

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

CARRERA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



**“PROCOLOS DE MANTENIMIENTO PARA EVITAR
CORTES DE SERVICIO DE DATOS Y DE LA TELEFONIA
MOVIL EN LA DE RED FIBRA OPTICA TIGO”**

Memoria Laboral - PETAENG Presentado para la obtención de grado de licenciatura

POR: LORGIA GLADYS MENA CHOQUE

TUTOR: LIC. GUIDO CASTRO ENDARA

LA PAZ – BOLIVIA

Noviembre, 2019

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

MEMORIA LABORAL – PETAENG

**“PROTOSCOLOS DE MANTENIMIENTO PARA EVITAR CORTES DE SERVICIO
DE DATOS Y DE LA TELEFONIA MOVIL EN LA DE RED FIBRA OPTICA
TIGO”**

Presentado por: Lorgia Gladys Mena Choque

Para optar del grado académico de Licenciado en Electrónica y Telecomunicaciones

Nota numeral

.....

Nota Literal

.....

Ha sido

.....

M. Sc. Lic. Luis Richard Márquez Gonzales

Director de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones

Tutor: Lic. Guido Castro Endara

Tribunal: Lic. Edwin Jesús Alave Alavi

Tribunal: Ing. José Arturo Marín Thames

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a mi esposo y a mi hermosa hija Mahelet por ser las razones de seguir adelante, también a mis Señores Padres por su cariño, así mismo a la Sra. Nancy Alarcón por darme su apoyo incondicional día a día, para continuar con mis metas.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis agradecimientos a:

Dios por ser él quien guía mis pasos.

La Universidad la mejor casa de estudios que es la UMSA.

La carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, por haberme formado en sus aulas y por contribuir desinteresadamente en la profundización de mis conocimientos.

Mis docentes son aquellos con su paciencia me inculcaron conocimientos en todo el tiempo que estuve en mi formación académica.

A la empresa STS por darme la oportunidad de adquirir más conocimiento y experiencia en el área de Telecomunicaciones.

A mi Tutor por guiarme con su paciencia y conocimiento en el tiempo de finalización de mi Proyecto.

Resumen

La presente Memoria Técnica muestra el trabajo realizado como supervisor Técnico en mantenimiento nacional de la red de fibra óptica TIGO en la Empresa STS BOLIVIA LTDA, consiste en dar el mejor servicio de mantenimiento de la red de fibra óptica nacional, urbano y última milla. Para otorgar el mejor servicio de internet de Banda Ancha y servicio de televisión cable (TIGO STAR) y telefonía móvil hacia el usuario en las regiones ubicados en todo el país.

Los trabajos realizados como supervisor Técnico en mantenimiento de la red de fibra óptica consisten en la verificación de los trabajos de mantenimiento que realizan las cuadrillas de cada regional mediante la coordinación constante por vía teléfono o personal. Tanto en el tramo del anillo nacional, urbano y última milla en La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, Sucre, Potosí, Oruro, Pando y Beni. Bajo la coordinación con el supervisor técnica de la empresa TIGO.

Antes de realizar los trabajos de mantenimiento inicialmente la empresa subcontratista realiza la verificación del tramo como ser: La instalación de planta externa, plantado de postes, la instalación de cable de fibra óptica, el colocado de ferreterías de fibra óptica y otros. A este tipo de trabajo también lo llamamos ATP. En caso que cumpla la instalación bajo las normas.

La empresa STS BOLIVIA LTDA realiza el mantenimiento de la red de fibra óptica desde el año 2010 hasta la fecha del año 2019.

Las Tecnologías de Información y Comunicación agilizan enormemente el desarrollo económico, productivo, educativo y social.

La Empresa de Telecomunicaciones (TELECEL S.A.), en cumplimiento a normas internas vigentes en Bolivia efectúa la convocatoria con el objetivo de seleccionar empresas para el servicio de mantenimiento de la red de fibra óptica a nivel nacional, con los mantenimientos preventivo, correctivos y atención de emergencia. Con el fin de dar un servicio de calidad al cliente y usuarios, mediante los siguientes proyectos, tramo fibra óptica Nacional, Urbano, Última milla y HFC. A través de los cuales ofrece los servicios de Internet, telefonía móvil y televisión por cable por suscripción (TIGO STAR).

Es así que la empresa STS BOLIVIA LTDA. Lleva ejecutando los mantenimientos preventivos, correctivos y atención de emergencia en todo el país.

La memoria técnica que se presenta se enfoca en la ejecución de mantenimiento preventivos, correctivos y atención de emergencia de la red de fibra óptica en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, Sucre, Potosí, Oruro, Pando y Beni.

La empresa STS BOLIVIA LTDA ha desarrollado su propuesta para la empresa TELECEL S.A para cumplir con los requerimientos técnicos solicitados en el pliego de condiciones.

Donde se debe realizar el recorrido a la traza de toda la red de fibra óptica del anillo nacional, realizando trabajos de planta externa, medias ópticas, relevamiento para su mejoramiento de la red de fibra óptica, bajo la supervisión técnica del cliente.

CONTENIDO

1.DESCRIPCIÓN DE LA INTITUCION DONDE SE LLEVO LA ACTIDAD LABORAL	1
1.1 STS BOLIVIA Ltda.	1
1.2 MISION	1
1.3 VISION.....	2
1.4. CARGOS DESEMPEÑADOS DEL POSTULANTE	3
1.5 CARACTERISTICAS DE RELACION DE SUBORDINACION Y ORDENACION.....	4
1.6 ASPECTOS CENTRALES CARACTERISADOS DE LA ACTIVIDAD LABORAL	5
1.7 PRODUCTOS MÁS SIGNIFICATIVOS DE LA ACTIVIDAD LABORAL	5
I. SECCION DIAGNOSTICA.....	8
2. ANTECEDENTES	8
2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	9
II. SECCION PROPOSITIVA	11
3. PROPOSITO GLOBAL	11
3.1 PROPOSITOS ESPECIFICOS.....	11
3.1.1 DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO BAJO UNA	11
METODOLOGIA DE TRABAJO.....	11
3.1.1.1 REGISTRO DE FALLAS	11
3.1.1.2 ANALISIS DE LOCALIZACION DE LA FALLA.....	11
3.1.1.3 INTERVENCION	11
3.1.1.4 REMPLAZO DE ELEMENTO CON DEFECTO O DAÑO	12
3.1.1.5 CERTICACION DE LA FALLA.....	12
3.1.1.6 TIEMPO DE INTERVENCION.....	13
3.1.1.7 CERTIFICACION DE LA INTERVENCION.....	13
3.1.1.8 SOLICITUD DE CORTE DE SERVICIO.....	15
3.1.1.9 ENTREGA DE INFORMES	18
3.1.2 PROTOCOLOS DE ORGANIZACION.....	18
3.1.3 PROTOCOLOS DE PROCEDIMIENTO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO	20
3.1.3.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PROACTIVO.....	22
3.1.3.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO ATENCION DE EMERGENCIA	28
3.1.4 PROTOCOLOS DE UBICACIÓN DE PUNTO DE CORTE Y.....	28
RESTABLECIMEITO DE SERVICIO DE FIBRA OPTICA	28

3.1.4.1	MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE FIBRA OPTICA CORTE TOTAL	29
3.1.4.2	MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE FIBRA OPTICA CORTE PARCIAL..	32
3.1.4.2.1	EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO	33
3.1.4.2.2	INSTRUMENTOS DE MEDICION Y HERRAMIENTAS	33
3.1.4.2.3	MALETIN DE HERRAMIENTAS	34
3.1.4.2.4	EQUIPOS DE MEDIDA	36
3.1.4.2.5	MEDIOS DE COMUNICACIÓN ASIGNADOS AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO	38
3.1.4.2.6	EQUIPOS DE SEGURIDAD DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO	39
3.1.4.2.7	MATERIAL DE INSUMO PARA EL MANTENIMIENTO.....	41
3.1.5	PROTOCOLO DE CONOCIMIENTO DE LA RED DE FIBRA OPTICA.....	42
3.1.5.1	LOCALIZACION DEL PROYECTO	43
4.	CONOCIMIENTO FUNDAMENTAL DE FIBRA OPTICA.....	46
4.1	COMUNICACIÓN CON FIBRA OPTICA.....	46
4.1.1	CARACTERISTICAS DE LA FIBRA OPTICA	47
4.1.2	FUNCIONAMIENTO.....	48
4.1.3	VENTAJAS.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.4	DESVENTAJAS	¡Error! Marcador no definido.
4.2	TIPOS DE FIBRA OPTICA	51
4.2.1	FIBRA MULTIMODO.....	51
4.2.2	FIBRA MONOMODO	51
4.2.3	TIPOS DE FIBRA OPTICA SEGÚN SU DISEÑO	51
4.2.3.1	CABLE DE ESTRUCTURA HOLGADA	51
4.2.3.2	CABLE DE ESTRUCTURA AJUSTADA	52
4.2.3.3	ELEMENTOS DE INTERCONEXION.....	52
4.2.3.4	ACOPLADORES.....	53
4.2.3.5	TRANSCEIVERS ELECTRO - OPTICO	54
4.2.3.6	ACOPLADORES LED FIBRA ÓPTICA	56
4.2.3.7	ACOPLADORES FIBRA ÓPTICA FOTODETECTOR.....	56
4.2.3.8	TIPOS DE PULIDOS.....	56
4.2.3.9	CONECTORES DE FIBRA OPTICA	59
4.2.4	CABLES DE FIBRA OPTICA.....	60
4.2.4.1	FUNCIONES DEL CABLE.....	61
4.2.4.2	EMPALME DE CABLE DE FIBRA OPTICA	61

4.2.4.3	PÉRDIDAS EN LOS CABLES DE FIBRA OPTICA.....	62
4.2.4.3.1	PERDIDA POR ABSORCION	63
4.2.4.3.2	PERDIDA DE RAYLEIGH.....	63
4.2.4.3.3	DISPERSION CROMATICA	63
4.2.4.3.4	PERDIDAS POR RADIACION.....	63
4.2.4.3.5	DISPERSION MODAL	63
4.2.4.3.6	PERDIDAS POR ACOPLAMIENTO	63
4.2.4.4	PROCEDIMIENTO PARA EMPAMAR.....	64
4.2.4.4.1	EMPALME DE FIBRAS MONOMODO.....	65
4.2.4.4.2	TECNICAS DE EMPALME	66
4.2.4.4.3	EMPALME POR FUSION.....	66
4.3	SISTEMA WDM.....	68
4.3.1	TOPOLOGIA DWDM	69
4.3.2	CARACTERISTICAS.....	70
4.3.3	TOPOLOGIA EN ANILLO	70
4.3.4	TOPOLOGIA EN MALLA	71
4.4	RED DE AREA LOCAL (LAN)	72
4.5	RED DE AREA AMPLIA (WAN).....	72
4.5.1	VENTAJAS DE LA RED WAN.....	74
4.5.2	DESVENTAJAS DE LA RED WAN.....	74
4.6	MEDIDAS DE POTENCIA	74
4.7	CONEXIÓN DE SDH EQUIPOS HUAWEI OPTIX OSN 3506.....	75
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1	CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
5.2	RECOMENDACIONES	78
	ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD LABORAL	80
	ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD EN RELACION A LA ACTIVIDAD LABORAL	80
	ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD EN RELACIÓN A LA FORMACIÓN RECIBIDA EN LA FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA UMSA.....	81
	BIOGRAFIA	83
	ANEXO.....	84

TABLA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Presentación de STS Bolivia Ltda.....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 2. Estructura del Subordinación y Ordenación</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3. Diagnóstico de emergencia anual.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 4. Diagnóstico sobre la atención de emergencia por departamento</i>	<i>7</i>
<i>Figura 5 Diagrama de trabajo en coordinación entre Clientes y STS</i>	<i>10</i>
<i>Figura 6. Muestra de un lugar crítico del enlace Ichoa - Buena Vista (lugar</i>	<i>14</i>
<i>Figura 7 Personal liberando el cable de fibra óptica afectada por ramas de árboles.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 8 Correo de aprobación para la ejecución de trabajos.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 9 Cronograma de mantenimiento de La Paz.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 10 Cronograma de mantenimiento de los Sub centros de La Paz</i>	<i>19</i>
<i>Figura 11. Cronograma de mantenimiento 4to trimestre regional Santa Cruz.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 12 Cronograma de mantenimiento de regional Santa Cruz Urbano</i>	<i>20</i>
<i>Figura 13. Diagrama de procedimiento</i>	<i>21</i>
<i>Figura 14. Enderezado de postes</i>	<i>24</i>
<i>Figura 15. Desmalezado y Fibra óptica en mal estado</i>	<i>24</i>
<i>Figura 16. Poste de Energía junto a la instalación de cable de fibra óptica afectada por transporte pesado.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 17. Instalación de ferretería y liberado de cable de fibra óptica</i>	<i>25</i>
<i>Figura 18. Instalación de ferretería en poste de energía y asegurado de cable de fibra óptica. 25</i>	<i>25</i>
<i>Figura 19. Retesado de cable de fibra óptica</i>	<i>26</i>
<i>Figura 20. Limpieza de nido de pájaros en la instalación de ferretería cruceta</i>	<i>26</i>
<i>Figura 21 Conexión de Pach Cord en el equipo de fibra óptica</i>	<i>27</i>
<i>Figura 22. Conexión de Pach Cord en ODF</i>	<i>27</i>
<i>Figura 23. Instalación de caja de empalme en poste de fibra óptica</i>	<i>27</i>
<i>Figura 24. Personal realiza medidas ópticas con equipo OTDR en sitio. Accidente de Tránsito ocasiona corte de fibra óptica.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 25. Cable de fibra óptica dañado botado en piso. Equipo OTRD certifica los puntos afectado por el accidente</i>	<i>30</i>
<i>Figura 26 Equipo fusionadora FUJIKURA 70S con fusiones de pérdida de 0.00 dB.....</i>	<i>31</i>

<i>Figura 27 Personal técnico trabajando en horario nocturno, atención de emergencia</i>	<i>31</i>
<i>Figura 28 Personal realiza conexión de pach cord en ODF</i>	<i>33</i>
<i>Figura 29. Herramientas de trabajo</i>	<i>34</i>
<i>Figura 30. Personal realiza mantenimiento en la red de Fibra</i>	<i>35</i>
<i>Figura 31 Material de limpieza para fibra óptica</i>	<i>35</i>
<i>Figura 32. Equipo OTDR.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 33. Medida realizada con equipo OTDR</i>	<i>37</i>
<i>Figura 34. Movimiento de conectores en ODF.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 35. Personal técnico con uniforme e implementos de seguridad más vehículos</i>	<i>39</i>
<i>Figura 36. Personal técnico con casco, guantes de trabajo, Botines y cinturón de seguridad... 40</i>	
<i>Figura 37. Credencial asignada para mantenimientos</i>	<i>40</i>
<i>Figura 38. Material de trabajo en equipos, pach cord, conectores, precintos.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 39. Material de ferretería en almacén para mantenimiento</i>	<i>41</i>
<i>Figura 40. Conexión del anillo nacional en Bolivia.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 41. Conexión de ODF Padilla-Monteagudo, Chuquisaca</i>	<i>45</i>
<i>Figura 42. Conexión de una red de Fibra Óptica.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 43 Características del cable de Fibra Óptica.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 44 Transciever para conexión de pach cord.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 45 Acopladores de Fibra Óptica.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 46 Tipos de Pulidos.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 47. Conexión PC, APC (Se desecha los rayos reflectados)</i>	<i>58</i>
<i>Figura 48 Tipos de conectores con pulidos</i>	<i>58</i>
<i>Figura 49 Tipos de Conectores.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 50. Terminales de Fibra Óptica</i>	<i>65</i>
<i>Figura 51. Equipo de fusión y la manera de insertar el hilo de fibra óptica</i>	<i>66</i>
<i>Figura 52. Equipo Cortadora en proceso de corte mediante el diamante de la cortadora.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 53 Alineamiento de fibras después del cortado con la cortadora</i>	<i>67</i>
<i>Figura 54 Protección del empalme o llamado también termocontraibles.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 55. Etapas de fusión de fibra óptica.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 56. Proceso de Multiplicación / Demultiplexacion óptica.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 57. Proceso de Multiplicación/Demultiplexacion Óptica.....</i>	<i>69</i>

<i>Figura 58. Red de fibra óptica de Nodo a Nodo</i>	70
<i>Figura 59. Conexión en Anillo de la red de fibra óptica</i>	71
<i>Figura 60. Red de fibra óptica de un anillo a nodo, a malla, finalmente terminal</i>	72
<i>Figura 61. Modelo de un refractómetro</i>	75
<i>Figura 62. Equipo Mux SDH 3500</i>	76
<i>Figura 63. Equipo Fusionadora con pérdida de 0.01 dB</i>	84
<i>Figura 64. Fotografía del personal de mantenimiento de las 9 regiones y sub centros</i>	85
<i>Figura 65. Seminario de capacitación al personal de STS</i>	86
<i>Figura 66. Fotografía del personal de mantenimiento de las 9 regiones y sub centros</i>	86

CONTENIDO DE TABLA

<i>Tabla 1. Desempeño Laboral</i>	3
<i>Tabla 2. Cronograma de solicitud de intervención región Chuquisaca</i>	16
<i>Tabla 3. Cronograma de solicitud de intervención ejecutados región Santa Cruz</i>	16
<i>Tabla 4. Cronogramas de solicitud de intervención ejecutados y no ejecutados en región</i>	17
<i>Tabla 5 Distancia entre enlaces ubicados en diferentes departamentos</i>	43
<i>Tabla 6 Núcleo y revestimiento de la fibra óptica</i>	48

1. DESCRIPCIÓN DE LA INTITUCION DONDE SE LLEVO LA ACTIDAD LABORAL

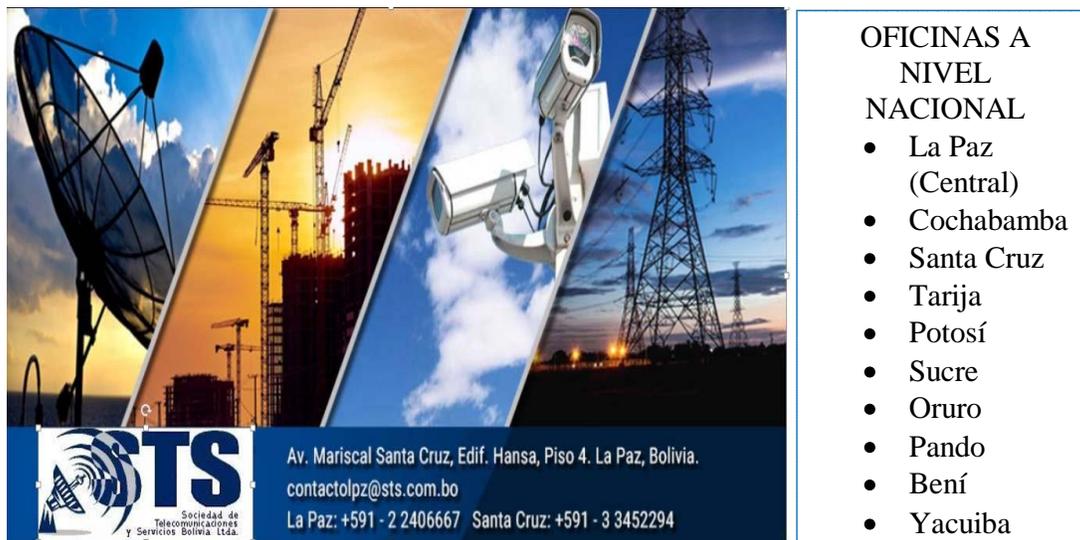


Figura 1. Presentación de STS Bolivia Ltda.

Fuente: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=sts+bolivia+ltlda>

1.1 STS BOLIVIA Ltda.

La Sociedad de Telecomunicaciones y Servicios "STS BOLIVIA Ltda." es una empresa orientada a ofrecer Soluciones Integrales en el rubro de las Telecomunicaciones. Cuenta con el respaldo y la garantía de más de 15 años de trabajo, alcanzado una óptima combinación de recursos humanos, tecnológicos y logísticos que les permiten enfrentar los retos más exigentes en el mercado de las telecomunicaciones.

1.2 MISION

Existimos para fortalecer la eficiencia, calidad en la cadena de valor de operadores y fabricantes de redes de telecomunicaciones

Aprovechamos las sinergias que existen en nuestro personal y asignamos un rol fundamental a la tecnología informática de comunicaciones, base de todas nuestras actividades. De esta manera, obtenemos nuestra más importante ventaja competitiva.

1.3 VISION

Convertirnos en el mejor "aliado estratégico" de operadores y fabricantes de redes de telecomunicaciones, alcanzando una sólida integración con ellos.

Todos los días abocamos nuestra experiencia y conocimiento a lograr soluciones óptimas a la medida de nuestros clientes. Sólo estamos satisfechos cuando nuestras soluciones han atendido plena y eficientemente sus requerimientos.

Son líderes en el mercado, tanto en la implementación de proyectos "llave en mano", como en la prestación de Servicios Integrales de Operaciones y Mantenimiento.

Para cumplir con los plazos establecidos damos lo mejor de nosotros, superando las expectativas de nuestros clientes.

(STS BOLIVIA LTDA, 2010)

1.4. CARGOS DESEMPEÑADOS DEL POSTULANTE

Tabla 1. Desempeño Laboral

Desde		Hasta		Empresa - Institución	Cargo Entrada	Cargo de Salida
Mes	Año	Mes	Año			
11	2009	8	2010	ACOM INGENIERIA	PASANTE	TECNICO
Funciones principales del cargo: 1. TECNICO EN INSTALACIONES, SURVEYS TCT (ENTEL), ATPS (DBS), ATPS OPTIX (EQUIPOS HUAWEI). 2. TECNICO EN INSTALACIONES, HUAWEI, ERICSSON (MINILINK) Y ITC (ADECUACIONES EN OBRAS CIVILES Y INSTALACIONES DE EQUIPOS CISCO)						
Desde		Hasta		Empresa - Institución	Cargo Entrada	Cargo de Salida
Mes	Año	Mes	Año			
8	2010	9	2014	STS BOLIVIA	TECNICO	ASISTENTE DE PROYECTOS
Funciones principales del cargo: 1. CONTROL Y SUPERVISION INSTALACION, ELABORACION DE INFORMES, SURVEY Y ASBUILT (CONTROL DE CALIDAD) EN LOS PROYECTOS: TCT ENTEL, TIGO 2G, TIGO 3G, VIVA, CON EQUIPOS HUAWEI. 2. CONTROL Y SUPERVISION INSTALACION, ELABORACION DE INFORMES, SURVEY Y ASBUILT (CONTROL DE CALIDAD), ATPS, EN LOS PROYECTOS: NODOS B ENTEL (ZTE) 4G LA PAZ Y RADIOENLACES 4G ENTEL (ZTE) SANTA CRUZ. 3. ELABORACION DE DISEÑOS DE PERFIL DE ENLACES (PATHLOSS) E ELABORACION DE LOS DOCUMENTOS ATT-LIR ENTEL, 155MW, 18 MW, 135MW Y 115MW. 4. CONTROL DE CALIDAD DE INFORMES SURVEY, ASBUILT DEL PROYECTO CERAGON HANSA.						
Experiencia Laboral Específica en el área en que trabaja o cargo que ocupa actualmente						
Desde		Hasta		Empresa - Institución	Cargo Entrada	Cargo de Salida
Mes	Año	Mes	Año			
10	2014	11	2019	STS BOLIVIA	ASISTENTE PROYECTO TIGO	SUPERVISOR TECNICO NACIONAL DE MANTENIMIENTO DE PROYECTO TELECEL F.O.
Funciones principales del cargo: 1. ASISTENTE TECNICO NACIONAL DE MANTENIMIENTO DE FIBRA OPTICA Y RBS TELECEL. A) DISEÑO E IMPLEMENTACION DE FIBRA OPTICA TELESALUD RURAL ENTEL. 2. SOPORTE TECNICO NACIONAL DE MANTENIMIENTO DE LA RED DE FIBRA OPTICA TIGO, PROYECTO: TIGO MTO F.O. REG 1, 2,3. 3. SOPORTE TECNICO NACIONAL DE MANTENIMIENTO DE LA RED DE FIBRA OPTICA TIGO, PROYECTO: TIGO MTO F.O. NACIONAL.						

Fuente: Experiencia laboral en STS BOLIVIA LTDA.

En la actualidad como supervisor técnico nacional de mantenimiento, mi persona tiene la misión y la responsabilidad de conocer la teoría de fibra óptica, el tramo del anillo nacional de fibra óptica, conocer la parte logística, Recursos Humanos (conocer la personalidad del técnico que forma el equipo de mantenimiento), la parte administrativa del proyecto en cual desempeño mi tarea cotidiana.

1.5 CARACTERISTICAS DE RELACION DE SUBORDINACION Y ORDENACION

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA MANTENIMIENTO TELECEL F.O.

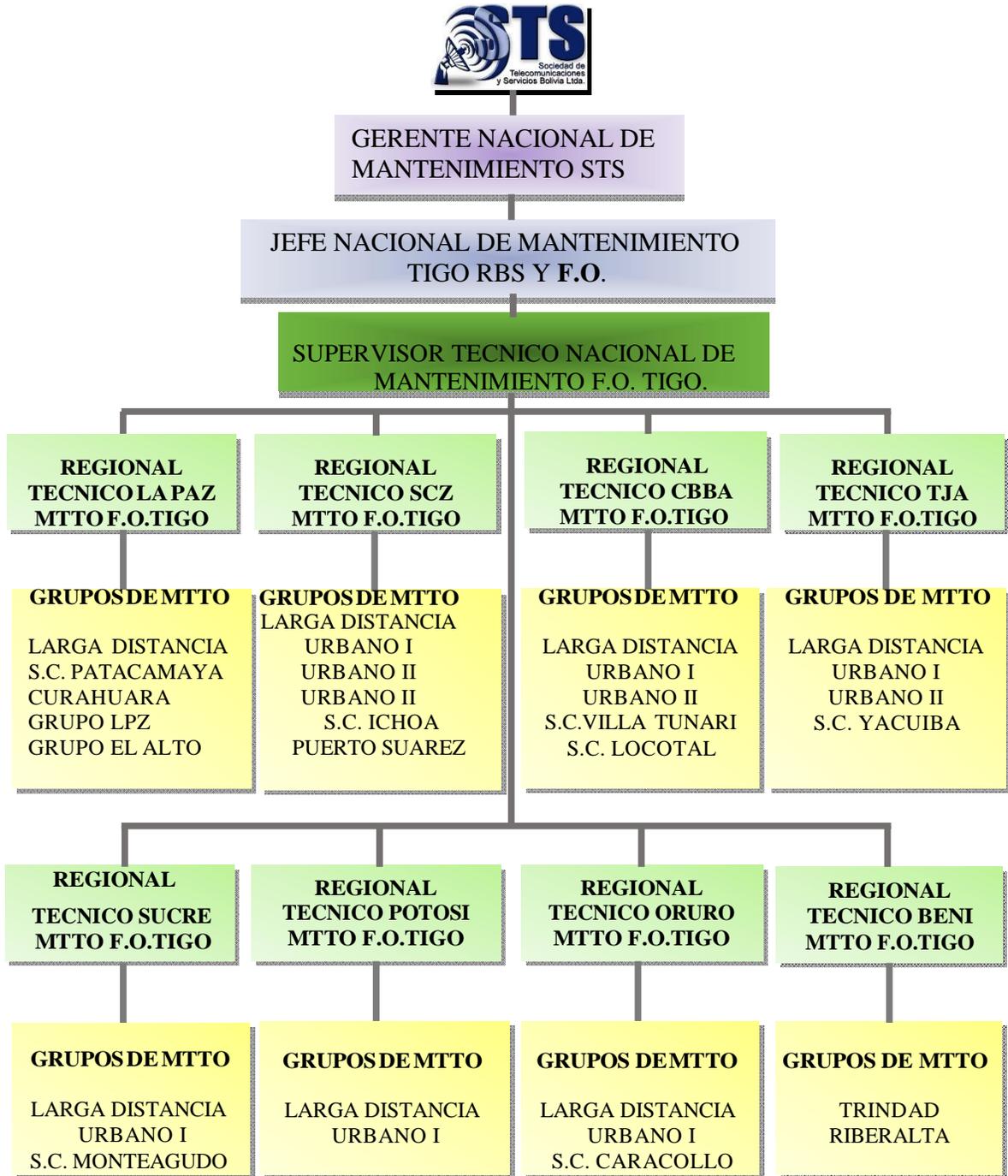


Figura 2. Estructura del Subordinación y Ordenación

Fuente: Propia datos obtenidos según los trabajos asignados en STS BOLIVIA LTDA.

1.6 ASPECTOS CENTRALES CARACTERISADOS DE LA ACTIVIDAD LABORAL

Nuestra empresa STS BOLIVIA LTDA ha desarrollado su propuesta de mantenimiento en fibra óptica, para cumplir con los requerimientos técnicos solicitados por la empresa TIGO, bajo la siguiente referencia.

- Alcance general de mantenimiento Fibra Óptica a nivel nacional, bajo una supervisión minuciosa.
- El proyecto de mantenimiento es la implementación y operación de un sistema de mantenimiento y atención de emergencias de acuerdo a los estándares requeridos, a través de la Supervisión Técnica tanto de la empresa STS y TIGO, para la verificación de la red de fibra óptica.
- Cumplir con las especificaciones técnicas del mantenimiento.
- Cumplir con los normas de instalación en estaciones de telecomunicaciones.
- Cumplir con las especificaciones técnicas y normas de operación de los diferentes sistemas y subsistemas de telecomunicaciones instalados.
- Cumplir con los cronogramas mediante el análisis de tiempos de implementación promedios y sus desviaciones, y el análisis de riesgos para las actividades de mantenimiento para cada región.
- Cumplir con los recursos humanos y Logística.

1.7 PRODUCTOS MÁS SIGNIFICATIVOS DE LA ACTIVIDAD LABORAL

La empresa STS BOLIVIA LTDA inicia con los mantenimientos desde el año 2011, donde en las gestiones pasadas no se tenía un control de mantenimiento de la de red de fibra óptica, el personal asignado a esta tarea tenía la falencia de no conocer la red de fibra óptica, ni los accesos de los tramos, sobre todo se tenía la carencia de no conocer de fondo que es mantenimiento. Para evitar la falencia mencionada se tuvo que instruir y especializando en el tema poco a poco, de esa manera se fue mejorando los cortes de fibra ópticas gracias a los buenos mantenimientos que se realizaron posteriormente.

En el año 2015 nuevamente se retoma el contrato de mantenimiento donde se planifica de realizar los protocolos de mantenimiento para evitar cortes de fibra óptica en la red de Tigo, el cual actualmente se aplica hasta este año 2018, donde se tiene buenos resultados como muestra en las gráficas.

Atención de emergencia por corte de fibra óptica entre los años 2015 al 2018

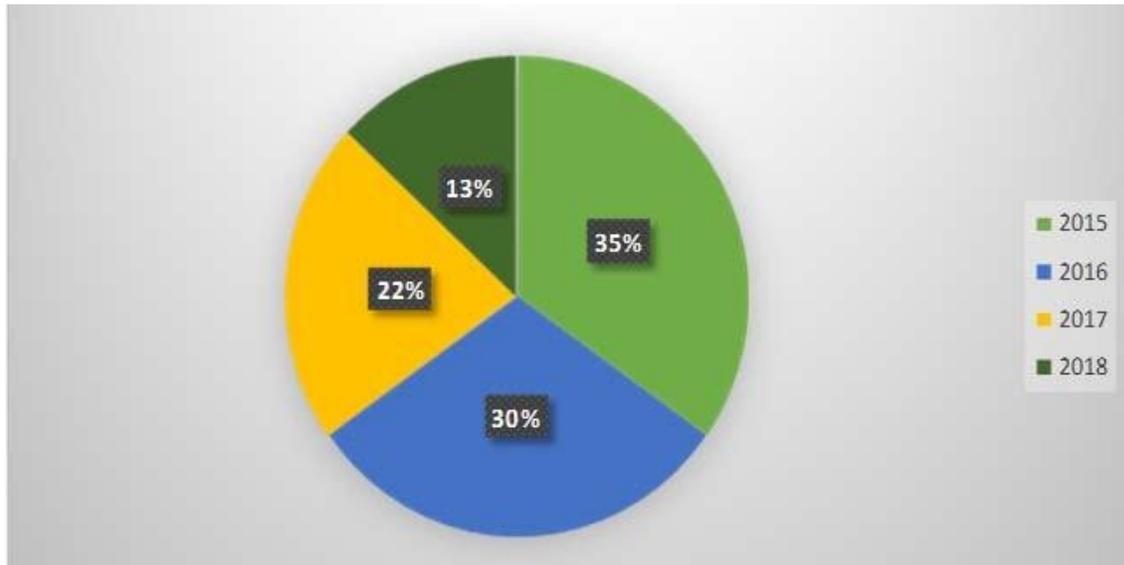


Figura 3. Diagnóstico de emergencia anual

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.

En la siguiente gráfica se muestra las regiones con más cortes de fibra óptica, en las regiones orientales se tiene mayor porcentaje de cortes de fibra óptica.

Los departamentos Santa Cruz, Cochabamba, Tarija y Chuquisaca, son aquellas que cuentan con regiones trópicos donde constantemente llueve, crecen las ramas de árboles, caída de árboles por la humedad, deslizamientos de terrenos, difícil acceso, existencia de hormigas y otros donde dificultan la estabilidad de la red.

En la actualidad se creó grupos de mantenimiento en poblaciones estratégicos, el cual ayudo mucho mejorar los cortes de fibra óptica.



Figura 4. Diagnóstico sobre la atención de emergencia por departamento

Fuente: STS BOLIVIA LTDA diagnostico departamental

I. SECCION DIAGNOSTICA

2. ANTECEDENTES

Dentro de la explotación de los servicios de las telecomunicaciones, se tienen distintas áreas como son el área de equipamiento, Radio bases, la interconexión entre ellas, las redes de comunicaciones tanto de área local como de área internacional, por espacio libre o por medio físico, dentro de lo último la tendencia tecnológica está en el uso de la fibra óptica, esta conlleva muchos pasos, hasta plasmar las ideas. A tal efecto recopila, organiza, mantiene actualizado en el mundo de las telecomunicaciones en Bolivia, atendiendo a sus características del constante crecimiento tecnológico, económicas y necesidades, la información teórica es la base fundamental para iniciar cualquier proyecto

Las tecnologías conocidas en Bolivia como 2G, 3G, 3GPP, UMTS, HSPA y LTE están quedando atrás, sabiendo que la tecnología evoluciona constantemente y la fibra óptica es una de las tecnologías de transmisión de datos de banda ancha a gran velocidad y distancia sin necesidad de utilizar señales eléctricas.

Actualmente el desarrollo de las telecomunicaciones como ser la radio enlaces, redes y fibra óptica permiten integrar de mejor forma a toda la población nacional y mundial generando un movimiento socioeconómico y tecnológico de gran magnitud lo cual genera la necesidad de una distribución, procesamiento desarrollo y cobro por los servicios deseados.

Las Tecnologías de Información y Comunicación agilizan enormemente el desarrollo económico, productivo, educativo y social.

La Empresa de Telecomunicaciones TIGO (TELECEL S.A.), en cumplimiento a normas internas vigentes en Bolivia efectúa la convocatoria con el objetivo de seleccionar empresas para el servicio de mantenimiento de la red de fibra óptica a nivel nacional, con los mantenimientos preventivo, correctivos y atención de emergencia. Con el fin de dar un servicio de calidad al cliente y usuarios, mediante los siguientes proyectos, tramo fibra óptica Nacional, Urbano, Última milla y HFC. A través de los cuales ofrece los servicios de Internet, telefonía móvil y televisión por cable por suscripción (TIGO STAR).

Es así que la empresa STS BOLIVIA LTDA. Lleva ejecutando los mantenimientos preventivos, correctivos y atención de emergencia en todo el país.

La memoria técnica que se presenta se enfoca en la ejecución de mantenimiento preventivos, correctivos y atención de emergencia de la red de fibra óptica en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, Sucre, Potosí, Oruro, Pando y Beni.

La empresa STS BOLIVIA LTDA ha desarrollado su propuesta para la empresa TIGO para cumplir con los requerimientos técnicos solicitados en el pliego de condiciones.

Donde se debe realizar el recorrido llamado visita al trazo toda la red de fibra óptica del anillo nacional, realizando trabajos de planta externa, medias ópticas, relevamiento para su mejoramiento de la red de fibra óptica, bajo la supervisión técnica del cliente TIGO.

2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Por el incremento constante de usuarios, es necesario establecer protocolos de mantenimiento para evitar cortes de servicio de datos y de la telefonía móvil en la red de fibra óptica de TIGO

En un mundo completamente globalizado las comunicaciones son demasiado importantes por lo que esta debe ser continua, sin interrupciones todo el tiempo, en un mundo donde el servicio de datos y de la telefonía, se ha vuelto indispensable. Para tener mejor respuesta en un tiempo menor, es importante establecer plan de estrategias de mantenimiento preventivo, correctivo y atención de emergencia para tener una mejor respuesta en menor tiempo posible.

Es necesario planificar los trabajos de mantenimiento y supervisión constante, para evitar futuros cortes de fibra óptica, ya que se encuentran expuestas a cualquier tipo de incidentes.

Para lograr este objetivo es importante tener personal capacitado y con conocimientos

sobre el manejo de equipos e herramientas de fibra óptica, así garantizar el restablecimiento de servicio de datos y telefonía móvil en menor tiempo posible, para evitar cortes y como consecuencia multas por parte de la ATT.

Evaluar el tipo de falla en equipos de comunicación, para una respuesta rápida se necesita tener una reserva de equipos en almacén cercana para la reposición en menor tiempo de modo que hacerlo de forma desordenada sin contar con protocolos llevara a no satisfacer adecuadamente y dentro la normativa a los usuarios. Para ello se muestra la metodología de trabajo entre el cliente Tigo y (STS).

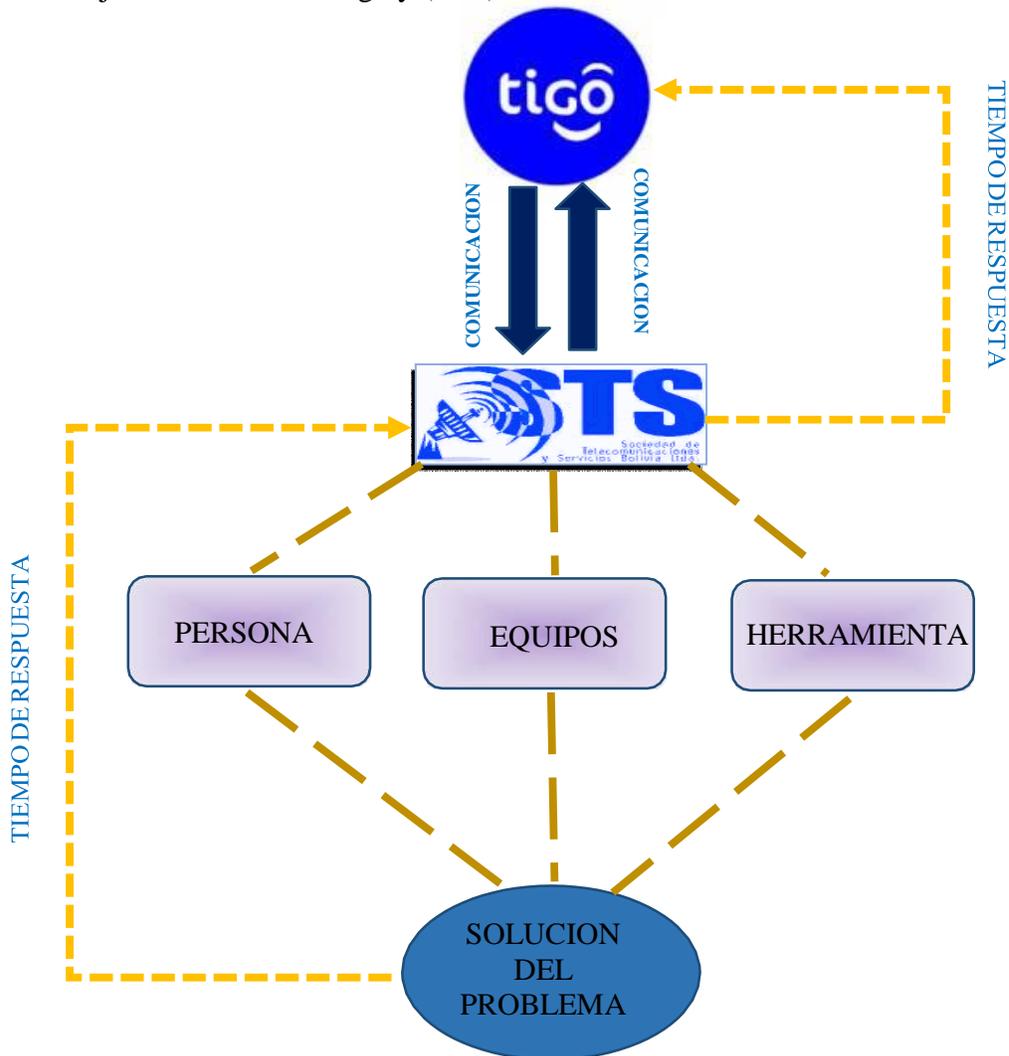


Figura 5 Diagrama de trabajo en coordinación entre Clientes y STS

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.

II. SECCION PROPOSITIVA

3. PROPOSITO GLOBAL

Establecer protocolos técnicos de contingencia para afrontar problemas de corte de fibra óptica.

Contingencia.- Son situaciones inciertas que pueden ocurrir o un estado de variables que tienen que subsanarse en tiempo breve.

3.1 PROPOSITOS ESPECIFICOS

Por falta de mantenimiento de la red de fibra óptica del anillo nacional, puede existir la interrupción de comunicación entre redes troncales como ser La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, para ello se establece lo siguiente.

3.1.1 DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO BAJO UNA METODOLOGIA DE TRABAJO

Las actividades de mantenimiento correctivo se desarrollarán con la siguiente secuencia de tareas:

3.1.1.1 REGISTRO DE FALLAS

Las fallas son reportadas por los clientes a las líneas gratuitas, que TELECEL tiene para el efecto, el personal de Call Center, Help Desk y del NOC de datos atiende el reclamo y registra toda la información pertinente sobre la falla en el sistema de gestión de reclamos correspondiente y además valida la información sobre el cliente y sus puntos de contacto, de acuerdo a los procedimientos que serán entregados por la empresa y podrán ser actualizados en la medida de lo necesario.

3.1.1.2 ANALISIS DE LOCALIZACION DE LA FALLA

La localización de la falla es realizada en base al procedimiento interno de TELECEL, una vez que esta determine que se requiere la intervención del personal de mantenimiento en la solución del problema se activará el procedimiento descrito en el punto siguiente.

3.1.1.3 INTERVENCION

Se recibe la orden de intervención, nuestro personal se desplaza hasta el lugar

donde estuviera instalado el servicio con falla.

Nuestra tarea, es contactarse con el supervisor de TIGO a fin de que éste sea informado de que la emergencia está siendo atendida. Toda solicitud de información por parte del CLIENTE debe ser encaminado a través del supervisor técnico.

Las tareas que deben ser desarrolladas durante la intervención serán las siguientes:

a) Localización e identificación de causa

Consiste en la localización del elemento con defecto e identificación de la causa probable.

b) Identificación del tipo de falla

Consiste en la identificación del efecto que originó la causa en el elemento con defecto (cortocircuito, ruptura de Fibra, etc.)

c) Eliminación de causa

Consiste en el análisis y ejecución de acciones que permitan evitar que en el futuro la causa identificada origine una falla sobre este circuito o sobre alguno adyacente, esto se logrará mediante el aislamiento de la causa, protección de los elementos afectados y/o implementación de medidas de seguridad.

3.1.1.4 REMPLAZO DE ELEMENTO CON DEFECTO O DAÑO

Consiste en la sustitución de las partes y/o materiales defectuosos que hubiesen sufrido daños por otros, este remplazo se efectuará siempre y cuando fuese necesario con la finalidad de preservar la calidad del servicio y atendiendo las normativas comerciales que TELECEL tenga en vigencia para cada caso.

También verificará si el equipo principal del cliente que se encuentra conectado a los equipos provistos, se encuentra bien configurado o no, y si es necesario realizará algún tipo en la configuración en el equipo del cliente, para arreglar la falla.

3.1.1.5 CERTIFICACION DE LA FALLA

Una vez resuelta la falla, nuestro deber es establecer una comunicación vía teléfono con los responsables de la verificación de solución de fallas de TELECEL, a través del número habilitado en la respectiva localidad. Durante esta comunicación, se deberán reportar los detalles necesarios para que se pueda

cerrar el ticket abierto para la falla en cuestión. Además, el cliente, mediante una firma, deberá certificar su conformidad en la orden de trabajo y otros formularios si se requiriese, indicando la fecha y hora de la rehabilitación del servicio.

3.1.1.6 TIEMPO DE INTERVENCION

El tiempo de intervención se contabiliza desde la recepción de la comunicación por parte del supervisor de TELECEL, los mismos deben cumplir con el fijado, para la reposición del servicio.

Si la falla no pudiese resolverse en el lapso previsto por ausencia del cliente o postergaciones a requerimiento del mismo, se analizará cada caso en forma particular para su consideración dentro del análisis de cumplimiento de los tiempos de solución.

3.1.1.7 CERTIFICACION DE LA INTERVENCION

- Para garantizar el funcionamiento de la intervención correctiva se efectuará el monitoreo del sistema durante un periodo de tiempo dispuesto por el supervisor de TELECEL hasta constatar que la falla fue solucionada.
- El grupo que intervino en la emergencia solo podrá retirarse luego de recibir esta orden por parte del supervisor de TELECEL.
- El Centro de Gestión (NOC) registrara hora y fecha de la notificación y solución de la falla.

En la siguiente imagen se puede observar el cable de fibra óptica afectada por la caída de ramas de árbol ubicado en la población de Yapacani, zona de Puerto Greather, departamento de Santa Cruz.

Para liberar el cable de fibra óptica se debe de levantar los árboles o podar las ramas con el fin de evitar el corte total o parcial de fibra óptica. (broacast, 2017)



Figura 6. Muestra de un lugar crítico del enlace Ichoa - Buena Vista (lugar Puerto Greather)

Fuente: Propia sobre el cable de fibra óptica debajo de las ramas de árboles, con posibles daños, a punto de sufrir corte de fibra óptica.



Figura 7 Personal liberando el cable de fibra óptica afectada por ramas de árboles

Fuente: Propia trabajos de liberación de cable zona Puerto Greather

3.1.1.8 SOLICITUD DE CORTE DE SERVICIO

Se solicita el corte de servicio con el fin de mejorar la red de fibra óptica, bajo la coordinación del supervisor Telecel. Previo antes se envía el informe sobre el punto crítico que se requiere intervenir, el tipo de trabajo a realizar y material a utiliza.

El cliente Telecel está a cargo de solicitar el permiso para la interrupción de tráfico, actualmente según los reglamentos de la ATT para la solicitud de horario ventana con afectación de corte de tráfico, son 15 días hábiles.

En las siguientes tablas se puede observar las solicitudes de corte de servicio u horario ventana solicitada.

Las cuales ya fueron ejecutadas bajo la aprobación de Cliente TELECEL.

Tabla 2. Cronograma de solicitud de intervención región Chuquisaca

ITEM	TIPO DE TRABAJO A REALIZAR	MATERIAL A UTILIZAR	TRAMO	KM/LUGAR DE REFERENCIA	FECHA TENTATIVA	GRUPO	HORA SOLICITADO	RBS O CLIENTES AFECTADOS	RESPUESTA DE TIGO
1	TENDIDO DE CABLE FO 450 M. E INTERVENCION EN HORARIO VENTANA	2 CAJAS DE EMPALME, 4 SET COMPLETO DUPLO Y UNA CRUCETA DE RECERVA	MORRO - MILLARES	32 KM LOCALIDAD ANFAYA		SUCRE	2 horas	RBS YOTALA	EJECUTADO EN 9/10/2018
2	INTERVENCION H. VENTANA/REUBICACION DE POSTE HILO CORTADO EN MEDIO VANO	1 CAJA DE EMPALME	ZUDAÑEZ - PADILLA	29,7 KM CERCA A LOCALIDAD CORSO		SUCRE	2 horas	CORP. BANCO SOL TOMINA	EJECUTADO EN /09/2018
3	INTERVENCION H. VENTANA/ HILO CORTADO EN MEDIO VANO	1 CAJA DE EMPALME	ZUDAÑEZ - PADILLA	51,3 KM CERCA A LOCALIDAD ARQUILLOS	3/9/2018	SUCRE	2 horas	NINGUNO	EJECUTADO EN /09/2018
4	INTERVENCION HORARIO VENTANA /HILO CORTADO EN MEDIO VANO	1 CAJA DE EMPALME	PADILLA - MONTEAGUDO	54,7 CERCA A LOCALIDAD THYUMAYO	4/9/2018	MONTEAGUDO	3 horas	NINGUNO	EJECUTADO EN /09/2018

Fuente: Propia propuesta de intervención presentado por STS al cliente del departamento de Chuquisaca

ITEM	TIPO DE TRABAJO A REALIZAR	MATERIAL A UTILIZAR	TRAMO	KM/LUGAR DE REFERENCIA	FECHA TENTATIVA	GRUPO	HORA SOLICITADO	RBS O CLIENTES AFECTADOS	RESPUESTA DE TIGO
1	Intervencion nocturna del Tendido de cable f.o. 1380 m	COT-125	Ichoa - Ivirgatzama	Puente Isarzama	9/7/2018	Ichoa	3:00	RBS CBBA 7 , RBS B VALLE SAJTA, RBS IVIRGATZAMA	EJECUTADO
2	Intervencion nocturna del Tendido de cable f.o. 500 m	COT-124	Ichoa - Ivirgatzama	Ivirgatzama	9/7/2018	Ichoa	3:00	RBS CBBA 7 , RBS VALLE SAJTA, RBS IVIRGATZAMA	EJECUTADO
3	Apertura de caja de empalme	1 caja de empalm	Ichoa - Buena Vista	Bulo Bulo	8/24/2018	Ichoa	2:00	RBS BULO BULO, RBS ICHOA	EJECUTADO
4	Cambio de caja de empalme	1 caja de empalm	Ichoa - Buena Vista	Puerto Grethel	8/24/2018	Ichoa	3:00	RBS BULO BULO, RBS ICHOA	EJECUTADO
5	Cambio de caja de empalme, antes se debe recorrer recerva 6 postes	1 caja de empalm	Ichoa - Buena Vista	Puerto Grethel	8/24/2018	Ichoa	3:00	RBS BULO BULO, RBS ICHOA	EJECUTADO

Tabla 3. Cronograma de solicitud de intervención ejecutados región Santa Cruz

Fuente: Propia propuesta de intervención presentado por STS al cliente del departamento de Santa Cruz

Tabla 4. Cronogramas de solicitud de intervención ejecutados y no ejecutados en región de Cochabamba

ITEM	TIPO DE TRABAJO A REALIZAR	MATERIAL A UTILIZAR	TRAMO	KM/LUGAR DE REFERENCIA	FECHA TENTATIVA	GRUPO	HORA SOLICITADO	RBS O CLIENTES AFECTADOS	RESPUESTA DE TIGO
1	del Tendido de cable f.o. 600 m (1 hilo afectado) cambio de cable de f.o. bano 100	600 m cable de fibra optica, 1 caja de empalme, 5 ferreteria duplo.	Temporal - Confital	Km 60	10/9/2018	COCHABAMBA LDFO	3:00	Ninguno	EJECUTADO
2	Intervencion nocturna del Tendido de cable f.o. 400 m	48 Termocontraibles, 3 ferreteria duplo	Temporal - Confital	localidad de Chaila	10/9/2018	COCHABAMBA LDFO	3:00	Ninguno	EJECUTADO
3	Intervencion nocturna del Tendido subterraneo de cable	48 Termocontraible	Temporal - Locotal	Amancaya, KM 11	11/9/2018	COCHABAMBA LDFO	4:00	Colomi (se puede proteger por Locotal)	EJECUTADO
4	Intervencion nocturna por cambio de caja de empalme	1 caja de empalme	Locotal- Villa Tunari	Km 5	3/9/2018	LOCOTAL	3:00	RBS CBSCZ 3	EJECUTAR 03/10 a las 00:00
5	Intervencion nocturna por cambio de caja de empalme	1 caja de empalme	Locotal- Villa Tunari	Km 14	18/09/2018	LOCOTAL	3:00	RBS CBSCZ 3	EJECUTAR 03/10 a las 00:00
6	Intervencion nocturna por cambio de caja de empalme	1 caja de empalme	Locotal- Villa Tunari	Km 18	3/9/2018	LOCOTAL	3:00	Ninguno	EJECUTADO
7	Intervencion nocturna por cambio de caja de empalme	1 caja de empalme	Locotal- Villa Tunari	Km 20,8, Jatumpampa	12/9/2018	VILLA TUNARI	3:00	RBS CBSCZ 4	PENDIENTE
8	Intervencion nocturna por cambio de caja de empalme	1 caja de empalme	Villa Tunari-Ivirgarzama	km35,6, Chimore	13/9/2018	VILLA TUNARI	3:00	Cliente Efec y Rbs Chimore	EJECUTADO 06/10 a las 00:00

Fuente: STS BOLIVIA LTDA propuesta de intervención presentado al cliente del departamento de Cochabamba

El cliente la aprobación del trabajo lo realiza mediante un correo el cual se tiene como respaldo sobre la ejecución de los trabajos, como muestra en el siguiente ejemplo.

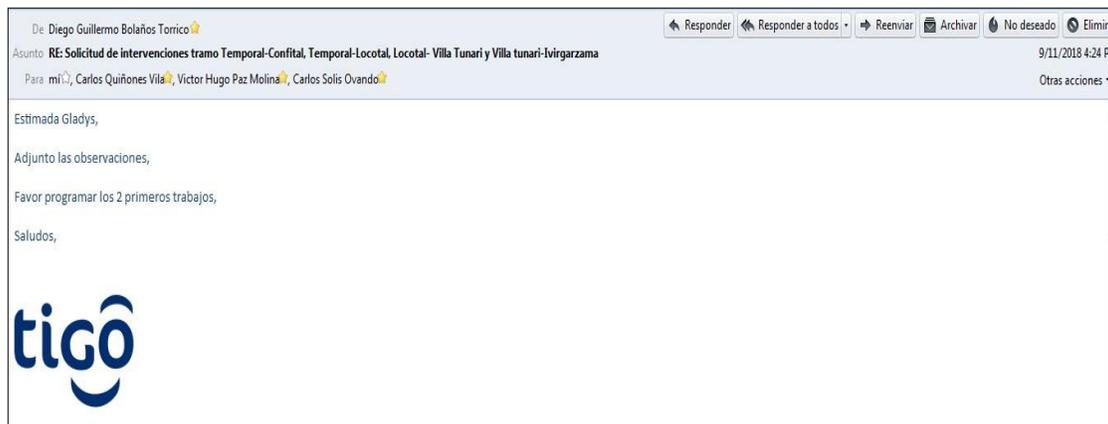


Figura 8 Correo de aprobación para la ejecución de trabajos

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.

3.1.1.9 ENTREGA DE INFORMES

La entrega del informe de trabajos de mantenimiento correctivo es entregada en un plazo no mayor a 48 horas luego de haber solucionado la falla. Donde deberán de incluir archivo fotográfico con fecha y hora dentro los tiempos.

3.1.2 PROTOCOLOS DE ORGANIZACION

Se elaboran cronogramas de mantenimiento preventivo, correctivo y atención de emergencia a nivel nacional de manera trimestral.

Trimestral quiere decir, cada tres meses se realizan el mantenimiento completo en cada tramo. El mantenimiento completo consiste en recorrer los tramos, corregir las fallas en planta externa, certificar el estado del tramo mediante las medidas ópticas e potencia y finalmente se culmina con entrega de informes al supervisor de TELECEL. Ejemplo se tiene los siguientes cuadros de cronograma de organización de mantenimientos.

El trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo consta de los siguientes puntos los cuales pueden ser modificados solo a solicitud de TELECEL.

- Lista de tramos fibra óptica.
- Fecha de ejecución.
- Grupos de trabajo.
- Personal de emergencia.
- Nombres y firmas de los responsables regional.
- Números telefónicos de contacto.
- Correo corporativo obligatorio



CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RED DE F.O. TELECEL - REGIONAL SANTA CRUZ DE LA SIERRA

ULTIMO CUATRIMESTRE 2018



Figura 11. Cronograma de mantenimiento 4to trimestre regional Santa Cruz.

Fuente: STS BOLIVIA LTDA Santa Cruz LDFO



CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RED DE F.O. TELECEL - REGIONAL SANTA CRUZ DE LA SIERRA

TERCER TRIMESTRE 2019

VISITA AL TRAZADO

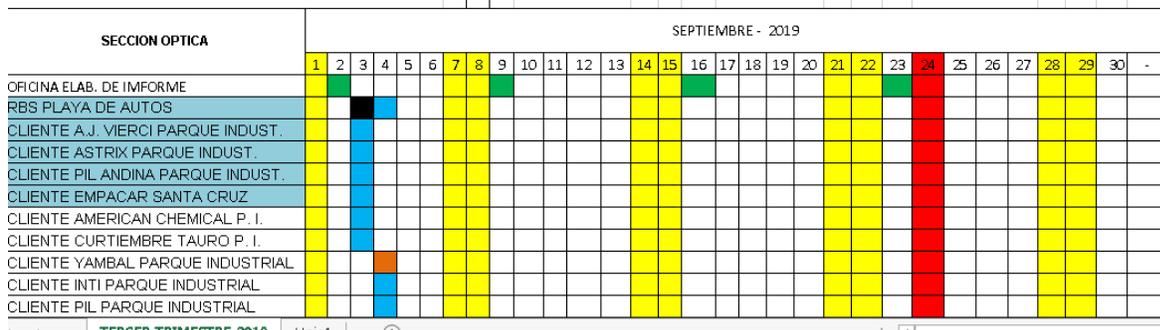


Figura 12 Cronograma de mantenimiento de regional Santa Cruz Urbano

Fuente: STS BOLIVIA LTDA Santa Cruz Urbano I

3.1.3 PROTOCOLOS DE PROCEDIMIENTO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO

En ella se describe los procesos de un mantenimiento a seguir con las actividades que se mencionan.

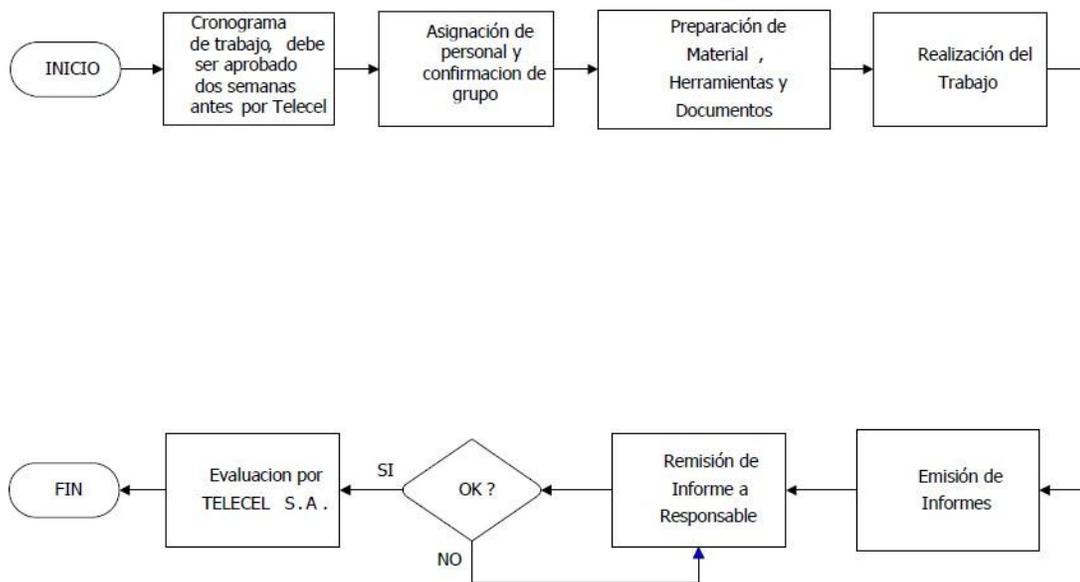


Figura 13 Diagrama de procedimiento

Fuente: Elaborado entre Tigo y STS BOLIVIA LTDA.

Todas las actividades de mantenimiento son coordinadas y programadas por el responsable del proyecto y supervisor técnico.

Todas las actividades de mantenimiento regional se realizan bajo la previa autorización del personal de TELECEL.

El responsable de mantenimiento de cada regional planificará el cronograma de mantenimiento preventivo, luego de ser aprobado por el personal encargado de TELECEL, es ejecutado por el personal de mantenimiento

En caso extraordinario de no cumplirse con el cronograma establecido por algún problema por causa de fuerza mayor, éste se informará en el día al personal encargado de TELECEL.

Son responsables de autorizar la reprogramación del servicio. Solo se consideraran causas de fuerza mayor las siguientes:

- Razones debidas a causas naturales
- Razones debidas a convulsión social

Formularios de mantenimiento preventivo, los cuales contienen los datos de las tareas a realizar en cada visita, estos formularios tienen la firma del personal que realizo el trabajo, esto para asegurar un buen servicio y realizar el seguimiento de las tareas.

Nuestra misión es elaborar informes constantes para facilitar la supervisión de los trabajos de mantenimiento por parte de personal de TELECEL, estos informes detallarán la lista de trabajos realizados y las intervenciones en caso de emergencias y extra Works, además de un reporte de trabajos que sean necesarios para mejorar las actividades en el mantenimiento, cada encargado envía los informes de la siguiente manera.

- Protocolo de mantenimiento preventivo.
- Diagnóstico de ruta inspeccionada con notas sobre las condiciones del cable y su infraestructura, resultado de las pruebas ópticas realizadas.
- Informe de criticidades encontradas en la red con los que se programara intervenciones para eliminarlos. Estos trabajos son parte del mantenimiento proactivo y por tanto están dentro los costos de mantenimiento.
- Informe de emergencias realizadas con respaldo fotográfico con fechas y hora (Trabajo provisional y definitivo).
- Acta de entrega.
- El plazo de entrega para los informes de mantenimiento por tramo de mantenimiento ejecutado es de cinco días hábiles después de realizada la intervención.

3.1.3.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PROACTIVO

Son las actividades de mantenimiento preventivo y proactivo destinadas a reducir la probabilidad de fallas de los servicios o la degradación de la calidad del servicio.

Planificación

Las actividades de mantenimiento preventivo son trimestrales y programadas en forma conjunta con el personal técnico y el supervisor TELECEL, se ejecutan de acuerdo a la modalidad de trabajo descrita en el siguiente párrafo.

Trabajos involucrados

Los trabajos involucrados en este tipo de mantenimiento son:

- Retesado de cables de la acometida de fibra óptica
- Cambio de ruta de acometida de fibra óptica
- Cambio de ruta de cables UTP y Fibra óptica.
- Cambio de cables UTP y fibra óptica.
- Mantenimiento de armarios pasivos y distribuidores de nodos ópticos ODF.
- Pintura de abrazaderas, cajas y tensores de Fibra, para identificación de la Red de Planta Externa de los otros operadores.
- Verificación, mejoramiento y reparación de los sistemas de tierra existentes en la Red de Planta Externa.
- Inspección de la Red de Planta Externa, para verificar problemas que podrían causar cortes en los servicios de los abonados.
- Mediciones de Certificación de Cable UTP y Fibra óptica.
- Retiro de cables en desuso.
- Mantenimiento en la red domiciliaria de grandes clientes
- Mantenimiento en las acometidas de Puntos
- Relevamiento de conexiones en nodos

Estas actividades se realizan para el anillo nacional, anillo urbano y última milla (Clientes).

Debe entenderse por cables a cables de cobre y cables de Fibra Óptica según aplique en las siguientes imágenes. (Alwayn, 2013)



Figura 14. Enderezado de postes

Fuente: WEGTRON especialistas en fibra óptica



Figura 15. Desmalezado y fibra óptica en mal estado



Figura 16. Poste de energía junto a la instalación de cable de fibra óptica

afectada por transporte pesado

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, los imágenes 15 y 16 corresponden las formas de incidentes que afectan al cable de fibra óptica



Figura 17. Instalación de ferretería y liberado de cable de fibra óptica

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.



Figura 18. Instalación de ferretería en poste de energía y asegurado de Cable de fibra óptica

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, trabajos de mantenimiento a salidas de la ciudad de La Paz



Figura 19 Retesado de cable de fibra óptica

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, Trabajos realizados en Santa Rosa de la Roca, Santa Cruz



Figura 20. Limpieza de nido de pájaros en la instalación de ferretería cruceta

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, limpieza realizada por la población de Iscayachi, Tarija



Figura 21. Conexión de pach cord en el equipo de fibra óptica

Fuente: STS BOLIVIA LTDA conexión realizado en CX600 RBS Villa Adela

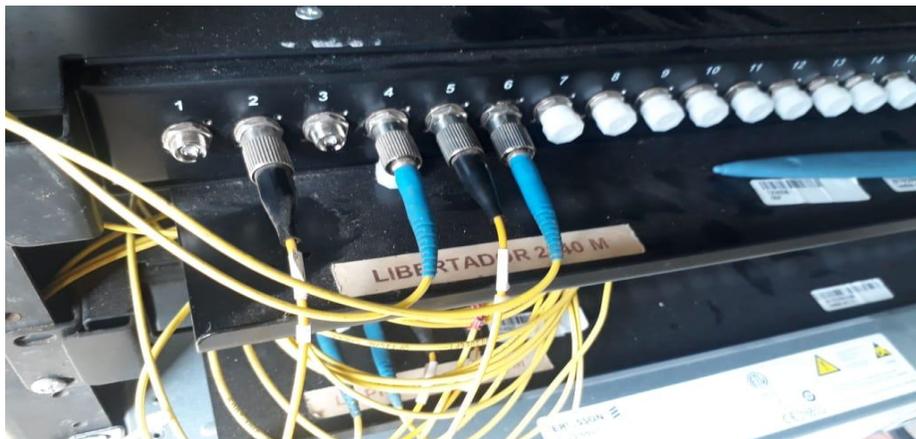


Figura 22. Conexión de pach cord en ODF

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, estación el QUIOR, Santa Cruz



Figura 23. Instalación de caja de empalme en poste de fibra óptica

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, Caja de empalme tipo coyote más la reserva del cable de fibra en ferretería Cruceta

3.1.3.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO ATENCION DE EMERGENCIA

Esta actividad tiene como finalidad proporcionar el soporte en sitio 24x7 para ejecutar las acciones correctivas de forma inmediata una vez se presente o identifique una falla a nivel de infraestructura, atenuaciones y cortes en el cable de fibra óptica, tramos de última milla o equipos de última milla.

Debemos garantizar los tiempos de atención de acuerdo a los tiempos de reposición del SLA.

3.1.4 PROTOCOLOS DE UBICACIÓN DE PUNTO DE CORTE Y RESTABLECIMIENTO DE SERVICIO DE FIBRA OPTICA

Se desarrollan los siguientes protocolos de ubicación del punto de corte de fibra óptica.

1. Las fallas son reportadas por los clientes a las líneas gratuitas, que TELECEL tiene para el efecto
2. El personal de Call Center, Help Desk y del NOC comunica al supervisor de turno TELECEL
3. supervisor de turno TELECEL comunica a Supervisor técnico nacional STS.
4. Supervisor técnico nacional comunica al Regional Técnico o Grupo de mantenimiento
5. Regional Técnico o Grupo de mantenimiento reúne la cuadrilla y sale al recojo de llaves de la central de TELECEL.
6. Una vez teniendo la llave se dirige al regenerador cercano del tramo afectado para realizar las medidas ópticas.
7. Con las medidas ópticas se obtiene la distancia del corte, se comunica al supervisor técnico el cual se encarga a comunicar a supervisor TELECEL.
8. La cuadrilla se dirige a buscar el punto del corte
 - a) Se ubica el punto del corte
 - b) Se evalúa la magnitud del daño
 - c) Se procede pedir tiempo de reposición, según la magnitud del corte
 - d) Se procede reponer el corte

9. Se finaliza con la reposición del corte bajo la coordinación del NOC y supervisores.
10. Finalización con planta externa y retiro del punto del corte
11. Envío de informe sobre el corte de fibra óptica.

3.1.4.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE FIBRA OPTICA CORTE TOTAL

Esta actividad se genera cuando se detecte o se reporte un corte total de cable de fibra óptica urbana, nacional o al menos uno de sus hilos. La ejecución de esta actividad debe garantizar la recuperación total del enlace de fibra óptica en el menor tiempo posible y con la mayor calidad. Incluye la realización de nuevos empalmes y lo necesario para el restablecimiento del servicio.

Esta actividad incluye, pero no se limita a, la prestación de los siguientes

Servicios:

- Disponibilidad de logística necesaria, vehículo, herramienta y equipos.
- Atención inmediata del evento.
- Suministro de consumibles para la realización de la actividad.
- Pruebas ópticas para ubicación de la falla.
- Ubicación de cámaras o puntos de empalme más cercanos al corte.
- Ejecución de los trabajos de mantenimiento correctivo.
- Realización de nuevos empalmes.
- Tendido de cable y cambios de postes de ser necesario.
- Pruebas ópticas de verificación de la solución aplicada.
- Actualización del libro de empalmes y documentación.
- Generación de registro de la actividad que incluya, pero no se limite a los siguientes ítems: Sistema, fecha, integrantes de cuadrilla, equipos utilizado, registros de pruebas realizadas, registro de ruta inspeccionada con notas sobre las condiciones del cable y su infraestructura, notas detalladas de problemas encontrados o cambios realizados. (Wendler, 2011)



Figura 24. Personal realiza medidas ópticas con equipo OTDR en Sitio. Accidente de tránsito ocasiona corte de fibra óptica

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, en RBS Bermejo



Figura 25. Cable de fibra óptica dañado botado en piso. Equipo OTRD certifica los puntos afectado por el accidente

Fuente: STS BOLIVIA LTDA Certificando el cable de fibra óptica después de haber ser dañado en el piso



Figura 26. Equipo fusionadora FUJIKURA 70S con fusiones de pérdida de 0.00 dB.

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.



Figura 27 Personal técnico trabajando en horario nocturno, atención de emergencia

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.

3.1.4.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE FIBRA OPTICA CORTE PARCIAL

Esta actividad se genera cuando se detecta mediante reportes al supervisor técnico, cuando existe una atenuación en el cable de fibra óptica que no implique la realización de un nuevo empalme.

Incluye la atención y recuperación de atenuaciones menores: ubicación del punto de la atenuación del cable de fibra óptica, revisión de empalmes, limpieza de conectores y demás actividades requeridas para la recuperación de los niveles de atenuación. No incluye la realización de empalme nuevo. Esta actividad incluye, pero no se limita a la prestación de los siguientes.

Servicios

- Disponibilidad de logística necesaria, vehículo, herramienta y equipos.
- Atención inmediata del evento.
- Suministro de consumibles para la realización de la actividad.
- Pruebas ópticas para ubicación de la falla
- Ubicación de la atenuación en terreno
- Revisión de empalmes existentes (inventario del empalme, hermeticidad, inspección visual)
- Ubicación de cámaras o puntos de empalme más cercanos a la falla
- Ejecución de los trabajos de mantenimiento correctivo
- Realización de nuevos empalmes
- Tendido de cable y cambios de postes de ser necesario
- Pruebas ópticas de verificación de la solución aplicada
- Actualización del libro de empalmes y documentación
- Generación de registro de la actividad que incluya, pero no se limite a los siguientes ítems: Sistema, fecha, integrantes de cuadrilla, equipos utilizado, registros de pruebas realizadas, registro de ruta inspeccionada con notas sobre las condiciones del cable y su infraestructura, notas detalladas de problemas encontrados o cambios realizados.



Figura 28 Personal realiza conexión de pach cord en ODF

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, certificando el pach cord en RBS ROA

3.1.4.2.1 EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Se selecciona equipamiento necesario para la reposición de corte de fibra óptica y mantenimiento de los tramos del anillo nacional, urbano y última milla.

3.1.4.2.2 INSTRUMENTOS DE MEDICION Y HERRAMIENTAS

Nuestra empresa debe contar con equipos e instrumentos de prueba, así como herramientas que serán utilizados en el proyecto.

En cuanto a los instrumentos de medición y herramientas requeridas, por TELECEL, nuestra empresa cuenta en sus almacenes regionales con un stock, en cumplimiento de todas las exigencias para poder cumplir con el SLA y KPIs objetivos del mantenimiento.

Nuestra empresa presento inicialmente el detalle de herramientas equipos por regional y grupo de trabajo que formaran parte del proyecto, cuando se requieran para mantenimiento preventivo, correctivo y proactivo deben estar totalmente disponibles. (Wendler, 2011)

3.1.4.2.3 MALETIN DE HERRAMIENTAS

El trabajo desarrollado debe hacer que se cuente con tres maletas, esto par cada grupo de trabajo:

Kit de herramientas

- Cortador de fibra óptica de precisión
- Pelacables rotatorio para chaquetas de fibra
- Pela cables de cubierta y revestimiento
- Pelacables de fibra óptica capaz de remover buffer
- Pinzas, alicates, llave inglesas, juego de destornilladores
- Pistola de calor o cilindro de gas para instalación de termo contraíble,
- Estilete
- Linterna, Metro, marcador permanente



Figura 29. Herramientas de trabajo

Fuente: STS BOLIVIA LTDA

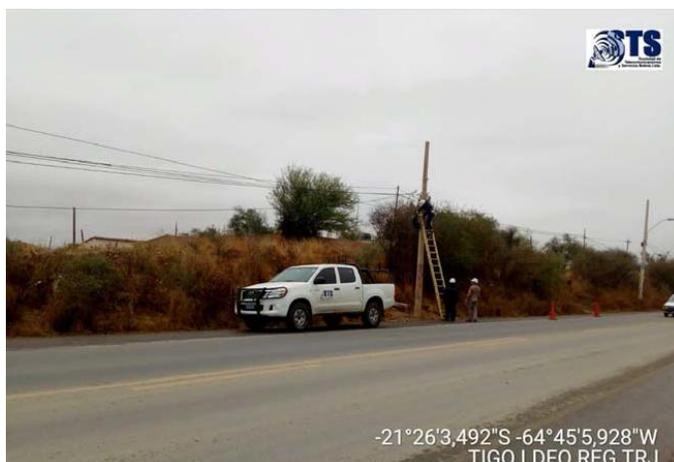


Figura 30. Personal realiza mantenimiento en la red de Fibra Óptica con previa precaución

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, revisando la red de fibra óptica larga distancia, grupo de Tarija

Kit de limpieza

- Botella de alcohol isopropilico 99%
- Caja de pañitos lint free wipes (Kimtech)
- Limpiador de conectores tipo cartucho
- Microscopio de fibra óptica tipo fiberscope o similar
- Cepillo de limpieza para herramientas



Figura 31 Material de limpieza para fibra óptica

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, paño para limpieza de hilo de fibra óptica, antes de que ingrese a la fusionadora

3.1.4.2.4 EQUIPOS DE MEDIDA

Nuestros grupos de mantenimiento cuentan con equipos para realizar las siguientes mediciones:

- OTDR, tipo EXFO, con accesorios para pruebas conectores.
- Debe incluir el suministro y empalme de pigtails con conectores adecuados para la realización de las pruebas ópticas
- Empalmadora o fusionadora
- Bobina de lanzamiento
- Un set de adecuación del sitio de trabajo en campo por cada cuadrilla

Compuesto pero sin limitarse, por los siguientes elementos:

- Una mesa, de plástico de 1m x 1m con superficie lisa
- Una carpa de 2m x 2m
- Grupo generador o inversor de energía
- Una extensión y multitoma para equipos mínimo de 30m
- Una cinta métrica de mínimo 30 m
- Un lámpara, reflector
- Una prensa. Debe usarse para sujeción de la caja de empalme durante el proceso de fusión y armado mufla
- Un contenedor de residuos de fibra óptica
- Escaleras de diferentes peldaños para atención de cableados aéreos
- Herramientas para mantenimiento de trazados fibra óptica
- GPS, camera fotográfica
- Letreros y equipo de señalética

Computadoras portátiles

Cada grupo de trabajo de mantenimiento preventivo, correctivo y proactivo debe cuenta con computadoras personales.



Figura 32. Equipo OTDR

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.

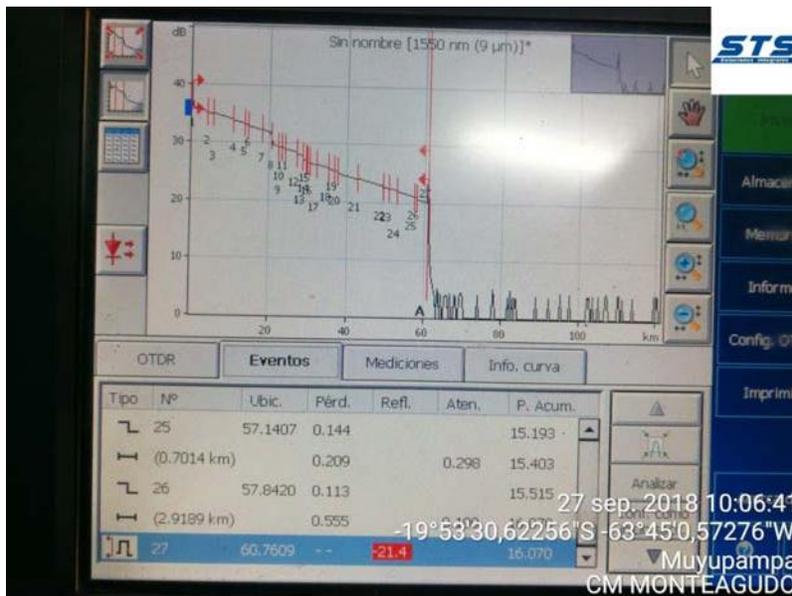


Figura 33. Medida realizada con equipo OTDR

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, según la medida realizada con equipo OTDR el corte es a 60 km desde RBS Monteagudo hacia RBS Padilla



Figura 34. Movimiento de conectores en ODF

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.

3.1.4.2.5 MEDIOS DE COMUNICACIÓN ASIGNADOS AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

- **Internet:** En todos los centros de mantenimiento se cuenta con servicios de Internet, para una mejor comunicación.
- **Telefonía Móvil:** Se cuenta con números corporativos adoptados con los sistemas celulares de operador TIGO y ENTEL. Para poder comunicarse a través de llamadas, mensajes de texto o whatsapp (grupos de contactos).
- **Correo Electrónico:** Medio electrónico de comunicación, correo corporativo.
- **Medio Alternativo de Comunicación:** Para los sitios donde no existe cobertura de ningún operador celular se tiene teléfonos satelitales. (STS BOLIVIA LTDA, 2010)

3.1.4.2.6 EQUIPOS DE SEGURIDAD DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Dentro de las normas internas vigentes se estableció, el uso de equipos de seguridad personal precautelando la salud de sus empleados y tiene la obligación de equipar al personal con los siguientes:

- Equipos de protección personal, debe cumplir con la norma boliviana NB63003.
- Equipos de seguridad industrial.
- Credenciales de la empresa.
- Cumplir con todas las normas para realizar trabajos en plantas petroleras.
- Es obligatorio que todos los grupos estén con ropa de trabajo con el respectivo logo de la empresa. (STS BOLIVIA LTDA, 2010)



Figura 35. Personal técnico con uniforme e implementos de seguridad más vehículos asignados

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.



Figura 36. Personal técnico con casco, guantes de trabajo, Botines y cinturón de seguridad

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.



Figura 37. Credencial asignado para mantenimientos

Fuente: STS BOLIVIA LTDA

3.1.4.2.7 MATERIAL DE INSUMO PARA EL MANTENIMIENTO

Nuestra empresa, está en condiciones de proveer todos los materiales e insumos, como ferretería de planta externa y material de trabajo en los sitios urbanos, como muestra en la figura.



Figura 38. Material de trabajo en equipos, pach cord, conectores, precintos

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.



Figura 39. Material de ferretería en almacén para mantenimiento

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.

3.1.5 PROTOCOLO DE CONOCIMIENTO DE LA RED DE FIBRA OPTICA

- **Red de fibra óptica**

La importancia de conocer la red de fibra óptica, su topología, el acceso, la ubicación de sus regeneradores.

En la siguiente imagen se puede observar que se tiene dos anillos, el anillo principal con sus conexiones hacia Chile (tambo quemado) y Perú (Desaguadero) y su redundancia en el anillo principal.

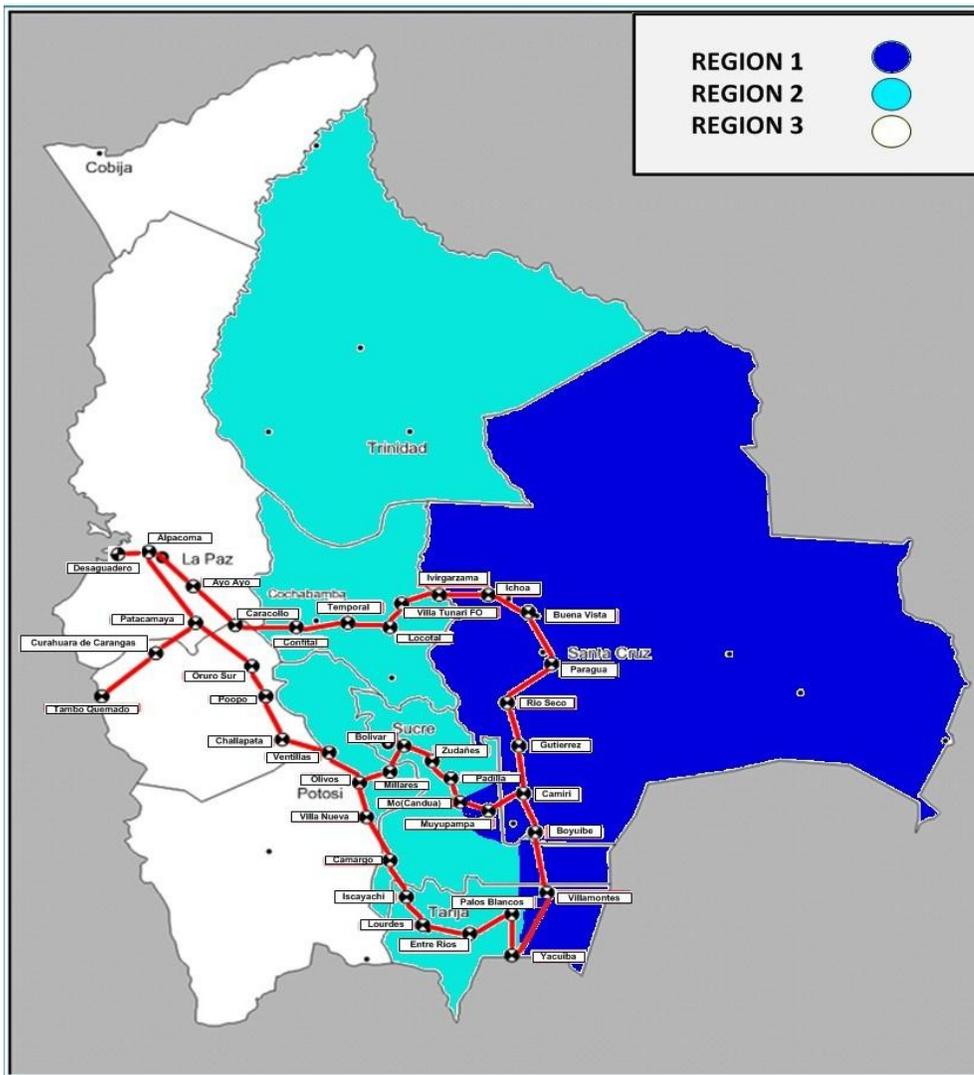


Figura 40. Conexión del anillo nacional en Bolivia

Fuente: Tigo proporciona la conexión de la red de fibra óptica en Bolivia

3.1.5.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO

El proyecto de mantenimiento de red de fibra óptica está ubicado en todo nuestro país Bolivia, por tramos y regiones de fibra óptica.

En la siguiente tabla indica los tramos ubicados en diferentes departamentos y sus correspondientes distancias y el promedio de pérdidas que debería tener la red.

Tramos de mantenimiento 2019

Tabla 5 Distancia entre enlaces ubicados en diferentes departamentos

ITEM	TRAMO	DEPARTAMENTO	DISTANCIA (km)
1	Paragua - Rio Seco	Santa Cruz	128
2	Rio Seco - Gutiérrez	Santa Cruz	110
3	Gutiérrez - Camurí	Santa Cruz	80
4	Boyube - Villamontes	Santa Cruz - Tarija	115
5	Villamontes - Yacuiba	Tarija	92
6	Yacuiba - Palos Blancos FO	Tarija	90
7	Entre Ríos Tarija - Lourdes Tarija	Tarija	90
8	Lourdes Tarija - Iscayachi	Tarija	55
9	Iscayachi - Camargo FO	Tarija - Chuquisaca	109
10	Camargo FO - Villa Nueva	Chuquisaca - Potosí	78
11	Villa Nueva - Olivos	Potosí	90
12	Olivos - Ventilla	Potosí	89
13	Ventilla - Challapata	Potosí - Oruro	93
14	Poopó - Oruro Sur	Oruro	73
15	Oruro Sur - Patacamaya	Oruro - La Paz	163
16	Patacamaya - Curahuara de Carangas	La Paz - Oruro	100
17	Curahuara de Carangas - Tambo Quemado	Oruro	88
18	Patacamaya - Alpacoma	La Paz	110

19	Alpacoma - Desaguadero	La Paz	100
20	Alpacoma - Ayo Ayo	La Paz	72
21	Ayo Ayo - Caracollo	La Paz - Oruro	105
22	Caracollo - Confital	Oruro - Cochabamba	68
23	Temporal - Locotal	Cochabamba	88
24	Locotal - Villa Tunari FO	Cochabamba	70
25	Ivirgarzama - Ichoa	Cochabamba	63
26	Ichoa - Buena Vista	Cochabamba - Santa Cruz	89
27	Buena Vista - Paragua	Santa Cruz	104
28	Olivos - Millares	Potosí	98
29	Millares - El Morro	Potosí - Chuquisaca	68
30	El Morro - Zudáñez	Chuquisaca	115
31	Padilla - Monteagudo FO	Chuquisaca	116
32	Monteagudo FO - Muyupampa	Chuquisaca	55
33	Muyupampa - Camiri (empalme Ipati)	Chuquisaca - Santa Cruz	48

Fuente: Tigo y STS BOLIVIA LTDA, distancias entre repetidoras ubicadas en diferentes regionales

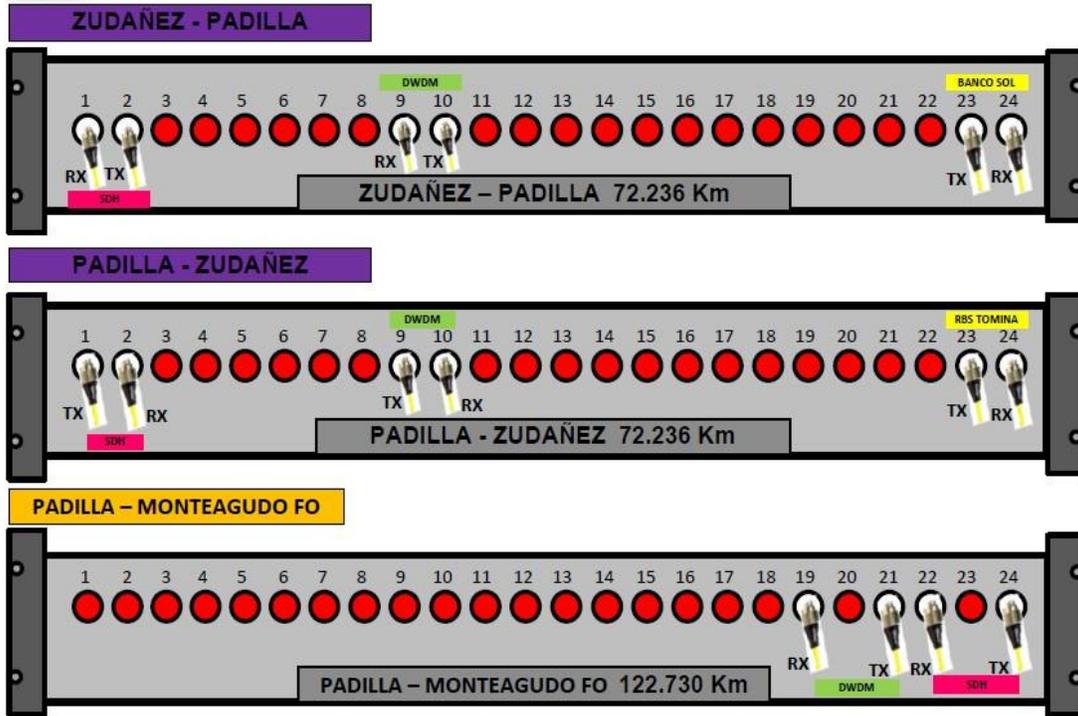


Figura 41. Conexión de ODF Padilla-Monteagudo, Chuquisaca

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.

La conexión fundamental de una red fibra óptica está compuesta por lo siguiente:

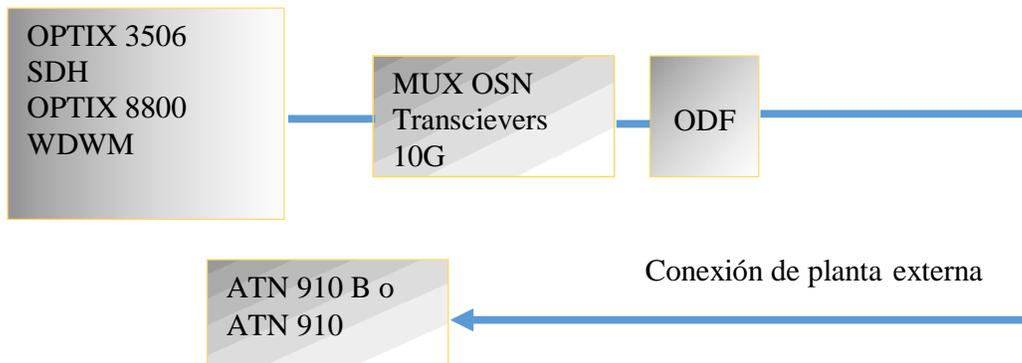


Figura 42. Conexión de una red de Fibra Óptica

Fuente: STS BOLIVIA LTDA.

4. CONOCIMIENTO FUNDAMENTAL DE FIBRA OPTICA

4.1 COMUNICACIÓN CON FIBRA OPTICA

Las fibras ópticas se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de la radio y superiores a las de un cable convencional. Son el medio de transmisión por cable más avanzado, al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, y también se utilizan para redes locales donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

Hoy en día, debido a sus mínimas pérdidas de señal y a sus óptimas propiedades de ancho de banda, además de peso y tamaño reducidos la fibra óptica puede ser usada a distancias más largas que el cable de cobre.

- Ausencia de electricidad y calor: Esto se debe a que la fibra sólo tiene la capacidad de transmitir los haces de luz, además de que la lámpara que ilumina la fibra no está en contacto directo con la misma.
- Se puede cambiar el color de la iluminación sin necesidad de cambiar la lámpara: Esto se debe a que la fibra puede transportar el haz de luz de cualquier color sin importar el color de la fibra.
- Por medio de fibras, con una sola lámpara se puede hacer una iluminación más amplia: Esto es debido a que con una lámpara se puede iluminar varias fibras y colocarlas en diferentes lugares.
- Se puede usar como una guía de onda en aplicaciones médicas o industriales en las que es necesario guiar un haz de luz hasta un blanco que no se encuentra en la línea de visión.
- La fibra óptica se puede emplear como sensor para medir tensiones, temperatura, presión así como otros parámetros.
- Es posible usar latiguillos de fibra junto con lentes para fabricar instrumentos de visualización largos y delgados llamados endoscopios.

(Alwayn, 2013)

Los endoscopios se usan en medicina para visualizar objetos a través de un agujero pequeño.

- Las fibras ópticas se han empleado también para usos decorativos incluyendo iluminación, árboles de Navidad.
- Líneas de abonado
- Sensores con fibra óptica
- Las fibras ópticas son muy usadas en el campo de la iluminación. Para edificios donde la luz puede ser recogida en la azotea y ser llevada mediante fibra óptica a cualquier parte del edificio.
- Se emplea como componente en la confección del hormigón translúcido, invención creada por el arquitecto húngaro Ron Losonczy, que consiste en una mezcla de hormigón y fibra óptica formando un nuevo material que ofrece la resistencia del hormigón pero adicionalmente, presenta la particularidad de dejar traspasar la luz de par en par.

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA OPTICA

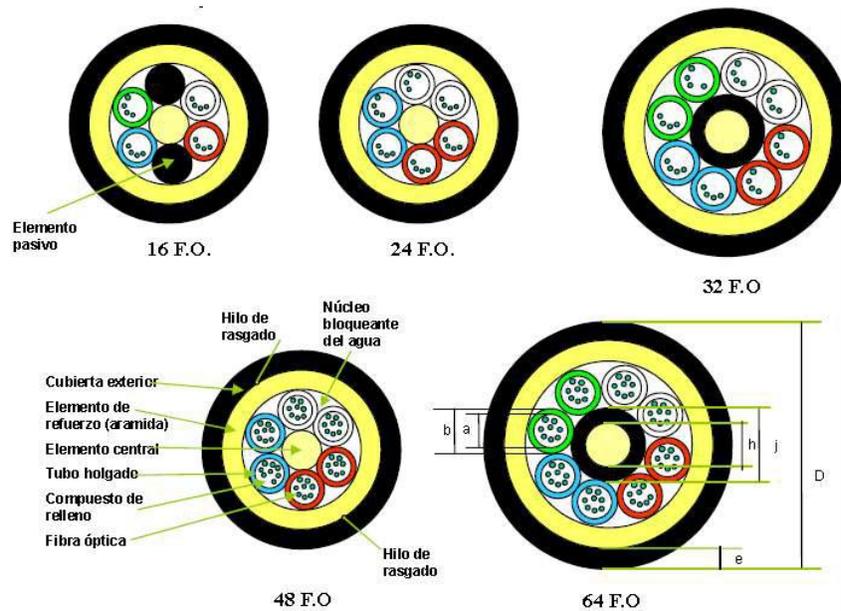


Figura 43 Características del cable de Fibra Óptica

Fuente: WEGTRON

Las características de estos cables se ven en la siguiente tabla:

Tabla 6 Núcleo y revestimiento de la fibra óptica

Nº de fibras		16	24	32	48
Nº de micromódulos x fibras en cada micromódulo		4 x 4	6 x 4	8 x 4	6 x 8
Ø exterior del micromódulo	mm	0.95	0.95	0.95	1.2
Espesor cubierta exterior	mm	1.2			
Diámetro del cable	mm	7.6 ± 0.4			
Peso del cable	kg / km	45 ± (10 %)	45 ± (10 %)	47 ± (10 %)	49 ± (10%)

Fuente: WEGTRON

La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas.

Cada filamento consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor (plástico). Cuando la luz llega a una superficie que limita con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuanto mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, se habla entonces de reflexión interna total.

En el interior de una fibra óptica, la luz se va reflejando contra las paredes en ángulos muy abiertos, de tal forma que prácticamente avanza por su centro. De este modo, se pueden guiar las señales luminosas sin pérdidas por largas distancias.

4.1.2 FUNCIONAMIENTO

Se basa en transmitir por el núcleo de la fibra un haz de luz, tal que este no atraviese el revestimiento, sino que se refleje y se siga propagando. Esto se consigue si el índice de refracción del núcleo es mayor al índice de refracción del revestimiento, y también si el ángulo de incidencia es superior al ángulo límite.

Las diferentes trayectorias que puede seguir un haz de luz en el interior de una fibra se denominan modos de propagación. Y según el modo de propagación tendremos dos tipos de fibra óptica: multimodo y monomodo. (Alwayn, 2013)

4.1.3 VENTAJAS

- Una banda de paso muy ancha, lo que permite flujos muy elevados (del orden del GHz).
- Pequeño tamaño, por lo tanto, ocupa poco espacio.
- Gran ligereza, el peso es del orden de algunos gramos por kilómetro, lo que resulta unas nueve veces menos que el de un cable convencional.
- Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas, chisporroteo.
- Gran seguridad: la intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía lumínica en recepción, además, no irradia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad.
- No produce interferencias.
- Insensibilidad a las señales parásitas, lo que es una propiedad principalmente utilizada en los medios industriales fuertemente perturbados (por ejemplo, en los túneles del metro). Esta propiedad también permite la coexistencia por los mismos conductos de cables ópticos no metálicos con los cables de energía eléctrica.
- Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios. Puede proporcionar comunicaciones hasta los 70 km antes de que sea necesario regenerar la señal, además, puede extenderse a 150 km utilizando amplificadores láser.
- Gran resistencia mecánica, lo que facilita la instalación.
- Resistencia al calor, frío y corrosión.

- Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la reflectometría, lo que permite detectar rápidamente el lugar donde se hará la reparación de la avería, simplificando la labor de mantenimiento.
- Factores ambientales.

4.1.4 DESVENTAJAS

A pesar de las ventajas antes enumeradas, la fibra óptica presenta una serie de desventajas frente a otros medios de transmisión, siendo las más relevantes las siguientes:

- La alta fragilidad de las fibras.
- Necesidad de usar transmisores y receptores más costosos.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
- No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios.
- La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica-óptica.
- La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.
- No existen memorias ópticas.
- La fibra óptica no transmite energía eléctrica, esto limita su aplicación donde el terminal de recepción debe ser energizado desde una línea eléctrica. La energía debe proveerse por conductores separados.
- Las moléculas de hidrógeno pueden difundirse en las fibras de silicio y producir cambios en la atenuación. El agua corroe la superficie del vidrio y resulta ser el mecanismo más importante para el envejecimiento de la fibra óptica.
- Incipiente normativa internacional sobre algunos aspectos referentes a los parámetros de los componentes, calidad de la transmisión y pruebas.

4.2 TIPOS DE FIBRA OPTICA

4.2.1 FIBRA MULTIMODO

Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 2 km, es simple de diseñar y económico.

4.2.2 FIBRA MONOMODO

Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (10 Gbit/s).

4.2.3 TIPOS DE FIBRA OPTICA SEGÚN SU DISEÑO

De acuerdo a su diseño, existen dos tipos de cable de fibra óptica

4.2.3.1 CABLE DE ESTRUCTURA HOLGADA

Es un cable empleado tanto para exteriores como para interiores que consta de varios tubos de fibra rodeando un miembro central de refuerzo y provisto de una cubierta protectora. Cada tubo de fibra, de dos a tres milímetros de diámetro lleva varias fibras ópticas que descansan holgadamente en él. Los tubos pueden ser huecos o estar llenos de un gel hidrófugo que actúa como protector anti humedad impidiendo que el agua entre en la fibra. El tubo holgado aísla la fibra de las fuerzas mecánicas exteriores que se ejerzan sobre el cable.

Su núcleo se complementa con un elemento que le brinda resistencia a la tracción que bien puede ser de varilla flexible metálica o dieléctrica como elemento central o de hilaturas de Aramida o fibra de vidrio situadas periféricamente.

4.2.3.2 CABLE DE ESTRUCTURA AJUSTADA

Es un cable diseñado para instalaciones en el interior de los edificios, es más flexible y con un radio de curvatura más pequeño que el que tienen los cables de estructura holgada.

Contiene varias fibras con protección secundaria que rodean un miembro central de tracción, todo ello cubierto de una protección exterior. Cada fibra tiene una protección plástica extrusionada directamente sobre ella, hasta alcanzar un diámetro de 900 μm rodeando al recubrimiento de 250 μm de la fibra óptica. Esta protección plástica además de servir como protección adicional frente al entorno, también provee un soporte físico que serviría para reducir su costo de instalación al permitir reducir las bandejas de empalmes. (Wendler, 2011)

4.2.3.3 ELEMENTOS DE INTERCONEXION

Debido a la característica de limitación física en su fabricación, la instalación de la fibra óptica en la comunicación interurbana, que es la que alcanza las mayores distancias, conlleva a la utilización de varios tramos de fibras ópticas unidas. Debemos entonces considerar el elevado número de UNIONES (empalmes, acoples) que será necesario practicar, así como analizar la Transferencia de energía del fotoemisor a la fibra óptica y de esta al fotodetector. En este capítulo estudiaremos los dispositivos que actúan en zonas localizadas en los enlaces tales como acopladores, conectores así como también la técnica de empalmes.

- Acopladores: Dispositivos o técnicas cuya función es acoplar la máxima cantidad de la luz emitida a la fibra óptica portadora, o por otro lado, hacer que la luz que se propaga por la fibra sea radiada con máxima eficiencia desde allá al fotodetector.
- Conectores: Dispositivos mecánicos que permiten la conexión desmontable entre fibras ópticas.
- Empalmes: técnicas que tienen por objeto la conexión fija, permanente, entre fibras ópticas del mismo tipo.

4.2.3.4 ACOPLADORES

El acoplador perfecto supone no solo la ausencia de reflexiones en las superficies de transferencia, sino también un idéntico reparto de modos en ambos medios para evitar el efecto de mezcla modal.

En el acoplador lenticular, en la figura 4, se emplean lentes para acoplar la superficie de salida con la superficie de recepción. En la figura 4^a, se muestra un conector simétricamente estructurado con acoplamiento lenticular donde se utilizan sistemas reflectivos homogéneos, se consideran superficies para la salida de luz y recepción de igual tamaño.

En la estructura asimétrica del acoplamiento lenticular (figura 4b), se emplean sistemas reflectivos heterogéneos a los dos lados del plano de separación, considerando la superficie de salida de la luz y la de recepción de tamaño desigual.

Las pérdidas en el conector con acoplamiento lenticular son la mayoría de las veces claramente mayor que en el conector con acoplamiento frontal.

- **Acopladores Foto Emisor-Fibra Óptica**

El acoplamiento EMISOR-FIBRA transmisora es un empalme más fibra-fibra, idéntico en su realización a cualquier otro a lo largo de la ruta. Algunos fabricantes de componentes ofertan una serie de dispositivos emisores con fibra embutida de longitud en torno a un metro, especificando las características de esta.

- **Acopladores Diodos Laser-Fibra**

Requiere de gran exactitud, debido a la particular geometría del haz emitido, es decir hablamos de un pincel de luz mucho más fino que cualquier otro dispositivo y que presenta un lóbulo asimétrico.

En cuanto a la forma del haz se ha comprobado la mayor eficiencia obtenida con lentes cilíndricos que con lentes esféricos. El mejor sistema es de la monitorización de la potencia media emitida por el dispositivo, para lo cual se acopla en la parte opuesta a la prevista

emisión del chip otro tallo de fibra, con el fin de recoger la radiación que escapa a través del espejo posterior de la cavidad láser.

4.2.3.5 TRANSCEIVERS ELECTRO - OPTICO

Los transceivers o **Transceptores**, denominados también **Transductores**, son dispositivos que se encargan de transmitir una Potencia de un punto a otro, cambiando su estado, que en términos de fibra óptica convierte la información óptica a eléctrica.

En Redes y Telecomunicaciones es un dispositivo ligado a realizar funciones de Recepción de la señal de comunicación y además de la Transmisión de una nueva señal.

En el presente proyecto se emplearan transceivers de la marca Huawei, modelo: MXPD-243S 1,25 G-1310 y 10 kilómetros-SM-ESFP, monomodo solo núcleo SFP transceptor, clase 1 láser.

NOTA. - En los equipos de radioenlace Ceragon y RTN-620 de Huawei, se los utiliza en los puertos Gigabit Ethernet de 1000Mbps, como interface de entrada óptica y procesamiento eléctrico (digital).



Figura 44 Transceiver para conexión de pach cord

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica

Especificaciones

- 1,25 G-1310-10 kilómetros-SM-ESFP, solo 3,3 V Fuente de alimentación

Características

- Dos conectores LC
- Hasta velocidad de datos 1.25 Gbps
- Duplex receptáculo LC interfaz óptica compatible
- Single Fuente de alimentación 3,3 V función DDM implementado
- Calibración externa conectable en caliente
- Receptor Pérdida de la señal de salida de acoplamiento AC de señales PECL módulo de ID de serie de MOD (0-2)
- Clase Internacional 1 certificado de seguridad del láser transmisor desactivar la entrada de gama de temperaturas de funcionamiento: -10oC ~ +70 °C.
- Módulo WDM rango de temperatura de funcionamiento: 0 ~ 70 o la conformidad con RoHS.

Aplicación

- Gigabit Ethernet: En los puertos de radioenlaces RTN-620 de Huawei y Ceragon.
- Gigabit Fiber Channel
- Conmutador para cambiar la interfaz conmutada backplane solicitado

Normas que cumple

- Cumple con SFP MSA (INF-8074i)
- Compatible con la v9.3 SFF-8472
- Cumple con IEEE802.3z Gigabit Ethernet
- Cumple con la Recomendación UIT-T G.695
- Cumple con FC- v2.0 PI
- 1250Mbps velocidad de datos l funcionamiento paquete estándar l Industria de forma pequeño conectable (SFP)
- l Interfaz digital monitor de diagnóstico compatible con SFF-8472
- Conector LC Duplex l
- l solo 3.3 fuente de alimentación V

4.2.3.6 ACOPLADORES LED FIBRA ÓPTICA

Se usan tanto los lentes esféricos como los cilíndricos, estando acondicionados adecuadamente y bien tallados sobre la cara de la fibra. Para los diodos luminiscentes de superficies suele también acabar la fibra en forma de lente esférica o emplear un micro lentes adicionales. En este caso la eficiencia del acoplo se aumenta más de 4 veces, elevándolo desde el 2 ó 3% al 9 a 11%.

4.2.3.7 ACOPLADORES FIBRA ÓPTICA FOTODETECTOR

Se trata de la unión menos crítica del sistema de transmisión por la fibra óptica, la forma de recepción superficial de la energía por parte de los Fotodetectores puede contar con una gran área captadora con un Angulo de aceptación muy grande.

El conector podrá ser tan simple como un manguito ajustado sobre la capsula del fotodetector, que recibe en su interior el micro casquillo portador de la fibra, y lo sujeta una vez que entra en contacto la cara de la fibra con la ventana transparente de la capsula del fotodetector.



Figura 45 Acopladores de Fibra Óptica

Fuente: WEGTRON

4.2.3.8 TIPOS DE PULIDOS

Los extremos de la fibra necesitan un acabado específico en función de su forma de conexión. Los acabados más habituales son:

- **Plano:** Las fibras se terminan de forma plana perpendicular a su eje.
- **PC:** (Physical Contact) Las fibras son terminadas de forma convexa, poniendo en contacto los núcleos de ambas fibras. y se utiliza con las fibras MM y SM. Debido al acoplamiento de dos superficies planas, sus propiedades le hacen poco crítico en términos de pérdida de retorno. Sus valores típicos varían de 30 dB a 50 dB
- **SPC:** (Super PC) Similar al PC pero con un acabado más fino. Tiene menos pérdidas de retorno.
- **UPC:** (Ultra PC) Similar al anterior pero aún mejor.
- **Enhanced UPC:** Mejora del anterior para reducir las pérdidas de retorno.
- **APC:** (Angled PC) Similar al UPC pero con el plano de corte ligeramente inclinado. Proporciona unas pérdidas similares al Enhanced UPC. favorece el acoplamiento entre dos fibras en una superficie inclinada a 8 grados. Esto hace que las reflexiones de la transición de la luz no retornen al núcleo de la fibra, lo cual aumenta la pérdida de retorno a valores superiores a los 60 dB.

Este efecto sólo se da en las fibras SM, ya que las mismas poseen un núcleo lo suficientemente pequeño para que ese ángulo haga que el reflejo de la señal luminosa se realice hacia afuera de la fibra.

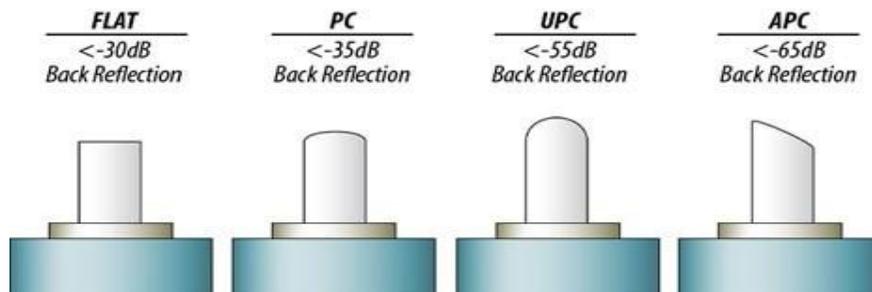


Figura 46 Tipos de Pulidos

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica

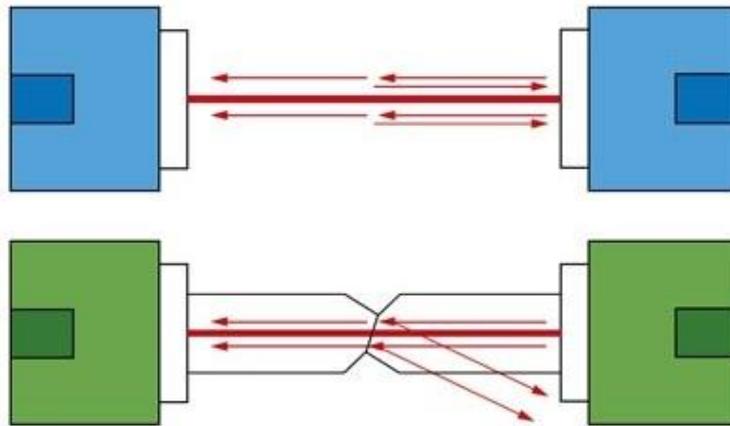


Figura 47. Conexión PC, APC (Se desecha los rayos reflejados)

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica

En los **conectores tipo E2000**, el pulido es del tipo APC.

En el gráfico, se pueden apreciar las características en los diferentes pulidos en los conectores de fibra óptica.

Aspectos mecánicos de los pulidos en los conectores de fibra óptica

En relación a las características de construcción, los cuerpos de los conectores E2000 y SC tienen un diámetro de 2,5 mm, mientras el diámetro de los cuerpos en los conectores LC es de 1,25 mm.



Figura 48 Tipos de conectores con pulidos

Fuente: Información obtenida de los cursos de fibra óptica en WEGTRON

Una característica propia del conector E2000 es su tapa shutter, para la protección del ferule.

Los otros dos modelos no poseen esa característica. Debido a la amplia aplicación de los conectores y la mayor escala de uso de los modelos SC y LC, ya existen adaptadores con shutter para estos modelos, los cuales ofrecen la misma protección y son compatibles con el estándar nativo.

Por otro lado, la extensa experiencia de servicio de Furukawa le permite afirmar que ese requisito (shutter) no constituye una diferencia relevante en términos de propiedades, ya que la adopción de buenas prácticas al momento de la instalación de los componentes ópticos es ya de por sí un factor crítico dentro del proceso. Sin embargo, en caso de que el shutter sea un requisito indispensable para el sistema que desea instalarse, existen soluciones para conectores SC con suéter integrado.

4.2.3.9 CONECTORES DE FIBRA OPTICA

La base física de un conector es simple, el problema está en la obtención de un factor de pérdida suficientemente bajo y que, además se mantenga estable frente a circunstancias ambientales.

Los requerimientos sobre conectores para guías de onda ópticas son:

- Montaje sencillo
- Forma constructiva estable
- Atenuación escasa
- Valores de atenuación reproducibles en inserciones repetidas
- Protección de las superficies frontales de la fibra.

Para realizar el montaje de los conectores, se rompe la fibra y se fija está en la espiga de contacto tal que la superficie de rotura constituye simultáneamente a la superficie del extremo de la fibra y por lo tanto la superficie de entrada o salida de la fibra óptica.

En materia de calidad cabe mencionar lo siguiente:

- Tipo de fibra (en el proceso de fabricación)
- Tolerancias del diámetro de la fibra
- Diámetro de la fibra

- Asimetría de la fibra
- Desviaciones en la apertura numérica

Hay que considerar que el adaptador es usado para hacer un alineamiento, fácil de desmontar, así como interface conector-conector.

Tipos de conectores de la fibra óptica:

- **FC**, que se usa en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
- **FDDI**, se usa para redes de fibra óptica.
- **LC y MT-Array** que se utilizan en transmisiones de alta densidad de datos.
- **SC y SC-Dúplex** se utilizan para la transmisión de datos.
- **ST o BFOC** se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad. (Wendler, 2011)



Figura 49 Tipos de Conectores

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica

4.2.4 CABLES DE FIBRA OPTICA

Un cable de fibra óptica está compuesto por un grupo de fibras ópticas por el cual se transmiten señales luminosas. Las fibras ópticas comparten su espacio con hiladuras de aramida que le confieren la necesaria resistencia a la tracción.

La “fibra óptica” no se suele emplear tal y como se obtiene tras su proceso de creación (tan sólo con el revestimiento primario), sino que hay que dotarla de más elementos de refuerzo

que permitan su instalación sin poner en riesgo al vidrio que la conforma. Es un proceso difícil de llevar a cabo, ya que el vidrio es quebradizo y poco dúctil. Además, la sección de la fibra es muy pequeña, por lo que la resistencia que ofrece a romperse es prácticamente nula. Es por tanto necesario protegerla mediante la estructura que denominamos cable.

4.2.4.1 FUNCIONES DEL CABLE

Las funciones del cable de fibra óptica son varias. Actúa como elemento de protección de la(s) fibra(s) óptica(s) que hay en su interior frente a daños y fracturas que puedan producirse tanto en el momento de su instalación como a lo largo de la vida útil de ésta. Además, proporciona suficiente consistencia mecánica para que pueda manejarse en las mismas condiciones de tracción, compresión, torsión y medioambientales que los cables de conductores. Para ello incorporan elementos de refuerzo y aislamiento frente al exterior.

4.2.4.2 EMPALME DE CABLE DE FIBRA OPTICA

Los empalmes son uniones fijas, que dan continuidad absoluta a la guía, en cuya operación deben contemplarse algunos aspectos:

- La atenuación de la luz, se afectara a la velocidad de señalización o a la distancia máxima de transmisión.
- La resistencia mecánica necesaria.
- Alineación óptima axial de la fibra.
- Protección contra el manipuleo y la posible desalineación mecánica.
- Asegura mínima reflexión y atenuación.
- Interface sellada para evitar contaminación
- Mínima separación entre fibra para evitar la dispersión

Técnicas de empalme: Los tipos de empalmes pueden ser:

- Empalme mecánico con el cual se pueden provocar pérdidas del orden de 0,5 dB.
El empalme mecánico.
- Empalme con pegamentos con el cual se pueden provocar pérdidas del orden de 0,2 dB.

- Empalme por fusión de arco eléctrico con el cual se logran pérdidas del orden de 0,02 dB.

Elementos estructurales

Los elementos estructurales no son cable y tienen como misión proporcionar el núcleo alrededor del cual se sustentan las fibras, ya sean trenzadas alrededor de él o dispersándose de forma paralela a él en ranuras practicadas sobre el elemento a tal efecto.

Elementos de refuerzo

Tienen por misión soportar la tracción a la que éste se ve sometido para que ninguna de sus fibras sufra una elongación superior a la permitida. También debe evitar posibles torsiones. Han de ser materiales flexibles, ya que se emplearán kilómetros de ellos han de tener un costo accesible. Se suelen utilizar materiales como el acero, Kevlar y la fibra de vidrio.

Funda

Por último, todo cable posee una funda, generalmente de plástico cuyo objetivo es proteger el núcleo que contiene el medio de transmisión frente a fenómenos externos a éste como son la temperatura, la humedad, el fuego, los golpes externos, etc. Dependiendo de para qué sea destinada la fibra, la composición de la funda variará. Por ejemplo, si va a ser instalada en canalizaciones de planta exterior, debido al peso y a la tracción bastará con un revestimiento de polietilenos extruidos.

Si el cable va a ser aéreo, donde sólo importa la tracción en el momento de la instalación nos preocupará más que la funda ofrezca resistencia a las heladas y al viento. Si va a ser enterrado, queremos una funda que, aunque sea más pesada, soporte golpes y aplastamientos externos. En el caso de las fibras submarinas la funda será una compleja superposición de varias capas con diversas funciones aislantes.

4.2.4.3 PÉRDIDAS EN LOS CABLES DE FIBRA OPTICA

A la pérdida de potencia a través del medio se conoce como Atenuación, es expresada en decibelios, con un valor positivo en dB, es causada por distintos motivos, como la

disminución en el ancho de banda del sistema, velocidad, eficiencia. La fibra de tipo multimodal, tiene mayor pérdida debido a que la onda luminosa se dispersa originado por las impurezas. Las principales causas de pérdida son:

4.2.4.3.1 PERDIDA POR ABSORSION

Ocurre cuando las impurezas en la fibra absorben la luz, y esta se convierte en energía calorífica; las pérdidas normales van de 1 a 1000 dB/km.

4.2.4.3.2 PERDIDA DE RAYLEIGH

En el momento de la manufactura de la fibra, existe un momento donde no es líquida ni sólida y la tensión aplicada durante el enfriamiento puede provocar microscópicas irregularidades que se quedan permanentemente; cuando los rayos de luz pasan por la fibra, estos se difractan haciendo que la luz vaya en diferentes direcciones.

4.2.4.3.3 DISPERSION CROMATICA

Esta dispersión sólo se observa en las fibras tipo unimodal, ocurre cuando los rayos de luz emitidos por la fuente y se propagan sobre el medio, no llegan al extremo opuesto en el mismo tiempo; esto se puede solucionar cambiando el emisor fuente.

4.2.4.3.4 PERDIDAS POR RADIACION

Estas pérdidas se presentan cuando la fibra sufre de dobleces, esto puede ocurrir en la instalación y variación en la trayectoria, cuando se presenta discontinuidad en el medio.

4.2.4.3.5 DISPERSION MODAL

Es la diferencia en los tiempos de propagación de los rayos

4.2.4.3.6 PERDIDAS POR ACOPLAMIENTO

Las pérdidas por acoplamiento se dan cuando existen uniones de fibra, se deben a problemas de alineamiento.

Dispersión intermodal: también conocida como dispersión modal, es causada por la diferencia en los tiempos de propagación de los rayos de luz que toman diferentes trayectorias por una

fibra. Este tipo de dispersión solo afecta a las fibras multimodo.

Dispersión cromática del material: esto es el resultado de las diferentes longitudes de onda de la luz que se propagan a distintas velocidades a través de un medio dado.

Dispersión cromática de la guía de onda: Es función del ancho de banda de la señal de información y la configuración de la guía generalmente es más pequeña que la dispersión anterior y por lo cual se puede despreciar.

4.2.4.4 PROCEDIMIENTO PARA EMPAMAR

Antes de hacer un empalme es necesario preparar la fibra removiendo la cubierta utilizando una técnica mecánica o química, dependiendo del material y de los requerimientos de la fuerza de empalme.

Como medida elemental las superficies de las caras a unir en el caso de los acoplos fibra- fibra, deben estar perfectamente planas, perpendiculares al eje de la fibra en cuestión y ausentes de suciedad u otros contaminantes. Para la obtención de las dos primeras cualidades se recurre a una herramienta especializada, diseñada para fracturar el cuerpo de fibra óptica por un plano de exfoliación natural que en función de las técnicas de fabricación tiende a ser normal al eje de colimación de la fibra.

En las técnicas de empalme, su realización requiere dos etapas (enfrentamiento y fijación) en forma análoga a las mecánicas, pero realizadas a partir de actuaciones diferentes. El empalme se caracteriza por:

Calidad

Se debe indicar el valor máximo de atenuación de los empalmes o en algunos casos el valor medio y la desviación Standard.

Numero

A lo largo de un tramo

Margen Para el Mantenimiento

30 a 40 años

Conector desmontable

Empalme de fibras Multimodo, tres formas de empalme:

- Pegamento
- Soldadura por fusión
- Enfrentamiento directo de las superficies convenientemente protegidas.

4.2.4.4.1 EMPALME DE FIBRAS MONOMODO

Con el empalme por fusión de fibras Monomodo se han logrado pérdidas medias en el empalme de 0.1dB con fibras bien adaptadas, usando alineamiento visual. La tensión superficial entre los extremos de las fibras durante la fusión produce cierta “auto alineación” que compensa parcialmente el desplazamiento transversal.

Se presentan dos tipos de empalmes:

1. En la misma fibra óptica, para unir dos tramos (Jumper de fibra óptica)
2. En la fibra óptica y con la mitad de un jumper de fibra óptica para terminación de la fibra óptica y poder conectarlo a un equipo final o bandeja ODF de cruzada intermedia antes del equipo final.

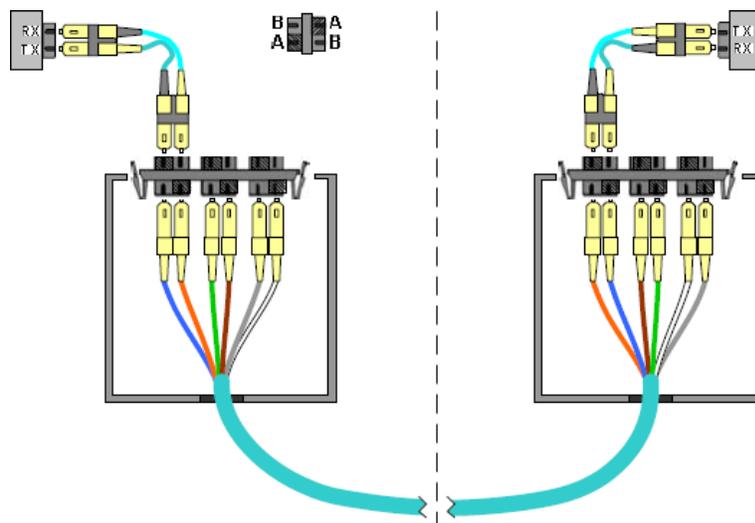


Figura 50. Terminales de Fibra Óptica

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica

Para la instalación de sistemas de fibra óptica es necesario utilizar técnicas y dispositivos de interconexión como empalmes y conectores.

4.2.4.4.2 TECNICAS DE EMPALME

Existen fundamentalmente 2 técnicas diferentes de empalme que se emplean para unir permanentemente entre sí fibras ópticas.

La primera es el empalme por fusión que actualmente se utiliza en gran escala, y la segunda el empalme mecánico.



Figura 51. Equipo de fusión y la manera de insertar el hilo de fibra óptica

Fuente: Información entregada por WEGTRON

4.2.4.4.3 EMPALME POR FUSION

Se realiza fundiendo el núcleo, siguiendo las etapas de:

- preparación y corte de los extremos (Cortadora de Fibra Óptica).

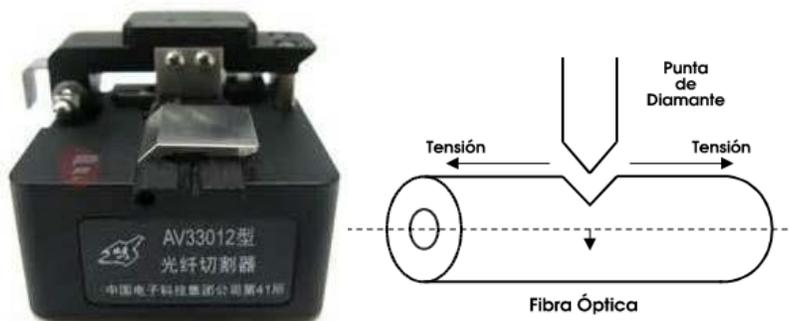


Figura 52. Equipo Cortadora en proceso de corte mediante el diamante de la cortadora

Fuente: <http://lafibraoptica Peru.com/historia-de-la-fibra-optica>

- alineamiento de las fibras: Se debe eliminar los defectos por: a) mal corte, b) Desalineamiento, c) burbujas del núcleo.



a) Mal cortada



b) Desalineamiento



c) Burbujas en el núcleo

Figura 53 Alineamiento de fibras después del cortado con la cortadora

Fuente: <http://lafibraoptica Peru.com/historia-de-la-fibra-optica>

- protección del empalme: Mediante termocontraible denominados capilares.



Figura 54 Protección del empalme o llamado también termocontraíble

Fuente: <http://lafibraoptica Peru.com/historia-de-la-fibra-optica>

- soldadura por fusión: a) Fibras preparadas, b) Profusión, c)Alineamiento, c) Fusión Inicial, d) Empalme final correcto.

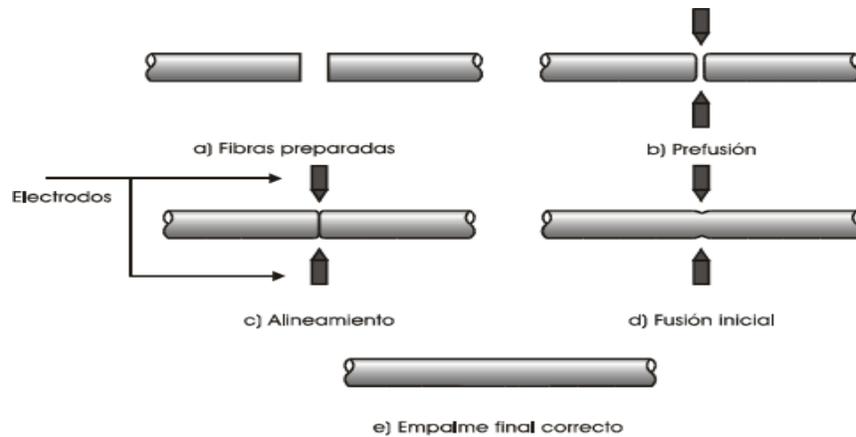


Figura 55. Etapas de fusión de fibra óptica

<http://lafibraoptica Peru.com/historia-de-la-fibra-optica>

4.3 SISTEMA WDM

Se diseñó para utilizar la capacidad de alta tasa de datos de la fibra óptica. Conceptualmente es la misma que FDM, excepto que involucra señales luminosas de muy altas frecuencias.

La idea es simple: se requieren combinar múltiples haces de luz dentro de una única luz en el multiplexor. Y el proceso inverso involucra la demultiplexación. Para combinar y dividirlos haces de luz se resuelve fácilmente mediante el uso de un prisma, cuyo trabajo es curvar el rayo de luz basándose en el ángulo de incidencia y la frecuencia.

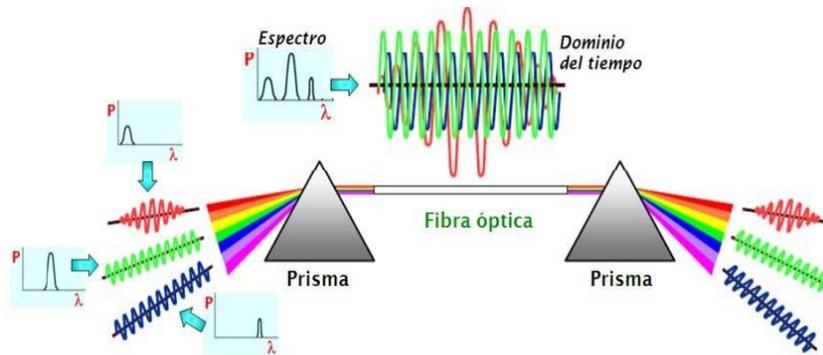


Figura 56. Proceso de Multiplicación / Demultiplexación óptica

Fuente: WEGTRON

Un sistema WDM se compone básicamente de un multiplexor y un demultiplexor ópticos.

- **Etapa de ingreso:** Las señales monocromáticas de diferentes λ ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \dots, \lambda_n$) son generadas por láseres y conducidas por n fibras ópticas hasta el multiplexor.
- **Etapa de Transmisión:** El multiplexor combina las señales que le llegan en una señal policromática que se envía a una sola fibra para su transmisión.
- **Etapa de Salida:** El de multiplexor para las diferentes λ de la señal policromástica para su correspondiente procesamiento.

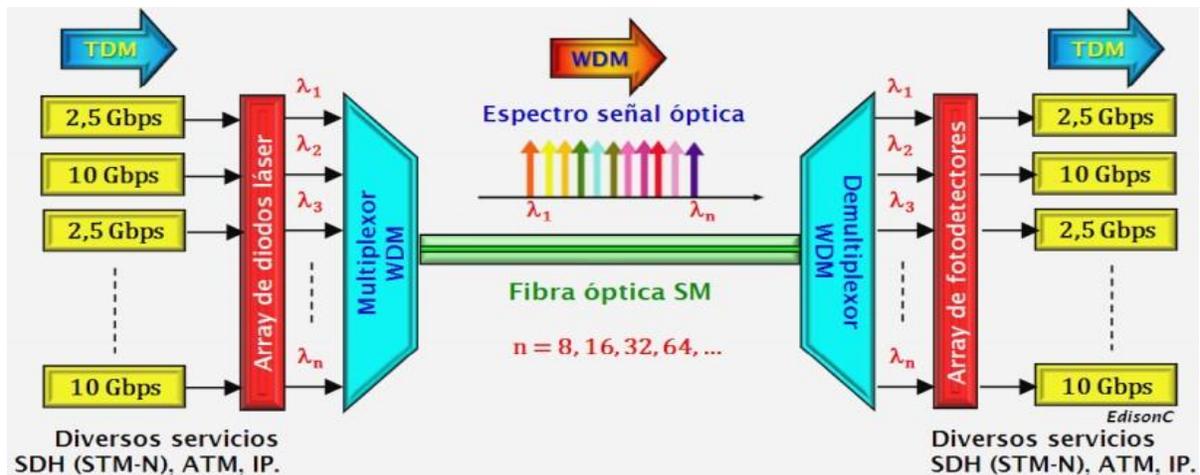


Figura 57. Proceso de Multiplexación/Demultiplexación Óptica

Fuente: WEGTRON

Con el tipo adecuado de fibra se dispone de un dispositivo que realiza ambas funciones a la vez, actuando como un multiplexor óptico de inserción/extracción (OADM).

4.3.1 TOPOLOGIA DWDM

DWDM: Se ha diseñado para aplicaciones en redes de transporte WAN con alcances de varios cientos de km sin regeneración.

CWDM: Para aplicaciones en redes de Acceso metropolitano como 10GbE, FTTH-PON, CATV y otros para sistemas de corto alcance, que cubre decenas de km sin amplificación.

Para ambos casos se imponen estrategias separadas. Según la necesidad, se dispone de topologías punto a punto, en anillo y malla. (Alwayn, 2013)

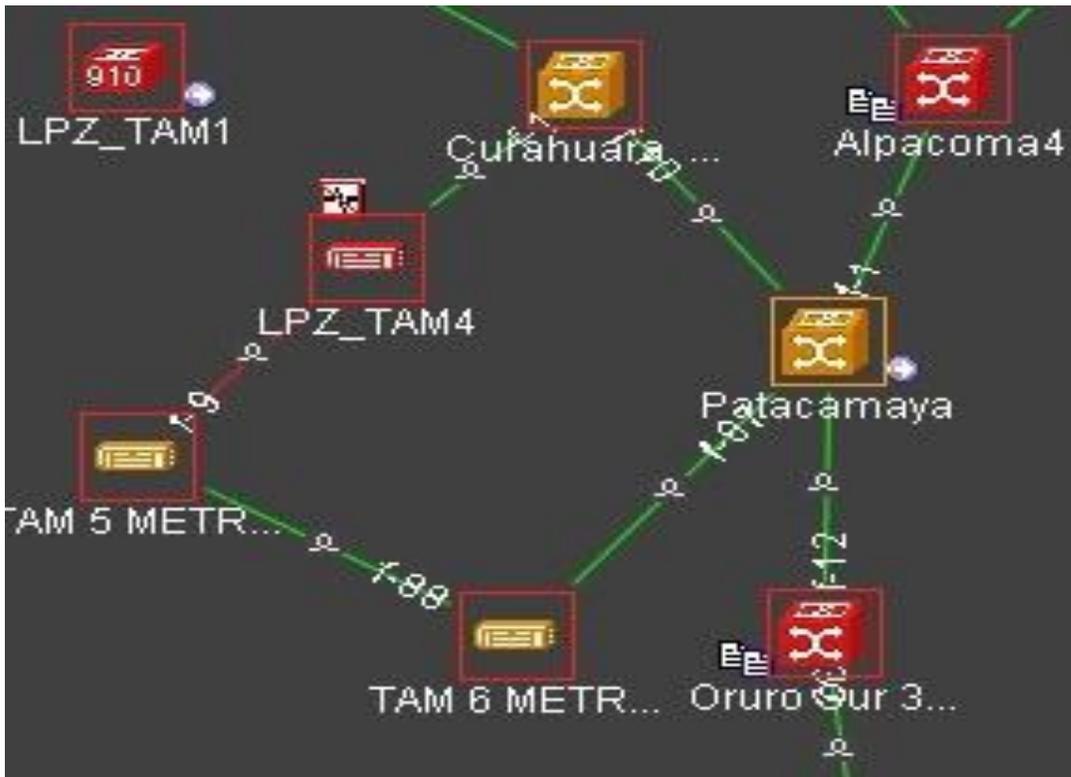


Figura 139. Conexión en Anillo de la red de fibra óptica

Fuente: STS BOLIVIA LTDA Conexión en anillo punto a punto desde la central de Alpacoma

En los OADM, se extraen y agregan λ 's y otras pasan y transparentemente. Las topologías en anillo permiten nodos OADM proporcionar acceso para conectar routers, switch o servidores, agregando o extrayendo canales en el dominio óptico.

En los esquemas de anillos bidireccionales, el tráfico viaja desde el nodo origen al nodo receptor por la ruta más directa. Se usan para redes SONET/SDH, en especial cuando se implementan con 4 fibras, ofreciendo una completa redundancia. (Wendler, 2011)

4.3.4 TOPOLOGIA EN MALLA

En topologías en Malla todos los nodos ópticos se interconectan entre sí. Se usan en redes de acceso metropolitano.

Requiere esquemas de protección con redundancia al sistema, tarjeta o fibra óptica. La redundancia en esta arquitectura emigrara a la redundancia por λ .

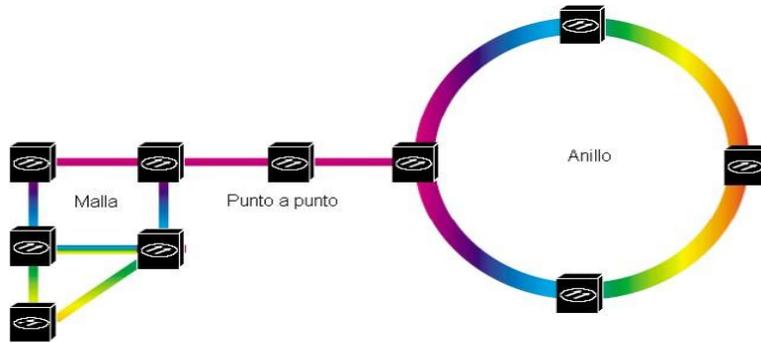


Figura 60. Red de fibra óptica de un anillo a nodo, a malla, finalmente terminal

Fuente: Información entregado por WEGTRON

La arquitectura en malla es el futuro de las arquitecturas en redes ópticas. Durante su despliegue, abarcará a los anillos y a las arquitecturas punto a punto, gracias a la introducción de los OXC (Optical Cross-Connects) y switches configurables, que en algunos casos reemplazarían y en otros complementarían a los dispositivos DWDM fijos según al tamaño de la red.

Debido a que la gente necesita comunicarse tanto a larga como a corta distancia, se vuelve importante el tamaño geográfico de las redes de comunicación de datos. Existen dos tamaños de red:

4.4 RED DE AREA LOCAL (LAN)

Conecta dos o más dispositivos de comunicación dentro de una corta distancia de modo que cualquier dispositivo de usuario en la red, tiene el potencial para comunicarse con cualquier otro dispositivo. Las redes de área local suelen ser intra organizacionales, privadas, administradas internamente y no sujetas a la regulación de instancias gubernamentales reguladoras.

4.5 RED DE AREA AMPLIA (WAN)

Una **red de área amplia**, o **WAN** (*Wide Area Network* en inglés), es una red de computadoras que une varias redes locales, aunque sus miembros no estén todos en una misma ubicación física. Muchas WAN son construidas por organizaciones o empresas para

su uso privado, otras son instaladas por los proveedores de internet (ISP) para proveer conexión a sus clientes.

Hoy en día, internet brinda conexiones de alta velocidad, de manera que un alto porcentaje de las redes WAN se basan en ese medio, reduciendo la necesidad de redes privadas WAN, mientras que las redes privadas virtuales que utilizan cifrado y otras técnicas para generar una red dedicada sobre comunicaciones en internet, aumentan continuamente.

Una definición de las redes WAN, en el término de aplicación de protocolos y conceptos de redes de ordenadores, sería: tecnologías de redes de ordenadores que se utilizan para transmitir datos a través de largas distancias, y entre las diferentes redes LAN, MAN y otras arquitecturas de redes de ordenadores localizadas. Esta distinción se debe al hecho de que las tecnologías LAN comunes que operan en la capa media (como Ethernet o Wifi) a menudo están orientados a redes localizadas físicamente, y por lo tanto no pueden transmitir datos a través de decenas, cientos o incluso miles de millas o kilómetros.

Las WAN no necesariamente tienen que estar conectadas a las LAN. Puede, por ejemplo, tener un esqueleto localizado de una tecnología WAN, que conecta diferentes LANs dentro de un campus. Esta podría ser la de facilitar las aplicaciones de ancho de banda más altas, o proporcionar una mejor funcionalidad para los usuarios. (Wendler, 2011)

Las tasas de transmisión han aumentado con el tiempo y seguirán aumentando. Alrededor de 1960 a 110 bits/s (bits por segundo) de la línea fue normal en el borde de la WAN, mientras que los enlaces centrales de 56 kbit/s a 64 kbit/s se consideraron "rápida". En este momento los hogares están conectados a Internet con ADSL o Fibra óptica a velocidades que van desde 1 Mbit/s hasta 300 Mbit/s y las conexiones en el núcleo de una WAN puede variar de 1 Gbit/s de 300 Gbit/s.

Recientemente con la proliferación del bajo coste de conexión a Internet muchas empresas y organizaciones han recurrido a las VPN para interconectar sus redes, creando una red WAN de esa manera.

4.5.1 VENTAJAS DE LA RED WAN

- Permite usar un software especial para que entre sus elementos de red coexistan mini y macrocomputadoras.
- No se limita a espacios geográficos determinados
- Ofrece una amplia gama de medios de transmisión, como los enlaces

4.5.2 DESVENTAJAS DE LA RED WAN

- Se deben emplear equipos con una gran capacidad de memoria, ya que este factor repercute directamente en la velocidad de acceso a la información.
- No destaca por la seguridad que ofrece a sus usuarios. Los virus y la eliminación de programas son dos de los males más comunes que sufre la red WAN.

4.6 MEDIDAS DE POTENCIA

Con la finalidad de certificar que un enlace de fibra óptica se encuentre bien instalado, se deben realizar medidas de atenuación, y pérdidas de retorno para establecer el balance de las pérdidas admisibles previstas. En este orden de ideas, se deben utilizar medidores de potencia óptica y reflectómetro ópticos (OTDR).

(Alwayn, 2013)

Los medidores de potencia óptica, poseen una fuente de luz, estable y con capacidad de emisión en las longitudes de ondas previstas en la instalación, y se caracterizan por convertir la luz que llega a una entrada fotosensible en una corriente eléctrica, la cual es proporcional a la potencia de la luz incidente. Luego se convierte al valor de corriente en unidades de dBm, y se muestra en un visor digital.

Puesto que la fotocorriente producida depende de la longitud de onda de la luz incidente, la sensibilidad del instrumento, y por lo tanto, su exactitud, es función de la longitud de onda de la luz que se mide. Muchos medidores de potencia óptica que se usan hoy en día se calibran a las longitudes de onda de 820nm, 1310nm, y 1550nm, porque éstas son las

longitudes de onda más comúnmente usadas en el mundo de las comunicaciones con fibra óptica.

El rango de operación del instrumento es la banda del espectro alrededor de las longitudes de onda donde se toleran los errores de medición. Por lo tanto, se debe considerar que los valores obtenidos en mediciones más allá de este espectro pueden diferir enormemente de los verdaderos.

El panel frontal del medidor de potencia óptica contiene una lente grande, en la cual por medio de un conector de fibra se aplica la luz a medir. Detrás de la lente, hay un sensor fotodiodo, que tiene un área mayor que el corte transversal de la fibra óptica conectada en el medidor. Esto permite al instrumento interceptar casi toda la luz emitida por la fibra.



Figura 61. Modelo de un refractómetro

<http://lafibraoptica Peru.com/historia-de-la-fibra-optica>

Las señales detectadas por la etapa foto detectora de avalancha del OTDR permite trazar una gráfica de la señal recibida vs el pulso inyectado en la fibra y con ello determinar el final de la misma.

4.7 CONEXIÓN DE SDH EQUIPOS HUAWEI OPTIX OSN 3506

Complementamos con un pequeño concepto de cómo está constituida la fibra óptica, el

modo en el que trabaja, sus conectores, acopladores, transceivers, podemos introducirnos a los equipos de multiplicaciones de tributarios ópticos, que se usan en Anillos Ópticos Nacionales

El nombre completo de equipo de sistema de transmisión óptica OptiX OSN con los modelos 1500 / 2500 / 3500/3506 / 7500 “Inteligente”. Enseguida se le indicara la función de cada una de ellas:

- **OSN:** Nodo de Conmutación óptica
- **OSN 1500 / 2500:** Aplicación en el nivel de acceso a la red de transporte de metro y de la capa
- **OSN 3500:** Se aplica a la capa de convergencia de redes de transmisión de metro y capa central
- **OSN 7500:** Se aplica en la columna vertebral de la capa de red de área metropolitana
- **Sub-rack de construcción:** En la misma se encuentran Interfaces, unidades auxiliares, slot PIU, Slot de Servicios, Slots SCC, Slot de Cross conexions, Área de enrutamiento de fibra.

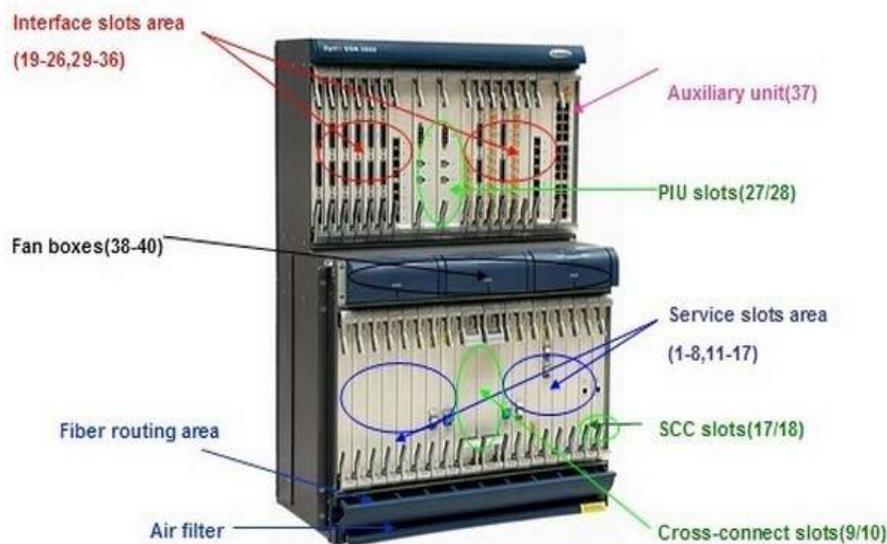


Figura 62. Equipo Mux SDH 3500

<http://lafibraoptica.com/historia-de-la-fibra-optica>

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En el momento cuando se firma el compromiso de realizar el mantenimiento preventivo, correctivo, proactivo, atención de emergencia de corte total y corte parcial de la red de fibra óptica TELECEL a nivel Bolivia, queda bajo la responsabilidad de la empresa contratista. Según el siguiente compromiso que se firma en los anexos, el personal técnico de mantenimiento deberá estar pendiente las 24 horas al día, 7 días de la semana y 365 días al año, hasta la culminación del contrato.

Sabiendo que la red de fibra óptica debe de estar activo las 24 horas. Es la razón de suma importancia cumplir con los protocolos de mantenimiento preventivo, proactivo y correctivo con el fin de reducir la probabilidad de fallas de los servicios o la degradación de la calidad de servicio.

Para ello se establece los cronogramas de mantenimiento por regiones y aprobado por el cliente los cuales deben de ser visitados cada tres meses, para la revisión del estado de la red, para tener una red de fibra óptica estable, hay punto donde se hallarán críticos el cual se programará la intervención correspondiente.

Los protocolos de mantenimiento que se plantearon son pasos a seguir para realizar un mejor diagnóstico de la red de fibra óptica, bajo una certificación constante sobre el estado de mantenimiento de cada tramo.

Las certificaciones se realizan con equipos autorizados como ser el OTDR para medidas ópticas de sección y Power metter para medidas de potencia. De esa manera se detecta los puntos críticos, el cual se debe de plasmar en un documento con la sugerencia de mejora en las zonas afectas.

Para una atención de emergencia o mantenimiento se requiere tener una buena organización en la cuadrilla antes de comenzar cualquier trabajo. Se debe de planificar adecuadamente los pasos a seguir (emplazamiento de la línea de suspensión y de la línea de seguridad, equipo de trabajo a emplear, medios de protección a utilizar, etc.) tanto por la seguridad del personal como ante la posible actuación de los equipos de socorro y emergencia.

5.2 RECOMENDACIONES

La empresa subcontratista deberá contar con la parte logística como ser: Vehículos 4x4 en buenas condiciones para cubrir en los lugares de difícil acceso en especial en temporadas de lluvias. Para que la atención de emergencia de fibra óptica sea inmediata y no se vea perjudicado la red de fibra óptica.

La cuadrilla a cargo debe contar con los equipos en buenas condiciones, material ferretero de planta externa adecuado, seguridad industrial, herramientas y material de limpieza para fusiones.

Es importante, el personal técnico deberá tener conocimiento fundamental de la teoría de la fibra óptica, experiencia en el área de mantenimiento, manejo de los equipos, uso de la seguridad industrial.

Es importante tener capacitaciones sobre los avances tecnológicos constantes que se viven actualmente, conocimiento en redes y otros.

Los cortes de servicio de fibra óptica se deberán de restablecer en menor tiempo posible según el contrato (2, 4,6 horas de reposición), caso contrario, se recibirá una multa por parte del ATT.

Todos los Equipos de Protección Individual y elementos auxiliares que se empleen deben estar homologados por el fabricante y deben llevar el **ISO correspondiente**. No serán válidos para su uso y por tanto estarán expresamente prohibidos, aquellos equipos de protección individual y elementos auxiliares que no cumplan esta condición. Revisar siempre antes y después de realizar el trabajo los equipos de protección, en especial se verificará la ausencia de roturas desgarros, cortes o grietas en el arnés de seguridad, cabo de anclaje doble, cuerdas y escalera.

En temas de condiciones climáticas críticos, No se inicia ningún trabajo, o se suspende en caso de atención de emergencia, como ser en condiciones climatológicas adversas: precipitaciones, fuerte viento o tormenta eléctrica. Previo conocimiento a los sus superiores.

Los trabajos en postes para el tendido, empalme y reparación de fibra óptica, determina un número muy importante de accidentes laborales, muchos de ellos de carácter muy grave, por lo que sin duda constituye uno de los trabajos más típicos y críticos.

En estos trabajos hay implicados, además, un conjunto de tareas complementarias como son las operaciones de transporte, el manejo de herramientas y objetos.

En cuanto al manejo de herramientas ocasionan variados accidentes derivados de la utilización de herramientas en mal estado, incorrectamente o no asociadas con sus correspondientes elementos de protección.

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD LABORAL

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD EN RELACION A LA ACTIVIDAD LABORAL

Análisis de la actividad del postulante en relación a las exigencias y requerimientos que le planteo la sociedad y las respuestas generadas a partir de la propia actividad laboral.

¿Cómo el trabajo desempeñado le ayudo a desarrollar su capacidad de resolver y anticiparse a problemas?

Gracias a la experiencia de los años de trabajo en las diferentes empresas se realiza un diagnóstico de los equipos, realizando un monitoreo constante de los equipos instalados mediante el servidor NOC que nos proporciona información del estado de acontecimientos que sucedieron en un determinado tiempo en las diferentes estaciones de repetidoras televisivas.

¿Qué conocimientos y destrezas le fueron exigidos?

Se exigió el conocimiento teórico – práctico en las áreas de telecomunicaciones satelitales, redes LAN, WLAN, Energía, Teoría de Control, Líneas de Transmisión y Antenas, y otras que se impartieron durante la formación académica.

¿Qué desafíos éticos afronto?

Carácter y confianza en las decisiones tomadas en cada una de los trabajos encomendados, ya que el cargo desempeñado nos permite estar en el sitio donde se ejecuta el proyecto y es el pilar fundamental para la toma de decisiones de la empresa.

¿Qué problemas le supuso el manejo de recursos humanos, materiales y técnicos en el trabajo desarrollado y como los resolvió?

Uno de los problemas más recurrentes es que el personal de las empresas adjudicadas para la ejecución del proyecto siempre argumenta tener la razón o justificar alguna observación

que se halló sobre el trabajo.

La falta de materiales para los trabajos realizados que causan retrasos en los plazos establecidos y un problema técnico fue la falla de equipos y la distancia que se tiene que recorrer para su reposición.

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD EN RELACIÓN A LA FORMACIÓN RECIBIDA EN LA FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA UMSA.

Análisis de la actividad en relación a la formación recibida en la Facultad de Tecnología de la UMSA.

¿Qué exigencias a nivel de conocimientos, destrezas y actividades éticas le planteo el desempeño laboral y que no fueron previstas en su Plan de Estudios?

Prácticas de laboratorio que enfrente temas reales de trabajo, realizar simulación con software con datos obtenidos en campo, realización de prospecciones técnicas, manejo de personal.

¿Qué elementos de la formación recibida en la Facultad de Tecnología de la UMSA han sido más útiles y cuáles menos?

Se rescata todos los conocimientos teóricos, prácticos recibidos durante la formación académica y se adecuan según el trabajo que se desempeñe en su área. Se debe reforzar el tema del idioma Ingle ya que a nivel tecnológico es parte fundamental de profesional.

¿Cómo considera el perfil profesional desarrollado en su Carrera respecto a los requerimientos del medio?

Debe ser mejorado y adaptado a condiciones reales que cumplan con lo requerido por las empresas.

Propuestas de conceptos, elementos, acciones, contenidos, etc., que deberían ser considerados o introducidos en el Plan de estudios de su Carrera.

Adecuar más laboratorios como en las materias de Telecomunicaciones, satelital, líneas de transmisión, control y llevarlos a casos reales.

Considerando los cambios producidos en las últimas décadas y de su propia experiencia, ¿Cómo prevé que será el desempeño profesional en el nuevo siglo?

Tener más capacitación y actualizar la formación en un área específica para el desempeño de las funciones en las actividades a desarrollar. Ya que el avance tecnológico avanza a pasos grandes y el mercado laboral tiende a ser reducido por el gran número de profesionales que hay en el medio.

BIOGRAFIA

LIBROS Y MANUALES CONSULTADOS

1. BROADCAST, M. (2017). **PLAN DE DESPLIEGUE DE UNA RED DE UNA RED DE FIBRA OPTICA**. MADRID: MAS MOVIL BROADCAST.
2. JOE, W. (2011). **THE LIGH BRIGADE, CERTIFIED FIBER TO THE HOME PROFESIONAL**. WASHINGTON: MANUAL DE INSTRUCCIONES.
3. VIVEK ALWAYN, (2013) **OPTICAL NETWORK DESIGN AND IMPLEMENTATION**.USA: CISCO.
4. SEO,KOJI, NISHIMURA, NAOYA Y OTROS (2003) **EVALUACTION OF HIGH POWER ENDURANCE IN OPTICAL FIBER LINKS**. FURUKAWA REVIEWS (EN INGLES) ISSN (1348-1797).
5. ING. LEOPOLDO RENE YILLARREAL JIMENEZ (1997) **SISTEMAS DE COMUNICACION A TRAVES DE FIBRAS OPTICAS**. SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L
6. DIAZ DE SANTO (2005) **COMUNICACIONES ÓPTICAS, CONCEPTOS ESENCIALES Y RESOLUCION DE EJERCICIOS** ESPAÑA BOQUERA
7. MARIA ESTELA RAFFINO (2019) **CONCEPTO FIBRA OPTICA**. ULTIMA EDICION <https://concepto.de/fibra-optica/>.
8. WILKIPEDIA, **FIBRA OPTICA**,
https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_óptica
9. STS BOLIVIA LTDA (2018) **SOCIEDAD DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS** <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=sts+bolivia+ltda>
10. SIMINARIO 2018, **MANTENIMIENTO EN FIFRA OPTICA**. SRL.COCHABAMBA

ANEXO

FUSIONADORA FUJIKURA, FUSIONA CON 0.01 dB



Figura 63. Equipo Fusionadora con pérdida de 0.01 dB

Fuente: STS BOLIVIA LTDA

ANEXO 2

TRAMO VILLA TUNARI – INIRGARZAMA Y SUS DERIVACIONES (KMZ EN GOOGLE HEART)

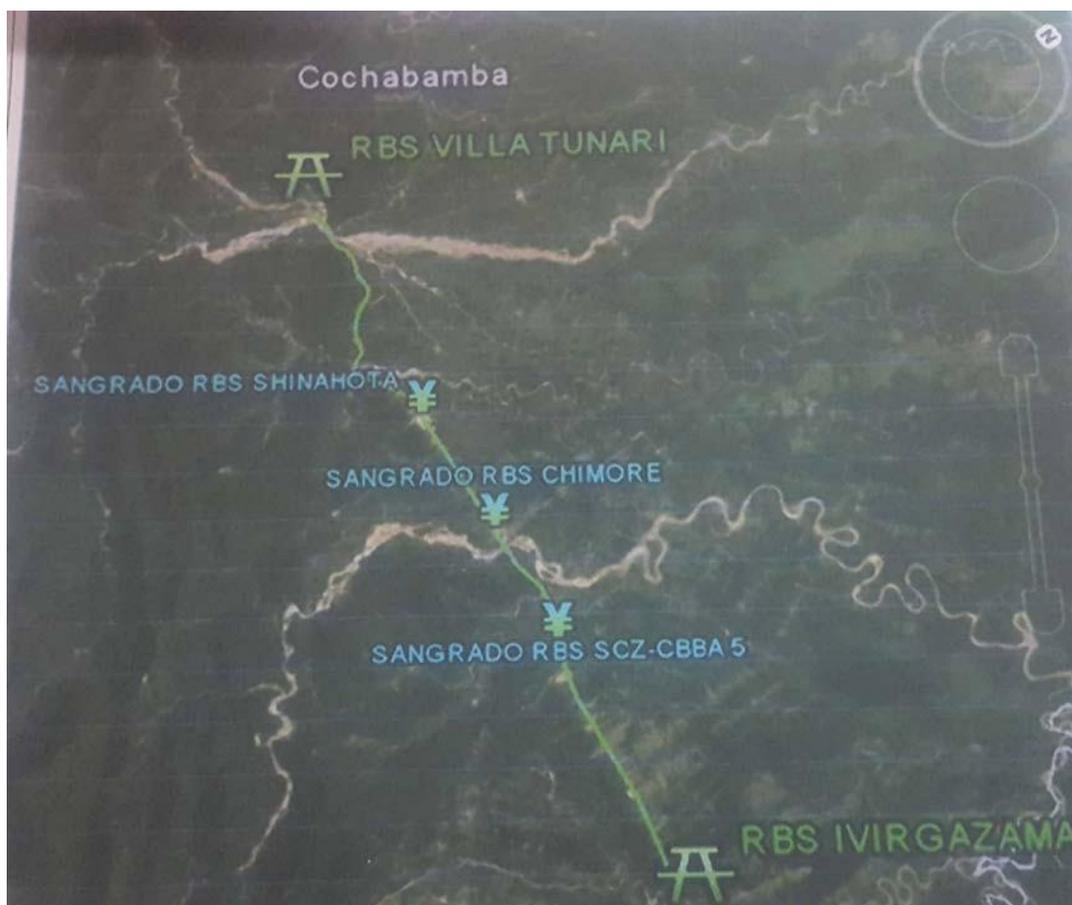


Figura 64. Red de fibra óptica Cochabamba

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, enlaces en Google Eart

ANEXO 3

FOTOGRAFIA DEL 1ER CONGRESO 2018 NACIONAL STS COCHABAMBA



Figura 65. Seminario de capacitación al personal de STS

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, asistencia al seminario de información en la ciudad de Cochabamba



Figura 66. Fotografía del personal de mantenimiento de las 9 regiones y sub centros

Fuente: STS BOLIVIA LTDA, Cuadro fotográfico después del seminario en la ciudad de Cochabamba