



**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES**

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO
PARA LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL**

Tema:

**“DISEÑO DE UN ENLACE DE FIBRA ÓPTICA: CASO DE ESTUDIO
ENLACE PARA LOS CAMPUS MATRIZ Y SEDE NORTE DE LA UISRAEL”**

Wilmer Fabián Albarracín Guarochico

Quito – 2016

AUTORÍA

Yo, **Wilmer Fabián Albarracín Guarocho**, portador de la cédula de ciudadanía **No. 1713341152**, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

Wilmer Fabián Albarracín Guarocho

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. JUSTIFICACIÓN	6
3. ANTECEDENTES	8
4. Objetivos	9
5. Desarrollo del caso de estudio	10
5.1 Estudio de los requerimientos para el enlace de fibra óptica	10
5.1.1 Descripción de la red actual UISRAEL	10
5.1.2 Servicios disponibles	17
5.1.3 Análisis de tráfico de la red	18
5.1.4 Cálculo del ancho de banda requerido	18
5.2 Diseño del trazado para el enlace de fibra óptica.	19
5.2.1 Canalización soterrada disponible	19
5.3 Dimensionamiento enlace de fibra óptica	25
5.4 Cálculo del presupuesto referencial para la implementación del enlace de fibra óptica	25
5.5 Simulación en software OptiSystem	26
Conclusiones	34
Recomendaciones	34
BIBLIOGRAFÍA	35

Índice de Figuras

Figura 1: Configuración Actual Campus Matriz.....	10
Figura 2: Diagrama de Servidores y Equipos de comunicación Campus Matriz	11
Figura 3: Diagrama Conexión de Proveedores Campus Matriz.....	11
Figura 4: Diagrama Conexión Wifi Campus Matriz	12
Figura 5: Diagrama Conexión de Laboratorios Campus Matriz.....	12
Figura 6: Diagrama Conexión de Oficinas Campus Matriz	13
Figura 7: Configuración Actual Sede Norte	13
Figura 8: Diagrama de Servidores y Equipos de comunicación Sede Norte	14
Figura 9: Diagrama Conexión de Proveedores Sede Norte	14
Figura 10: Diagrama Conexión Wifi Sede Norte.....	15
Figura 11: Diagrama Conexión de Laboratorios Sede Norte.....	15
Figura 12: Diagrama Conexión de Oficinas Campus Matriz	16
Figura 13: Enlace Campus Matriz-Sede Norte.....	19
Figura 18: Simulación de enlace Campus Matriz-Sede Norte	26
Figura 19: Simulación Señal de entrada en el sistema.....	27
Figura 20: Espectro de salida del modulador en el sistema.....	28
Figura 21: Potencia de salida del modulador en el sistema.....	28
Figura 22: Espectro en la fibra en el sistema	29
Figura 23: Potencia de salida en la fibra	29
Figura 24: Señal de salida después del filtro	30
Figura 25: Potencia filtro	30
Figura 26: Señal con ruido.....	31
Figura 27: Señal sin ruido	32
Figura 28: Diagrama de ojo, BER	33

1. INTRODUCCIÓN

La evolución día a día de la tecnología implica que las instituciones actualicen su infraestructura tecnológica con el objetivo de ser competitivos y mejorar sus aplicaciones para el futuro, ante ello, la fibra óptica se ha convertido en la actualidad en el medio de comunicación más utilizado por usuarios de todo tipo que requieren el transporte de información de manera eficaz y eficiente.

En el presente caso de estudio se indica el diseño de un enlace de fibra óptica para conectar el campus matriz con la sede norte de la Ulsrael, con el enlace se prevé brindar un mejor servicio en las diferentes áreas de la institución con equipos óptimos y compatibles con la red óptica.

Para lograr el objetivo general de este proyecto se pone en consideración el siguiente documento donde se desarrolla los siguientes temas de estudio:

Analizar la Infraestructura y recursos de la red que actualmente tiene la institución.

La capacidad requerida por la red, conforme a las actividades desarrolladas por los usuarios con el propósito de mejorar los servicios.

Propuesta del enlace óptico de acuerdo a las necesidades requeridas, para ponerlo a consideración con el propósito de cumplir con el objetivo del presente proyecto.

2. JUSTIFICACIÓN

“La Universidad Tecnológica Israel (UISRAEL) nace en el año 1999 de la experiencia académica y profesional de dos institutos: el Instituto Tecnológico Israel y el Instituto Tecnológico Italia. Alianza estratégica de fortalecimiento para brindar una educación superior de excelencia a nuestros estudiantes”, (UISRAEL, 2016).

“En la década de los ochenta y noventa, estos institutos obtuvieron distintos reconocimientos a nivel nacional e internacional, legado del cual se nutre la UISRAEL y que permitió consolidar una oferta académica que tiene en la actualidad carreras en las modalidades: presencial, semipresencial y a distancia”, (UISRAEL, 2016).

“Las carreras de pregrado que ofrece la Universidad son: Administración de Empresas, Turismo, Contabilidad y Auditoría, Diseño Gráfico, Técnicas Audiovisuales, Telecomunicaciones y Sistemas de Información” (UISRAEL, 2016).

“Se brinda formación para líderes en el tercer milenio con responsabilidad y pensamiento positivo. A través de los proyectos de investigación básica encaminando, estimulando y entregando herramientas teóricas y prácticas para que, desde una visión integral, nuestros estudiantes puedan impulsar sus propias iniciativas empresariales”, (UISRAEL, 2016).

“La visión es formar profesionales competentes por medio de una planta docente calificada; demostrar eficiencia académica y administrativa; incentivar al emprendimiento, a la innovación, aportando al desarrollo del país; promover la investigación y la producción científica en las áreas del conocimiento de la oferta académica; y, contribuir con la comunidad a través de programas y proyectos que fortalezcan la responsabilidad social, ambiental y económica”, (UISRAEL, 2016).

El valor de este proyecto es fortalecer las comunicaciones de red entre la matriz y la sede norte lo que permitirá brindar mayor rendimiento a las diferentes áreas de la Institución en todas las actividades programadas. En vista de estas necesidades se debe realizar el levantamiento de la información de la infraestructura de la red y su dimensionamiento.

Una vez realizado el estudio en relación a la situación actual de la red y como parte de la solución al problema, se propone diseñar un enlace óptico con el propósito de mejorar las comunicaciones de la red en la institución

3. ANTECEDENTES

Debido al incremento de usuarios y por ende el acceso a las diferentes aplicaciones de red para desarrollar las actividades en beneficio de la comunidad universitaria de la UISRAEL, la cual posee 2 campus que son: Sede Norte y Matriz, por lo que surge la necesidad de buscar una alternativa de solución para conectarlos, con la finalidad de permitir a más usuarios acceder a los diferentes servicios, para la optimización de tiempo y recursos.

La Universidad Israel cuenta con diversos recursos tecnológicos de información y comunicación a disposición del proceso de aprendizaje, los cuales son utilizados por los actuales estudiantes de la modalidad presencial, semipresencial y distancia.

Para el caso particular de las modalidades de estudio semipresencial y distancia, se proyecta un incremento sustancial de los soportes tecnológicos que conforman la infraestructura para el aprendizaje, “los cuales son fundamentales para el manejo de todos los servicios de comunicación para la comunidad universitaria”, (UISRAEL, 2016)

Como alternativa de conexión, la fibra óptica se ha convertido en el medio de comunicación preferido por usuarios de todo tipo que requieren el transporte de información de manera eficaz y rápida, “La fibra óptica constituye el medio de transmisión por antonomasia para los sistemas de comunicaciones ópticas, desde sus primeras instalaciones, en las líneas que enlazaban las grandes centrales de conmutación, la fibra se está trasladando hoy en día hasta los mismos hogares, extendiéndose su uso a un mayor abanico de aplicaciones” , (España, 2005)

4. Objetivos

General:

- Diseñar un enlace de fibra óptica para conectar el campus matriz con la sede norte de la UISRAEL.

Específicos:

- Estudiar los requerimientos para el enlace de fibra óptica
- Diseñar el trazado para el enlace de fibra óptica
- Calcular el enlace de fibra óptica
- Calcular el presupuesto referencial para la implementación del enlace óptico.
- Realizar la simulación en software OptiSystem.

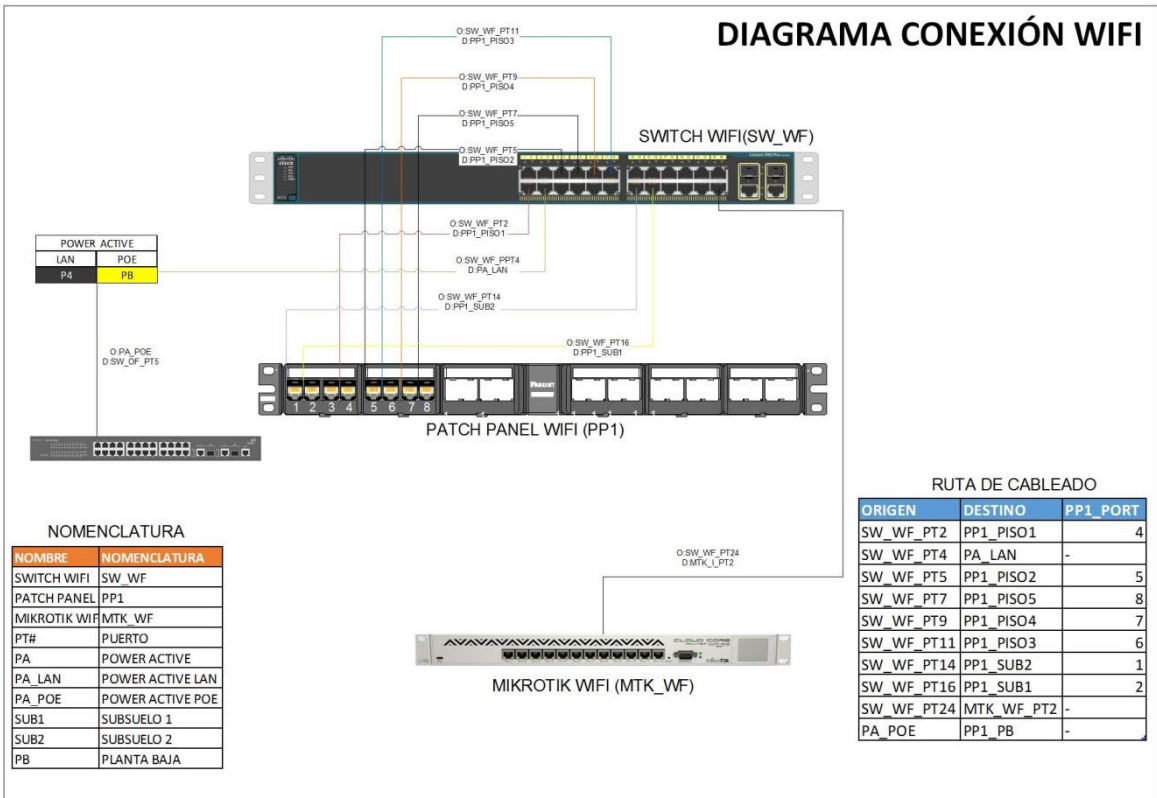


Figura 4: Diagrama Conexión Wifi Campus Matriz
Fuente: Ulsrael

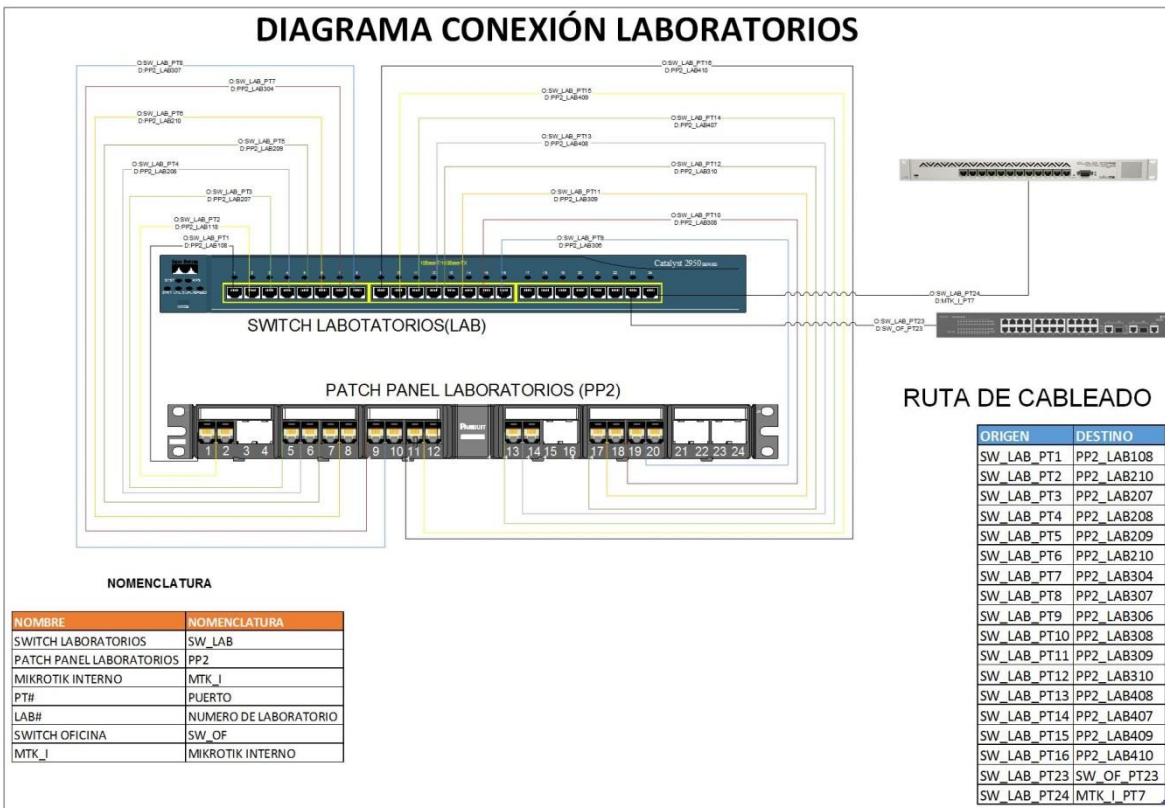


Figura 5: Diagrama Conexión de Laboratorios Campus Matriz
Fuente: Ulsrael

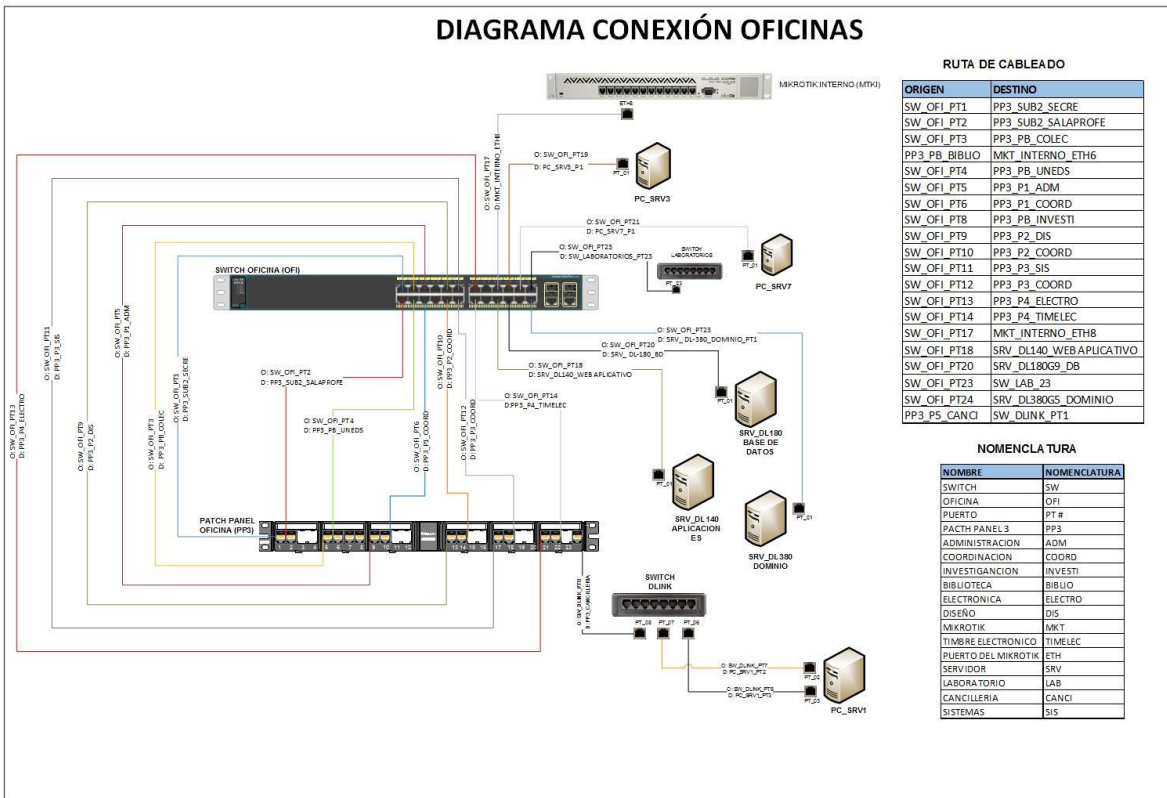


Figura 6: Diagrama Conexión de Oficinas Campus Matriz
Fuente: Ulsrael

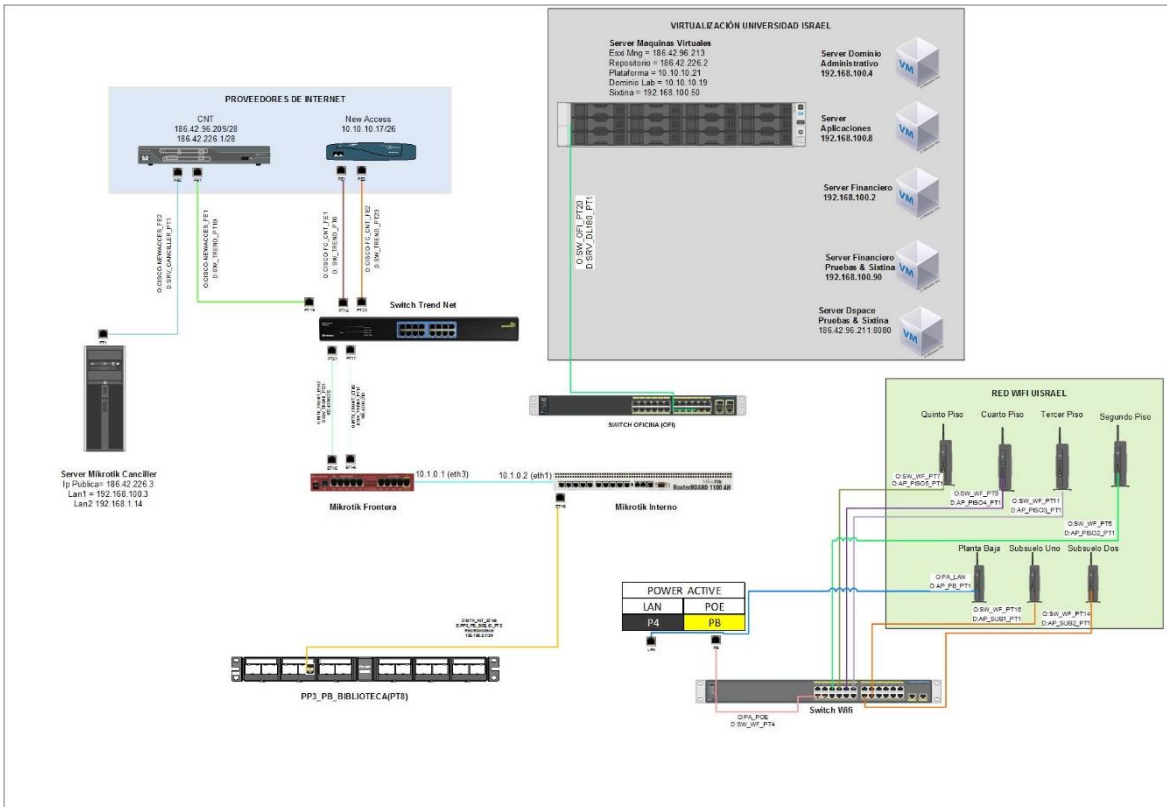


Figura 7: Configuración Actual Sede Norte
Fuente: Ulsrael

DIAGRAMA DE SERVIDORES Y EQUIPOS DE COMUNICACION



Figura 8: Diagrama de Servidores y Equipos de comunicación Sede Norte
Fuente: Ulisrael

DIAGRAMA CONEXIÓN PROVEEDORES

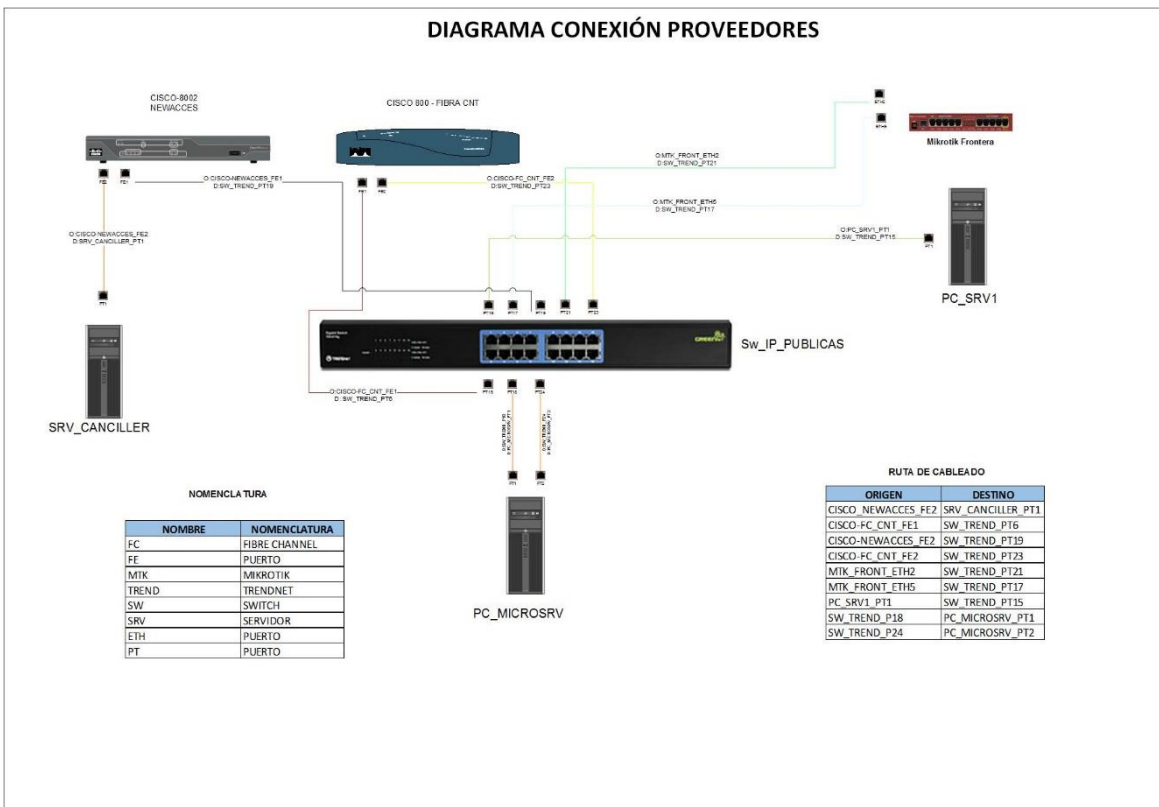


Figura 9: Diagrama Conexión de Proveedores Sede Norte
Fuente: Ulisrael

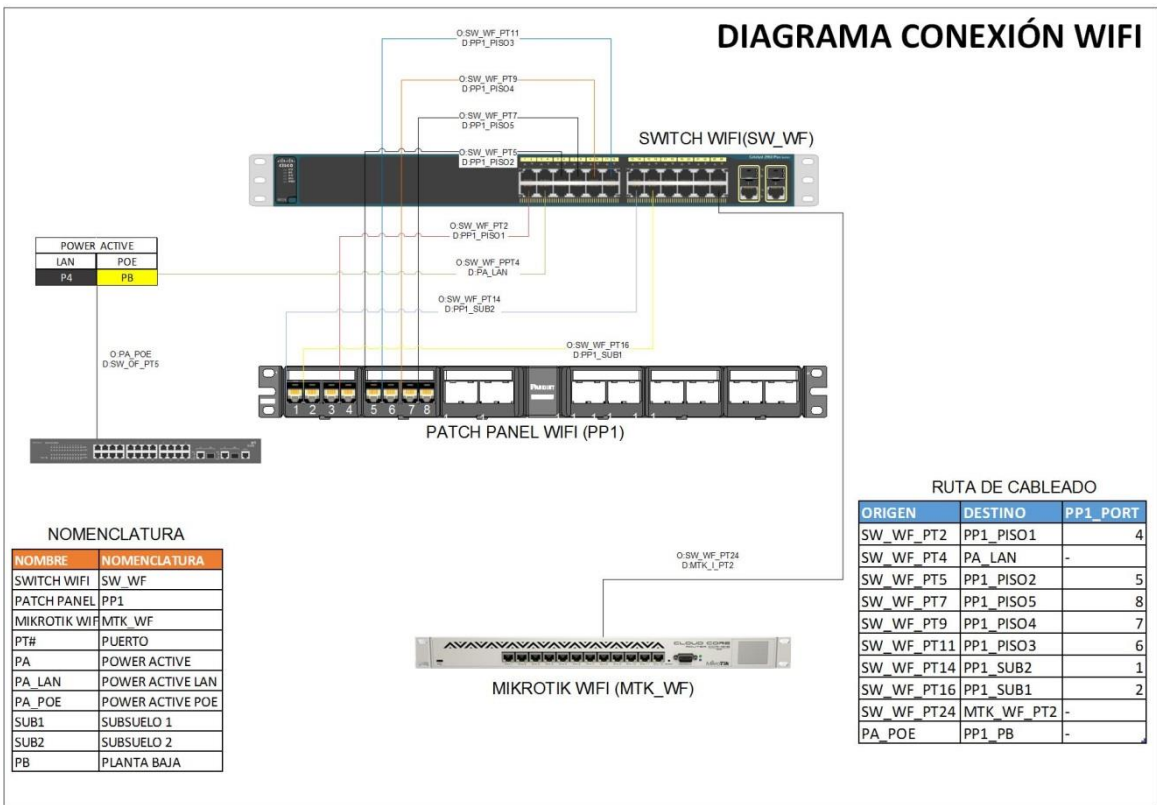


Figura 10: Diagrama Conexión Wifi Sede Norte

Fuente: Ulsrael

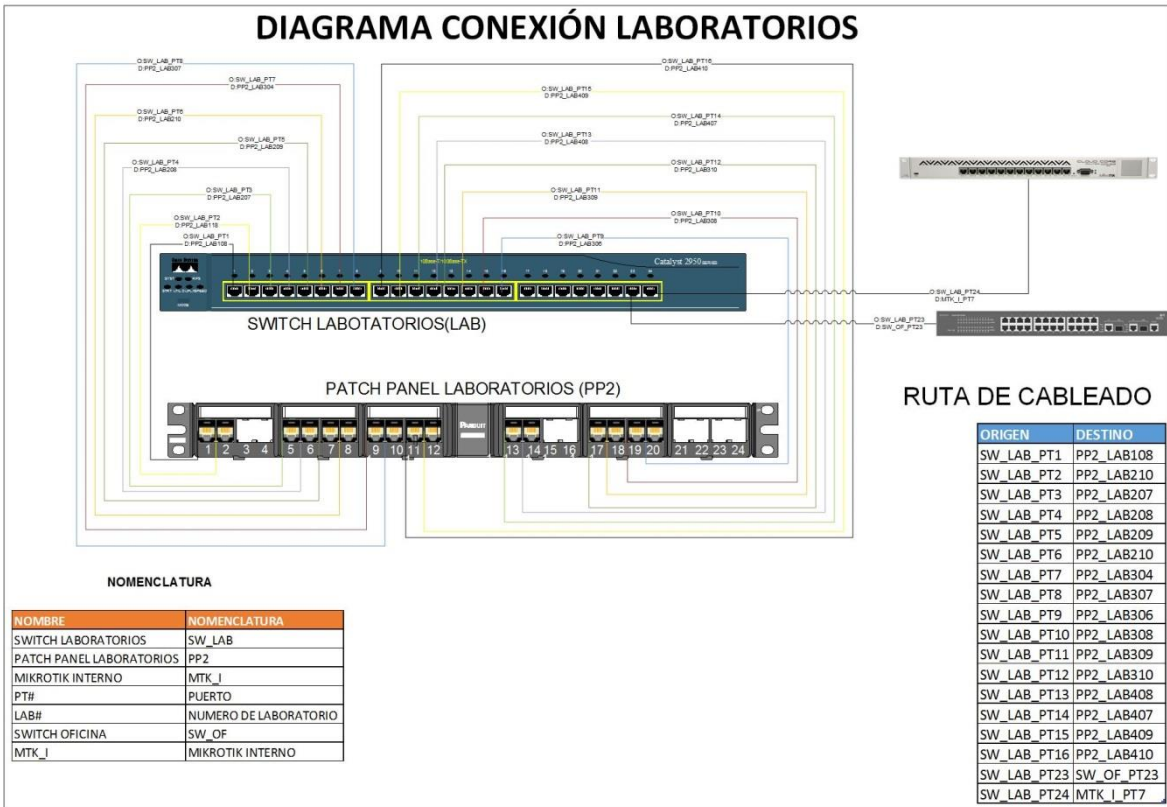
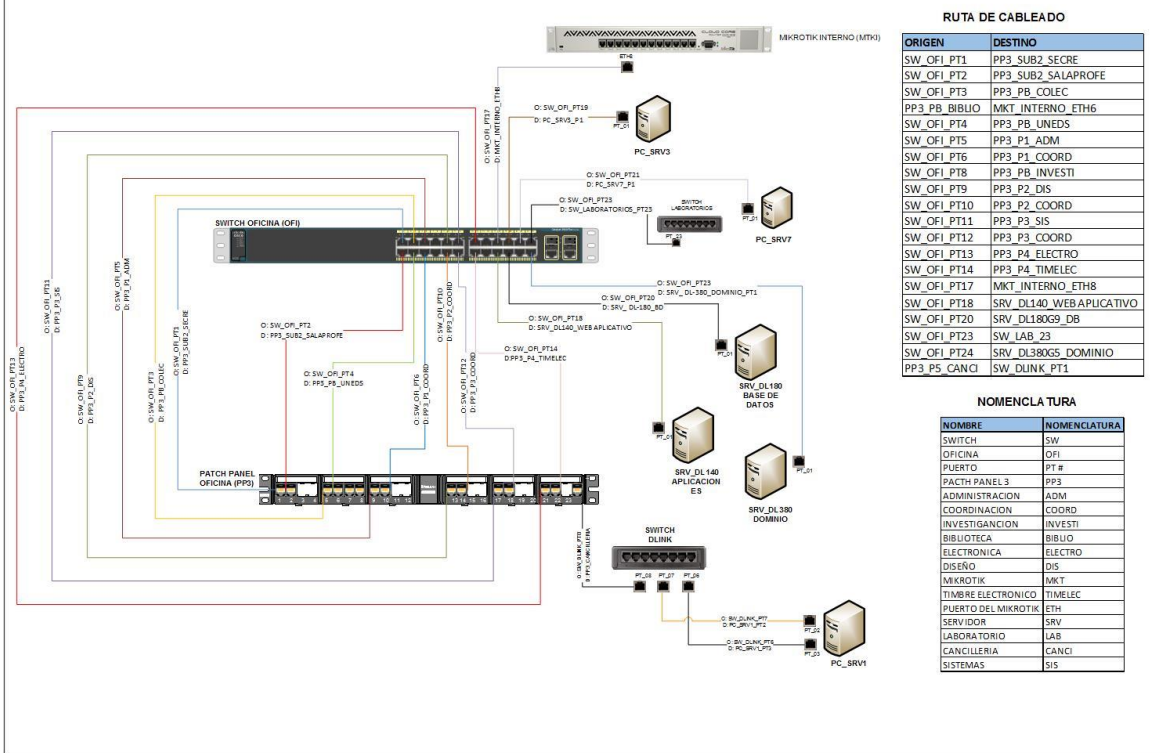


Figura 11: Diagrama Conexión de Laboratorios Sede Norte

Fuente: Ulsrael

DIAGRAMA CONEXIÓN OFICINAS



RUTA DE CABLEADO

ORIGEN	DESTINO
SW_OFI_PT1	PP3_SUB2_SECRE
SW_OFI_PT2	PP3_SUB2_SALAPROFE
SW_OFI_PT3	PP3_PB_COLEC
PP3_PB_BIBLIO	MKT_INTERNO_ETH6
SW_OFI_PT4	PP3_PB_UNEDS
SW_OFI_PT5	PP3_P1_ADM
SW_OFI_PT6	PP3_P1_COORD
SW_OFI_PT8	PP3_PB_INVESTI
SW_OFI_PT9	PP3_P2_DIS
SW_OFI_PT10	PP3_P2_COORD
SW_OFI_PT11	PP3_P3_SIS
SW_OFI_PT12	PP3_P3_COORD
SW_OFI_PT13	PP3_P4_ELECTRO
SW_OFI_PT14	PP3_P4_TIMELEC
SW_OFI_PT17	MKT_INTERNO_ETH8
SW_OFI_PT18	SRV_DL140_WEB APLICATIVO
SW_OFI_PT20	SRV_DL180G9_DB
SW_OFI_PT23	SW_LAB_23
SW_OFI_PT24	SRV_DL380G5_DOMINIO
PP3_P5_CANCI	SW_DLINK_PT1

NOMENCLATURA

NOMBRE	NOMENCLATURA
SWITCH	SW
OFICINA	OFI
PUERTO	PT #
PATCH PANEL3	PP3
ADMINISTRACION	ADM
COORDINACION	COORD
INVESTIGACION	INVESTI
BIBLIOTECA	BIBLIO
ELECTRONICA	ELECTRO
DISEÑO	DIS
MIKROTIK	MKT
TIMBRE ELECTRONICO	TIMELEC
PUERTO DEL MIKROTIK	ETH
SERVIDOR	SRV
LABORATORIO	LAB
CANCLERIA	CANCI
SISTEMAS	SIS

Figura 12: Diagrama Conexión de Oficinas Campus Matriz
Fuente: Ulsrael

5.1.2 Servicios disponibles

5.1.2.1 Telefonía IP

La institución posee un central IP, a la cual se encuentran conectadas 10 extensiones IP en la sede norte y una en la matriz que es direccionada a información. En la matriz existe una central analógica que posee 20 extensiones, las cuales serán reemplazadas con extensiones IP conectados al servidor de la sede norte cuando la red de fibra óptica entre en funcionamiento.

5.1.2.2 Sistema Académico y Financiero

El sistema académico se encuentra construido en power builder en una infraestructura de cliente servidor y utiliza una base de datos mysql, se puede ver por medio de la web, el sistema financiero permite realizar consultas y enviar las facturas electrónicas.

5.1.2.3 Plataforma de Aprendizaje

“Para el proceso de enseñanza aprendizaje en la institución se cuenta con el apoyo de un aula virtual la cual es el apoyo para los estudiantes de las modalidades presencial, semipresencial y distancia”, (UISRAEL,2016)

5.1.2.4 Video Conferencia

“Este servicio es utilizado en gran medida para la enseñanza en las modalidades semipresencial y distancia”, (UISRAEL, 2016)

5.1.2.5 Correo Institucional

Servicio utilizado por la comunidad universitaria para el manejo de la comunicación interinstitucional.

5.1.2.6 Enlace redundante a Internet

La sede matriz posee un enlace a Internet de 80 MB, de los cuales se asignará 10 MB como enlace emergente a la sede norte en caso de que exista problemas con su conexión a Internet

5.1.3 Análisis de tráfico de la red

Tabla 1. Descripción

Servicios	Usuarios	Estadísticas DRT	Unidad (kbps)	Total (kbps)
Telefonía IP	50	30	31.2	936
<i>Sistema Académico y Financiero</i>	500	300	512	153600
<i>Plataforma de Aprendizaje</i>	1000	600	1000	600000
<i>Video Conferencia</i>	300	180	3000	540000
<i>Correo Institucional</i>	200	120	21.75	2610

Fuente: Autor

5.1.4 Cálculo del ancho de banda requerido

Tabla 2. Detalle valor ancho de banda

Servicios	Usuarios	Estadísticas DRT	Valor Unitario (kbps)	Valor Total (kbps)
Telefonía IP	50	30	31.2	936
<i>Sistema Académico y Financiero</i>	500	300	512	153600
<i>Plataforma de Aprendizaje</i>	1000	600	1000	600000
<i>Video Conferencia</i>	300	180	3000	540000
<i>Correo Institucional</i>	200	120	21.75	2610
Total				1297146

Fuente: Autor

5.2 Diseño del trazado para el enlace de fibra óptica.

5.2.1 Canalización soterrada disponible

La CNT posee el anillo de fibra óptica por la ciudad de Quito, lo cual ayuda a poseer una gran cobertura sobre los diferentes sectores del distrito metropolitano, dada esta facilidad se opta por la utilización de esta canalización.

Trazado de la ruta

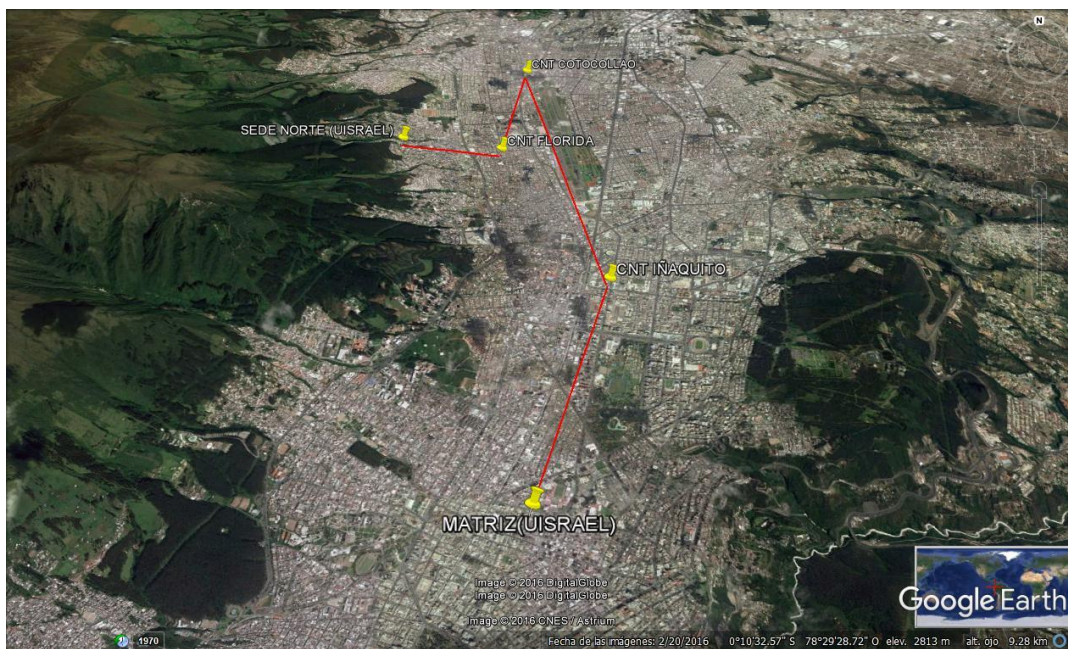


Figura 13: Enlace Campus Matriz-Sede Norte

Fuente: Autor

Uisrael – Iñaquito

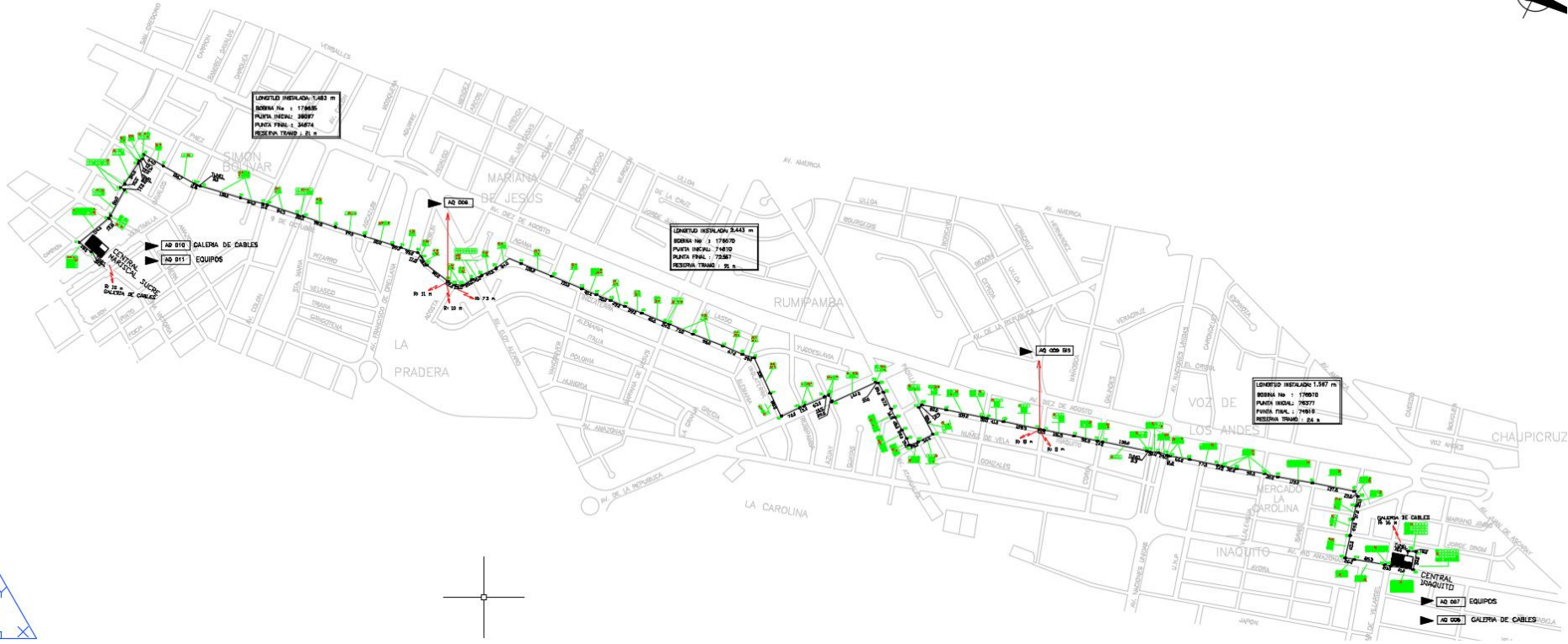


Figura 14: Enlace UISRAEL – Iñaquito

Fuente: Autor

Iñaquito – Cotocollao



Figura 15: Enlace Iñaquito-Cotocollao

Fuente: Autor

Cotocollao – Condado

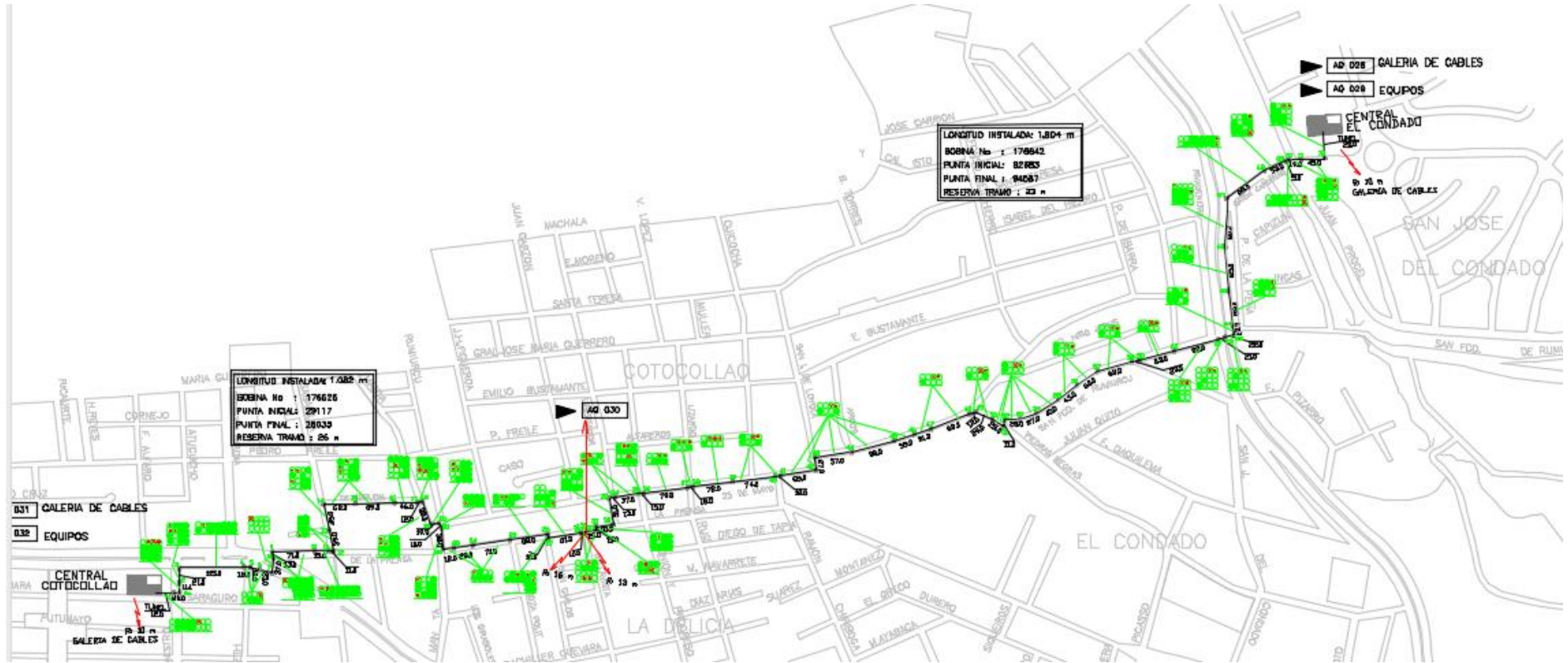


Figura 16: Enlace Cotacollao-Condado

Fuente: Autor

Condado – Florida- Sede Norte

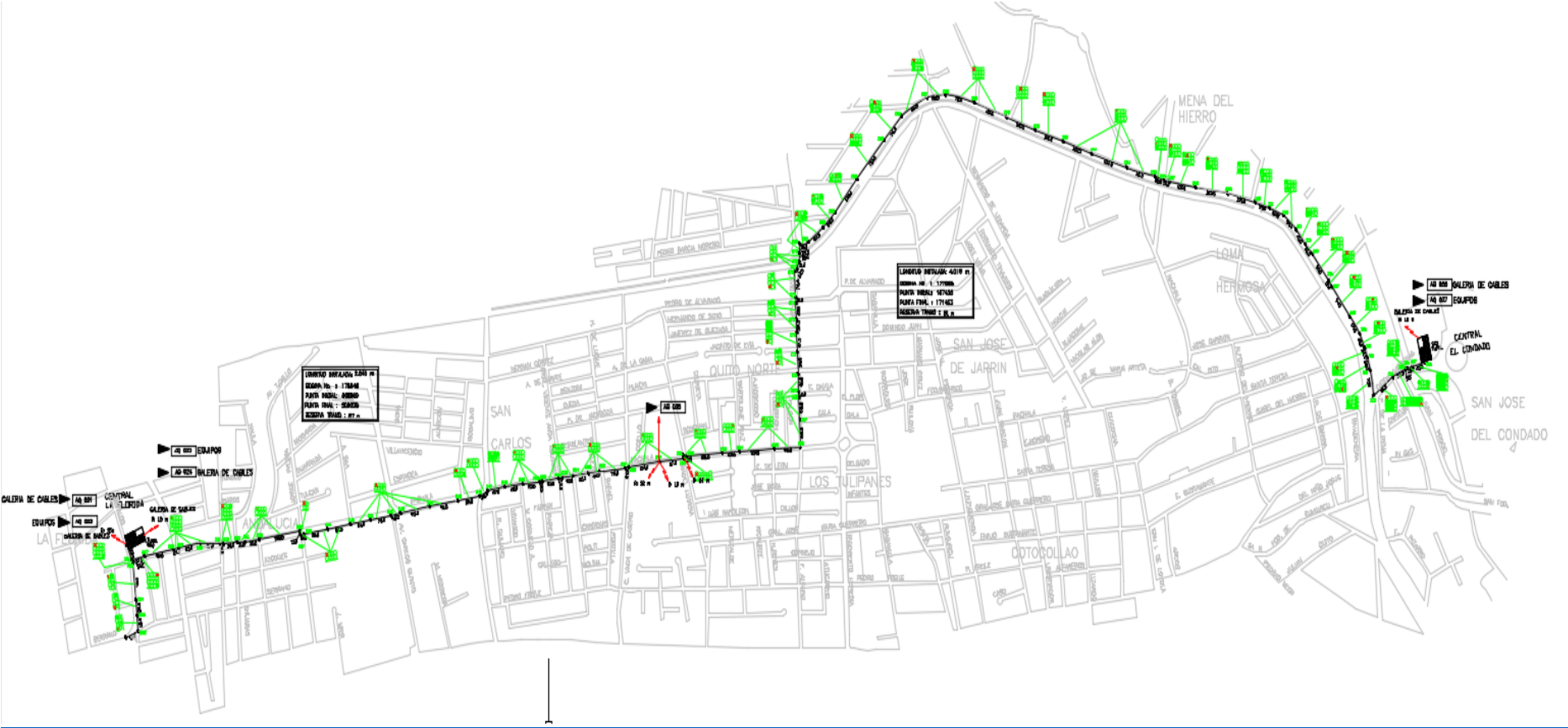


Figura 17: Enlace Condado – Florida- Sede Norte

Fuente: Autor

5.3 Dimensionamiento enlace de fibra óptica

Tabla 3. Materiales y equipos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
<i>Fibra óptica monomodo, G.652.D, tipo: SMF</i>	Km	20 (5 carretes de 5 Km)
<i>Transceiver 10/100 Mbps</i>	Unidad	2
<i>PatchCord SC/SC</i>	Unidad	2
<i>ODF, monomodo de 12 puertos SC</i>	Unidad	1
<i>ODF, monomodo de 48 puertos SC</i>	Unidad	1

Fuente: Autor

5.4 Cálculo del presupuesto referencial para la implementación del enlace de fibra óptica

Tabla 4. Valores de Materiales y equipos

Materiales	Número	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
<i>Fibra óptica SMF G.652.D monomodo</i>	20000	1.48	29600
<i>ODF, monomodo de 12 puertos SC</i>	1	156.66	156.66
<i>ODF, monomodo de 48 puertos SC</i>	1	156.66	156.66
<i>Transeiver de fibra(cobre 10/100)</i>	2	43.75	87.50
<i>Patchcord fibra SC/SC</i>	2	23.63	47.26
<i>fucionadora de fibra óptica</i>	1	230	230
		SUBTOTAL	30.278,08
		IVA 14%	4.238,93
		TOTAL	34.517,01

Fuente: Autor

5.5 Simulación en software OptiSystem

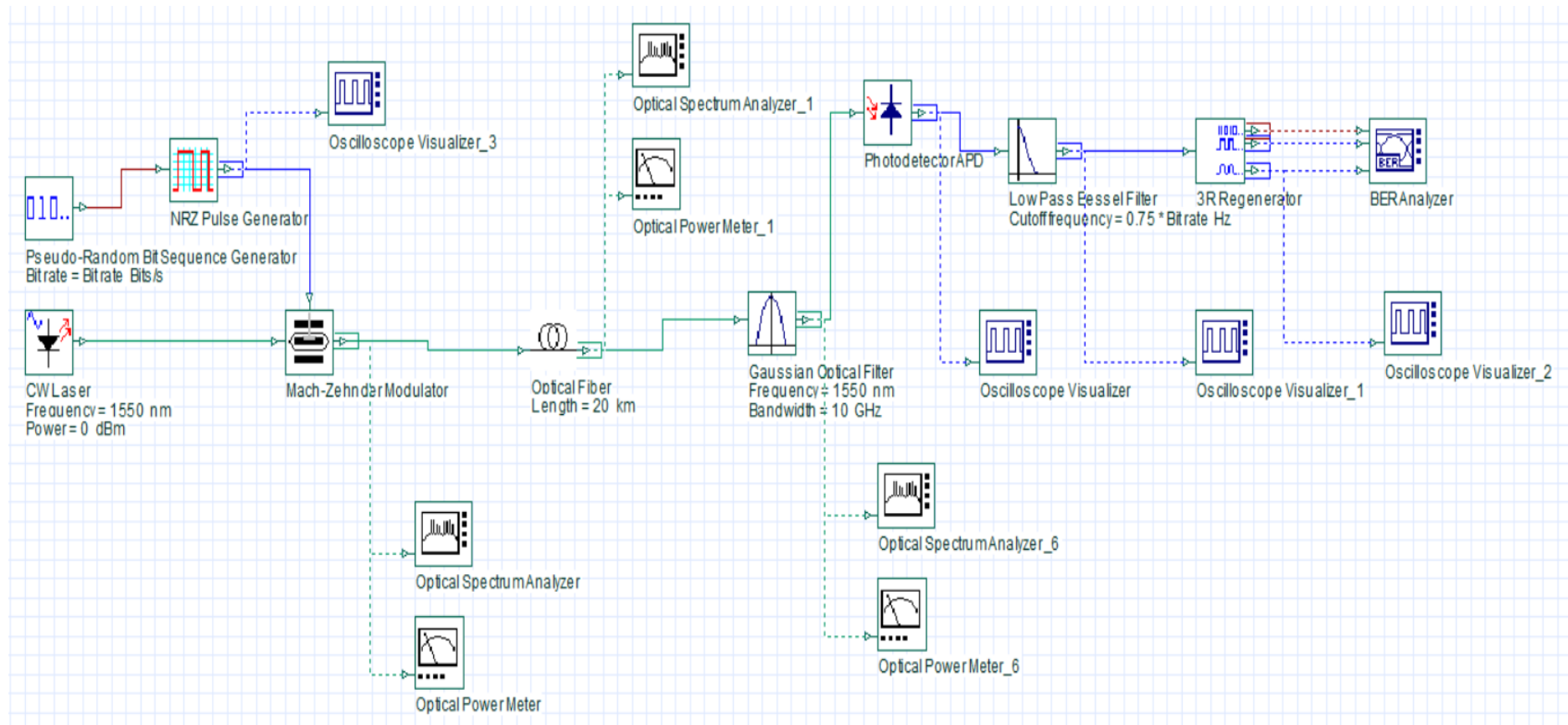


Figura 18: Simulación de enlace Campus Matriz-Sede Norte
Fuente: Autor

En la figura 19, se muestra la señal que ingresa al sistema la cual es emitida por el generador de pulsos, siendo una señal digital con información, la cual es ingresada al modulador.

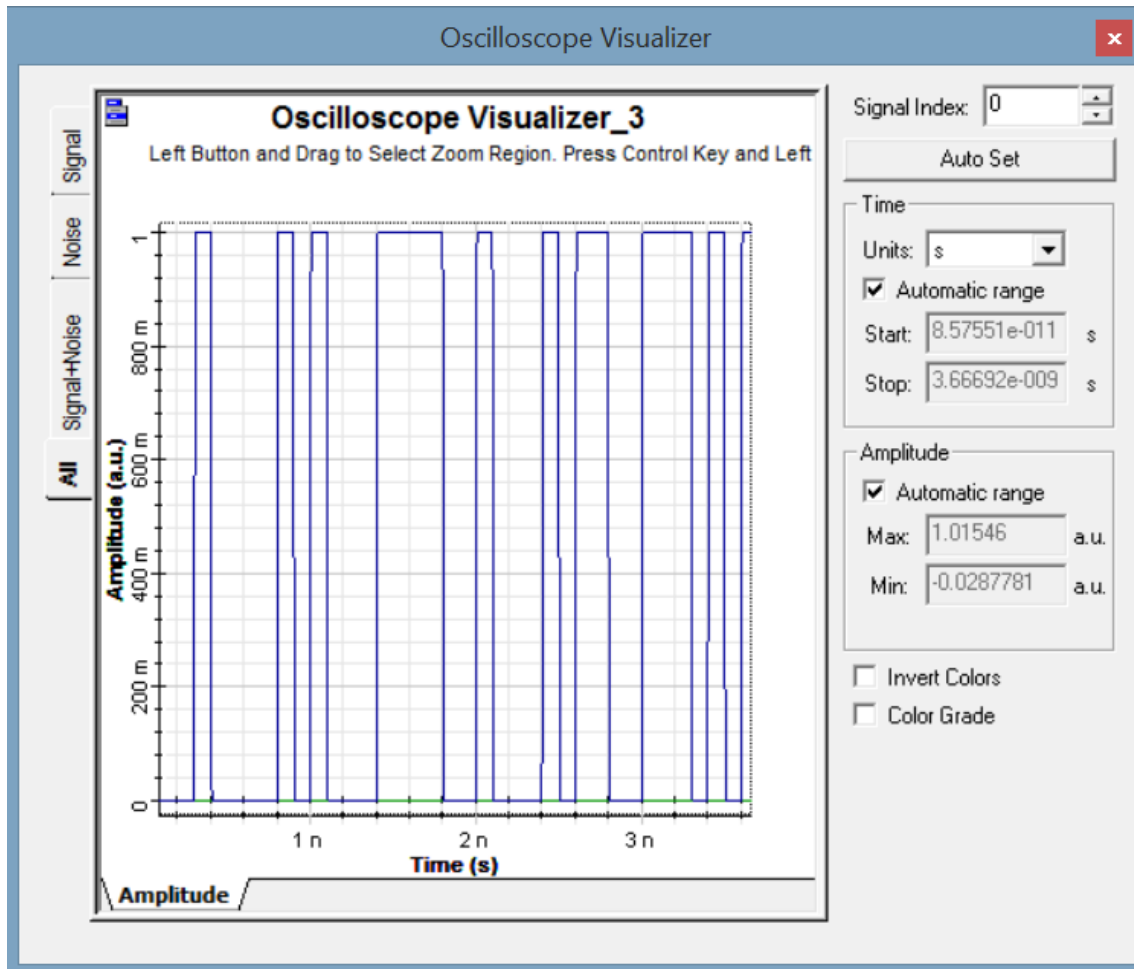


Figura 19: Simulación Señal de entrada en el sistema
Fuente: Autor

Se puede apreciar el espectro óptico de la señal que entrega el modulador la cual posee una potencia de de -3dBm, ver figura 20 y 21.

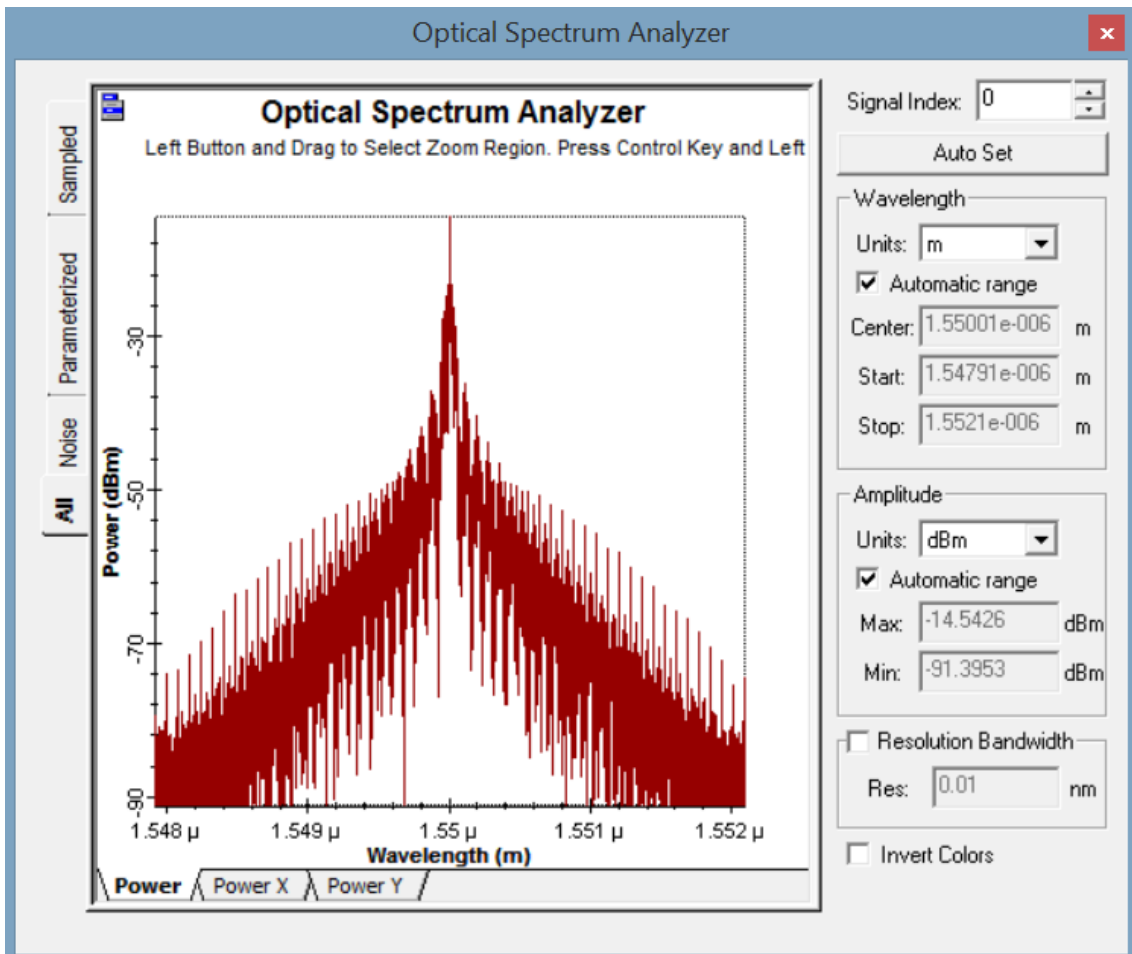


Figura 20: Espectro de salida del modulador en el sistema

Fuente: Autor

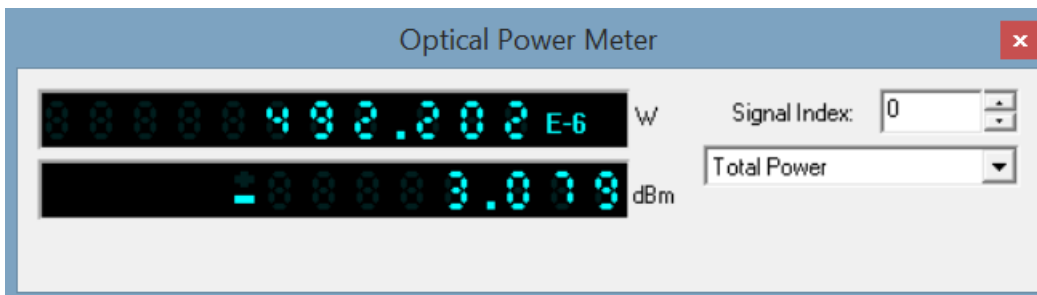


Figura 21: Potencia de salida del modulador en el sistema

Fuente: Autor

La señal óptica se propaga a través de una fibra monomodo estándar G.652 por una distancia de 20 Km en la figura 22, se muestra el espectro óptico a la entrada del receptor y en la figura 23, se presenta el nivel de potencia de resección en aproximadamente -7dBm, por lo tanto, se concluye que el recorrido de la señal óptica tuvo una atenuación de 4 dBm.

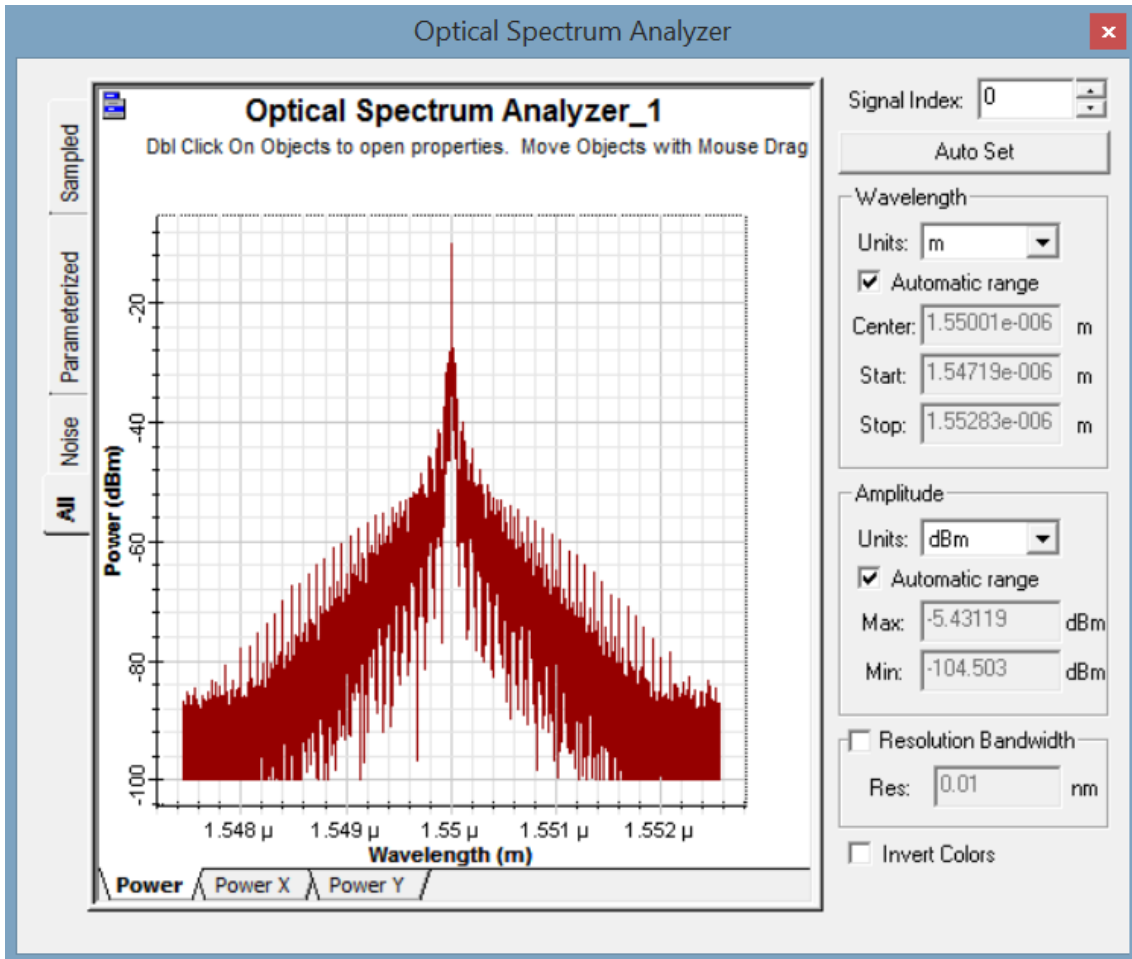


Figura 22: Espectro en la fibra en el sistema

Fuente: Autor

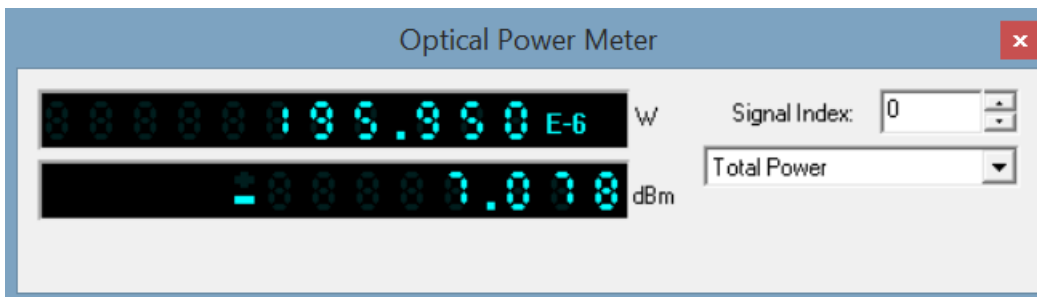


Figura 23: Potencia de salida en la fibra

Fuente: Autor

El receptor cuenta con una etapa de filtrado, la misma que se ajusta a la longitud de onda recibida; en la figura 24, se muestra el espectro de frecuencia de salida del filtro óptico, sin embargo la potencia a la salida de este filtro tiene una atenuación aproximada de 0.7 dB, con una potencia de resepción óptica de -7.7 dBm esto se puede observar en la figura 25.

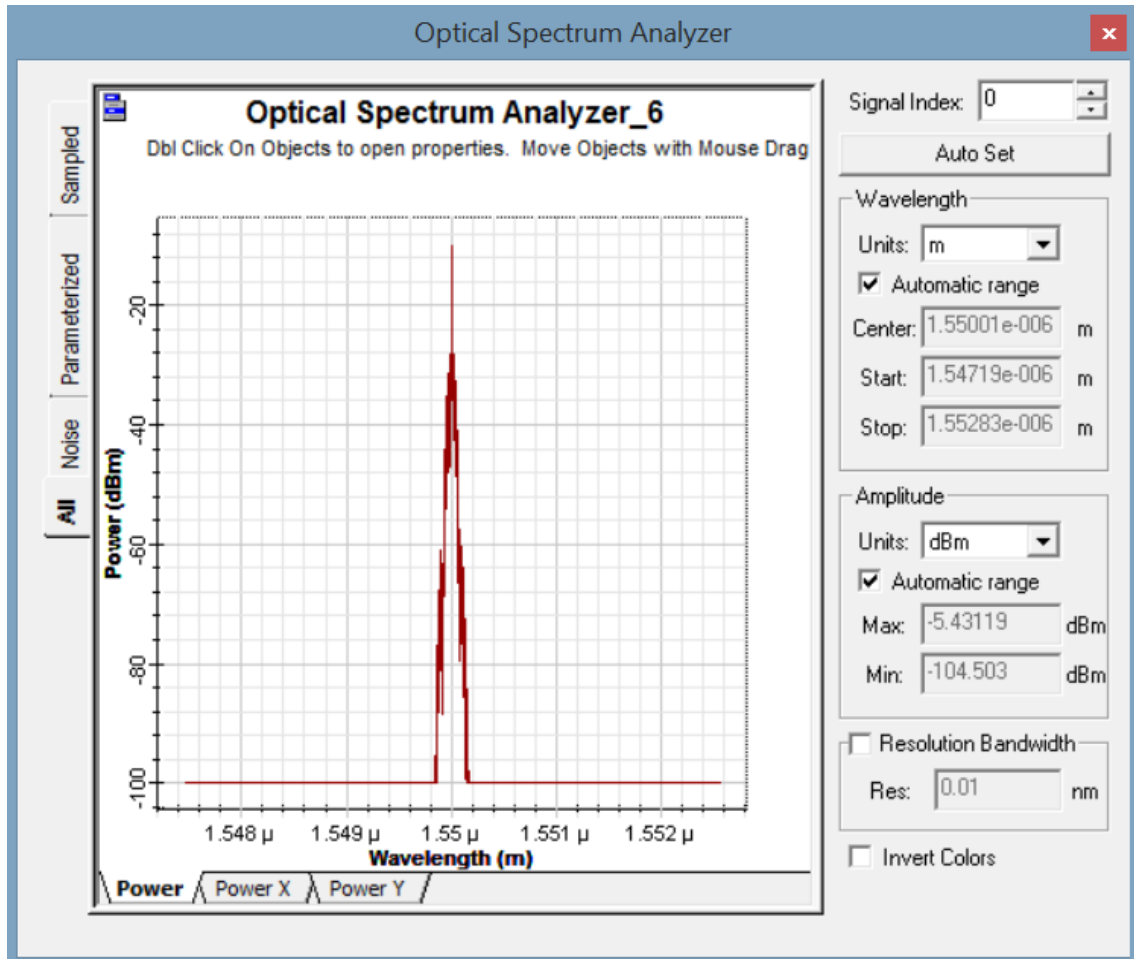


Figura 24: Señal de salida después del filtro
Fuente: Autor

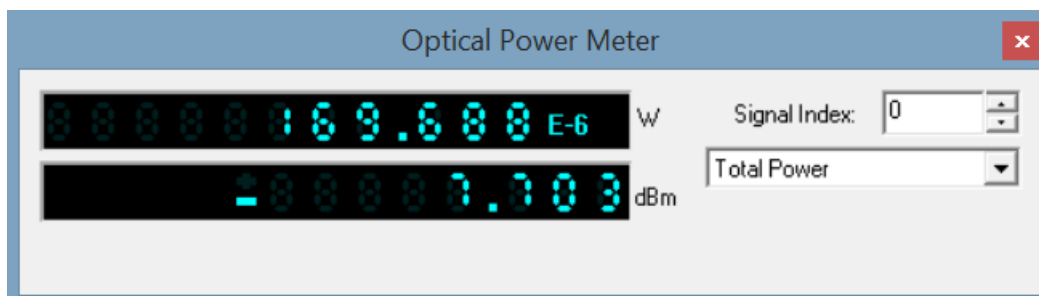


Figura 25: Potencia filtro
Fuente: Autor

El foto detector APD convierte los pulsos ópticos, en una señal eléctrica la cual se constituye en la señal de información, no obstante esta señal tiene distorción y ruido esto se puede observar en la figura 26, es necesario el uso de un filtro para contrarrestar el ruido de la señal de información, dicho filtro esta a la salida del foto detector APD , ver figura 27.

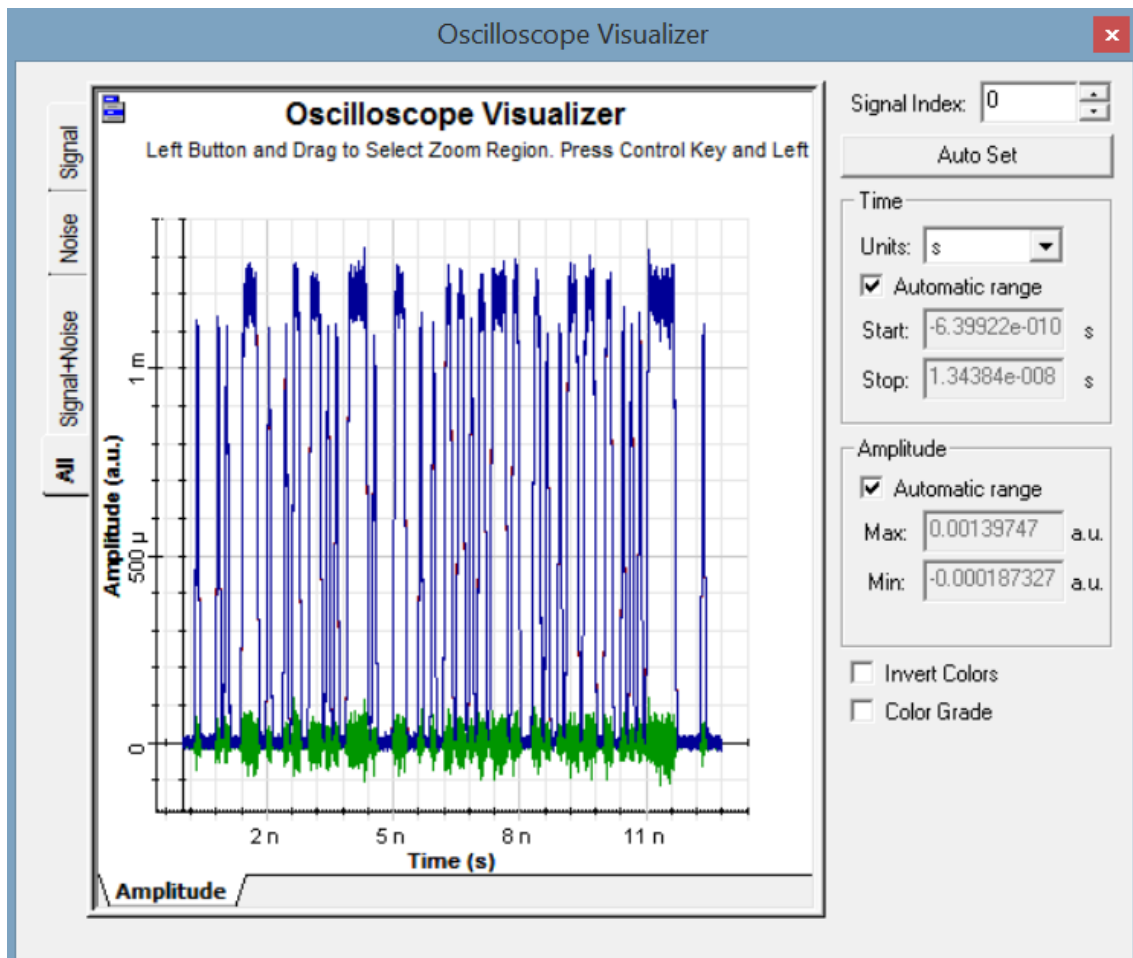


Figura 26: Señal con ruido
Fuente: Autor

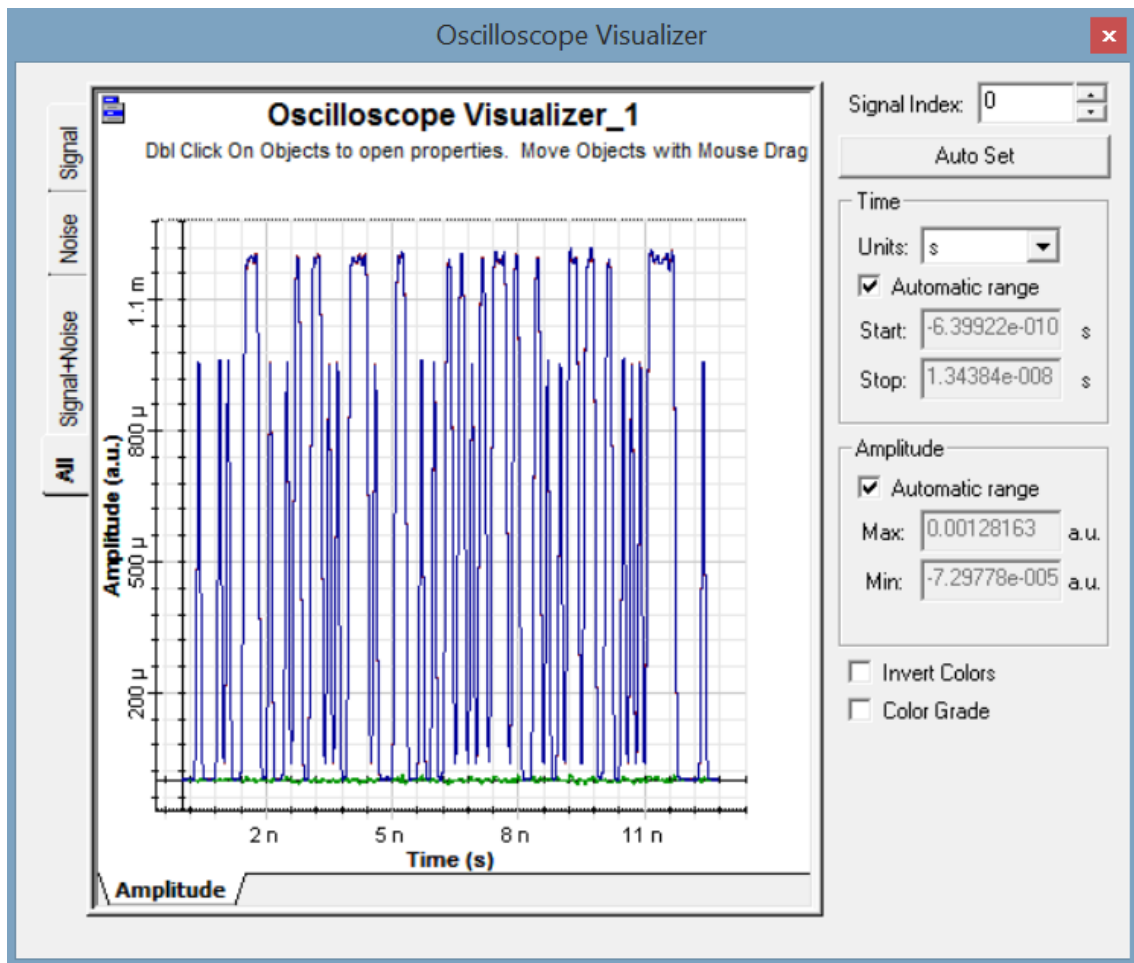


Figura 27: Señal sin ruido

Fuente: Autor

Con la señal sin ruido pasa a la etapa de regeneración donde se ajusta la información al diagrama del ojo, la forma del diagrama evidencia una alta definición que se corrobora con una tasa de BER errado de $1 \cdot 10^{-27}$, estos parámetros de simulación determinan que el enlace contara una alta disponibilidad y confiabilidad, ver figura 28.

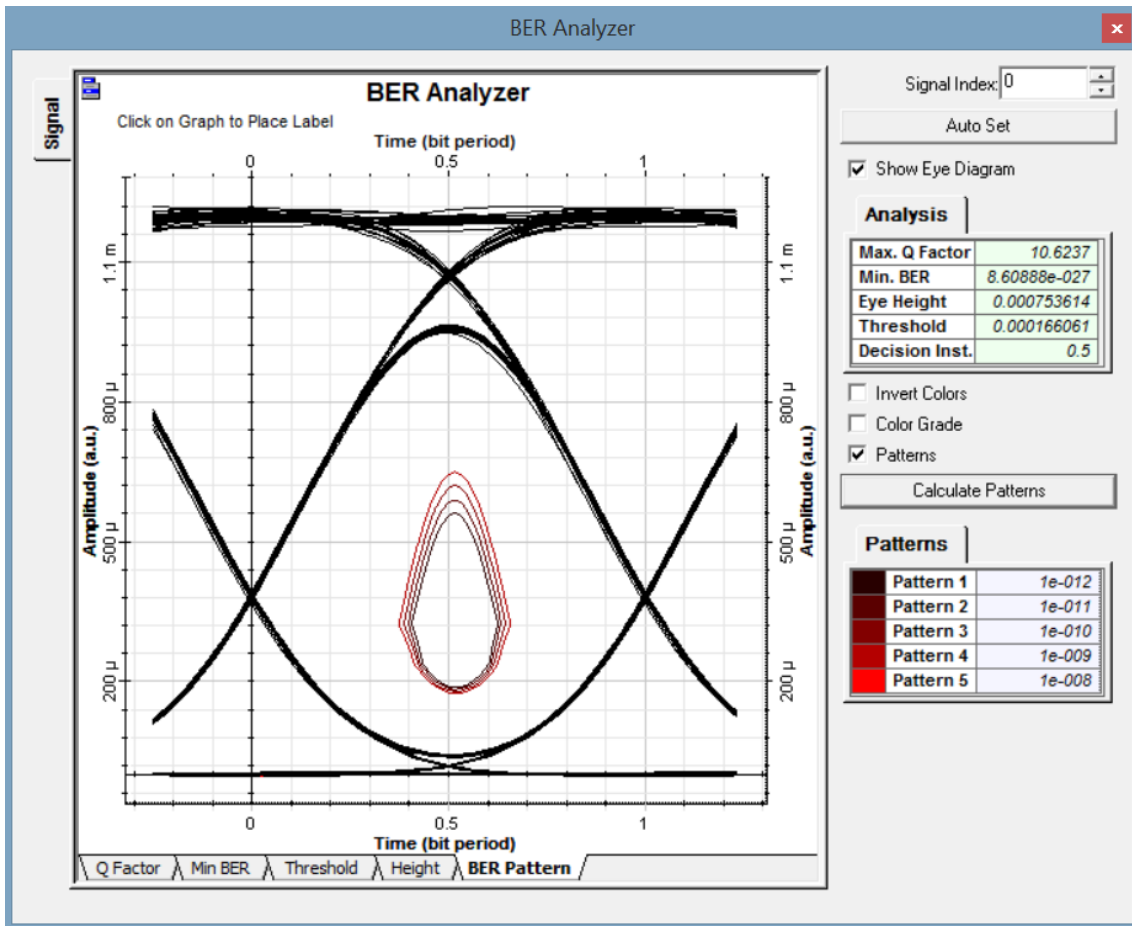


Figura 28: Diagrama de ojo, BER
Fuente: Autor

Conclusiones

- Se realizó el estudio de los requerimientos para el enlace de fibra óptica, con el levantamiento de información de la infraestructura actual que posee la red de la UISRAEL, y se establecieron los parámetros necesarios para realizar el diseño.
- Se diseñó el trazado para el enlace de fibra óptica para interconectar las sedes matriz y norte de la UISRAEL, determinándose que la mejor ruta es: Uisrael Sede Matriz – Iñaquito – Cotocollao – Condado – Florida – Uisrael Sede Norte.
- La UISRAEL con el presente diseño mejoraría de manera significativa los servicios de comunicación que se manejan en cada una de sus dependencias.
- La simulación en el software OptiSystem permite verificar que el diseño del enlace en una distancia de 20 Km, no posee pérdidas sustanciales en la transmisión de la información.

Recomendaciones

- Para el presente proyecto se utilizó la fibra G .652, sin embargo se puede utilizar las fibras G.655 o G.656.
- Se recomienda tener un carrete de reserva de 5 Km, para eventos de mantenimiento correctivo en caso de corte o deformación u otros.
- Debido a que la fibra es canalizada, es preciso que tenga chaqueta metálica y anti roedores.

BIBLIOGRAFÍA

- España, M (2005). *COMUNICACIONES ÓPTICAS. Conceptos esenciales y resolución de ejercicios*, recuperado el 21 de noviembre del 2016 de <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479786854.pdf>
- Cadenas, X y Zaballos, D (2011). *Guía de sistemas de cableado estructurado*. Barcelona, ES: Ediciones Experiencia, 2011. ProQuest ebrary. Web. 20 de noviembre 2016
- Criollo, L (2015). *Diseño de una red convergente de Fibra Óptica para interconectar los campus de la UDLA*. (Tesis de posgrado Universidad Católica del Ecuador) Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8078/TEISIS%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Giancolli. C. Douglas (2006). *Física. Principios con aplicaciones*. Pearson Educación. Sexta edición. México. P.848. Recuperado el 24 de noviembre de <http://serviojr.blogspot.es/1197760140/fibra-mono-modo>
- Rodríguez, Y (2009). *Fibra óptica. apuntes*, 2009. Córdoba, AR: El Cid Editor. ProQuest ebrary. Web. 22 de noviembre del 2016
- Santos, M (2014). *Diseño de redes telemáticas*. Madrid, ES: RA-MA Editorial. ProQuest ebrary. Recuperado el 20 de noviembre del 2016.
- Sattarov, D.K. (2010). *Fibra óptica*. Tomo I. México, D.F., MX: Instituto Politécnico Nacional. ProQuest ebrary. Web. Recuperado el 22 de noviembre del 2016
- UIT-T (2005). *NORMALIZACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES*. Recuperado el 18 de noviembre del 2016 de <file:///C:/Users/HP/Downloads/T-REC-G.652-200506-S!!PDF-S.pdf>.
- UNIVERSIDAD ISRAEL (2016). *HISTORIA D LA UNIVERSIDAD*. Recuperado el 23 de noviembre del 2016 de: www.uisrael.edu.ec