



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL DE LA RED DE FIBRA
ÓPTICA MONOMODO EN EL EDIFICIO MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA ISRAEL.**

AUTOR: CÉSAR AUGUSTO HUARACA VERA

TUTOR: ING. DAVID CANDO, MG.

AÑO 2016

INFORME FINAL DE RESULTADOS DEL TT

Carrera:	ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES
Autor/a del TT:	CÉSAR AUGUSTO HUARACA VERA
Tema del TT:	IMPLEMENTACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO EN EL EDIFICIO MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.
Articulación con la Línea de Investigación Institucional:	Tecnología Aplicada a la Producción y Sociedad
Sublínea de Investigación Institucional:	Desarrollo de Sistemas de comunicación para la Universidad Israel.
Fecha de presentación:	29 de agosto de 2016

Resumen

El actual proyecto contiene los procedimientos utilizados para Implementar la red de fibra óptica monomodo que comprende el backbone vertical y la distribución horizontal del tercer piso del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel, proceso que se pudo llegar a realizar mediante la observación de normas internacionales que dictan los procedimientos para el tratamiento de la fibra, instalación, mediciones y pruebas con equipos ópticos de precisión los cuales garantizan que los resultados obtenidos son reales y confiables, dicha implementación fue factible en su aplicación y de esta manera se contribuye a la ampliación de la infraestructura tecnológica de la universidad, al concretar este proyecto se inicia un cambio para migrar del cobre a la fibra óptica, un cambio que se presta para crear nuevos proyectos y así poder aprovechar al máximo la capacidad de transmisión de datos que ofrece este medio, además se desarrolló un proceso de pruebas, dentro de las mismas se obtuvieron mediciones como la pérdida de inserción y pérdida de retorno, además se pudo medir la tasa de bits errados BER con lo que se determinó que la nueva red de fibra óptica trabaja en óptimas condiciones.

Palabras clave: Fibra óptica, normas internacionales, pérdida de inserción, pérdida de retorno.

Abstract

The current draft contains the procedures used to implement the network of single mode optical fiber comprising the vertical backbone and horizontal distribution of the third floor of the master building of the Technological University Israel, a process that could come to realize by observing international standards dictate procedures for the treatment of fiber, installation, measurement and testing with optical precision equipment which ensure that the results are real and reliable, that implementation was feasible in implementation and thus contributes to the expansion of the technological infrastructure of the university, to realize this project a change begins to migrate from copper to fiber optics, a change that lends itself to create new projects and thus able to maximize the capacity of data transmission of this medium, as well testing process, within the same measurements as the insertion loss and return loss were obtained developed also could measure the rate of erroneous BER bit with what was determined that the new fiber optic network works in optimal conditions .

Keywords: Fiber optics, international standards, insertion loss, return loss.

Contenido

1	Introducción.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Problema.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Objetivos Generales.....	3
1.3.2	Objetivos Específicos.....	3
2	Fundamentación Teórica y Metodológica.....	4
2.1	Fibra óptica ¿qué es y cómo funciona?.....	4
2.2	¿Cómo está construida la fibra óptica?.....	5
2.3	Elementos de un cable de fibra óptica.....	6
2.4	Refracción.....	7
2.5	Reflexión.....	7
2.6	Tipos de fibra óptica.....	8
2.6.1	Fibra óptica multimodo.....	8
2.6.2	Fibra óptica monomodo.....	8
2.7	Dispersión de la fibra óptica.....	9
2.8	Tipos de conectores.....	9
2.9	Pulido en conectores.....	10
2.10	Tipos de emisores de luz.....	11
2.11	Topología de redes de fibra óptica ftx.....	12

2.12	Tipos de redes de fibra	14
2.12.1	Pasivas	14
2.12.2	Activas	14
2.13	¿Qué es el cableado backbone?	14
2.14	Normas para la instalación de la red de fibra en un edificio	17
2.14.1	Norma ANSI/TIA/EIA 569C	17
2.14.2	Norma TIA/EIA 568-C.1	18
2.14.3	Norma TIA/EIA 568-C.3	18
2.14.4	Norma ANSI/TIA/EIA 526-7	19
2.14.5	Norma ANSI/TIA/EIA 606 B	19
2.14.6	Norma ANSI/TIA/EIA 607 B.1	20
2.15	Fibra óptica monomodo ITU-T G.657	20
2.16	Switch o Conmutador	21
2.17	Convertidor de Medios.....	21
2.18	Módulo SFP	22
2.19	O.T.D.R	23
3	Presentación de los resultados	24
3.1	Acuerdo Verbal	24
3.2	Diseño de la red de fibra óptica para la Universidad Tecnológica Israel	24
3.3	Implementación de la red de fibra óptica para la Universidad Tecnológica Israel	26

3.4	Constatación física.....	27
3.5	Diagrama de actividades para la implementación de la red de fibra óptica .	27
3.5.1	Perforación de losas para la comunicación entre pisos.....	28
3.5.2	Perforación de vigas para la comunicación entre aulas.....	29
3.5.3	Montaje de bandejas porta cables o canaletas metálicas cerradas	31
3.5.4	Montaje de tuberías Conduit, manguera flexible de 1 pulgada y cajas de revisión.	36
3.5.5	Instalación de mangueras plástica flexibles y cables de fibra óptica	42
3.5.6	Instalación de puntos de conexión final en cada piso y laboratorios.....	46
3.5.7	Instalación del rack, organización de cables de fibra óptica e instalación de equipos activos.	47
3.5.8	Etiquetado de los equipos y fibras.....	60
3.5.9	Pruebas y mediciones de la red implementada	67
3.6	Costo total de la implementación de la red de fibra óptica.....	84
	Conclusiones	86
	Recomendaciones	87
	Bibliografía	88

Índice de Figuras

Figura 1 : Fibra óptica	4
Figura 2 : Elementos que conforman un cable de fibra óptica	5
Figura 3 : Refracción de la luz.....	7
Figura 4 : Reflexión de la luz.....	7
Figura 5 : Tipos de conectores para fibra óptica.....	10
Figura 6: Tipos de pulidos de los conectores	11
Figura 7: Transmisión y recepción por fibra óptica.	12
Figura 8: Sala de telecomunicaciones.....	13
Figura 9: Diseño del cableado backbone para el edificio de la U. Israel	16
Figura 10: Fibra óptica monomodo G657 A.....	20
Figura 11: Swicht para fibra óptica.	21
Figura 12: Convertidor de Medios.	22
Figura 13: Módulo SFP óptico para fibra monomodo	22
Figura 14: O.T.D.R marca YOKOGAWA	23
Figura 15: Diseño del cableado backbone vertical de fibra óptica para la Universidad Tecnológica Israel.	25
Figura 16: Diseño de la distribución horizontal de la red en el tercer piso	26
Figura 17: Procesos a seguir para la implementación de la red de fibra óptica	28
Figura 18: Equipo de perforación de losas con taladro sacabocados.....	29
Figura 19: Perforación de vigas en proceso.	30

Figura 20: Perforación de viga realizada con éxito	30
Figura 21: Bandeja portacables o canaleta metálica	31
Figura 22: Soporte base de canaleta metálica cerrada de 15cm x 5cm.....	32
Figura 23: Taco de fijación Fisher F8	33
Figura 24: Tornillos autorroscantes colepato 40mm x 8mm.....	33
Figura 25: Pernos de 15 mm x 8mm con tuercas y rodela.....	34
Figura 26: Instalación de canaletas cerradas o bandejas portacables.....	35
Figura 27: Canaleta cerrada o bandeja portacables instalada	35
Figura 28: Instalación de tubos Conduit de 1 pulgada	36
Figura 29: Manguera flexible BX de 1 pulgada utilizada para transiciones	37
Figura 30: Accesorios de 1 pulgada de tubería Conduit y manguera metálica flexible.....	38
Figura 31: Caja de revisión de 20 x 20 cm	39
Figura 32: Instalación de tuberías, accesorios y cajas de revisión.....	40
Figura 33: Caja, accesorios y tuberías instaladas	40
Figura 34: Instalación de la tubería conduit de 1 pulgada”	41
Figura 35: Tubería Conduit y abrazadera chanel instaladas.....	41
Figura 36: Sujeción de las mangueras flexibles corrugadas a la canaleta metálica .	42
Figura 37: Preparación de los patch cord para ser introducidos en las mangueras corrugadas.....	43
Figura 38: Protección de los conectores SC.....	44

Figura 39: Preparación de los patch cord para ser introducidos en la tubería Conduit	45
Figura 40: Paso de cables de fibra óptica por la tubería.....	45
Figura 41: Bobina de fibra óptica de reserva, sujeción con cinta Velcro y amarras.	46
Figura 42: Punto de conexión a fibra óptica	47
Figura 43: Instalación del rack en el tercer piso.....	48
Figura 44: Rack 2 de la sala de telecomunicaciones	49
Figura 45: Conexión de canaletas metálicas al sistema de tierra	49
Figura 46: Conexión del Rack 2 al sistema de tierra	50
Figura 47: Conexión al sistema central de tierra del edificio matriz	50
Figura 48: Identificación de mangueras en el cableado backbone	51
Figura 49: Organización e identificación del ingreso de mangueras plásticas al Rack.....	51
Figura 50: Organización de los cables de fibra óptica en el ODF, panel posterior ...	52
Figura 51: Colocación de patch cord de 1.5 metros en el organizador horizontal	54
Figura 52: Switch CTC de 24 puertos.....	55
Figura 53: Módulo SFP 100/1000.....	56
Figura 54: Colocación de módulos SFP en el Switch CTC del Rack 2 de la sala de telecomunicaciones.....	56
Figura 55: Transceiver con puerto para conector SC de la cancillería.....	58
Figura 56: Transceiver con módulo SFP del laboratorio del aula 307	59
Figura 57: Punto de conexión óptico de la biblioteca.....	59

Figura 58: Conexión del transceiver al Switch eléctrico.....	60
Figura 59: Etiquetado del rack que contiene los equipos de fibra óptica	61
Figura 60: Etiquetado del switch óptico CTC.....	61
Figura 61: Etiquetado del organizador horizontal.	62
Figura 62: Etiquetado del ODF	62
Figura 63: Etiquetado de patch cord del Switch al ODF	63
Figura 64: Etiquetado de patch cord desde la panel posterior del ODF	65
Figura 65: Equipos necesarios para mediciones	67
Figura 66: Formación de una espira en el patch cord de enlace	68
Figura 67: Medición del nivel de señal receptado en el patch cord A del aula 306 ..	72
Figura 68: Pruebas de retorno con OTDR.....	73
Figura 69: Prueba de retorno aula 310.....	74
Figura 70: Pantalla de pérdidas correspondiente a la fibras A y B del aula 310.....	75
Figura 71: Analizador de tramas SDH en medición de los patch cord del piso 2	78
Figura 72: Configuración del SWITCH CTC	80
Figura 73: Configuración del transceiver del laboratorio 310.....	81
Figura 74: Resultado de las pruebas realizadas con SPEEDTEST en el Rectorado	82
Figura 75: Pruebas de internet con la red de fibra óptica	83

Índice de Tablas

Tabla 1: Elementos de un cable de fibra óptica	6
Tabla 2: Formas de dispersión en la fibra óptica	9
Tabla 3: Tipos de conectores para fibra óptica	9
Tabla 4: Elementos que conforman el Backbone.	15
Tabla 5: Lineamientos y procedimientos para trabajos en rutas y espacios.	17
Tabla 6: Elementos para la planeación, instalación y verificación de cableados en edificios.....	18
Tabla 7: Aspectos de seguridad, eficiencia y durabilidad.	18
Tabla 8: Procedimientos para pruebas y mediciones en cables de fibra óptica.	19
Tabla 9: Administración y etiquetado de la infraestructura de telecomunicaciones..	19
Tabla 10: Recomendaciones para realizar el sistema de puesta a tierra.....	20
Tabla 11: tipos más comunes de interfaces ópticos Gigabit.	22
Tabla 12: Asignación de puertos en el ODF	53
Tabla 13: Distribución de puertos ópticos.....	57
Tabla 14: Etiquetado de los patch cord que conectan el SWITCH CTC y el ODF ...	64
Tabla 15: Etiquetado de los patch cord que conectan el ODF con el resto de aulas y pisos.	66
Tabla 16: Medición de pérdidas de inserción de todos los patch cord.	70
Tabla 17: Medición de pérdida de retorno de todos los patch cord.....	76
Tabla 18: Pérdidas de B.E.R de todos los patch cord de la red.....	79

Tabla 19: Claves de acceso y dirección IP del Switch CTC.....	80
Tabla 20: IP asignada a cada Transceiver	81
Tabla 21: Lista de mediciones de los transceiver que se pusieron a prueba	82
Tabla 22: Detalle de gastos.....	84

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Pérdida de inserción en función de la distancia71

Gráfico 2: Pérdida de retorno en función de la distancia77

1 Introducción

1.1 Antecedentes

Disponer de aplicativos de acuerdo a la era tecnológica del momento que sirvan para optimizar recursos y brindar un servicio de internet eficiente y rápido, es la necesidad de toda entidad, aún más si de está dependen muchas personas para su educación y labores de trabajo diario.

En el Edificio Matriz de la Universidad Israel, al emplear computadoras portátiles, computadoras de escritorio de los laboratorios, smartphone, tablets o cualquier otros dispositivos que requieran de la utilización de internet, se evidencia que la transmisión de datos es lenta y llega en ocasiones a ser nula, en momentos en que muchos equipos de este tipo se conectan a la red ya sea por el ancho de banda, por el medio físico de cobre existente o por la demanda del servicio, la actual red no abastece a los requerimientos de los usuarios, por esta razón se restringió el acceso a varias aplicaciones que ocupan un considerable ancho de banda, esto repercute en las personas que hacen uso de internet ya que limita el acceso para realizar consultas y descargar información. Las comunicaciones evolucionan y cada vez es más grande la necesidad de una banda ancha que permita cubrir esta demanda entonces se debe analizar un elemento óptimo capaz de solucionar estos inconvenientes en el transporte masivo de datos.

Anteriormente el estudiante de ingeniería electrónica digital y telecomunicaciones Jorge Ortiz Samaniego en el año (2016), presentó el diseño de una red de fibra óptica para la Universidad Tecnológica Israel y por medio de la misma llegar a crear aplicativos que permitan una interacción entre el estudiante y el resto del mundo o simplemente con diferentes lugares de la misma universidad, esto se puede obtener de una sola forma y es ampliar la capacidad de transmisión de datos, no se pudo dar un paso más allá por el valor económico que implementar esta red de fibra representa, por esta razón se crea la necesidad de llegar a la instalación física de la red de tal manera que se cumpla con normas establecidas por los fabricantes de los equipos y las que emiten los organismos de regulación.

El momento que la red se encuentre operativa se podrá disponer de la misma para tener clases virtuales con una calidad muy alta de video, no solo con los tutores que se encuentren en la universidad, también con aquellos profesores que de distintas partes del planeta deseen dirigirse a los alumnos de la Universidad Tecnológica Israel. Llegar a tener un servicio en el cual las restricciones a páginas específicas ya no sean necesarias porque se tendrá una red que permita un excelente flujo de datos, esta herramienta tecnológica que se impone en el mundo es la fibra óptica.

Para implementar la red de fibra óptica se deberán tomar en cuenta las normas y procedimientos emitidos por organismos de regulación, estándares que se deben seguir para de esta manera garantizar su correcta instalación y se podrá determinar que los procedimientos que se realizaron para disminuir al máximo las atenuaciones fueron los correctos, esto permitirá que muchas personas sean estas estudiantes, empleados o docentes puedan utilizar una red que brinde diferentes servicios a más de un buen flujo de datos.

1.2 Problema

La fuerte demanda de uso en las redes internas en la Universidad Tecnológica Israel ya sean físicas o inalámbricas, principalmente en laboratorios y aulas para aplicaciones multimedia es extremadamente alta y seguirá en continuo crecimiento ya que en la actualidad la mayoría de alumnos y docentes cuenta con dispositivos móviles que contienen aplicaciones en línea y su uso es muy necesario.

En el edificio matriz muchas aplicaciones, especialmente de video, se restringieron para no saturar el ancho de banda disponible, sin embargo, es muy difícil abrir o descargar programas para ayuda académica, todas estas limitaciones se deben, no solamente al ancho de banda actual, sino también al tipo de medio que se utiliza para el transporte interno de datos, pues en todo el edificio de la Universidad Tecnológica Israel se utiliza redes de cable de cobre de categoría 5.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Generales

Implementar la distribución vertical y horizontal la red de fibra óptica monomodo en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Ejecutar la adecuación civil en base al diseño de la red de fibra óptica expuesto anteriormente por el estudiante de ingeniería electrónica digital y telecomunicaciones Jorge Ortiz Samaniego.
- Implementar la red de fibra óptica monomodo la cual está compuesta por el backbone vertical y la distribución horizontal del tercer piso del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.
- Realizar mediciones y pruebas con equipos ópticos de precisión que garanticen que los resultados que se obtuvieron fueron reales y confiables.
- Validar el funcionamiento de la red de fibra óptica tomando en cuenta las recomendaciones de los estándares internacionales.

2 Fundamentación Teórica y Metodológica

2.1 Fibra óptica ¿qué es y cómo funciona?

El tema acerca de la fibra óptica es muy amplio y acoge un concepto antiguo como es experimentar con la luz, no es otra cosa más que eso, o sea la manipulación controlada de la luz. Si se hace uso de la historia, los antiguos egipcios por medio de espejos llegaron a obtener el control de la luz y así lograron iluminar las imponentes pirámides en su interior. ¿Tal vez ellos fueron los precursores de la tecnología de fibra óptica? (Aleben Telecom, 2013)

Actualmente el manejo de la luz se la controla por medio de un hilo por lo general de vidrio, con unas terminaciones que cada vez presentan más eficiencia y placas especiales que hacen que la transmisión y recepción de un rayo de luz sea posible, como se demuestra en la figura 1. (Aleben Telecom, 2013)



Figura 1 : Fibra óptica

Fuente: (Alvarez, 2015)

2.2 ¿Cómo está construida la fibra óptica?

Al revisar de una forma exhaustiva cómo está construida la fibra óptica y los elementos que la conforman, se puede comprender los pros y contras que esta tiene, así también, se tendrá un amplio espectro de los factores que implican trabajar con este medio. (Aleben Telecom, 2013)

El cable que se tiene de ejemplo a continuación está compuesto por muchas partes, en la actualidad hay un sin número de cables los cuales son muy versátiles y se adaptan a los distintos escenarios ya sean estos interiores o exteriores, pero se tomará este tipo como ejemplo ya que en él se pueden observar con detalle los diferentes elementos que lo forman. (Aleben Telecom, 2013)

Frecuentemente en los diferentes catálogos de tipos cables de fibra óptica, se detallan los elementos de los que está compuesto, para así tener conocimiento de los distintos elementos que lo componen y cuál es la función de cada uno, esto se explica en la figura 2. (Aleben Telecom, 2013)

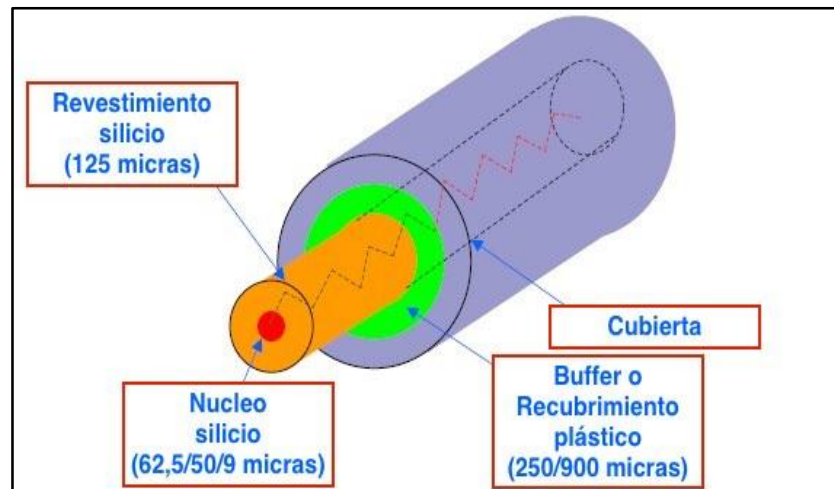


Figura 2 : Elementos que conforman un cable de fibra óptica

Fuente: (LEANDROGG68, 2016)

2.3 Elementos de un cable de fibra óptica

Como se muestra en la figura 2 los elementos de un cable de fibra óptica son los que a continuación se mencionan en la tabla 1:

Tabla 1: Elementos de un cable de fibra óptica

No	Elementos que conforman un cable de fibra óptica
1	Núcleo, es un cilindro concéntrico interior generalmente de Silicio.
2	El revestimiento de Silicio es un cilindro externo, conserva un índice de refracción diferente al núcleo.
3	El Buffer es una capa de plástico que sirve para amortiguar los golpes y soportar la tensión.
4	Kevlar es la capa que sirve de refuerzo para la protección del núcleo, este material es muy resistente e impide que se estire la fibra óptica y por lo tanto evita que se rompa.

Fuente: (Aleben Telecom, 2013)

Ahora que se sabe cómo está compuesto un cable de fibra óptica, se puede explicar cómo funciona. Se analizarán los fenómenos físicos de la óptica que en este caso son dos y que hacen posible que se pueda transmitir datos e información por medio de esta novedosa tecnología. (Aleben Telecom, 2013)

Los dos fenómenos físicos por los que la fibra óptica funciona son la reflexión y la refracción de la luz.

2.4 Refracción

Hay que tener claro que la refracción de una señal es la flexión que se ocasiona al entrar en un elemento o medio que tiene una propagación y velocidad diferente. Este fenómeno se manifiesta cuando la luz va de un elemento de transmisión rápido a otro elemento más lento, En ese instante el rayo de luz toma otro rumbo y se ocasiona un cambio de dirección que se observa en la superficie de contacto entre ambos medios, un ejemplo de este proceso se demuestra en la figura 3. (Olmo & Nave, 2005)

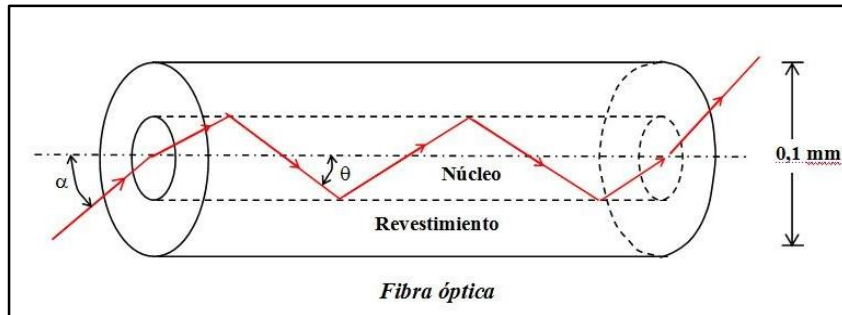


Figura 3 : Refracción de la luz

Fuente: (Fernández, 2015)

2.5 Reflexión

Esta ley define que si un rayo de luz incide en una superficie lisa y reflectante, este se reflejará y formará un ángulo exactamente idéntico al ángulo de incidencia de tal manera que tanto el rayo incidente como el rayo que se reflejó y la normal a la superficie reflectante en el punto de incidencia, todos se encuentran en el mismo plano, como se indica en la figura 4. (Río, 2016)

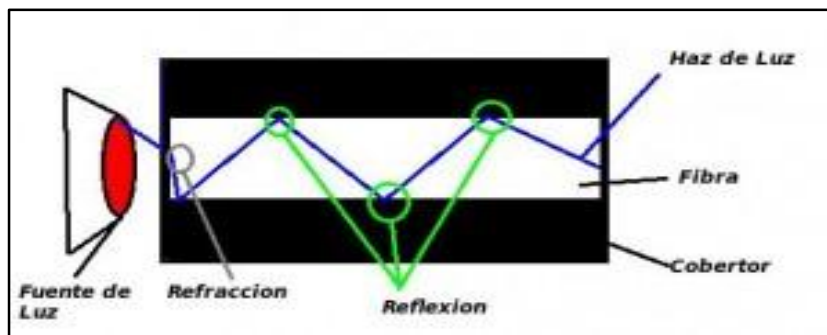


Figura 4 : Reflexión de la luz

Fuente: (Rodríguez, Fibraoptica hoy.com, 2012)

2.6 Tipos de fibra óptica

Hay dos tipos de fibra y son: la fibra óptica monomodo y la fibra óptica multimodo. La fibra multimodo fue diseñada para cubrir distancias cortas de transmisión es la que se adapta y se usa para redes LAN, también se usa para video vigilancia. La fibra monomodo se diseñó para cubrir distancias de transmisiones extensas y largas, se utiliza para la telefonía de larga distancia y para sistemas de radiodifusión. (Isay, 2015)

2.6.1 Fibra óptica multimodo

La expresión multimodo quiere decir que se enviarán muchos rayos luminosos o modos, cada uno de estos modos seguirá un camino diferente dentro del filamento de la fibra óptica. Este proceso hace que el ancho de banda de las fibras multimodo sea inferior con relación al de las fibras monomodo, cabe destacar que los elementos que utiliza la fibra óptica multimodo tienen un valor inferior que los elementos o equipos que utiliza fibra óptica monomodo. Estas fibras son las más requeridas para las comunicaciones dentro de pequeñas distancias que comprenden hasta los 10 Km. (Optral, 2016)

2.6.2 Fibra óptica monomodo

El núcleo de la fibra tiene un diámetro muy pequeño y solamente permite la propagación de un rayo o modo, el que se emite directamente sin reflexión. Este efecto en particular ocasiona que su ancho de banda sea elevado, por lo que su uso se puede proyectar a grandes distancias incluso superiores a 10 Km, los dispositivos para este tipo de fibra son costosos porque la mayoría son equipos Laser. (Optral, 2016)

Las principales ventajas de la fibra monomodo son: cuenta con un ancho de banda prácticamente ilimitado, tiene un muy bajo nivel de atenuaciones, se recomienda su utilización en redes WAN o Telecomunicaciones que sean de largas distancias. (Cofitel, 2012)

Entre los tipos de fibra óptica monomodo más comunes se tiene a la G657 que es precisamente la que se utilizó en el presente proyecto. (Cofitel, 2012)

La fibra óptica G657 para su aplicación posee características especiales al ser utilizada en topologías FTTX ya que presenta alta resistencia a curvas muy pronunciadas y a la humedad, también permite una transmisión a 1310, 1490 y 1550 nm. (Cofitel, 2012).

2.7 Dispersión de la fibra óptica

Es el fenómeno que permite que un pulso se deforme a medida que viaja a través de los filamentos de fibra óptica, esto se debe a que los elementos de la señal viajan a velocidades distintas y llegan a un receptor en diferentes instantes de tiempo, existen algunos tipos de dispersión. (Benitez, 2013)

La dispersión cromática, la dispersión modal y la dispersión por polarización de modo según la tabla 2.

Tabla 2: Formas de dispersión en la fibra óptica

No	Formas de dispersión en la fibra óptica
1	Dispersión cromática: depende estrictamente de la calidad y del material con el que se construyó el núcleo y el revestimiento, además de la posición en la instalación de la fibra óptica.
2	Dispersión modal: depende si la fibra óptica es monomodo o multimodo y tiene diferentes velocidades.
3	Dispersión por polarización de modo: se produce cuando se transmite en diferentes polarizaciones.

Fuente: (Benitez, 2013)

2.8 Tipos de conectores

Según la tabla 3 los tipos de conectores para fibra óptica son:

Tabla 3: Tipos de conectores para fibra óptica

No	Tipos de conectores para fibra óptica
1	FC se utiliza en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
2	LC tienen su uso en transmisiones de alta tráfico de datos, principalmente son usados en clústeres o servers.
3	SC y SC Dúplex se utilizan para la transmisión de datos en general.
4	ST son utilizados en sistemas de seguridad y en redes de edificios.

Fuente: (Aleben Telecom, 2013)

Todos los tipos de conectores que se mencionó anteriormente se encuentran en la figura 5.



Figura 5 : Tipos de conectores para fibra óptica

Fuente: (Silex, 2015)

2.9 Pulido en conectores.

Para optimizar el correcto funcionamiento de los conectores de fibra óptica, se cuenta con algunos tipos de terminados de las férulas como por ejemplo: UPC, PC, FLAT, y APC.

- **UPC.-** la férula de este conector tiene una terminación redondeada con la cual se obtiene una pérdida de retorno de más de 50 dB. Especialmente se utiliza en fibra óptica monomodo. (Rodríguez, Fibraopticahoy.com, 2014)
- **PC.-** la punta termina en una superficie plana pero un poco redondeada en sus bordes, la pérdida de retorno para este tipo de conector fluctúa entre 26 y 80 dB. Se usa en los dos tipos de fibra. (Rodríguez, Fibraopticahoy.com, 2014)

- **FLAT.-** dispone de una férula que tiene un terminado plano, esto hace que el fenómeno de reflexión de la luz se alto, por tal razón tiene una pérdida de retorno que inicia en los 20 dB. Se usa solamente en fibras multimodo. (Rodriguez, Fibraopticahoy.com, 2014)
- **APC.-** se caracteriza porque el terminado de la férula es diagonal y presenta un ángulo de inclinación de 8 grados, también es un poco redondeada en su borde, esto le permite obtener una pérdida de retorno superior a 60 dB. Principalmente su uso se requiere en fibras monomodo, todos estos tipos de pulidos se detalla en la figura 6. (Rodriguez, Fibraopticahoy.com, 2014)

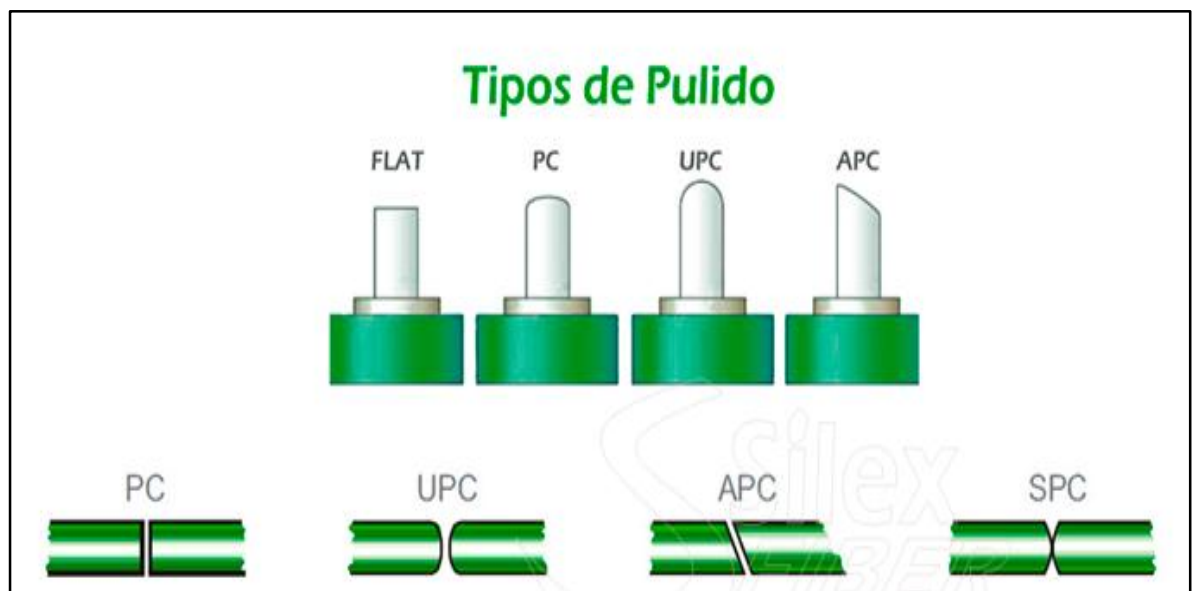


Figura 6: Tipos de pulidos de los conectores

Fuente: (Silex, 2015)

2.10 Tipos de emisores de luz

- **LÁSER:** es el que más se usa y más potente especialmente en fibras monomodo, son fuentes que emiten luz espontánea, son diodos que poseen características de semiconductores de unión p-n y para realizar el proceso de emisión de la luz se polarizan directamente. La energía luminosa que emite el diodo es directamente proporcional al nivel de corriente de la polarización de la misma. (textoscientificos, 2006)

- LED: son elementos relativamente baratos, no tienen mucha potencia y su uso se presenta especialmente en los cables de fibra multimodo, son fuentes de luz y tienen una emisión que es estimulada con espejos semireflejantes los cuales forman una depresión resonante, que sirve para ejecutar la retroalimentación óptica, así como el elemento de selectividad, igual fase y frecuencia. (textoscientificos, 2006)

El proceso que sigue la luz ya sea por medio de una fuente de LASER o LED se muestra en la figura 7.

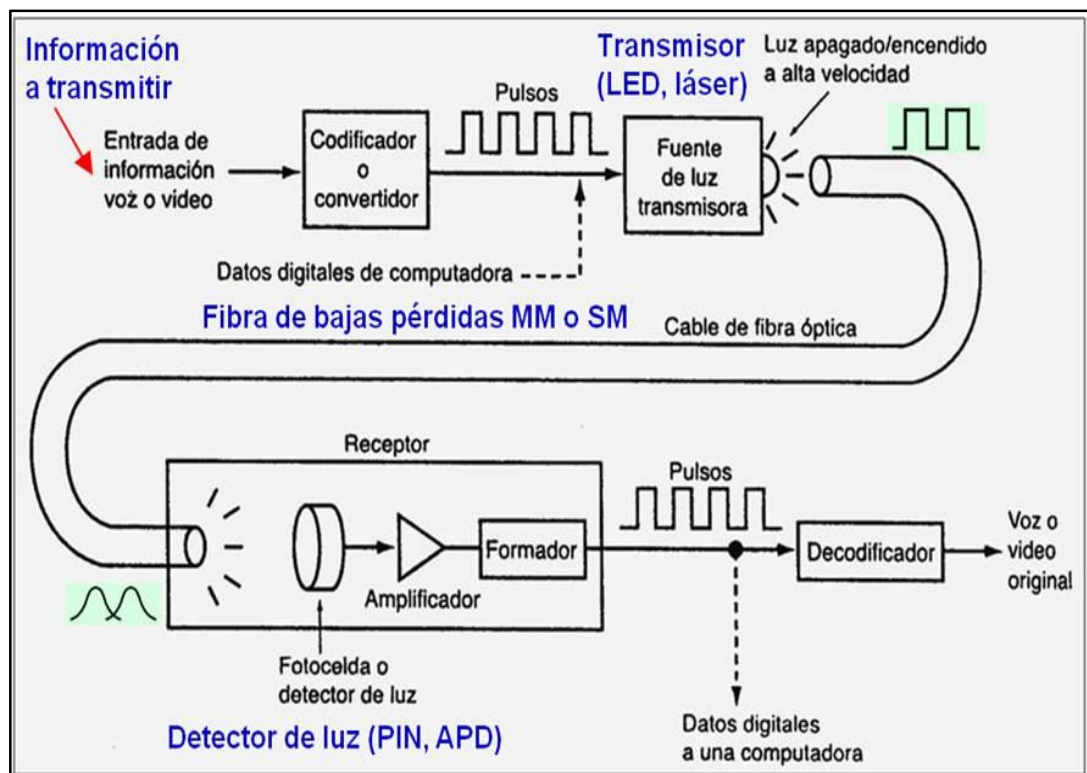


Figura 7: Transmisión y recepción por fibra óptica.

Fuente: (Coimbra, 2011)

2.11 Topología de redes de fibra óptica fttx

Este es un acrónimo, se reserva para todo tipo de banda ancha que utiliza redes con tecnología de fibra óptica y su objetivo es reemplazar en su totalidad o parcialmente el alambre UTP de cobre que se utiliza para redes de última milla el sector de telecomunicaciones. (Garcés, 2016)

Las siglas FTTX son conocidas como Fiber-to-the-x, donde x puede representar los diferentes destinos a los que pueden llegar los cables de fibra óptica, los más conocidos son:

FTTH (Fiber-To-The-Home) - La fibra llega al interior de la casa, al transceiver óptico ubicado muy cerca del computador del usuario del servicio. (Garcés, 2016)

FTTE (Fiber-to-the-Enclosure) - Es una topología compatible con los modelos del sistema para cableado estructurado que extiende la red troncal de fibra de la sala de equipos directamente a un recinto de telecomunicaciones instalado en un espacio común para servir a los usuarios en un área de trabajo a través de la sala de telecomunicaciones, en la figura 8, se presenta un ejemplo de esta red. (Garcés, 2016).

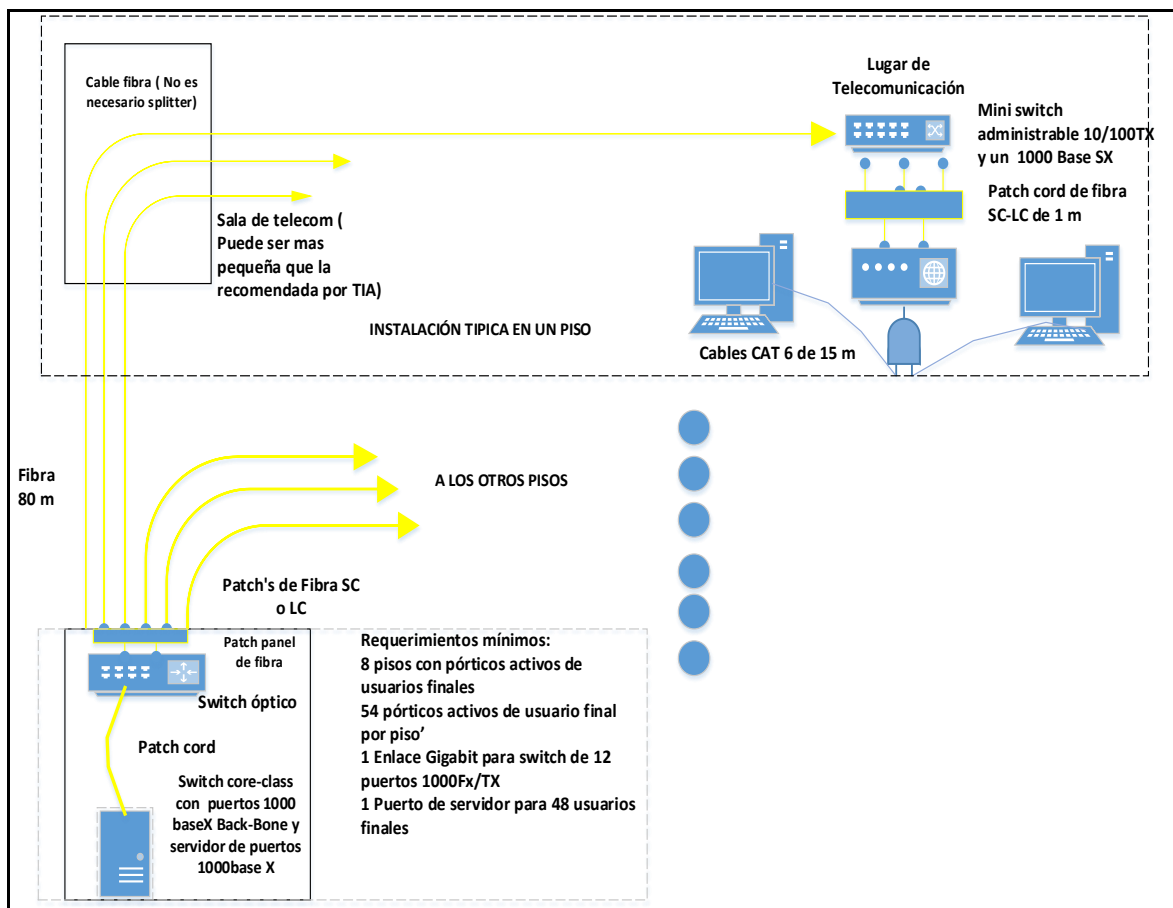


Figura 8: Sala de telecomunicaciones

Fuente: El autor

2.12 Tipos de redes de fibra

Los tipos de redes de fibra óptica que se utilizan disponen de una variedad de posibilidades bastante amplia y para decidirse por una se debe tener muy en cuenta los requerimientos actuales y futuros que tendrá que resistir esa red. Las opciones más importantes que existente se dividen principalmente en dos grupos que son: pasivas y activas. (Ortal, 2011)

2.12.1 Pasivas

Estas redes se las conoce como PON (Redes Ópticas Pasivas). Su particularidad es que carecen de componentes de potencia entre el abonado final y el punto principal de distribución. El fuerte de estas es que utilizan una arquitectura de redes punto a multipunto que se asemeja a un árbol. Para fraccionar la señal entre los usuarios se utilizan divisores ópticos pasivos. Con más frecuencia para 32 o 64 usuarios. Los tipos de redes PON que más se utilizan son Gigabit PON (GPON) y Ethernet PON (EPON). (Ortal, 2011)

2.12.2 Activas

Se las conoce como redes AON (Redes Ópticas Activas) también se las llama Active Ethernet. Estas redes manejan la tecnología habitual de Ethernet utilizan la topología en estrella de punto a punto. Una o más fibras se destinan para cada usuario final, y se las ubica entre el usuario y la primera hilera de conmutadores o enrutadores de Ethernet, se utilizan componentes de potencia. (Ortal, 2011)

2.13 ¿Qué es el cableado backbone?

El backbone es el cableado troncal vertical de un edificio en este caso se trata de un cableado de fibra óptica, que conecta el cableado horizontal de los diferentes pisos, con la “Sala de Equipos” o “Sala de Telecomunicaciones”, y se encuentra situado en un lugar estratégico del inmueble. (Reyes, 2014)

Según la tabla 4, el sistema de cableado vertical backbone incluye los siguientes elementos:

Tabla 4: Elementos que conforman el backbone.

No	Elementos que conforman el backbone
1	Las conexiones entre cuartos de entrada de servicios del edificio, sala de equipo y sala de telecomunicaciones.
2	También incluye la conexión vertical entre varias plantas o pisos del edificio, así como, los elementos de transmisión ya sean estos cables de cobre o fibras ópticas, puntos primarios e intermedios de conexión cruzada y terminales mecánicos.
3	El cableado vertical cumple con la interconexión entre las distintas cajas o tableros de telecomunicaciones con la sala de equipos.

Fuente: (Reyes, 2014)

Todos los elementos antes mencionados en la tabla 4, conforman el cableado backbone según la figura 9.

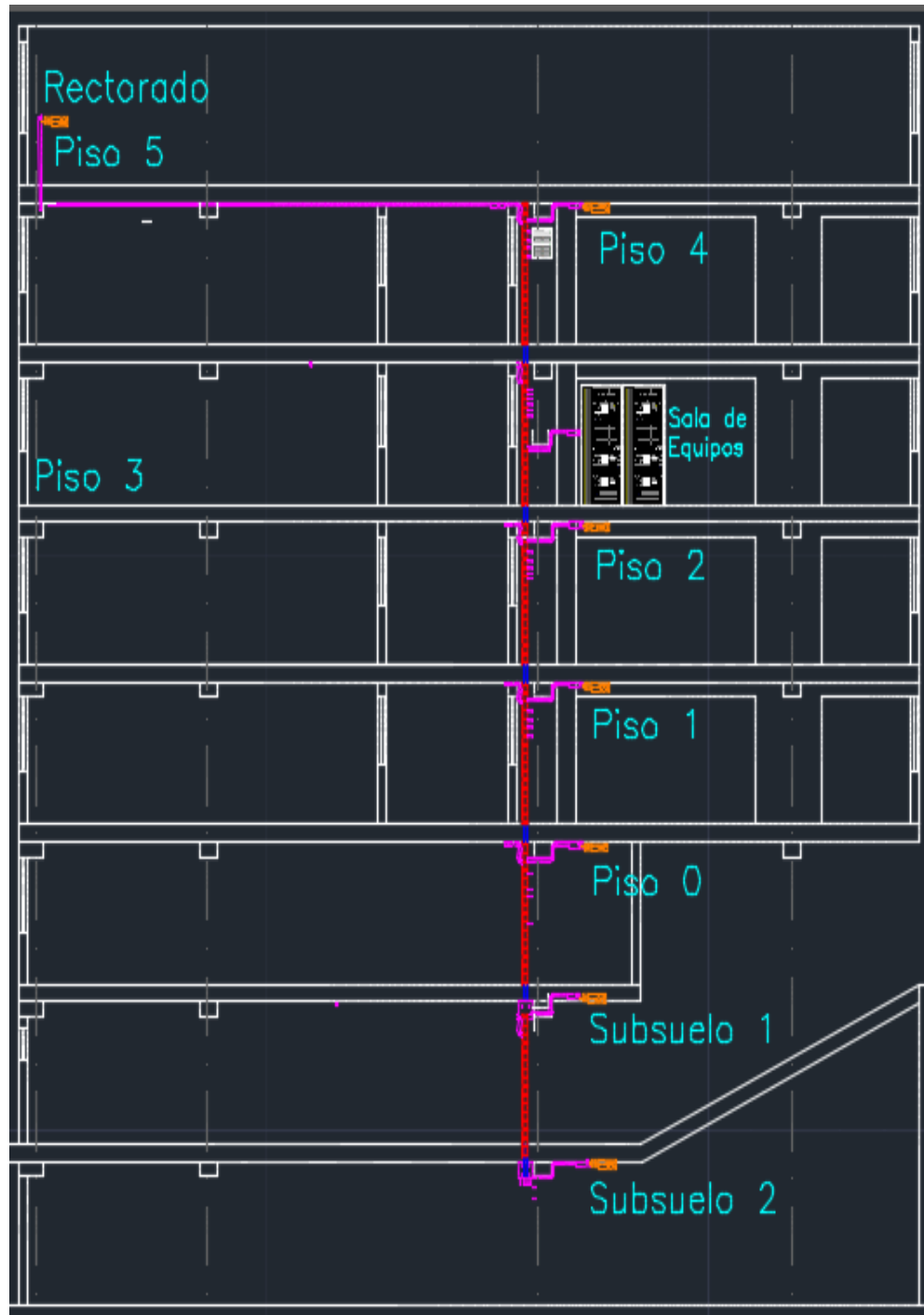


Figura 9: Diseño del cableado backbone para el edificio de la U. Israel

Fuente: El autor

2.14 Normas para la instalación de la red de fibra en un edificio

Para realizar una instalación interna de una red de fibra óptica se debe tomar en cuenta las recomendaciones de las siguientes normas, ANSI/TIA/EIA 568-C.1, ANSI/TIA/EIA 568-C.3, ANSI/TIA/EIA 568-C.3, ANSI/TIA/EIA 526 – 7, ANSI/TIA/EIA 607 B.1, ANSI/TIA/EIA 606 B y ANSI/TIA/EIA 569 C.

2.14.1 Norma ANSI/TIA/EIA 569C

“Este estándar tiene las recomendaciones necesarias para el diseño del cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales. Los sistemas de telecomunicaciones cambian constantemente, la tecnología de telecomunicaciones cambia rápidamente con el tiempo, y la instalación en un edificio debe estar preparada para estos cambios. Este estándar da las recomendaciones para que la instalación esté lista para esos cambios”. (ANSI/TIA/EIA569C, 2009)

En la tabla 5, se especifica una lista de lineamientos que se pueden utilizar para realizar el diseño y la instalación de fibra óptica en un edificio:

Tabla 5: Lineamientos y procedimientos para trabajos en rutas y espacios.

No	Lineamientos y procedimientos para trabajos en rutas y espacios
1	La topología sugerida es en forma de estrella jerárquica.
2	El ducto del cableado backbone debe pasar junto a la sala de equipos.
3	La sala de equipos debe tener una temperatura controlada y presentar un ambiente limpio que se encuentre libre de polvo.
4	Las bandejas portacables o canaletas deben conectar al sistema principal de tierra de la sala de telecomunicaciones.
5	Al instalar cables de fibra óptica se debe aplicar procedimientos de limpieza, radio de curvaturas, estrangulamiento y tensión.
6	Antes de realizar una conexión se sugiere limpiar las férulas de los conectores con alcohol Isopropílico.
7	Los conectores de los cables de fibra óptica deben estar alineados y polarizados correctamente.
8	Se sugiere utilizar equipos e instrumentos calibrados y certificados para realizar cualquier tipo de medición.
9	Presentar documentación de todas las mediciones y pruebas realizadas.

Fuente: (Reyes, 2014)

2.14.2 Norma TIA/EIA 568-C.1

“Provee información acerca del planeamiento, instalación y verificación de cableados estructurados para edificios comerciales.” (ANSI/TIA/EIA568C-1, 2009).

En la tabla 6, se detalla la cobertura de los elementos para la instalación del sistema de ductos en un edificio.

Tabla 6: Elementos para la planeación, instalación y verificación de cableados en edificios.

No	Elementos para la planeación, instalación y verificación de cableados en edificios.
1	Canaletas.
2	Tuberías.
3	Sistemas y sujeción de anclaje.
4	Cajas de revisión.

Fuente: (ANSI/TIA/EIA568C-1, 2009)

2.14.3 Norma TIA/EIA 568-C.3

“El objetivo de este estándar es que los fabricantes, diseñadores de redes, instaladores, cuenten con los parámetros necesarios para que las redes realizadas con fibra óptica, sean seguras, eficientes y durables en el tiempo.” (ANSI/TIA/EIA568C-3, 2008).

La tabla 7, muestra una lista de sugerencias para diferentes aspectos referentes a la fibra óptica.

Tabla 7: Aspectos de seguridad, eficiencia y durabilidad.

No	Aspectos de seguridad, eficiencia y durabilidad.
1	Tratamiento de la fibra óptica durante las instalaciones.
2	Conexión correcta o alineamientos de conectores y puertos Tx, Rx.
3	Mangueras de protección para los cables de fibra.
4	Reserva de cables en cajas de revisión.
5	Compatibilidad entre el rack y los equipos ópticos.

Fuente: (ANSI/TIA/EIA568C-3, 2008)

2.14.4 Norma ANSI/TIA/EIA 526-7

“Detalla procedimientos para realizar pruebas y mediciones de los cables de fibra óptica mediante el uso de equipos e instrumentos de precisión” (ANSI/TIA/EIA526-7, 2011).

Para realizar pruebas y mediciones de las redes de fibra la norma menciona las siguientes recomendaciones según se especifica en la tabla 8.

Tabla 8: Procedimientos para pruebas y mediciones en cables de fibra óptica.

No	Procedimientos para pruebas y mediciones en cables de fibra óptica
1	Usar conectores o dispositivos de acople compatibles para lograr una correcta interconexión de los cables de fibra óptica con los equipos.
2	Cerciorarse que los conectores o acoples se encuentren limpios, al momento de realizar las pruebas y mediciones.
3	Comprobar que todos los cables de prueba estén correctos.
4	Verificar que los cables de lanzamiento cumplan con los requerimientos del fabricante del equipo de pruebas, como por ejemplo deben poseer un mismo tipo de núcleo.
5	Cerciorarse que el OTDR y el Power Meter se encuentren en la misma longitud de onda.
6	Los equipos que contengan fuentes de luz láser deberán ser encendidos al menos quince minutos antes de empezar a realizar las pruebas.

Fuente: (ANSI/TIA/EIA526-7, 2011)

2.14.5 Norma ANSI/TIA/EIA 606 B

“Este estándar regula la administración y etiquetado de la infraestructura de telecomunicaciones” (ANSI/TIA/EIA606-B, 2012).

Según la tabla 9, los elementos que deben ser etiquetados son:

Tabla 9: Administración y etiquetado de la infraestructura de telecomunicaciones.

No	Administración y etiquetado de la infraestructura de telecomunicaciones
1	Sala de equipos.
2	Rack o cabina
3	Cableado backbone.
4	Patch panel o bloque de terminación.
5	Puerto de patch panel e identificadores de posición del bloque de terminación.
6	Cables entre racks.
7	Cableado del subsistema 1.

Fuente: (ANSI/TIA/EIA606-B, 2012)

2.14.6 Norma ANSI/TIA/EIA 607 B.1

“Este estándar tiene las recomendaciones necesarias para realizar un sistema de tierra eficiente en un edificio” (ANSI/TIA/EIA607-B.1, 2011).

Específicamente esta norma se refiere a los procedimientos a seguir para obtener una conexión del rack con el sistema principal de aterramiento.

Tabla 10: Recomendaciones para realizar el sistema de puesta a tierra.

No	Recomendaciones para realizar el sistema de puesta a tierra
1	Conexión y verificación de continuidad entre las canaletas metálicas.
2	Instalación del rack al sistema principal de aterramiento

Fuente: (ANSI/TIA/EIA607-B.1, 2011)

2.15 Fibra óptica monomodo ITU-T G.657

Esta fibra óptica presenta características específicas para su instalación en topologías FTTx porque posee una resistencia muy alta a las macrocurvaturas y a la presencia de humedad, esta fibra permite transmisiones a 1310, 1490 y 1550 nm, un ejemplo de este tipo de fibra se presenta en la figura 10. (Radiocomunicaciones, 2015)



Figura 10: Fibra óptica monomodo G657 A

Fuente: (Radiocomunicaciones, 2015)

2.16 Switch o Conmutador

Es un equipo de interconexión, que sirve para conectar equipos en red y forma lo que se conoce como una red de área local (LAN) y cuyas especificaciones técnicas rige la norma que se conoce como Ethernet o técnicamente el estándar IEEE 802.3, en la figura 11 se muestra un ejemplo de este tipo de switch. (Merino, 2010)



Figura 11: Swicht para fibra óptica.

Fuente: (Design, 2016)

2.17 Convertidor de Medios

Un convertidor de medios es en un dispositivo pequeño que se puede instalar generalmente en casi cualquier fragmento de la red y posee una fuente o transformador de alimentación eléctrica y dos interfaces dependientes de los medios. El tipo de conector obedece a la naturaleza de los medios a lo que se va a convertir, por ejemplo: de fibra óptica a par trenzado UTP. De esta manera, en un entorno Fast Ethernet, un convertidor 100Base-TX/100Base-FX enlaza un terminal de par trenzado 100Base-TX a un puerto de fibra multimodo o monomodo 100Base-FX que tiene un conector de fibra óptica. En Gigabit Ethernet, generalmente se utiliza para realizar conferencias entre fibra óptica multimodo y fibra óptica monomodo, un ejemplo de este equipo se presenta en la figura 12. (Pastor, 2016)



Figura 12: Convertidor de Medios.

Fuente: (Federer, 2014)

2.18 Módulo SFP

Un SFP, con su abreviación en inglés: Small Form-Factor Pluggable, es un transceptor insertable si se quiere en equipos que estén en funcionamiento, que se utiliza para ofrecer una interface entre un equipo de comunicaciones (router, switch, transceiver) y una red de fibra óptica, en la figura 13 se muestra la imagen de este tipo de módulos.

Se puede encontrar los siguientes tipos más comunes de interfaces ópticos Gigabit para fibras monomodo como se menciona en la tabla 11. (Moreno, 2016)

Tabla 11: tipos más comunes de interfaces ópticos Gigabit.

No	Tipos más comunes de interfaces ópticos Gigabit
1	SFP 1000 BASE LX (hasta 10 km)
2	SFP 1000 BASE XD (hasta 40 km)
3	SFP 1000 BASE LH/ZX (hasta 70 km)
4	SFP 1000 BASE EX (hasta 120 km)

Fuente: (Moreno, 2016)



Figura 13: Módulo SFP óptico para fibra monomodo

Fuente: (Chinafabricante, 2013)

2.19 O.T.D.R

Un reflectómetro óptico en el dominio de tiempo (OTDR) es un importante instrumento utilizado por las organizaciones para realizar certificaciones del rendimiento de las redes nuevas de fibra óptica y sirve también para detectar problemas que se presentan en los enlaces, ver figura 14. (Corporation, 2016)

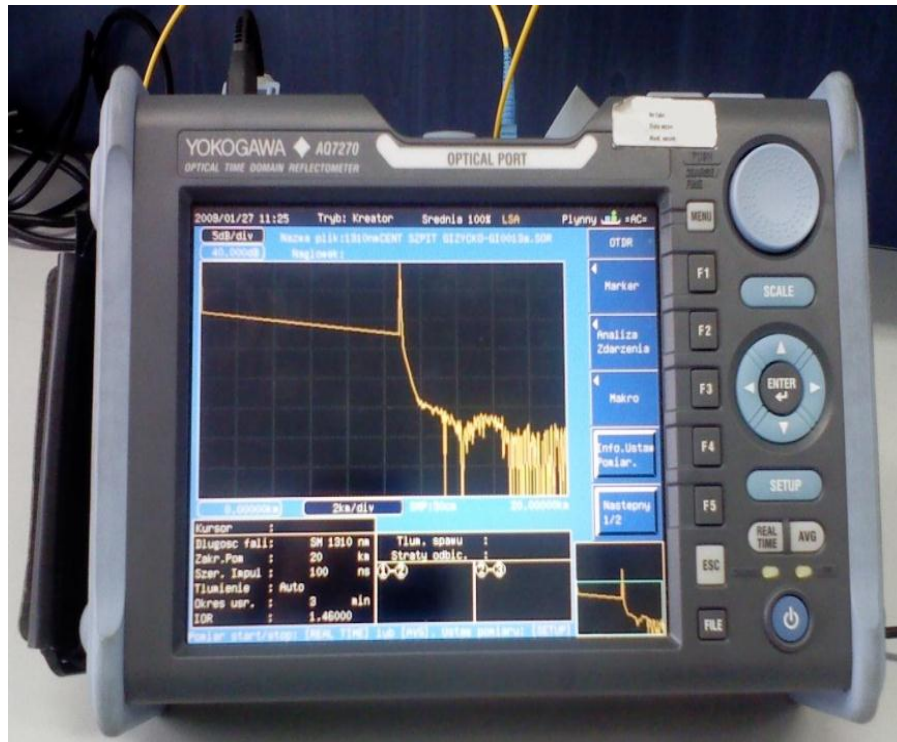


Figura 14: O.T.D.R marca YOKOGAWA

Fuente: (Yokogawa, 2016)

3 Presentación de los resultados

3.1 Acuerdo Verbal

Una vez que la Universidad Tecnológica Israel, decidió aprobar la propuesta para la implementación de la red de fibra óptica en su edificio matriz, se definió un acuerdo verbal entre las partes interesadas (alumnos/universidad), se procedió a realizar las diferentes actividades en el desarrollo del proyecto, conforme a lo que se estableció en el diseño, se realizaron los trabajos necesarios que permitieron la implementación de la red de fibra óptica, se tomó en cuenta las diferentes normas internacionales que para el caso fueron necesarias.

3.2 Diseño de la red de fibra óptica para la Universidad Tecnológica Israel

A partir de un diseño, se propone la implementación de los elementos necesarios para realizar la red de fibra óptica, por lo tanto en el presente documento se explicará de forma detallada, como se instalaron los medios y dispositivos que permitieron concretar y plasmar todos los requerimientos que se plantearon para que la Universidad Tecnológica Israel cuente con una red de datos de fibra óptica, que se construyó en base a normativas internacionales y tendrá como objetivo final aplicar esta tecnología de acuerdo a la era actual de las telecomunicaciones, y así aportar a la infraestructura tecnológica de la universidad .

El diseño del proyecto contempló la implementación del cableado backbone vertical el mismo que se dividió en ramales y así se llegó de forma horizontal a los laboratorios del tercer piso y el laboratorio 409 de la universidad, además se dotó de un punto de conexión a fibra óptica en cada uno de los niveles del edificio.

A continuación en las figuras 15 y 16, se presenta cómo se configuró la red en el backbone y en el cableado horizontal del tercer piso respectivamente.

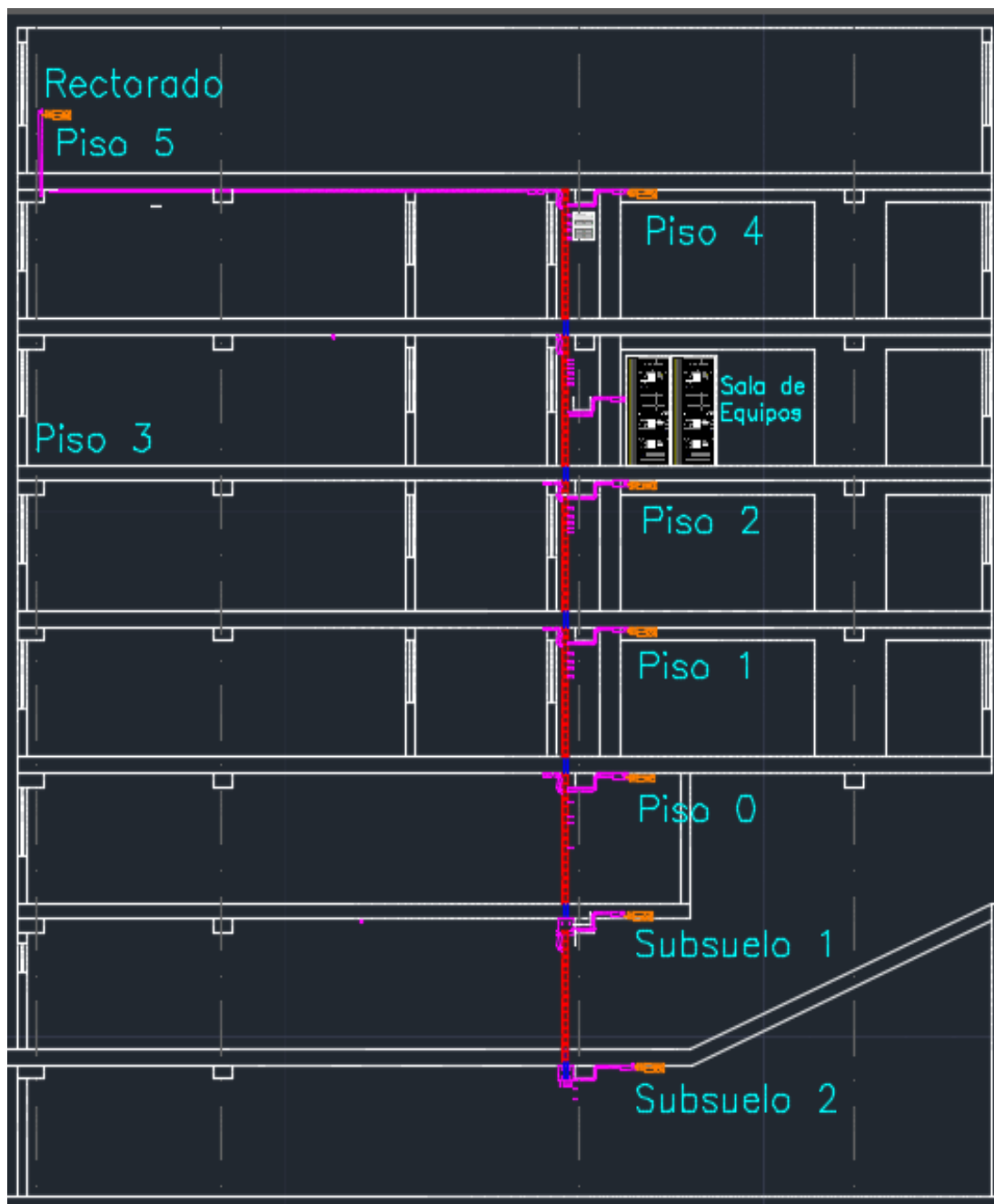


Figura 15: Diseño del cableado backbone vertical de fibra óptica para la Universidad Tecnológica Israel.

Fuente: El autor

De acuerdo al diseño se establecen expansiones de la red de tal manera que todos los terminales de la universidad se conectarán a la fibra óptica, en etapas posteriores, está contemplará la posibilidad de que todos los módulos de trabajo de los docentes, personal administrativo y el resto de aulas en general cuenten con esta tecnología.

En la figura 16, se muestra la configuración de la red en el tercer piso del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.



Figura 16: Diseño de la distribución horizontal de la red en el tercer piso

Fuente: El autor

3.3 Implementación de la red de fibra óptica para la Universidad Tecnológica

Israel

La implementación del proyecto de una red de fibra óptica para la Universidad Tecnológica Israel, consta de dos etapas principales: la instalación de un cableado backbone vertical y de la instalación de un cableado horizontal en los laboratorios del tercer

piso y en el laboratorio del aula 409, cabe mencionar que en el cableado backbone la red dispondrá de una línea full dúplex de respaldo o backup, en el caso de que la línea full dúplex principal presente averías, pero esta característica la tendrá solamente el tendido del cableado backbone, ya que en el cableado horizontal, este llegará a cada laboratorio por medio de una línea full dúplex única sin respaldo, directamente desde un puerto en el Swicht CTC que se lo ubicó en el Rack 2 de la sala de telecomunicaciones.

3.4 Constatación física

Una vez que los patch cord de fibra óptica, materiales y equipos se encontraron en el sitio de la instalación se procedió a realizar una constatación física en la que se verificó el inventario y la integridad de los elementos que compondrán la nueva red de fibra óptica.

3.5 Diagrama de actividades para la implementación de la red de fibra óptica

Para ejecutar la implementación tanto del cableado backbone como del cableado horizontal se tuvo que realizar adecuaciones civiles como por ejemplo: hacer perforaciones en losas y paredes e instalar las bandejas portacables y tuberías.

Una vez realizados los trabajos de las adecuaciones civiles se procedió a la instalación de la fibra óptica, equipos tanto pasivos como activos y se hicieron diferentes pruebas y mediciones.

Al ejecutar un proyecto se contempla que las adecuaciones civiles corren por parte del beneficiario, pero si este lo solicita estos trabajos pueden ser realizados por el equipo de implementación de la red, cabe recalcar que realizar este proceso representará un incremento en el costo total del proyecto, a continuación en la figura 17 se explica todos los procesos a seguir.

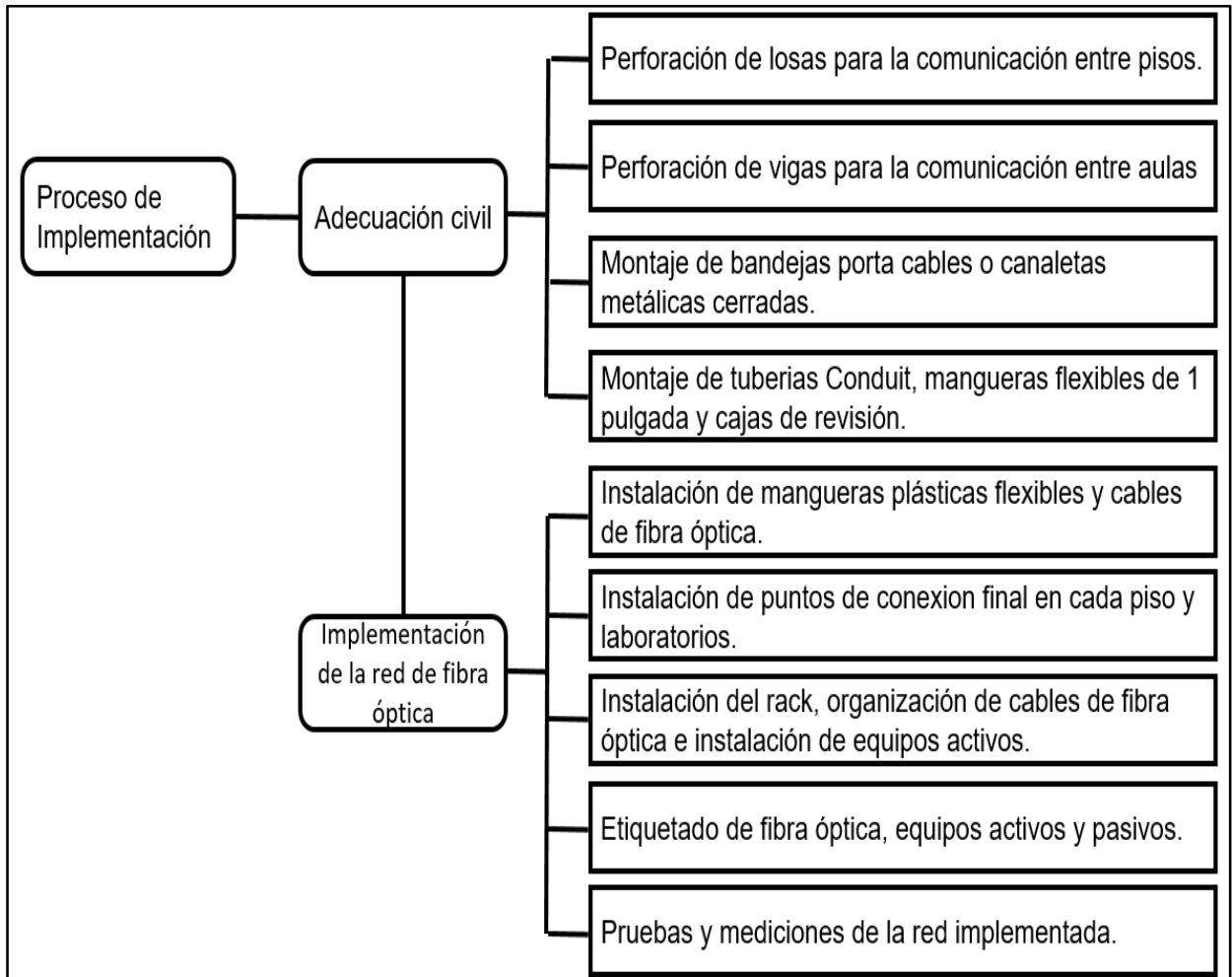


Figura 17: Procesos a seguir para la implementación de la red de fibra óptica

Fuente: El autor

3.5.1 Perforación de losas para la comunicación entre pisos.

Ya que la infraestructura de la universidad no cuenta con un ducto que atraviese de forma vertical todos los pisos, fue necesario realizar las perforaciones en un lugar que previamente se asignó por parte de la dirección de tecnologías, en el cual no se afecte a la infraestructura del edificio, ni tampoco a las actividades normales de las personas que en él trabajan o estudian, de tal manera que se realizaron perforaciones en las losas entre pisos para instalar una canaleta vertical la que va a contener los patch cord del cableado backbone, para lograr este fin fue necesario el uso de maquinaria de precisión como un taladro fijo de percusión de gran potencia capaz de perforar hormigón de manera eficiente

sin ocasionar daños colaterales en losas, paredes o vigas, como se representa en la figura 18.



Figura 18: Equipo de perforación de losas con taladro sacabocados.

Fuente: El autor

3.5.2 Perforación de vigas para la comunicación entre aulas

Para conseguir una comunicación mecánica entre las aulas, especialmente en las que se encuentran los laboratorios del tercer piso, se hizo perforaciones con un taladro de percusión, el cual utilizó brocas pasa muros de cincuenta centímetros de largo y una pulgada de diámetro, porque las vigas del edificio matriz son de cuarenta centímetros de ancho, al realizar estas perforaciones las mismas permitieron llevar los hilos de fibra óptica desde el Rack 2 hasta las distintas aulas en donde se ubicaron las diferentes terminales de conexión a la red de fibra óptica en cada piso del edificio de la Universidad Israel y en los laboratorios de la facultad de sistemas, además de los decanatos de ingeniería en

electrónica e ingeniería en sistemas que se encuentran en el cuarto y tercer piso respectivamente, un ejemplo de estas perforaciones se presenta en las figuras 19 y 20.



Figura 19: Perforación de vigas en proceso.

Fuente: El autor



Figura 20: Perforación de viga realizada con éxito

Fuente: El autor

3.5.3 Montaje de bandejas porta cables o canaletas metálicas cerradas

Una vez que se realizó el ducto de comunicación, se colocaron bandejas metálicas portacables o canaleta cerrada de 15 cm x 7 cm para transportar de manera organizada y protegida el tendido del cableado vertical.

De acuerdo a las recomendaciones de la ANSI/TIA/EIA 568-C.1, la instalación de la fibra óptica del cableado backbone debe ser instalada en un ducto independiente de ascensores, aguas servidas u otros elementos que signifiquen un riesgo físico de los patch cord.

Al usar la canaleta cerrada se protegió la fibra óptica de la mordedura de roedores, humedad y manipulación no calificada, de esta manera se cumple con las recomendaciones establecidas por la norma antes mencionada en el párrafo anterior.

Se fijaron las bandejas verticales en las paredes de las aulas contiguas a las oficinas de los decanatos de cada piso del edificio matriz, las mismas que se colocaron según el direccionamiento que se estableció en los planos del diseño, además se tomó en cuenta obstáculos como columnas y cables de distribución eléctrica, la figura 21 así lo indica.



Figura 21: Bandeja portacables o canaleta metálica

Fuente: El autor

A continuación, se detallarán los diferentes accesorios de sujeción y anclaje que se utilizaron para el efecto.

3.5.3.1 Soporte de metálico de 15 cm x 5 cm

Este soporte sirvió de base y a la vez creó un espacio de cinco centímetros entre la pared y la canaleta metálica, la razón de esta separación se debe a que en el tercer piso específicamente en la sala de telecomunicaciones existen canaletas plásticas que impiden que las canaletas metálicas cerradas vayan pegadas a la pared, por este motivo se utilizó este tipo de soporte, el cual se presenta en la figura 22.



Figura 22: Soporte base de canaleta metálica cerrada de 15cm x 5cm

Fuente: El autor

3.5.3.2 Tacos de fijación Fisher y tornillos autorroscantes

Con el fin de que el soporte metálico quede sujeto a la pared de tal forma que por ningún motivo pueda moverse o perder su posición, se utilizó tacos de fijación Fisher F8 según se muestra en la figura 23, y tornillos autorroscantes o colepato de 40 mm x 8mm

según la figura 24, de esta manera se aseguró un anclaje correcto que garantizará por mucho tiempo una sujeción sólida y firme.

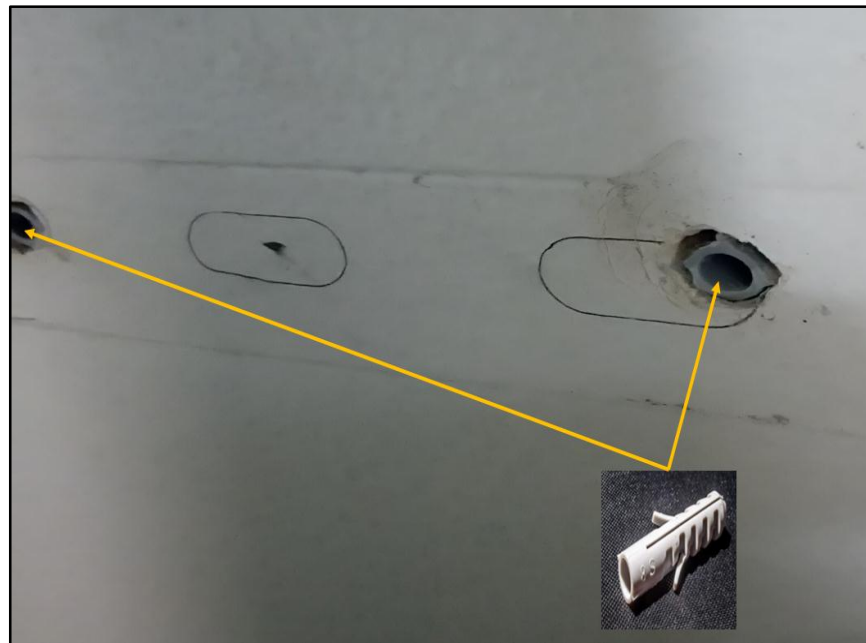


Figura 23: Taco de fijación Fisher F8

Fuente: El autor

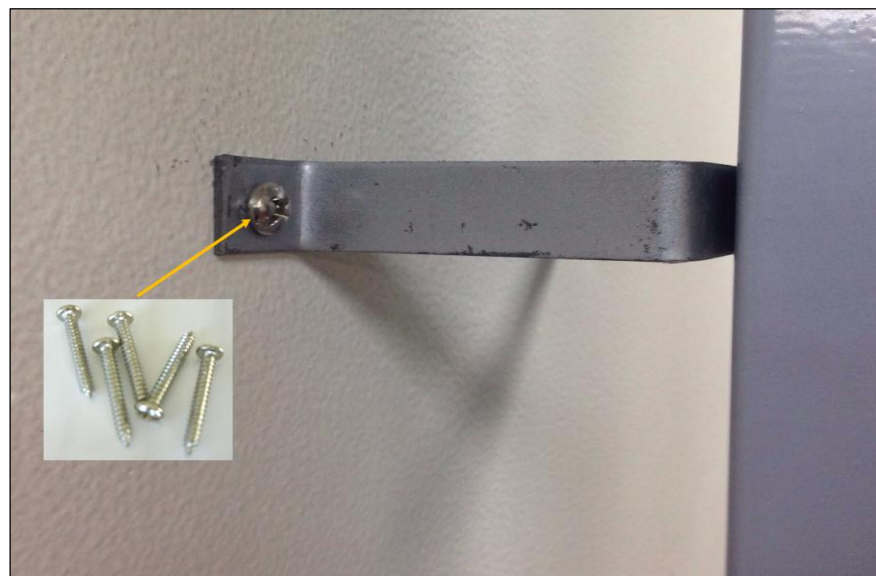


Figura 24: Tornillos autorroscantes colepato 40mm x 8mm

Fuente: El autor

3.5.3.3 Pernos, tuercas y arandelas para unir las bases metálicas con las canaletas

En esta parte de la implementación se utilizaron pernos de 15mm x 8mm con sus respectivas tuercas y arandelas, con estos elementos de sujeción se aseguró que la canaleta quede unida a la base metálica, este proceso se realizó en todos los pisos del edificio matriz por donde pasa el cableado backbone, de esta manera se cumplió con lo que se determinó en el documento del diseño de la red de fibra óptica, según la figura 25.



Figura 25: Pernos de 15 mm x 8mm con tuercas y rodela

Fuente: El autor

Este proceso se lo llevó a cabo desde el subsuelo dos hasta el cuarto piso, ya que para llevar la red de fibra óptica a la cancillería se requirió de otros medios físicos, en la figura 26 se grafica la colocación de las canaletas metálicas cerradas.



Figura 26: Instalación de canaletas cerradas o bandejas portacables

Fuente: El autor

La bandeja portacables una vez instalada y sujeta a la pared se presenta a continuación en la figura 27.



Figura 27: Canaleta cerrada o bandeja portacables instalada

Fuente: El autor

3.5.4 Montaje de tuberías Conduit, manguera flexible de 1 pulgada y cajas de revisión.

En el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel, se instalaron tubos Conduit galvanizados de una pulgada de diámetro por los que se distribuyeron en sentido horizontal los hilos de fibra óptica, esta tubería se la utilizó estrictamente para la distribución horizontal, porque la norma ANSI/TIA/EIA 568-C.1 así lo exige, con este tipo de tubo Conduit que tiene una protección galvanizada tanto en su parte interior como en su exterior se garantiza que la fibra óptica quedó protegida de factores que la pueden dañar como la humedad y mordidas de roedores, ya que este tipo de tubería puede ser empleada en cualquier clase de trabajo dada su resistencia. En especial se recomienda su utilización en instalaciones tipo sobrepuesta, en instalaciones a la intemperie o lugares permanentemente húmedos, en el caso del presente proyecto es porque la instalación es tipo sobrepuesta, como lo indica la figura 28.



Figura 28: Instalación de tubos Conduit de 1 pulgada

Fuente: El autor

3.5.4.1 Manguera flexible BX de 1 pulgada.

Se utilizó este tipo de manguera, para llegar a lugares en los cuales se presentaron ángulos de noventa grados o menos, por ningún motivo en la instalación de fibra óptica se puede tener este tipo de curvaturas según la norma ANSI/TIA/EIA 568-C.1 y C.3, una característica que tiene esta manguera flexible es que se adapta muy fácilmente a las necesidades de espacio y desviaciones, de esta manera se obtuvo una cobertura en donde las tuberías rígidas no pueden hacerlo; por no contar con accesorios que se necesitaron en esta implementación.

Esta manguera flexible se utilizó en la transición de las paredes hasta las cajas de revisión de 20 x 20 centímetros y también en la transición de las paredes hasta los tubos galvanizados Conduit.

Al colocar este tipo de tubería se necesitó accesorios como: acoples de manguera BX, uniones y acoples para tubos Conduit, como lo indica la figura 29.

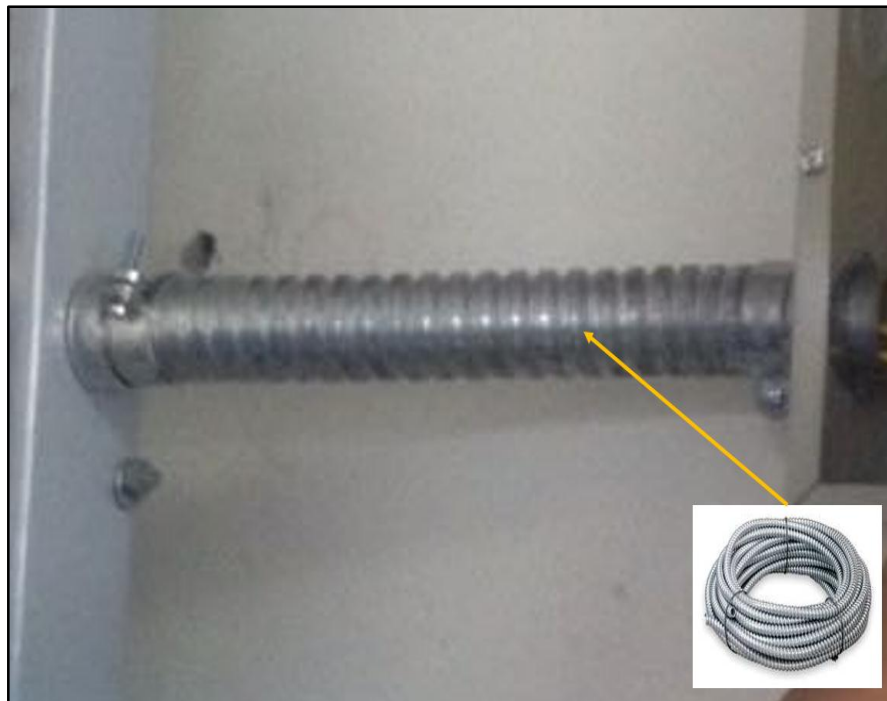


Figura 29: Manguera flexible BX de 1 pulgada utilizada para transiciones

Fuente: El autor

3.5.4.2 Accesorios para la colocación de tuberías.

Al realizar la colocación de la tubería galvanizada Conduit como también para la instalación de manguera flexible BX se utilizaron accesorios que permitan la conexión mecánica entre estos dos sistemas los mismos que se acoplarán a las cajas metálicas de revisión de 20 x 20 centímetros, la colocación de estos accesorios garantizan una adecuada circulación de la fibra óptica al momento de ser introducida al interior de estos sistemas de tuberías, los accesorios que se utilizó en la instalación del sistema fueron los siguientes.

Unión de tubería Conduit; acopló dos o más tubos galvanizados cuando se presentaron tramos largos en las aulas en donde un tubo no fue suficiente para su cobertura, por lo general se utilizó este accesorio en cada uno de los laboratorios.

Conector con rosca de manguera flexible BX; se lo utilizó para sujetar y conectar las mangueras flexibles BX a las cajas de revisión de 20 x 20 centímetros.

Abrazadera chanel de tubo Conduit; son las que se anclaron a las losas y permitieron la sujeción firme de los tubos y así lograr que estos permanezcan fijos, según lo indica la figura 30.

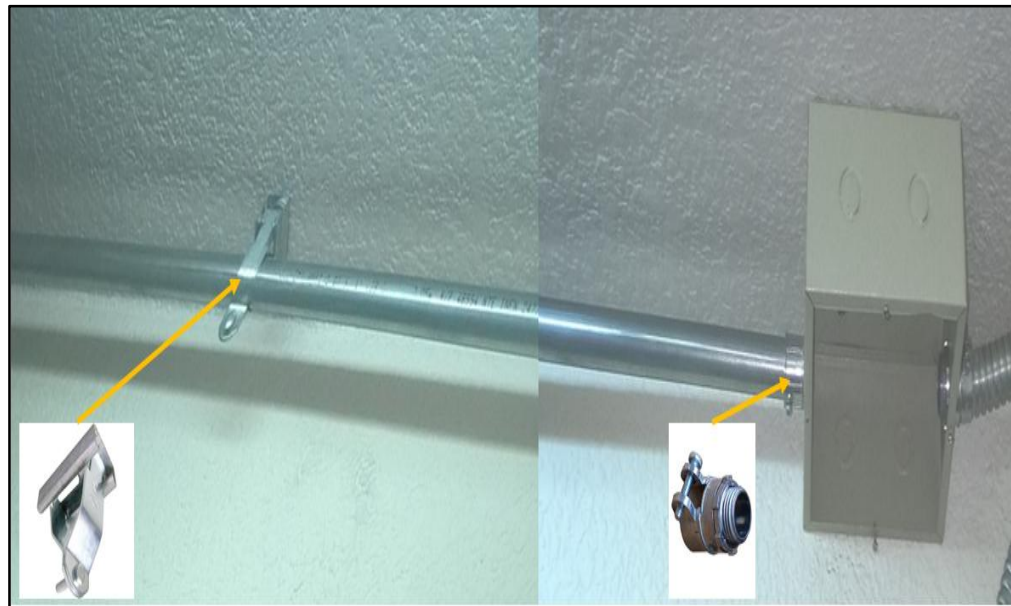


Figura 30: Accesorios de 1 pulgada de tubería Conduit y manguera metálica flexible

Fuente: El autor

3.5.4.3 Cajas metálicas de revisión de 20 x 20 centímetros.

Este tipo de cajas se utilizó específicamente para revisión, reserva de los patch cord de fibra óptica y así cumplir con la norma ANSI/TIA/EIA 568-C.1 que especifica que la fibra óptica no debe formar ángulos de 90 grados y así evitar curvaturas cerradas que impidan el paso óptimo de la luz, además por ser galvanizada asegura la protección de los hilos de fibra de la humedad y roedores, como se presenta en la figura 31.



Figura 31: Caja de revisión de 20 x 20 cm

Fuente: El autor

Al contar con los tubos Conduit, manguera metálica flexible BX, los accesorios y las cajas de revisión de 20 x 20 centímetros, el siguiente proceso fue instalar el sistema de tuberías que servirá para proteger los cables de fibra óptica tal como lo demuestra la figura 32.



Figura 32: Instalación de tuberías, accesorios y cajas de revisión

Fuente: El autor

En este paso se anclaron los tubos Conduit a las losas y se colocaron las cajas de revisión, se utilizó los accesorios que previamente se adquirieron para este fin, como lo indican las figuras 33, 34 y 35.

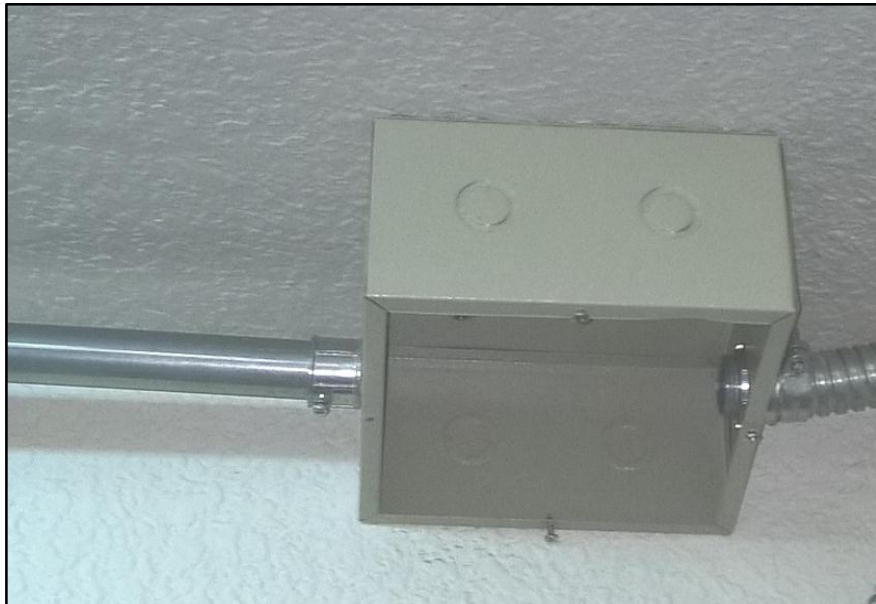


Figura 33: Caja, accesorios y tuberías instaladas

Fuente: El autor



Figura 34: Instalación de la tubería conduit de 1 pulgada”

Fuente: El autor

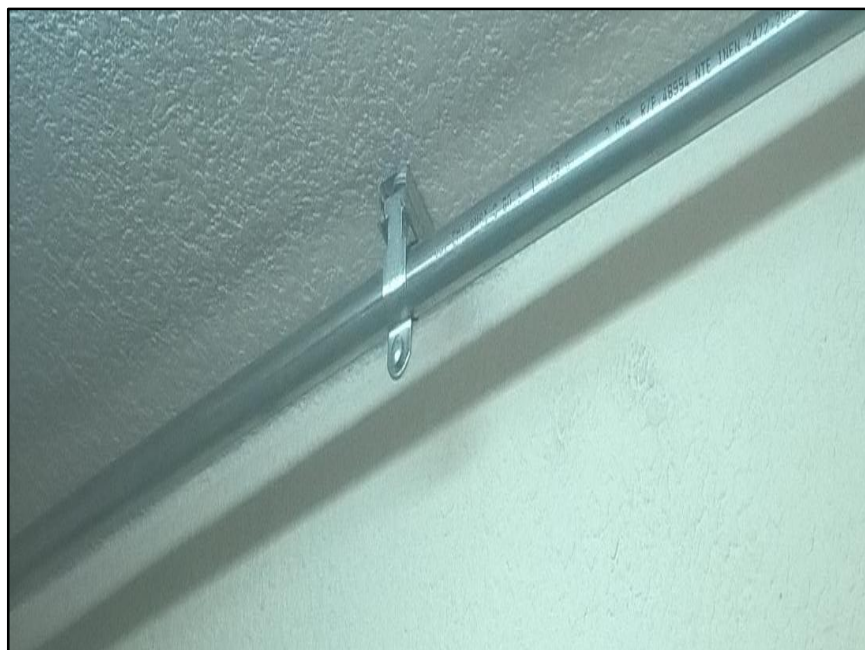


Figura 35: Tubería Conduit y abrazadera chanel instaladas

Fuente: El autor

3.5.5 Instalación de mangueras plástica flexibles y cables de fibra óptica

3.5.5.1 Distribución vertical de la fibra óptica

Para la instalación vertical de la fibra óptica en el cableado backbone se utilizó manguera flexible corrugada de color amarillo como lo indica la norma ANSI/TIA/EIA 568-C.3, el proceso a seguir fue el siguiente:

Se sujetó la manguera flexible corrugada de color amarillo a la canaleta metálica del cableado backbone, y se envió por esta alambre galvanizado, el cual sirvió como guía para posteriormente trasladar los hilos de fibra óptica, como se observa en la figura 36.



Figura 36: Sujeción de las mangueras flexibles corrugadas a la canaleta metálica

Fuente: El autor

Después se tendió los patch cord de fibra a lo largo del piso y se los sujetó a un hilo de plástico o piola, la que sirvió para soportar la tensión que se generó al momento de halar la fibra e introducir los cables en la manguera flexible corrugada, según la figura 37.



Figura 37: Preparación de los patch cord para ser introducidos en las mangueras corrugadas

Fuente: El autor

Se cubrieron con protecciones plásticas todos los conectores SC de los hilos de fibra y así se logró que no se ensucien o sufran raspones, se ató el hilo plástico al alambre galvanizado como se muestra en la figura 38, se procedió a enviar el alambre y a la vez también el hilo plástico que se sujetó a los patch cord de fibra óptica por las mangueras flexibles corrugadas que previamente se instalaron en la canaleta metálica del cableado backbone, de esta manera se introdujeron los hilos de fibra por las mangueras flexibles, este proceso resulto muy simple, ya que por la fuerza de gravedad los patch cord se deslizaron con mucha facilidad por el interior de las mangueras y así cada piso del edificio

matriz de la universidad ahora cuenta con un punto de conexión de fibra óptica y si en un futuro deciden crear una red por cada piso lo puedan hacer sin mayor contratiempo.



Figura 38: Protección de los conectores SC

Fuente: El autor del proyecto

3.5.5.2 Distribución horizontal de la fibra óptica

Con las tuberías conduit y flexibles instaladas y acopladas a las cajas de revisión de cada uno de los sitios en donde se ubicaron los puntos de conexión de fibra óptica ya sean estos laboratorios, oficinas de decanato y rectorado el siguiente paso a seguir es llevar los patch cord por toda la tubería, y para este fin se debe proceder con la misma atención con la que se trató a la fibra óptica en la instalación del cableado backbone, es decir se envió en primer lugar un alambre galvanizado, el cual sirvió como guía para que al tirar de este traslade los hilos de fibra hasta las cajas de revisión; en donde se dejó algunos metros de reserva de fibra.

Se tendió los patch cord de fibra a lo largo del piso y se los sujetó a un hilo de plástico que fue el que soportó la tensión que se generó al instante de halar de este, luego se unió el alambre galvanizado con el hilo de plástico y con mucha delicadeza se pasaron los hilos de fibra con sus conectores protegidos con plástico hasta que cada uno llegue a una caja

de revisión en donde se ubicó los puntos de conexión a fibra óptica, se observa este proceso en la figura 39.



Figura 39: Preparación de los patch cord para ser introducidos en la tubería Conduit

Fuente: El autor

Se pasaron los patch cord por las tuberías como se mencionó anteriormente, las cajas de revisión sirven como estaciones en donde se puede halar la reserva de cable y así pasar el mismo completamente hasta el punto final de conexión, en la figura 40 se observa este proceso.



Figura 40: Paso de cables de fibra óptica por la tubería

Fuente: El autor

Se dejó una bobina de un 1 metro de fibra óptica en las cajas de revisión de 20 x 20 centímetros como reserva, porque así lo indica el estándar ANSI/TIA/EIA 568-C.3, en el caso de la fibra óptica monomodo G657 que se implementó, el radio de curvatura mínimo que fue necesario es de 1,5 centímetros. En las cajas instaladas existe un radio promedio de 8 centímetros con lo que se cumple lo que se establece en la norma, ver figura 41.

Al interior de las cajas se utilizó cinta Velcro con la que se logró sujetar las fibras y sobre el Velcro una amarra plástica, y así de esta manera llegar a cumplir con la recomendación del estándar ANSI/TIA/EIA 568-C.3 que indica no usar amarras directamente a la fibra para evitar el estrangulamiento directo de estas y así descartar posibles daños de los patch cord, ver figura 41.

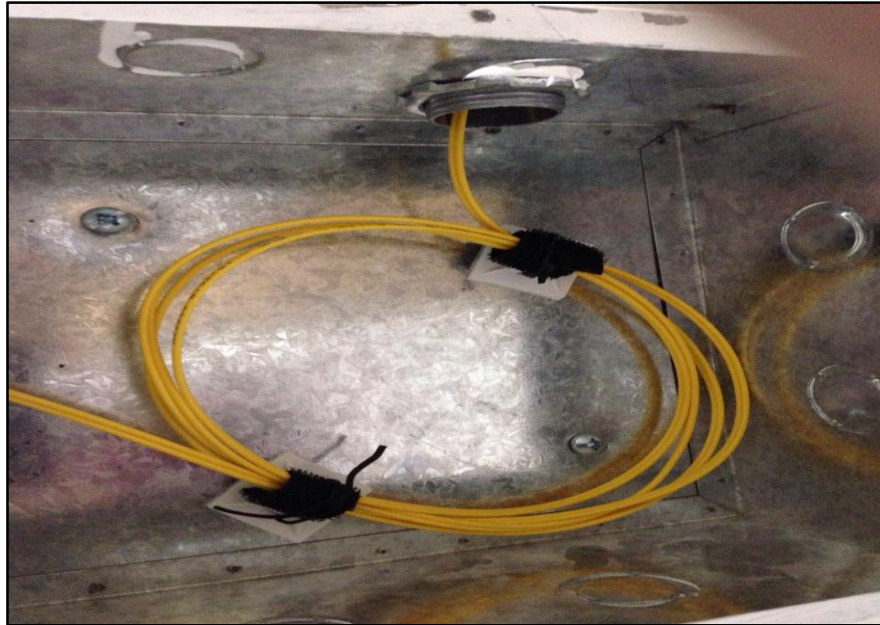


Figura 41: Bobina de fibra óptica de reserva, sujeción con cinta Velcro y amarras.

Fuente: El autor

3.5.6 Instalación de puntos de conexión final en cada piso y laboratorios

Junto a las cajas de revisión se colocaron cajetines Dexon, en los que se acoplaron las terminales que fueron destinadas para ser los puntos de conexión a fibra óptica, estas se constituyeron en el recorrido final de la red, a partir de este punto de conexión los administradores podrán conectar a un transformador de medios los diferentes switches eléctricos de los laboratorios a donde llega la distribución horizontal de la fibra óptica,

además podrán crear las subredes que deseen o bien darles el uso que crean necesario, al momento que fueron implementadas estas terminales, la universidad no contaba con toda una infraestructura basada en la tecnología de fibra óptica, sean estos equipos activos y conexiones directas desde un proveedor que asigne un puerto óptico de uso exclusivo para esta nueva red, por tal razón la implementación se la realizó de forma mixta, partió de un puerto eléctrico de un swicht del Rack 1, e ingresó a uno de los puerto de internet del Switch CTC el mismo que se lo ubicó en el Rack 2, en donde la señal se transforma en luz, y así se distribuye hasta los terminales ópticos de los laboratorios, en la figura 42 se puede observar el resultado de todo este proceso.



Figura 42: Punto de conexión a fibra óptica

Fuente: El autor

3.5.7 Instalación del rack, organización de cables de fibra óptica e instalación de equipos activos.

3.5.7.1 Instalación del rack

El rack que se instaló cumple con las normas técnicas necesarias y cubre los requerimientos de la universidad, por ser una unidad grande, la cual puede contener en su interior varios elementos activos y pasivos.

En este rack se instalarán los equipos del actual proyecto y también servirá para una futura expansión de la red, ver figura 43.



Figura 43: Instalación del rack en el tercer piso

Fuente: El autor

En la sala de telecomunicaciones se ubicó el rack tipo cabina que vino provisto de un sistema de aterramiento y ventilación independiente, el que se encuentra fijo y sujeto a la pared para evitar que este se desplace del sitio en el que se ancló actualmente y así proteger a los hilos de fibra óptica de posibles rupturas, por manipulación del rack.

Al rack se lo etiquetó como Rack 2, puesto que en la sala de telecomunicaciones ya existe otro que lleva la etiqueta con el nombre de Rack 1, según lo indica la figura 44.

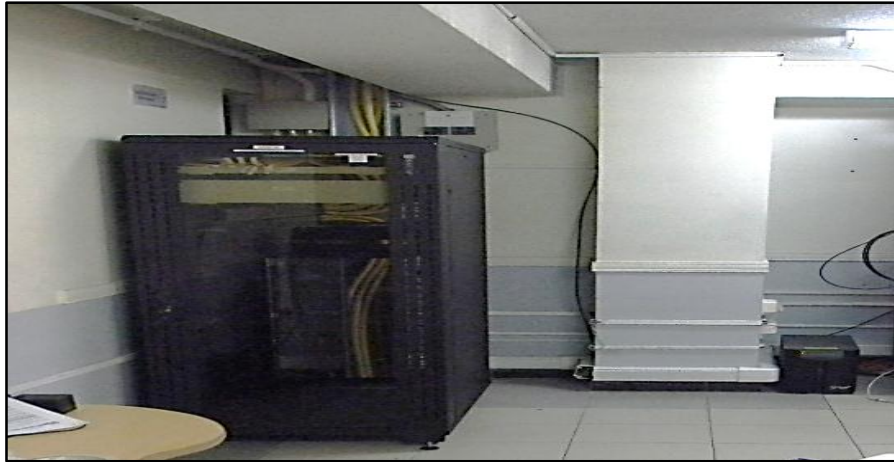


Figura 44: Rack 2 de la sala de telecomunicaciones

Fuente: El autor

3.5.7.2 Aterramiento de las canaletas Metálicas y del Rack 2

Se conectaron al sistema de tierra central del edificio a las canaletas metálicas cerradas y al Rack 2, como lo recomienda la norma ANSI/TIA/EIA 607-B.1, para lograr esta conexión se utilizó cable de cobre número 8, mediante este procedimiento se consiguió tener continuidad entre las canaletas, y así pudieron ser conectadas al sistema central de tierra del edificio, según lo muestra la figura 45.

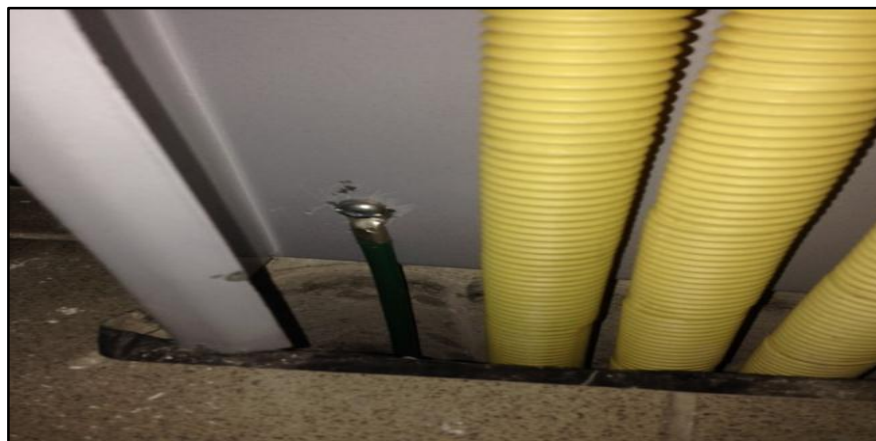


Figura 45: Conexión de canaletas metálicas al sistema de tierra

Fuente: El autor

El Rack 2 tiene una barra para tierra, en la cual se conectó el cable de cobre número 8 el mismo que va hacia el sistema central de tierra del edificio, de esta manera se previene posibles sobre cargas de energía a los equipos, esto se demuestra en las figuras: 46 y 47.

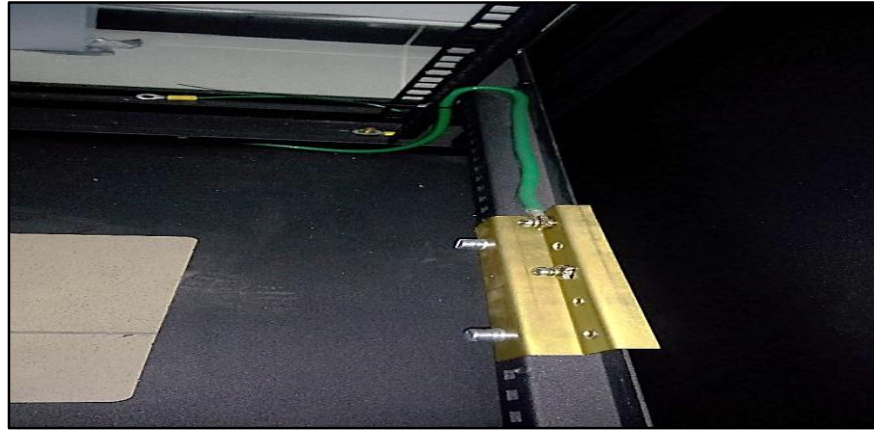


Figura 46: Conexión del Rack 2 al sistema de tierra

Fuente: El autor

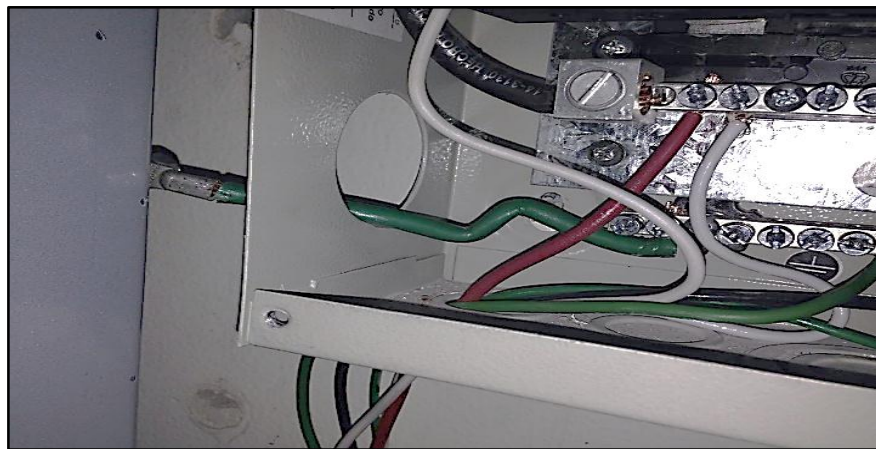


Figura 47: Conexión al sistema central de tierra del edificio matriz

Fuente: El autor

3.5.7.3 Organización de cables de fibra óptica

Todas las mangueras plásticas que contienen los patch cord que llegan a los diferentes pisos o niveles del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel, salen desde el Rack 2 de la sala de telecomunicaciones y se distribuyen de manera vertical a través del ducto del cableado backbone, por esta razón se las organizó de tal manera que sean de fácil identificación desde su inicio hasta su final, para este fin se colocaron etiquetas

en todo su recorrido, estas etiquetas indica su ubicación final o sea a que piso o aula fueron dirigidas las mangueras de acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 568-C.3, ver figuras: 48 y 49.



Figura 48: Identificación de mangueras en el cableado backbone

Fuente: El autor

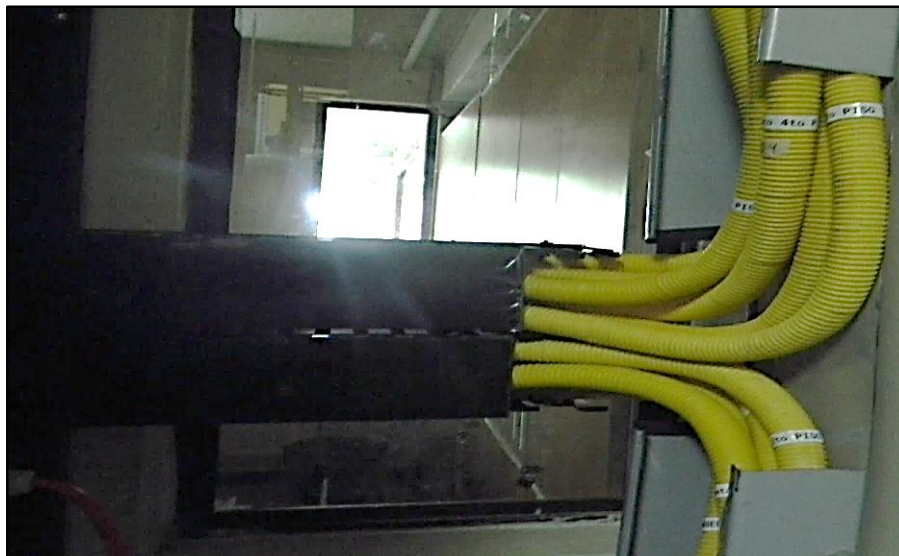


Figura 49: Organización e identificación del ingreso de mangueras plásticas al Rack

Fuente: El autor

En el Rack 2 se colocaron dos equipos pasivos, un organizador y un distribuidor de fibra óptica, con estos equipos se logró organizar todos los patch cord de la red de tal manera que sean fácil de identificar y que se cumplan con un sistema de organización que se estableció con anticipación y que se detallará más adelante en la distribución del ODF,

estos equipos permitieron el tratamiento de la fibra según indica el estándar ANSI/TIA/EIA 568-C.3.

Se envolvieron todos los cables de fibra óptica en los carretes incluidos en el ODF y se acoplaron los conectores SC de los patch cord que vienen desde los laboratorios y de los diferentes pisos del edificio matriz en la parte posterior del panel, se los organizó de la manera que se detalla en la tabla 12.

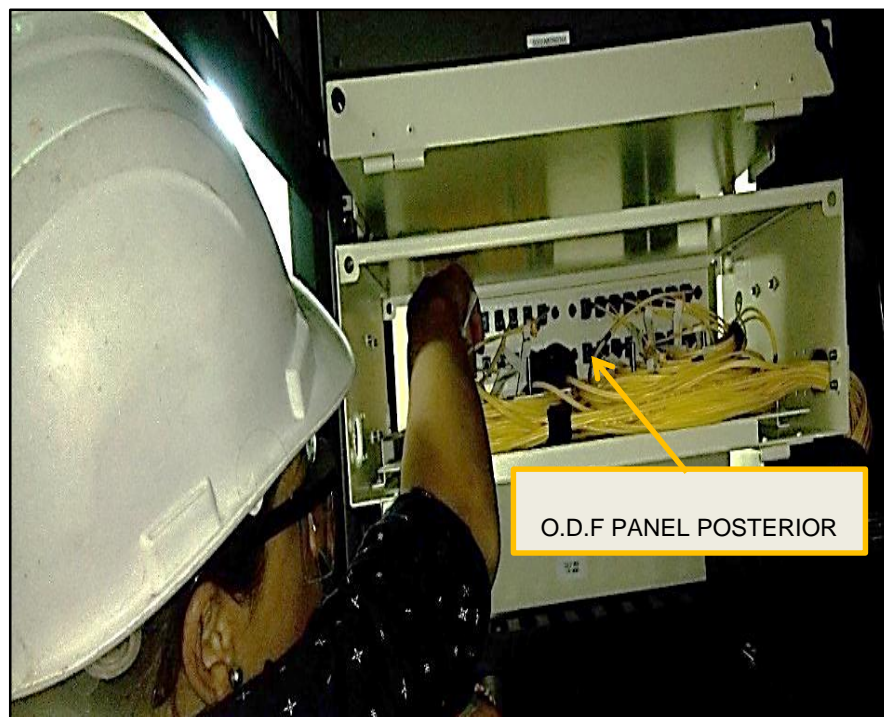


Figura 50: Organización de los cables de fibra óptica en el ODF, panel posterior

Fuente: El autor

En el ODF los patch cord se distribuyeron de la siguiente manera:

Tabla 12: Asignación de puertos en el ODF

PUERTOS ASIGNADOS A CADA PACTCH CORD DE FIBRA OPTICA EN EL O.D.F			
INICIO PUERTO DEL ODF		DESTINO	LINEA
TX	RX		
1	2	PISO 5	PRINCIPAL
33	34	PISO 5	RESPALDO
3	4	PISO 4	PRINCIPAL
35	36	PISO 4	RESPALDO
5	6	PISO 2	PRINCIPAL
37	38	PISO 2	RESPALDO
7	8	PISO 1	PRINCIPAL
39	40	PISO 1	RESPALDO
9	10	PLANTA BAJA	PRINCIPAL
41	42	PLANTA BAJA	RESPALDO
11	12	SUBSUELO 1	PRINCIPAL
43	44	SUBSUELO 1	RESPALDO
13	14	SUBSUELO 2	PRINCIPAL
45	46	SUBSUELO 2	RESPALDO
15	16	DECANATO 4TO PISO	PRINCIPAL
17	18	DECANATO 3ER PISO	PRINCIPAL
19	20	LABORATORIO 310	PRINCIPAL
21	22	LABORATORIO 308	PRINCIPAL
23	24	LABORATORIO 306	PRINCIPAL
25	26	LABORATORIO 304	PRINCIPAL
27	28	LABORATORIO 307	PRINCIPAL

Fuente: El autor

Después que se conectaron los patch cord de los laboratorios y de los pisos a la parte posterior del ODF, el siguiente paso fue acoplar desde la parte frontal los patch cord que van al Switch CTC, estos cables son más pequeños exactamente de 1.5 metros y se los colocó en un organizador horizontal para cables de fibra óptica, se envolvieron los patch cord en los carretes que posee dicho organizador, posteriormente ingresaron a los módulos SFP del Switch según lo indica la figura: 51.



Figura 51: Colocación de patch cord de 1.5 metros en el organizador horizontal

Fuente: El autor

3.5.7.4 Instalación del Switch CTC

En el Rack 2 se instaló el Switch óptico CTC que tiene veinticuatro puertos ethernet, cuatro de los cuales pueden ser ópticos o eléctricos según el módulo SFP requerido, estos puertos también pueden ser de entrada o salida, ver figura 52.



Figura 52: Switch CTC de 24 puertos

Fuente: El autor

Para la distribución vertical y horizontal de la red de fibra óptica se utilizó el Switch CTC, modelo GSW-3420FM, que cuenta con veinticuatro puertos, veintidós de estos se utilizaron como salidas ópticas 100/1000 base-x SFP y los otros dos se los utilizó como entradas de red con conector RJ45 10/100/1000 Base-T. Solo se utilizaron quince puertos y nueve están disponibles, si se llegaron a necesitar en una futura ampliación de la red.

En los puertos del Switch CTC se utilizaron módulos SFP tranceiver con capacidad TX y RX para conector tipo LC los que se acoplaron una vez que se colocó el Switch en el Rack 2, según lo indica la figura 53.



Figura 53: Módulo SFP 100/1000

Fuente: el Autor

Este Switch CTC cumple con los estándares IEEE 802.1x, que define los requerimientos necesarios el control de acceso a la red y IEEE 802.1D, que normaliza el uso de puentes MAC, las que garantizan el servicio y mantienen la calidad del mismo además de regular los procedimientos para tener más de una LAN en el mismo medio físico, o sea la creación de VLANs, ver figura 54.



Figura 54: Colocación de módulos SFP en el Switch CTC del Rack 2 de la sala de telecomunicaciones

Fuente: El autor

En el Switch CTC se distribuyeron los patch cord de la siguiente manera:

Tabla 13: Distribución de puertos ópticos

PUERTOS ASIGNADOS A CADA PACTCH CORD DE FIBRA OPTICA EN EL SWITCH CTC				
INICIO PUERTO DEL SWITCH CTC	TX/RX	PUERTO EN DESTINO ODF 1		LINEA
		TX	RX	
1		1	2	PRINCIPAL
2		3	4	PRINCIPAL
3		5	6	PRINCIPAL
4		7	8	PRINCIPAL
5		9	10	PRINCIPAL
6		11	12	PRINCIPAL
7		13	14	PRINCIPAL
8		15	16	PRINCIPAL
9		17	18	PRINCIPAL
10		19	20	PRINCIPAL
11		21	22	PRINCIPAL
12		23	24	PRINCIPAL
13		25	26	PRINCIPAL
14		27	28	PRINCIPAL
15		33	34	RESPALDO
16		35	36	RESPALDO
17		37	38	RESPALDO
18		39	40	RESPALDO
19		41	42	RESPALDO
20		43	44	RESPALDO
21		45	46	RESPALDO
22		47	48	DISPONIBLE
23		-	-	NO DISPONIBLE
24		-	-	ENTRADA INTERNET RJ45

Fuente: El autor

3.5.7.5 Instalación de los transceiver

En todos los laboratorios del tercer piso e incluso en el laboratorio 409 del cuarto piso se instalaron los transceiver que son dispositivos que transforman la luz que emite el Switch CTC a señal eléctrica para que se pueda conectar al switch de cada uno de los laboratorios; ya que estos son eléctricos, cabe mencionar que al momento de conectar los transceiver a

estos switches los laboratorios estarán dentro de la nueva red, pero no se explotará la capacidad real de la fibra óptica porque los switches de los laboratorios son 10/100 base T, o sea llegan a una capacidad máxima de 100 megabits por segundo y los equipos que se implementaron son 10/100/1000 base FX su capacidad es hasta 1Gbps, por lo tanto para que la red de fibra óptica funcione de una forma óptima se debe cambiar todos los equipos a ópticos base 1000 FX megabits por segundo.

Hay que tener en cuenta que cinco transceiver son del modelo FMC-1000M-SC020 que soportan estándares 10/100/1000Base-T y 1000Base-X, tienen puertos para conector SC en donde se acoplaron los patch cord directamente a los equipos.

Se colocó los Transceiver CTC junto a los switches eléctricos de los laboratorios, únicamente en la cancillería el equipo se encuentra sobre la caja de revisión por cuestiones estéticas, según lo demuestra la figura 55.



Figura 55: Transceiver con puerto para conector SC de la cancillería

Fuente: El autor

Solamente en el laboratorio del aula 307 se instaló un transceiver con módulo SFP modelo FRM220-1000MS-CH01 con capacidad 1x100/1000Base-FX (SFP) + 1x10/100/1000Base-TX, tiene las mismas características que los modelos que se instalaron

en el resto de laboratorios con la diferencia de que este equipo necesita de un módulo SFP con conector tipo LC para su funcionamiento, como lo expone la figura 56.

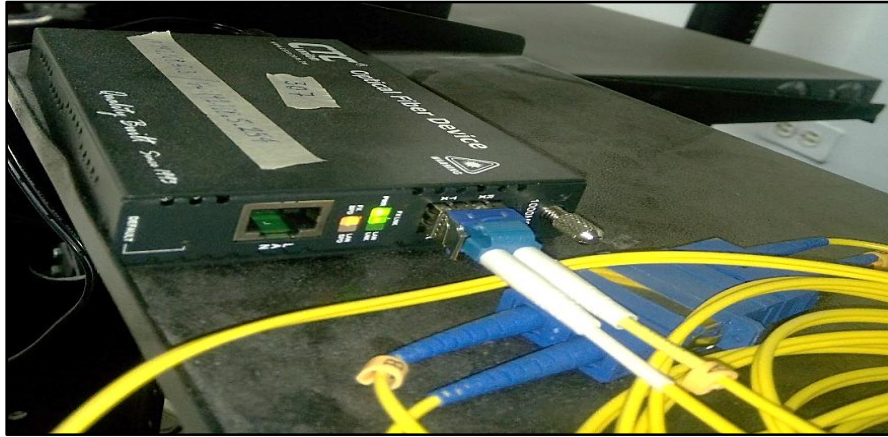


Figura 56: Transceiver con módulo SFP del laboratorio del aula 307

Fuente: El autor

Los puntos de conexión de fibra óptica en los pisos del edificio matriz de la universidad llegan hasta una caja de revisión galvanizada de 40 x 40 centímetros en donde se ubicó un cajetín Dexon en el que se encuentra la transición óptica, el presente proyecto se finiquitó así en cuanto a la implementación en los pisos se refiere, desde este punto se pueden derivar otras redes que se crean necesarias, ver figura 57.

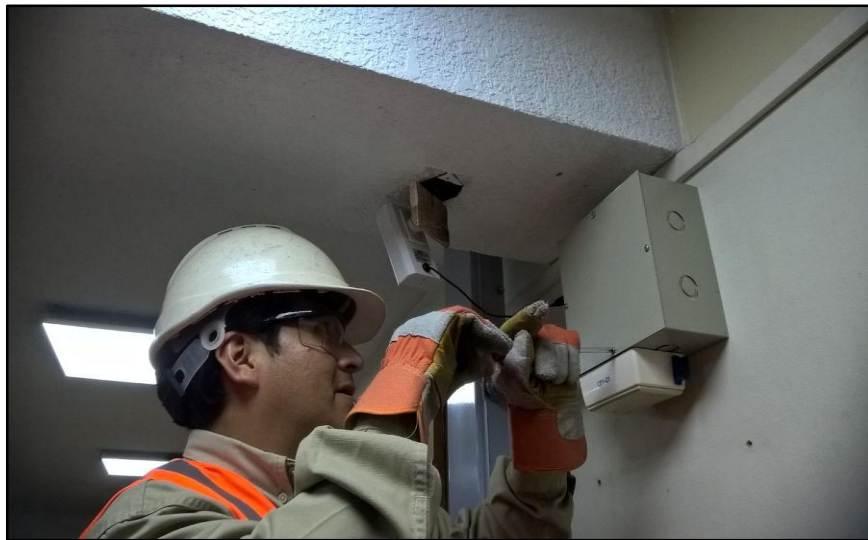


Figura 57: Punto de conexión óptico de la biblioteca

Fuente: El autor

En cuanto al tercer piso se refiere la implementación de este proyecto concluyó al conectar la red de fibra óptica a cada uno de los laboratorios, esto se concretó al acoplar un transformador de medios óptico a eléctrico al switch de cada uno de estos, la oficina de rectorado y el aula 409 también cuentan con un transceiver para su uso, según figura 58.



Figura 58: Conexión del transceiver al Switch eléctrico

Fuente: El autor

3.5.8 Etiquetado de los equipos y fibras

Se tomó en cuenta lo que establece el estándar ANSI/TIA/EIA 606-B, que sugiere la manera de como etiquetar de forma correcta todos los equipos activos y pasivos que conforman la red de fibra óptica y mediante esta norma lograr que la identificación de sus elementos sea muy fácil y simple.

3.5.8.1 Etiquetado del rack

En la sala de equipos se encuentran instalados dos racks, el primero etiquetado como Rack 1, que contiene equipos Ethernet con puertos eléctricos basado en tecnología de cableado UTP, y el segundo rack que contiene todos los equipos de la nueva red de fibra óptica que se implementó, al cual se lo etiquetó con el nombre de Rack 2, el proceso que

se realizó es un etiquetado por numeración simple de racks existentes, porque así lo permite la norma ANSI/TIA/EIA 606-B. según consta en la figura 59.



Figura 59: Etiquetado del rack que contiene los equipos de fibra óptica

Fuente: El autor

3.5.8.2 Etiquetado de equipos en el rack

Los equipos que fueron etiquetados son: el Switch CTC, el organizador horizontal de fibras y el ODF o patch panel, para ejecutar este proceso se tomó en cuenta el número de la unidad de rack en el cual se ubicó estos elementos, contada desde la parte inferior del rack hasta la parte superior del mismo.

El Switch CTC se encuentra en la unidad de rack número 35 perteneciente al Rack 2 de fibra óptica, por tal razón su etiqueta es la siguiente: R2-35, según lo expuesto en la figura 60.



Figura 60: Etiquetado del switch óptico CTC

Fuente: El autor

El organizador horizontal de fibra óptica se encuentra en el Rack 2, ubicado en la unidad de rack 34 por lo tanto su etiqueta será: R2-34, como lo indica la figura 61.



Figura 61: Etiquetado del organizador horizontal.

Fuente: El autor

El ODF también se encuentra en el Rack 2 pero en la unidad de rack 32 y fue etiquetado como: R2-32, ver figura 62.

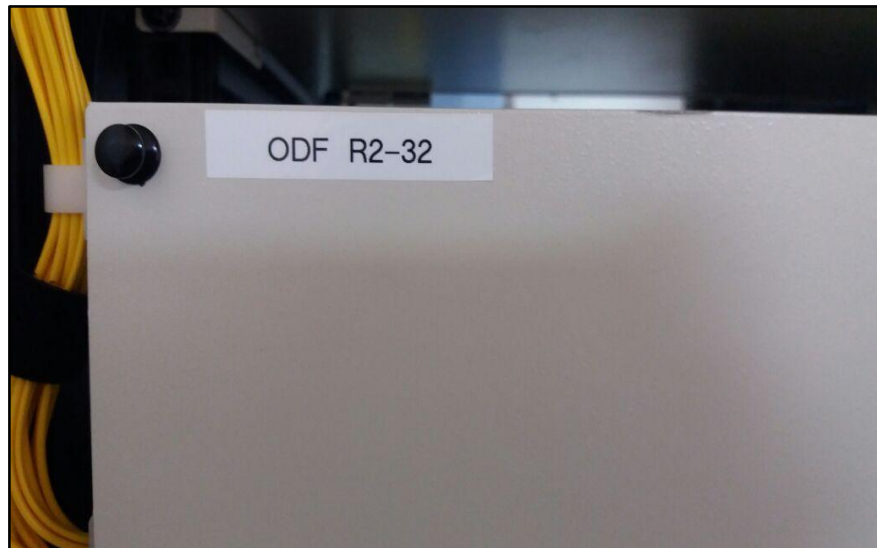


Figura 62: Etiquetado del ODF

Fuente: el autor

3.5.8.3 Etiquetado de los patch cord de fibra óptica

Para este proceso primero se etiquetaron los patch cord que conectan el Switch CTC con el ODF o patch panel en su parte frontal, cabe mencionar que como interface de conexión entre los dispositivos nombrados anteriormente se encuentran los módulos SFP, según lo expuesto en la figura 63.



Figura 63: Etiquetado de patch cord del Switch al ODF

Fuente: El autor

A continuación en la tabla 14, se detalla el orden con el que se organizó la conexión de todos los cables de fibra óptica, que sirven de vínculo entre el Switch CTC y el ODF con sus respectivas etiquetas según el estándar ANSI/TIA/EIA 606-B.

Tabla 14: Etiquetado de los patch cord que conectan el SWITCH CTC y el ODF

ETIQUETADO DESDE EL SWITCH CTC HACIA ODF																								
SWITCH																								
Puerto switch	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ETIQUETA	R2-35p1 a R2-32p1-2	R2-35p2 a R2-32p3-4	R2-35p3 a R2-32p5-6	R2-35p4 a R2-32p7-8	R2-35p5 a R2-32p9-10	R2-35p6 a R2-32p11-12	R2-35p7 a R2-32p13-14	R2-35p8 a R2-32p15-16	R2-35p9 a R2-32p17-18	R2-35p10 a R2-32p19-20	R2-35p11 a R2-32p21-22	R2-35p12 a R2-32p23-24	R2-35p13 a R2-32p25-26	R2-35p14 a R2-32p27-28	R2-35p15 a R2-32p29-30	R2-35p16 a R2-32p31-32	R2-35p17 a R2-32p 33-34	R2-35p18 a R2-32p35-36	R2-35p19 a R2-32p37-38	R2-35p20 a R2-32p39-40	R2-35p21 a R2-32p41-42	R2-35p22 a R2-32p43-44	PUERTO LIBRE	RJ 45 ENTRADA INTERNET
Hacia ODF	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	25-26	27-28	29-30	31-32	33-34	35-36	37-38	39-40	41-42	43-44		IN

Fuente: El autor

Por ejemplo para interpretar que significa lo que está escrito en la etiqueta del patch cord que conecta el puerto 1 del Swicht CTC con los puertos 1 y 2 del ODF, se procede de la siguiente manera:

- R2 = Rack 2
- 35 p1 = Unidad de rack 35(swicht CTC) puerto 1
- a = Destino al que se conectó el otro extremo del patch cord
- R2 = Rack 2
- 32 p1-2 = Unidad de rack 32(ODF) puertos 1 y 2

Bajo el mismo criterio se debe proceder con la lectura del resto de etiquetas.

También se etiquetaron los patch cord que van desde el panel posterior del ODF hacia los pisos del edificio, aulas y decanatos como lo muestra la figura 64.



Figura 64: Etiquetado de patch cord desde la panel posterior del ODF

Fuente: El Autor

En la siguiente tabla 4, se detalla la secuencia con la que se organizó la conexión de todos los patch cord de fibra óptica, que sirven de conexión entre el ODF con los pisos del edificio, aulas y decanatos, con sus respectivas etiquetas según lo que establece el estándar ANSI/TIA/EIA 606-B.

Tabla 15: Etiquetado de los patch cord que conectan el ODF con el resto de aulas y pisos.

ETIQUETADO DESDE EL ODF HACIA LOS PISOS AULAS Y DECANATOS																								
ODF																								
Puerto ODF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ETIQUETA	3SE-309.R2-32p1-2 a 5AT-500		3SE-309.R2-32p3-4 a 4AT-409		3SE-309.R2-32p5-6 a 2AT		3SE-309.R2-32p7-8 a 1AT		3SE-309.R2-32p9-10 a 0AT		3SE-309.R2-32p11-12 a SUB1AT		3SE-309.R2-32p13-14 a SUB2AT		3SE-309.R2-32p15-16 a DEC4AT		3SE-309.R2-32p17-18 a DEC3AT		3SE-309.R2-32p19-20 a LAB310AT		3SE-309.R2-32p21-22 a LAB308AT		3SE-309.R2-32p23-24 a LAB306AT	
Hacia	PISO 5		PISO 4 (409)		PISO 2		PISO 1		PISO 0		SUBSUELO 1		SUBSUELO 2		DECANATO 4		DECANATO 3		LABORATORIO 310		LABORATORIO 308		LABORATORIO 306	
ETIQUETADO DESDE EL ODF HACIA LOS PISOS AULAS Y DECANATOS																								
ODF																								
Puerto ODF	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
ETIQUETA	3SE-309.R2-32p25-26 a LAB304AT		3SE-309.R2-32p27-28 a LAB307AT		LIBRE		LIBRE		3SE-309.R2-32p33-34 a 5AT.BK		3SE-309.R2-32p35-36 a 4AT.BK		3SE-309.R2-32p37-38 a 2AT.BK		3SE-309.R2-32p39-40 a 1AT.BK		3SE-309.R2-32p41-42 a 0AT.BK		3SE-309.R2-32p43-44 a SUB1AT.BK		3SE-309.R2-32p45-46 a SUB2AT.BK		LIBRE	
Hacia	LABORATORIO 304		LABORATORIO 307						PISO 5 BACKUP		PISO 4 BACKUP		PISO 2 BACKUP		PISO 1 BACKUP		PISO 0 BACKUP		SUBS 1 BACKUP		SUBS 2 BACKUP			

Fuente: El autor

Para interpretar que significa lo que está escrito en la etiqueta del patch cord que conectan los puertos 1-2 del ODF con los pisos, aulas y decanatos, se procede de la siguiente manera:

- 3SE = Tercer piso, sala de equipos
- 309 = Aula de donde parten los patch cord
- R2 = Rack 2
- 32p1-2=Unidad de rack 32(ODF) puertos 1 y 2
- a = Destino al que se conectó el otro extremo del patch cord
- 5AT = piso 5 área de trabajo
- 500 = aula 500

Con el mismo criterio se debe proceder con la lectura del resto de etiquetas.

3.5.9 Pruebas y mediciones de la red implementada

Las pruebas de medición que se realizaron fueron en base al estándar ANSI/TIA/EIA 526-7 y fueron las siguientes:

- Pérdida de inserción.
- Pérdida de retorno.

Para las mediciones que se realizaron se utilizó un OTDR o reflectómetro óptico en el dominio tiempo además se requirió un POWER METER o medidor de potencia óptica y un Analizador de Tramas, expuestos en la figura 65.



Figura 65: Equipos necesarios para mediciones

Fuente: El autor

3.5.9.1 Medición de Pérdida de Inserción

Antes de realizar las mediciones se debe tener muy claro que según el estándar ANSI/TIA/EIA 526-7 el coeficiente de pérdida de la fibra óptica monomodo es 0,4 dB por cada kilómetro, en el caso de la red implementada el patch cord más largo es de 60 metros, por lo tanto representa 0,024 dB de pérdida según una regla de tres simple en relación con la pérdida por km, a esta se suma la pérdida de los dos conectores tanto el de entrada como el de salida que suman un total de 0,75 dB máximo o sea 0,375 dB por cada uno.

En conclusión en las mediciones realizadas no se debió reflejar una pérdida mayor a 0,774 dB en todos los patch cord, ya que este valor, en teoría es la pérdida máxima del cable de fibra óptica más largo.

Al medir la pérdida de inserción, se utilizó un patch cord de 5 m al cual se lo conoce como patch cord de enlace que sirvió para conectar el OTDR y el panel de distribución frontal del ODF 1 que se encuentra en el Rack 2 de la sala de equipos, al que llegan todos los cables fibra óptica de la red. Al realizar la medición de pérdida de inserción en el patch cord de enlace necesariamente se debe formar una espira, según indica la recomendación del estándar ANSI/TIA/EIA 526-7, esto se demuestra en la figura 66.



Figura 66: Formación de una espira en el patch cord de enlace

Fuente: El autor

La potencia del emisor de láser del OTDR que se utilizó, fue aproximadamente de 5 dBm, este valor se pudo comprobar cuando se realizó una medición al patch cord de enlace, el valor que reflejó en el POWER METER fue de 4,98 dBm el cual sirvió de referencia para el resto de mediciones.

Al conectar un cable de fibra óptica entre el patch cord de prueba y el medidor de potencia, la medida resultante se restó de la medida obtenida de referencia y se obtuvo el valor de la pérdida de inserción de la fibra en medición.

Cabe resaltar que en las mediciones que se realizaron en todos los cables de fibra óptica siempre se tomó el valor de 4,98 dBm del patch cord de enlace y así se tuvo un valor confiable del cual empezar a medir la pérdida del resto de fibras.

En la tabla 16, se detalla el resultado de las mediciones que se realizaron a cada uno de los patch cord de la red implementada.

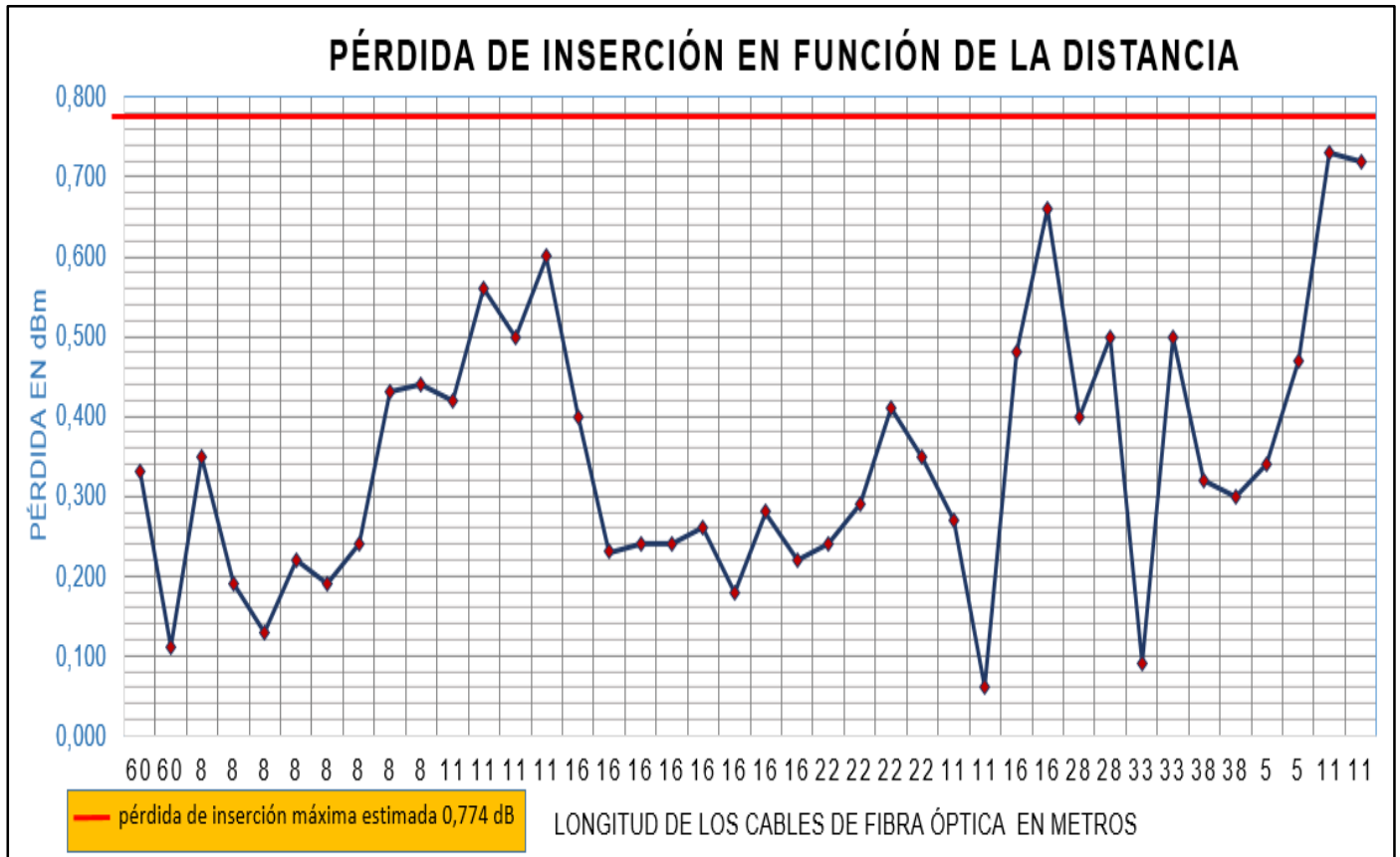
Tabla 16: Medición de pérdidas de inserción de todos los patch cord.

NIVELES DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN								
LONGITUD (m)	INICIO	FINAL	ID FIBRA	PATCH ENLACE VALOR DE REFERENCIA dBm	VALOR REAL DE LA MEDICIÓN dBm	PÉRDIDA EN PRUEBAS DE INSERCIÓN dBm	PÉRDIDA EN CONECTORES 0,75 DB + COEFICIENTE DE PÉRDIDA POR LONGITUD EN dB	VALOR TEÓRICO DE PÉRDIDA EN INSERCIÓN MÁXIMA ESTIMADA dB
60	ODF	RECTORADO	A	4,98	4,65	0,33	0,75 + 0,024	0,774
60	ODF	RECTORADO	B	4,98	4,87	0,11	0,75 + 0,024	0,774
8	ODF	PISO 4	A	4,98	4,63	0,35	0,75 + 0,0032	0,7532
8	ODF	PISO 4	B	4,98	4,79	0,19	0,75 + 0,0032	0,7532
8	ODF	PISO 4	A	4,98	4,85	0,13	0,75 + 0,0032	0,7532
8	ODF	PISO 4	B	4,98	4,76	0,22	0,75 + 0,0032	0,7532
8	ODF	PISO 2	A	4,98	4,79	0,19	0,75 + 0,0032	0,7532
8	ODF	PISO 2	B	4,98	4,74	0,24	0,75 + 0,0032	0,7532
8	ODF	PISO 2	A	4,98	4,55	0,43	0,75 + 0,0032	0,7532
8	ODF	PISO 2	B	4,98	4,54	0,44	0,75 + 0,0032	0,7532
11	ODF	PISO 1	A	4,98	4,56	0,42	0,75 + 0,0044	0,7544
11	ODF	PISO 1	B	4,98	4,42	0,56	0,75 + 0,0044	0,7544
11	ODF	PISO 1	A	4,98	4,48	0,5	0,75 + 0,0044	0,7544
11	ODF	PISO 1	B	4,98	4,38	0,6	0,75 + 0,0044	0,7544
16	ODF	PISO 0	A	4,98	4,58	0,4	0,75 + 0,0064	0,7564
16	ODF	PISO 0	B	4,98	4,75	0,23	0,75 + 0,0064	0,7564
16	ODF	PISO 0	A	4,98	4,74	0,24	0,75 + 0,0064	0,7564
16	ODF	PISO 0	B	4,98	4,74	0,24	0,75 + 0,0064	0,7564
16	ODF	SUBSUELO 1	A	4,98	4,72	0,26	0,75 + 0,0064	0,7564
16	ODF	SUBSUELO 1	B	4,98	4,8	0,18	0,75 + 0,0064	0,7564
16	ODF	SUBSUELO 1	A	4,98	4,7	0,28	0,75 + 0,0064	0,7564
16	ODF	SUBSUELO 1	B	4,98	4,76	0,22	0,75 + 0,0064	0,7564
22	ODF	SUBSUELO 2	A	4,98	4,74	0,24	0,75 + 0,0088	0,7588
22	ODF	SUBSUELO 2	B	4,98	4,69	0,29	0,75 + 0,0088	0,7588
22	ODF	SUBSUELO 2	A	4,98	4,57	0,41	0,75 + 0,0088	0,7588
22	ODF	SUBSUELO 2	B	4,98	4,63	0,35	0,75 + 0,0088	0,7588
11	ODF	307	A	4,98	4,71	0,27	0,75 + 0,0044	0,7544
11	ODF	307	B	4,98	4,92	0,06	0,75 + 0,0044	0,7544
16	ODF	310	A	4,98	4,5	0,48	0,75 + 0,0064	0,7564
16	ODF	310	B	4,98	4,32	0,66	0,75 + 0,0064	0,7564
28	ODF	308	A	4,98	4,58	0,4	0,75 + 0,0112	0,7612
28	ODF	308	B	4,98	4,48	0,5	0,75 + 0,0112	0,7612
33	ODF	306	A	4,98	4,89	0,09	0,75 + 0,0132	0,7632
33	ODF	306	B	4,98	4,48	0,5	0,75 + 0,0132	0,7632
38	ODF	304	A	4,98	4,66	0,32	0,75 + 0,0152	0,7652
38	ODF	304	B	4,98	4,68	0,3	0,75 + 0,0152	0,7652
5	ODF	DECANO 3	A	4,98	4,74	0,34	0,75 + 0,002	0,752
5	ODF	DECANO 3	B	4,98	4,51	0,47	0,75 + 0,002	0,752
11	ODF	DECANO 4	A	4,98	4,25	0,73	0,75 + 0,0044	0,7544
11	ODF	DECANO 4	B	4,98	4,26	0,72	0,75 + 0,0044	0,7544

Fuente: El autor

A continuación en el gráfico 1, se presenta un análisis estadístico de los valores obtenidos como pérdida de inserción de la tabla 16 para su interpretación, en donde se encuentran cada uno de los cables de fibra óptica instalados con su longitud en metros y sus respectivas pérdidas en dBm.

Gráfico 1: Pérdida de inserción en función de la distancia



Fuente: El autor

Las mediciones resultantes siempre estuvieron por debajo del índice de pérdida de inserción máxima estimada, por tal motivo se descartó posibles eventos de ruptura o averías en la red de fibra óptica implementada, ver figura 67.



Figura 67: Medición del nivel de señal recibido en el patch cord A del aula 306

Fuente: El autor

3.5.9.2 Medición de Pérdida de Retorno

Este proceso se pudo realizar al emplear un OTDR en modo OLS y consistió en medir el reflejo de la señal emitida por el equipo a través de los patch cord, se tomó como principio el efecto de reflexión de la luz.

Se consideró recomendación del estándar ANSI/TIA/EIA 568C-3, que indica que para la fibra óptica monomodo el nivel de pérdida debe ser mayor a 26 dB en este tipo de pruebas

y se tomó muy en cuenta las recomendaciones para la manipulación de la fibra óptica como se puede observar en la figura 68.



Figura 68: Pruebas de retorno con OTDR

Fuente: El autor

Para hacer estas mediciones se utilizó un cable de fibra de 11 metros, el cual sirvió como patch cord de enlace y de esta manera superar la denominada zona muerta que grafica el equipo y así realizar esta pruebas en el backbone o sea en los diferentes pisos del edificio matriz, se puso en serie los hilos que por defecto tienen la etiqueta con la letra A de la línea principal, con el hilo A de la línea de respaldo, se conectó al final otro patch cord de RX de cualquier longitud como lo exige la norma y se procedió con las mediciones de pérdida de retorno, este proceso se lo repitió con los hilos con la letra B como etiqueta de cada una de las líneas tanto principal como de respaldo.

Para las pruebas en los lugares en donde solo se cuenta con una línea principal, como por ejemplo los laboratorios del tercer piso se utilizó el patch cord de enlace de 11 metros, se pusieron en serie la fibra A y la fibra B, se conectó el patch cord de RX y de esta manera se logró realizar las mediciones en todos los hilos de fibra óptica de la red

implementada, se descartó cualquier posibilidad de pérdida importante, ya que los resultados reflejan más de 26 dB en todas las mediciones en la figura 69, se puede observar los eventos que grafica el OTDR al hacer las mediciones de dos hilos de fibra en serie.

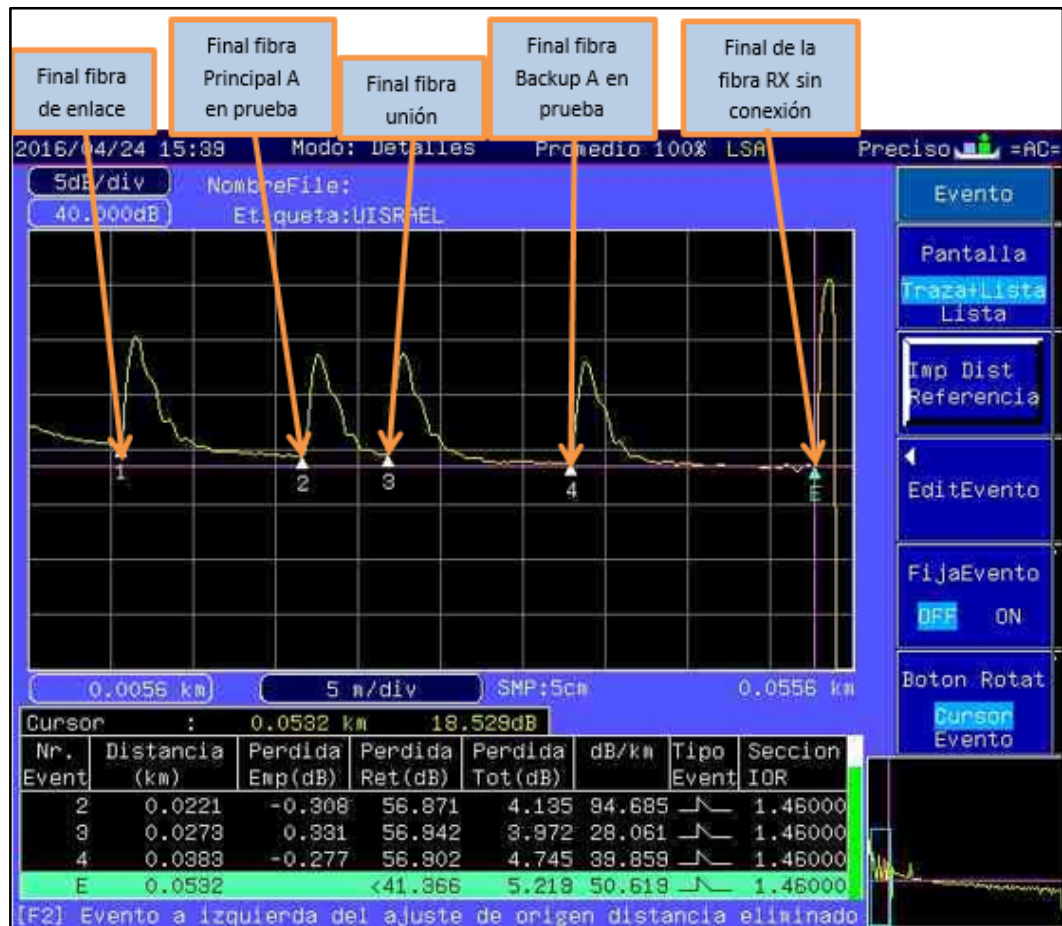


Figura 69: Prueba de retorno aula 310

Fuente: OTDR Furukawa

El OTDR también permite visualizar una pantalla en donde se enumeran los eventos que se produjeron durante las mediciones en el caso de las fibras que llegan al aula 310 se presentaron cuatro eventos que fueron los siguientes:

- Evento 1: Pérdida de retorno del patch cord de enlace en la zona muerta cuyo valor es de 55,585 dB.
- Evento 2: Pérdida de retorno del hilo A de 11 metros de la línea principal y su valor es de 56,871.

- Evento 3: Pérdida de la fibra que sirvió de unión entre los hilos de prueba, y su valor corresponde a 56,942 dB.
- Evento 4: Pérdida de retorno del hilo B de 11 metros de la línea principal y su valor es de 56,902 dB.
- Evento E: este corresponde a la pérdida de retorno del conector que se encuentra al final de las fibras y no tiene conexión con ningún otro elemento y su valor es de 41,366 dB.



Figura 70: Pantalla de pérdidas correspondiente a la fibras A y B del aula 310

Fuente: OTDR Furukawa

A continuación en la tabla 18, se detalla las mediciones que se realizó en todos los patch cord de la red.

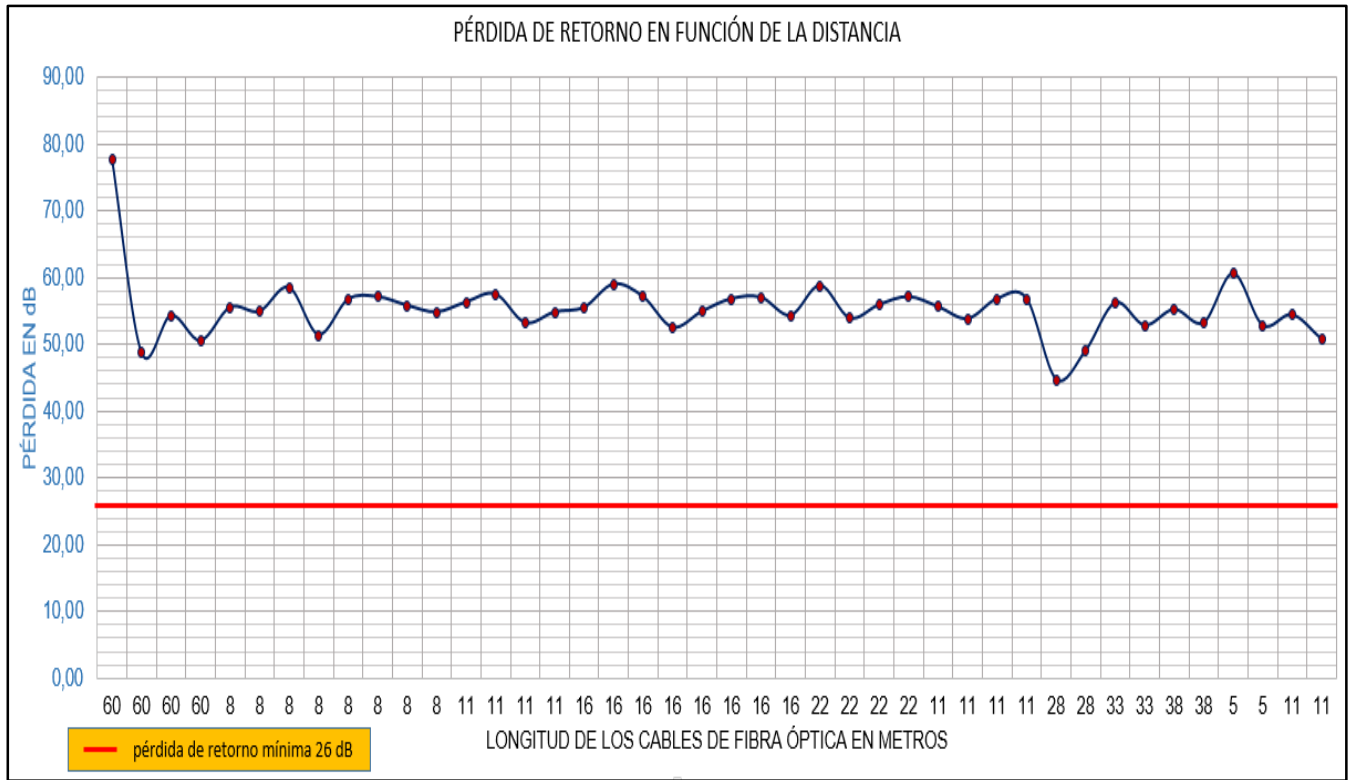
Tabla 17: Medición de pérdida de retorno de todos los patch cord

NIVELES DE PÉRDIDA DE RETORNO					
LONGITUD	INICIO	FINAL	REF MIN (dB)	ID FIBRA	RETORNO (dB)
60	ODF	RECTORADO	26	A PRINCIPAL	77,8
60	ODF	RECTORADO	26	B PRINCIPAL	48,7
60	ODF	RECTORADO	26	A RESPALDO	54,3
60	ODF	RECTORADO	26	B RESPALDO	50,5
8	ODF	PISO 4	26	A PRINCIPAL	55,5
8	ODF	PISO 4	26	B PRINCIPAL	54,9
8	ODF	PISO 4	26	A RESPALDO	58,5
8	ODF	PISO 4	26	B RESPALDO	51,4
8	ODF	PISO 2	26	A PRINCIPAL	56,7
8	ODF	PISO 2	26	B PRINCIPAL	57,1
8	ODF	PISO 2	26	A RESPALDO	55,8
8	ODF	PISO 2	26	B RESPALDO	54,8
11	ODF	PISO 1	26	A PRINCIPAL	56,3
11	ODF	PISO 1	26	B PRINCIPAL	57,5
11	ODF	PISO 1	26	A RESPALDO	53,2
11	ODF	PISO 1	26	B RESPALDO	54,8
16	ODF	PISO 0	26	A PRINCIPAL	55,5
16	ODF	PISO 0	26	B PRINCIPAL	59,0
16	ODF	PISO 0	26	A RESPALDO	57,1
16	ODF	PISO 0	26	B RESPALDO	52,5
16	ODF	SUBSUELO 1	26	A PRINCIPAL	54,9
16	ODF	SUBSUELO 1	26	B PRINCIPAL	56,8
16	ODF	SUBSUELO 1	26	A RESPALDO	57,0
16	ODF	SUBSUELO 1	26	B RESPALDO	54,3
22	ODF	SUBSUELO 2	26	A PRINCIPAL	58,8
22	ODF	SUBSUELO 2	26	B PRINCIPAL	53,9
22	ODF	SUBSUELO 2	26	A RESPALDO	55,9
22	ODF	SUBSUELO 2	26	B RESPALDO	57,1
11	ODF	307	26	A	55,6
11	ODF	307	26	B	53,8
11	ODF	310	26	A	56,8
11	ODF	310	26	B	56,8
28	ODF	308	26	A	44,7
28	ODF	308	26	B	49,0
33	ODF	306	26	A	56,2
33	ODF	306	26	B	52,8
38	ODF	304	26	A	55,2
38	ODF	304	26	B	53,2
5	ODF	DECANO 3	26	A	60,6
5	ODF	DECANO 3	26	B	52,8
11	ODF	DECANO 4	26	A	54,4
11	ODF	DECANO 4	26	B	50,7

Fuente: El autor

En el gráfico 2, se presenta un análisis estadístico de los valores obtenidos como pérdida de retorno de la tabla 18 para su interpretación, en donde se encuentran cada uno de los cables de fibra óptica instalados con su longitud en metros y sus respectivas pérdidas en dB.

Gráfico 2: Pérdida de retorno en función de la distancia



Fuente: El autor

3.5.9.3 Pruebas de mediciones de BER (Bit error rate)

También se realizaron mediciones de BER (Bit error rate) , se utilizó el método tipo loop o anillo, con un analizador de tramas SDH, con el que se enviaron paquetes encapsulados de 155 Mbps (STM-1) en todos los patch cord que se instalaron en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel, este equipo trabaja con una potencia de 2 a -3 dBm y sirve para medir el porcentaje de disponibilidad del enlace en función del tiempo, el rango de trabajo óptimo de este equipo fluctúa entre -8 y -28 dBm.

En la cantidad de tramas enviadas para las pruebas el resultado siempre fluctuó dentro del rango permitido, la disponibilidad presentada en las mediciones fue de 100% sin errores, por tal razón se ratifica que las pruebas fueron exitosas.

Al momento de realizar el loop o anillo se unieron los cables A y B de los patch cord principales mediante una transición o unión, se efectuó el mismo procedimiento para los patch cord de respaldo, de esta manera se enviaron las tramas y se descartó posibles errores y averías en la red, como se demuestra en la figura 71.



Figura 71: Analizador de tramas SDH en medición de los patch cord del piso 2

Fuente: El autor

Después de realizar las pruebas a todos los patch cord, estas medidas se simplifican a continuación en la tabla 17, en donde se detalla uno a uno los valores que se obtuvieron con el analizador de tramas que se utilizó para este fin.

Tabla 18: Pérdidas de B.E.R de todos los patch cord de la red

PRUEBAS DE BER EN LOOP O ANILLO						
LONGITUD	INICIO	FINAL	POTENCIA (dBm)	ID FIBRA	ERRORES	DISPONIBILIDAD
60+60	ODF	RECTORADO PISO 5	-26,3	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
60+60	ODF	RECTORADO PISO 5	-25,8	A+B (RESPALDO)	0	100%
8+8	ODF	PISO 4	-26,3	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
8+8	ODF	PISO 4	-24,7	A+B (RESPALDO)	0	100%
8+8	ODF	PISO 2	-10,3	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
8+8	ODF	PISO 2	-24,2	A+B (RESPALDO)	0	100%
11+11	ODF	PISO 1	-26,3	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
11+11	ODF	PISO 1	-25,1	A+B (RESPALDO)	0	100%
16+16	ODF	PISO 0	-25,1	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
16+16	ODF	PISO 0	-25,1	A+B (RESPALDO)	0	100%
16+16	ODF	SUBSUELO 1	-24,4	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
16+16	ODF	SUBSUELO 1	-24,8	A+B (RESPALDO)	0	100%
22+22	ODF	SUBSUELO 2	-26,1	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
22+22	ODF	SUBSUELO 2	-24,1	A+B (RESPALDO)	0	100%
11+11	ODF	LABORATORIO 310	-22,3	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
28+28	ODF	LABORATORIO 308	-22,8	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
11+11	ODF	LABORATORIO 307	-21,6	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
33+33	ODF	LABORATORIO 306	-22,2	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
38+38	ODF	LABORATORIO 304	-22,6	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
38+38	ODF	DECANATO PISO 4	-24,3	A+B (PRINCIPAL)	0	100%
38+38	ODF	DECANATO PISO 3	-26,6	A+B (PRINCIPAL)	0	100%

Fuente: El autor

3.5.9.4 Pruebas de Internet

Para hacer estas pruebas en primer lugar se configuró el Switch CTC asignándole la dirección IP 192.168.5.2, de esta manera no creará ningún conflicto con la red actual de cobre, esto se realizó al conectar una computadora, se ingresó al menú del switch por medio del navegador de internet, el explorador inmediatamente solicitó el nombre de USUARIO y la CONTRASEÑA a cual se digitó: nombre de usuario: admin y la contraseña: admin, dentro del menú se escogió la opción para cambiar la IP de fábrica por la nueva dirección que se mencionó anteriormente.

Tabla 19: Claves de acceso y dirección IP del Switch CTC

SWITCH ÓPTICO 24 PUERTOS					
MARCA	CÓDIGO	SERIE		ESTACIÓN	
CTC	GSW-3420FM	P0318V1008421162	G0001	UNIVERSIDAD ISRAEL	
DIRECCIÓN IP	192.168.5.2	USUARIO	admin	PASSWORD	admin

Fuente: El autor

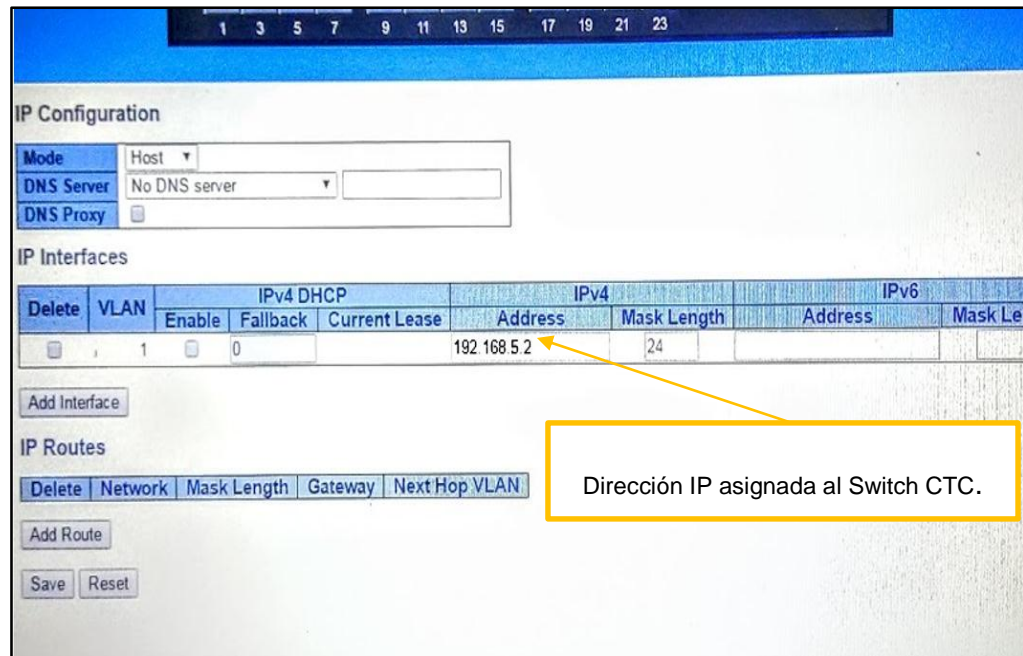


Figura 72: Configuración del SWITCH CTC

Fuente: Switch CTC

El siguiente paso fue configurar los transceiver para que la nueva red los reconozca, esto se pudo realizar al entrar al menú de cada uno de los convertidores mediante el software y así se les asignó una nueva dirección IP diferente a la que viene por defecto, como lo demuestra la figura 73.

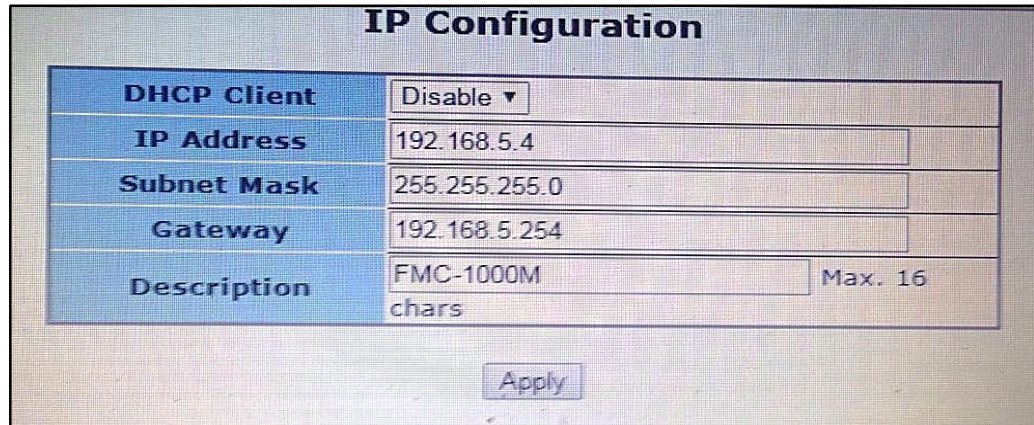


Figura 73: Configuración del transceiver del laboratorio 310

Fuente: El autor

En la siguiente tabla se detalla que dirección de protocolo de internet IP que fue asignada a cada uno de los transceiver que se conectaron al Switch CTC.

Tabla 20: IP asignada a cada Transceiver

CONFIGURACION DE LOS TRANSCEIVER	
LOCALIZACIÓN	IP ASIGNADA
LABORATORIO 310	192.168.5.4
LABORATORIO 308	192.168.5.5
LABORATORIO 306	192.168.5.6
LABORATORIO 307	192.168.5.3
LABORATORIO 304	192.168.5.7
LABORATORIO 409	192.168.5.8
RECTORADO	192.168.5.9

Fuente: El Autor

Al realizar las pruebas de internet se conectó una computadora a la salida del transceiver y se hizo un test de ancho de banda el cual reflejó que dispone de 60 Mbps aproximadamente en todos los laboratorios, esto depende del número de usuarios que se conecten o el flujo de datos que utilicen en ese momento, para definir este proceso se utilizó un software en línea que se llama SPEEDTEST y es de uso libre, ver figura 74.



Figura 74: Resultado de las pruebas realizadas con SPEEDTEST en el Rectorado

Fuente: SpeedTest

A continuación se presenta la tabla 21, en donde se detallan las medidas que se realizaron en cada uno de los sitios en donde se conectó un transceiver.

Tabla 21: Lista de mediciones de los transceiver que se pusieron a prueba

PRUEBAS DE INTERNET			
UBICACIÓN	VELOCIDAD DE BAJADA	VELOCIDAD DE SUBIDA	TIEMPO DE PING
LAB 310	51,07 Mbps	48,90 Mbps	1 ms
LAB 308	49,69 Mbps	48,15 Mbps	1 ms
LAB 306	57,67 Mbps	57,50 Mbps	1 ms
LAB 304	58,86 Mbps	58,78 Mbps	2 ms
LAB 307	56,32 Mbps	58,53 Mbps	1 ms
LAB 409	58,61 Mbps	56,68 Mbps	2 ms
RECTORADO	58,53 Mbps	58,73 Mbps	1 ms

Fuente: El autor

Después de realizar el test de ancho de banda y de comprobar que la nueva red de fibra óptica funciona correctamente, se procedió a navegar sin ningún inconveniente con una velocidad que promedia los 60 Mbps, ver la figura 75.



Figura 75: Pruebas de internet con la red de fibra óptica

Fuente: El autor

Este proceso determina la conclusión de la implementación de la red de fibra óptica, se espera que se aproveche al máximo y de la mejor manera las ventajas que ofrece esta tecnología y que en futuros proyectos se pueda expandir para mejorar la infraestructura tecnológica de la universidad.

3.6 Costo total de la implementación de la red de fibra óptica

Tabla 22: Detalle de gastos

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN			
Material	Tipo	Cantidad	Costo \$
Switch óptico	10/100/1000 Base T	1 und	\$1.232,87
Módulos SFP	Single Mode 1.25 Gbps	14 und	\$527,63
Organizador de fibra	Horizontal	1 und	\$238,36
ODF	48 Puertos equipado	1 und	\$673,09
Patch Cord	LC-SC G657 de 1.5 m	14 und	\$153,82
Transiciones	SC-SC	28 und	\$97,84
Convertor	Óptico - eléctrico 1000 base X	1 und	\$265,60
Regleta	Tomas AC	1 und	\$36,78
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 16 m	4 und	\$76,20
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 22 m	2 und	\$45,18
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 10 m	2 und	\$31,02
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 28 m	1 und	\$26,13
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 33 m	1 und	\$29,08
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 38 m	1 und	\$32,02
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 4 m	3 und	\$35,92
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 5 m	4 und	\$50,22
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 8 m	4 und	\$57,30
Patch Cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 11 m	4 und	\$64,38
Patch Cord Fibra Óptica	LC-SC G657 de 2 m	1 und	\$11,28
Varios de instalación	Cinta, tacos Fisher, tornillos, etc.	global	\$130,00
Alquiler	OTDR y Power Meter	15 días	\$600,00
Alquiler	Camioneta para transportar materiales y herramientas	global	\$200,00
Canaletas metálicas	15 x 8 cm	7 und	\$304,19
Varilla roscada	1/4 "	5 und	\$8,70
Soportes	Para canaletas	12 und	\$20,00
Pintura esmalte	Para canaletas	1 gl	\$42,00
Cajas metálicas	20 x 20 x 10	19 und	\$133,00
Tubos EMT Conduit	1 "	30 und	\$178,75
Manguera plástica	Corrugada amarilla 3/4 "	70 m	\$35,00
Accesorios EMT y tornillería de instalación	Abrazaderas, acoples, uniones	global	\$190,00
Cajas Dexon	10 x 5 cm	18	\$46,37
Tubería BX	Manguera metálica flexible	8 m	\$35,00
Broca	1" x 50 cm pasa muro	1 und	\$120,00
Cable de tierra	# 8	10 m	\$12,00

Terminales	# 8	25 und	\$28,00
Tomacorriente doble	Polarizado 120 V	2 und	\$15,00
Suelda exotérmica	Para sistemas a tierra	2 und	\$20,00
Cintas de etiquetado	Termo ajustable	4 und	\$84,00
Perforaciones	6 Losas	global	\$574,56
Polietileno	Plástico negro	5m ²	\$5,00
Wype	Ultra absorbente	100 und	\$36,25
Parafina	Industrial bloque de 30 x 20 cm	2 und	\$30,68
TOTAL MATERIALES			\$6.533,22
MANO DE OBRA			
Albañil	Para perforaciones y resanado de paredes	global	\$100,80
Estudiantes	Fines de semana por 4 meses	840 h/h	\$5.580,00
TOTAL MANO DE OBRA			\$5.680,80
TOTAL GASTO DE ESTUDIANTES (total materiales + total mano de obra)			\$12.214,02

MATERIALES COMPRADOS POR LA UNIVERSIDAD ISRAEL			
Material	Tipo	Cantidad	Proforma
Rack	36 unidades	1und	\$1.052,80
Módulos SFP	Single Mode 1.25 Gbps	8 und	\$415,30
Convertor de medios	Óptico- eléctrico 1000 base X	6und	\$1.137,62
Patch cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 60 m	2 und	\$132,36
Patch cord Fibra Óptica	SC-LC G657 de 2 m	8 und	\$129,30
Patch cord Fibra Óptica	SC-SC G657 de 10 m	4 und	\$91,21
Transiciones dúplex	SC-SC	5 und	\$16,91
TOTAL PARA COMPRA POR UNIVERSIDAD ISRAEL			\$2.975,50
COSTO REAL DE LA RED IMPLEMENTADA (total gastos de estudiantes + total para compra por Universidad Israel)			\$15.189,52

Fuente: El autor

Conclusiones

- Se realizó la implementación basado en un cronograma con un nivel de complejidad media, sin embargo al ejecutar la obra civil concretamente al perforar las vigas del edificio, se debió modificar el proyecto en cuanto al tiempo y al costo se refiere, pues para realizar este proceso se tomó más tiempo del presupuestado, sin embargo se logró concretar el objetivo que se planteó.
- Se implementó del backbone y de la distribución Horizontal, proceso que fue factible, con lo cual se contribuye a la ampliación de la infraestructura tecnológica de la universidad, al concretar este proyecto se inicia un cambio para pasar del cobre a la fibra óptica, un cambio que se presta para crear nuevos proyectos y así poder aprovechar al máximo la capacidad de transmisión de datos que ofrece este medio de comunicaciones.
- Se logró realizar un proceso de pruebas dentro de las cuales se obtuvieron mediciones como la pérdida de inserción y de retorno con equipos ópticos como el OTDR y el Power Meter, además se pudo medir la tasa de bits errados BER con el Analizador de Tramas y se determinó que la nueva red de fibra óptica trabaja en óptimas condiciones, por lo que se concluye que la misma se encuentra lista para realizar la migración a esta nueva tecnología.
- Se utilizó estándares internacionales tales como: ANSI/TIA/EIA569C; ANSI/TIA/EIA568-C.1; ANSI/TIA/EIA568-C.3; ANSI/TIA/EIA526-7; ANSI/TIA/EIA606B; ANSI/TIA/EIA607B.1; que especifican los requerimientos para los trabajos en rutas y espacios, la instalación, compatibilidad, pruebas y mediciones, etiquetado, y aterramiento respectivamente, de esta manera se garantiza que la red implementada cumple con lo que dictan las normas antes mencionadas.

Recomendaciones

- Si a futuro se desea tener una conectividad en todo el edificio se sugiere completar con switches ópticos de la misma capacidad del instalado actualmente en todas las partes horizontales del edificio.
- Para el uso óptimo de la red se sugiere cambiar las tarjetas de red Ethernet de todas las computadoras de los laboratorios a Gigabit Ethernet.
- El ducto que se construyó tiene que ser exclusivo para fibra óptica se recomienda no autorizar su uso en futuros proyectos que propongan utilizarlo para otros fines que no sean las comunicaciones ópticas.
- El Switch CTC de fibra óptica debe poseer su propio puerto de conexión desde el proveedor de internet y el ancho de banda que se contrate tiene que ser mayor a 100 Mbps para notar realmente el cambio de tecnología.
- Los equipos que se implementaron son 10/100/1000 base FX su capacidad es hasta 1000 megabits por segundo, por lo tanto para que la red de fibra óptica funcione de una forma óptima se debe migrar todos los equipos a ópticos base 1000 FX megabits por segundo.
- Se recomienda cambiar los switches eléctricos de los laboratorios por switch con interface para fibra óptica, mediante este cambio se logrará explotar la capacidad real de la red implementada.
- Las normas internacionales recomiendan que debe existir un switch individual para cada sistema, en el caso de la red de fibra óptica se tendrá que instalar un switch para el backbone y otro para la distribución horizontal.
- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos para evitar posibles averías de los equipos y de los cables de fibra óptica.
- Actualmente por la tubería Conduit instalada pasan hasta cuatro hilos de fibra óptica, llegando a ocupar el 5% de su capacidad, la red puede crecer por estas tuberías hasta un 35% más, ya que así se llegará a cubrir el 40% de ocupación de un ducto según lo sugieren las normas internacionales.

Bibliografía

- Aleben Telecom. (05 de 02 de 2013). *www.alebentelecom.es*. Obtenido de <http://www.alebentelecom.es/servicios-informaticos/faqs/fibra-optica-que-es-y-como-funciona>
- Alvarez, J. D. (19 de 01 de 2015). *S/NC*. Obtenido de <http://www.agenciasinc.es/Noticias/Fibra-optica-para-medir-la-temperatura-en-entornos-industriales-extremos>
- ANSI/TIA/EIA526-7. (2011). *Utexas.edu*. Obtenido de <https://www.utexas.edu/sites/default/files/27%2008%2010%20Optical%20Fiber%20Testing%20and%20Measurement.pdf>
- ANSI/TIA/EIA568C-1. (2009). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/285709161/TIA-568-C-1>. Obtenido de www.es.scribd.com
- ANSI/TIA/EIA568C-3. (2008). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/298740676/TIA-568-C-3-1>. Obtenido de www.es.scribd.com
- ANSI/TIA/EIA569C. (2009). *Inovave*. Obtenido de <http://innovave.com/wp-content/uploads/2016/03/tia-569-c.pdf>.
- ANSI/TIA/EIA606-B. (2012). *Cabling*. Obtenido de <http://www.cablinginstall.com/articles/print/volume-20/issue-4/features/ansi-tia-606-b-standard-approved-for-publication.html>
- ANSI/TIA/EIA607-B.1. (2011). *Innovave*. Obtenido de <http://innovave.com/wp-content/uploads/2016/03/tia-607-b.pdf>

- Benitez, G. (21 de 02 de 2013). *ingenieriasystems.com*. Obtenido de http://www.ingenieriasystems.com/2013/02/redes-y-comunicaciones-i-medios-de_21.html
- Chinafabricante. (2013). *Ascent Optic*. Obtenido de <http://spanish.sfpopticaltransceiver.com/contactus.html>
- Científicos, T. (07 de 04 de 2006). *textoscientificos.com*. Obtenido de <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/emisores-receptores>
- CNT. (2015). *Normativa técnica de diseño y construcción de redes de distribución interna gpon ftth en edificios*. QUITO.
- Cofitel. (09 de 2012). *Grupo Cofitel*. Obtenido de <http://www.c3comunicaciones.es/tipos-de-fibra-optica-actualizados/>
- Coimbra, E. (14 de 04 de 2011). *Slide Share*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/edisoncoimbra/81-el-canal-ptico-la-fibra-ptica>
- Corporation, F. (2016). *Fluke Networks*. Obtenido de <https://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.flukenetworks.com/expertise/learn-about/otdr&prev=search>
- Design, E. S. (2016). *Data Interfaces*. Obtenido de <http://datainterfaces.com/GSW3420FM.aspx>
- Federer. (2014). *Ingeniería Avanzada*. Obtenido de <http://www.i3i.es/servicios/telecomunicaciones-y-networking/conversores/monomodo-smf/fmc-1000m-sc020-i3i>
- Fernández, J. R. (2015). *Óptica Geométrica*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/geometricaoptica/reflexion-y-refraccion-reflexion-total>

- Furukawa. (2007). Solución FTTX a prueba de fuego. *Acces Advantage*, 2.
- Garcés, A. M. (2016). *Wikispaces*. Obtenido de <https://sx-de-tx.wikispaces.com/FTTx>
- Isay, T. (2015). *Isay Trade*. Obtenido de <http://www.tradeisay.com/articulos/tipos-de-cables-de-fibra-optica-monomodo-y-multimodo.html>
- LEANDROGG68. (18 de 01 de 2016). *El cajón electrónico*. Obtenido de <http://elcajondeelectronico.com/>
- Merino, J. (2010). *Diseño de infraestructura de red y soporte informático para un centro público de educación infantil primaria*.
- Moreno, V. A. (2016). *Comunicaciones Ferroviarias*. Obtenido de <http://vam-comunicaciones-ferroviarias.blogspot.com/2012/11/que-es-un-sfp-optico.html>
- Olmo, M., & Nave, R. (2005). *HyperPhysics*. Obtenido de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/geoopt/refr.html>
- Optral. (02 de 2016). *Optral*.
- Ortal, D. (15 de 04 de 2011). *fibraopticas.blogspot.com*. Obtenido de <http://fibraopticas.blogspot.com/2011/04/tipos-de-redes-de-fibra.html>
- Ortiz, J. (2016). *Diseño de la red vertical y horizontal de fibra óptica monomodo en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel*. Quito.
- Pastor, M. (2016). *Network World*. Obtenido de <http://www.networkworld.es/archive/convertidores-de-medios-del-cobre-a-la-fibra>
- Radiocomunicaciones, R. f. (11 de 01 de 2015). *Radioenlace*. Obtenido de <http://www.radio-enlace.com/tipos-de-nucleo-fibra-optica-monomodo-sm-9125/>

Reyes, A. (2014). *Misec Ingeniería*. Obtenido de <http://www.misecingenieria.cl/cableado-estructurado.html>

Río, E. d. (14 de 06 de 2016). *Proyecto Innovación sobre Fibra y Redes*. Obtenido de <http://fibroptica.blog.tartanga.net/fundamentos-de-las-fibras-opticas/>

Rodriguez, A. (10 de 06 de 2012). *Fibraopticahoy.com*. Obtenido de <http://www.fibraopticahoy.com/fibra-optica-que-es-y-como-funciona/>

Rodriguez, A. (20 de Enero de 2014). *Fibraopticahoy.com*. Obtenido de <http://www.fibraopticahoy.com/tipos-de-pulidos-en-los-conectores-de-fibra-optica/>

Silex, G. (2015). *Silex Fiber*. Obtenido de <http://silexfiber.com/conectores-fibra-optica/>

textoscientificos. (04 de 07 de 2006). *textoscientificos.com*. Obtenido de <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/emisores-receptores>

Yokogawa. (2016). *Yokogawa*. Obtenido de <http://tmi.yokogawa.com/discontinued-products/optical-measuring-instruments/optical-time-domain-reflectometer/aq7270-optical-time-domain-reflectometer/>

ANEXO 1

ACTA DE ENTREGA RECEPCIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA

ACTA ENTREGA-RECEPCION DEFINITIVA DE UNA RED CON FIBRA ÓPTICA COMPUESTA POR UN CABLEADO BACKBONE A LOS 7 PISOS Y UNA DISTRIBUCIÓN A LOS 5 LABORATORIOS DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL EN QUITO

COMPARECIENTES:

Comparecen a la celebración de la presente Acta Entrega Recepción Definitiva, por una parte el ingeniero Edwin Lagos con CI. 0201148228, en su calidad de Jefe de la Dirección de Recursos Tecnológicos de la Universidad Israel, y por otra parte los Sres. Verónica Jiménez, Hernán Felicitá, Cesar Huaraca, Vicente Cazco, Jorge Ortiz y Gabriel Álvarez que conforman el Grupo de Fibra, en su calidad de estudiantes, para la firma de la presente Acta Entrega Recepción Definitiva.

PRIMERA: ANTECEDENTES

1. El Lunes 15 de agosto de 2016, se procede a entregar al Ingeniero Edwin Lagos en su calidad de Jefe de la Dirección de Recursos Tecnológicos de la Universidad Israel, los dispositivos detallados en el Protocolo de Entrega, donde consta toda la información pertinente sobre la red instalada y su funcionamiento.
2. El Jueves 11 de Agosto del 2016, en las instalaciones del edificio matriz de la Universidad Israel en el Área Tecnológica, se realiza las pruebas de conectividad y de funcionamiento de la red de fibra, así como también se realiza una revisión de conexiones físicas en el ODF y Switch.

SEGUNDA: ENTREGA RECEPCION

Una vez que se ha entregado los dispositivos en funcionamiento, el día Jueves 11 de Agosto de 2016.

Por medio de la presente Acta se procede a recibir, en forma definitiva, los bienes provistos a la institución por parte del Grupo de Fibra.

TERCERA: OBJETO DE LA ENTREGA

Los estudiantes que integran el Grupo de Fibra entrega a la Universidad Israel como parte del proyecto de titulación, el "diseño e implementación de una red de fibra óptica compuesta de un cableado Backbone a las siete plantas y horizontal en el tercer piso del Edificio matriz de la Universidad Israel en Quito", los equipos y accesorios se detallan en el "Protocolo de entrega", anexo a este documento.

CUARTA: CONSTANCIA DE LA RECEPCIÓN DEL BIEN

Los estudiantes del Grupo de Fibra, estudiantes de la Universidad Israel, conjuntamente con el Ingeniero Edwin Lagos, el día 11 de Agosto del 2016, proceden a inspeccionar que los equipos estén funcionando y en completa operatividad, verificando así la conectividad desde el switch a todos los convertidores de medio instalados en los laboratorios, lo que determina que se encuentra implementado y funcionando a satisfacción, a más se cumplieron con las especificaciones técnicas requeridas para este proyecto, por lo que se procede a la recepción del objeto del proyecto de titulación.

ANEXO 2

FIRMAS DE CONSTANCIA DEL ACUERDO

Para constancia, estando de acuerdo con el contenido de este documento, las partes firman en original y dos copias del mismo contenido y valor, en la ciudad de Quito, a los 15 días del mes de Agosto del 2016.

Verónica Jiménez.
ESTUDIANTE U.ISRAEL
C.I. 1719058420

Ing. Edwin Lagos
JEFE DPTO. TECNOLOGÍA
C.I. 0201148228

Hernan Felicita
ESTUDIANTE U.ISRAEL
C.I. 1706550009



Cesar Huaraca
ESTUDIANTE U. ISRAEL
C.I. 1714732268

Vicente Cazco
ESTUDIANTE U. ISRAEL
C.I. 0601985500

Jorge Ortiz
ESTUDIANTE U. ISRAEL
C.I. 1708563091

Gabriel Alvarez
ESTUDIANTE U. ISRAEL
C.I. 1714256417

ANEXO 3

PROTOCOLO DE ENTREGA DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA

SWITCH ÓPTICO 24 PUERTOS			
MARCA	MODELO	SERIE	ESTACIÓN
CTC	GSW-3420FM	P0318V100B421162G0001	UNIVERSIDAD ISRAEL

HOJA	MEDIDAS DE CAMPO	REFERENCIA
PRESENTACIÓN	ACEPTACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA	1
INFORMACIÓN	DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS SPF EN EL SWITCH	2
	CONFIGURACIÓN DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN ODF	3
	INVENTARIO GENERAL	4
MEDICIONES DE LA FIBRA	INFORMACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS	5
	PRUEBAS DE INTERNET	6
	NIVELES DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN	7
	NIVELES DE PÉRDIDA DE RETORNO	8
	PRUEBAS DE BER EN LOOP 155 MHZ	9
	PRUEBAS DE VELOCIDAD	10
PANTALLAS	PANTALLAS DEL OTDR	11
FOTOGRAFÍAS	RESUMEN FOTOGRÁFICO	12

1 ACEPTACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA			
INSTITUCIÓN	PARTICIPANTES	FIRMA	OBSERVACIONES
POR UNIV. TECN. ISRAEL	ING. EDWIN LAGOS		
POR EL GRUPO DE FIBRA	VERÓNICA JIMENEZ		
	GABRIEL ALVAREZ		
	CESAR HUARACA		
	VICENTE CAZCO		
	JORGE ORTIZ		
	HERNAN FELICITA		
CIUDAD:	QUITO	FECHA DE PRUEBAS DE TRÁFICO:	11/08/2016
CIUDAD:	QUITO	FECHA DE ENTREGA DE INFORME:	15/08/2016

ANEXO 4

IMPLEMENTACIÓN

PERFORACIÓN DE LOSAS



INSTALACIÓN DE CANALETAS



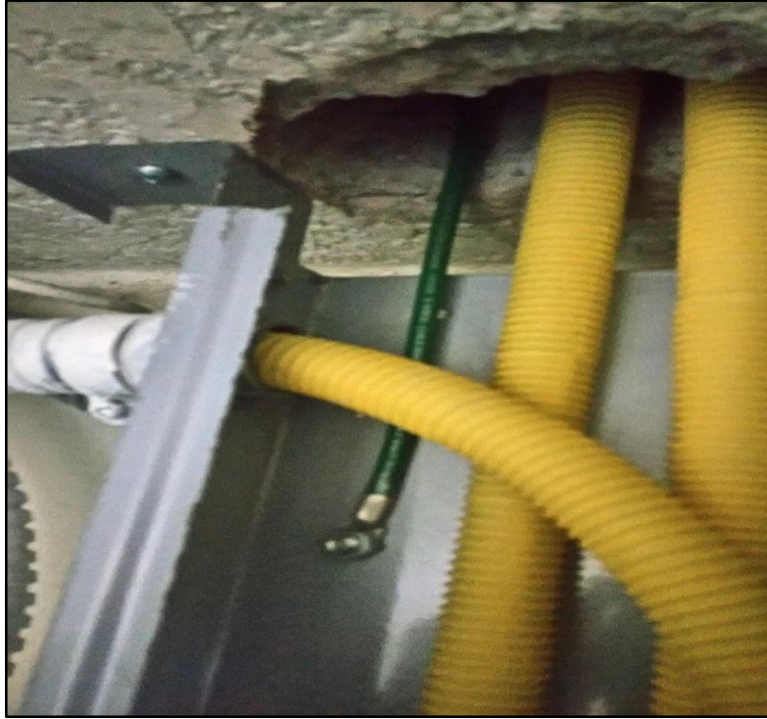
INSTALACIÓN DE TUBERIAS



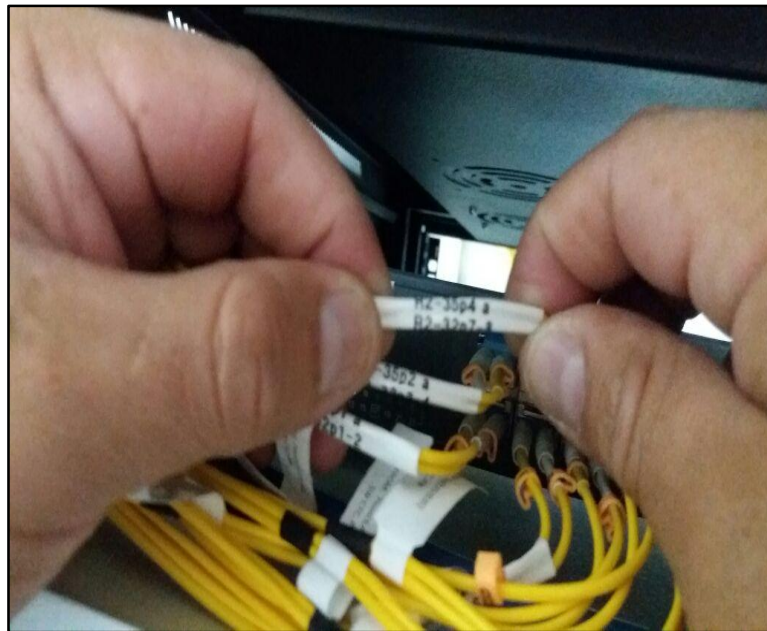
INSTALACIÓN DE PATCH CORD Y EQUIPOS DE FIBRA ÓPTICA EN EL RACK



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA



ETIQUETADO DE PATCH CORDS



PRUEBAS Y MEDICIONES DE LA FIBRA ÓPTICA



RED LISTA Y OPERATIVA

