será balanceado, pero si la varianza es diferente a 1 el tráfico entre los canales será desbalanceado. Para efecto de la tesis el balanceo entre GYE-CORE-UIO tiene varianza 1 y para en el tráfico CORE-CUE-GALÁPAGOS la varianza es 2 desbalanceada.

Mis ciudades GYE-UIO-CUE hablaran de manera activa usando todo mi backbone de manera dinámica, pero mis clientes (LAN) hablaran solo por un canal que llega hasta ellos (BGP), por ejemplo, si ocurre una caída de fibra en mall del sol, se pierde el enlace de mall del sol 4 horas hasta que reparen la fibra, de 150 puntos solo tendría uno afectado, pero si yo no aplico balanceo

en mi backbone se cae la conexión GYE-UIO conmuta después de 3 minutos por BGP o 5 minutos si utilizo otro protocolo entonces tendré 50 puntos de Guayaquil caídos entonces no es necesario que un punto extremo tenga canales activo pero el backbone sí, por esta razón, hacia mis puntos internos (LAN) hablo un esquema sencillo y de fácil propagación (BGP) y en mi backbone en punto extremos hablo un esquema más complejo y robusto (EIGRP). Usaremos el protocolo BGP para anunciar prefijos de cada sucursal y que se propaguen por el backbone seleccionando el mejor camino.

### **3.2.3. Acerca de la proyección a Nivel Nacional**

La red actual DWDM cuenta con cobertura nacional lo que permite al cliente expandirse y contar con conexiones plug and play al momento de establecer nuevos puntos a nivel nacional. Contamos con nodos en las principales ciudades del Ecuador, las cuales servirían de PE para las ciudades donde requiera expandirse la red SWEET&COFFEE. A nivel recursos la red implementada está consumiendo el 0.1% del total disponible; es decir que tenemos una red escalable a 30 años sin ejecutar cambios en su infraestructura.

## **3.3. EN RELACIÓN CON LA AUTOGESTIÓN**

### **3.3.1. La Comunidad SNMP**

Levantamos una comunidad snmp que se replica en todos los Routers y habilitamos netflow en los Routers de backbone. El snmp me va a servir para monitorear los enlaces utilizando un mínimo del ancho de banda y el netflow para censar interfaces de los equipos de backbone y ver diagramas Ip que

causan saturación. El nombre de la comunidad se ha elegido siguiendo las reglas de hacking ético publicadas por EC-COUNCIL.

Los comandos que configuramos SNMP son los siguientes:

```
(Router) # configure terminal
```

```
(Router-ipconfig) SNMP-server community RW Sw33Tc/*
```

Respecto a la configuración en netflow:

```
netflow Ip 192.168.0.254 (SERVER)
```

### **3.3.2. EL CONTROL DE TRÁFICO**

Para análisis de tráfico se utilizó la aplicación propietaria de cisco "Netflow Analyzer" la cual nos muestra en tiempo real detalles de los paquetes que fluyen por la red. Esta herramienta permitirá visualizar en tiempo real el rendimiento los dispositivos mediante el monitoreo del ancho de banda utilizado con el fin de optimizarla mediante la generación de reportes del análisis de tráfico forense y tráfico a nivel de interfaces.

## **3.4. ESQUEMA PLANTEADO SOBRE DWDM**

### **3.4.1. La Simulación en Gns3**

Escogí GNS3 porque este simulador gráfico me permite diseñar la topología compleja que maneja mi red y configurar los equipos para simular sobre ellos, asociados con equipos de Cisco Systems, emulador de IOS y DYNAMIPS.

A continuación, presentaré el esquema gráfico del backbone diseñado y configurado sobre DWDM para la autogestión de la empresa SWEET&COFFEE,

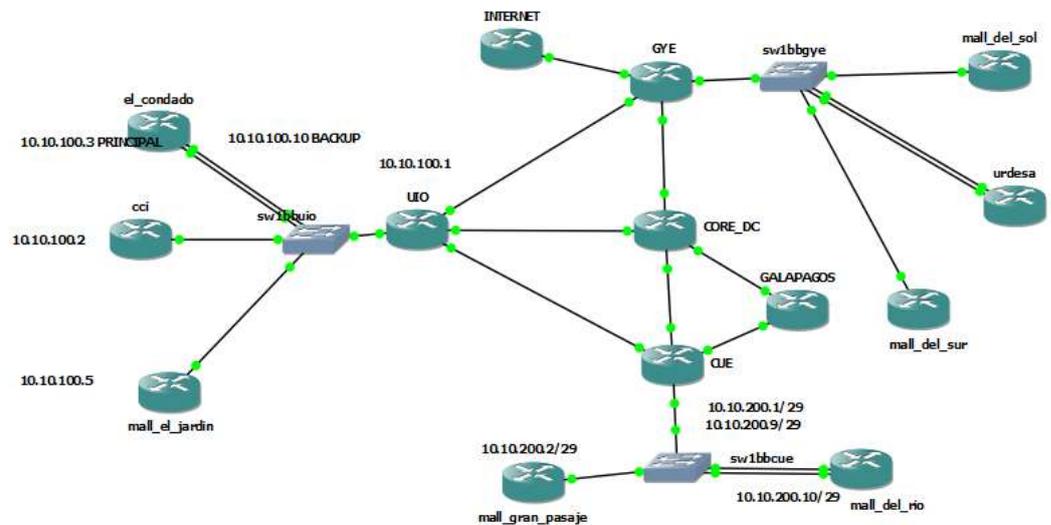


Figura 3. 2: Esquema en GNS3  
Elaborado por: AUTORA

En el gráfico observamos el Core DC (backbone) creado, los Routers colocados alrededor del backbone corresponde a las ciudades más importantes para el cliente, estas ciudades son: GYE-CUE-UIO conmutados por EIGRP y añadimos la Isla de GALÁPAGOS con desbalanceo en EIGRP. En GYE configuramos sus puntos sucursales con mayor afluencia de tal modo que configuramos MALL DEL SUR – MALL DEL SOL Y URDESA (PRINCIPAL Y BACKUP). Solo el punto de URDESA cuenta con enlace principal y backup conmutado por el protocolo BGP para que esté activo las 24/7 cuando presente problemas en la última milla y el proveedor se tome el tiempo de respuesta para solucionarlo. Respecto al punto de UIO se han configurado los equipos en MALL DEL RÍO – EL CONDADO Y CCI (PRINCIPAL Y BACKUP)





```

urdesa#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
urdesa(config)#int fas
urdesa(config)#int FastEthernet 0/0
urdesa(config-if)#shut
urdesa(config-if)#shutdown
urdesa(config-if)#
*Aug 9 13:54:57.975: %BGP-5-NBR_RESET: Neighbor 10.10.1.1 reset (Interface flap)
*Aug 9 13:54:58.019: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 10.10.1.1 Down Interface flap
*Aug 9 13:54:58.019: %BGP_SESSION-5-ADJCHANGE: neighbor 10.10.1.1 IPv4 Unicast topology base removed from session Interface flap
urdesa(config-if)#
*Aug 9 13:54:59.943: %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to administratively down
*Aug 9 13:55:00.943: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to down
urdesa(config-if)#exit
urdesa(config)#exit

```

Figura 3. 5: Shutdown puerto 0/0 enlace principal URDESA  
Elaborado por: AUTORA

```

urdesa#sh ip bgp
BGP table version is 41, local router ID is 192.168.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,
               x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found

   Network          Next Hop          Metric LocPrf Weight Path
*>  0.0.0.0          10.10.1.9                0      900 6077 i
*>  10.10.0.0/29     10.10.1.9                0      900 6077 ?
*>  10.10.0.8/29     10.10.1.9                0      900 6077 ?
*>  10.10.0.24/29    10.10.1.9                0      900 6077 ?
*>  10.10.0.32/29    10.10.1.9                0      900 6077 ?
*>  10.10.1.0/29     10.10.1.9                0      900 6077 ?
r>  10.10.1.8/29     10.10.1.9                0      900 6077 ?
*>  10.10.100.0/29   10.10.1.9                0      900 6077 ?
*>  10.10.100.8/29   10.10.1.9                0      900 6077 ?
*>  192.168.1.0      0.0.0.0                 0      32768 i
*>  192.168.100.0    10.10.1.9                0      900 6077 65536 i
*>  192.168.200.0    10.10.1.9                0      900 6077 65537 i
*>  192.168.201.0    10.10.1.9                0      900 6077 65537 i
*>  201.218.45.0/29 10.10.1.9                0      900 6077 ?

```

Figura 3. 6: Tabla BGP en URDESA  
Elaborado por: AUTORA

```

*Aug 9 13:51:54.071: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Aug 9 13:51:54.075: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Aug 9 13:51:54.075: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to down
*Aug 9 13:51:54.079: %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet1/1, changed state to administratively down
*Aug 9 13:52:00.699: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 10.10.1.9 Up
*Aug 9 13:52:00.699: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 10.10.1.1 Up
*Aug 9 13:54:57.975: %BGP-5-NBR_RESET: Neighbor 10.10.1.1 reset (Interface flap)
*Aug 9 13:54:58.019: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 10.10.1.1 Down Interface flap
*Aug 9 13:54:58.019: %BGP_SESSION-5-ADJCHANGE: neighbor 10.10.1.1 IPv4 Unicast topology base removed from session Interface flap
*Aug 9 13:54:59.943: %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to administratively down
*Aug 9 13:55:00.943: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to down
*Aug 9 13:55:36.415: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

```

Figura 3. 7: Log de conmutación Neighbor 10.10.1.9 URDESA  
Elaborado por: AUTORA



Figura 3. 10: Salida de Internet desde backup Mall del Río  
Elaborado por: AUTORA

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
17	75.042088	ca:0c:1f:dc:00:1c	ca:0c:1f:dc:00:1c	LOOP	60	Reply
18	85.964148	10.10.200.10	10.10.200.9	BGP	284	UPDATE Message, UPDATE Message, UPDATE Message, UPDATE Message
19	86.261028	10.10.200.10	10.10.200.9	TCP	284	[TCP Retransmission] 179 + 49167 [PSH, ACK] Seq=20 Ack=20 Win=15348 Len=150
20	86.276618	10.10.200.9	10.10.200.10	TCP	60	49167 + 179 [ACK] Seq=20 Ack=170 Win=15126 Len=0
21	91.090063	ca:0c:1f:dc:00:1c	ca:0c:1f:dc:00:1c	LOOP	60	Reply
22	97.221146	10.10.200.9	10.10.200.10	BGP	73	KEEPALIVE Message
23	97.361764	10.10.200.10	10.10.200.9	TCP	60	179 + 49167 [ACK] Seq=170 Ack=39 Win=15329 Len=0
24	98.064898	ca:0c:1f:dc:00:1c	ca:0c:1f:dc:00:1c	LOOP	60	Reply
25	99.043253	10.10.200.1	10.10.200.3	BGP	73	KEEPALIVE Message
26	99.096096	10.10.200.10	10.10.200.1	ICMP	70	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
27	101.512453	10.10.200.1	10.10.200.3	TCP	73	[TCP Retransmission] 179 + 45726 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=15855 Len=19
28	101.528033	10.10.200.10	10.10.200.1	ICMP	70	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
29	105.016844	ca:0c:1f:dc:00:1c	ca:0c:1f:dc:00:1c	LOOP	60	Reply
30	106.532421	10.10.200.1	10.10.200.3	TCP	73	[TCP Retransmission] 179 + 45726 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=15855 Len=19
31	106.579365	10.10.200.10	10.10.200.1	ICMP	70	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
32	108.173068	ca:0c:1f:dc:00:1c	CDP/VTP/DTP/PAgP/UDL CDP	CDP	376	Device ID: mall_del_rio Port ID: FastEthernet1/0

Figura 3. 11: Gráfica obtenida desde monitoreo WireShark Analyzer Mall del Río  
Elaborado por: AUTORA

3er Caso. – En este caso validamos el funcionamiento del protocolo EIGRP desde CORE hacia las distintas ciudades GYE – UIO – CUE. Su tiempo de conmutación corresponde a 3segundos. El protocolo EIGRP constantemente está enviando el mensaje de HELLO para confirmación REPLY de que el protocolo se encuentra arriba, esto lo realiza en cuestión de microsegundos, los mensajes son imperceptibles solo logramos verlos vía monitoreo.

Para efectos de estudio desconectamos el cable que conecta a UIO desde el puerto fa0/0 del Routers del Cisco 7200 hacia el BACKBONE-Core en la interfaz 0/0 monitoreamos según la métrica escoge el mejor camino para

llegar a la salida de internet, es decir que, desde CCI continúa su camino por GYE llegando al Routers de INTERNET. A continuación, adjunto las pruebas,

157	383.206935	10.10.0.2	224.0.0.10	EIGRP	99 Update
158	383.401558	10.10.0.2	10.10.0.1	EIGRP	99 Update
159	383.764641	10.10.0.2	10.10.0.1	EIGRP	99 Update
160	384.333079	10.10.0.2	10.10.0.1	EIGRP	99 Update
161	384.417786	10.10.0.1	10.10.0.2	EIGRP	60 Hello (Ack)
162	392.557154	10.10.0.2	224.0.0.10	EIGRP	74 Hello
163	397.190527	10.10.0.1	224.0.0.10	EIGRP	99 Query
164	397.207611	10.10.0.2	10.10.0.1	EIGRP	60 Hello (Ack)
165	397.290778	10.10.0.2	10.10.0.1	EIGRP	99 Reply
166	397.343701	10.10.0.1	224.0.0.10	EIGRP	144 Update
167	397.343701	10.10.0.1	10.10.0.2	EIGRP	60 Hello (Ack)
168	397.359325	10.10.0.2	10.10.0.1	EIGRP	60 Hello (Ack)
169	399.206272	ca:01:17:50:00:00	ca:01:17:50:00:00	LOOP	60 Reply
170	401.642921	10.10.0.2	224.0.0.10	EIGRP	74 Hello
171	407.144390	10.10.0.1	224.0.0.10	EIGRP	74 Hello
172	407.929736	ca:02:03:40:00:1c	ca:02:03:40:00:1c	LOOP	60 Reply
173	409.820781	10.10.0.2	224.0.0.10	EIGRP	74 Hello

Figura 3. 12: Conmutación EIGRP hacia sus neighbor GYE - CUE  
Elaborado por: AUTORA

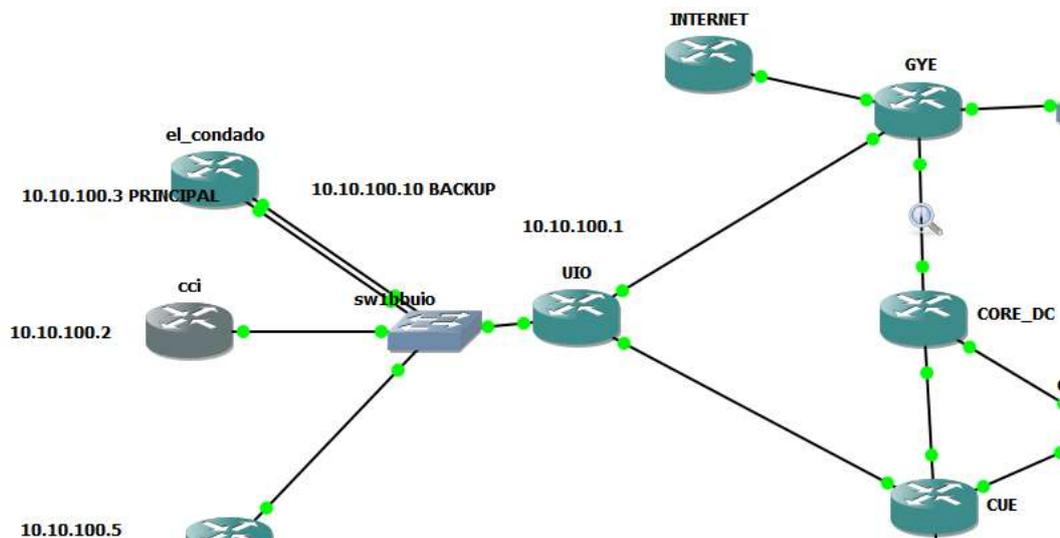


Figura 3. 13: Desconexión del cable UIO hacia el CORE  
Elaborado por: AUTORA



## **CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **4.1. Conclusiones.**

- Con el presente trabajo de investigación logramos adaptar una red sobre DWDM en la última milla ya establecida para la empresa SWEET&COFFEE demostrando que se puede crear una red más robusta levantando protocolos a nivel de capa 2 y capa 3, además de la autogestión sobre la red mediante la comunidad SNMP y el control de tráfico.
- Se instalaron enlaces redundantes a nivel de última milla con Routers 7200 y a nivel lógico levantando los protocolos EIGRP Y BGP validando que la latencia y los tiempos de conmutación disminuyen con éxito según los datos obtenidos por SWEET&CONFFEE llegando a tiempos óptimos de respuesta al conmutarse con los protocolos EIGRP y BGP.
- Logramos ofrecerle a la empresa SWEET&COFFEE el esquema de una red con proyección a nivel nacional que es escalable y soporta hasta 100Gigas de capacidad para su debida segmentación y administración, se aportó con backbone, enlaces principales y secundarios; y salida de internet desde sus puntos más importantes, así como también, se restringieron algunos puntos en la salida de internet.

## **4.2. Recomendaciones.**

- El diseño propuesto es aplicable solo para empresas medianas y grandes, en las cuales debido al tipo de negocio en sus sucursales relevantes debido a la afluencia de clientes y volumen de datos transmitidos generan gran nivel de tráfico requiriendo de alta fiabilidad para desempeñar sus funciones específicas, disponibilidad de los datos 24/7 y tolerancia a fallos.
- Esta red es completamente adaptable a esquemas con jerarquía o sin ella, otorgando un diseño rápido, eficiente y estable al 99.99%
- Hay que considerar que si se desea volver a simular la infraestructura a nivel de capa 2 y capa 3 sugerimos utilizar GNS3 ya que brinda un ambiente amigable, utiliza equipos de marca cisco y, su lenguaje de programación es de nivel CCNA Y CCNP Routing and switching.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, A. (2009, mayo). Protocolo de Enrutamiento IGRP. Recuperado a partir de <https://alexalvarez0310.wordpress.com/2009/05/17/protocolo-igrp/>
- Asdrúbal. (2016). *Elementos de una red global de Telecomunicaciones*. Recuperado a partir de <http://slideflix.net/doc/995537/introducci%C3%B3n-a-las-redes-de-datos-y-sistemas-12>
- Baveja, D. (2015). Protocolo de ruteo de gateway interior mejorado. Recuperado a partir de [http://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/16406-eigrp-toc.html](http://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/16406-eigrp-toc.html)
- Ciorba, A. (2015). *MULTIPLEXING*. Bucharest, Romania. Recuperado a partir de [http://andrei.clubcisco.ro/cursuri/3rl/tapus/RC\\_CA\\_Curs\\_05-\\_1\\_Multipexing.pdf](http://andrei.clubcisco.ro/cursuri/3rl/tapus/RC_CA_Curs_05-_1_Multipexing.pdf)
- CISCO, B. (2013). Qué significa distancia administrativa. Recuperado a partir de [http://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/ip/border-gateway-protocol-bgp/15986-admin-distance.html](http://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/border-gateway-protocol-bgp/15986-admin-distance.html)
- CISCO, S. (2000). Global Network Hierarchy. USA. Recuperado a partir de [http://www.cisco.com/c/dam/global/de\\_at/assets/docs/dwdm.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/global/de_at/assets/docs/dwdm.pdf)
- CISCO, S. (2015). Información general de TCP/IP. Recuperado a partir de [http://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/ip/routing-information-protocol-rip/13769-5.pdf](http://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/routing-information-protocol-rip/13769-5.pdf)
- Cortes, G. (2015). Cálculo del Ancho de banda. En *Cálculo del ancho de banda*. Recuperado a partir de <http://www.rnds.com.ar/articulos/065/108w.pdf>

- COTO, A. (2016). *Exploración de la Red*. Recuperado a partir de [http://www.ie.itcr.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S%20CCNA1/R&S\\_CCNA1\\_ITN\\_Chapter1\\_Exploracion%20de%20la%20red.pdf](http://www.ie.itcr.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S%20CCNA1/R&S_CCNA1_ITN_Chapter1_Exploracion%20de%20la%20red.pdf)
- Escuela Técnica, S. de I. (2009). Fundamentos de BGP. Recuperado a partir de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11359/fichero/BGP%252F5.+Fundamentos+de+BGP.pdf>
- FEDERICO, K. (2013). REDES DE TELECOMUNICACIONES. En *LA CIENCIA PARA TODOS* (III). MEXICO DF. Recuperado a partir de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec\\_8.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_8.htm)
- IIT, K. (2016). DATA COMMUNICATION FUNDAMENTALS (Vol. 2). INDIA. Recuperado a partir de <http://nptel.ac.in/courses/106105080/pdf/M2L7.pdf>
- kustra, R. (2003). Introducción a las telecomunicaciones. Recuperado a partir de <http://www.dednet.net/institucion/itba/cursos/000183/demo/unidad01/Modulo1GestTelec14oct03.pdf>
- Mampreco, A. (2015). *Esquema de una red de Área Local LAN*. Recuperado a partir de <http://manpreco.com/wp-content/uploads/2015/10/lan.jpg>
- MicroCisco, S. (2016). Conceptos básicos sobre networking. Recuperado a partir de <http://www.ie.itcr.ac.cr/acotoc/CISCO/Discovery%201/12.pdf>
- Orias, E., & Gonzales, D. (2016, Agosto). Componente de redes LAN. Recuperado a partir de <http://www.ie.itcr.ac.cr/marin/telematica/lan/1.0RedesIntroduccion.pdf>
- Palacios, E. (2017). *Redes DWDM*. Recuperado a partir de <https://prezi.com/f-oecwa3ohjp/redes-dwdm/>

- Red Tecnológica, M. (2013). Conectividad (RED LAN,MAN&WAN). Recuperado a partir de [https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2013-08-05\\_09-57-53CONECTIVIDAD.pdf](https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2013-08-05_09-57-53CONECTIVIDAD.pdf)
- Reyes, P. (2015). Las tecnologías de la información. Recuperado a partir de [www.icicm.com/files/DWDM.doc](http://www.icicm.com/files/DWDM.doc)
- Tellez, S. (2009). REDES ÓPTICAS DWDM: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN  
DWDM OPTICAL NETWORKS: DESIGN AND IMPLEMENTATION.  
Recuperado a partir de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4169349.pdf>
- Toranzo, R. F., & Ruiz Rivas, F. A. (2014). Redes de área Local. Argentina.  
Recuperado a partir de <http://ing.unne.edu.ar/pub/local.pdf>
- Williams, K. (2016). *NETWORKING COMPUTER SYSTEMS*. North Carolina.  
Recuperado a partir de <http://williams.comp.ncat.edu/COMP476/Multiplexing.pdf>



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Escobar Macías, Joselyne Alexandra** con C.C: # **0940752678** autor del Trabajo de Titulación: **Estudio de la Implementación de Red Autogestionada sobre DWDM para cliente Sweet and Coffe en ciudades Guayaquil, Quito y Cuenca con proyección a Nivel Nacional** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de septiembre del 2017

f. \_\_\_\_\_

Nombre: Escobar Macías, Joselyne Alexandra

C.C: 0924231293

## **REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	<b>ESTUDIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE RED AUTOGESTIONADA SOBRE DWDM PARA CLIENTE SWEET AND COFFEE EN CIUDADES GUAYAQUIL, QUITO Y CUENCA CON PROYECCIÓN A NIVEL NACIONAL</b>		
<b>AUTOR(ES)</b>	ESCOBAR MACÍAS, JOSELYNE ALEXANDRA		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. EDWIN F. PALACIOS MELÉNDEZ		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	14 de septiembre del 2017	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	73
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	TELECOMUNICACIONES		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	CONFIDENCIALIDAD; INTEGRIDAD; PROTOCOLO DE PUERTA DE ENLACE FRONTERA; PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO DE PUERTA DE ENLACE MEJORADO; FIBRA OSCURA; ROUTER CHASIS		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>El siguiente trabajo de investigación analiza la mejora del rendimiento de una red ya instalada en la empresa Sweet&amp;Coffee por medio de la simulación en el programa GNS3 levantando protocolos y sesiones de comunicación que mantendrá la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos en la red. A nivel de capa física solicitaremos al proveedor de última milla de Sweet and Coffee conectar el hilo de la fibra oscura desde el anillo DWDM de Ecuador hacia la infraestructura ya establecida de la empresa con el fin de obtener grandes capacidades de ancho de banda que ingresen directamente hacia la empresa brindando así soluciones a los problemas presentados respecto a la saturación y tiempos altos en los tiempos de respuesta del enlace. A nivel de Capa de red se configuran Routers Chasis 7200 en la Matriz GYE- UIO- CUE los protocolos Puerta de enlace de frontera - BGP y protocolo de enrutamiento de puerta de enlace mejorado – EIGRP; para disminuir el tiempo de conmutación de enlaces cuando la última milla presenta problemas de caídas o atenuación. Respecto a la autogestión configuramos la comunidad SNMP para que nuestro cliente pueda monitorear sus aplicaciones, rutas del enlace, consumo del BW y rendimiento del procesamiento.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593983518951	<b>E-mail:</b> joselyne.escobar@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-68366762		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec">edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			