



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

ESCUELA DE POSGRADO



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA – SISTEMAS

UNIDAD DE POSGRADO

TESIS

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
CARACTERIZACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN LA RED
DE LA REGIÓN CUSCO EN LA EMPRESA TELSAT
S.R.L.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
GESTIÓN DE RECURSOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

**PRESENTADO POR:
BACH: VICTOR VILA ZÚÑIGA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN:
CIENCIAS DE INGENIERÍA**

**MENCIÓN:
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y
COMUNICACIÓN**

HUANCAMELICA – PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DEHUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA – SISTEMA

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL

Ante el jurado conformado por los docentes: Dr. ROJAS BUJAICO Rafael Wilfredo, Mg. RAMOS LAPA Everth Manuel y Dr. ROSARIO VILLARREAL Marco Aurelio.

Asesora: Mg. MARIÑO ARROYO Janeth Bertha

De conformidad al Reglamento Único de Grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica; aprobado mediante Resolución N°330-2019-CU-UNH y modificado con Resolución N°0552-2021-CU-UNH.

El candidato al GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE INGENIERÍA; MENCIÓN EN: GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.

Don, Víctor VILA ZUÑIGA, procedió a sustentar su trabajo de investigación titulado: AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN LA RED DE LA REGIÓN CUSCO EN LA EMPRESA TELSAT S.R.L.

Mediante Resolución

Resolución Directoral N° 1081-2021-EPG-R/UNH, se fija la hora y fecha para el acto de sustentación de la Tesis.

Luego, de haber absuelto las preguntas que le fueron formulados por los Miembros del Jurado, se diopor concluido el ACTO de sustentación de forma síncrona, realizándose la deliberación, calificación y resultando:

Aprobado

☒

Con el calificativo:

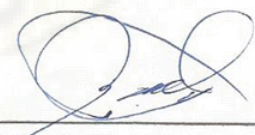
Por: ...**MAYORIA**.....

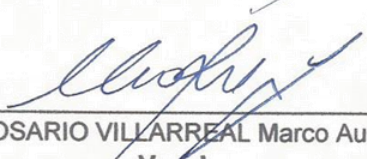
Desaprobado

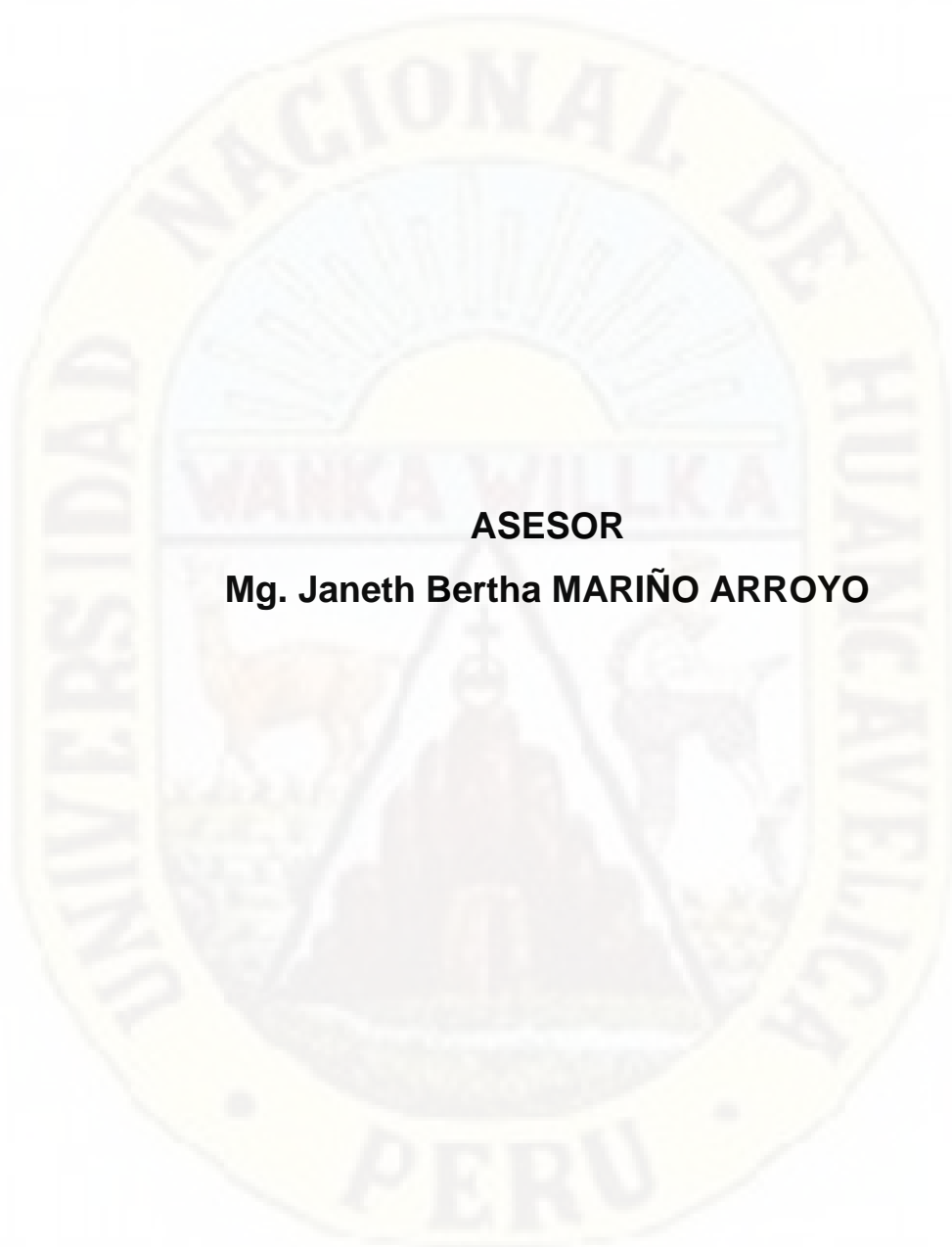
☐

Y para constancia se extiende la presente ACTA DE SUSTENTACIÓN, en la ciudad de Pampas a los veintinueve días del mes de setiembre del año 2021.


Dr. ROJAS BUJAICO Rafael Wilfredo
Presidente

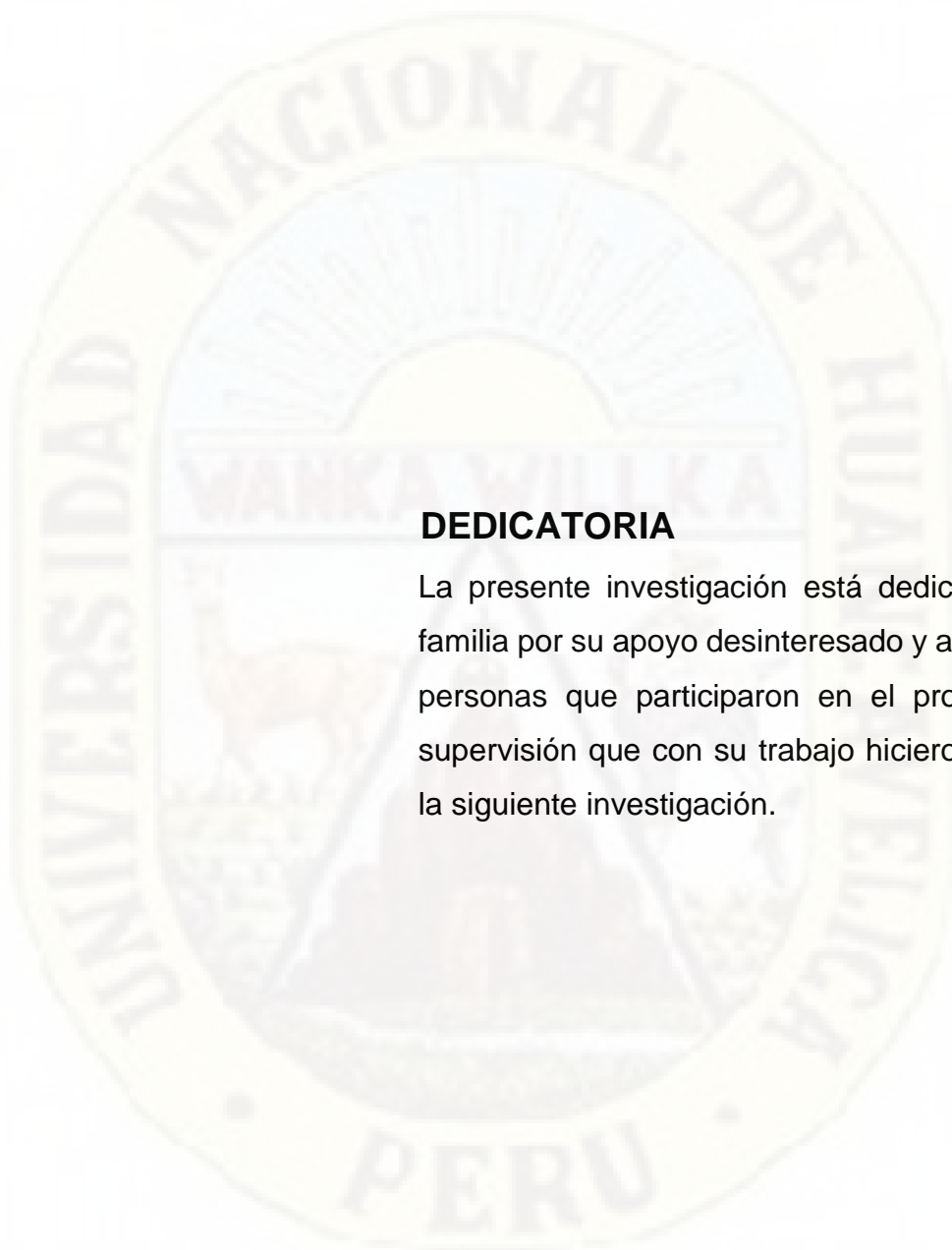

Mg. RAMOS LAPA Everth Manuel
Secretario


Dr. ROSARIO VILLARREAL Marco Aurelio
Vocal



ASESOR

Mg. Janeth Bertha MARIÑO ARROYO



DEDICATORIA

La presente investigación está dedicado a mi familia por su apoyo desinteresado y a todas las personas que participaron en el proyecto de supervisión que con su trabajo hicieron posible la siguiente investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea la automatización con el objetivo de determinar su influencia en la reducción del tiempo y los costos en el proceso de caracterización de la fibra óptica en el Área de Supervisión de Proyectos de la empresa TELSAT S.R.L.

La investigación nació de las serias deficiencias en la ejecución de supervisión de proyectos en telecomunicaciones dentro del Área de Supervisión de Proyectos, las cuales incrementaban los costos operativos dentro de la empresa, siendo la contratación de personal adicional y las penalidades que incurría la empresa por falta de entrega de los resultados dentro de los plazos establecidos.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, primeramente, se realizó la recolección y análisis detallado de estado actual del proceso, luego se realizó el modelado del proceso con la herramienta Bizagi Process Modeler, posteriormente se identificaron las actividades críticas y con posibilidades de ser automatizadas, una vez identificadas las actividades se procedió a su automatización utilizando para ello los lenguajes de programación VBA y C++. La presente investigación es de tipo aplicada, con un diseño preexperimental, siendo la muestra 43 entregables (formatos F1, F2 y F3; y reporte fotográfico) que corresponden a los tramos de fibra óptica caracterizados, para la recolección de datos se realizó a través de fichas de control.

La automatización influyó positivamente en el proceso de caracterización de la fibra óptica, la cual se evidenció en la reducción del tiempo en un 82%; el costo en un 90% en promedio respecto al proceso antes de la automatización.

Palabras clave: caracterización de la fibra óptica, automatización, costos, tiempo, VBA y C++ y Bizagi Process Modeler.

ABSTRACT

This research work focused on the study of the application of information technologies in automation with the purpose of reducing time and costs in the process of characterization of optical fiber in the Project Supervision Area of the company TELSAT SRL

The investigation originates from the serious deficiencies in the execution of telecommunications project supervision within the Project Supervision Area, which increased operating costs within the company, being the hiring of additional personnel and the penalties incurred by the company for lack of delivery of the results within the established deadlines.

For the development of this research work, first, the collection and detailed analysis of the current state of the process was carried out, then the process was modeled with the Bizagi Process Modeler tool, later the critical activities were identified and with the possibility of being automated, once the activities had been identified, they were automated using the VBA and C ++ programming languages.

The present investigation is of an applied type, with a pre-experimental design, The sample being 43 deliverables (F1, F2 and F3 formats; and photographic report) that correspond to the characterized fiber optic sections, data collection was carried out through control cards.

The automation positively influenced the characterization process of the optical fiber, which was evidenced in the reduction of time by 82%; the cost by 90% on average compared to the process before automation.

Keywords: fiber optic characterization, automation, costs, time, VBA and C ++ and Bizagi Process Modeler.

INDICE

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	xix
CAPITULO I	21
EL PROBLEMA.....	21
1.1. Planteamiento del problema.....	21
1.2. Formulación del problema.....	29
1.2.1. Problema General.....	29
1.2.2. Problemas Específicos	29
1.3. Objetivos de la Investigación.....	30
1.3.1. Objetivo general.....	30
1.3.2. Objetivos específicos	30
1.4. Justificación del estudio	30
CAPITULO II	32
MARCO TEÓRICO	32
2.1. Antecedentes de la investigación	32
2.2. Bases teóricas.....	39
2.2.1. Procesos.....	39
2.2.1.1. Clasificación de los procesos	39
2.2.2. Automatización de procesos.....	41
2.2.2.1. Etapas de la automatización de procesos.....	41
2.2.2.2. Beneficios de la automatización de procesos	42
2.2.3. Caracterización de la fibra óptica.....	43
2.2.3.1. Medición de la pérdida de potencia o atenuación total (OLTS)	44
2.2.3.2. Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo (OTDR)	47
2.2.3.3. Analizador de PMD/CD	67
2.2.4. ISO/IEC 25023:2016.....	73
2.2.4.1. Modelo de Calidad	73

2.2.4.2. Métricas de calidad del producto software (Calidad interna y externa) - ISO/IEC 25023	79
2.2.5. Modelado y automatización del proceso de caracterización de la fibra óptica	81
2.2.5.1. Modelación del proceso de caracterización de la fibra óptica en el Área de Supervisión de Proyectos.....	81
2.2.5.2. Análisis del proceso de caracterización de la fibra óptica	84
2.2.5.3. Ficha del levantamiento del proceso.....	85
2.2.5.4. Modelado del proceso de caracterización de la fibra óptica	89
2.2.6. Identificación de las actividades con posibilidades de la automatización.....	91
2.2.7. Análisis costo – beneficio de las actividades a automatizar....	92
2.2.8. Descripción de las tareas a automatizar dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica	95
2.2.8.1. Elabora formato F2	95
2.2.8.2. Elabora reporte fotográfico.....	97
2.2.8.3. Elabora reporte para Plataforma	99
2.2.8.4. Elabora cuadro de resultados observaciones de la caracterización	101
2.2.9. Implementación de la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica.....	103
2.2.9.1. Automatización para generar el formato F2 (Generador F2)	103
2.2.9.2. Automatización para generar el reporte fotográfico .	112
2.2.9.3. Automatización para generar el reporte para Plataforma	120
2.2.9.4. Automatización para generar cuadro de resultados observaciones de la caracterización	122
2.3. Formulación de hipótesis.....	126
2.3.1. Hipótesis General	126

2.3.2. Hipótesis Específicas.....	126
2.4. Definición de términos.....	127
2.5. Identificación de variables	128
2.6. Operacionalización de variables.....	128
CAPITULO III.....	130
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	130
3.1. Tipo de la investigación	130
3.2. Nivel de investigación.....	131
3.3. Métodos de investigación	131
3.4. Diseño de investigación	131
3.5. Población, muestra y muestreo	132
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	133
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	134
3.8. Descripción de la prueba de hipótesis.....	134
CAPITULO IV.....	136
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	136
4.1. Presentación e interpretación de datos	136
4.1.1. Análisis de variable independiente	136
4.1.2. Análisis de variables dependientes.....	138
4.2. Discusión de resultados	144
4.2.1. De la automatización del proceso de caracterización de la fibra óptica	144
4.2.2. De la reducción en el tiempo del proceso de caracterización de la fibra óptica	145
4.2.3. De la reducción en el costo del proceso de caracterización de la fibra óptica	145
4.3. Proceso de prueba de hipótesis	145
4.3.1. Prueba de hipótesis específicas	145
CONCLUSIONES	153
RECOMENDACIONES.....	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	155
ANEXOS.....	159

MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	160
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	162
ANEXO N° 1:FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO	162
ANEXO N° 2:FICHA DE REGISTRO DE CONTROL DE ELABORACIÓN DEL FORMATO F2.....	163
ANEXO N° 3:ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN DE LOS APLICATIVOS DESARROLLADOS.....	164
BASE DE DATOS DE DATOS.....	167
ANEXO N° 4:RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE LA CALIDAD DE LOS APLICATIVOS	167
ANEXO N° 5:RESULTADOS DEL TIEMPO NECESARIO EN LA GENERACIÓN DEL FORMATO F2.....	169
ANEXO N° 6:RESULTADOS DEL TIEMPO NECESARIO EN LA GENERACIÓN DEL REPORTE FOTOGRÁFICO	172
ANEXO N° 7:RESULTADOS SIMULACIÓN EN TIEMPO NECESARIO EN LA ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS F1, F2 Y F3, Y EL REPORTE FOTOGRAFICO EN FORMA MANUAL.....	175
ANEXO N° 8:RESULTADOS OBTENIDOS EN TIEMPO NECESARIO EN LA ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS F1, F2 Y F3, Y EL REPORTE FOTOGRAFICO DE FORMA AUTOMÁTICA	177
ANEXO N° 9:RESULTADOS DE SIMULACIÓN DE COSTOS POR ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS F1, F2 Y F3, Y EL REPORTE FOTOGRAFICO DE FORMA MANUAL.....	179
ANEXO N° 10:RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS COSTOS POR ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS F1, F2 Y F3, Y EL REPORTE FOTOGRAFICO DE FORMA AUTOMÁTICA	181
ANEXO N° 11:CRONOGRAMA DE SUPERVISIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA DE LA REGIÓN CUSCO	183
ANEXO N° 12:ESTADO DE LAS ACTIVIDADES ANTES Y DESPUÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA	185
CÓDIGO FUENTE DE LOS APLICATIVOS DESARROLLADOS.....	186

ANEXO N° 13:CÓDIGO FUENTE GENERADOR DE FORMATO F2	186
ANEXO N° 14:CÓDIGO FUENTE DE MENU PRINCIPAL	202
ANEXO N° 15:CÓDIGO FUENTE GENERADOR DE REPORTE FOTOGRAFICO.....	207
ANEXO N° 16:CÓDIGO FUENTE IMGSIKER	213
ANEXO N° 17:CÓDIGO DE GENERADOR DE REPORTE PARA PLATAFORMA.....	215
ANEXO N° 18:CÓDIGO GENERADOR DE CUADRO DE OBSERVACIONES	219
ANEXO N° 19:DIAGRAMA DE LA RED DE TRANSPORTE, NODOS E INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE – REGIÓN CUSCO	223
ANEXO N° 20:VISTA EXTERIOR DE INFRAESTRUCTURA NODO ÓPTICO PAMPAMARCA	224
ANEXO N° 21:SALA DE EQUIPOS EN NODO ÓPTICO LIMATAMBO	225
ANEXO N° 22:GABINETE DE ODF EN SALA DE EQUIPOS NODO ÓPTICO LIMATAMBO	226
ANEXO N° 23:BANDEJA DE ODF EN BANDEJA DE ODF EN NODO ÓPTICO LIMATAMBO	227
ANEXO N° 24:PUNTO DE DERIVACIÓN CUS – 01 – 02, CAJA DE EMPALME O MUFA Y RESERVA DE FIBRA ÓPTICA	228

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Nivel de cumplimiento alcanzado dentro del plazo de supervisión	24
Figura 2: Nivel de cumplimiento alcanzado dentro del plazo de estudio de ingeniería.	24
Figura 3: Montos totales por penalidades por incumplimiento.	25
Figura 4: Cantidad de personal planificado y adicional para la culminación del proyecto.	27
Figura 5: Costo en contratación de personal para la culminación del proyecto.	27
Figura 6: Cantidad de personal planificado y adicional para la culminación del proyecto.	28
Figura 7: Costo en contratación de personal para la culminación del proyecto.	28
Figura 8: Costo total en contratación de personal adicional por proyecto....	29
Figura 9: Conexión para la referenciación de la medición de la pérdida de potencia o atenuación total.	45
Figura 10: Conexión para la medición de pérdida de potencia o atenuación total en la fibra óptica.	46
Figura 11: Medición de la atenuación total de la fibra óptica (-2.18 dB), el valor de la longitud de onda (1310 nm), la potencia de referenciación (-18.60 dBm).	47
Figura 12: Funcionamiento del OTDR	48
Figura 13: Diagrama de conexión del OTDR a la fibra de prueba	48
Figura 14: Traza del OTDR con la zona muerta y eventos encontrados en fibra de prueba.....	49
Figura 15: Traza típica de una medición con el equipo OTDR, en la figura se muestra los eventos que se encuentran en la fibra de prueba (conectores y empalme).....	51
Figura 16: Diagrama de eventos a través de iOLM de EXFO, se muestra un empalme y macrocurvatura.	52

Figura 17: Diagrama de eventos de VIAVI, se muestra empalmes, macrocurvatura, conectores y final de la fibra óptica.	52
Figura 18: Diagrama de eventos de ANRITSU, con su herramienta Fiber Visualizer, se muestra un empalme, una macrocurvatura y final de la fibra óptica.	53
Figura 19: Reflectancia del conector debido a la reflexión de la luz cuando se propaga sobre dos medios diferentes (fibra y aire).	54
Figura 20: Trazo del OTDR con los eventos encontrados en la fibra de prueba conectores (azul) y empalmes (verde).	55
Figura 21: Espectro de atenuación de fibra óptica.	56
Figura 22: Comparativa de la pérdida de una fibra óptica antigua contra una moderna.	57
Figura 23: Bandas de transmisión ITU para fibra óptica.	58
Figura 24: Vista a través del microscopio del extremo terminal de varios conectores.	60
Figura 25: Diferentes tipos de pulidos en los conectores.	61
Figura 26: Tipo de conexión de conectores según el pulido del conector.	61
Figura 27: Empalme por fusión de dos secciones de fibra óptica.	62
Figura 28: Empalme por fusión con dos secciones de fibra desalineados.	64
Figura 29: Pérdidas por empalmes de fusión según la diferencia de MFD entre las secciones de fibra.	64
Figura 30: Pérdida máxima por empalmes de fusión según su MFD.	65
Figura 31: Condiciones finales de la fibra con varios parámetros de empalme por fusión no optimizados.	65
Figura 32: Corte en los extremos de la fibra antes del empalme por fusión (el corte de la fibra debería ser recto o tener una inclinación menor a un grado).	66
Figura 33: Macrocurvaturas y microcurvaturas en una sección de la fibra óptica.	67
Figura 34: Pulsos de transmisión a 10Gbps en el inicio y después de cierta distancia y tiempo por efecto de la dispersión.	68
Figura 35: Dispersión y atenuación de los pulsos en la fibra óptica.	68

Figura 36: Dispersión y atenuación de los pulsos en la fibra óptica.....	69
Figura 37: Efecto de la dispersión cromática en la transmisión.	69
Figura 38: Pulsos con diferente longitud y su respectivo MDF que exceden el núcleo de la fibra.....	70
Figura 39: Dispersión cromática para una fibra monomodo, para una longitud de onda de 1310 es casi 0.....	70
Figura 40: Campos eléctrico y magnético perpendiculares entre sí de una onda electromagnética.....	71
Figura 41: Desfase de los campos eléctrico y magnético del pulso recibido.	72
Figura 42: Imperfecciones en la fibra óptica.	73
Figura 43: Estructura organizacional plateando para el proyecto de supervisión dentro del Área Supervisión de Proyectos de la empresa TELSAT S.R.L.....	83
Figura 44: Macroproceso de supervisión de campo y entrega de resultados.	84
Figura 45: Modelado del proceso AS IS del proceso caracterización de la fibra óptica dentro del Área de Supervisión de Proyectos de la empresa TELSAT S.R.L.....	90
Figura 46: Modelado del sub proceso de elaboración de actas de supervisión	91
Figura 47: Modelo de acta de supervisión formato F2.....	97
Figura 48: Reporte fotográfico del tramo de Tinta – San Pedro.....	98
Figura 49: Árbol de carpetas de fotografías del tramo Acopia - Sangarará.	99
Figura 50: Formato de reporte para Plataforma WEB.....	100
Figura 51: Plataforma WEB con tramos de fibra óptica caracterizados.	100
Figura 52: Cuadro de observaciones encontradas la caracterización de la fibra óptica.	102
Figura 53: Traza de un hilo del enlace de fibra óptica (Marangani - Huatapampa) usando el software FastReporter de EXFO.....	104
Figura 54: Traza de un hilo del enlace de fibra óptica (Huatapampa - Marangani) usando el software FastReporter de EXFO.	105

Figura 55: Traza de un hilo del enlace de fibra óptica en forma bidireccional (Marangani -Huatapampa), usando el software FastReporter de EXFO. ..	106
Figura 56: Interfaz del software FastReporter visualizando el tramo Echarate – Quebrada Honda usando los archivos de datos iOLM.....	107
Figura 57: Interfaz del software FastReporter para exportar los datos de los archivos iOLM según las plantillas definidas por EXFO.....	108
Figura 58: Interfaz del software Generador F2.	110
Figura 59: Lista desplegable con los nombres de los supervisores de campo responsables.....	110
Figura 60: Botón Generar Formato F2 para la selección de los archivos source1 y source2.....	111
Figura 61: Cuadro de dialogo para seleccionar los archivos source1.xls y source2.xls.....	111
Figura 62: Interfaz principal del aplicativo Menú Principal.	113
Figura 63: Interfaz principal del aplicativo Generador de Reporte Fotográfico.	116
Figura 64: Interfaz principal del aplicativo ImgResizer.....	119
Figura 65: Interfaz principal del aplicativo GeneradorPlataforma.....	121
Figura 66: Interfaz principal del aplicativo Generador de observaciones... ..	123
Figura 67: Modelado TO BE del proceso de caracterización de la fibra óptica en el Área de Supervisión de Proyectos en la empresa TELSAT S.R.L. ...	125
Figura 68: Modelado TO BE del subproceso elaboración de actas de supervisión.....	126
Figura 69: Estructura organizacional después de aplicar la reingeniería al proceso de caracterización de la fibra óptica.	126
Figura 70: Comparativa de resultados de tiempo promedio en procesamiento de las mediciones y pruebas a los enlaces de fibra óptica.	141
Figura 71: Comparativa de resultados de costo promedio en elaboración de formatos y reporte fotográfico.	144

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Proyectos de supervisión donde la empresa TELSAT S.R.L ha participado, nivel de cumplimiento y penalidades.....	23
Tabla 2: Proyectos de supervisión donde la empresa TELSAT S.R.L ha participado, cantidad de personal adicional y costo por contratación de personal.	25
Tabla 3: Ventana de transmisión y sus respectivas longitudes de onda.....	57
Tabla 4: Métricas para la calidad interna y externa según norma ISO/IEC 25023.....	79
Tabla 5: Identificación de condiciones o elementos del proceso.	84
Tabla 6: Ficha del levantamiento del proceso caracterización de la fibra óptica.	85
Tabla 7: PETSU del proceso caracterización de la fibra óptica.	86
Tabla 8: Costo – beneficio de la actividad elabora reporte para plataforma de supervisión.....	92
Tabla 9: Costo – beneficio de la actividad elabora tablas parciales de resultados de la caracterización.....	93
Tabla 10: Costo – beneficio de la actividad elabora formato F2.	93
Tabla 11: Costo – beneficio de la actividad elabora formato F1.	93
Tabla 12: Costo – beneficio de la actividad elabora formato F3.	94
Tabla 13: Costo – beneficio de la actividad codifica fotografías y/o videos.	94
Tabla 14: Costo – beneficio de la actividad elabora reporte fotográfico.....	95
Tabla 15: Plantillas modificadas utilizadas para generar el formato F2.	108
Tabla 16: Valores máximos permitidos para los elementos de los enlaces de fibra óptica para fibras monomodo.....	109
Tabla 17: Estructura de carpetas para almacenar la información procesada.	113
Tabla 18: Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo Menú Principal.	114
Tabla 19: Datos de entrada para el generador de reporte fotográfico.	116

Tabla 20: Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo Generador Reporte Fotográfico.	117
Tabla 21: Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo ImgResizer.	119
Tabla 22: Información para Plataforma del estado de los tramos de enlace de fibra óptica supervisados.	120
Tabla 23: Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo ImgResizer.	121
Tabla 24: Información contenida en el cuadro de observaciones de los tramos de enlace de fibra óptica caracterizados.....	122
Tabla 25: Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo Generador de observaciones.....	123
Tabla 26: Operacionalización de variables.	129
Tabla 27: Enlaces de cable de fibra óptica que caracterizarán dentro de la supervisión/I etapa.....	132
Tabla 28: Cantidad de Formatos F1, F2 y F3, cantidad de reportes fotográficos.	132
Tabla 29: Escala Likert para respuesta de encuesta.	137
Tabla 30: Tabla de resultado finales de la encuesta aplicada a los usuarios finales de los aplicativos.	137
Tabla 31: Parámetros para la simulación de elaboración de formatos F1, F2 y F3, y el reporte fotográfico.	139
Tabla 32: Estadígrafos obtenidos de la tabla para O ₁	140
Tabla 33: Estadígrafos obtenidos de la tabla para O ₃	140
Tabla 34: Salario de profesionales contratados responsables de la caracterización de la fibra óptica.....	142
Tabla 35: Estadígrafos obtenidos de la tabla para O ₂	142
Tabla 36: Estadígrafos obtenidos de la tabla para O ₄	143
Tabla 37: Tabla cruzada usando el software SPSS.....	147
Tabla 38: Resultados de la prueba de McNemar usando el software SPSS.	147

Tabla 39: Resultado de la prueba de normalidad usando el software SPSS.	148
Tabla 40: Resultado para pruebas no paramétricas de dos muestras relacionadas usando el software SPSS.	149
Tabla 41: Resultado de la prueba de normalidad usando el software SPSS.	151
Tabla 42: Resultado para pruebas no paramétricas de dos muestras relacionadas usando el software SPSS.	152



INTRODUCCIÓN

La presente tesis titula “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN LA RED DE LA REGIÓN CUSCO EN LA EMPRESA TELSAT S.R.L.” es producto de conocer la influencia y usos que tiene las tecnologías de la información y comunicación (TICs) en procesos de supervisión en proyectos de telecomunicaciones, esto debido a que hoy en día el uso de las TICs en áreas tan diversas como la supervisión en redes de fibra se hace imprescindible por las ventajas competitivas que ofrece en la consecución de los objetivos tanto operativos como estratégicos para la empresa. y más aún en este caso en particular, que con el uso de las TICs se logró automatizar actividades claves dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica, con la finalidad de proveer información fiable y oportuna sobre el estado de las redes de fibra óptica de la región Cusco; y además con la automatización se logró reducir los costos y tiempos en el proceso de caracterización.

En el capítulo I, aborda la problemática que aqueja a su proceso interno de supervisión, donde se evidencia sobrecostos y entrega de resultados de la supervisión fuera de los plazos establecidos, que ocasiona que se apliquen penalidades, con la cual no hace más que incrementar los costos operativos para la empresa.

La tesis responde a la pregunta general ¿De qué manera influye la automatización en el proceso de caracterización de la fibra óptica en la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco?, el objetivo general planteado es determinar de qué manera influye la automatización en el proceso de caracterización de la fibra óptica en la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco.

En el capítulo II se hace referencia a los antecedentes de la investigación y los fundamentos teóricos en la cual se basó la presente investigación, se definieron conceptos claves para poder entender mejor la problemática materia de investigación, siendo la hipótesis general planteada que la automatización influye favorablemente en el proceso de caracterización de la

fibra óptica en la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco, además se identificó tanto la variable dependiente (automatización) como las variables independientes (costo y tiempo) dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica.

En el capítulo III se hace referencia a la metodología utilizada en la presente investigación, siendo esta investigación del tipo pre - experimental, se detallan el ámbito de estudio, se determina la población y muestra, así como los instrumentos de recolección de datos y finalmente se hace la descripción de la prueba de la hipótesis con los estadísticos de prueba no paramétricas de McNemar y Wilcoxon.

En el capítulo IV se presentan los resultados obtenidos luego de la implementación de la automatización de actividades claves, consiguiendo de esta forma la reducción del tiempo (82%) y costos (90%) en el proceso de caracterización de la fibra óptica respecto al mismo proceso antes de la automatización.



CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los procesos de supervisión en el área de telecomunicaciones por su naturaleza son complejos, debido a los factores externos que pueden afectar su normal desarrollo, como son la geografía, extensión, clima, entorno urbano o rural y el clima social en donde se realiza la supervisión; Otro factor importante a tener en cuenta son los plazos establecidos y el nivel de detalle de los resultados finales que se entregan como resultado de la supervisión, siendo este último el de mayor importancia y relevante para la toma de decisiones la cual deben de cumplir estrictos requerimientos técnicos y tener una alta fiabilidad.

La empresa TELSAT S.R.L., es una empresa con más de 10 años en el mercado peruano, especializado en ejecución de proyectos en telecomunicaciones, redes, informática, electrificación y obras civiles, también brinda servicios de asesoría en diseño y supervisión de proyectos en telecomunicaciones.

En los últimos años la empresa ha participado en diferentes procesos de supervisión en proyectos de telecomunicaciones, principalmente

solicitados por PRONATEL (Programa Nacional de Telecomunicaciones, antes denominado como FITEL, Fondo de Inversión en Telecomunicaciones), las cuales se han ejecutado con serios problemas en la gestión de datos e información esto han generado sobre costos, poca fiabilidad de los datos e información y demora en la entrega de informes técnicos producto de la supervisión, las cuales a su vez han generado penalidades e incrementado los costos operativos dentro Área de Supervisión de la empresa.

Además a esto se añade la sobre carga de tareas a los supervisores de campo, quienes como responsables de la supervisión tienen que entregar los resultados de la supervisión como son actas de supervisión, elaborar los informes técnicos sobre el estado de los elementos supervisados, elaborar un reporte fotográfico, entregar los datos y/o pruebas de la supervisión realizada como fotografías, videos, archivos de pruebas de test realizados a equipos, todas ellas debidamente codificadas y/o renombradas según requerimientos técnicos, la cual por la cantidad toman mucho tiempo realizarlas, todo esto origina que los supervisores entreguen toda esta información de forma incompleta en los últimos días o después del plazo establecido para la ejecución de la supervisión, esto a su vez conlleva que la información no es verificada por el parte del coordinador y/o responsable de la supervisión, esto trae como consecuencia que se tenga que contratar personal adicional para la elaboración de los informes técnicos y reportes fotográficos.

A lo anterior se añade que el incumplimiento de entrega total de los resultados de la supervisión en la fecha señalada origina penalidades a la empresa, además existe la posibilidad que se apliquen penalidades por inconsistencia de información entregada como producto de la supervisión.

En la tabla 1, se detalla los proyectos de supervisión licitados por PRONATEL donde la empresa ha participado y el nivel de cumplimiento alcanzado dentro de los plazos establecidos y las penalidades que ha incurrido por incumplimiento.

Tabla 1:

Proyectos de supervisión donde la empresa TELSAT S.R.L ha participado, nivel de cumplimiento y penalidades.

PROYECTOS	AÑO	REGION DONDE SE EJECUTO PROYECTO	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO ALCANZADO DENTRO DEL PLAZO (%)	DÍAS NECESARIOS PARA ALCANZAR EL 100% DE CUMPLIMIENTO	PENALIDAD POR INCUMPLIMIENTO DEL PLAZO DE PROYECTO POR DÍA (UIT)	UIT (SOLES)	TOTAL PENALIDAD (SOLES)
PROYECTO DE BANDA ANCHA PARA LOCALIDADES AISLADAS - BAS (BANDA ANCHA SATELITAL)	2013	CAJAMARCA	65	5	0.3	3700	5550
		JUNÍN	75	3	0.3	3700	3330
		HUANUCO	80	3	0.3	3700	3330
		HUANCAVELICA	80	3	0.3	3700	3330
		AYACUCHO	80	3	0.3	3700	3330
		APURIMAC	90	2	0.3	3700	2220
		CUSCO	80	4	0.3	3700	4440
		PUNO	85	3	0.3	3700	3330
	2014	ICA	88	2	0.3	3800	2280
		MOQUEGUA	85	3	0.3	3800	3420
		TACNA	90	2	0.3	3800	2280
		ANCASH	85	3	0.3	3800	3420
		CERRO DE PASCO	87	3	0.3	3800	3420
		PIURA	80	4	0.3	3800	4560
PROYECTO BUENOS AIRES - CANCHAQUE BACAN	2014	VRAE	75	5	0.2	3800	3800
PROYECTO BANDA ANCHA PARA EL DESARROLLO DEL VALLE DE LOS RÍOS APURÍMAC, ENE Y MANTARO VRAEM	2014	HUANUCO	60	10	0.3	3800	11400
PROYECTO DETALLE DE INGENIERÍA DE LA RED DORSAL DE FIBRA ÓPTICA	2014	ANCASH	85	3	0.3	3800	3420
		CERRO DE PASCO	87	3	0.3	3800	3420
		CAJAMARCA	80	5	0.3	3800	5700
		AMAZONAS	80	6	0.3	3800	6840
		SAN MARTÍN	80	6	0.3	3800	6840
		AYACUCHO	89	2	0.3	3800	2280
		CUSCO	85	4	0.3	3800	4560
		APURIMAC	90	2	0.3	3800	2280
	2015	PUNO	86	3	0.3	3850	3465
		ICA	90	2	0.3	3850	2310
		AREQUIPA	80	5	0.3	3850	5775

MOQUEGUA	90	2	0.3	3850	2310
TACNA	90	2	0.3	3850	2310

Del cuadro anterior se puede observar que en el Proyecto de Banda Ancha para Localidades Aisladas - BAS (Banda Ancha Satelital), el promedio de cumplimiento alcanzado es de 82.31%.

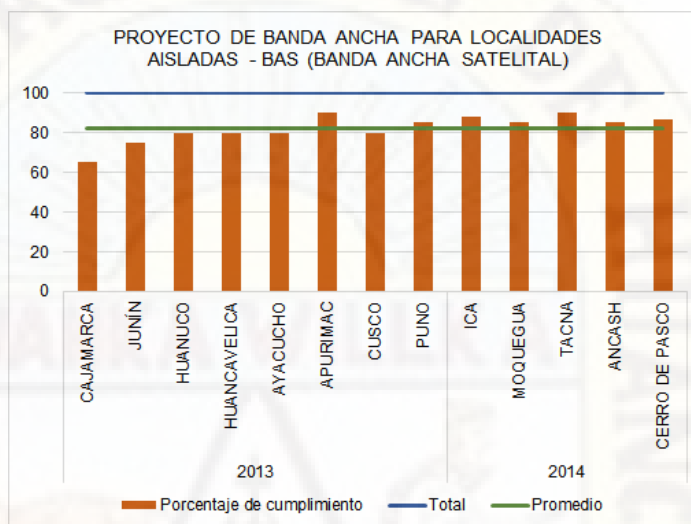


Figura 1: Nivel de cumplimiento alcanzado dentro del plazo de supervisión
Fuente: Elaboración propia.

En el proyecto de Proyecto Detalle de Ingeniería de la Red Dorsal de Fibra Óptica, el nivel cumplimiento alcanzado dentro del plazo establecido es de 83.71%.

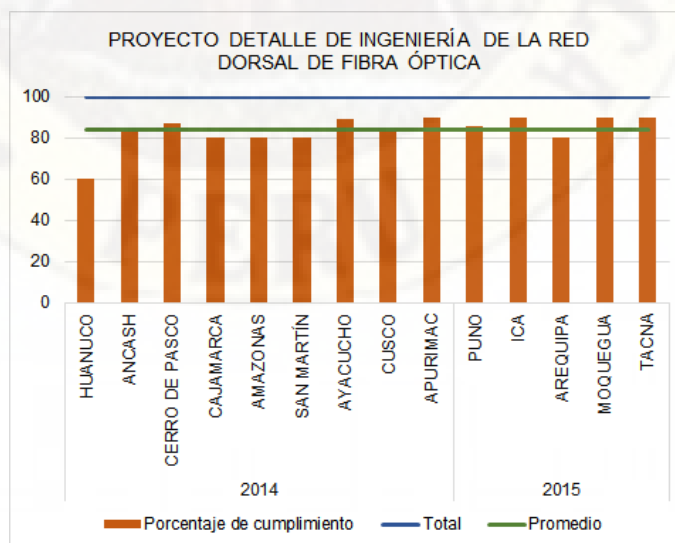


Figura 2: Nivel de cumplimiento alcanzado dentro del plazo de estudio de ingeniería.
Fuente: Elaboración propia.

El incumplimiento en la entrega de resultados dentro de los plazos establecidos ha ocasionado penalidades, la cual tiene un impacto negativo en los estados financieros de la empresa; El monto total por penalidades por incumplimientos en los cuatro proyectos analizados asciende a la cantidad de S/. 146,600.00.

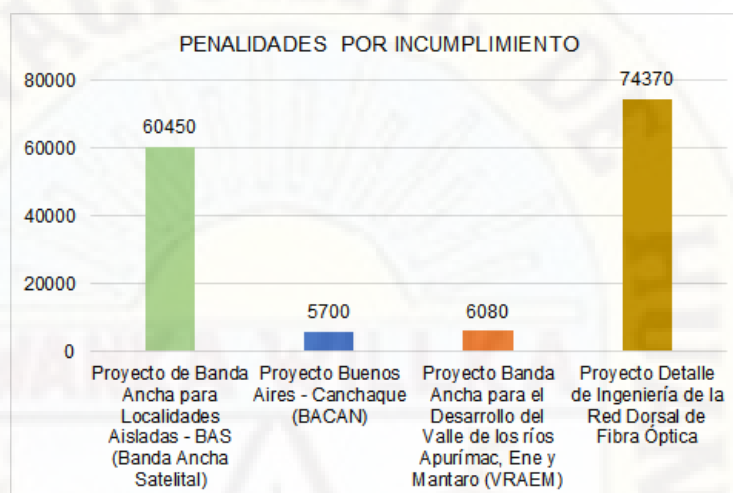


Figura 3: Montos totales por penalidades por incumplimiento.
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, para la culminación de los proyectos se ha requerido la contratación de personal adicional, la cual implica en costos adicionales no previstos dentro del presupuesto para la supervisión, en la tabla 2 se detallan los costos por contratación de personal adicional para la culminación de los proyectos supervisión.

Tabla 2:

Proyectos de supervisión donde la empresa TELSAT S.R.L ha participado, cantidad de personal adicional y costo por contratación de personal.

PROYECTOS	AÑO	REGION DONDE EJECUTO PROYECTO	CANTIDAD DE PERSONAL PLANIFICADO PARA EL PROYECTO	PERSONAL ADICIONAL PARA LA FINALIZACIÓN DEL PROYECTO	COSTO ADICIONAL EN CONTRATACIÓN DE PERSONAL
PROYECTO DE BANDA ANCHA PARA LOCALIDADES AISLADAS - BAS (BANDA ANCHA SATELITAL)	2013	CAJAMARCA	20	4	6000
		JUNÍN	20	2	3000
		HUANUCO	17	2	3000
		HUANCVELICA	17	2	3000
		AYACUCHO	20	2	3000
		APURIMAC	17	2	3000
		CUSCO	23	3	4500

PROYECTO BUENOS AIRES - CANCHAQUE BACAN	2014	PUNO	20	3	4500	
		ICA	15	2	3000	
		MOQUEGUA	15	2	3000	
		TACNA	15	2	3000	
		ANCASH	18	2	3000	
			CERRO DE PASCO	15	2	3000
	2014	PIURA	20	3	4500	
	PROYECTO BANDA ANCHA PARA EL DESARROLLO DEL VALLE DE LOS RÍOS APURÍMAC, ENE Y MANTARO VRAEM	2014	VRAEM	14	3	4500
			HUANUCO	20	4	7200
			ANCASH	20	3	5400
CERRO DE PASCO			18	3	5400	
CAJAMARCA			20	3	5400	
AMAZONAS			15	3	5400	
SAN MARTÍN			15	3	5400	
AYACUCHO			18	3	5400	
CUSCO			23	3	5400	
APURIMAC			17	3	5400	
2015		PUNO	20	3	5400	
		ICA	17	3	5400	
		AREQUIPA	23	3	5400	
	MOQUEGUA	17	3	5400		
	TACNA	15	3	5400		

En el Proyecto de Banda Ancha para Localidades Aisladas – BAS (Banda Ancha Satelital), se ha requerido la contratación de 3 personas en promedio para la culminación.

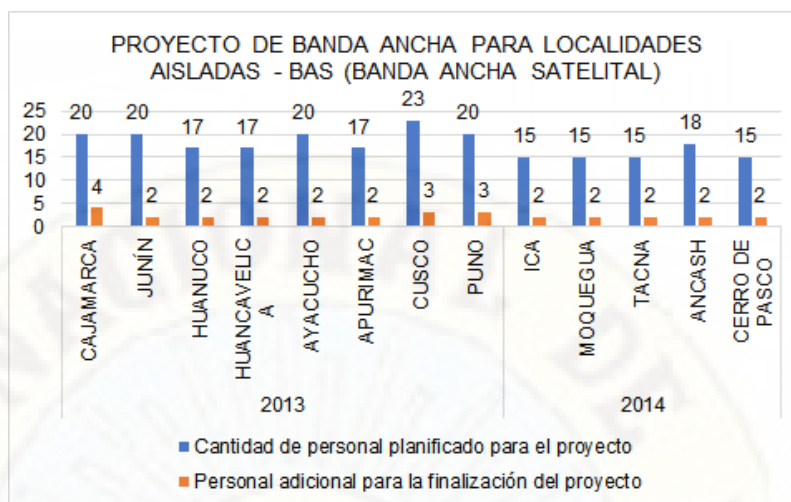


Figura 4: Cantidad de personal planificado y adicional para la culminación del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

El costo en contratación de personal adicional para la culminación del Proyecto de Banda Ancha para Localidades Aisladas – BAS (Banda Ancha Satelital) se detalla en el siguiente gráfico, siendo el costo total para este proyecto de S/ 45,000.00.

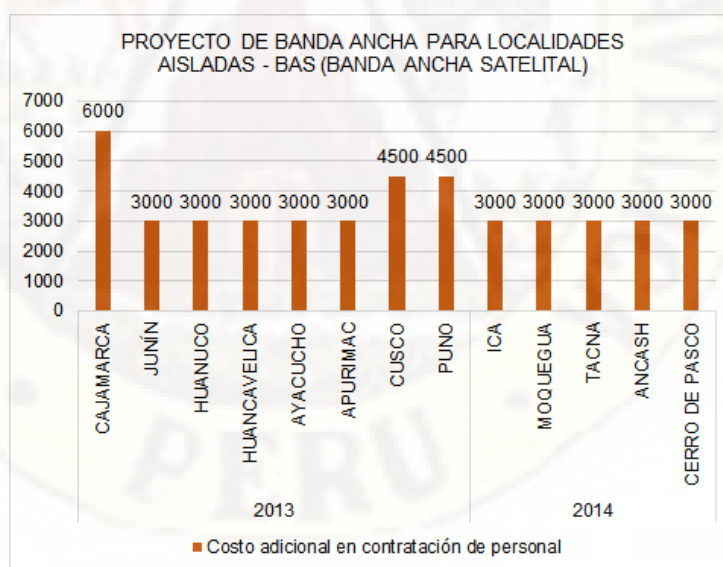


Figura 5: Costo en contratación de personal para la culminación del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

En el proyecto de Proyecto Detalle de Ingeniería de la Red Dorsal de Fibra Óptica, en promedio se ha requerido de 3 personas adicionales para la culminación del proyecto.

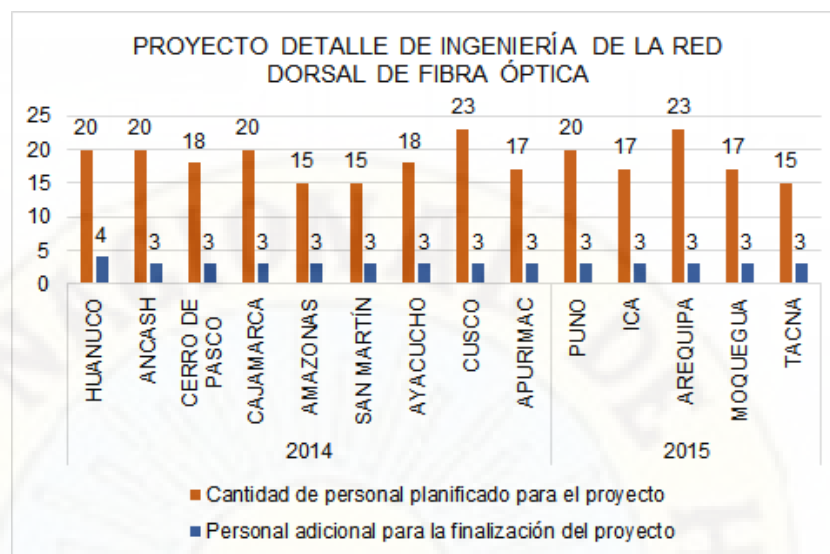


Figura 6: Cantidad de personal planificado y adicional para la culminación del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al costo por contratación de personal adicional se detalla en el siguiente gráfico, el costo total en contratación de personal adicional para la culminación del proyecto es de S/. 77,400.00.

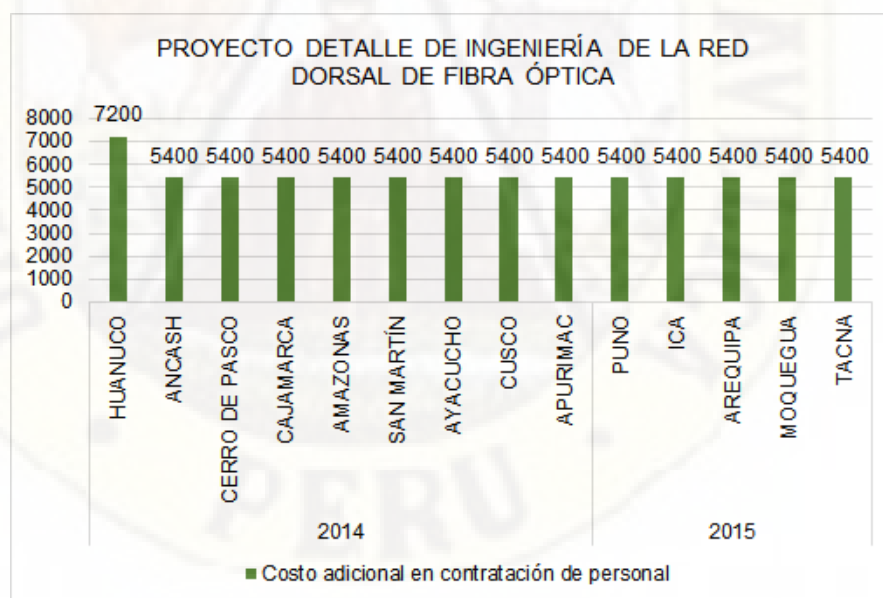


Figura 7: Costo en contratación de personal para la culminación del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

El costo total por contratación de personal adicional en los cuatro proyectos analizados es de S/. 131,400.00, los costos totales por proyecto se detallan en el siguiente gráfico.

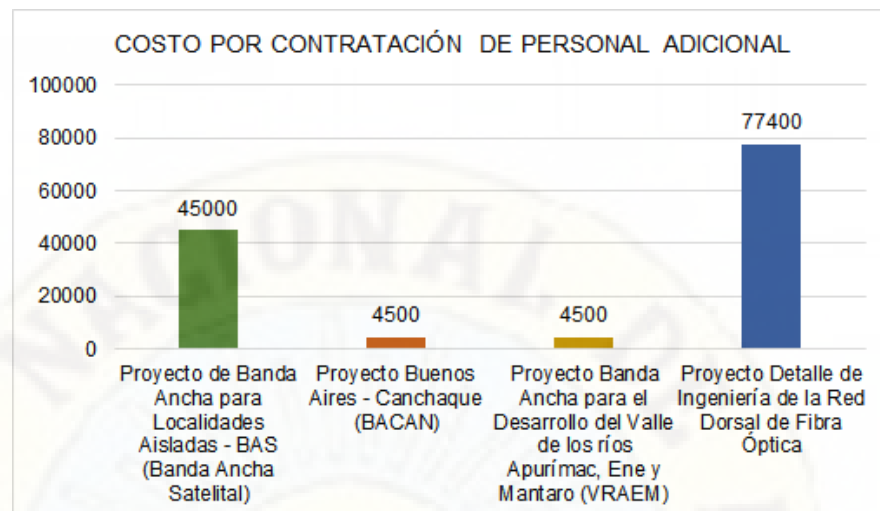


Figura 8: Costo total en contratación de personal adicional por proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de los proyectos de supervisión ejecutados por la empresa se aprecia las siguientes deficiencias:

- Entrega de resultados al 100% fuera de plazo establecido, solo se alcanzó en promedio un 83.01% de cumplimiento dentro del plazo establecido.
- El incremento de los costos operativos por contratación adicional de personal asciende a la suma de S/. 131,400.00.
- El pago de penalidades por incumplimiento de entrega en la fecha señalada es de S/. 146,600.00.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera influye la automatización en el proceso de caracterización de la fibra óptica en la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cómo el uso de las tecnologías de la información nos permite desarrollar e implementar la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica?

¿Cuál es la influencia de la automatización en la reducción del tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica?

¿Cuál es la influencia de la automatización en la reducción de costos en el proceso de caracterización de la fibra óptica?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar de qué manera influye la automatización en el proceso de caracterización de la fibra óptica en la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar de qué manera el uso de las tecnologías de la información nos permite desarrollar e implementar la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica.
- Estimar la influencia de la automatización en la reducción del tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica.
- Estimar la influencia de la automatización en la reducción de costos en el proceso de caracterización de la fibra óptica.

1.4. Justificación del estudio

En un contexto donde el entorno en la que desarrollan las organizaciones cambia con tal rapidez que se hace necesario realizar cambios profundos dentro de su organización con la finalidad de ofrecer mejores productos o servicios a sus clientes utilizando todas las bondades que ofrece las tecnologías de la información y comunicación (TICs) en la optimización del uso de los recursos utilizados dentro de sus procesos internos y de esta forma conseguir reducir costos y tiempo que permiten a las organizaciones tener una ventaja competitiva frente a las demás organizaciones, siendo la automatización de procesos una forma de optimización, las tecnologías de la información ofrece un abanico de posibilidades para dicho fin; Es así que la empresa TELSAT S.R.L. hace uso de las tecnologías de la información para la automatización de su proceso interno dentro del Área de Supervisión de Proyectos con la

finalidad de brindar mejores servicios a sus clientes y reducir los costos operativos.

Esta investigación pretende demostrar las ventajas que trae la utilización de las tecnologías de la información en la automatización de procesos y así lograr un incremento en la productividad, reducir costos y asegurar cierto nivel de calidad de los productos o servicios que ofrece la organización, tal como lo señala (Chaverra & Arias, 2012) al indicar que “.. en un sentido más práctico, las ventajas competitivas que brinda a una organización la implementación de las TIC, engloban diferentes aspectos desde el carácter operativo y desde el carácter estratégico. Además, agrega que “... desde el carácter operativo, aporta beneficios como el aumento de la eficiencia (por ejemplo, automatización de procedimientos rutinarios), y desde el carácter estratégico, aporta a la mejora de los procesos empresariales (por ejemplo, facilitan la gestión del conocimiento y el establecimiento de alianzas estratégicas con otras empresas).”

Desde el punto de vista teórico es importante porque profundiza el conocimiento sobre la caracterización de la fibra óptica basándose en las normas internacionales ITU G650.1, ITU G650.2 e ITU G652 referidas a la fibra óptica mono modo, siendo los parámetros más importantes a evaluar en la caracterización: la pérdida por inserción de conectores, pérdidas por empalmes por fusión, pérdidas por retorno óptico (ORL), la dispersión cromática (CD) y la dispersión por modo de polarización (PMD), tal como lo indica como conclusión (Astudillo Rivera & Ramírez Obando, 2014), “... el estudio de caracterización de fibra óptica es un proceso muy importante que ayuda a entender y a optimizar el performance de la red, identificando limitaciones en cada fibra”, además agrega que la caracterización de la fibra óptica entrega “... un acertado y minucioso reporte a nivel técnico de las características actuales de cada fibra para una futura escalabilidad”.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Jacobi Lorenzo (2018), “Automatización de procesos aplicando Business Process Management y software libre en el sistema de trámite documentario de la Municipalidad Distrital de Pazos”, describe como problema principal la deficiente gestión del proceso de trámite documentario y su ineficiente operatividad de sus procedimientos administrativos, y la falta de compromiso de las autoridades para usar herramientas tecnológicas que permitan llevar a cabo sus actividades cotidianas de manera eficiente, siendo el objetivo de la investigación el rediseño e implementación de un sistema para el proceso de trámite documentario garantizando una buena funcionabilidad, fiabilidad, escalabilidad y calidad de servicio, la cual permitirá mejorar la atención a los usuarios internos y externos de la Municipalidad Distrital de Pazos, siendo la investigación del tipo tecnológica aplicada, siendo el diseño cuasiexperimental, que pretende analizar la influencia de la variable sistema de trámite documentario en la gestión de la Municipalidad Distrital de Pazos, la hipótesis general planteada es: El sistema de

trámite documentario influye de forma positiva en la gestión de la Municipalidad Distrital de Pazos, los resultados obtenidos con la implantación del sistema demuestran que el proceso de trámite documentario es mucho más ágil, ya no son una camisa de fuerza en el desarrollo de sus funciones y responsabilidades según los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores de la municipalidad quienes califican como buena en un 48% y muy buena en 31%, además concluye que la implantación del sistema de trámite documentario ha influenciado positivamente en la mejora de la gestión de los documentos internos y externos, así como también permitió mejorar la atención a los usuarios de la Municipalidad Distrital de Pazos e integrar toda la información que se administra en una misma red o intranet de la municipalidad.

Polo López (2019), “Aplicación de BPM en la mejora del proceso de producción agrícola de la empresa Choco Real SAC, Lima 2019”, señala como problema principal la baja rentabilidad, calidad y productividad de los productos, esto se desprende del análisis de los datos históricos de las campañas agrícolas de los años 2017 y 2018, todo esto causado por un bajo control de los distintos procesos de la campaña agrícola, la desorganización en la ejecución de tareas de campo y asignación de las mismas, falta de control de tiempos, falta de actividades de verificación de la trazabilidad relacionadas con los procesos de producción agrícola, uso inadecuado de los tiempos y recursos, multiplicidad de funciones para una sola persona, falta de conocimiento de la gestión del proceso agrícola que son realizadas de manera empírica por el personal que viene trabajando por años en la empresa, como objetivo se planteó la aplicación BPM al proceso de producción agrícola para determinar las buenas prácticas agrícolas y la mejora del proceso productivo, para la medición del proceso se utilizó las siguientes dimensiones: Tiempo, referido al tiempo en que se realizan los procesos incluidos en el proceso productivo de cacao, Productividad en base a analizar la cantidad de producto producido en kilos de cacao esperados en la campaña agrícola en comparación a lo que realmente

se obtuvo como producción, y Calidad basada en analizar la cantidad de kilos merma o desechables que resulten del proceso productivo de la campaña, el tipo de investigación es aplicada con un enfoque cuantitativo, con un tipo de diseño preexperimental, como hipótesis general plantea lo siguiente: Existen mejoras al aplicar la BPM en el tiempo del proceso de producción agrícola Choco Real SAC, siendo los resultados obtenidos de la implementación de BPM en proceso de producción agrícola para los tiempos usados en los subprocesos se tiene una media de 8776 horas usadas en la campaña 2018 (Pre test) y una media 3032 horas usadas 2019 (Post test), en lo referente a la productividad se tiene 1630,48 kilos de cacao producido por día en la campaña 2018 (Pre test) y una media 1955,40 kilos por día para la campaña agrícola 2019 (Post test), respecto a la calidad se tiene 72 kilos de cacao de merma por día en la campaña 2018 (Pre test) y una media 11 kilos de cacao de merma por día para la campaña agrícola 2019 (Post test).

Lluén Gonzales y Santisteban Guerrero (2019), “Implementación de soluciones con tecnologías web y móvil para la automatización de los procesos de inscripción y publicación de resultados para los exámenes de admisión de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque”, describe la problemática relacionada al macroproceso de los exámenes de admisión de ingreso a la universidad, identificando dos procesos problemáticos: proceso de inscripción, la cual se realiza de forma presencial y tarda mucho tiempo en culminarse provocando la molestia de los postulantes; y el proceso de publicación de resultados, debido a la saturación del servidor de la página web al recibir demasiadas conexiones simultáneas por parte de los postulantes, generando molestias en ellos, siendo la hipótesis planteada en la investigación lo siguiente: La implementación con tecnologías web y la implementación móvil mejorarán los procesos de inscripción y publicación de resultados para los exámenes de admisión de la UNPRG, el objetivo de la investigación fue implementar soluciones con

tecnologías web para el proceso de inscripción, integrado con la base de datos del Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC) para la validación de autenticación del postulante y tecnología web y móvil para el proceso de publicación de resultados, mediante consultas web/móvil y el envío de mensajes de texto (SMS) a los postulantes con su puntaje final y su condición obtenida en el examen de admisión, el tipo de investigación es del tipo aplicada, de un alcance descriptivo, con un nivel experimental, la aplicación de la automatización del proceso de inscripción de acuerdo a la simulación reduce hasta en un 80% en tiempo de inscripción con respecto al proceso actual, con respecto al proceso de publicación de resultados, este se redujo hasta en un 70% en tiempo de espera comparado con el proceso de admisión del año 2016 – II, para el análisis se tuvo en cuenta 3 escenarios: tiempo mínimo, tiempo medio y tiempo máximo, adecuándose al nivel de informática que pudiesen tener los postulantes y/o las personas encargadas del manejo de la aplicación web.

Rodrigo y Abel (2015) “Rediseño del proceso de atención de solicitudes referidas a citas médicas en Essalud, mediante la metodología Business Process Management (BPM)”, describe la problemática referida al proceso atención de solicitudes referidas a las citas médicas, la cual se da por tres modalidades: Asignación de cita mediante e-mail, Asignación de cita mediante teléfono y Asignación de cita médica en ventanilla, las cuales presentaron deficiencias tales como: uso de hasta 7 aplicativos para el registro de solicitudes las cuales no evitan errores de asignación de citas médicas, las cuales presentan información desactualizada o faltante, a esto se añade el tiempo que tarda en capacitar al personal que se hace cargo de la citas médicas, falta de información estadística de la atención de solicitudes sobre citas médicas, todo esto incrementa año tras año el presupuesto para este proceso; la hipótesis planteada en la investigación es: La influencia del rediseño con BPM es productiva, optimizando la atención de solicitudes referidas a citas médicas en EsSalud, el objetivo planteado en la

investigación determinar la influencia que tiene el rediseño del proceso atención de solicitudes de citas médicas utilizando BPM como estrategia, la cual se vio reflejado en la optimización del proceso pudiendo ser medido mediante la productividad a través del incremento de eficacia y eficiencia en el proceso; el tipo de investigación utilizado fue experimental, con un enfoque cuantitativo, con el rediseño del proceso, el tiempo de atención fue menor al proceso anterior, logrando una mejora en la eficacia del proceso, pasando de 2.4 minutos a solo 0.49 minutos en promedio, permitiendo que EsSalud pueda atender solicitudes sobre citas médicas a mayor cantidad de asegurados sin incrementar la cantidad del presupuesto y el costo promedio para la atención de solicitudes referidas a citas médicas es menor con el proceso actual (S/. 0.14) frente al costo de atención del proceso anterior (S/. 0.65).

Sánchez y Marcial (2019), en su trabajo de investigación “Diseño y automatización del proceso de gestión hospitalaria del Hospital de Tingo María”, plantea como problema la falta de un sistema integral en el proceso de atención al paciente en el hospital, siendo este un proceso engorroso en donde la base datos de historia clínica, el registro de citas y triaje se encuentran dispersos en hojas de cálculo de Excel, las cuales dificultan y generan tiempos muertos en el registro de pacientes y su posterior atención médica, la hipótesis planteada dentro de la investigación es: Mediante el diseño y automatización se optimizará el proceso de atención al paciente del Hospital de Tingo María – Huánuco, y el objetivo planteado fue optimizar el proceso de atención al paciente del hospital a través del rediseño y la automatización de este proceso mediante la implementación de un software de registro y control de los pacientes; El diseño de la investigación es del tipo pre experimental, de nivel, descriptivo – explicativo, los resultados obtenidos fue que mediante el rediseño y automatización de proceso de atención al paciente se evidenció en el aumento del grado de satisfacción de los trabajadores quienes hacen uso del sistema de registro y control de los pacientes.

Núñez y Federico (2020) “Automatización de web Scraping de los diarios de noticias para la empresa Isuri, San Martín de Porres”, tiene como objetivo automatizar el proceso de web scraping que consiste en la extracción de contenido y datos de un sitio web de noticias; la cual se realiza de forma manual, la metodología utilizada es del tipo cualitativo, siendo el tipo de investigación aplicada tecnológica; los resultados de la automatización del proceso de web scraping fueron la reducción de los costos en recursos humanos y tecnológicos; dentro de las conclusiones menciona que el factor más importante para la automatización es el uso adecuado de las tecnologías de la información, además señala que las reglas de negocio permitió identificar el flujo de información que fue utilizado para definir las bases para la automatización.

Astocaza Adama (2014), “Estudio y diseño de un sistema de supervisión de la red dorsal de fibra óptica nacional”, describe la problemática encontrada en la gestión de un sistema de supervisión de la planta externa en la red dorsal de la empresa Telefónica del Perú (TdP), que presenta las siguientes debilidades como falta de personal especializado para el monitoreo, mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica, falta de equipos y herramientas necesarias para realizar la supervisión, todo esto afecta en el normal funcionamiento del servicio ofrecido por TdP por los mayores tiempos en la detección de la falla y su posterior reparación, la cual a su vez incrementa los costos de mantenimiento en los equipos de comunicación y planta externa de la red de fibra óptica. Por la problemática observada, se plantea como objetivo el diseño de un sistema de supervisión remota de la red dorsal de fibra óptica, que sea modular, flexible y automatizado, adaptándose a las necesidades de medidas e implementación de nuevas tecnologías, garantizando la operación normal de la red de fibra óptica a través de la detección, localización, aislamiento de fallas y detección temprana de la degradación de la planta, realizando un mantenimiento de la red más eficiente, con el diseño propuesto se mejorará la eficiencia en el

mantenimiento, la detección, ubicación y aislamiento de una avería ya que proporcionará detección, ubicación exacta de los eventos ocurridos en la red de fibra óptica, así como también proporcionará información continua del estado de la red minimizando los costos por cortes de los cables de fibra óptica.

Urteaga Bonifaz (2011), “Diseño de un sistema de supervisión remota de la planta externa de fibra óptica para redes de telefonía pública en Lima Metropolitana”, señala como problema que debido a la fragilidad y altos costos de mantenimiento de los elementos que componen una red de fibra óptica estas deben de ser monitorizadas constantemente para asegurar confiabilidad y continuidad del servicio, siendo los factores más críticos a tener en cuenta la ausencia de soporte técnico post instalación, fragilidad de los cables de fibra óptica, costo elevado de los equipos de comunicación y personal especializado, para solucionar la problemática señalada el trabajo de investigación propone el diseño de un sistema de supervisión remota de la planta externa de fibra óptica con la finalidad mejorar la calidad del servicio, así como también soportar un incremento en el tráfico de datos de los actuales y futuros usuarios, y así brindar un servicio confiable, el nivel de investigación es básica aplicada, con un tipo de investigación evaluativo, explicativa y descriptiva, la hipótesis planteada en la investigación es: La no existencia de un sistema de supervisión remota de la planta externa de fibra óptica para redes de telefonía pública en Lima Metropolitana pone en serio riesgo la continuidad operativa de una empresa de telecomunicaciones; entonces, es necesario diseñar un sistema de supervisión o monitoreo remoto de la planta externa de fibra óptica que permitan garantizar con ello calidad, continuidad y confiabilidad de los servicios a los clientes, siendo como objetivo principal de la investigación de diseñar un sistema de supervisión remota de la planta externa de Fibra Óptica para redes de telefonía pública en Lima Metropolitana, como conclusión principal señala que con un sistema de monitoreo o supervisión se disminuye la cantidad de personal necesario, se tiene

información actualizada del estado de la red y se minimizan los costos por cortes en la prestación de los servicios.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Procesos

Para Maldonado (2011) el proceso es definido como "... un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de materiales o información, dan lugar a una o varias salidas también de materiales o información con valor añadido", también añade que un proceso puede ser "... un conjunto de acciones y tareas que se realizan de forma secuencial, y que en su conjunto proporcionan valor añadido a los clientes", o desde un punto de vista productivo define al proceso como "conjunto de recursos y actividades interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida. Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas y métodos."

Para Carvajal Zambrano (2017) define el proceso como "...una secuencia de actividades que uno o varios sistemas desarrollan para hacer llegar una determinada salida (output) a un usuario, a partir de la utilización de determinados recursos (entradas/input)", además agrega que un proceso "... constituye el núcleo de una organización, son las actividades y tareas que realiza a través de las cuales producen o genera un servicio o producto para sus usuarios".

2.2.1.1. Clasificación de los procesos

Para Zaratiegui (1999), los procesos pueden clasificarse de la siguiente manera:

Estratégicos: son aquellos procesos destinados a definir y controlar las metas, políticas y estrategias de la

organización, siendo estos procesos directamente gestionados por la alta dirección.

Operativos: son los procesos destinados a llevar a cabo las acciones que permiten desarrollar las políticas y estrategias definidas para la organización para dar servicio a los clientes, estos son gestionados por los directores funcionales, que deben contar con la cooperación de los otros directores y de sus equipos humanos.

De apoyo: son procesos no directamente ligados a las acciones de desarrollo de las políticas de la organización, pero cuyo rendimiento influye directamente en el nivel de los procesos operativos.

Para Maldonado (2011), los procesos se clasifican según su misión y las clasifica de la siguiente manera:

Operativos: son aquellos procesos que combinan y transforman recursos para generar un producto o proporcionar un servicio conforme a los requisitos del cliente, aportando un alto valor agregado, siendo estos procesos los principales responsables de conseguir los objetivos de la empresa.

Apoyo: son aquellos los procesos que proporcionan las personas los recursos físicos necesarios para el resto de los procesos y conforme a los requisitos de sus clientes internos. Dentro de estos procesos tenemos podemos citar los siguientes:

- El proceso de gestión de los recursos humanos.
- El proceso de aprovisionamiento en bienes de inversión, maquinaria, utillajes, hardware y software y el proceso de mantenimiento de la infraestructura.
- El proceso de gestión de proveedores.

- La elaboración y revisión del sistema de gestión de la calidad.

Gestión: son los procesos que mediante actividades de evaluación, control, seguimiento y medición aseguran el funcionamiento controlado del resto de los procesos, además que proporcionan la información necesaria para la toma de decisiones y elaborar planes de mejora. Estos procesos funcionan recogiendo datos de los demás procesos, procesándolos para convertirlos en información de valor accesible y aplicable para la toma de decisiones de los clientes internos.

Dirección: estos procesos están concebidos con carácter transversal a todo el resto de procesos de la empresa.

2.2.2. Automatización de procesos

Para Oliveira (2017), la automatización de procesos viene hacer:

Al proceso de racionalización, optimización en los procesos clave que impulsan una organización con el objetivo principal de reducir los costos mediante la integración de aplicaciones, reduciendo la mano de obra, acelerando el tiempo de ejecución de las actividades y sustituyendo los procesos manuales con aplicaciones de software. Oliveira (2017).

Para Flores (2018) la automatización de procesos es "... la integración de aplicaciones de software, personas y procesos, a través de un flujo de trabajo definido", con la finalidad de "... eliminar errores, reducir costos y tiempos al hacer más eficientes las actividades, sustituyendo el trabajo manual con herramientas de software".

2.2.2.1. Etapas de la automatización de procesos

Las etapas de automatización de procesos pueden variar según el nivel de complejidad del proceso que se quiera automatizar, pero siempre las siguientes etapas

serán necesarias para poder llevar a cabo la automatización exitosa del proceso.

Análisis del proceso: En esta etapa se estudia el proceso completo con la finalidad de buscar puntos de mejora en especial los cuellos de botella.

Búsqueda de soluciones: En esta etapa se busca elementos sustitutorios para la situación actual, esto dependerá de tipo de proceso que se quiera automatizar.

Estudiar los costes de la inversión: En esta etapa se analiza las soluciones que provea un retorno de la inversión más rápido, la solución más amortizable, y así mismo estudiar los costes de los posibles despidos.

Instalación: Una vez elegida la solución se tiene que asegurar su correcta instalación y puesta a punto. Este proceso es delicado porque de él depende en gran medida un resultado óptimo del desarrollo.

Formar al personal en la mejora: Es necesario que el personal sea capacitado en el uso de la nueva tecnología implementada.

Comprobación: Una vez esté implementado la automatización se debe comprobar que funciona según lo previsto.

2.2.2.2. Beneficios de la automatización de procesos

Algunos de los beneficios que pueden obtener las organizaciones al automatizar sus procesos son:

- Reducir el tiempo del ciclo de proceso, aumentando de forma significativa la velocidad de la ejecución.
- Minimizar costos mejorando la carga de trabajo del equipo, disminuyendo la utilización de los recursos.

- Aumentar la calidad de producto o servicio final disminuyendo el número de errores humanos o de comunicación.
- Intercambiar la información entre sistemas de forma automática y así evitar errores humanos.
- Obtener indicadores de desempeño (KPI) actualizados y fiables en tiempo real.
- Conocer exactamente lo ocurrido en cada paso del proceso, a través del registro o rastro que se genera de cada actividad.
- Identificar cuellos de botella, tareas redundantes o las que no dan valor para mejorar el proceso.
- Mantener bajo supervisión estricta las tareas que dan más valor a la organización, como aquellas donde se tiene interacción con clientes.
- Facilitar la búsqueda de información al tenerla centralizada.
- Conseguir resultados con el mínimo esfuerzo y costo.
- Controlar y dar seguimiento de las actividades en todo momento de forma detallada y completa, pudiendo conocer su estatus de forma inmediata.
- Eliminar tiempos muertos entre que termina una actividad y comienza la siguiente, agilizando la comunicación entre personas y áreas.

2.2.3. Caracterización de la fibra óptica

La caracterización de la fibra óptica se realiza de acuerdo las normas establecidas por International Telecommunication Union (ITU), las normas ITU G 650.1 e ITU G650.2, estas referidas a definiciones y métodos de prueba de los atributos lineales y determinísticos de fibras y cables monomodo, mientras que la norma ITU G652 está referida a las características de un cable de

fibra óptica monomodo, siendo los parámetros más relevantes a evaluar:

- Pérdida de potencia o atenuación (OLTS).
- La atenuación en los diferentes puntos (empalmes, conectores, macrocurvaturas) (OTDR).
- Pérdidas por retorno óptico (ORL).
- La dispersión cromática (CD).
- Dispersión por modo de polarización (PMD).
- Análisis de canales DWDM (OSA).

2.2.3.1. Medición de la pérdida de potencia o atenuación total (OLTS)

De acuerdo a FOA Guide To Fiber Optics (s. f.), un OLTS (Optical Loss Test Set) es una herramienta de alta precisión que cuantifica las pérdidas totales de potencia óptica (atenuación total) en un tramo de fibra óptica, esta medición se realiza de forma bidireccional, en un extremo de la fibra esta la fuente de luz y en la otra el medidor de potencia óptico (Power Meter).

De acuerdo a Lietaert et al (2018), para determinar el buen desempeño de una fibra óptica es vital determinar la atenuación total de la fibra óptica a un mínimo de dos longitudes de ondas para asegurar que la fibra cumpla con las exigencias de las tecnologías para la transmisión de por fibra óptica, las longitudes de ondas más usadas por las redes de fibra óptica son 850/980/1300/1310/1490/1550/1625 nm, siendo las longitudes de onda más usados 1310/1550/1625 nm.

Procedimiento para medir la atenuación total o pérdida de potencia del enlace óptico

Lietaert et al (2018), también indica los procedimientos y/o consideraciones que deben tomarse para realizar una medición de correcta son:

- Anulación de desviaciones eléctricas, las variaciones de temperatura y humedad pueden afectar el rendimiento de los circuitos electrónicos y detectores ópticos, al realizar las anulaciones de las desviaciones eléctricas se eliminan estos efectos se debe realizar siempre la anulación de desviaciones eléctricas cuando cambien las condiciones medioambientales de forma considerable.
- Establecimiento de una fuente de referencia para el medidor de potencia, antes de realizar la medición de la atenuación total de la fibra óptica debe realizarse una referenciación, que consiste en la medición de pérdida de potencia de los elementos usados para la realizar la medición.

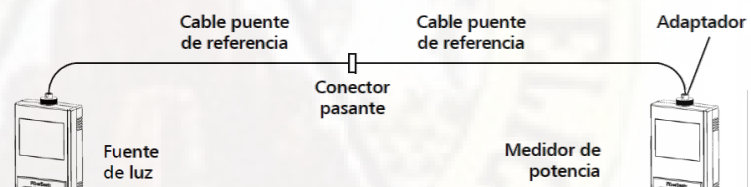


Figura 9: Conexión para la referenciación de la medición de la pérdida de potencia o atenuación total.

Fuente: Guía de usuario EPM-50 EXFO

Una vez realizado la conexión de la figura 9, se procede a encender la fuente de luz, se establece la frecuencia a la cual se desea realizar la medición (frecuencias más utilizadas 1310/1550/1625 nm) tanto en la fuente de luz como en el medidor de potencia, y luego se hace la referenciación para cada longitud de onda deseado en el medidor de potencia. Cuando se hayan establecido todas las referencias para todas las longitudes de onda deseadas, no se

debe desconectar el cable puente de referencia del puerto de la fuente de luz hasta que se hayan realizado todas las mediciones.

- Medida de potencia o pérdida, para la medición de la potencia se debe realizar la siguiente conexión, teniendo en cuenta de no desconectar el cable puente de la fuente de luz.



Figura 10: Conexión para la medición de pérdida de potencia o atenuación total en la fibra óptica.

Fuente: Guía de usuario EPM-50 EXFO

Encender la fuente de luz y el medidor de potencia e igualar la longitud de onda en la que se desea realizar la medición, una vez que el medidor de potencia detecta una señal modulada, muestra el valor de modulación y la pérdida de potencia que se ha medido.



Figura 11: Medición de la atenuación total de la fibra óptica (-2.18 dB), el valor de la longitud de onda (1310 nm), la potencia de referenciación (-18.60 dBm).

Fuente: Guía de usuario EPM-50 EXFO

2.2.3.2. Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo (OTDR)

De acuerdo a Anderson, Johnson, y Bell (2004), el OTDR es un instrumento óptico-electrónico utilizado para diagnosticar una red de fibra óptica, es utilizado para estimar la atenuación y la longitud total de la fibra óptica, incluyendo las pérdidas por inserción de conectores y empalmes, así mismo puede ser utilizado para detectar fallos en la fibra óptica, tales como roturas de la fibra o presencia de macrocurvaturas.

Según Anritsu, Understanding OTDRs (s. f.), el funcionamiento de OTDR es comparable a la de un sistema de radar óptico, esto debido a que el OTDR realiza la medición a través de transmisión y análisis de la luz láser que en forma de pulsos es insertada en un extremo de la fibra de prueba, y mide que el pulso de luz se desplaza por la fibra, partes de esta luz transmitida se reflejan o refractan por la fibra hacia el fotodetector del OTDR. La intensidad de esta luz de retorno y el tiempo que esta tarda en volver al detector indican el valor de la pérdida (por inserción y reflexión), el tipo y la ubicación de un evento en el enlace de la fibra.

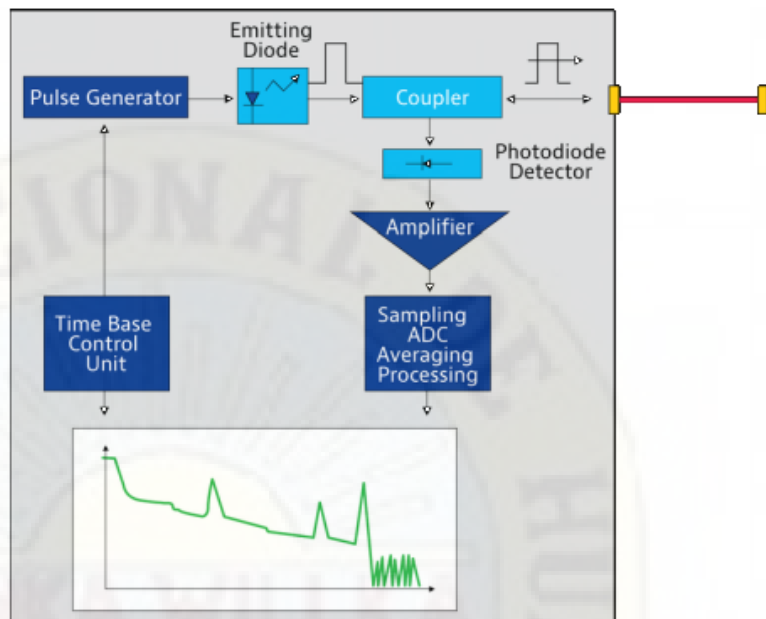


Figura 12: Funcionamiento del OTDR

Fuente: VIAVI

Conexión básica para realizar la medición con el OTDR

Para realizar la medición con el equipo OTDR se debe tener cuidado que el otro extremo de la fibra óptica no esté conectado a ninguna fuente de luz y se debe realizar la siguiente conexión:

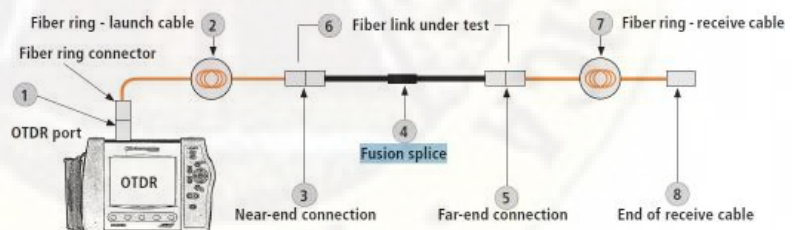


Figura 13: Diagrama de conexión del OTDR a la fibra de prueba

Fuente: KINGFISHER International

Las fibras de lanzamiento y de recepción (puntos 2 y 7 en diagrama anterior) deben de tener una longitud de entre 0.5 a 1.2 km), esto con la finalidad de poder determinar la pérdida por inserción de conectores y sus respectivas reflectancias (puntos 3 y 5 en el diagrama anterior).

Parámetros del OTDR

Debido a la amplia variedad de aplicaciones de las pruebas con el equipo OTDR, según Anritsu, Understanding OTDRs (2011), se debe configurar los parámetros de forma meticulosa debido a las diferencias en términos de longitud, tipo y complejidad de los tendidos de fibra óptica, los principales parámetros a tener en cuenta son:

- Ancho de pulso, es importante determinar la duración del pulso que se emite en fibra de prueba, normalmente un ancho de pulso corto es utilizado para longitudes de fibra cortas, además resultan útiles para determinar elementos en la fibra de prueba que estén más cercanos al OTDR, estos pulsos también generan zonas muertas más cercanas y ancho de pulso de mayor longitud son convenientes a la hora de realizar pruebas en un tendido de fibra más largo, ya que estos requieren más energía óptica para producir una retrodispersión suficiente a grandes distancias del OTDR.

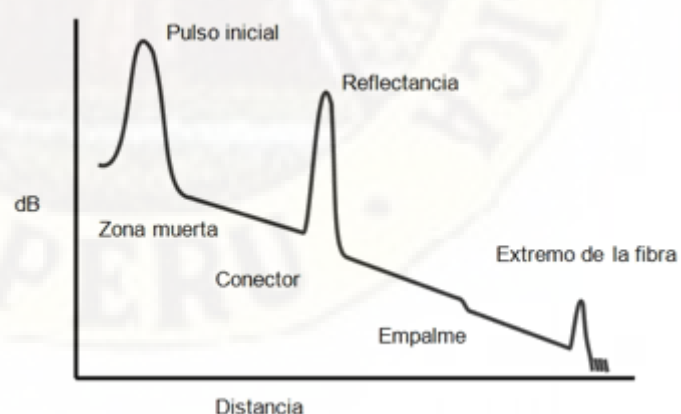


Figura 14: Trazas del OTDR con la zona muerta y eventos encontrados en fibra de prueba

Fuente: Networks.pe

- Zonas muertas, se refiere a la distancia (o tiempo) donde el OTDR no puede detectar o localizar con precisión ningún evento en el enlace de fibra prueba,

generalmente se ubica al comienzo de una traza o en cualquier otro evento de alta reflectancia.

La zona muerta del OTDR es causada por un reflejo de Fresnel y el tiempo de recuperación posterior del detector OTDR, cuando se produce una fuerte reflexión lo que hace que el detector dentro del OTDR se sature de luz reflejada, por lo tanto, necesita tiempo para recuperarse de su condición saturada, durante ese tiempo no puede detectar la señal retrodispersada con precisión, lo que da como resultado la zona muerta correspondiente en la traza OTDR.

En general, cuanto mayor es la reflectancia, más larga es la zona muerta. Además, la zona muerta también está influenciada por el ancho del pulso. Un ancho de pulso más largo puede aumentar el rango dinámico, lo que resulta en una zona muerta más larga.

- Rango de distancia, el ajuste de la distancia en el OTDR define el índice de emisión de pulsos, ya que cada pulso debe volver al detector antes de que se envíe el siguiente, para configurar correctamente este parámetro, se requiere una conocer la longitud del enlace de fibra óptica, se debe de escoger el rango de distancia más próximo a la longitud de la fibra óptica de prueba.
- Tiempo de medición, para obtener buenos resultados de la medición y eliminar las fluctuaciones eventuales de la dispersión de Rayleigh es necesario realizar varios centenares o hasta miles de mediciones separadas y tomar el valor promedio, de esta manera cuanto más impulso se envíe más regular y nítido será

traza generada por el OTDR, por lo general si la longitud de la fibra óptica es larga se aplica un número grande de pulsos de 10000 y a más, el tiempo puede variar según la velocidad de procesamiento del OTDR generalmente entre 5 a 10 minutos, y mediciones de fibra óptica de longitudes corta bastara con 1000 pulsos entre 10 a 30 segundos.

- Determinar la longitud de onda en la que se harán las mediciones, generalmente para fibras monomodo son en longitudes de onda de 1310 y 1550 nm.

Gráfica de resultados de diferentes fabricantes de OTDR

En las figuras siguientes se muestra los diferentes tipos de gráficas de resultados de fabricantes de OTDR.

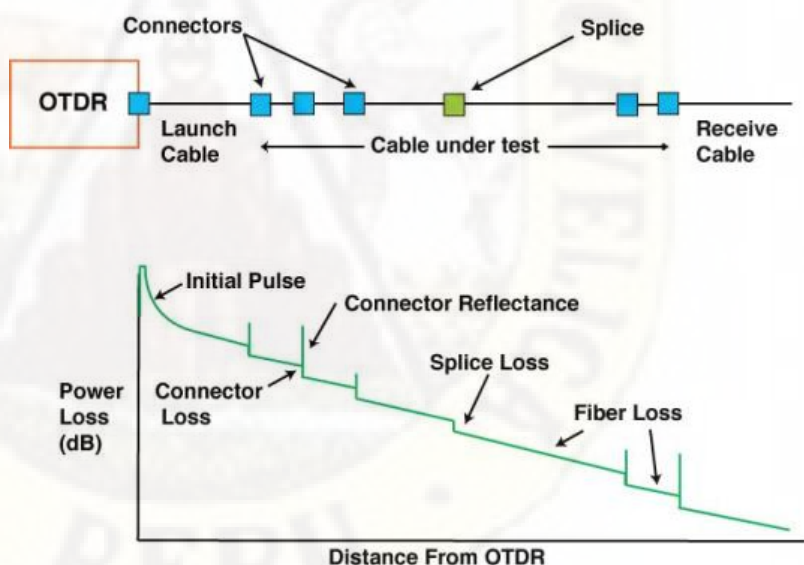


Figura 15: Traza típica de una medición con el equipo OTDR, en la figura se muestra los eventos que se encuentran en la fibra de prueba (conectores y empalme)

Fuente: Telecomunicaciones-peru.blogspot.com

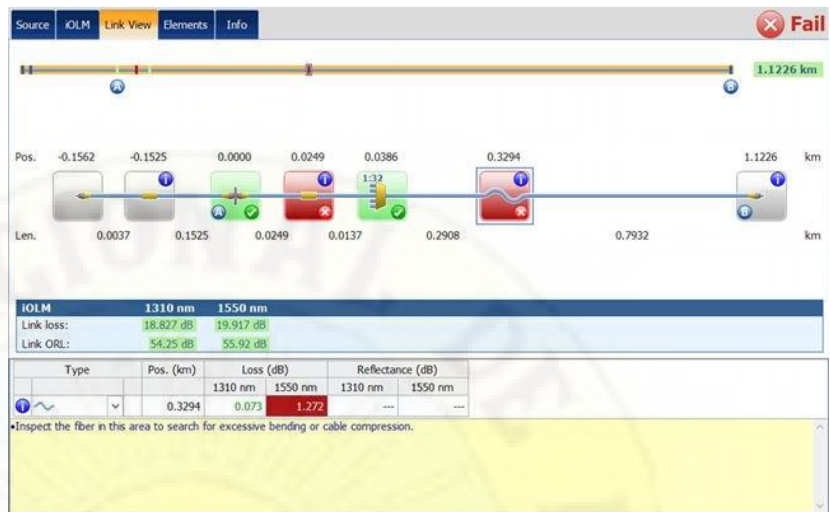


Figura 16: Diagrama de eventos a través de iOLM de EXFO, se muestra un empalme y macrocurvatura.
Fuente: EXFO

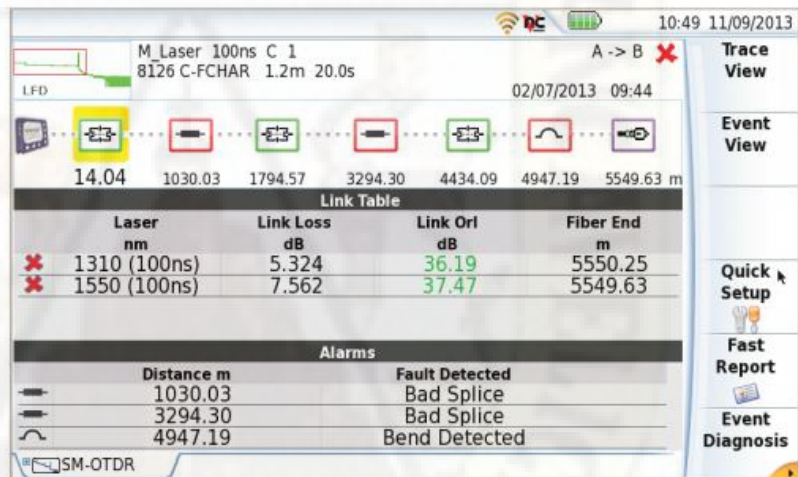


Figura 17: Diagrama de eventos de VIAVI, se muestra empalmes, macrocurvatura, conectores y final de la fibra óptica.
Fuente: VIAVI

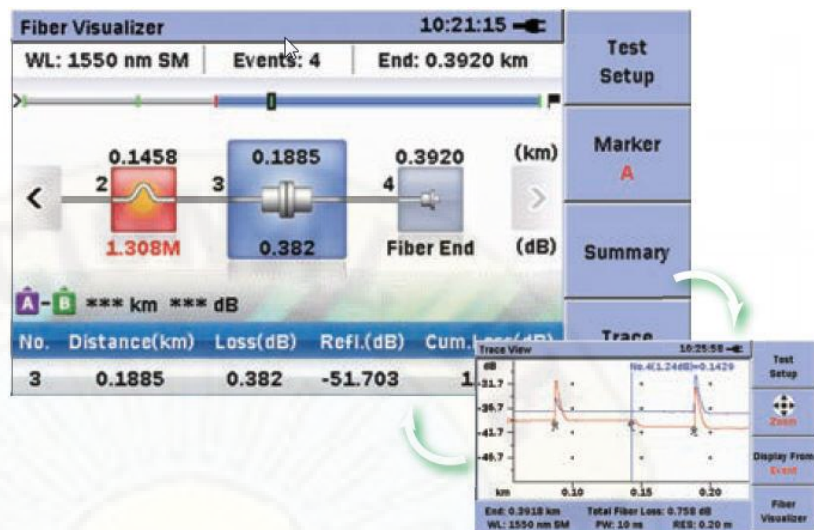


Figura 18: Diagrama de eventos de ANRITSU, con su herramienta Fiber Visualizer, se muestra un empalme, una macrocurvatura y final de la fibra óptica.

Fuente: ANRITSU

Parámetros obtenidos de la fibra óptica de prueba con el OTDR

Los parámetros o valores obtenidos utilizando el equipo OTDR de la fibra óptica de prueba son:

- Pérdidas por inserción de conectores.
- Reflectancia por inserción de conectores.
- Ubicación de conectores respecto a una referencia.
- Atenuación por km de la fibra óptica.
- Pérdidas ópticas de retorno (ORL).
- Pérdidas de los empalmes por fusión.
- Detectar pérdidas por eventos como macrocurvaturas y microcurvaturas.

Para que los valores obtenidos en listado anterior sean más confiables y precisos, la medición con el OTDR debe realizarse en forma bidireccional.

- De acuerdo a FOA Guide To Fiber Optics (s. f.), las pérdidas de inserción de conectores, son las pérdidas de potencia de señal debido a la inserción de un conector en fibra óptica y se expresa normalmente en

decibelios (dB), estas pérdidas por inserción son una medida de la atenuación debida a la inserción de un conector en el flujo de la luz a través de la fibra óptica. La pérdida por inserción de conectores generalmente es atribuida desalineación, contaminación o conectores mal fabricados (férulas).

Para el cálculo de la pérdida por inserción de conectores, se usa la siguiente

$$P_c = 10 \log \left(\frac{P_r}{P_t} \right)$$

En donde:

P_r = potencia recibida después de conector

P_t = potencia transmitida antes de conector

P_c = pérdida del conector

- b) Según la FOA Guide To Fiber Optics (s.f.), la reflectancia por inserción de conectores, la reflectancia o conocida también como pérdida de retorno óptica del conector (también llamada “reflexión de retorno”) es la cantidad de luz que se refleja durante la transmisión cuando se encuentra con dos interfaces de índice de refracción diferentes, en este caso el terminal del conector (fibra $n \approx 1.5$) y el aire $n \approx 1$, también es denominada reflexión de Fresnel.

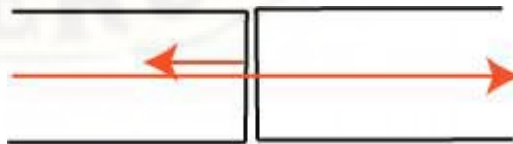


Figura 19: Reflectancia del conector debido a la reflexión de la luz cuando se propaga sobre dos medios diferentes (fibra y aire).
Fuente: The Fiber Optic Association Inc.

- c) Ubicación de conectores respecto a una referencia, el instrumento OTDR, permite determinar la ubicación

aproximada del conector o conectores respecto a un punto de referencia (punto A).

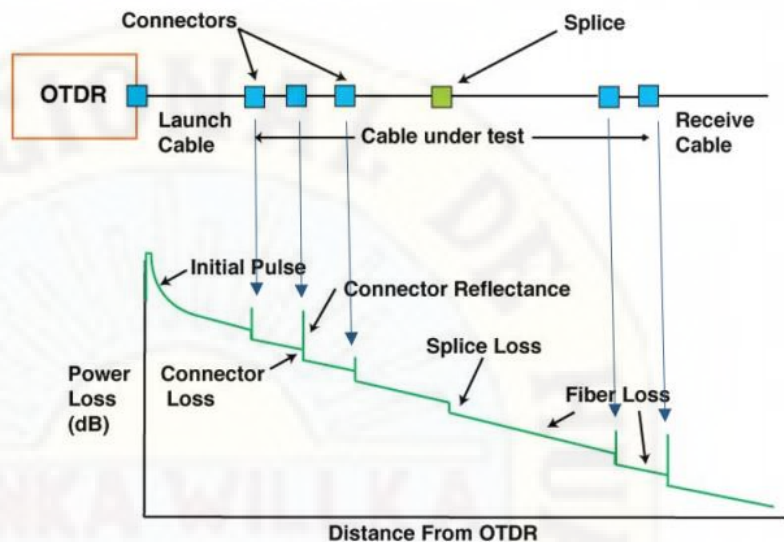


Figura 20: Traza del OTDR con los eventos encontrados en la fibra de prueba conectores (azul) y empalmes (verde).

Fuente: Yamasaki Optical Technology.

- d) De acuerdo a FOA Guide To Fiber Optics (s. f.), la atenuación por km de la fibra óptica, la atenuación es la reducción en la intensidad de la luz a medida que se propaga dentro de la fibra.

La atenuación de la fibra óptica es el resultado de dos factores, absorción y dispersión. La absorción es causada por la absorción de la luz y la conversión al calor por las moléculas en el vidrio. Los absorbentes primarios son radicales oxidrilo OH^+ residuales y dopantes utilizados para modificar el índice de refracción del vidrio, la absorción ocurre a longitudes de onda discretas, determinadas por los elementos que absorben la luz, la absorción de OH^+ es predominante, y ocurre más fuertemente alrededor de 1000 nm, 1400 nm y por encima de 1600 nm.

La otra causa de atenuación es la dispersión. la dispersión ocurre cuando la luz colisiona con átomos

individuales en el vidrio y es anisotrópica (propiedad física que tiene un valor diferente cuando se mide en diferentes direcciones, un ejemplo es la madera, que es más fuerte a lo largo del grano que a través de él.). La luz que se dispersa en ángulos fuera de la apertura numérica de la fibra será absorbida por el revestimiento o transmitida de regreso a la fuente. La dispersión también es una función de la longitud de onda, proporcional a la cuarta potencia inversa de la longitud de onda de la luz. Por lo tanto, si duplica la longitud de onda de la luz, reduce las pérdidas por dispersión en 2 a la cuarta potencia o 16 veces. Por lo tanto, para la transmisión a larga distancia, es ventajoso utilizar longitudes de onda más largas para una atenuación mínima y una distancia máxima entre repetidores. Juntos, la absorción y la dispersión producen la curva de atenuación para una fibra óptica de vidrio típica.

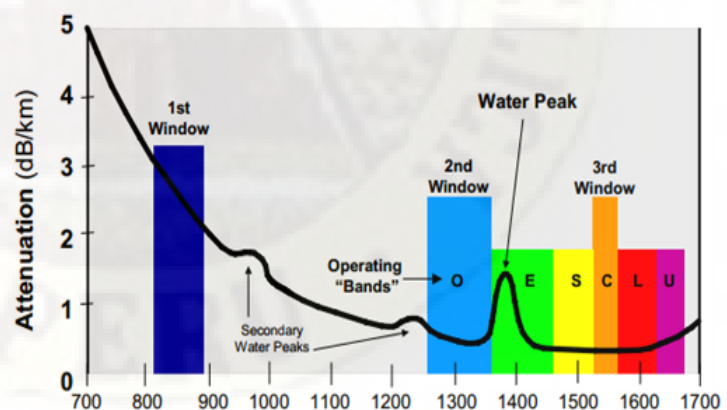


Figura 21: Espectro de atenuación de fibra óptica.
Fuente: Fiber Optic Wiki.

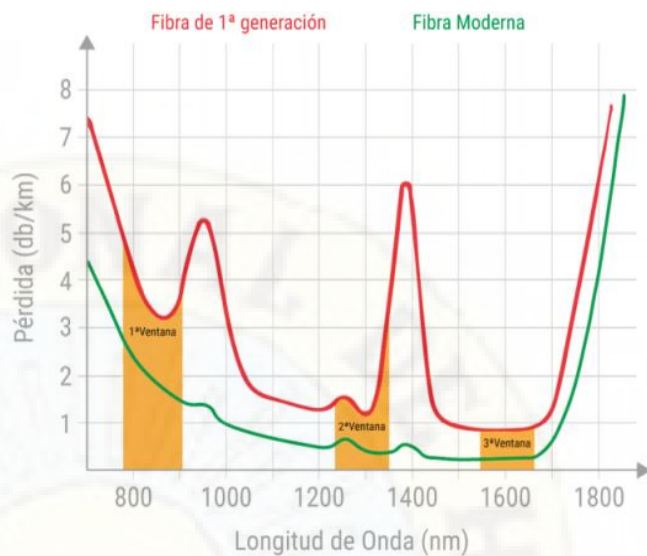


Figura 22: Comparativa de la pérdida de una fibra óptica antigua contra una moderna.

Fuente: www.prored.es.

Debido a que la fibra óptica presenta una menor atenuación en ciertas porciones del espectro lumínico, las cuales se denominan ventanas y corresponden a las siguientes longitudes de onda y esta expresadas en nanómetros (nm):

Tabla 3:

Ventana de transmisión y sus respectivas longitudes de onda.

VENTANA	ANCHO DE LONGITUD ONDA (nm)	LONGITUD DE ONDA UTILIZADO (nm)
Primera Ventana	800 a 900	850
Segunda Ventana	1250 a 1350	1310
Tercera Ventana	1500 a 1600	1550

Fuente: YIO Multimedia - Sergio Schnitzler

Según, Martínez (2018), las longitudes de onda para transmisión por fibra óptica van desde los 660 nm a 1675 nm y se han creado multitud de bandas intermedias entre ellas, la International Telecommunication Union (ITU) definen bandas de transmisión recomendadas, abarcando desde la segunda ventana hacia longitudes de onda más

grandes en lo que corresponde a la zona de menor atenuación de la fibra óptica.

- Banda O (Original): 1260 nm – 1360 nm
- Banda E (Extended): 1360 nm – 1460 nm
- Banda S (Short): 1460 nm – 1530 nm
- Banda C (Conventional): 1530 nm – 1565 nm
- Banda L (Long): 1565 nm – 1625 nm
- Banda U (Ultra-Long): 1625 nm – 1675 nm

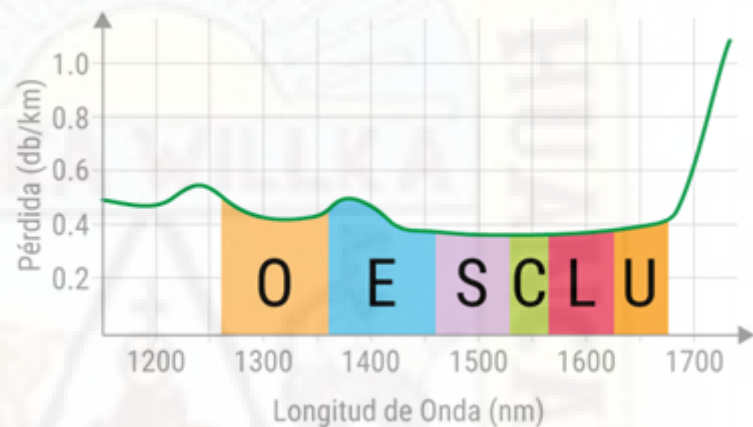


Figura 23: Bandas de transmisión ITU para fibra óptica.
Fuente: www.prored.es.

La atenuación de la fibra óptica varía según su tipo y la longitud de onda operativa, para las fibras ópticas a base de sílice, las fibras monomodo tienen una atenuación menor que las fibras multimodo, se puede decir en términos generales, que cuanto mayor (o más larga) sea la longitud de onda, menor será la atenuación, esto es cierto sobre el rango de longitud de onda operativa típico de 800 - 1600 nm para las fibras ópticas convencionales de telecomunicaciones y datos.

Las fibras monomodo generalmente operan en las regiones de 1310 nm o 1550 nm, donde la atenuación es más baja. Esto hace que las fibras monomodo sean la mejor opción para comunicaciones de larga

distancia. Las fibras multimodo operan principalmente a 850 nm y a veces a 1300 nm. Las fibras multimodo están diseñadas para uso a corta distancia.

- e) De acuerdo a Anritsu, Understanding OTDRs (2011), la pérdidas ópticas de retorno o comúnmente llamada ORL es la relación entre la potencia óptica reflejada por un componente y la potencia óptica incidente en el componente cuando ese componente se introduce en un enlace o sistema. La pérdida de retorno óptico es expresada en decibelios (dB).

La pérdida de retorno óptico también es definida como la cantidad de pérdida de la luz reflejada en comparación con la potencia del haz incidente en la interfaz. La pérdida de retorno óptico de fibra se define como

$$\text{Pérdida de retorno} = -10\log\left(\frac{P_i}{P_r}\right)$$

Donde:

Pi: potencia incidente.

Pr: potencia reflejada.

La pérdida de retorno es solo la cantidad de potencia óptica reflejada y esta pérdida no incluye la potencia que se transmite, dispersa o absorbe dentro de la fibra.

La pérdida de retorno es importante para los cables y conectores de e fibra óptica.

Las causas más comunes de la pérdida de retorno en la fibra óptica son:

- La dispersión de material intrínseco (llamada dispersión de Rayleigh) en la fibra produce pequeños niveles de reflejos posteriores. Debido a

la retrodispersión, un enlace producirá reflexiones intrínsecas que dependen de la longitud.

- Un conector sucio es una de las fuentes de pérdida de retorno, por ejemplo, una pequeña partícula de polvo en un núcleo monomodo de 5 micras puede terminar bloqueando la señal óptica, lo que resulta en una pérdida de señal.

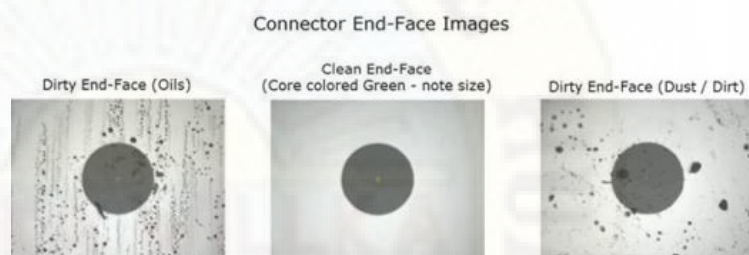


Figura 24: Vista a través del microscopio del extremo terminal de varios conectores.

Fuente: Don Allard - www.aflglobal.com.

- Una ruptura en la fibra óptica puede también causar una alta pérdida de retorno, en algunos casos, es posible que la fibra óptica se rompa, pero aun así pueda guiar la luz. En este caso, una medición de la pérdida de inserción (IL) a través de esta fibra dará como resultado una IL baja. Esto oculta el alcance del problema donde una medición directa de RL lo resaltaría de inmediato. Además, una grieta en una fibra puede tener bajo IL y bajo RL y puede pasarse por alto fácilmente como un problema en el sistema. Sin embargo, una medición de RL sensible mostrará un pico de reflexión donde no debería haber ninguno, lo que indica una grieta en la fibra que probablemente conducirá a una falla.
- Un cambio repentino en el índice de refracción del material a través del cual viaja la luz. Esto es más

comúnmente una interfaz de fibra / aire, que produce aproximadamente -14.3 dB de reflexión posterior, un ejemplo, un extremo del conector PC (no acoplado en buenas condiciones).

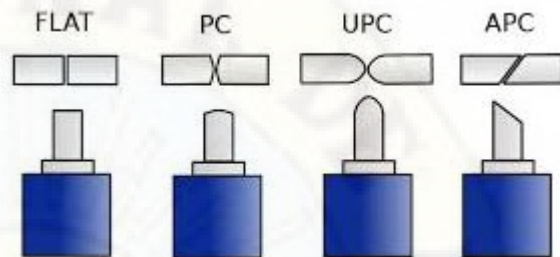


Figura 25: Diferentes tipos de pulidos en los conectores.
Fuente: cablematic.com.

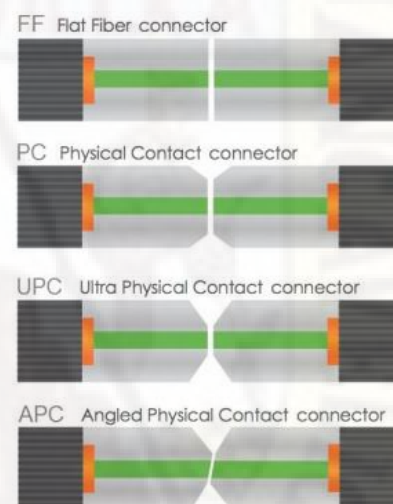


Figura 26: Tipo de conexión de conectores según el pulido del conector.
Fuente: Sky Optics.

Los conectores de pulido PC (contacto físico) de monomodo (color azul) tienen un rendimiento de pérdida de retorno óptico muy variable entre -50 dB a -30 dB cuando se combina muy bien, -14.3 dB cuando no está acoplado, y tan pobre como -11.3 dB cuando está mal acoplado.

Es en gran parte por esta razón que los conectores de pulido APC de contacto físico angulado (color verde) se han preferido en muchas situaciones,

con una pérdida de retorno no acoplada o acoplada de más de -60 dB. la pérdida de retorno mejora cuando se combina correctamente.

Los conectores multimodo (beige) suelen ser pulidos para PC y no tienen un rendimiento ORL muy bueno en comparación con los conectores monomodo. El uso de conectores APC en sistemas multimodo es raro. El problema con estos conectores es que la zona de contacto físico puede no cubrir todo el núcleo del conector, por lo que un buen rendimiento de ORL acoplado puede ser de alrededor de -20 dB.

- f) Según FOA Guide To Fiber Optics (s. f.), las pérdidas de los empalmes por fusión es aquella pérdida por la unión permanente de dos secciones de fibra óptica, con el instrumento OTDR se puede determinar la pérdida de los empalmes por fusión a lo largo de la fibra óptica y así mismo determinar la ubicación de los mismos.

El empalme por fusión es el proceso de fusionar o soldar dos fibras juntas generalmente por un arco eléctrico. El empalme por fusión es el método de empalme más utilizado, ya que proporciona la menor pérdida y la menor reflectancia, así como también proporciona la unión más fuerte y confiable entre dos fibras.

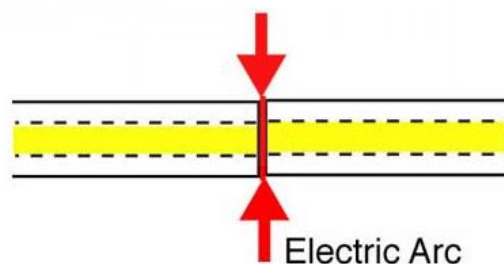


Figura 27: Empalme por fusión de dos secciones de fibra óptica.

Fuente: The Fiber Optic Association, Inc.

Prácticamente todos los empalmes en fibras tipo monomodo son empalmes de fusión a diferencia de las fibras multimodo donde son más difíciles de fusionar, ya que un núcleo más grande con muchas capas de vidrio que produce el perfil de índice graduado a veces es más difícil de combinar.

La pérdida de empalme se refiere a la parte de la potencia óptica que no se transmite a través del empalme y se irradia afuera de la fibra.

$$\text{Pérdida de empalme} = 10\log\left(\frac{P_{in}}{P_{trans}}\right)$$

Donde:

P_{in} , es la potencia total incidente en el empalme de fusión.

P_{trans} , es la porción de la potencia óptica transmitida a través del empalme de fusión.

Donde $P_{in} > P_{trans}$, la pérdida de empalme siempre es positiva.

Para la correcta medición de la pérdida de empalme, está debe ser medida en ambas direcciones y dividida entre dos, esto debido a que en un sentido puede verse como una “ganancia” en la potencia, esto es debido a que cuando se empalman dos fibras, el nivel de retrodispersión en el punto de empalme se desplaza hacia arriba en lugar de hacia abajo.

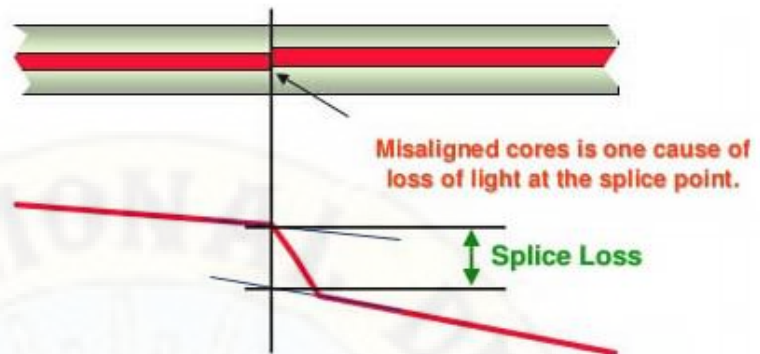


Figura 28: Empalme por fusión con dos secciones de fibra desalineados.

Fuente: The Fiber Optic Association, Inc.

Los parámetros que determinan la pérdida en cualquier método de empalme de fibras, se clasifican como parámetros intrínsecos y extrínsecos.

El diámetro del campo de modo (MFD) es el parámetro intrínseco más importante, existe mayor pérdida de empalme por una mayor diferencia en los valores de MFD de las secciones de fibra que se están empalmando. El MFD es una característica, que describe el campo de modo (área de luz de sección transversal) que viaja por una fibra a una longitud de onda dada. Cuando las fibras con diferentes valores de MFD se unen, se produce un desajuste de MFD en el punto de empalme.

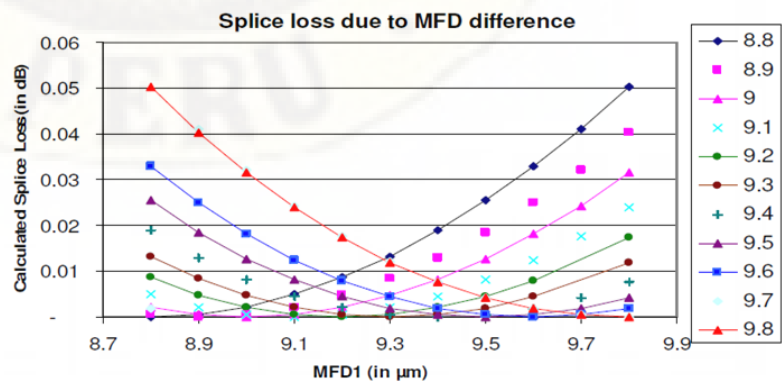


Figura 29: Pérdidas por empalmes de fusión según la diferencia de MFD entre las secciones de fibra.

Fuente: fiberoptics4sale.com.

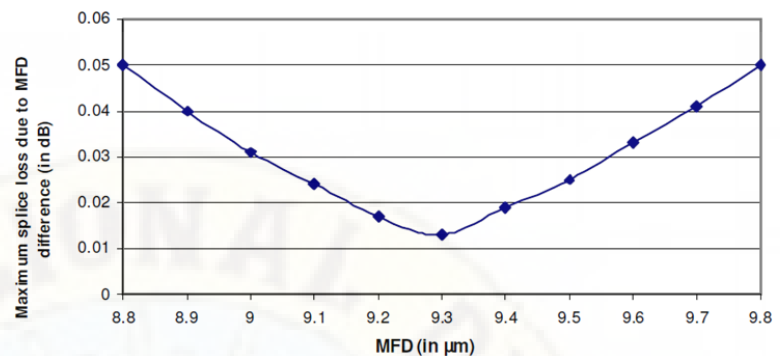


Figura 30: Pérdida máxima por empalmes de fusión según su MFD.

Fuente: fiberoptics4sale.com.

Los parámetros extrínsecos son aquellos relacionados con el proceso de empalme, inducidos por los métodos y procedimientos de empalme. Los parámetros del proceso de empalme incluyen la alineación lateral y angular, contaminación en el extremo de la fibra y deformación del núcleo debido al calentamiento y prensado no optimizados, estos parámetros externos pueden controlarse o minimizarse mejorando el proceso de empalme.

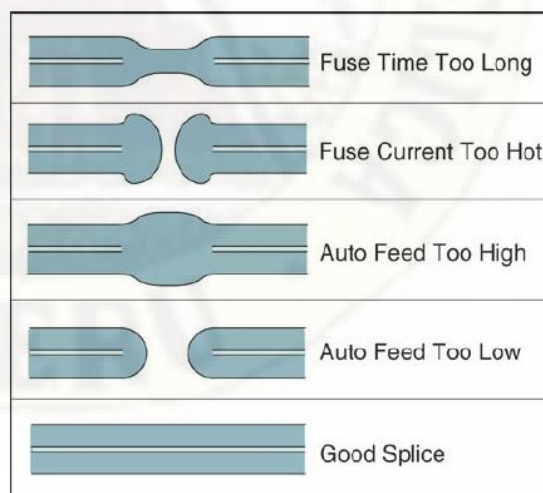


Figura 31: Condiciones finales de la fibra con varios parámetros de empalme por fusión no optimizados.

Fuente: fiberoptics4sale.com.

Otro parámetro extrínseco importante es el ángulo del extremo de la fibra, generalmente, si el ángulo final es

inferior a dos grados proporciona una pérdida de empalme por fusión aceptable.

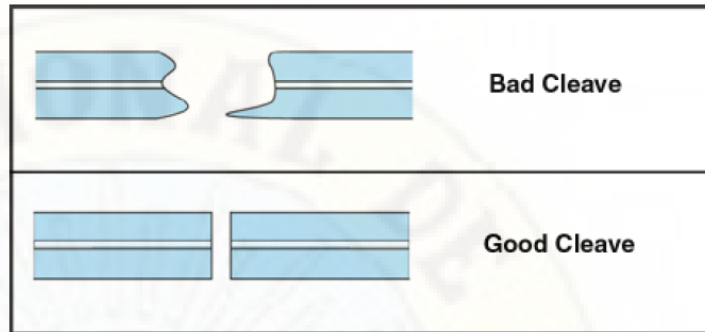


Figura 32: Corte en los extremos de la fibra antes del empalme por fusión (el corte de la fibra debería ser recto o tener una inclinación menor a un grado).

Fuente: fiberoptics4sale.com.

- g) Detectar pérdidas por eventos como macrocurvaturas y microcurvaturas, además de los eventos antes señalados, el OTDR permite detectar otros eventos pueden afectar el rendimiento de la transmisión por la fibra óptica.

De acuerdo a Jay (2010), las pérdidas por macrocurvaturas, sucede cuando la fibra óptica es doblada con una curvatura inferior al diámetro de la fibra, generalmente la mínima curvatura que debería tener la fibra es de 20 veces el diámetro exterior de la fibra y en el caso de que sea un solo hilo este no debería ser menor a los 5 cm.

Además Jay (2010), señala que las pérdidas por microcurvaturas se refieren a dobleces a pequeña escala en la fibra, a menudo es ocasionada por la presión ejercida sobre la fibra como cuando está siendo instalada y los elementos en la sujeción de la fibra.

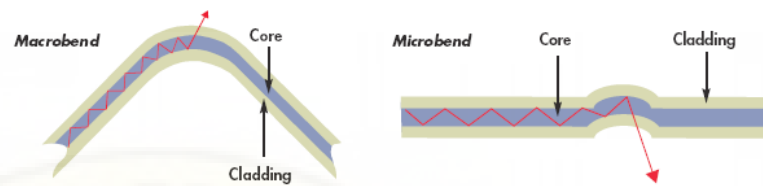


Figura 33: Macrocurvaturas y microcurvaturas en una sección de la fibra óptica.

Fuente: www.fiber-optic-equipment.com.

2.2.3.3. Analizador de PMD/CD

De acuerdo a FOA Guide To Fiber Optics (s. f.), el analizador PMD/CD es un instrumento que nos permite determinar el coeficiente de dispersión cromática (CD) y el coeficiente de dispersión de modo de polarización (PMD), esto con la finalidad de garantizar la integridad y calidad de transmisión en una red de fibra óptica y posterior actualización del sistema de transmisión a velocidades mayores a 40 Gbps (OC-768/STM-256).

Coeficiente de dispersión cromática (CD)

Según Collings et al, (2018), el coeficiente de dispersión cromática es propiedad de un medio (fibra óptica) que hace diferentes longitudes de onda de la luz se propagan a diferentes velocidades a medida que viajan en él.

Para poder entender el concepto de la dispersión cromática, es necesario entender que es la dispersión, la transmisión de datos en una red de fibra óptica consiste en destellos de luz de encendido (1) y apagado (0) que representan los datos, por ejemplo, en una red de transmisión de 10 Gbps corresponde a 10000000000 (10^{10}) de bits que se envían cada segundo, lo que significa que cada uno de estos bits puede durar un máximo de 100 ps en el tiempo.

Después de viajar a través la fibra óptica por muchos kilómetros, es posible que los pulsos se extiendan en el tiempo. Por lo tanto, estos pulsos de duración de 100 ps

bien definidos al principio posiblemente podrían convertirse en pulsos de 120, 150 o incluso 200 ps de duración debido a como la luz viaja a través de la fibra óptica, esto haría cada vez más difícil, si no imposible, distinguir dos bits adyacentes, ya que se habrán juntado entre sí, este problema empeora a velocidades de transmisión más altas donde la duración de los pulsos es aún menor. Esta propagación de pulsos en el tiempo se conoce como dispersión.



Figura 34: Pulsos de transmisión a 10Gbps en el inicio y después de cierta distancia y tiempo por efecto de la dispersión.

Fuente: www.lightreading.com.

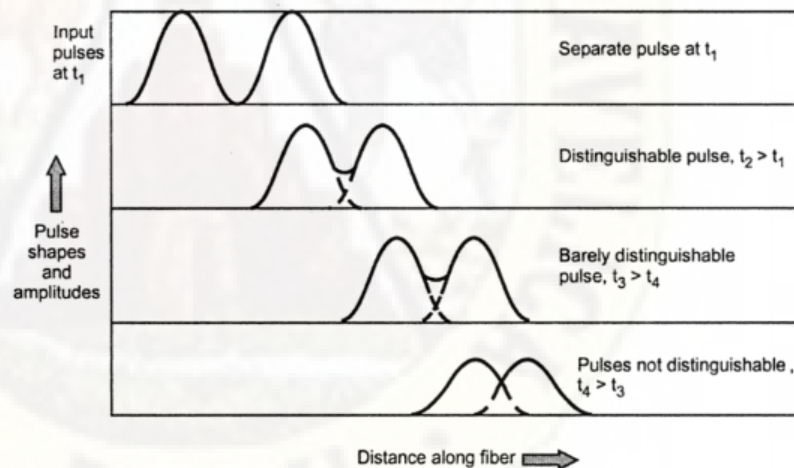


Figura 35: Dispersión y atenuación de los pulsos en la fibra óptica.

Fuente: www.yourelectrichome.com.

La dispersión en la fibra óptica se produce porque las diferentes longitudes de onda de la luz viajan a velocidades ligeramente diferentes en la fibra óptica. La dispersión del material hace que diferentes longitudes de onda viajen a diferentes velocidades debido a la variación del índice de refracción del núcleo de la fibra

con la longitud de onda. Sin embargo, una proporción de la luz también viaja en el revestimiento de la fibra, que tiene un índice de refracción diferente y, por lo tanto, propaga la luz a través de ella a una velocidad diferente al núcleo, un efecto conocido como dispersión de guía de onda. La dispersión del material y la dispersión de la guía de onda se combinan para dar un efecto general llamado dispersión cromática.

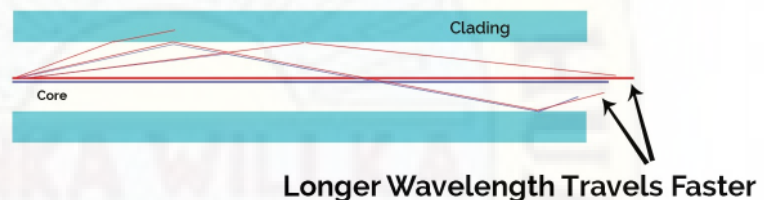


Figura 36: Dispersión y atenuación de los pulsos en la fibra óptica.
Fuente: fibreoptic.uk.com.

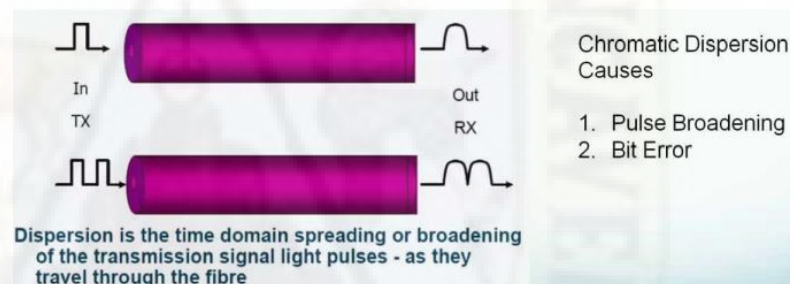


Figura 37: Efecto de la dispersión cromática en la transmisión.
Fuente: www.fo4sale.com.

En la fibra monomodo, la longitud de onda de la luz no es mucho más grande que el núcleo de la fibra y como resultado, la luz que viaja por la fibra en realidad viaja en un área que excede el diámetro del núcleo, llamado diámetro del campo de modo (MDF) de la fibra. El diámetro del campo de modo es una función de la longitud de onda de la luz, con longitudes de onda más largas que viajan en un diámetro de campo de modo más grande. Así, parte de la luz viaja en el núcleo geométrico de la fibra y parte viaja en el revestimiento. Dado que el núcleo está hecho de un índice de

refracción más alto que el revestimiento, la luz en el revestimiento viaja más rápido que la luz en el núcleo. Las longitudes de onda más largas tienen diámetros de campo de modo más grandes, por lo que sufren más dispersión de material.

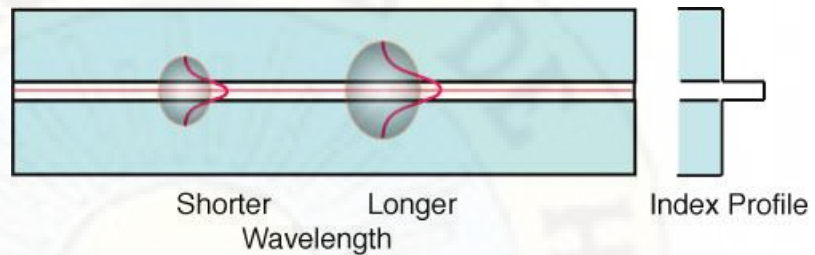


Figura 38: Pulsos con diferente longitud y su respectivo MDF que exceden el núcleo de la fibra.

Fuente: The Fiber Optic Association Inc.

Como la dispersión del material y la dispersión de la guía de onda tienen variaciones opuestas con la longitud de onda, el diseño cuidadoso de los materiales de fibra y los perfiles de índice permite que la fibra tenga una longitud de onda de dispersión cero.

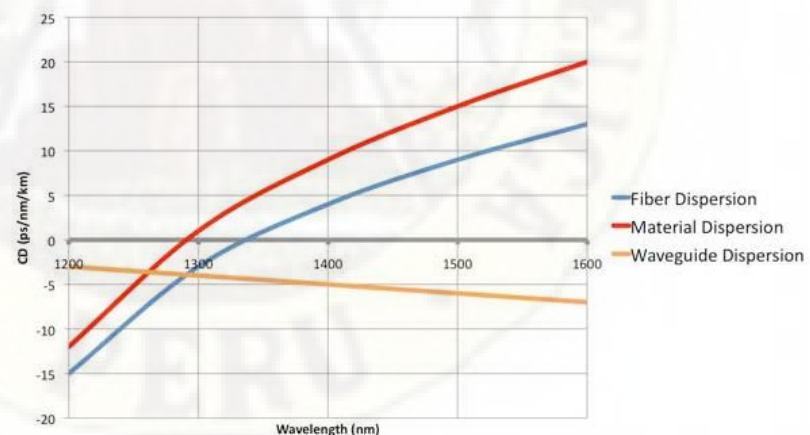


Figura 39: Dispersión cromática para una fibra monomodo, para una longitud de onda de 1310 es casi 0.

Fuente: The Fiber Optic Association Inc.

Coeficiente de dispersión de modo de polarización (PMD)

De acuerdo a Collings et al, (2018), la dispersión del modo de polarización (PMD), se define como la

dispersión temporal de los pulsos de la señal de transmisión debido a la birrefringencia.

Materiales como una fibra óptica tienen un índice de refracción diferente para cada uno de esos componentes de la onda de luz, lo que se denomina birrefringencia.

Además, indica que PMD generalmente se conceptualiza y modela matemáticamente como el retardo de tiempo diferencial resultante entre los componentes de la señal que se transmite en dos estados de polarización ortogonal bien definidos, o estados principales de polarización (PSP) de la fibra, siendo que los dos PSP se propagan a diferentes velocidades a través de la fibra. Esto crea dos copias retardadas de la señal lanzada que pueden causar una distorsión severa en el receptor óptico al final de la fibra.

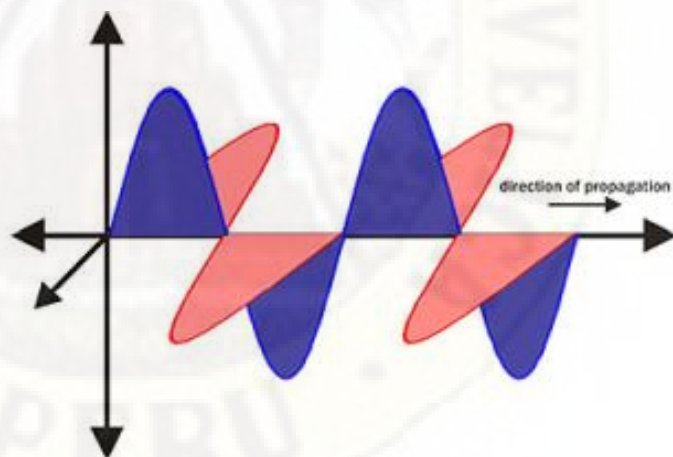


Figura 40: Campos eléctrico y magnético perpendiculares entre sí de una onda electromagnética.

Fuente: www.fiberoptics4sale.com.

Cuando la luz viaja a través de una longitud perfectamente recta de fibra óptica perfectamente cilíndrica, ambos estados de polarización viajarán exactamente a la misma velocidad. Sin embargo, la fibra óptica del mundo real no es tan buena para nosotros.

Habr  fallas en la fibra que harán que no sea cilíndrica, y también habrá puntos de tensión en la fibra que no se extenderán de manera simétrica. Esto significa problemas para los estados de polarización y, de hecho, hace que viajen a diferentes velocidades. Al final del sistema, estos estados se habrán separado ligeramente en el tiempo y, por lo tanto, han causado que los pulsos de luz se extiendan en el tiempo. Los pulsos habrán experimentado la dispersión del modo de polarización (PMD).

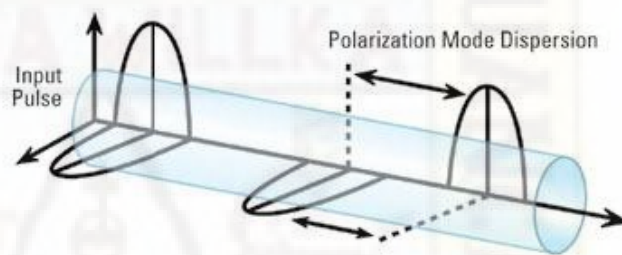


Figura 41: Desfase de los campos eléctrico y magnético del pulso recibido.

Fuente: The Fiber Optic Association Inc.

Debido a la simetría imperfecta y las tensiones constantemente fluctuantes que experimenta una fibra, el PMD es un efecto aleatorio por lo que se mide como un valor promedio en el tiempo. Esta aleatoriedad hace que sea mucho más difícil de compensar, y todavía aún se investiga mucho en esta  rea. PMD no ha tenido un efecto significativo en las velocidades de bits de hasta 10 Gbps implementadas en este momento (pulsos de bit con duración a 100 ps), pero en sistemas de 40 Gbps (pulsos de bit con duración de 25 ps) se han convertido en un problema.

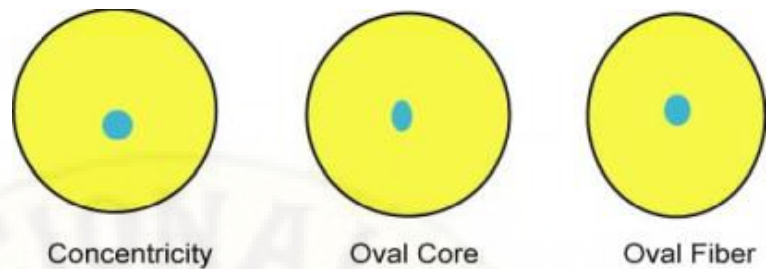


Figura 42: Imperfecciones en la fibra óptica.
Fuente: The Fiber Optic Association Inc.

2.2.4. ISO/IEC 25023:2016

Según Organización Internacional de Normalización (ISO, 2016), la norma **ISO/IEC 25023:2016** define específicamente las métricas para realizar la medición cuantitativamente de la calidad de productos y sistemas en términos de características y sub características definidas en **ISO/IEC 25010**.

También señala que **ISO/IEC 25023:2016** no asigna rangos de valores de las medidas a niveles nominales o grados de cumplimiento, sino que estas deben de asignarse con base en la naturaleza del sistema, producto o parte del producto.

Adicionalmente señala que las medidas de calidad propuestas están destinadas a ser utilizadas para el aseguramiento de la calidad y la mejora del sistema y los productos de software durante o después del proceso del ciclo de vida del desarrollo.

2.2.4.1. Modelo de Calidad

De acuerdo a Roa, Morales, y Gutiérrez (2015) en la **ISO/IEC 25010** se detallan el modelo de la calidad del producto, describiendo ocho características para evaluar el software, las cuales están sub divididos en sub características, las cuales pueden ser medidas con métricas internas o externas.

- a) **Adecuación funcional:** Permite medir la capacidad que tiene un producto de software para proveer las funciones que satisfacen requerimientos explícitos e

implícitos cuando el software se usa en determinadas condiciones.

Balseca (2014), indica que esta característica se divide en las siguientes sub características:

- **Compleitud funcional:** capacidad del sistema software para proporcionar un conjunto de funcionalidades apropiadas para cubrir todas las tareas y objetivos determinados por el usuario.
 - **Exactitud funcional:** capacidad del sistema software para proporcionar los resultados correctos con el grado necesario de precisión.
- b) **Eficiencia de desempeño:** Es el comportamiento del sistema: funcionalidad, capacidad, utilización de recursos y respuesta temporal. Dentro de sus características se encuentra que el sistema requiere la utilización de un mínimo de recursos (por ejemplo, tiempo uso de CPU) para ejecutar una tarea determinada.

Balseca (2014), describe las sub características en la que se divide esta característica:

- **Comportamiento Temporal:** capacidad de un sistema software para proporcionar los tiempos de respuesta y procesamiento apropiados.
 - **Utilización de Recursos:** capacidad en que un sistema software utiliza las cantidades y tipos de recursos adecuados.
 - **Capacidad:** capacidad de un sistema software de cumplir con los requisitos determinados.
- c) **Compatibilidad:** Es el proceso en el cual dos o más sistemas intercambian información y llevan a cabo

funciones requeridas en cuanto a su entorno hardware o software compartido.

Balseca (2014), indica que esta característica se sub divide en las siguientes sub características:

- **Co – Existencia:** capacidad de un sistema software para coexistir en un entorno en el cual comparten recursos comunes con otro software independiente.
 - **Interoperatividad:** capacidad de dos o más sistemas software para intercambiar información y utilizar dicha información.
- d) **Usabilidad:** Algunas de las características que la conforman son: comprensibilidad, aprendibilidad, operabilidad, atractivo, cumplimiento de usabilidad, capacidad para reconocer su adecuación, capacidad de aprendizaje, capacidad de ser usado, protección contra errores de usuario, estética de la interfaz de usuario, accesibilidad, fácil de usar, fácil de aprender, atractivo para el usuario, conforme a normas, uso intuitivo.

Balseca (2014), describe las sub características en la que se divide esta característica:

- **Capacidad de reconocer su adecuación:** capacidad del sistema software que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.
- **Capacidad para ser entendido:** capacidad del sistema, que permite al usuario entender si el software es adecuado para alcanzar sus objetivos determinados.

- **Operatividad:** capacidad de un sistema software que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
 - **Protección contra errores del usuario:** capacidad en que el sistema brinda la protección necesaria contra errores que realizan los usuarios.
 - **Estética de la Interfaz del usuario:** capacidad en que la interfaz de usuario llega a satisfacer y agradar al usuario.
 - **Accesibilidad técnica:** capacidad del sistema software para que se permita ser utilizado por usuarios con determinadas discapacidades.
- e) **Fiabilidad:** Madurez, tolerancia a defectos, recuperabilidad, cumplimiento de fiabilidad. En determinadas condiciones, el software/sistema mantendrá su capacidad – funcionalidad a lo largo de un periodo de tiempo.
- Balseca (2014), indica que esta característica se sub divide en las siguientes sub características y las describe de la siguiente manera:
- **Madurez:** capacidad del sistema software para satisfacer las necesidades de fiabilidad durante el funcionamiento normal.
 - **Disponibilidad:** capacidad de un sistema software de estar operativo y accesible para su uso cuando se necesite.
 - **Tolerancia a fallos:** capacidad de un sistema software para operar cuando se presenten fallos.

- **Recuperabilidad:** capacidad de un sistema software para reestablecer el estado del sistema y recuperar datos que se hayan afectado, en caso de interrupción o fallo.

f) **Seguridad:** Capacidad de proteger la información y los datos de manera que no puedan ser leídos o modificados por personas o sistemas no autorizados.

Balseca (2014), describe las sub características en la que está dividido esta característica de la siguiente forma:

- **Confidencialidad:** capacidad de proteger la información y el acceso a datos no autorizados, ya sea de manera accidental o intencional.
- **Integridad:** capacidad de un producto, sistema o componente software para evitar accesos no autorizados a datos o programas de computación.
- **No – repudio:** capacidad para demostrar que los eventos han ocurrido, de manera que dichos eventos no puedan ser refutados posteriormente.
- **Responsabilidad:** capacidad de dar seguimiento a las acciones que fueron realizadas por una entidad.
- **Autenticidad:** capacidad de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso.

g) **Mantenibilidad:** Es la medida del esfuerzo requerido para realizar cambios en los componentes de un sistema de manera efectiva y eficiente. Algunas de sus características son analizabilidad,

modificabilidad, estabilidad, testabilidad, cumplimiento de mantenibilidad, modularidad.

Balseca (2014), describe las sub características en la que se divide esta característica:

- **Modularidad:** capacidad de un sistema software que cuando sea modificado no afecte a otras funcionalidades del sistema
 - **Reusabilidad:** capacidad de un activo (Información, Software, Hardware, Usuarios) para ser utilizado en más de un sistema o en la construcción de otros activos.
 - **Capacidad de ser analizado:** facilidad con la que se puede llevar a cabo un análisis del impacto de una determinada modificación en el sistema.
 - **Capacidad de ser modificado:** capacidad del sistema para permitir que sea modificado sin causar daños o reducir la calidad del producto existente.
 - **Capacidad de ser probado:** facilidad de realizar pruebas a un sistema o componente software, para determinar si se han cumplido con los requerimientos establecidos.
- h) **Portabilidad:** Es la capacidad del software de ser transferido a un nuevo entorno (software, hardware, organización). Es fácil de instalar y desinstalar, además permite ser adaptado de forma efectiva a diferentes entornos de hardware o software.
- Balseca (2014), indica que esta característica se divide en las siguientes sub características:

- **Adaptabilidad:** capacidad de un sistema software de ser adaptado a distintos entornos.
- **Capacidad de ser instalado:** capacidad de un sistema para que pueda ser fácilmente instalado y/o desinstalado.
- **Capacidad de ser reemplazado:** capacidad del sistema software para ser utilizado en lugar de otro sistema en el mismo entorno y cumpliendo con el mismo objetivo.

2.2.4.2. Métricas de calidad del producto software (Calidad interna y externa) - ISO/IEC 25023

Balseca (2014), indica que las métricas utilizadas para la evaluación de la calidad interna y externa software definidas en la norma **ISO/IEC 25010** está indicada en la norma **ISO/IEC 25023**, las métricas utilizadas se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4:
Métricas para la calidad interna y externa según norma ISO/IEC 25023.

Características	Sub características	Métricas
Adecuación funcional	Complejidad funcional Exactitud funcional	Complejidad de la implementación funcional Exactitud
Fiabilidad	Madurez	Precisión computacional Disipación del fallo Suficiencia de las pruebas Tiempo medio entre fallos
	Disponibilidad	Tiempo de servicio Tiempo medio de inactividad
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallas Redundancia (componentes) Anulación de operación incorrecta
	Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación
Eficiencia de desempeño	Comportamiento temporal	Tiempo de respuesta Tiempo de espera Rendimiento
	Utilización de recursos	Líneas de código Utilización de CPU Utilización de la memoria

	Capacidad	Utilización de los dispositivos de E/S Número de peticiones online Número de accesos simultáneos Sistema de transmisión de ancho de banda
Usabilidad	Capacidad de reconocer su adecuación Capacidad de ser entendido Operatividad Protección contra errores del usuario Estética de la Interfaz del usuario Accesibilidad técnica	Integridad de descripción Capacidad de demostración Funciones evidentes Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema Recuperabilidad de error operacional Claridad de mensajes Consistencia operacional Posibilidad de personalización Verificación de entradas válidas Prevención del uso incorrecto Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario Accesibilidad física
Seguridad	Confidencialidad Integridad No repudio Responsabilidad Autenticidad Co – Existencia	Capacidad de control de acceso Encriptación de datos Prevención de corrupción de datos Utilización de firma digital Capacidad de auditoría de acceso Métodos de autenticación Co – existencia disponible
Compatibilidad	Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos Capacidad de intercambiar de datos
Mantenibilidad	Modularidad Reusabilidad Capacidad de ser analizado Capacidad de ser modificado Capacidad de ser probado	Capacidad de condensación Acoplamiento de clases Ejecución de reusabilidad Capacidad de pistas de auditoría Diagnóstico de funciones suficientes Complejidad ciclomática Profundidad de herencia Grado de localización de corrección de impacto Complejidad de modificación Índice de éxito de modificación
Portabilidad	Adaptabilidad	Complejidad funcional de funciones de pruebas Capacidad de prueba autónoma Capacidad de reinicio de pruebas Adaptabilidad en entorno hardware Adaptabilidad en entorno de software

Capacidad de ser Instalado	Adaptabilidad en entorno organizacional Eficiencia en el tiempo de instalación Facilidad de instalación
Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario Inclusividad funcional Uso continuo de datos

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5. Modelado y automatización del proceso de caracterización de la fibra óptica

Para poder lograr los objetivos propuesto en la investigación se procedió hacer un análisis detallado de como el proyecto de supervisión de la red de fibra óptica de la región Cusco estaba planteado dentro de la empresa y como esta afectaba a la estructura organizacional de la empresa y una vez lograda la automatización se plateó una estructura organizacional para el proceso de caracterización de la fibra óptica dentro del Área de Proyectos de la empresa TELSAT S.R.L.

2.2.5.1. Modelación del proceso de caracterización de la fibra óptica en el Área de Supervisión de Proyectos

Para la automatización del proceso de caracterización de la fibra óptica usando TICs, fue necesario realizar un análisis detallado de todas las actividades que componen el proceso, la cual nos permitió identificar a los responsables del proceso, las diferentes tareas que la componen, así como también sus entradas y salidas, todo lo anterior nos permitió tener una visión más clara y amplia de todo el proceso, así como también nos permitió identificar las tareas que fueron sujetos a la automatización.

Para el modelamiento del proceso se hizo uso del software Bizagi Modeler, la cual nos permitió comprender todo el flujo del proceso de caracterización

de la fibra óptica, así como también identificar los cuellos de botella en este proceso.

Dentro del macro proceso de supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco se planteó una estructura organizacional (Figura 44), para el proceso de caracterización de la fibra óptica se estableció la participación de cuatro supervisores de campo, un coordinador como responsable de la entrega de resultados de toda la información procesada de las mediciones y pruebas realizadas a todos los enlaces de fibra óptica supervisados en el presente proyecto.

Aquí se pudo notar que el coordinador de pruebas y mediciones de fibra óptica tenía muchas responsabilidades, las cuales iban a originar un sobre carga de trabajo, tendiendo en cuenta que tanto la supervisión de campo como el procesamiento de la información de las mediciones realizadas son tareas mutuamente excluyentes debido a que requieren de mucho tiempo y dedicación exclusiva.

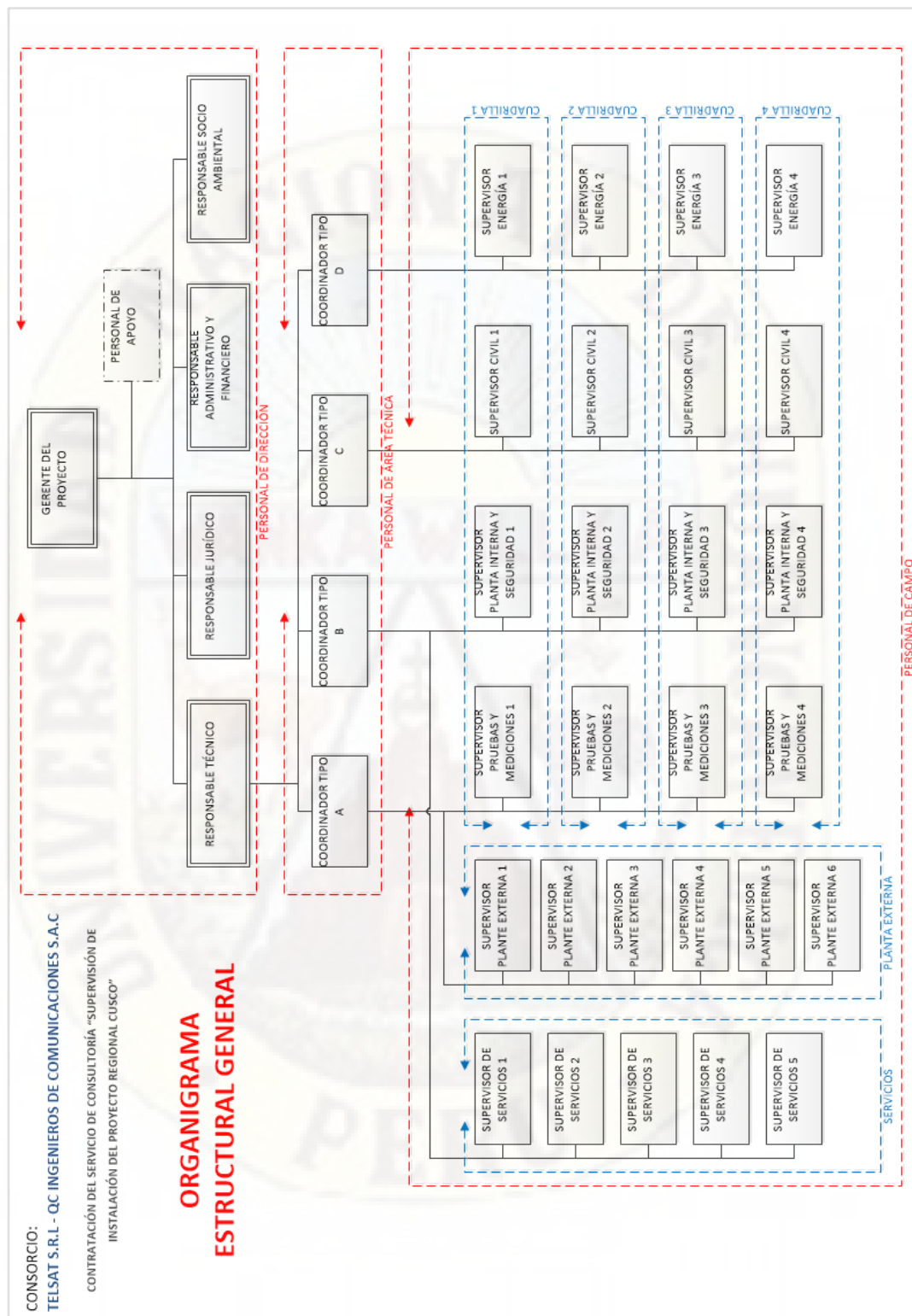


Figura 43: Estructura organizacional planteando para el proyecto de supervisión dentro del Área Supervisión de Proyectos de la empresa TELSAT S.R.L.

Fuente: TELSAT S.R.L.



Figura 44: Macroproceso de supervisión de campo y entrega de resultados.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5.2. Análisis del proceso de caracterización de la fibra óptica

Se realizó un análisis de los elementos y condiciones del proceso de caracterización de la fibra óptica, la que es resumida en la tabla 5.

Tabla 5:

Identificación de condiciones o elementos del proceso.

¿Quién lo hace?	Coordinador de Pruebas y Mediciones de Fibra Óptica con la colaboración de los cuatro supervisores de campo del Área de Supervisión de Proyectos de la empresa TELSAT S.R.L.
¿Para quién o quiénes se hace?	Programa Nacional de Telecomunicaciones (PRONATEL)
¿Por qué se hace?	La caracterización de la fibra óptica se realiza con fin de determinar si la red cumple con las especificaciones técnicas establecidas en proyecto de ejecución de red regional de fibra óptica de la región Cusco.
¿Cómo se hace?	Mediciones de la red de fibra óptica con el uso de 03 instrumentos que son: Power Meter, OTDR, Analizador de CMP/CD. Análisis de los resultados de las mediciones a través del software EXFO FastReporter. Elaboración de tablas con resultados del análisis de las mediciones realizadas.
¿Cuándo se hace?	El proceso de caracterización se realiza en un periodo de 28 días calendarios.
¿Qué se requiere para hacerlo?	Especificaciones técnicas para la caracterización de la fibra óptica. Diagrama de la red de fibra óptica. Diagramas de empalmes de la red de fibra óptica.

Instrumentos de medición certificados (calibrados) que son Power Meter, OTDR y Analizador de PMD/CD.
Software EXO FastReporter.
Software Microsoft Excel.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5.3. Ficha del levantamiento del proceso

Una vez realizada el análisis del proceso, se procede a realizar una ficha de levantamiento del proceso en la cual están identificadas todas las tareas o actividades realizadas durante el proceso de caracterización de la fibra óptica.

Tabla 6:

Ficha del levantamiento del proceso caracterización de la fibra óptica.

FORMATO CFO-GUI0001-001 - Ficha de Levantamiento de Procesos				
Analista de Procesos:	de	Victor Vila Zúñiga	Sistema/Modulo:	CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA TELSAT S.R.L.
Fecha anotaciones:	de	20/06/2018	Horarios:	9:00 am - 1:00 pm
Nombre del Proceso:	del	CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA		
Objetivo:	Elaboración de tablas con resultados de la caracterización de la fibra óptica, reporte fotográfico y repositorio con archivos de mediciones.			
Usuarios:	Jefe Operativo de Campo y Project Manager (Usuarios intermedios) PRONATEL (Usuario final)			
Dueño	Coordinador de pruebas y mediciones.			
Inicio	Especificaciones técnicas y plazos establecidos para la caracterización de la fibra óptica.	Fin	Informe de conformidad de los resultados entregados.	
Requisitos	Especificaciones técnicas para la caracterización de la fibra óptica. Diagrama de la red de fibra óptica. Diagramas de empalmes de la red de fibra óptica.			
Indicadores	Tiempo necesario para realizar las mediciones de un tramo de cable de fibra óptica. Tiempo necesario para el análisis de todo un tramo de fibra óptica. Tiempo necesario para la elaboración de tablas con resultados de la caracterización.			
Anexos	Repositorio con archivos de mediciones y fotografías de la caracterización de la fibra óptica.			

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se detallan todas las actividades relacionadas al proceso de caracterización de la fibra óptica dentro del Área de Supervisión de Proyectos de la empresa TELSAT S.R.L.

Tabla 7:
PETSU del proceso caracterización de la fibra óptica.

PROVEEDOR	ENTRADA	ACTIVIDADES	SALIDA	USUARIOS
PRONATEL	Expediente técnico	Recepción de expediente técnico	Expediente técnico recepcionado.	Project Manager
Project Manager	Expediente técnico	Remite expediente técnico	Memorando para la elaboración del cronograma de la supervisión.	Jefe Operativo de Campo
Project Manager	Expediente técnico	Remite expediente técnico	Memorando para la elaboración del entregables de supervisión de la fibra óptica.	Coordinador de pruebas y mediciones
Coordinador de pruebas y mediciones	Expediente técnico	Elabora informe técnico y listado de entregables de la caracterización de la fibra óptica (actas, formatos, fotografías y archivos de pruebas y mediciones de la caracterización de la fibra óptica)	Informe técnico con listado de entregables de la caracterización de la fibra óptica.	Project Manager
Coordinador de pruebas y mediciones	Informe técnico y listado de entregables de la caracterización de la fibra óptica	Capacitación de los supervisores de campo	Evaluación de competencias de los supervisores de campo	Supervisores de campo
Jefe Operativo de Campo	Expediente técnico	Elabora el cronograma de actividades de la supervisión	Informe técnico con cronograma de actividades de la supervisión	Project Manager
Project Manager	Informes técnicos con cronograma de	Elabora informe preliminar	Informe preliminar	PRONATEL

	actividades y entregables de la supervisión				
PRONATEL	Informe preliminar	Elabora informe de conformidad y fecha de inicio de supervisión	Informe de conformidad e inicio de supervisión	Project Manager	
PRONATEL	Informe preliminar	Elabora informe de subsanación de observaciones	Informe de subsanación de observaciones	Project Manager	
Project Manager	Informe de conformidad y fecha de inicio de supervisión	Coordina con responsables sobre el inicio de la supervisión	Cronograma actualizado de actividades de supervisión	PRONATEL Jefe Operativo de Campo	Coordinador de pruebas y mediciones
Coordinador de pruebas y mediciones	Cronograma de actividades la caracterización de la fibra óptica	Coordina con supervisores de campo	Listado de entregables de la caracterización de la fibra óptica	Supervisores de campo	
Supervisores de campo	Cronograma de actividades y listado de entregables	Prueba y mediciones de los tramos de fibra óptica	Datos de pruebas mediciones de la fibra óptica	Supervisores de campo	
Supervisores de campo	Datos de pruebas mediciones de la fibra óptica	Elaboración de actas y reporte fotográfico de supervisión	Actas de supervisión F1, F2, F3 y Reporte fotográfico	Coordinador de pruebas y mediciones	
Supervisores de campo	Actas de supervisión F1, F2 y F3, y Reporte fotográfico	Elabora reporte para Plataforma de supervisión	Reporte para Plataforma	Responsable del área de sistemas de información	
Responsable del área de sistemas de información	Reportes para Plataforma del status de elementos supervisados	Actualiza información con status de elementos supervisados	Plataforma actualizada con información de la supervisión	PRONATEL Project Manager	Coordinador de pruebas y mediciones
Coordinador de pruebas y mediciones	Actas de supervisión F1, F2 y F3	Elabora informe semanal de tramos de fibra óptica caracterizada	Informe semanal de tramos de fibra óptica caracterizada	Jefe Operativo de Campo	

Jefe Operativo de Campo	Informe diario y semanal de las áreas de supervisión de campo y logística	Monitorea y consolida información semanal de la supervisión de campo		Informe diario y semanal del avance de la supervisión	Project manager
Project manager	Informe diario y semanal del avance de la supervisión	Monitoreo de la supervisión de campo		Resumen del avance de la supervisión de campo	Project manager
Project manager	Resumen del avance de la supervisión de campo Informe semanal de tramos de fibra óptica caracterizada	Elabora informe semanal del avance de la supervisión		Informe semanal del avance de la supervisión	PRONATEL
Coordinador de pruebas y mediciones	Actas de supervisión (F1, F2 y F3)	Elabora tablas parciales de resultados de la caracterización		Tabla de resultados de los tramos de fibra óptica caracterizados	Coordinador de pruebas y mediciones
Coordinador de pruebas y mediciones	Tabla de resultados de los tramos de fibra óptica caracterizados	Elabora informe parcial con resultados		Informe parcial de los tramos de fibra óptica caracterizados	Project manager
Project manager	Informes parciales de los elementos supervisados	Elabora informe parcial de la supervisión		Informe parcial de la supervisión de campo	PRONATEL
PRONATEL	Informe parcial de la supervisión de campo	Elabora informe de conformidad		Informe de conformidad	Project manager
PRONATEL	Informe parcial de la supervisión de campo	Elabora informe para subsanación de observaciones		Informe de subsanación de observaciones	Project manager
Project manager	Informe de subsanación de observaciones	Envía reporte de inconsistencia de resultados		Reporte de inconsistencias de resultados	Coordinador de pruebas y mediciones

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5.4. Modelado del proceso de caracterización de la fibra óptica

En el modelado del proceso de caracterización de la fibra óptica dentro del Área de Supervisión de Proyectos, se hallaron varios cuellos de botella en el flujo de información, y además se identificó las tareas que iban a ser automatizadas.

Modelo del proceso AS IS

El modelo del proceso AS IS consta de 24 tareas o actividades, de la cuales cuatro actividades resultan ser claves para la caracterización de la fibra óptica, las restantes tareas son de elaboración de informes y demás documentos internos entre los diferentes entes dentro de la estructura organizacional de la empresa.

Todo el proceso empieza con el expediente técnico proveído por PRONATEL para la supervisión de la red de fibra óptica de la región Cusco, en ella están especificadas todos los requerimientos técnicos que debe cumplir la supervisión de los tramos de enlaces de fibra óptica y todo el proceso termina con un informe de conformidad expedido por PRONATEL aceptando todos los resultados de la supervisión de campo.

Los actores que interviene en proceso son: PRONATEL, Project Manager, Jefe de supervisión de campo, Coordinador de pruebas y mediciones, Supervisores de campo y responsable del Sistema de información.

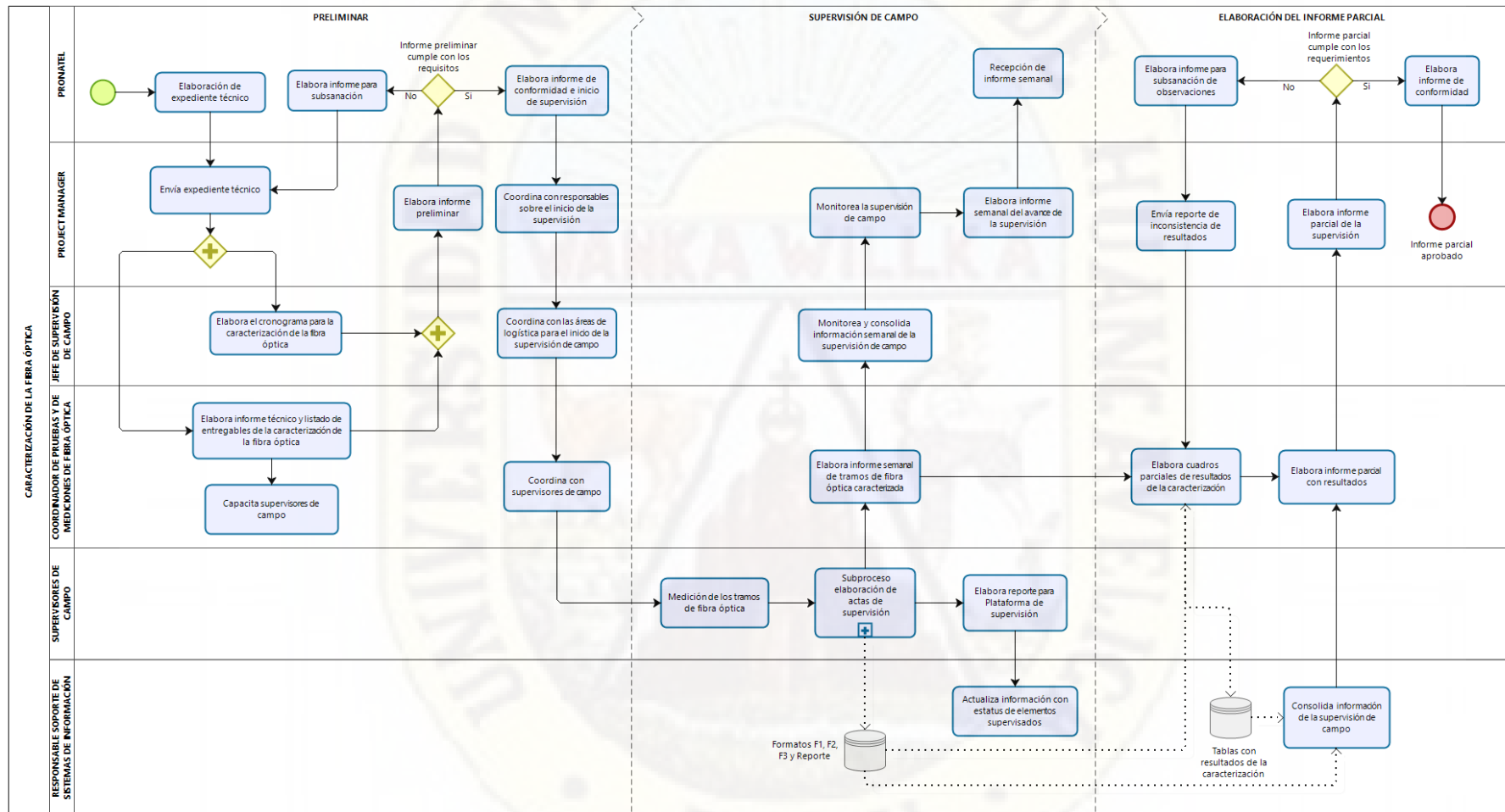


Figura 45: Modelado del proceso AS IS del proceso caracterización de la fibra óptica dentro del Área de Supervisión de Proyectos de la empresa TELSAT S.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

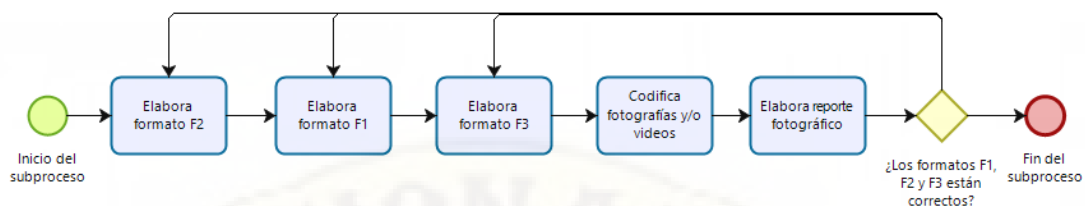


Figura 46: Modelado del sub proceso de elaboración de actas de supervisión
Fuente: Elaboración propia.

2.2.6. Identificación de las actividades con posibilidades de la automatización

Dentro del proceso principal de caracterización de la fibra óptica se identificaron las siguientes actividades con posibilidades de ser automatizadas:

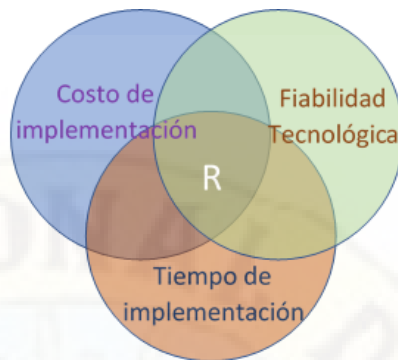
- Elabora reporte para plataforma de supervisión.
- Elabora tablas parciales de resultados de la caracterización.

Y las tareas dentro del sub proceso elaboración de actas de supervisión:

- Elabora formato F2.
- Elabora formato F1.
- Elabora formato F3.
- Codifica fotografías y/o videos.
- Elabora reporte fotográfico.

Para la implementación de la automatización se tomaron en cuenta tres factores importantes que son: económico, tecnológico y fiabilidad, siendo el factor más preponderante el económico en la decisión final para su automatización.

- Costo económico, está referido al costo en su desarrollo e implementación de la automatización.
- Fiabilidad tecnológica, está referido a cuan es fiable la tecnología utilizada para la implementación de la automatización.
- Tiempo de implementación, está referido al tiempo necesario para el desarrollo e implementación de la automatización.



2.2.7. Análisis costo – beneficio de las actividades a automatizar

Se realiza el análisis respectivo del costo beneficio de las 7 actividades con posibilidades para su automatización, la cual es comparado frente al costo de la elaboración manual de dicha actividad del proceso de caracterización de la fibra óptica para los tramos de supervisados.

a) Elabora reporte para plataforma de supervisión

Siendo el factor económico el determinante y con una fiabilidad tecnológica del 100% para la implementación de la automatización, esta actividad fue considerada para su respectiva automatización.

Tabla 8:

Costo – beneficio de la actividad elabora reporte para plataforma de supervisión.

Ítems	Elabora reporte para plataforma de supervisión
Fiabilidad tecnológica (%)	100
Costo de implementación (S/.)	500.00
Tiempo de implementación (Horas)	4
Costo de elaboración manual (S/.)	2500.00
Tiempo de elaboración manual (Horas)	33

Fuente: Elaboración propia.

b) Elabora tablas parciales de resultados de la caracterización

Esta actividad también fue considerada para su automatización, además de tomar en cuenta el costo de

implementación, se tuvo en consideración el reducido tiempo de implementación que ofrecía la automatización.

Tabla 9:

Costo – beneficio de la actividad elabora tablas parciales de resultados de la caracterización.

Ítems	Elabora tablas parciales de resultados de la caracterización
Fiabilidad tecnológica (%)	100
Costo de implementación (S/.)	2000.00
Tiempo de implementación (Horas)	8
Costo de elaboración manual (S/.)	10000.00
Tiempo de elaboración manual (Horas)	98

Fuente: Elaboración propia.

c) **Elabora formato F2**

Esta actividad fue la más crítica y vital dentro de todas las actividades del proceso de caracterización, el éxito o fracaso de la supervisión dependía de esta actividad por tanto se consideró todos los factores para su evaluación.

Los tres factores se alinearon para su automatización y por tanto fue considerada su automatización.

Tabla 10:

Costo – beneficio de la actividad elabora formato F2.

Ítems	Elabora formato F2
Fiabilidad tecnológica (%)	100
Costo de implementación (S/.)	5000.00
Tiempo de implementación (Horas)	40
Costo de elaboración manual (S/.)	35000.00
Tiempo de elaboración manual (Horas)	784

Fuente: Elaboración propia.

d) **Elabora formato F1**

Esta actividad no fue considerada para su automatización debido a la desventaja económica y a fiabilidad tecnológica por debajo de lo requerido para su automatización.

Tabla 11:

Costo – beneficio de la actividad elabora formato F1.

Ítems	Elabora formato F1	
	Propuesta A	Propuesta B
Fiabilidad tecnológica (%)	70	90
Costo de implementación (S/.)	25000.00	10000.00
Tiempo de implementación (Horas)	240	80
Costo de elaboración manual (S/.)	9000.00	
Tiempo de elaboración manual (Horas)	66	

Fuente: Elaboración propia.

e) **Elabora formato F3**

Esta actividad no fue considerada para su automatización debido a que el beneficio económico de su implementación resulto ser marginal.

Tabla 12:

Costo – beneficio de la actividad elabora formato F3.

Ítems	Elabora formato F3
Fiabilidad tecnológica (%)	100
Costo de implementación (S/.)	3000.00
Tiempo de implementación (Horas)	8
Costo de elaboración manual (S/.)	2500.00
Tiempo de elaboración manual (Horas)	48

Fuente: Elaboración propia.

f) **Codifica fotografías y/o videos**

Esta actividad no fue considerada para su automatización debido a la desventaja económica y a fiabilidad tecnológica por debajo de lo requerido para su automatización.

Tabla 13:

Costo – beneficio de la actividad codifica fotografías y/o videos.

Ítems	Codifica fotografías y/o videos	
	Propuesta A	Propuesta B
Fiabilidad tecnológica (%)	70	100
Costo de implementación (S/.)	15000.00	10000.00
Tiempo de implementación (Horas)	40	80
Costo de elaboración manual (S/.)	9000.00	
Tiempo de elaboración manual (Horas)	196	

Fuente: Elaboración propia.

g) **Elabora reporte fotográfico**

Esta actividad fue considerada para su automatización debido al beneficio económico y al reducido tiempo de implementación que ofrecía la implementación de la automatización.

Tabla 14:

Costo – beneficio de la actividad elabora reporte fotográfico.

Ítems	Elabora reporte fotográfico
Fiabilidad tecnológica (%)	100
Costo de implementación (S/.)	2500.00
Tiempo de implementación (Horas)	16
Costo de elaboración manual (S/.)	9000.00
Tiempo de elaboración manual (Horas)	294

Fuente: Elaboración propia.

2.2.8. Descripción de las tareas a automatizar dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica

Las tareas que se identificaron para ser automatizadas, pueden describirse como tareas que requieren de mucho tiempo elaborarlas o que son demasiado complejo elaborarlas y susceptibles a errores en su elaboración.

2.2.8.1. Elabora formato F2

El formato F2 que a su vez es un acta de supervisión, forma parte de los entregables como resultado de la supervisión de la fibra óptica, en ella están la mayoría de los parámetros validados dentro de la caracterización de la fibra óptica, debido a esto se hace complejo su elaboración de forma manual, además requiere la participación de personal altamente especializado en su elaboración la cual incrementa su costo en su elaboración.

Los parámetros a validar en la caracterización de la fibra óptica dentro de este formato están los siguientes:

- Pérdida y reflectancia de conectores del enlace de fibra óptica.

- Pérdida de empalmes en el enlace de fibra óptica.
- Atenuación de secciones en el enlace de fibra óptica.
- Pérdida de retorno óptico (ORL) del enlace de fibra óptica.
- Pérdida total del enlace de fibra óptica.
- Distancia del enlace de fibra óptica.
- Presencia de macrocurvaturas en el enlace de fibra óptica.

Tanto las pérdidas de empalmes y atenuación de secciones varían según la distancia del enlace de fibra óptica caracterizado.

Todos estos parámetros deben de ser validados en las dos longitudes de onda de 1310 y 1550 nm como una de las especificaciones técnicas dentro de la supervisión de la fibra óptica.

Todos estos parámetros son obtenidos a través de la medición del equipo denomina comúnmente OTDR.

Formato 02

PRUEBAS REFLECTOMETRICAS CON OTDR

FECHA: _____

ID y nombre NODO A	Ancho de pulso	Automático	OR	1.480.000	Longitud de onda	1310, 1550
ID y nombre NODO B	T. de muestra	Automático	RES	20.12	Atm. Med. Correcciones	0.0dB
MODELO DEL OTDR	N° SERIE DEL OTDR	Long. Suelo	N° REF. R	2	Reflectancia según fabricante	-40dB

N° de Fibra	Longitud de onda (nm)	Pérdida de inserción de conectores (dB)		Reflectancia de conectores (dB)		Observaciones Las operaciones cumplen con los umbrales de pérdidas y reflectancia	Sección 1 Atenuación (dB/km)	Sección 2 Atenuación (dB/km)	Sección n Atenuación (dB/km)	Promedio de Atenuación (dB)	Observaciones La atenuación promedio de la fibra está dentro de los umbrales	OTL (dB)		Longitud promedio del enlace (km)	Pérdida de empalme 1 (dB)		Pérdida de empalme 2 (dB)		Pérdida de empalme n (dB)		Pérdida promedio de empalmes (dB)	Observaciones La atenuación promedio de los empalmes está dentro del umbral	Observaciones Pérdida (dB) por macrocurvatura a distancia (km)
		Conector (A)	Conector (B)	Conector (A)	Conector (B)							A=B	B=A		A=B	B=A	Prom.	A=B	B=A	Prom.			
HL-001	1310																						
HL-002	1310																						
HL-003	1310																						
HL-004	1310																						
HL-005	1310																						
HL-006	1310																						
HL-007	1310																						
HL-008	1310																						
HL-009	1310																						
HL-010	1310																						
HL-011	1310																						
HL-012	1310																						
HL-013	1310																						
HL-014	1310																						
HL-015	1310																						
HL-016	1310																						
HL-017	1310																						
HL-018	1310																						
HL-019	1310																						
HL-020	1310																						
HL-021	1310																						
HL-022	1310																						
HL-023	1310																						
HL-024	1310																						
HL-025	1310																						
HL-026	1310																						
HL-027	1310																						
HL-028	1310																						
HL-029	1310																						
HL-030	1310																						
HL-031	1310																						
HL-032	1310																						
HL-033	1310																						
HL-034	1310																						
HL-035	1310																						
HL-036	1310																						
HL-037	1310																						
HL-038	1310																						
HL-039	1310																						
HL-040	1310																						
HL-041	1310																						
HL-042	1310																						
HL-043	1310																						
HL-044	1310																						
HL-045	1310																						
HL-046	1310																						
HL-047	1310																						
HL-048	1310																						
HL-049	1310																						
HL-050	1310																						
HL-051	1310																						
HL-052	1310																						
HL-053	1310																						
HL-054	1310																						
HL-055	1310																						
HL-056	1310																						
HL-057	1310																						
HL-058	1310																						
HL-059	1310																						
HL-060	1310																						
HL-061	1310																						
HL-062	1310																						
HL-063	1310																						
HL-064	1310																						
HL-065	1310																						
HL-066	1310																						
HL-067	1310																						
HL-068	1310																						
HL-069	1310																						
HL-070	1310																						
HL-071	1310																						
HL-072	1310																						
HL-073	1310																						
HL-074	1310																						
HL-075	1310																						
HL-076	1310																						
HL-077	1310																						
HL-078	1310																						
HL-079	1310																						
HL-080	1310																						
HL-081	1310																						
HL-082	1310																						
HL-083	1310																						
HL-084	1310																						
HL-085	1310																						
HL-086	1310																						
HL-087	1310																						
HL-088	1310																						
HL-089	1310																						
HL-090	1310																						
HL-091	1310																						
HL-092	1310																						
HL-093	1310																						
HL-094	1310																						
HL-095	1310																						
HL-096	1310																						
HL-097	1310																						
HL-098	1310																						
HL-099	1310																						
HL-100	1310																						

COMENTARIOS / OBSERVACIONES

SUPERVISOR FITEL

Firma y Huella Digital

Aptitud y nombre completo

Cargo / DNI

Celular / Correo

Además, de un reporte fotográfico, las fotografías utilizadas deben de ser renombradas en carpetas o directorios según al tramo al que corresponda y al equipo utilizado en la medición o prueba como parte de los entregables de la supervisión.



Figura 48: Reporte fotográfico del tramo de Tinta – San Pedro.
Fuente: Elaboración propia.

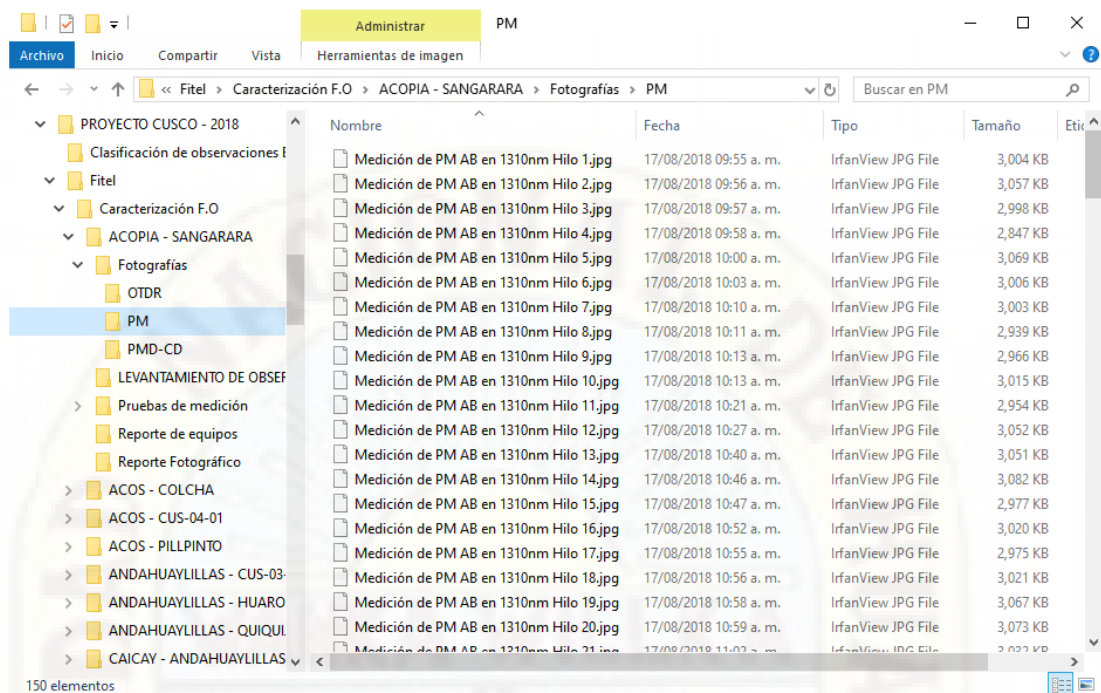


Figura 49: Árbol de carpetas de fotografías del tramo Acopia - Sangará.
Fuente: Elaboración propia.

2.2.8.3. Elabora reporte para Plataforma

El reporte para Plataforma es la información relacionada al estado del tramo del enlace de fibra óptica supervisado, la cual sirve como insumo para el despliegue de información relacionada a la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco en una plataforma WEB.

FORMATO PARA PLATAFORMA DE TRAMO DE FIBRA ÓPTICA

REPORTES DIARIOS PARA EL APLICATIVO

Fecha de supervisión

(dd/mm/aaaa)

1. INFORMACIÓN DE LOS NODOS A REALIZAR LAS MEDICIONES DE FIBRA ÓPTICA

Nodo A: Nodo B:

Anillo del nodo A: Anillo del nodo B:

2. PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA

Numero de hilos:

Ítems	Observado (Si/No)
Dispersión cromática (Nodo A a Nodo B)	
Dispersión de Modo de polarización (PMD) (Nodo A a Nodo B)	
Medición de atenuación del enlace	
Atenuación por Km del enlace	
Pérdidas ópticas de retorno (ORL)	
Pérdidas y ubicación de los empalmes	
Pérdidas de inserción y reflectancia de conectores	
Eventos en la fibra (macro curvaturas, roturas, etc.)	

3. REPOSITORIO:

Dirección WEB:

4. SUPERVISOR RESPONSABLE:

Nombre y apellidos:

Figura 50: Formato de reporte para Plataforma WEB.

Fuente: Elaboración propia.

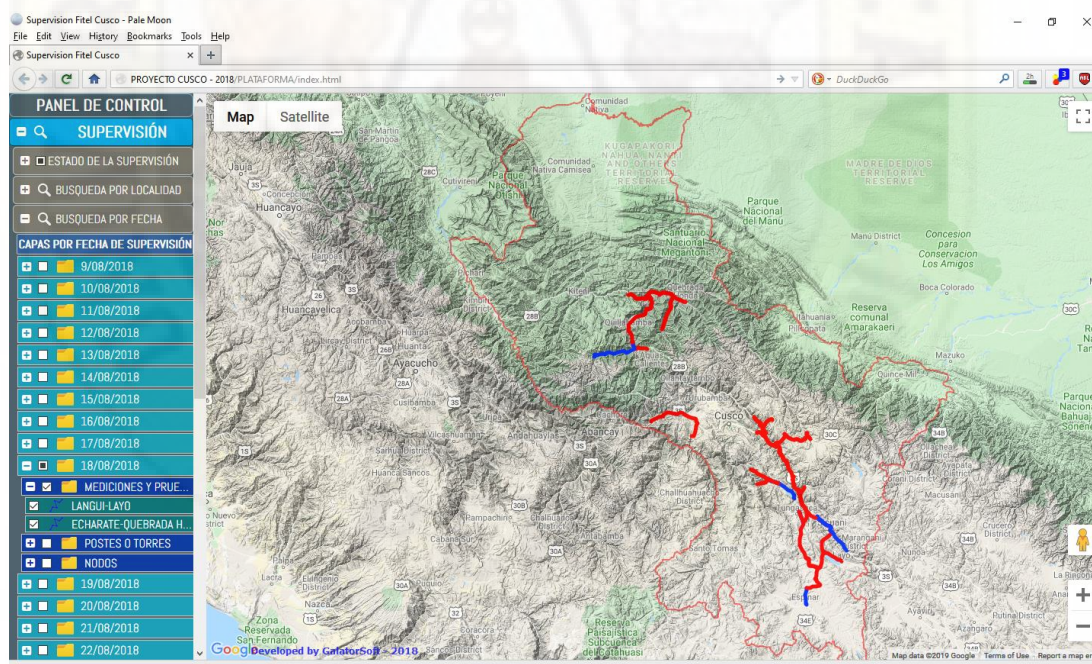


Figura 51: Plataforma WEB con tramos de fibra óptica caracterizados.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.8.4. Elabora cuadro de resultados observaciones de la caracterización

El cuadro de resultados es un resumen con todas las observaciones encontradas en todos los tramos de enlaces de fibra óptica caracterizados, de allí que radica su importancia y rigurosidad en su elaboración, la cual no debe contener ningún error, ya que podría originar inconsistencias con las mediciones y pruebas realizadas a los enlaces de fibra óptica y los formatos F1, F2 y F3. Además, este cuadro es usado como una herramienta para la toma de decisiones por parte de PRONATEL respecto al cumplimiento de las especificaciones técnicas en la ejecución del proyecto de la red de fibra óptica de la región Cusco por parte de la empresa ejecutora.

CUADRO DE OBSERVACIONES																						
TRAMO	PM		PMD-CD		PÉRDIDA DEL CONECTOR A			PÉRDIDA DEL CONECTOR B			REFLECTANCIA DE CONECTOR A			REFLECTANCIA DE CONECTOR B			PÉRDIDAS DE EMPALMES			ATENUACIÓN POR KM DE SECCIONES		
	HILO	DESCRIPCIÓN	HILO	DESCRIPCIÓN	HILO	LONGITUD DE ONDA	DESCRIPCIÓN	HILO	LONGITUD DE ONDA	DESCRIPCIÓN	HILO	LONGITUD DE ONDA	DESCRIPCIÓN	HILO	LONGITUD DE ONDA	DESCRIPCIÓN	HILO	LONGITUD DE ONDA	DESCRIPCIÓN	HILO	LONGITUD DE ONDA	DESCRIPCIÓN
ACOS - COLCHA					HILO05	1310	Conector A supera el umbral de pérdida de inserción de 0.5dB				HILO05	1310	Conector A supera el umbral de pérdida de reflectancia de -60dB	HILO08	1310	Conector B supera el umbral de pérdida de reflectancia de -60dB						
					HILO05	1550	Conector A supera el umbral de pérdida de inserción de 0.5dB				HILO05	1550	Conector A supera el umbral de pérdida de reflectancia de -60dB	HILO08	1550	Conector B supera el umbral de pérdida de reflectancia de -60dB						
														HILO12	1550	Conector B supera el umbral de pérdida de reflectancia de -60dB						
														HILO13	1310	Conector B supera el umbral de pérdida de reflectancia de -60dB	HILO15	1310	Las pérdida promedio de empalmes supera el umbral de 0.1 dB			
														HILO14	1310	Conector B supera el umbral de pérdida de reflectancia de -60dB	HILO22	1310	Las pérdida promedio de empalmes supera el umbral de 0.1 dB			
														HILO15	1310	Conector B supera el umbral de pérdida de reflectancia de -60dB	HILO15	1550	Las pérdida promedio de empalmes supera el umbral de 0.1 dB			
														HILO16	1310	Conector B supera el umbral de pérdida de reflectancia de -60dB	HILO22	1550	Las pérdida promedio de empalmes supera el umbral de 0.1 dB			

Figura 52: Cuadro de observaciones encontradas la caracterización de la fibra óptica.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.9. Implementación de la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica

La automatización de las actividades se realizó a través del uso de la programación para generar los cuadros en forma automática, el lenguaje de programación utilizado fue VBA (Visual Basic para Aplicaciones), el cual es un lenguaje de programación versátil que nos permite manipular de manera simple y efectiva la suite de ofimática Microsoft Office, que en este caso particular son las hojas de cálculo de MS Excel a través de las denominadas macros.

Para generar el reporte fotográfico se utilizó la combinación de dos lenguajes de programación que son VBA y C++.

2.2.9.1. Automatización para generar el formato F2 (Generador F2)

Para la automatización de esta tarea se desarrolló un aplicativo que sea capaz de generar el formato F2 utilizando como datos de entrada los archivos de mediciones y pruebas utilizados en la caracterización de la fibra óptica.

Los requisitos que debía de cumplir el aplicativo fueron los siguientes:

- Aplicativo para un entorno Windows (Windows 7 o superior).
- Iniciar el aplicativo de forma local sin usuario y contraseña.
- Generar el formato F2 a partir de los archivos de mediciones SOR y/o iOLM.

Como se había mencionado anteriormente, el formato F2 está completamente relacionado a las mediciones realizadas con el instrumento OTDR (Optical Time Domain Reflectometer), en el formato F2, están todas

las características que se pueden encontrar en un enlace de fibra óptica, como son los conectores, empalmes por fusión, secciones de fibra, presencia de macrocurvaturas, ORL, distancia del enlace de fibra óptica y pérdida total del enlace de fibra.

Para el desarrollo del aplicativo se analizó los archivos de datos SOR, que son utilizados comúnmente por los instrumentos OTDR para almacenar las mediciones realizadas a un enlace de fibra óptica, y si bien permiten visualizar las trazas de datos SOR (Standard OTDR Record), estas no permiten exportar las mediciones realizadas mediante tablas definidas por el usuario, solo se limitan a mostrar las diferentes características de los elementos que se encuentran en un enlace de fibra óptica.

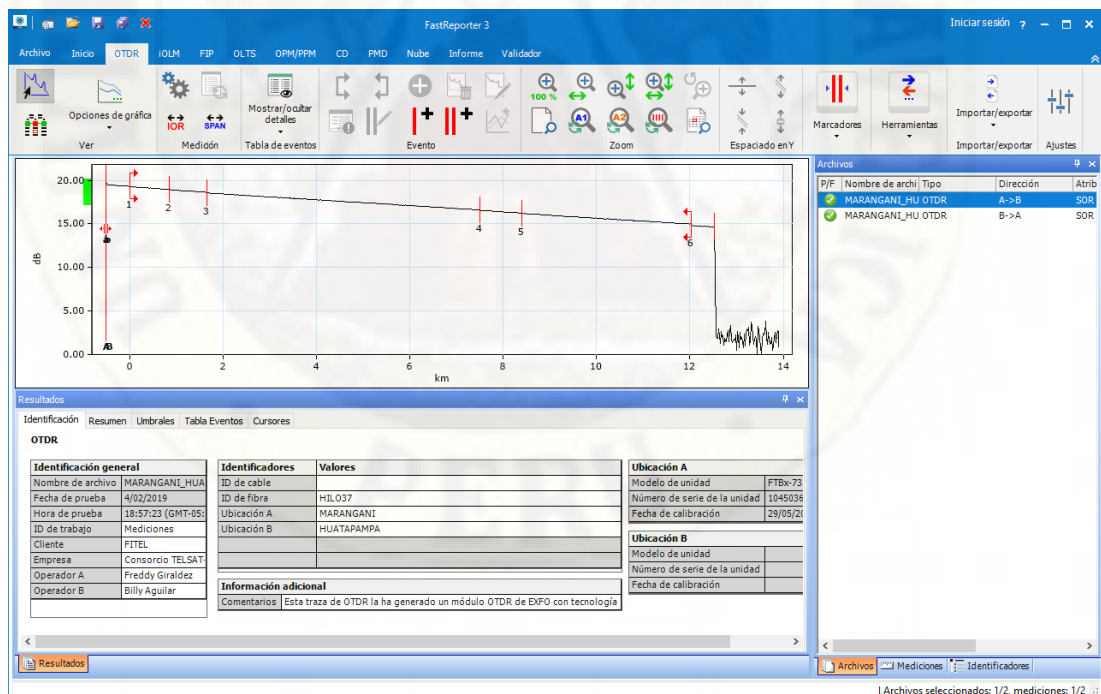


Figura 53: Trazas de un hilo del enlace de fibra óptica (Marangani - Huatapampa) usando el software FastReporter de EXFO.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 53 se puede notar los diferentes elementos que componen el enlace (6 líneas verticales en rojo sobre la traza) que son: 1 y 6 conectores, 2, 3, 4 y 5 empalmes por fusión y los segmentos entre ellos son las secciones de fibra óptica que componen el enlace de fibra óptica.

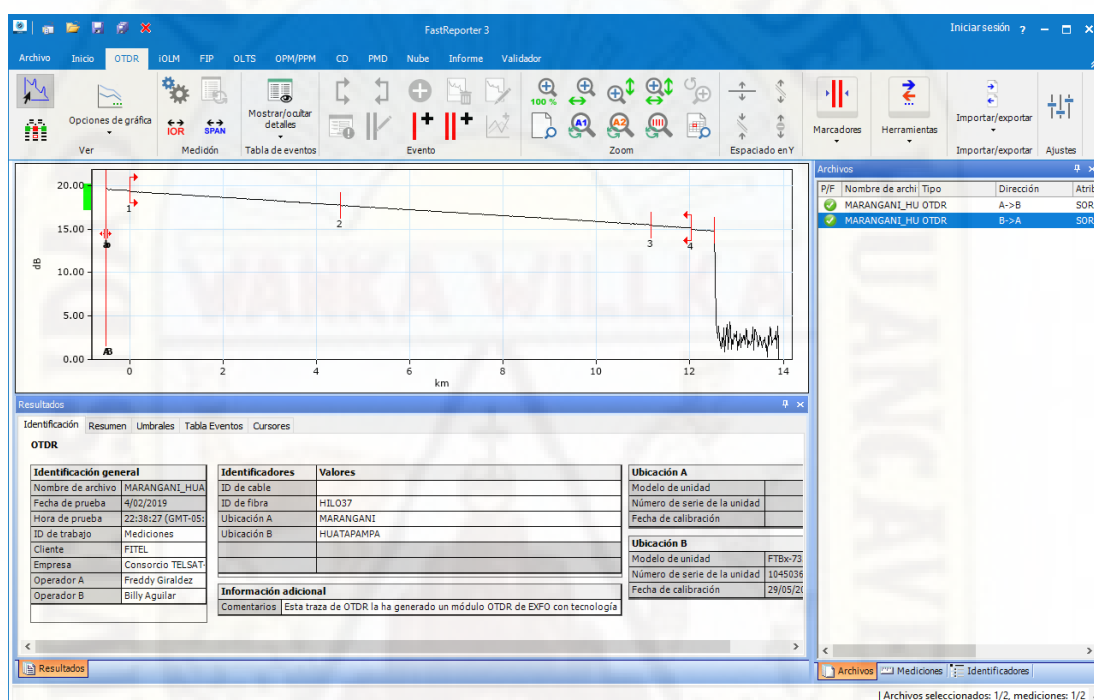


Figura 54: Traza de un hilo del enlace de fibra óptica (Huatapampa - Marangani) usando el software FastReporter de EXFO.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se aprecia la traza de la medición del mismo hilo, pero en sentido inverso y además se puede apreciar que la cantidad de eventos es solo de cuatro, 1 y 3 conectores y 2 y 3 empalmes por fusión.

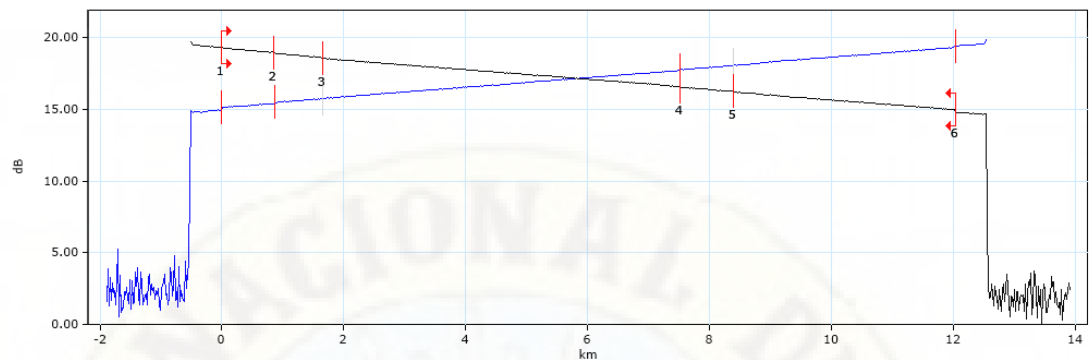


Figura 55: Traza de un hilo del enlace de fibra óptica en forma bidireccional (Marangani - Huatapampa), usando el software FastReporter de EXFO.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se aprecia la traza bidireccional del mismo hilo del enlace Marangani – Huatapampa, los eventos 3 y 5 no tienen su contraparte en la traza en azul.

El bien el formato SOR es ampliamente utilizado por todos los fabricantes de instrumentos OTDR, no existe información amplia sobre su estructura interna de datos por tanto no se pudo se descartó su uso para generar el formato F2.

El instrumento OTDR de la empresa EXFO, permite realizar las mediciones de un enlace de fibra óptica con una mayor precisión a través de una tecnología denominada iOLM (Intelligent Optical Link Mapper), del cual EXFO es la propietaria, el cual, si bien permite exportar la información mediante plantillas definidas a través del software FastReporter, en un principio se modificó las plantillas pero lo resultados obtenidos con ellos no fueron los esperados para generar el formato F2 según los requerimientos deseados.

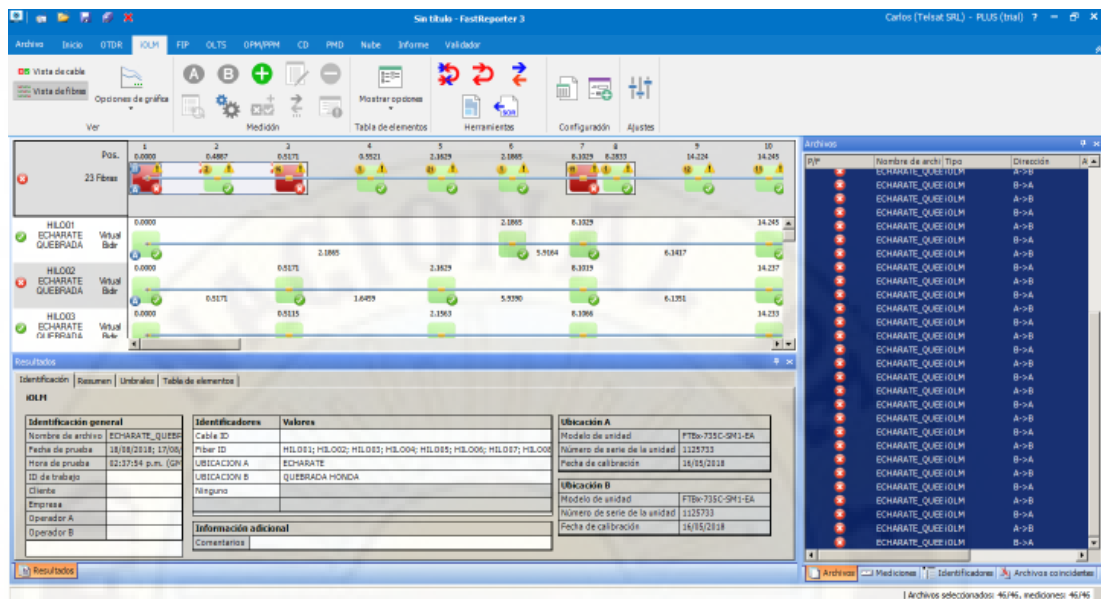


Figura 56: Interfaz del software FastReporter visualizando el tramo Echarate – Quebrada Honda usando los archivos de datos iOLM.
Fuente: Elaboración propia.

La otra estrategia fue utilizar estas plantillas como insumo de entrada para el aplicativo y de esta manera generar el formato F2 según los requerimientos deseados y los resultados obtenidos fueron más que satisfactorios.

Las plantillas utilizadas como insumos de entrada para el aplicativo desarrollado son:

- iOLM Advanced Cable.
- iOLM Bidireccional.
- iOLM.

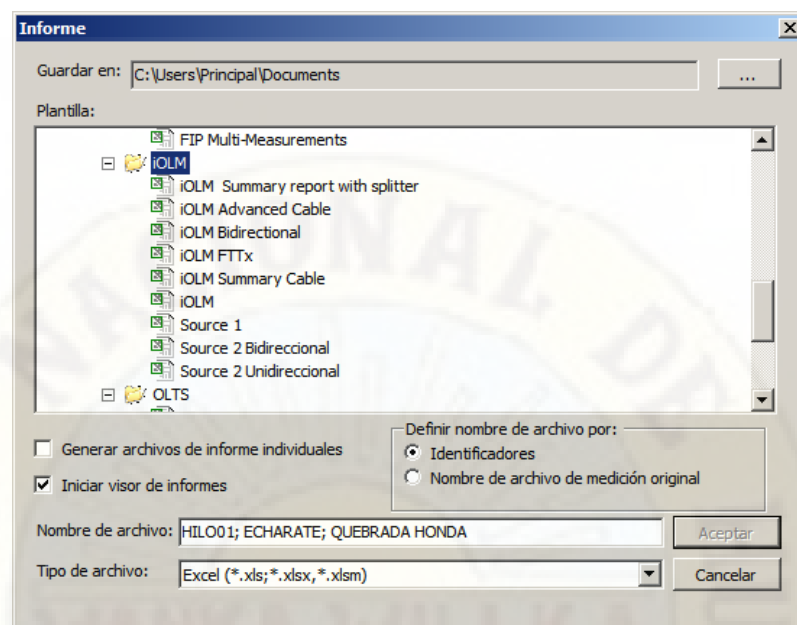


Figura 57: Interfaz del software FastReporter para exportar los datos de los archivos iOLM según las plantillas definidas por EXFO.

Fuente: Elaboración propia.

Estas plantillas se modificaron para obtener solo información que era útil para generar el formato F2 y de esta manera reducir el tiempo de generación del formato F2.

Tabla 15:

Plantillas modificadas utilizadas para generar el formato F2.

PLANTILLA	PLANTILLA MODIFICADA	DATOS A OBTENER
iOLM Advanced Cable	Source 1	Información del equipo utilizado Información del tramo de prueba Pérdida total del enlace Pérdida de empalmes Longitud total del enlace ORL
iOLM Bidireccional	Source 2 Bidireccional	Pérdida de conectores Reflectancia de conectores Atenuación de secciones de fibra óptica Longitud de cada sección de fibra óptica Macrocurvaturas
iOLM		Pérdida de conectores

Source 2	Reflectancia de conectores
Unidireccional	Atenuación de secciones de fibra óptica
	Longitud de cada sección de fibra óptica
	Macrocurvaturas

Fuente: Elaboración propia.

La estructura de datos del formato F2 es la siguiente:

- Identificador de hilo del enlace de fibra óptica.
- Longitud de onda.
- Pérdida y reflectancia de conectores (En caso de que sea unidireccional solo es del conector A).
- Pérdida de empalmes.
- Atenuación por km de secciones del enlace de fibra óptica.
- Atenuación total del enlace de fibra óptica.
- ORL del enlace de fibra óptica.
- Longitud del enlace de fibra óptica.
- Presencia de macrocurvaturas.

El software desarrollado se denominó **Generador F2**, el cual debía ser capaz de generar el formato F2 utilizando las tablas generadas con el software FastReporter a través de las plantillas antes descritas (Tabla 16).

Los umbrales máximos para la validación de los elementos de los enlaces de fibra óptica se detallan en la tabla 16:

Tabla 16:

Valores máximos permitidos para los elementos de los enlaces de fibra óptica para fibras monomodo.

Elementos del enlace de F.O.	Umbrales	
	1310 nm	1550 nm
Conector de ODF	0.5 dB	0.5 dB
Pérdida por empalmes	0.1 dB	0.1 dB
Atenuación de sección	0.35 dB/Km	0.25 dB/Km

Fuente: Área de Supervisión de Proyectos de la empresa TELSAT S.R.L.

La interfaz del Generador F2 es sencilla, la cual permite seleccionar el directorio de las tablas generadas y seleccionar al supervisor de campo responsable.

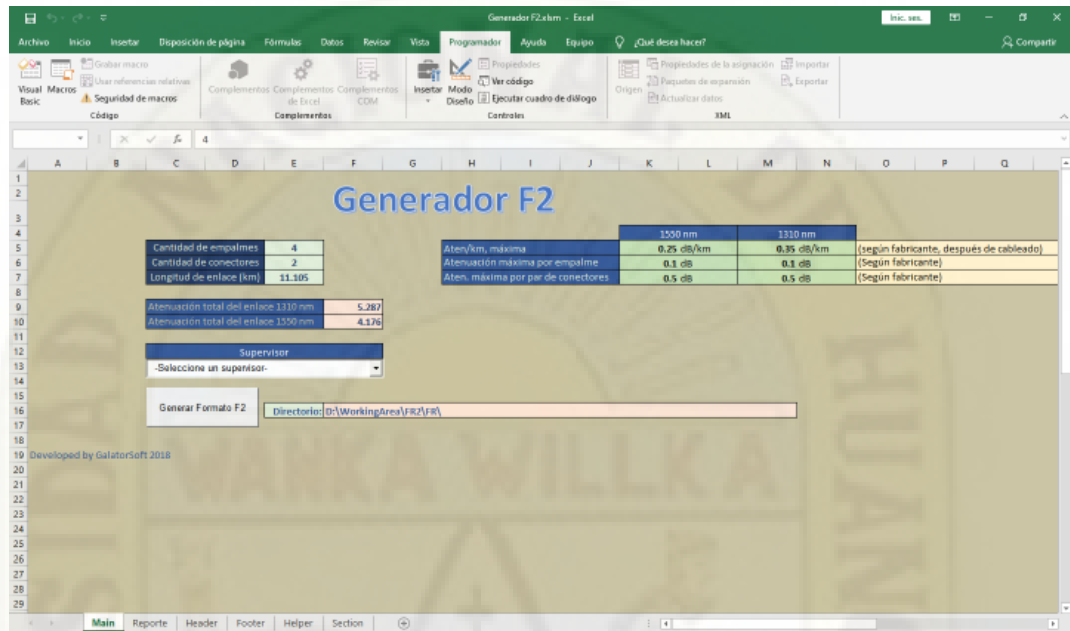


Figura 58: Interfaz del software Generador F2.

Fuente: Elaboración propia.

Las dos opciones que el usuario deberá de seleccionar para poder generar el formato F2 en forma secuencial son:

- Seleccione un supervisor, mediante la cual se deberá seleccionar el supervisor de campo responsables de la lista desplegable.

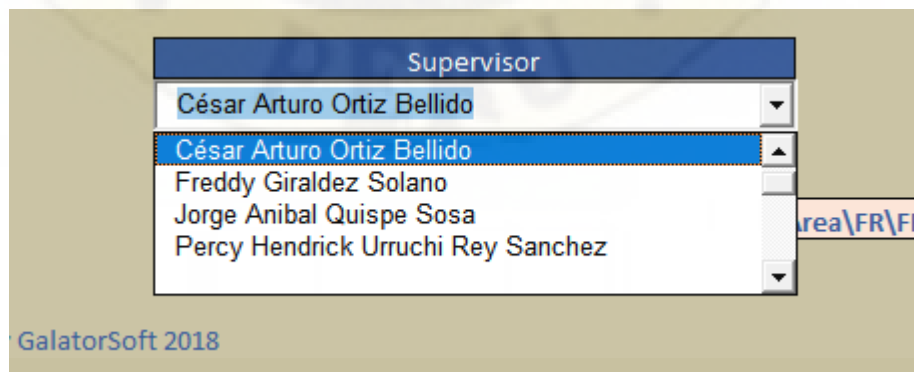


Figura 59: Lista desplegable con los nombres de los supervisores de campo responsables.

Fuente: Elaboración propia.

La interfaz del aplicativo, muestra a través de una lista desplegable los nombres de los supervisores de campo responsables las cuales se encuentran almacenados en una tabla denominada “Supervisores”, la misma que puede ser modificada según los requerimientos necesarios; La información de esta lista desplegable es cargada en tiempo de ejecución a través de una función sub procedimiento IngresarInfoListaSupervisores (El código fuente del sub procedimiento se encuentra en parte de anexos).

- Generar Formato F2, mediante el cual se genera el formato F2 seleccionando los archivos source1.xls y source2.xls. generados con el software FastReporter.

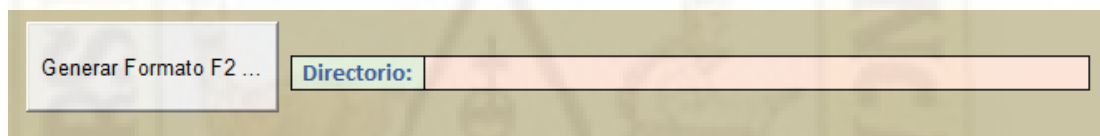


Figura 60: Botón Generar Formato F2 para la selección de los archivos source1 y source2.
Fuente: Elaboración propia.

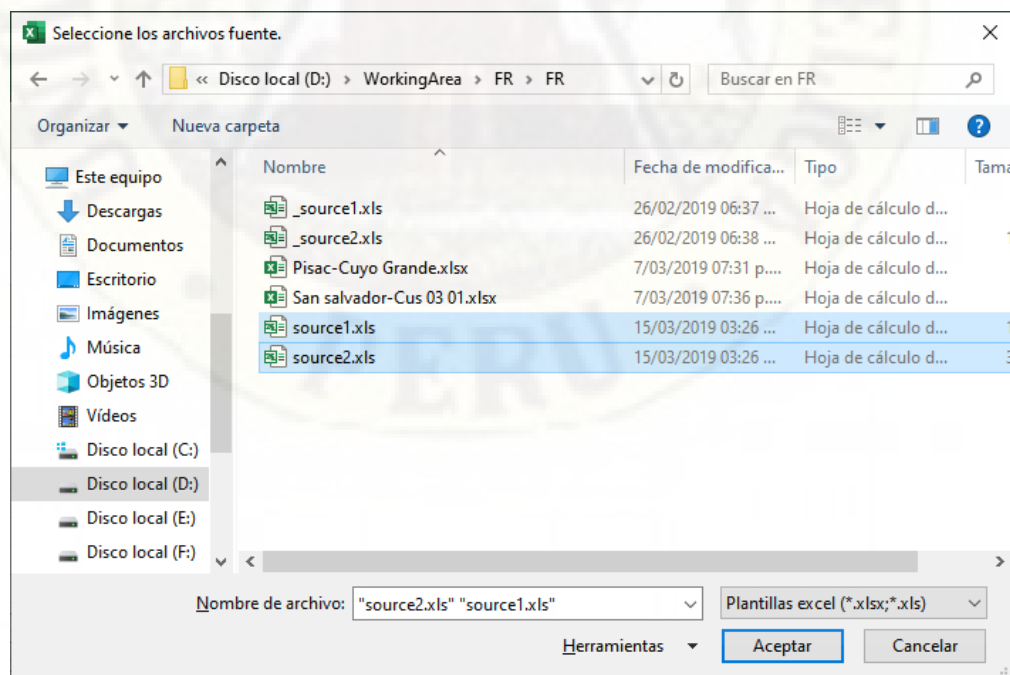


Figura 61: Cuadro de dialogo para seleccionar los archivos source1.xls y source2.xls.
Fuente: Elaboración propia.

Las funciones y sub procedimientos principales del aplicativo son:

- GetWorkbook(WorkBookFullPath), función encargada de abrir los archivos source1.xls y source2.xls.
- GetFolderPath(SourcePath), función encargada de mostrar el cuadro de dialogo donde se selecciona los archivos source1.xls y source2.xls.
- GenerateFastReportF2(SourcePath), sub procedimiento principal, es la que se encarga de hacer el procesamiento para generar el formato F2.

El código fuente de las funciones y sub procedimientos están en la sección de anexos.

2.2.9.2. Automatización para generar el reporte fotográfico

Para la automatización de esta tarea se desarrolló un aplicativo que sea capaz de generar el reporte fotográfico y además que renombre las fotografías y las almacene en una carpeta definida por el usuario.

Los requisitos que debía de cumplir el aplicativo son:

- Aplicativo para un entorno Windows (Windows 7 o superior).
- Iniciar el aplicativo de forma local o remota, sin usuario y contraseña.
- Generar el reporte fotográfico con las fotografías definidas por el usuario.
- Renombrar las fotografías y almacenarlas en un directorio o carpeta definido por el usuario.

En el desarrollo del aplicativo se tomó en cuenta que la toda la información respecto a la caracterización de la fibra óptica debía estar ordenada por tramos de enlace de fibra óptica, para eso se definió una estructura de

carpetas donde se debía almacenar la información procesada.

La estructura de la carpeta se definió como sigue:

Tabla 17:

Estructura de carpetas para almacenar la información procesada.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Nombre del tramo de enlace de fibra óptica	Reporte fotográfico	
	Pruebas de medición	PMD-CD OTDR
	Fotografías	PMD-CD OTDR PM

Fuente: Elaboración propia.

Para crear automáticamente la estructura de carpetas se desarrolló un aplicativo denominado **Menú Principal**, el cual debía de permitir al usuario definir el nombre del tramo del enlace de fibra óptica escogiendo las diferentes opciones de las listas desplegables.

Figura 62: Interfaz principal del aplicativo Menú Principal.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del aplicativo se tiene diferentes opciones a través de listas desplegables que el usuario tendrá que seleccionar a fin de crear el generador del reporte fotográfico para la caracterización de la fibra óptica.

Para el caso de la caracterización de la fibra óptica, adicionalmente se debe indicar los datos del nodo A y nodo B, para usarlos como dato para definir el nombre de tramo de fibra caracterizada a través de dos listas desplegables denominadas Nodo A y Nodo B.

Tabla 18:
Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo Menú Principal.

CONTROLES	NOMBRE	TAREA
Combobox	CmbProvincia	Permite seleccionar la provincia
Combobox	CmdDistrito	Permite seleccionar el distrito
Combobox	CmdLocalidad	Permite seleccionar la localidad
Textbox	TxtUbigeo	Muestra el código de ubigeo de la localidad
Combobox	CmbNodoA	Permite seleccionar el nodo A
Combobox	CmdFormato	Permite seleccionar el formato a generar
Combobox	CmbNodoB	Permite seleccionar el nodo B
Combobox	CmdSupervisor	Permite seleccionar el supervisor responsable
Button	BtnClear	Permite resetear o limpiar los campos de las listas desplegables
Button	BtnGenerar	Permite generar el formato deseado
Button	BtnDirectorio	Permite seleccionar el directorio raíz donde se almacenará la información

Fuente: Elaboración propia.

Las funciones y sub procedimientos principales que se implementaron en el desarrollo del aplicativo son:

- `IngresarDatos_Click()`, sub procedimiento que es ejecutado a través del botón “Generar Formato”, que creará un formato para el ingreso o generación del reporte fotográfico.
- `BorrarDatos_Click()`, sub procedimiento que es ejecutado cuando se presiona el botón “Limpiar campos”, que se encarga de resetear o limpiar los campos de las listas desplegables y/o cajas de texto.
- `ChangeWorkingPath_Click()`, sub procedimiento que es ejecutado al hacer clic sobre el botón “Cambiar directorio”, se encarga de seleccionar el directorio raíz donde se almacenara la información procesada.
- `CreateMultiLevelDir(SrtFullPath)`, sub procedimiento que se encarga de crear un directorio multinivel según la ruta del argumento.
- `HabilitarComboBoxes()`, sub procedimiento encargado de habilitar e ingresar la información que mostrará las diferentes listas desplegables.
- `GenerarFormatoMediciones(strPathFrom, strPathTo, Info())`, sub procedimiento encargado de generar el formato para generar el reporte fotográfico del tramo del enlace de fibra óptica caracterizado.

En código fuente de las funciones y sub procedimientos se encuentran en la sección de anexos.

Para poder generar el reporte fotográfico se desarrolló otro aplicativo denominado “Generador Reporte Fotográfico”.



Figura 63: Interfaz principal del aplicativo Generador de Reporte Fotográfico.
Fuente: Elaboración propia.

Para poder generar el reporte fotográfico, las fotografías debían de ser previamente codificadas para de esta manera poder generar el reporte fotográfico.

Tabla 19:
Datos de entrada para el generador de reporte fotográfico.

CATEGORIA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
PM	1-1	MEDICIÓN DE PM AB EN 1310NM
	1-2	MEDICIÓN DE PM AB EN 1550NM
	1-3	MEDICIÓN DE PM BA EN 1310NM
	1-4	MEDICIÓN DE PM BA EN 1550NM
	1	VISTA FRONTAL DEL POWER METER Y FUENTE DE LUZ
	2	SERIE Y MODELO DEL POWER METER Y FUENTE DE LUZ
	3	REFERENCIACIÓN DE POWER METER DE AB A 1310NM
	4	REFERENCIACIÓN DE POWER METER DE AB A 1550NM
	5	REFERENCIACIÓN DE POWER METER DE BA A 1310NM
	6	REFERENCIACIÓN DE POWER METER DE BA A 1550NM
OTDR	1	VISTA FRONTAL DEL OTDR
	2	SERIE Y MODELO DEL OTDR
	3	MEDICIONES EN A

PMD-CD	4	MEDICIONES EN B
	1	VISTA FRONTAL ANALIZADOR DE PMD-CD
	2	SERIE Y MODELO ANALIZADOR DE PMD-CD
	3	VISTA FRONTAL DE LA FUENTE DE LUZ
	4	SERIE Y MODELO FUENTE DE LUZ
	5	REFERENCIACIÓN DE CD
	6	REFERENCIACIÓN DE CD - LONGITUD DE ONDA
	7	ANULAMIENTO DE DESVIACIONES DEL ANALIZADOR DE PMD
	8	ANULAMIENTO DE DESVIACIONES DEL ANALIZADOR DE PMD
	9	MEDICIÓN CD
	10	MEDICIÓN DE PMD 1
	11	MEDICIÓN DE PMD 2
	12	MEDICIÓN CD Y MEDICIÓN DE PMD 1
	13	MEDICIÓN DE PMD 2

Fuente: Elaboración propia.

En el desarrollo de la interfaz del aplicativo solo se consideró tres botones que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 20:

Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo Generador Reporte Fotográfico.

CONTROLES	NOMBRE	TAREA
Button	BtnSaveFormat	Permite guardar el formato
Button	BtnGenerar	Permite seleccionar el directorio carpeta donde se encuentran las fotografías
Button	BtnSavePDF	Permite exportar y guardar el reporte fotográfico como un archivo PDF

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las funciones y sub procedimientos principales que se implementaron en el desarrollo del aplicativo son:

- `GenerateReport_Click()`, sub procedimiento que es ejecutado a través del botón “Generar reporte fotográfico”, que permite seleccionar el directorio o

carpeta donde se encuentran las fotografías y consecuentemente generar el respectivo reporte fotográfico.

- SaveFormat_Click(), sub procedimiento que es ejecutado cuando se presiona sobre el botón “Guardar formato”, esta sub procedimiento será la encargada de guardar el formato.
- GenerateReportPDF_Click(), sub procedimiento que es ejecutado al hacer clic sobre el botón “Generar reporte PDF”, se encarga de exportar el reporte fotográfico generado a formato PDF.
- LoadInfoPic(InfoPic, nCount, SrcPath, strPathTo, strTmpPictures, strTmpThumbnails), sub procedimiento que se encarga de cargar la información de la fotografías, la tabla de datos para el generador de reporte fotográfico.
- GenerateHeadReport(DstSheet, NombreTramo), sub procedimiento encargado de generar el encabezado del reporte fotográfico.
- GenerateReportExcel(StrPicturesPath), sub procedimiento encargado de generar el reporte fotográfico.

Adicionalmente se desarrolló un aplicativo para el manejo de las fotografías toda vez que en la supervisión se consideró que las fotografías debían de tener una resolución mínima de 8 MP (8 megapíxeles), y el manejo que tiene MS Excel para esa resolución no es buena.

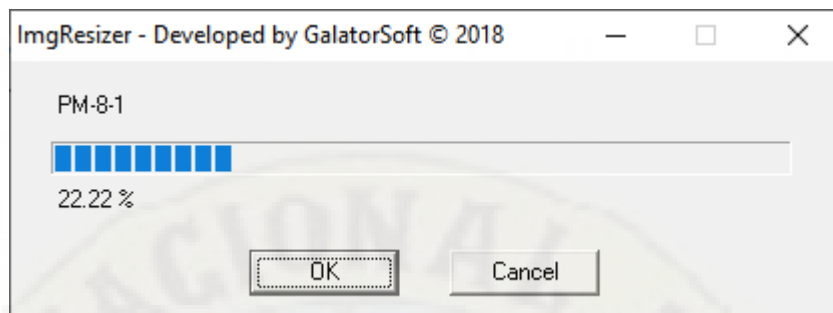


Figura 64: Interfaz principal del aplicativo ImgResizer.

Fuente: Elaboración propia.

El principal propósito del aplicativo fue reducir la resolución de las fotografías y de esta forma tener un manejo óptimo de las mismas en el software MS Excel, se desarrolló usando el lenguaje de programación C++ debido a que es una aplicación multihilos.

El aplicativo hace uso de la librería CxImage para la manipulación de archivos de formato JPG.

La interfaz principal del aplicativo denominado ImgResizer consta de los siguientes controles.

Tabla 21:

Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo ImgResizer.

CONTROLES	NOMBRE	TAREA
Static	WndLabelName	Muestra el nombre de la fotografía que está siendo reducida
Static	WndLabelRate	Muestra en porcentaje el avance de proceso
ProgressBar	WndProgress	Muestra el avance del proceso en forma visual
Button	WndOk	Oculto la ventana principal
Button	WndCancel	Cancela el proceso

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las funciones principales del aplicativo ImgResizer tenemos:

- `ResizeImage(*SrcPath, *DstPath, nWidth)`, es la función que encargada de reducir las fotografías a un tamaño indicado en el argumento `nWidth`.

- Thread(*ptr), es la función principal multihilo que se encarga de realizar el todo el proceso de reducción de las fotografías, el argumento ptr es usado para pasar la ruta o ubicación del archivo de texto, el cual contiene la ruta o directorio de las fotografías fuente, y el directorio de donde se almacenarán las fotografías reducidas.

El código fuente de las funciones se encuentran en la sección de anexos.

2.2.9.3. Automatización para generar el reporte para Plataforma

La automatización de esta tarea consistió en el desarrollo de un aplicativo que es capaz de generar en forma automática el formato para Plataforma, el cual contiene información del estado del tramo de enlace de fibra óptica caracterizado.

Los formatos F1 (Mediciones con Power Meter), F2 (Mediciones con OTDR) y F3 (Mediciones con Analizador PMD-CD), sirve como datos de entrada para poder generar dicho formato.

La información que se obtiene de estos formatos se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 22:

Información para Plataforma del estado de los tramos de enlace de fibra óptica supervisados.

Ítems	Observado (Si/No/No aplica)
Dispersión cromática (Nodo A a Nodo B)	Si/No/No aplica
Dispersión de Modo de polarización (PMD) (Nodo A a Nodo B)	Si/No/No aplica
Medición de atenuación del enlace	Si/No/No aplica
Atenuación por Km del enlace	Si/No/No aplica
Pérdidas ópticas de retorno (ORL)	Si/No/No aplica
Pérdidas y ubicación de los empalmes	Si/No/No aplica

Pérdidas de inserción y reflectancia de conectores	Si/No/No aplica
Eventos en la fibra (macro curvaturas, roturas, etc.)	Si/No/No aplica

Fuente: Elaboración propia.

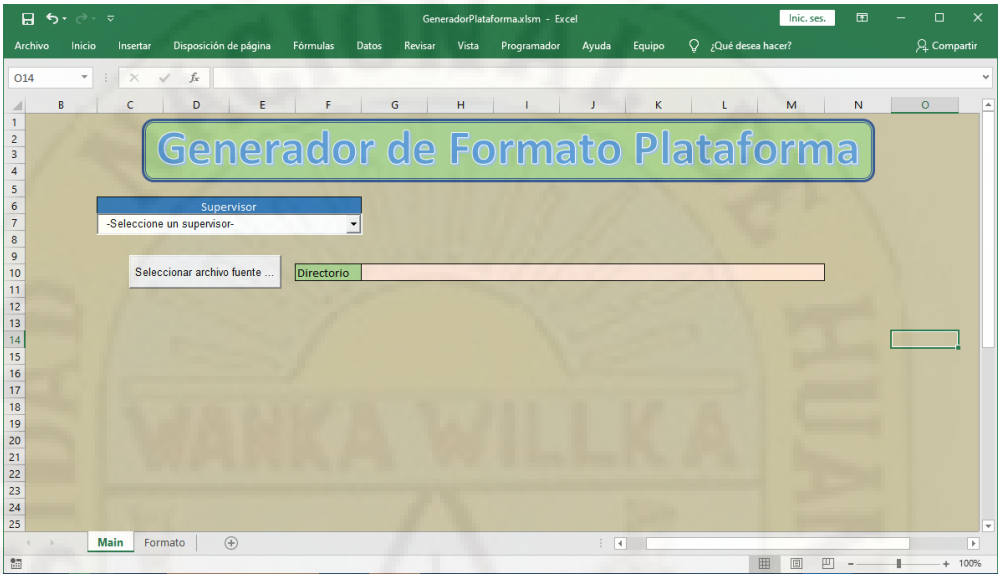


Figura 65: Interfaz principal del aplicativo GeneradorPlataforma.
Fuente: Elaboración propia.

En el diseño de la interfaz del aplicativo se consideró las opciones para el usuario.

Tabla 23:
Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo ImgResizer.

CONTROLES	NOMBRE	TAREA
ComboBox	CmbSupervisor	Lista desplegable que muestra los supervisores de campo responsable
Button	BtnGenerate	Botón que permite seleccionar el archivo origen con los formatos F1, F2 y F3 para generar el formato para Plataforma

Fuente: Elaboración propia.

Los sub procedimientos principales que se implementaron en el desarrollo del aplicativo son:

- SeletSourceFile_Click(), sub procedimiento que es ejecutado a través del botón “Seleccionar archivo fuente”, que permite seleccionar el archivo origen con

los formatos F1, F2 y F3, y consecuentemente genera el reporte para Plataforma haciendo uso del sub procedimiento GenerateFormat.

- GenerateFormat(SourcePath), sub procedimiento principal que se encarga de generar el formato para Plataforma con la información contenida dentro del archivo de origen con los formatos F1, F2 y F3.

2.2.9.4. Automatización para generar cuadro de resultados observaciones de la caracterización

La automatización de esta tarea consistió en el desarrollo de un aplicativo que es capaz de generar el cuadro de observaciones de los tramos de enlace de fibra óptica caracterizados durante la supervisión.

La información contenida en los formatos F1, F2 y F3 de todos los tramos de enlace de fibra óptica caracterizados son los datos de entrada para poder generar el cuadro de observaciones.

El cuadro de observaciones contiene la siguiente información:

Tabla 24:
Información contenida en el cuadro de observaciones de los tramos de enlace de fibra óptica caracterizados.

ITEMS	DESCRIPCIÓN
TRAMO	Indica el nombre del tramo de fibra óptica
PM	Indica la observación encontrada en la medición con el instrumento Power Meter en el enlace de fibra óptica
PMD – CD	Indica la observación encontrada en la medición con el instrumento Analizador de PMD – CD en el enlace de fibra óptica
PÉRDIDA DEL CONECTOR A	Indica la observación por pérdida de inserción del conector A
PÉRDIDA DEL CONECTOR B	Indica la observación por pérdida de inserción del conector B
REFLECTANCIA DE CONECTOR A	Indica la observación por reflectancia del conector A

REFLECTANCIA DE CONECTOR B	Indica la observación por reflectancia del conector B
PÉRDIDAS DE EMPALMES	Indica la observación de la pérdida promedio de los empalmes en el enlace de fibra óptica
ATENUACIÓN POR KM DE SECCIONES	Indica la observación de la atenuación promedio de las secciones en el enlace de fibra óptica

Fuente: Elaboración propia.

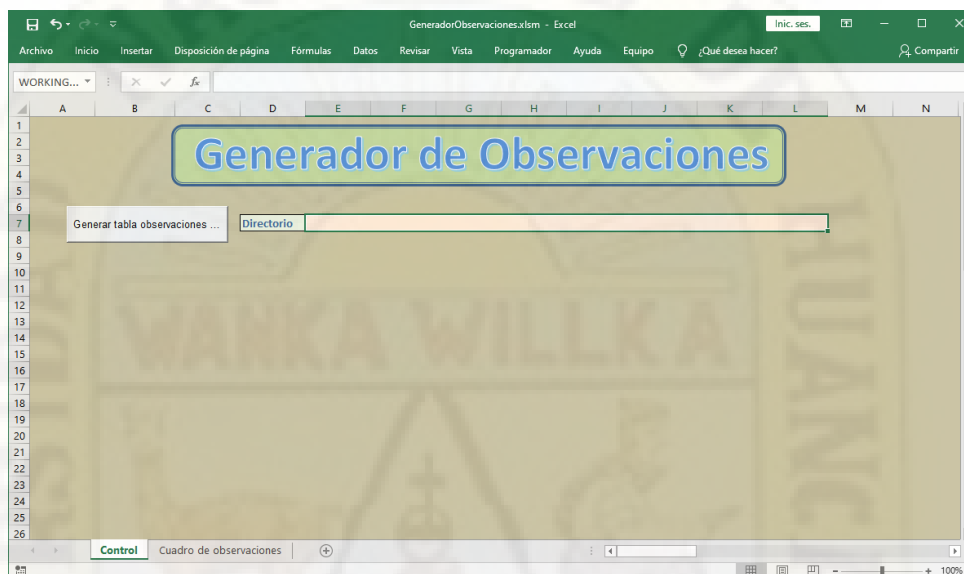


Figura 66: Interfaz principal del aplicativo Generador de observaciones.

Fuente: Elaboración propia.

En el diseño de la interfaz principal del aplicativo consistió únicamente en un botón de opción para el usuario.

Tabla 25:

Controles utilizados en la fase de diseño del aplicativo Generador de observaciones.

CONTROLES	NOMBRE	TAREA
Button	BtnSelectDirectory	Botón que permite seleccionar la carpeta o directorio donde se encuentran los archivos con los formatos F1, F2 y F3 de los tramos de enlace de fibra óptica caracterizados

Fuente: Elaboración propia.

Los sub procedimientos principales que se implementaron en el desarrollo del aplicativo son:

- `SelectSourceDir_Click()`, sub procedimiento que es ejecutado a través del botón “Generar cuadro de observaciones”, que permite seleccionar el directorio o carpeta que contienen los formatos F1, F2 y F3 de todos los tramos de fibra óptica caracterizados, y posteriormente llama al sub procedimiento `GenerateTableObservations` que genera el cuadro de observaciones.
- `GenerateTableObservations(szPath)`, sub procedimiento que se encarga de generar el cuadro de observaciones de los tramos de enlaces de fibra óptica caracterizados.

Modelo del Proceso TO BE

Una vez implementado la automatización de las tareas claves dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica, se realizó una reingeniería del proceso para ser más eficiente y se añadió un nuevo actor que fue definido como Asistente de Pruebas y Mediciones.

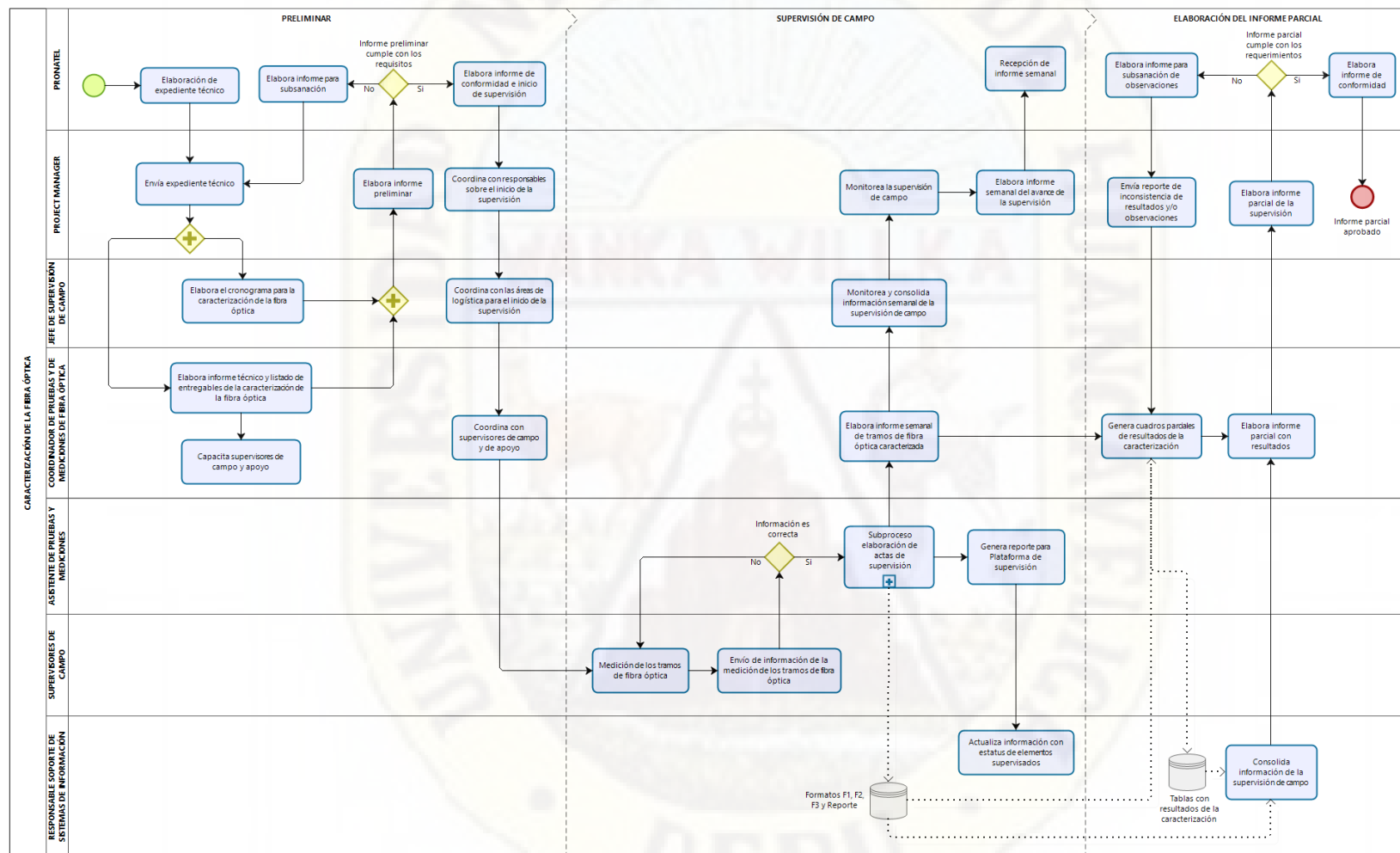


Figura 67: Modelado TO BE del proceso de caracterización de la fibra óptica en el Área de Supervisión de Proyectos en la empresa TELSAT S.R.L.
Fuente: Elaboración propia.

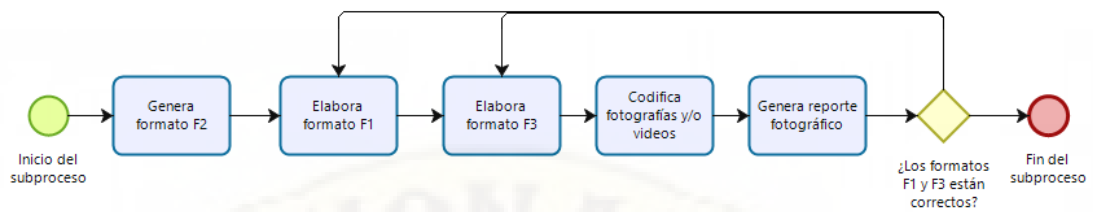


Figura 68: Modelado TO BE del subproceso elaboración de actas de supervisión.
Fuente: Elaboración propia.

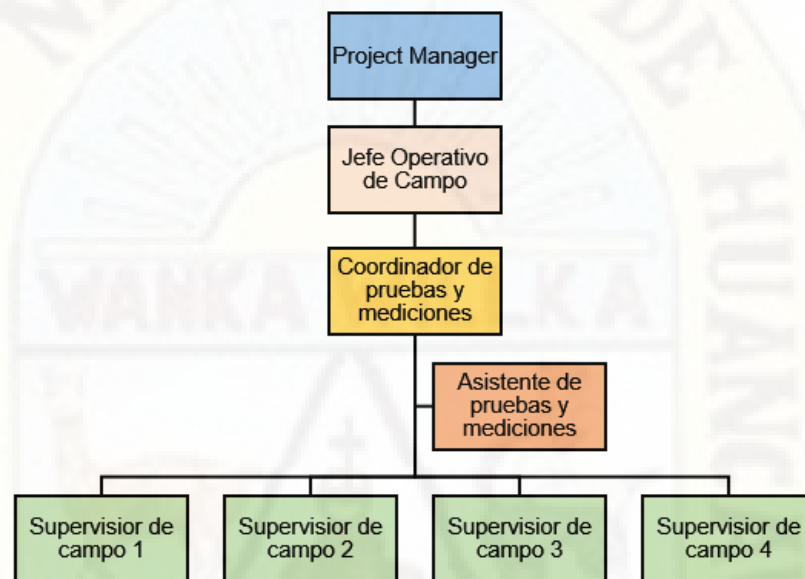


Figura 69: Estructura organizacional después de aplicar la reingeniería al proceso de caracterización de la fibra óptica.
Fuente: Elaboración propia.

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

La automatización influye favorablemente en el proceso de caracterización de la fibra óptica en la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco.

2.3.2. Hipótesis Específicas

- El uso de las tecnologías de información nos permite desarrollar e implementar la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica.
- La automatización influye en la reducción del tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica.

- La automatización influye en la reducción de los costos en el proceso de caracterización de la fibra óptica.

2.4. Definición de términos

- **Supervisión:** Según Pérez & Merino (2017), la supervisión es “la acción de inspeccionar, controlar, ya sea un trabajo o un tipo de actividad y siempre es ejercida por parte de un profesional superior ampliamente capacitado para tal efecto. Esto último resulta ser una condición sine quanum, porque quien tiene la misión de supervisar algo se deberá encontrar en un nivel superior, respecto de quienes se desempeñan en la actividad o trabajo que demanda ser supervisado.”

Además, indica que: “el objetivo primordial y básico de la supervisión es que las actividades o trabajos que se desplieguen sean ejecutados de manera satisfactoria.”

- **Microcurvaturas:** La microcurvatura es causada por imperfecciones microscópicas en la geometría de la fibra que se dan como resultado del proceso de fabricación, o como resultado de diferentes parámetros propios de la fibra.
- **Macrocurvaturas:** La macrocurvatura es una curvatura de pequeño radio creada por doblamientos en la fibra. Como regla práctica, puede considerarse un radio de curvatura mínimo de valor igual a diez veces el diámetro del tubo que aloja al módulo de fibras.
- **Power Meter:** Es un instrumento de mano capaz de realizar mediciones de potencia absoluta y medición relativa de pérdida en cualquier enlace de fibra óptica en dB.
- **OTDR:** Del inglés: Optical Time Domain Reflectometer, es un instrumento óptico-electrónico usado para diagnosticar una red de fibra óptica, puede ser utilizado para estimar la longitud de la fibra, y su atenuación, incluyendo pérdidas por empalmes y conectores en un enlace de fibra óptica.

2.5. Identificación de variables

Variables dependientes: Proceso de caracterización de la fibra óptica.

Variable independiente: Automatización.

2.6. Operacionalización de variables

Variable independiente

Automatización.

Variable dependiente:

Proceso de caracterización de la fibra óptica.



Tabla 26:

Operacionalización de variables.

Variables	Tipo de variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Instrumento
Automatización.	Variable independiente	La automatización es el acto y la consecuencia de automatizar, dentro de sus ventajas está el ahorro de tiempo, costos y mayor calidad de los productos. Pérez & Merino (2017).	Sistema informático	Porcentaje de satisfacción de usuarios finales	Métricas de la calidad de software (Norma ISO/IEC 25023)
Proceso de caracterización de la fibra óptica	Variable dependiente	Proceso es un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de materiales o información, dan lugar a una o varias salidas también de materiales o información con valor añadido. Maldonado (2011).	Actividades	Actividades automatizadas / Total de actividades	Hoja de control/Ficha de recolección de datos
			Tiempo	Tiempo utilizado en el procesamiento de datos / Cantidad de tramos supervisados	Hoja de control/Ficha de recolección de datos
			Costo	Costo recurso humano / Cantidad de tramos supervisados	Hoja de control/Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de la investigación

Según su finalidad

La presente investigación según su finalidad es del tipo aplicada, para Sánchez Carlessi y Reyes Meza (1998), es también llamada constructiva o utilitaria, se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven.

La investigación aplicada, como aplicación práctica del saber científico, constituye el primer esfuerzo para transformar los conocimientos científicos en tecnología.

Para Tamayo, (2004, p.43), la investigación aplicada “es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías”

Según su profundidad

Según Sánchez Carlessi y Reyes Meza (1998), la presente investigación es del tipo explicativa, debido a que en la

investigación del fenómeno se hará la medición de dos variables dependientes (tiempo y costos), manipulando la variable independiente (automatización) y además, se pretenden estudiar las relaciones que existe entre ellas dentro de una población o muestra definida.

Según su enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, en donde según Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio (2010), refieren que “el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

3.2. Nivel de investigación

Además, la investigación es de nivel explicativo, según Arias (2012), la investigación explicativa “se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa – efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post tacto), como de los efectos (investigación experimental)”.

3.3. Métodos de investigación

El método a utilizar en la presente investigación es el método científico, específicamente del tipo deductivo, para Bernal, (2010, p.59), el método deductivo “este método de razonamiento consiste en tomar conclusiones generales para obtener explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.”

3.4. Diseño de investigación

Es de tipo preexperimental, con un solo grupo con pre – test y post – test.

La investigación se hace en una muestra:

$$O_1 \text{ ----- } X \text{ ----- } O_2$$

Dónde: O₁ = Se aplica un pre – test al inicio.

X = Se aplica la automatización en el proceso de caracterización.

O₂ = Se aplica un post – test al final.

3.5. Población, muestra y muestreo

Para llevar a cabo la presente investigación se hará uso de procesos estadísticos que permiten relacionar numéricamente el entorno donde se desarrolla la investigación, la confiabilidad y fiabilidad de los datos y técnicas utilizadas, siendo la población que está representada por todos los formatos (F1, F2 y F3) y reporte fotográfico producto de la caracterización en forma bidireccional de los enlaces de cable de fibra óptica, toda vez que estos tramos comparten las mismas características y satisfacen los criterios de estudio de la presente investigación.

Tabla 27:

Enlaces de cable de fibra óptica que caracterizarán dentro de la supervisión/l etapa.

TRAMOS	CANTIDAD	CANTIDAD DE HILOS
BIDIRECCIONALES	43	980
UNIDIRECCIONALES	34	284

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28:

Cantidad de Formatos F1, F2 y F3, cantidad de reportes fotográficos.

FORMATO / REPORTE FOTOGRÁFICO	CANTIDAD
F1	43
F2	43
F3	43
REPORTE FOTOGRÁFICO	43

Fuente: Elaboración propia.

Población de estudio: Debido a la naturaleza de los formatos F1, F2 y F3, y al reporte fotográfico, la cuales no tienen ninguna similitud entre ellos debido a la naturaleza de información y/o datos que ellas contienen y una forma de normalizar la población se considerará como una unidad de población a la unión de

formatos F1, F2 y F3; y al reporte fotográfico, siendo la población de estudio de la presente investigación de 43.

La muestra es una porción determinante o representativa de la población que se toma con el fin de realizar un estudio más manejable y con alto grado de confiabilidad. Estas muestras pueden ser aleatorias o sistemáticas, dependiendo del grado de representatividad que se requiera. El muestreo es el mecanismo utilizado para realizar la elección de una muestra representativa para la investigación. Igual que la muestra, este muestreo se puede ejecutar de manera aleatoria o sistemática.

Para el cálculo de la muestra para una población finita se hará uso de la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N es total de población (43)

Z α es el nivel de seguridad (96%)

p es proporción esperada (5% = 0.05)

q es 1 – p (0.95)

d = la precisión (5%)

n = 40

El valor de la muestra para este estudio es de 40, pero para fines prácticos de la presente investigación se tomará el total de la población de estudio 43.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Análisis documental: Revisión de la información relacionada a la caracterización de fibra óptica monomodo, parámetros y umbrales máximos permitidos en mediciones redes de fibra óptica como: atenuación y reflectancia en conectores, empalmes por fusión y secciones de fibra óptica, macrocurvaturas y microcurvaturas, valores permitidos de ORL (pérdida óptica de

retorno) y coeficiente de dispersión (CD) coeficiente dispersión de modo de polarización (PMD).

Observación directa y análisis: Levantamiento de información del proceso de caracterización de la fibra óptica dentro del Área de Supervisión de Proyectos para su modelado, identificación de actividades a ser automatizadas, el instrumento utilizado será la ficha de actividades del proceso.

Medición directa: Para la medición de los cables de fibra óptica se hará uso de los siguientes instrumentos de medición: Power Meter, OTDR y el Analizador de PMD/CD, en caso de instrumento Power Meter, no permite guardar la información de la medición en un archivo de datos, por cual es necesario tomar una fotografía al equipo con el valor medido, con los demás instrumentos estos permiten guardar la medición en un archivo de datos.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La técnica utilizada para el procesamiento de datos será a través la tabulación de datos obtenidos durante el proceso de caracterización de la fibra, las cuales serán tabuladas por cantidad de hilos de fibra óptica, cantidad de empalmes por fusión, presencia de macrocurvaturas, valores de ORL, distancia, tiempo y costo que toma realizar la caracterización de cada tramo de fibra óptica.

Para el análisis de datos se hará uso de la estadística descriptiva, los estadígrafos usados será la media aritmética, la proporción y porcentaje.

3.8. Descripción de la prueba de hipótesis

- **El uso de las tecnologías de información nos permite desarrollar e implementar la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica**

Para la prueba de hipótesis se realizó en base a los resultados obtenidos de las actividades automatizadas

frente al total de actividades de todo el proceso, siendo estos datos del tipo dicotómicos, para la prueba se usó el estadístico de prueba de McNemar para datos pareados.

- **La automatización influye en la reducción del tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica**

La prueba de hipótesis se realizó en base a los resultados obtenidos de la simulación del proceso de caracterización de la fibra óptica sin la automatización y los resultados obtenidos después de aplicar la automatización dentro del proceso en el tiempo requerido en el proceso de caracterización de la fibra óptica.

Debido a la naturaleza de datos obtenidos se utilizó el estadístico de prueba no paramétrica de Wilcoxon, debido a que los datos no tienen una distribución normal.

- **La automatización influye en la reducción de los costos en el proceso de caracterización de la fibra óptica**

La prueba de hipótesis se realizó en base a los resultados obtenidos de la simulación del proceso de caracterización de la fibra óptica sin la automatización y los resultados obtenidos después de aplicar la automatización dentro del proceso en el costo requerido en el proceso de caracterización de la fibra óptica.

Se utilizó el estadístico de prueba no paramétrica de Wilcoxon debido a que los datos obtenidos no tienen una distribución normal.



CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación e interpretación de datos

A continuación, se presentan los resultados de la investigación en base a la información recogida en campo mediante las técnicas e instrumentos de estudio en datos cuantitativos de análisis descriptivo e inferencial, las que se objetivizan mediante cuadros estadísticos y gráficos.

4.1.1. Análisis de variable independiente

La variable independiente automatización que en la presente investigación está referida principalmente a los aplicativos (software) desarrollados que se utilizaron para realizar varias de las tareas claves dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica, estos aplicativos fueron evaluados usando algunas características, sub características y métricas que se encuentran definidos en la norma ISO/IEC 25023 Requisitos y evaluación de calidad de sistemas y software (SQuaRE) para medir el nivel de satisfacción de los usuarios finales.

La evaluación fue realizada mediante una encuesta a los usuarios finales de los aplicativos desarrollados que

fueron el coordinador y asistente de pruebas y mediciones.

En la encuesta se aplicó la escala de Likert como respuestas posibles de los encuestados y se les asignó un valor que se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 29:

Escala Likert para respuesta de encuesta.

CALIFICACIÓN	VALOR
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Pobre	2
Muy pobre	1

Fuente: Elaboración propia.

Los valores finales obtenidos de las encuestas de para los cuatro aplicativos desarrollados fueron:

Tabla 30:

Tabla de resultado finales de la encuesta aplicada a los usuarios finales de los aplicativos.

CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERÍSTICAS	MÉTRICAS	GF2	GRF	GRP	GCO	PROMEDIO
Funcionalidad	Adecuación funcional	Como califica el nivel de cumplimiento de los requisitos de las especificaciones	4.00	4.00	5.00	4.50	4.38
		Como califica los resultados obtenidos	4.50	5.00	5.00	5.00	4.88
Confiabilidad	Disponibilidad	Como califica la estabilidad del aplicativo	5.00	4.00	5.00	4.50	4.63
Performance	Tiempo de respuesta	Como califica el tiempo medio de respuesta	4.50	4.00	5.00	4.50	4.50
	Utilización de recursos	Como considera el uso del procesador y memoria	4.50	4.00	5.00	3.50	4.25
Usabilidad	Operatividad	Como califica la interfaz de usuario	4.00	5.00	4.50	4.50	4.50
Seguridad	Integridad	Como califica la integridad de los datos	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Portabilidad	Instabilidad	Como considera la instalación del aplicativo	4.00	4.00	4.50	3.50	4.00
PROMEDIO			4.44	4.38	4.88	4.38	4.52

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 30:

GF2: Representa al generador del formato F2.

GRF: Representa al generador de reporte fotográfico.

GRP: Representa al generador de reporte para Plataforma.

GCO: Representa al generador de cuadro de observaciones.

Si consideramos que 5 representa el 100% de satisfacción de los usuarios finales, podemos concluir que el 4.52 representa el 90.31 % de satisfacción.

Los resultados de las encuestas se encuentran en el Anexo N° 4.

4.1.2. Análisis de variables dependientes

a) Tiempo en el proceso de caracterización de fibra óptica

Los resultados obtenidos en el tiempo requerido en el proceso de caracterización de la fibra óptica comprenden dos fases que vienen hacer las mediciones y pruebas en campo y el procesamiento de estas mismas mediciones y pruebas para determinar las cualidades de los enlaces de fibra óptica y comprobar si estas cumplen con los requerimientos técnicos previamente establecidos.

La fase de mediciones se realizó según el cronograma propuesto en la fase preliminar del proyecto de supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco (Anexo N° 11), de donde se obtiene que, para mediciones bidireccionales, el promedio de días requeridos es de 1.83.

En la fase de procesamiento de mediciones y pruebas es donde la variable independiente automatización influye en la variable dependiente tiempo, siendo la

investigación de un diseño pre experimental hablamos de un pre – test y post – test.

Análisis de pre – test

Los datos obtenidos en el pre – test, fueron los resultados de la simulación de la fase de procesamiento de las mediciones realizadas de forma manual, para la cual se hizo uso de los siguientes parámetros para la simulación.

Tabla 31:

Parámetros para la simulación de elaboración de formatos F1, F2 y F3, y el reporte fotográfico.

ÍTEM	TIEMPO (Minutos)
Tiempo de ingreso por cada dato del formato F1	0.35
Tiempo de ingreso por cada dato del formato F2	0.35
Tiempo de ingreso por cada dato del formato F3	0.35
Tiempo de inclusión de cada fotografía en reporte fotográfico	2

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de estos parámetros se realizó una prueba de llenado del formato F1 en forma manual, cuyo promedio por dato ingresado fue de 20 segundos, y para elaboración del reporte fotográfico el promedio de inclusión de cada fotografía al reporte fue de 2 minutos.

Además, en la simulación se incluyeron los datos de la columna CANTIDAD DE DATOS FORMATO F2, la cuales se obtuvieron a través de la generación automática del formato F2 para cada uno de los enlaces de fibra óptica, mientras que la los datos de la columna CANTIDAD DE FOTOGRAFÍAS, vienen hacer la cantidad de fotografías que se incluyeron en el reporte fotográfico, estos datos nos sirvieron como

datos de entrada para realizar la simulación de la elaboración del F2 y el reporte fotográfico.

Los resultados de la simulación se encuentran en el Anexo N° 7, los resultados finales de la simulación se denominan O_1 .

Los estadígrafos obtenidos a partir de la tabla del Anexo N° 7 se resume en la siguiente tabla:

Tabla 32:

Estadígrafos obtenidos de la tabla para O_1 .

PRE - TEST (O_1)	
Estadígrafo	Estadístico
Media	659.76
Varianza	157097.97
Desviación estándar	396.36
Cantidad de casos	43

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de post – test

Los datos obtenidos en el post – test, fueron los resultados a través de la medición de los tiempos necesarios para la elaboración de los formatos F1, F2 y F3, así como del reporte fotográfico, los resultados se muestran de estas mediciones se muestran en el Anexo N° 8, los resultados finales se denominan como O_3 .

Los estadígrafos obtenidos a partir de la tabla del Anexo N° 8 se resume en la siguiente tabla

Tabla 33:

Estadígrafos obtenidos de la tabla para O_3 .

POST - TEST (O_3)	
Estadígrafo	Estadístico
Media	117.58
Varianza	3638.67
Desviación estándar	60.32
Cantidad de casos	43

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo promedio en la elaboración de los formatos F1, F2 y F3, así como del reporte fotográfico

aplicando la automatización es muy inferior (117.58 minutos) frente a la elaboración en forma manual (659.76 minutos), la comparativa se muestra en la siguiente figura.

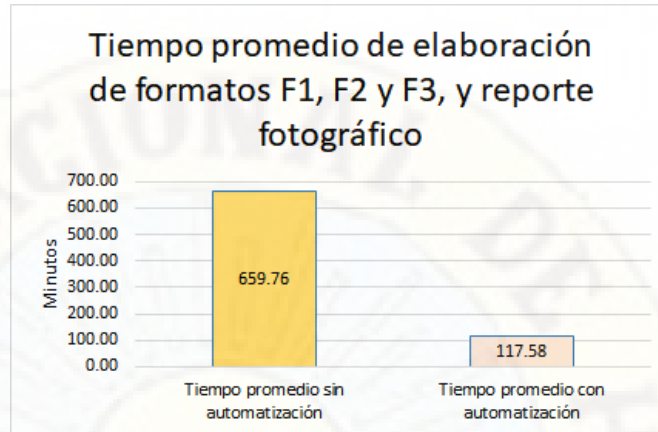


Figura 70: Comparativa de resultados de tiempo promedio en procesamiento de las mediciones y pruebas a los enlaces de fibra óptica.

Fuente: Detalle de la información en las tablas Tabla 32 y Tabla 33.

b) Costos en el proceso de caracterización de fibra óptica

En esta sección solo mostrará los resultados de los costos de que derivan de la fase de procesamiento de las mediciones y pruebas de los enlaces de fibra óptica.

Análisis de pre – test

Los datos obtenidos en el pre – test, fueron los resultados de la simulación tiempos obtenidos para la elaboración manual de los formatos F1, F2 y F3, así como del reporte fotográfico multiplicadas por el costo – horas de los profesionales necesarios para la elaboración de dichos formatos; además se hizo los siguientes supuestos:

- La elaboración del formato F2 por su complejidad tenía que ser elaborado por un profesional especializado en redes de fibra óptica, de

preferencia un ingeniero en telecomunicaciones o electrónico.

- La elaboración de los formatos F1 y F3, así como del reporte fotográfico podían realizarse con un profesional con conocimientos de ofimática.

A partir de estos supuestos se hace necesario la contratación de dos profesionales, quienes representan un costo para la empresa que se detalla a continuación.

Tabla 34:

Salario de profesionales contratados responsables de la caracterización de la fibra óptica.

PROFESIONAL	SALARIO MENSUAL (Soles)	SALARIO POR HORA (Soles)
Profesional especializado en redes de fibra óptica.	7000	29.17
Profesional especializado en ofimática	3000	12.50

Fuente: Partida de honorarios profesionales en el presupuesto para el proyecto de supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco.

Los resultados de la simulación se encuentran en el Anexo N° 9, los resultados finales de la simulación se denominan O₂.

Los estadígrafos obtenidos a partir de la tabla del Anexo N° 9, se resume en la siguiente tabla:

Tabla 35:

Estadígrafos obtenidos de la tabla para O₂.

PRE - TEST (O ₂)	
Estadígrafo	Estadístico
Media	246.30
Varianza	24722.93
Desviación estándar	157.24
Cantidad de casos	43

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de post – test

Los datos obtenidos en el post – test, fueron los resultados a través de la medición de los tiempos totales para la elaboración de los formatos F1, F2 y F3, así como del reporte fotográfico, multiplicados por el costo – hora del profesional requerido para la elaboración de los mismos, en este caso solo se requirió la contratación de un profesional con conocimientos de ofimática, los resultados se muestran en el Anexo N° 10, los resultados finales se denominan como O₄.

Los estadígrafos obtenidos a partir de la tabla del Anexo N° 10 se resume en la siguiente tabla:

Tabla 36:

Estadígrafos obtenidos de la tabla para O₄.

POST - TEST (O ₄)	
Estadígrafo	Estadístico
Media	24.50
Varianza	157.93
Desviación estándar	12.57
Cantidad de casos	43

Fuente: Elaboración propia.

El costo promedio en la elaboración de los formatos F1, F2 y F3, así como del reporte fotográfico aplicando la automatización es menos de la décima parte (S/. 24.50) que representa el costo promedio de la elaboración en forma manual (S/. 246.30), la comparativa se muestra en la siguiente figura.

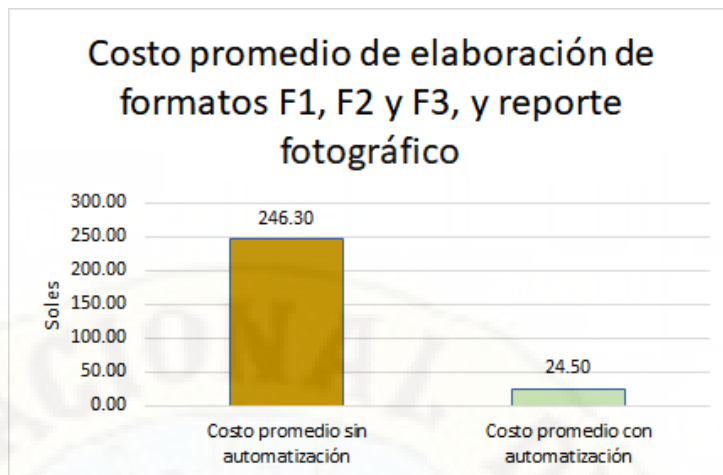


Figura 71: Comparativa de resultados de costo promedio en elaboración de formatos y reporte fotográfico.

Fuente: Detalle de la información en las tablas Tabla 35 y Tabla 36.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. De la automatización del proceso de caracterización de la fibra óptica

Del análisis y modelado realizado al proceso de caracterización de la fibra óptica dentro Área de Supervisión de Proyectos de la Empresa TELSAT S.R.L., se identificaron varias actividades claves críticas que afectan notablemente en el flujo del proceso, de las cuales 4 de las actividades se han automatizado con la ayuda de los lenguajes de programación como VBA y C++, mejorando de manera significativa el proceso haciéndola más ágil, mejorando de manera significativa las actividades críticas que generan cuellos de botella en el flujo del proceso.

Este resultado similar al obtenido por (Jacobi Lorenzo, 2018), “Automatización de procesos aplicando Business Process Management y software libre en el sistema de trámite documentario de la Municipalidad Distrital de Pazos”, donde el proceso de trámite documentario es mucho más ágil y la implantación del sistema de trámite documentario ha influenciado positivamente en la mejora

de la gestión de los documentos internos y externos dentro de la municipalidad.

4.2.2. De la reducción en el tiempo del proceso de caracterización de la fibra óptica

Los resultados obtenidos en la reducción del tiempo de la caracterización de la fibra óptica han sido muy evidentes, en promedio se logró reducir hasta un 82% en el tiempo utilizado respecto al proceso antes de la automatización (117.58 minutos frente a los 659.76 minutos).

De similar resultado es el obtenido por (Lluén Gonzales & Santisteban Guerrero, 2019), “Implementación de soluciones con tecnologías web y móvil para la automatización de los procesos de inscripción y publicación de resultados para los exámenes de admisión de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque” donde se logró reducir hasta un 80% y 70% en los sub procesos automatizados.

4.2.3. De la reducción en el costo del proceso de caracterización de la fibra óptica

Respecto a la reducción en el costo de la caracterización de la fibra óptica, en promedio se logró reducir hasta un 90% en el costo respecto al costo del proceso de caracterización antes de la automatización (S/. 24.50 frente a los S/. 246.30).

Comparado los resultados obtenidos por (Rodrigo & Abel, 2015) “Rediseño del proceso de atención de solicitudes referidas a citas médicas en Essalud, mediante la metodología Business Process Management (BPM)”, donde la reducción del costo fue de hasta un 78%.

4.3. Proceso de prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de hipótesis específicas

- a) El uso de las tecnologías de información nos permite desarrollar e implementar la automatización de

actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica.

Paso 01: Redacción de la hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

El uso de las tecnologías de la información no permite la implementación de la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica.

La expresión formal es $H_0: U_1 = U_2$

Hipótesis alterna (H_1)

El uso de las tecnologías de la información permite la implementación de la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica.

La expresión formal es $H_1: U_1 \neq U_2$

Paso 02: Definir el nivel de significancia

El nivel de significancia para la presente investigación se ha determinado en 5%.

Entonces $\alpha = 0.05$.

Paso 03: Realizar la prueba de normalidad

Para variables dicotómicas, la prueba de normalidad no es aplicable.

Paso 04: Elección de la prueba estadística

Debido a que los datos del pre – test y post – test son datos dicotómicos la prueba estadística es la prueba McNemar.

Prueba no paramétrica **McNemar**

Paso 04: Decisión estadística

En la prueba no paramétrica de McNemar, la regla de decisión es:

- Si $p - \text{valor} < \alpha$, se rechaza la hipótesis nula (H_0).
- Si $p - \text{valor} \geq \alpha$, se acepta la hipótesis nula (H_0).

Usando el software de análisis estadístico SPSS para prueba no paramétrica de McNemar usando los valores de la tabla del Anexo N° 12, obtenemos los siguientes cuadros.

Tabla 37:

Tabla cruzada usando el software SPSS.

Antes_Automatización & Despues_Automatización		
Antes_Automatización	Después_Automatización	
	Sin_Automatizar	Automatizado
Sin_Automatizar	83	17
Automatizado	0	0

Fuente: Tabla del Anexo N° 12.

Tabla 38:

Resultados de la prueba de McNemar usando el software SPSS.

Resumen de prueba de cambio McNemar de muestras relacionadas	
N total	100
Estadístico de prueba	15,059 ^a
Grado de libertad	1
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000
Sig. exacta (prueba bilateral)	,000
a. El valor p exacto se calcula en función de la distribución binomial porque hay 25 registros o menos.	

Fuente: Tabla del Anexo N° 12.

De la tabla anterior podemos notar que el valor p – valor = 0.000, por tanto, podemos concluir que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) que a letra dice:

El uso de las tecnologías de la información permite la implementación de la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica.

- b) La automatización influye en la reducción del tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica

Paso 01: Redacción de la hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

El tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica no se reduce con la implementación de la automatización.

La expresión formal es $H_0: O_1 = O_3$

Hipótesis alterna (H_1)

El tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica se reduce con la implementación de la automatización.

La expresión formal es $H_1: O_3 < O_1$

Paso 02: Definir el nivel de significancia

El nivel de significancia para la presente investigación se ha determinado en 5%.

Entonces $\alpha = 0.05$.

Paso 03: Realizar la prueba de normalidad

Los parámetros para determinar la normalidad de los datos son:

Para muestras de $n > 30$ el criterio para el test de normalidad es Kolmogorov – Smirnov.

En el test de normalidad usando el criterio Kolmogorov – Smirnov se define los siguientes criterios para determinar la normalidad.

- Si p - valor $\Rightarrow \alpha$, la hipótesis nula (H_0) se acepta, siendo la hipótesis nula: Los datos provienen de una distribución normal.
- Si p - valor $< \alpha$, la hipótesis alterna (H_1) se acepta, siendo la hipótesis alterna: Los datos NO provienen de una distribución normal.
- El nivel de significancia es al 5%, entonces $\alpha = 0.05$.

Usando el software de análisis estadístico SPSS obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla 39:

Resultado de la prueba de normalidad usando el software SPSS.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo total con Automatización (O ₃)	,335	43	,000	,772	43	,000
Tiempo total sin Automatización (O ₁)	,198	43	,000	,839	43	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Tabla de los Anexos N° 7 y 8.

De cuadro anterior podemos concluir que tanto los datos definidos por las variables Tiempo total con Automatización (O₃) y Tiempo total sin Automatización (O₁) no provienen de una distribución normal ya que en ambos casos el p – valor es igual a 0.000, además se debe indicar que estos datos corresponden al post – test y pre – test respectivamente para la variable dependiente tiempo.

Paso 04: Elección de la prueba estadística

Debido a que los datos del pre – test y post – test no provienen de una distribución normal, la elección de la prueba estadística es:

Prueba no paramétrica **Wilcoxon**

Paso 05: Decisión estadística

En la prueba no paramétrica de Wilcoxon, la regla de decisión es:

- Si p – valor < α , se rechaza la hipótesis nula (H₀).
- Si p – valor $\Rightarrow \alpha$, se acepta la hipótesis nula (H₀).

Usando el software de análisis estadístico SPSS para pruebas no paramétricas obtenemos el siguiente cuadro.

Tabla 40:

Resultado para pruebas no paramétricas de dos muestras relacionadas usando el software SPSS.

Estadísticos de prueba ^a
TiempoTotalSinAutomatiz(O ₁) – TiempoTotalConAutomatiz(O ₃)

Z	-5,711 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	0.000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Tabla de los Anexos N° 7 y 8.

En cuadro anterior podemos notar que el valor p – valor = 0.000, por tanto, podemos concluir que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) que a letra dice:

El tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica se reduce con la implementación de la automatización.

- c) La automatización influye en la reducción de los costos en el proceso de caracterización de la fibra óptica.

Paso 01: Redacción de la hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

El costo en el proceso de caracterización de la fibra óptica no se reduce con la implementación de la automatización.

La expresión formal es $H_0: O_2 = O_4$

Hipótesis alterna (H_1)

El costo en el proceso de caracterización de la fibra óptica se reduce con la implementación de la automatización.

La expresión formal es $H_1: O_4 < O_2$

Paso 02: Definir el nivel de significancia

El nivel de significancia también está determinado en 5%.

Entonces $\alpha = 0.05$.

Paso 03: Realizar la prueba de normalidad

Ya que la muestra es 43, el criterio para el test de normalidad es Kolmogorov – Smirnov.

En el test de normalidad usando el criterio Kolmogorov – Smirnov se define los siguientes criterios para determinar la normalidad.

- Si p - valor $\Rightarrow \alpha$, la hipótesis nula (H_0) se acepta, siendo la hipótesis nula: Los datos provienen de una distribución normal.
- Si p - valor $< \alpha$, la hipótesis alterna (H_1) se acepta, siendo la hipótesis alterna: Los datos NO provienen de una distribución normal.
- El nivel de significancia es al 5%, entonces $\alpha = 0.05$.

Usando el software de análisis estadístico SPSS obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla 41:

Resultado de la prueba de normalidad usando el software SPSS.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costo total con Automatización (O ₄)	,335	43	,000	,772	43	,000
Costo total sin Automatización (O ₂)	,162	43	,006	,805	43	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Tabla de los Anexos N° 9 y 10.

De cuadro anterior podemos concluir que tanto los datos definidos por las variables Costo total con Automatización (O₄) y Costo total sin Automatización (O₁) no provienen de una distribución normal ya que para el primer caso el p – valor es igual a 0.000 y en el segundo caso el p – valor es igual a 0.006 y en ambos casos son menores al valor $\alpha = 0.05$, siendo estas variables las que representan a los datos del post – test y pre – test respectivamente para la variable dependiente costo.

Paso 04: Elección de la prueba estadística

Debido a que los datos del pre – test y post – test no provienen de una distribución normal, la elección de la prueba estadística es:

Prueba no paramétrica **Wilcoxon**

Paso 05: Decisión estadística

En la prueba no paramétrica de Wilcoxon, la regla de decisión es:

- Si $p - \text{valor} < \alpha$, se rechaza la hipótesis nula (H_0).
- Si $p - \text{valor} \Rightarrow \alpha$, se acepta la hipótesis nula (H_0).

Usando el software de análisis estadístico SPSS para pruebas no paramétricas obtenemos el siguiente cuadro.

Tabla 42:

Resultado para pruebas no paramétricas de dos muestras relacionadas usando el software SPSS.

Estadísticos de prueba ^a	
	CostoTotalSinAutomatiz(O ₂) – CostoTotalConAutomatiz(O ₄)
Z	-5,711 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	0.000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Tabla de los Anexos N° 9 y 10.

En cuadro anterior podemos notar que el valor $p - \text{valor} = 0.000$, por tanto, podemos concluir que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) que a letra dice:

El costo en el proceso de caracterización de la fibra óptica se reduce con la implementación de la automatización.

CONCLUSIONES

La presente investigación nos ha hecho llegar a las siguientes conclusiones:

1. La automatización influyo positivamente dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica, se logró reducir los cuellos de botellas en actividades claves logrando de esta manera que el proceso sea más ágil.
2. El modelamiento de procesos permitió identificar 7 actividades con posibilidades de ser automatizadas, pero únicamente se lograron automatizar 4 de estas actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica usando lenguajes de programación como VBA y C++, las cuales son: Elabora formato F2, elabora reporte fotográfico, elabora informe para plataforma de supervisión y elabora tablas parciales de resultados de la caracterización.
3. El tiempo promedio de caracterización de los enlaces fibra óptica se redujo en menos de la quinta parte (117.58 minutos con la automatización frente a los 659.76 minutos sin la automatización), logrando de esta manera entregar los resultados de la supervisión de los enlaces de fibra óptica dentro del plazo establecido.
4. El costo promedio de caracterización de los enlaces fibra óptica se redujo en menos de la décima parte (costo promedio con automatización S/. 24.50 frente al costo promedio sin automatización S/. 246.30), la cual significó un ahorro sustancial para la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Para que la implementación de la automatización sea exitosa, esta debe ser analizada detalladamente, debido a que genera cambios en la cadena de actividades dentro del proceso, las cuales deben de ser entendidas y aceptadas por todos los participantes, caso contrario la automatización no cumplirá con sus objetivos propuestos.
2. Fomentar el uso de las tecnologías de la información en las empresas no solo como meras herramientas de software y hardware, sino también como una herramienta estratégica que permite lograr sus objetivos operativos y estratégicos de la empresa.
3. Para la recolección de datos de campo dentro de la supervisión esta debe ser realizada usando teléfonos inteligentes ya con el desarrollo de aplicativos estos se pueden simplificar y automatizar algunas actividades que aún se realizan de forma manual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anderson, D. R., Johnson, L. M., & Bell, F. G. (2004). Troubleshooting optical fiber networks: Understanding and using optical time-domain reflectometers. Elsevier.
2. Anritsu, Understanding OTDRs. (2011). Recuperado de <https://rossfibersolutions.com/fiber-optic-pdfs/Anritsu-understanding-otdrs.pdf>
3. Arias, F. G. (2012). El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta. Edición. Fideas G. Arias Odón.
4. Astocaza Adama, R. E. (2014). Estudio y diseño de un sistema de supervisión de la red dorsal de fibra óptica nacional.
5. Astudillo Rivera, J. J., & Ramírez Obando, E. Y. (2014). Manual para la caracterización de la fibra óptica en DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).
6. Balseca Chisaguano, E. A. (2014). Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000. Quito, 2015.
7. Bernal, C. A. T. (2010). Metodología de la Investigación para Administración y Economía (Tercera Edición). Pearson.
8. Carvajal Zambrano, G. V., Valls Figueroa, W., Lemoine Quintero, F. Á., & Alcívar Calderón, V. E. (2017, julio 18). Gestion por procesos. Issuu.
https://issuu.com/marabiertouleam/docs/gestion_por_procesos/5
9. Chaverra, J. A. H., & Arias, A. V. (2012). El papel de las TIC en el entorno organizacional de las pymes. Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad, 4(7), 105-122.
10. Collings, B., Heismann, F., & Lietaert, G. (2018). Reference Guide to Fiber Optic Testing Volume 2. VIAVI Solutions.
11. Definición de Supervisión. (s. f.). Definición ABC. Recuperado 29 de agosto de 2019, Recuperado de <https://www.definicionabc.com/general/supervision.php>

12. Flores, R. (2018, marzo 7). Automatización De Procesos ¿Cómo Implementarla? Softgrade. Recuperado de <https://softgrade.mx/que-es-automatizacion-de-procesos/>
13. FOA Guide To Fiber Optics. (s. f.). FOA Guide. Recuperado 18 de agosto de 2019, de <https://www.thefoa.org/tech/ref/contents.html>
14. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
15. Jacobi Lorenzo, R. (2018). Automatización de procesos aplicando Business Process Management y software libre en el sistema de trámite documentario de la Municipalidad Distrital de Pazos. Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5105>
16. Jay, J. A. (2010). An overview of macrobending and microbending of optical fibers. White paper of Corning, 1-21.
17. Lietaert, J., Taws, R., Lietaert, G., & Wolszczak, S. (2018). Reference Guide to Fiber Optic Testing Volume 1. VIAVI Solutions.
18. Lluén Gonzales, F. S., & Santisteban Guerrero, J. G. (2019). Implementación de soluciones con tecnologías web y móvil para la automatización de los procesos de Inscripción y Publicación de Resultados para los Exámenes de Admisión de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3831>
19. Maldonado, J. (2011). Gestión de procesos. Recuperado a partir de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2011e/1084/indice.htm>.
20. Martínez, J. L. (2018, noviembre 29). PRORED: Ventanas de transmisión en Fibra Óptica. PRORED. <https://www.prored.es/ventanas-de-transmision/>
21. Nuñez, M., & Federico, A. (2020). Automatización de web Scraping de los diarios de noticias para la empresa Isuri, San Martín de Porres. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48352>

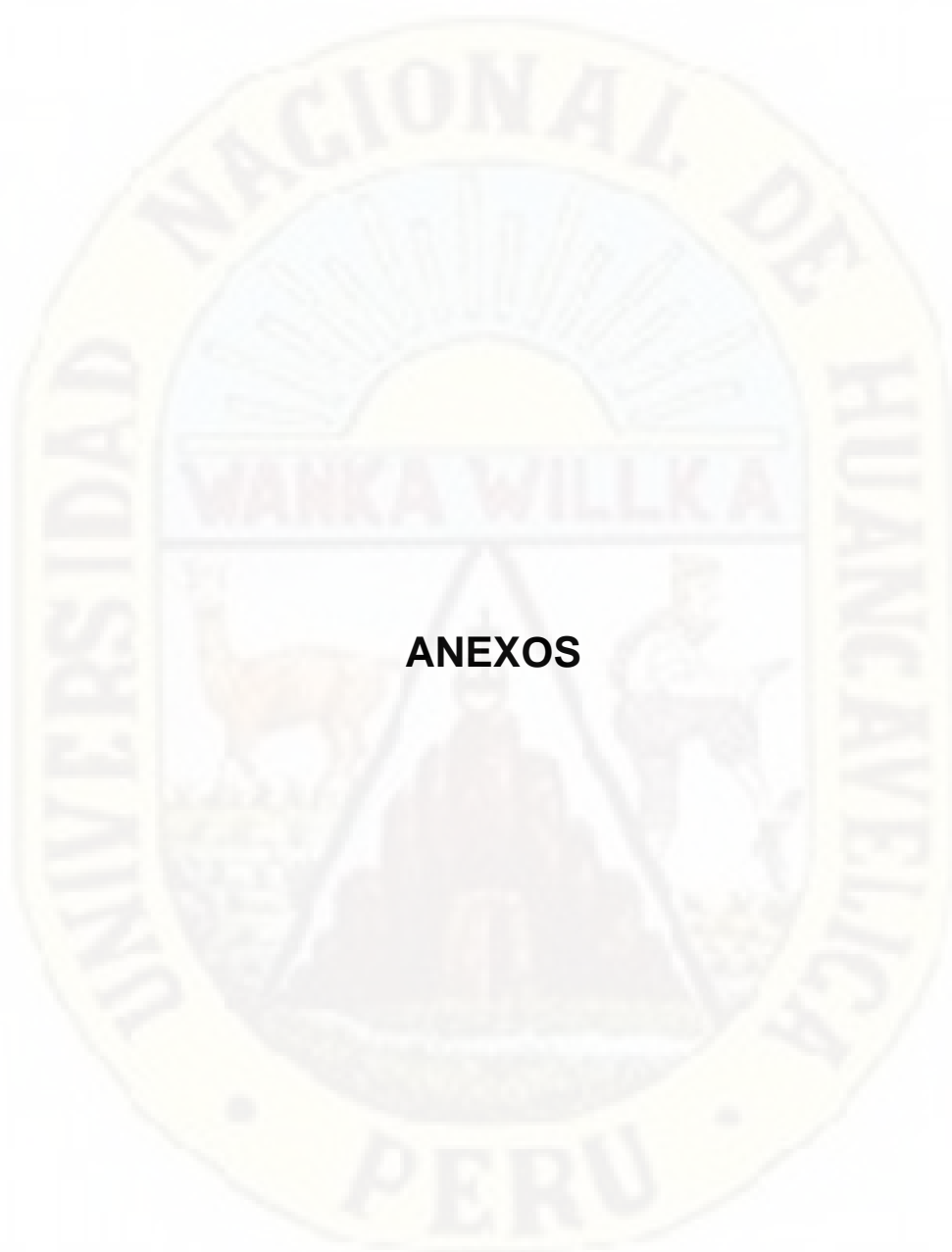
22. Oliveira, W. (2017, junio 23). ¿Qué es la automatización de procesos? Vea 14 ventajas (Actualizado). HEFLO ES. <https://www.heflo.com/es/blog/automatizacion-procesos/que-es-la-automatizacion-de-procesos/>
23. Organización Internacional de Normalización. (2016). ISO/IEC 25023:2016 <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/03/57/35747.html>.
24. Pérez, J. P., & Merino, M. (2017). Definición de automatización— Definicion.de. <https://definicion.de/automatizacion/>
25. Polo Lopez, G. D. (2019). Aplicación de BPM en la mejora del proceso de producción agrícola de la empresa Choco Real SAC, Lima 2019.
26. Roa, P. A., Morales, C., & Gutiérrez, P. (2015). Norma ISO/IEC 25000. Tecnología Investigación y Academia, 3(2), 27-33.
27. Rodrigo, Z., & Abel, A. (2015). Rediseño del proceso de atención de solicitudes referidas a citas médicas en Essalud, mediante la metodología Business Process Management (BPM). Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1476>
28. Salkind, N. J. (1999). Métodos de investigación. Pearson Educación.
29. Sánchez Carlessi, H., & Reyes Meza, C. (1998). Metodología y diseños en la investigación científica. Edit. Mantaro, Lima-Perú.
30. Sanchez, L., & Marcial, R. (2019). Diseño y automatización del proceso de gestión hospitalaria del Hospital de Tingo Maria - Huánuco, 2018. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4863>
31. Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa.
32. Urteaga Bonifaz, A. (2011). Diseño de un sistema de supervisión remota de la planta externa de fibra óptica para redes de telefonía pública en Lima Metropolitana. Pontificia Universidad Católica del

Perú.

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/993>

33. Zaratiegui, J. R. (1999). La gestión por procesos: Su papel e importancia. *Economía industrial*, 330, 81-82.





ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Tipo
¿De qué manera influye la automatización en el proceso de caracterización de la fibra óptica en la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco?	Determinar de qué manera influye la automatización en el proceso de caracterización de la fibra óptica en la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco	La automatización influye favorablemente en el proceso de caracterización de la fibra óptica en la supervisión de la red regional de fibra óptica de la región Cusco	<p>La investigación es del tipo aplicada.</p> <p>Para (Tamayo, 2004, p.43), la investigación aplicada “es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías”</p> <p>Además, la investigación tiene un diseño preexperimental para Salkind (1999), “Los diseños preexperimentales no se caracterizan por la selección aleatoria de participantes de una población, ni incluyen un grupo control”.</p> <p>El método de la investigación es deductivo, para Bernal (2010, p.59), el método deductivo “este método de razonamiento consiste en tomar conclusiones generales para obtener explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los</p>

			postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.”
Problemas Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicas	Variables
¿Cómo el uso de las tecnologías de la información nos permite desarrollar e implementar la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica?	Determinar de qué manera el uso de las tecnologías de la información nos permite desarrollar e implementar la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica	El uso de las tecnologías de información nos permite desarrollar e implementar la automatización de actividades dentro del proceso de caracterización de la fibra óptica	V1: Automatización. V2: Proceso de caracterización de la fibra óptica.
¿Cuál es la influencia de la automatización en la reducción del tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica?	Estimar la influencia de la automatización en la reducción del tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica	La automatización influye en la reducción del tiempo en el proceso de caracterización de la fibra óptica	V1: Variable independiente
¿Cuál es la influencia de la automatización en la reducción de costos en el proceso de caracterización de la fibra óptica?	Estimar la influencia de la automatización en la reducción de costos en el proceso de caracterización de la fibra óptica	La automatización influye en la reducción de los costos en el proceso de caracterización de la fibra óptica	V2: Variable dependiente

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO Nº 1: FICHA DE LEVANTAMIENTO DEL PROCESO

FORMATO CFO-GUI0001-001 - FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS			
Analista de Procesos:		Sistema/Modulo:	
Fecha de anotaciones:		Horarios:	
Nombre del Proceso:			
Objetivo:			
Usuarios:			
Dueño			
Inicio		Fin	
Requisitos			
Indicadores			
Anexos			

ANEXO Nº 2: FICHA DE REGISTRO DE CONTROL DE ELABORACIÓN DEL FORMATO F2

FICHA DE REGISTRO									
INVESTIGADOR									
EMPRESA									
PROCESO									
INDICADOR									
FORMULA									
PERIODO									
Nº	FECHA	TRAMO	CANTIDAD DE HILOS	CANTIDAD DE EMPALMES	TIEMPO TOTAL USADO POR USUARIO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO	CANTIDAD DE DATOS	TIEMPO TOTAL GENERACIÓN SOURCE 1 Y SOURCE 2	TIEMPO TOTAL GENERACIÓN FORMATO F2

ANEXO Nº 3: ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN DE LOS APLICATIVOS DESARROLLADOS

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL LOS APLICATIVOS DESARROLLADOS

Con la finalidad de obtener métricas con respecto al desempeño de los aplicativos desarrollados, se sirva evaluar las siguientes métricas teniendo en cuenta la siguiente escala de valoración

Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Pobre	2
Muy pobre	1

ÍTEMS			
GENERADOR FORMATO F2			
CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERÍSTICAS	METRICAS	VALORACIÓN
Funcionalidad	Adecuación funcional	Como califica el nivel de cumplimiento de los requisitos de las especificaciones	
		Como califica los resultados obtenidos	
Confiabilidad	Disponibilidad	Como califica la estabilidad del aplicativo	
Performance	Tiempo de respuesta	Como califica el tiempo medio de respuesta	
	Utilización de recursos	Como considera el uso del procesador y memoria	
Usabilidad	Operatividad	Como califica la interfaz de usuario	
Seguridad	Integridad	Como califica la integridad de los datos	
Portabilidad	Instabilidad	Como considera la instalación del aplicativo	
GENERADOR DEL REPORTE FOTOGRÁFICO			
CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERÍSTICAS	METRICAS	VALORACIÓN
Funcionalidad	Adecuación funcional	Como califica el nivel de cumplimiento de los requisitos de las especificaciones	
		Como califica los resultados obtenidos	

Confiabilidad	Disponibilidad	Como califica la estabilidad del aplicativo	
Performance	Tiempo de respuesta	Como califica el tiempo medio de respuesta	
	Utilización de recursos	Como considera el uso del procesador y memoria	
Usabilidad	Operatividad	Como califica la interfaz de usuario	
Seguridad	Integridad	Como califica la integridad de los datos	
Portabilidad	Instabilidad	Como considera la instalación del aplicativo	
GENERADOR DE REPORTE PARA PLATAFORMA			
CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERISTICAS	METRICAS	VALORACIÓN
Funcionalidad	Adecuación funcional	Como califica el nivel de cumplimiento de los requisitos de las especificaciones	
		Como califica los resultados obtenidos	
Confiabilidad	Disponibilidad	Como califica la estabilidad del aplicativo	
Performance	Tiempo de respuesta	Como califica el tiempo medio de respuesta	
	Utilización de recursos	Como considera el uso del procesador y memoria	
Usabilidad	Operatividad	Como califica la interfaz de usuario	
Seguridad	Integridad	Como califica la integridad de los datos	
Portabilidad	Instabilidad	Como considera la instalación del aplicativo	
GENERADOR DE CUADRO DE OBSERVACIONES			
CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERISTICAS	METRICAS	VALORACIÓN
Funcionalidad	Adecuación funcional	Como califica el nivel de cumplimiento de los requisitos de las especificaciones	
		Como califica los resultados obtenidos	
Confiabilidad	Disponibilidad	Como califica la estabilidad del aplicativo	
Performance	Tiempo de respuesta	Como califica el tiempo medio de respuesta	
	Utilización de recursos	Como considera el uso del procesador y memoria	

Usabilidad	Operatividad	Como califica la interfaz de usuario	
Seguridad	Integridad	Como califica la integridad de los datos	
Portabilidad	Instabilidad	Como considera la instalación del aplicativo	



BASE DE DATOS DE DATOS

ANEXO Nº 4: RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE LA CALIDAD DE LOS APLICATIVOS

GENERADOR DE FORMATO F2							
CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERISTICAS	METRICAS	CALIFICACIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN	VALOR	PROMEDIO
Funcionalidad	Adecuación funcional	Como califica el nivel de cumplimiento de los requisitos de las especificaciones	Bueno	4	Bueno	4	4
		Como califica los resultados obtenidos	Bueno	4	Muy bueno	5	4.5
Confiabilidad	Disponibilidad	Como califica la estabilidad del aplicativo	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Performance	Tiempo de respuesta	Como califica el tiempo medio de respuesta	Muy bueno	5	Bueno	4	4.5
	Utilización de recursos	Como considera el uso del procesador y memoria	Muy bueno	5	Bueno	4	4.5
Usabilidad	Operatividad	Como califica la interfaz de usuario	Bueno	4	Bueno	4	4
Seguridad	Integridad	Como califica la integridad de los datos	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Portabilidad	Instabilidad	Como considera la instalación del aplicativo	Bueno	4	Bueno	4	4
GENERADOR DE REPORTE FOTOGRÁFICO							
CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERISTICAS	METRICAS	CALIFICACIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN	VALOR	PROMEDIO
Funcionalidad	Adecuación funcional	Como califica el nivel de cumplimiento de los requisitos de las especificaciones	Bueno	4	Bueno	4	4
		Como califica los resultados obtenidos	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Confiabilidad	Disponibilidad	Como califica la estabilidad del aplicativo	Bueno	4	Bueno	4	4
Performance	Tiempo de respuesta	Como califica el tiempo medio de respuesta	Bueno	4	Bueno	4	4
	Utilización de recursos	Como considera el uso del procesador y memoria	Bueno	4	Bueno	4	4
Usabilidad	Operatividad	Como califica la interfaz de usuario	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Seguridad	Integridad	Como califica la integridad de los datos	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Portabilidad	Instabilidad	Como considera la instalación del aplicativo	Bueno	4	Bueno	4	4
GENERADOR DE REPORTE PARA PLATAFORMA							
CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERISTICAS	METRICAS	CALIFICACIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN	VALOR	PROMEDIO

Funcionalidad	Adecuación funcional	Como califica el nivel de cumplimiento de los requisitos de las especificaciones	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
		Como califica los resultados obtenidos	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Confiabilidad	Disponibilidad	Como califica la estabilidad del aplicativo	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Performance	Tiempo de respuesta	Como califica el tiempo medio de respuesta	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
	Utilización de recursos	Como considera el uso del procesador y memoria	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Usabilidad	Operatividad	Como califica la interfaz de usuario	Bueno	4	Muy bueno	5	4.5
Seguridad	Integridad	Como califica la integridad de los datos	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Portabilidad	Instabilidad	Como considera la instalación del aplicativo	Muy bueno	5	Bueno	4	4.5
GENERADOR DE CUADRO DE OBSERVACIONES							
CARACTERÍSTICAS	SUB CARACTERÍSTICAS	METRICAS	CALIFICACIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN	VALOR	PROMEDIO
Funcionalidad	Adecuación funcional	Como califica el nivel de cumplimiento de los requisitos de las especificaciones	Muy bueno	5	Bueno	4	4.5
		Como califica los resultados obtenidos	Muy bueno	5	Bueno	5	5
Confiabilidad	Disponibilidad	Como califica la estabilidad del aplicativo	Bueno	4	Bueno	5	4.5
Performance	Tiempo de respuesta	Como califica el tiempo medio de respuesta	Bueno	4	Bueno	5	4.5
	Utilización de recursos	Como considera el uso del procesador y memoria	Bueno	4	Regular	3	3.5
Usabilidad	Operatividad	Como califica la interfaz de usuario	Bueno	4	Bueno	5	4.5
Seguridad	Integridad	Como califica la integridad de los datos	Muy bueno	5	Muy bueno	5	5
Portabilidad	Instabilidad	Como considera la instalación del aplicativo	Regular	3	Bueno	4	3.5

ANEXO Nº 5: RESULTADOS DEL TIEMPO NECESARIO EN LA GENERACIÓN DEL FORMATO F2

FICHA DE REGISTRO									
INVESTIGADOR	VICTOR VILA ZÚÑIGA								
EMPRESA	TELSAT S.R.L.								
PROCESO	GENERACIÓN DEL FORMATO F2								
INDICADOR	TIEMPO DE GENERACIÓN DEL FORMATO F2								
FORMULA	TIEMPO (MINUTOS)								
PERIODO	01/08/2018 - 28/08/2018								
Nº	FECHA	TRAMO	CANTIDAD DE HILOS	CANTIDAD DE EMPALMES	TIEMPO TOTAL USADO POR USUARIO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO	CANTIDAD DE DATOS	TIEMPO TOTAL GENERACIÓN SOURCE 1 Y SOURCE 2	TIEMPO TOTAL GENERACIÓN FORMATO F2
1	17/11/2019	ECHARATE-QUEBRADA HONDA	23	18	00:00:38	00:00:32	3180	00:10:00	00:10:38
2	17/11/2019	TINTA-SAN PEDRO	48	1	00:01:23	00:01:18	1345	00:10:00	00:11:23
3	17/11/2019	TINTA-CUSIPATA	36	6	00:01:55	00:01:46	2280	00:07:00	00:08:55
4	17/11/2019	TINTA-COMBAPATA	12	2	00:00:21	00:00:16	403	00:06:00	00:06:21
5	17/11/2019	SANGARARA-COLCHA	12	7	00:01:00	00:00:53	792	00:08:00	00:09:00
6	17/11/2019	SANGARARA-ACOS	12	4	00:00:29	00:00:23	505	00:08:00	00:08:29
7	17/11/2019	SAN SALVADODOR-HUANCARANI	12	11	00:00:17	00:00:09	1033	00:10:00	00:10:17
8	17/11/2019	SAN PEDRO-SAN PABLO	48	1	00:00:44	00:00:38	1042	00:10:00	00:10:44
9	17/11/2019	SAN PABLO-LANGUI	6	10	00:00:13	00:00:07	438	00:08:00	00:08:13
10	17/11/2019	SAN PABLO-HUATAPAMPA	6	8	00:00:16	00:00:10	414	00:08:00	00:08:16
11	17/11/2019	QUIQUIJANA-OCONGATE	8	13	00:00:20	00:00:14	856	00:10:00	00:10:20
12	17/11/2019	QUIQUIJANA-CUSIPATA	48	2	00:00:59	00:00:53	1812	00:10:00	00:10:59

13	17/11/2019	QUIQUIJANA-CCATCA	12	9	00:00:29	00:00:18	947	00:10:00	00:10:29
14	17/11/2019	QUELLOUNO-PALMA REAL	12	11	00:00:19	00:00:14	1034	00:11:00	00:11:19
15	17/11/2019	PITUMARCA-CUSIPATA	12	6	00:00:19	00:00:13	662	00:08:00	00:08:19
16	17/11/2019	PAMPAMARCA-TINTA	24	5	00:00:30	00:00:24	1286	00:07:00	00:07:30
17	17/11/2019	PAMPAMARCA-QUEHUE	12	7	00:00:21	00:00:15	744	00:08:00	00:08:21
18	17/11/2019	PALMA REAL-ECHARATE	12	14	00:00:23	00:00:17	1352	00:10:00	00:10:23
19	17/11/2019	OROPESA-ANDAHUAYLILLAS	24	6	00:00:40	00:00:34	1373	00:07:00	00:07:40
20	17/11/2019	MARANURA-LUCMA	12	13	00:00:28	00:00:22	1168	00:10:00	00:10:28
21	17/11/2019	LIMATAMBO-MOLLEPATA	48	3	00:01:06	00:01:00	1805	00:10:00	00:11:06
22	17/11/2019	LIMATAMBO-CHINCHAYPUJIO	12	13	00:00:22	00:00:16	1366	00:10:00	00:10:22
23	17/11/2019	LANGUI-EL DESCANSO	48	3	00:00:50	00:00:45	1653	00:10:00	00:10:50
24	17/11/2019	KQUELCCAYBAMBA-QUELLOUNO	12	18	00:00:26	00:00:20	1765	00:11:00	00:11:26
25	17/11/2019	KQUELCCAYBAMBA-QUEBRADA HONDA	12	15	00:00:23	00:00:17	1120	00:10:00	00:10:23
26	17/11/2019	HUARO-QUIQUIJANA	12	6	00:00:22	00:00:16	733	00:08:00	00:08:22
27	17/11/2019	HUANCARANI-CAICAY	12	9	00:00:23	00:00:16	984	00:08:00	00:08:23
28	17/11/2019	CHECCA-QUEHUE	48	4	00:01:31	00:01:26	1978	00:12:00	00:13:31
29	17/11/2019	EL DESCANSO-CHECCA	36	4	00:00:46	00:00:39	1662	00:07:00	00:07:46
30	17/11/2019	ECHARATE-MARANURA	44	11	00:01:33	00:01:27	4297	00:12:00	00:13:33
31	17/11/2019	COMBAPATA-PITUMARCA	12	4	00:00:23	00:00:16	563	00:08:00	00:08:23
32	17/11/2019	CHECCA-PICHIGUA	12	7	00:00:21	00:00:15	861	00:08:00	00:08:21
33	17/11/2019	CCATCA-CCARHUAYO	12	9	00:00:24	00:00:17	996	00:08:00	00:08:24
34	17/11/2019	CCARHUAYO-OCONGATE	12	2	00:00:22	00:00:16	436	00:08:00	00:08:22
35	17/11/2019	CAICAY-ANDAHUAYLILLAS	12	8	00:00:20	00:00:14	940	00:08:00	00:08:20
36	17/11/2019	ANDAHUAYLILLAS-QUIQUIJANA	12	8	00:00:21	00:00:16	914	00:08:00	00:08:21

37	17/11/2019	ANDAHUAYLILLAS-HUARO	12	4	00:00:16	00:00:10	498	00:08:00	00:08:16
38	17/11/2019	ACOS-PILLPINTO	48	2	00:01:03	00:00:56	1654	00:10:00	00:11:03
39	17/11/2019	ACOS-COLCHA	12	6	00:00:24	00:00:19	649	00:08:00	00:08:24
40	17/11/2019	ACOPIA-SANGARARA	36	5	00:00:48	00:00:42	1884	00:07:00	00:07:48
41	17/11/2019	MARANURA-HUYRO	36	5	00:00:42	00:00:35	1878	00:07:00	00:07:42
42	17/11/2019	LANGUI-LAYO	48	4	00:00:59	00:00:53	1988	00:12:00	00:12:59
43	17/11/2019	OROPESA-SAN SALVADOR	12	7	00:00:22	00:00:16	885	00:08:00	00:08:22

ANEXO Nº 6: RESULTADOS DEL TIEMPO NECESARIO EN LA GENERACIÓN DEL REPORTE FOTOGRÁFICO

FICHA DE REGISTRO							
INVESTIGADOR	VICTOR VILA ZÚÑIGA						
EMPRESA	TELSAT S.R.L.						
PROCESO	GENERACIÓN DEL REPORTE FOTOGRÁFICO						
INDICADOR	TIEMPO DE GENERACIÓN DEL REPORTE FOTOGRÁFICO						
FORMULA	TIEMPO (MINUTOS)						
PERIODO	01/08/2018 - 28/08/2018						
Nº	FECHA	TRAMO	CANTIDAD DE HILOS	CANTIDAD DE FOTOGRAFÍAS	TIEMPO CODIFICACIÓN FOTOGRAFÍAS	TIEMPO GENERACIÓN DEL REPORTE FOTOGRÁFICO (Minutos)	TIEMPO TOTAL GENERACIÓN REPORTE FOTOGRAFICO (Minutos)
1.00	43322.00	OROPESA-ANDAHUAYLILLAS	24	109	46	1.58	47.54
2.00	43323.00	KQUELCCAYBAMBA-QUEBRADA HONDA	12	69	36	1.00	37.41
3.00	43323.00	OROPESA-SAN SALVADOR	12	64	34	0.93	34.85
4.00	43323.00	TINTA-SAN PEDRO	48	208	85	3.05	87.61
5.00	43324.00	SAN SALVADOR-HUANCARANI	12	64	31	0.93	32.18
6.00	43325.00	ACOS-PILLPINTO	48	202	81	2.95	83.51
7.00	43325.00	KQUELCCAYBAMBA-QUELLOUNO	12	69	36	1.01	37.40
8.00	43326.00	ACOS-COLCHA	12	64	30	0.93	31.20
9.00	43326.00	HUANCARANI-CAICAY	12	64	30	0.92	31.15
10.00	43326.00	SAN PEDRO-SAN PABLO	48	208	79	3.00	81.70
11.00	43327.00	CAICAY-ANDAHUAYLILLAS	12	64	34	0.93	34.68
12.00	43327.00	QUELLOUNO-PALMA REAL	12	69	29	1.00	30.48

13.00	43327.00	SAN PABLO-HUATAPAMPA	6	40	18	0.58	18.79
14.00	43327.00	SANGARARA-COLCHA	12	64	29	0.93	29.77
15.00	43328.00	ANDAHUAYLILLAS-HUARO	12	64	26	0.93	26.63
16.00	43328.00	PALMA REAL-ECHARATE	12	69	33	0.99	34.37
17.00	43328.00	SAN PABLO-LANGUI	6	40	20	0.58	20.63
18.00	43328.00	SANGARARA-ACOS	12	64	28	0.93	28.64
19.00	43329.00	ANDAHUAYLILLAS-QUIQUIJANA	12	64	31	0.92	32.35
20.00	43329.00	HUARO-QUIQUIJANA	12	64	27	0.92	28.40
21.00	43330.00	ECHARATE-QUEBRADA HONDA	36	165	70	2.38	72.33
22.00	43330.00	LANGUI-LAYO	48	208	77	3.01	79.64
23.00	43331.00	ACOPIA-SANGARARA	36	154	58	2.21	60.49
24.00	43331.00	QUIQUIJANA-CUSIPATA	48	208	77	3.00	79.89
25.00	43332.00	ECHARATE-MARANURA	44	197	71	2.85	74.33
26.00	43333.00	LANGUI-EL DESCANSO	48	208	85	3.03	88.04
27.00	43333.00	PAMPAMARCA-TINTA	24	112	48	1.62	49.76
28.00	43333.00	QUIQUIJANA-CCATCA	12	64	30	0.92	30.90
29.00	43334.00	MARANURA-LUCMA	12	69	28	0.99	29.22
30.00	43334.00	PAMPAMARCA-QUEHUE	12	64	28	0.93	28.94
31.00	43334.00	QUIQUIJANA-OCONGATE	8	50	25	0.73	25.67
32.00	43335.00	CCATCA-CCARHUAYO	12	64	27	0.93	27.52
33.00	43335.00	MARANURA-HUYRO	36	165	68	2.38	70.50
34.00	43335.00	TINTA-COMBAPATA	12	64	30	0.93	30.71
35.00	43336.00	EL DESCANSO-CHECCA	36	160	64	2.29	66.55
36.00	43337.00	COMBAPATA-PITUMARCA	12	64	25	0.92	26.04
37.00	43337.00	LIMATAMBO-MOLLEPATA	48	213	83	3.09	85.85
38.00	43338.00	CHECCA-PICHIGUA	12	64	27	0.92	27.46

39.00	43338.00	LIMATAMBO-CHINCHAYPUJIO	12	69	36	0.99	36.71
40.00	43338.00	TINTA-CUSIPATA	36	160	62	2.31	64.36
41.00	43339.00	CCARHUAYO-OCONGATE	12	64	28	0.93	28.80
42.00	43339.00	PITUMARCA-CUSIPATA	12	64	25	0.93	25.97
43.00	43340.00	CHECCA-QUEHUE	48	208	77	3.06	80.52

ANEXO Nº 7: RESULTADOS SIMULACIÓN EN TIEMPO NECESARIO EN LA ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS F1, F2 Y F3, Y EL REPORTE FOTOGRÁFICO EN FORMA MANUAL

Nº	INICIO	CANTIDAD DE HILOS	DISTANCIA (Kms)	CANTIDAD DE FOTOGRAFÍAS	CANTIDAD DE DATOS FORMATO F2	TIEMPO DE ELABORACIÓN FORMATO F1 (Minutos)	TIEMPO DE ELABORACIÓN FORMATO F2 (Minutos)	TIEMPO DE ELABORACIÓN FORMATO F3 (Minutos)	TIEMPO DE ELABORACIÓN REPORTE FOTOGRÁFICO (Minutos)	TIEMPO TOTAL (Minutos) O ₁	TIEMPO TOTAL (Horas) O ₁
1	OROPESA - ANDAHUAYLILLAS	24	15.20	109	1373	33.60	480.55	25.20	218.00	688.70	11.48
2	KQUELCCAYBAMBA - QUEBRADA HONDA	12	40.50	69	1120	16.80	392.00	12.60	138.00	503.40	8.39
3	OROPESA - SAN SALVADOR	12	23.60	64	885	16.80	309.75	12.60	128.00	422.90	7.05
4	TINTA - SAN PEDRO	48	9.50	208	1345	67.20	470.75	50.40	416.00	937.10	15.62
5	SAN SALVADOR - HUANCARANI	12	23.00	64	1033	16.80	361.55	12.60	128.00	467.30	7.79
6	ACOS - PILLPINTO	48	11.20	202	1654	67.20	578.90	50.40	404.00	1017.80	16.96
7	KQUELCCAYBAMBA - QUELLOUNO	12	54.00	69	1765	16.80	617.75	12.60	138.00	696.90	11.62
8	ACOS - COLCHA	12	24.20	64	649	16.80	227.15	12.60	128.00	352.10	5.87
9	HUANCARANI - CAICAY	12	18.70	64	984	16.80	344.40	12.60	128.00	452.60	7.54
10	SAN PEDRO - SAN PABLO	48	4.90	208	1042	67.20	364.70	50.40	416.00	846.20	14.10
11	CAICAY - ANDAHUAYLILLAS	12	16.30	64	940	16.80	329.00	12.60	128.00	439.40	7.32
12	QUELLOUNO - PALMA REAL	12	23.10	69	1034	16.80	361.90	12.60	138.00	477.60	7.96
13	SAN PABLO - HUATAPAMPA	6	43.50	40	414	8.40	144.90	6.30	80.00	218.90	3.65
14	SANGARARA - COLCHA	12	26.50	64	792	16.80	277.20	12.60	128.00	395.00	6.58
15	ANDAHUAYLILLAS - HUARO	12	5.30	64	498	16.80	174.30	12.60	128.00	306.80	5.11
16	PALMA REAL - ECHARATE	12	38.80	69	1352	16.80	473.20	12.60	138.00	573.00	9.55
17	SAN PABLO - LANGUI	6	18.20	40	438	8.40	153.30	6.30	80.00	226.10	3.77
18	SANGARARA - ACOS	12	17.30	64	505	16.80	176.75	12.60	128.00	308.90	5.15
19	ANDAHUAYLILLAS - QUIQUIJANA	12	27.80	64	914	16.80	319.90	12.60	128.00	431.60	7.19

20	HUARO - QUIQUIJANA	12	22.80	64	733	16.80	256.55	12.60	128.00	377.30	6.29
21	ECHARATE - QUEBRADA HONDA	36	58.00	165	5158	50.40	1805.30	37.80	330.00	1965.60	32.76
22	LANGUI - LAYO	48	15.30	208	1988	67.20	695.80	50.40	416.00	1130.00	18.83
23	ACOPIA - SANGARARA	36	19.90	154	1884	50.40	659.40	37.80	308.00	961.40	16.02
24	QUIQUIJANA - CUSIPATA	48	10.70	208	1812	67.20	634.20	50.40	416.00	1077.20	17.95
25	ECHARATE - MARANURA	44	33.60	197	4297	61.60	1503.95	46.20	394.00	1790.90	29.85
26	LANGUI - EL DESCANSO	48	14.60	208	1653	67.20	578.55	50.40	416.00	1029.50	17.16
27	PAMPAMARCA - TINTA	24	19.60	112	1286	33.60	450.10	25.20	224.00	668.60	11.14
28	QUIQUIJANA - CCATCA	12	36.40	64	947	16.80	331.45	12.60	128.00	441.50	7.36
29	MARANURA - LUCMA	12	43.40	69	1168	16.80	408.80	12.60	138.00	517.80	8.63
30	PAMPAMARCA - QUEHUE	12	28.09	64	744	16.80	260.40	12.60	128.00	380.60	6.34
31	QUIQUIJANA - OCONGATE	8	56.90	50	856	11.20	299.60	8.40	100.00	376.40	6.27
32	CCATCA - CCARHUAYO	12	25.50	64	996	16.80	348.60	12.60	128.00	456.20	7.60
33	MARANURA - HUYRO	36	16.70	165	1878	50.40	657.30	37.80	330.00	981.60	16.36
34	TINTA - COMBAPATA	12	8.60	64	403	16.80	141.05	12.60	128.00	278.30	4.64
35	EL DESCANSO - CHECCA	36	16.57	160	1662	50.40	581.70	37.80	320.00	906.80	15.11
36	COMBAPATA - PITUMARCA	12	17.00	64	563	16.80	197.05	12.60	128.00	326.30	5.44
37	LIMATAMBO - MOLLEPATA	48	11.30	213	1805	67.20	631.75	50.40	426.00	1085.10	18.09
38	CHECCA - PICHIGUA	12	42.20	64	861	16.80	301.35	12.60	128.00	415.70	6.93
39	LIMATAMBO - CHINCHAYPUJIO	12	48.50	69	1366	16.80	478.10	12.60	138.00	577.20	9.62
40	TINTA - CUSIPATA	36	32.80	160	2280	50.40	798.00	37.80	320.00	1092.20	18.20
41	CCARHUAYO - OCONGATE	12	5.20	64	436	16.80	152.60	12.60	128.00	288.20	4.80
42	PITUMARCA - CUSIPATA	12	24.60	64	662	16.80	231.70	12.60	128.00	356.00	5.93
43	CHECCA - QUEHUE	48	13.70	208	1978	67.20	692.30	50.40	416.00	1127.00	18.78
TOTAL		964	1063.56	4581	56153	1349.60	19653.55	1012.20	9162.00	28369.70	472.83

ANEXO Nº 8: RESULTADOS OBTENIDOS EN TIEMPO NECESARIO EN LA ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS F1, F2 Y F3, Y EL REPORTE FOTOGRÁFICO DE FORMA AUTOMÁTICA

Nº	TRAMO	CANTIDAD DE HILOS	DISTANCIA (Kms)	CANTIDAD DE FOTOGRAFÍAS	CANTIDAD DE DATOS FORMATO F2	TIEMPO TOTAL ELABORACIÓN FORMATO F1 (Minutos)	TIEMPO TOTAL GENERACIÓN FORMATO F2 (Minutos)	TIEMPO TOTAL ELABORACIÓN FORMATO F3 (Minutos)	TIEMPO TOTAL GENERACIÓN REPORTE FOTOGRÁFICO (Minutos)	TIEMPO TOTAL (Minutos) O ₃	TIEMPO TOTAL (Horas) O ₃
1	OROPESA - ANDAHUAYLILLAS	24	16.40	109	1373	37	7.67	28	47.54	120.01	2.00
2	KQUELCCAYBAMBA - QUEBRADA HONDA	12	41.18	69	1120	18	10.38	18	37.41	84.41	1.41
3	OROPESA - SAN SALVADOR	12	24.71	64	885	18	8.37	18	34.85	80.03	1.33
4	TINTA - SAN PEDRO	48	10.12	208	1345	73	11.38	54	87.61	225.45	3.76
5	SAN SALVADOR - HUANCARANI	12	24.32	64	1033	21	10.28	15	32.18	78.72	1.31
6	ACOS - PILLPINTO	48	3.46	202	1654	70	11.05	52	83.51	216.82	3.61
7	KQUELCCAYBAMBA - QUELLOUNO	12	55.94	69	1765	19	11.43	16	37.40	84.03	1.40
8	ACOS - COLCHA	12	25.02	64	649	19	8.40	19	31.20	77.07	1.28
9	HUANCARANI - CAICAY	12	19.61	64	984	21	8.38	18	31.15	78.92	1.32
10	SAN PEDRO - SAN PABLO	48	4.56	208	1042	73	10.73	54	81.70	219.34	3.66
11	CAICAY - ANDAHUAYLILLAS	12	17.10	64	940	23	8.33	15	34.68	81.05	1.35
12	QUELLOUNO - PALMA REAL	12	24.64	69	1034	21	11.32	17	30.48	79.33	1.32
13	SAN PABLO - HUATAPAMPA	6	38.58	40	414	14	8.27	8	18.79	49.61	0.83
14	SANGARARA - COLCHA	12	27.03	64	792	20	9.00	18	29.77	77.10	1.28
15	ANDAHUAYLILLAS - HUARO	12	4.72	64	498	23	8.27	17	26.63	74.52	1.24
16	PALMA REAL - ECHARATE	12	41.15	69	1352	23	10.38	15	34.37	83.07	1.38
17	SAN PABLO - LANGUI	6	41.29	40	438	12	8.22	9	20.63	50.69	0.84
18	SANGARARA - ACOS	12	17.41	64	505	18	8.48	19	28.64	74.62	1.24
19	ANDAHUAYLILLAS - QUIQUIJANA	12	27.63	64	914	21	8.35	18	32.35	79.73	1.33

20	HUARO - QUIQUIJANA	12	23.58	64	733	21	8.37	15	28.40	72.77	1.21
21	ECHARATE - QUEBRADA HONDA	36	59.76	165	5158	52	11.38	43	72.33	179.08	2.98
22	LANGUI - LAYO	48	15.57	208	1988	71	12.98	53	79.64	216.73	3.61
23	ACOPIA - SANGARARA	36	20.04	154	1884	56	7.80	42	60.49	166.27	2.77
24	QUIQUIJANA - CUSIPATA	48	10.74	208	1812	71	10.98	56	79.89	217.64	3.63
25	ECHARATE - MARANURA	44	36.29	197	4297	40	13.55	32	74.33	159.05	2.65
26	LANGUI - EL DESCANSO	48	15.01	208	1653	73	10.83	55	88.04	226.90	3.78
27	PAMPAMARCA - TINTA	24	21.31	112	1286	40	7.50	28	49.76	124.64	2.08
28	QUIQUIJANA - CCATCA	12	37.79	64	947	20	10.48	17	30.90	78.42	1.31
29	MARANURA - LUCMA	12	45.15	69	1168	20	10.47	17	29.22	75.87	1.26
30	PAMPAMARCA - QUEHUE	12	28.90	64	744	20	8.35	15	28.94	72.63	1.21
31	QUIQUIJANA - OCONGATE	8	60.11	50	856	15	10.33	11	25.67	62.02	1.03
32	CCATCA - CCARHUAYO	12	26.86	64	996	19	8.40	18	27.52	73.16	1.22
33	MARANURA - HUYRO	36	18.27	165	1878	53	7.70	43	70.50	173.32	2.89
34	TINTA - COMBAPATA	12	7.35	64	403	21	6.35	17	30.71	75.57	1.26
35	EL DESCANSO - CHECCA	36	16.94	160	1662	55	7.77	42	66.55	170.75	2.85
36	COMBAPATA - PITUMARCA	12	16.32	64	563	23	8.38	15	26.04	72.41	1.21
37	LIMATAMBO - MOLLEPATA	48	12.06	213	1805	71	11.10	56	85.85	224.54	3.74
38	CHECCA - PICHIGUA	12	42.63	64	861	22	8.35	18	27.46	76.47	1.27
39	LIMATAMBO - CHINCHAYPUJIO	12	48.52	69	1366	19	10.37	19	36.71	84.63	1.41
40	TINTA - CUSIPATA	36	33.97	160	2280	55	8.92	44	64.36	171.52	2.86
41	CCARHUAYO - OCONGATE	12	7.31	64	436	19	8.37	17	28.80	73.94	1.23
42	PITUMARCA - CUSIPATA	12	26.08	64	662	22	8.32	18	25.97	74.69	1.24
43	CHECCA - QUEHUE	48	14.70	208	1978	71	13.52	53	80.52	218.36	3.64
TOTAL		964	1110.12	4581	56153	1495	409.27	1173	1979.46	5055.93	84.27

**ANEXO Nº 9: RESULTADOS DE SIMULACIÓN DE COSTOS POR ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS F1, F2 Y F3,
Y EL REPORTE FOTOGRÁFICO DE FORMA MANUAL**

Nº	TRAMO	CANTIDAD DE HILOS	DISTANCIA (Kms)	HONORARIOS ESPECIALISTA FIBRA ÓPTICA (Soles/Hora)	HONORARIO S ASISTENTE (Soles/Hora)	COSTO ELABORACIÓN FORMATO F2 (Soles)	COSTO ELABORACIÓN FORMATO F1 (Soles)	COSTO ELABORACIÓN FORMATO F3 (Soles)	COSTO ELABORACIÓN REPORTE FOTOGRÁFICO (Soles)	COSTO TOTAL (Soles) O ₂
1	OROPESA - ANDAHUAYLILLAS	24	15.20	29.17	12.50	200.25	7.00	5.25	45.42	257.92
2	KQUELCCAYBAMBA - QUEBRADA HONDA	12	40.50	29.17	12.50	163.35	3.50	2.63	28.75	198.23
3	OROPESA - SAN SALVADOR	12	23.60	29.17	12.50	129.08	3.50	2.63	26.67	161.87
4	TINTA - SAN PEDRO	48	9.50	29.17	12.50	196.17	14.00	10.50	86.67	307.33
5	SAN SALVADOR - HUANCARANI	12	23.00	29.17	12.50	150.66	3.50	2.63	26.67	183.45
6	ACOS - PILLPINTO	48	11.20	29.17	12.50	241.24	14.00	10.50	84.17	349.90
7	KQUELCCAYBAMBA - QUELLOUNO	12	54.00	29.17	12.50	257.43	3.50	2.63	28.75	292.30
8	ACOS - COLCHA	12	24.20	29.17	12.50	94.66	3.50	2.63	26.67	127.45
9	HUANCARANI - CAICAY	12	18.70	29.17	12.50	143.52	3.50	2.63	26.67	176.31
10	SAN PEDRO - SAN PABLO	48	4.90	29.17	12.50	151.98	14.00	10.50	86.67	263.14
11	CAICAY - ANDAHUAYLILLAS	12	16.30	29.17	12.50	137.10	3.50	2.63	26.67	169.89
12	QUELLOUNO - PALMA REAL	12	23.10	29.17	12.50	150.81	3.50	2.63	28.75	185.68
13	SAN PABLO - HUATAPAMPA	6	43.50	29.17	12.50	60.38	1.75	1.31	16.67	80.11
14	SANGARARA - COLCHA	12	26.50	29.17	12.50	115.51	3.50	2.63	26.67	148.30
15	ANDAHUAYLILLAS - HUARO	12	5.30	29.17	12.50	72.63	3.50	2.63	26.67	105.42
16	PALMA REAL - ECHARATE	12	38.80	29.17	12.50	197.19	3.50	2.63	28.75	232.06
17	SAN PABLO - LANGUI	6	18.20	29.17	12.50	63.88	1.75	1.31	16.67	83.61
18	SANGARARA - ACOS	12	17.30	29.17	12.50	73.65	3.50	2.63	26.67	106.45
19	ANDAHUAYLILLAS - QUIQUIJANA	12	27.80	29.17	12.50	133.31	3.50	2.63	26.67	166.10

20	HUARO - QUIQUIJANA	12	22.80	29.17	12.50	106.91	3.50	2.63	26.67	139.70
21	ECHARATE - QUEBRADA HONDA	36	58.00	29.17	12.50	752.29	10.50	7.88	68.75	839.42
22	LANGUI - LAYO	48	15.30	29.17	12.50	289.95	14.00	10.50	86.67	401.12
23	ACOPIA - SANGARARA	36	19.90	29.17	12.50	274.78	10.50	7.88	64.17	357.32
24	QUIQUIJANA - CUSIPATA	48	10.70	29.17	12.50	264.28	14.00	10.50	86.67	375.45
25	ECHARATE - MARANURA	44	33.60	29.17	12.50	626.72	12.83	9.63	82.08	731.26
26	LANGUI - EL DESCANSO	48	14.60	29.17	12.50	241.09	14.00	10.50	86.67	352.26
27	PAMPAMARCA - TINTA	24	19.60	29.17	12.50	187.56	7.00	5.25	46.67	246.48
28	QUIQUIJANA - CCATCA	12	36.40	29.17	12.50	138.12	3.50	2.63	26.67	170.91
29	MARANURA - LUCMA	12	43.40	29.17	12.50	170.35	3.50	2.63	28.75	205.23
30	PAMPAMARCA - QUEHUE	12	28.09	29.17	12.50	108.51	3.50	2.63	26.67	141.30
31	QUIQUIJANA - OCONGATE	8	56.90	29.17	12.50	124.85	2.33	1.75	20.83	149.76
32	CCATCA - CCARHUAYO	12	25.50	29.17	12.50	145.27	3.50	2.63	26.67	178.06
33	MARANURA - HUYRO	36	16.70	29.17	12.50	273.91	10.50	7.88	68.75	361.03
34	TINTA - COMBAPATA	12	8.60	29.17	12.50	58.78	3.50	2.63	26.67	91.57
35	EL DESCANSO - CHECCA	36	16.57	29.17	12.50	242.40	10.50	7.88	66.67	327.44
36	COMBAPATA - PITUMARCA	12	17.00	29.17	12.50	82.11	3.50	2.63	26.67	114.91
37	LIMATAMBO - MOLLEPATA	48	11.30	29.17	12.50	263.26	14.00	10.50	88.75	376.51
38	CHECCA - PICHIGUA	12	42.20	29.17	12.50	125.58	3.50	2.63	26.67	158.37
39	LIMATAMBO - CHINCHAYPUJIO	12	48.50	29.17	12.50	199.23	3.50	2.63	28.75	234.11
40	TINTA - CUSIPATA	36	32.80	29.17	12.50	332.54	10.50	7.88	66.67	417.58
41	CCARHUAYO - OCONGATE	12	5.20	29.17	12.50	63.59	3.50	2.63	26.67	96.38
42	PITUMARCA - CUSIPATA	12	24.60	29.17	12.50	96.55	3.50	2.63	26.67	129.34
43	CHECCA - QUEHUE	48	13.70	29.17	12.50	288.49	14.00	10.50	86.67	399.66
TOTAL		964	1063.56			8189.92	281.17	210.88	1908.75	10590.71

ANEXO Nº 10: RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS COSTOS POR ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS F1, F2 Y F3, Y EL REPORTE FOTOGRÁFICO DE FORMA AUTOMÁTICA

Nº	TRAMO	CANTIDAD DE HILOS	DISTANCIA (Kms)	HONORARIOS ASISTENTE (Soles/Hora)	COSTO ELABORACIÓN FORMATO F2 (Soles)	COSTO ELABORACIÓN FORMATO F1 (Soles)	COSTO ELABORACIÓN FORMATO F3 (Soles)	COSTO ELABORACIÓN REPORTE FOTOGRÁFICO (Soles)	COSTO TOTAL (Soles) O ₄
1	OROPESA - ANDAHUAYLILLAS	24	16.40	12.50	1.60	7.70	5.81	9.90	25.00
2	KQUELCCAYBAMBA - QUEBRADA HONDA	12	41.18	12.50	2.16	3.82	3.81	7.79	17.58
3	OROPESA - SAN SALVADOR	12	24.71	12.50	1.74	3.84	3.83	7.26	16.67
4	TINTA - SAN PEDRO	48	10.12	12.50	2.37	15.13	11.21	18.25	46.97
5	SAN SALVADOR - HUANCARANI	12	24.32	12.50	2.14	4.43	3.12	6.70	16.40
6	ACOS - PILLPINTO	48	3.46	12.50	2.30	14.61	10.87	17.40	45.17
7	KQUELCCAYBAMBA - QUELLOUNO	12	55.94	12.50	2.38	4.05	3.28	7.79	17.51
8	ACOS - COLCHA	12	25.02	12.50	1.75	3.86	3.94	6.50	16.06
9	HUANCARANI - CAICAY	12	19.61	12.50	1.75	4.38	3.83	6.49	16.44
10	SAN PEDRO - SAN PABLO	48	4.56	12.50	2.24	15.18	11.26	17.02	45.70
11	CAICAY - ANDAHUAYLILLAS	12	17.10	12.50	1.74	4.80	3.12	7.22	16.89
12	QUELLOUNO - PALMA REAL	12	24.64	12.50	2.36	4.34	3.48	6.35	16.53
13	SAN PABLO - HUATAPAMPA	6	38.58	12.50	1.72	2.94	1.76	3.91	10.34
14	SANGARARA - COLCHA	12	27.03	12.50	1.88	4.17	3.81	6.20	16.06
15	ANDAHUAYLILLAS - HUARO	12	4.72	12.50	1.72	4.73	3.52	5.55	15.52
16	PALMA REAL - ECHARATE	12	41.15	12.50	2.16	4.84	3.14	7.16	17.31
17	SAN PABLO - LANGUI	6	41.29	12.50	1.71	2.58	1.97	4.30	10.56
18	SANGARARA - ACOS	12	17.41	12.50	1.77	3.85	3.96	5.97	15.54
19	ANDAHUAYLILLAS - QUIQUIJANA	12	27.63	12.50	1.74	4.41	3.72	6.74	16.61
20	HUARO - QUIQUIJANA	12	23.58	12.50	1.74	4.41	3.10	5.92	15.16

21	ECHARATE - QUEBRADA HONDA	36	59.76	12.50	2.37	10.93	8.93	15.07	37.31
22	LANGUI - LAYO	48	15.57	12.50	2.70	14.84	11.01	16.59	45.15
23	ACOPIA - SANGARARA	36	20.04	12.50	1.63	11.76	8.65	12.60	34.64
24	QUIQUIJANA - CUSIPATA	48	10.74	12.50	2.29	14.77	11.64	16.64	45.34
25	ECHARATE - MARANURA	44	36.29	12.50	2.82	8.24	6.58	15.49	33.14
26	LANGUI - EL DESCANSO	48	15.01	12.50	2.26	15.15	11.53	18.34	47.27
27	PAMPAMARCA - TINTA	24	21.31	12.50	1.56	8.30	5.74	10.37	25.97
28	QUIQUIJANA - CCATCA	12	37.79	12.50	2.18	4.15	3.57	6.44	16.34
29	MARANURA - LUCMA	12	45.15	12.50	2.18	4.07	3.46	6.09	15.81
30	PAMPAMARCA - QUEHUE	12	28.90	12.50	1.74	4.23	3.13	6.03	15.13
31	QUIQUIJANA - OCONGATE	8	60.11	12.50	2.15	3.11	2.31	5.35	12.92
32	CCATCA - CCARHUAYO	12	26.86	12.50	1.75	3.97	3.79	5.73	15.24
33	MARANURA - HUYRO	36	18.27	12.50	1.60	10.94	8.88	14.69	36.11
34	TINTA - COMBAPATA	12	7.35	12.50	1.32	4.38	3.64	6.40	15.74
35	EL DESCANSO - CHECCA	36	16.94	12.50	1.62	11.38	8.71	13.87	35.57
36	COMBAPATA - PITUMARCA	12	16.32	12.50	1.75	4.76	3.15	5.42	15.08
37	LIMATAMBO - MOLLEPATA	48	12.06	12.50	2.31	14.84	11.74	17.89	46.78
38	CHECCA - PICHIGUA	12	42.63	12.50	1.74	4.66	3.81	5.72	15.93
39	LIMATAMBO - CHINCHAYPUJIO	12	48.52	12.50	2.16	3.88	3.94	7.65	17.63
40	TINTA - CUSIPATA	36	33.97	12.50	1.86	11.37	9.10	13.41	35.73
41	CCARHUAYO - OCONGATE	12	7.31	12.50	1.74	4.03	3.63	6.00	15.40
42	PITUMARCA - CUSIPATA	12	26.08	12.50	1.73	4.68	3.74	5.41	15.56
43	CHECCA - QUEHUE	48	14.70	12.50	2.82	14.87	11.03	16.78	45.49
TOTAL		964	1110.12		85.26	311.39	244.27	412.39	1053.32

**ANEXO Nº 11: CRONOGRAMA DE SUPERVISIÓN DE
LA RED DE FIBRA ÓPTICA DE LA REGIÓN CUSCO**

Nº	TRAMOS	CANTIDAD DE HILOS	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN	CANTIDAD DE DIAS DE SUPERVISIÓN
1	OROPESA - ANDAHUAYLILLAS	24	08/08/2018	10/08/2018	2
2	KQUELCCAYBAMBA - QUEBRADA HONDA	12	10/08/2018	11/08/2018	1.5
3	OROPESA - SAN SALVADOR	12	10/08/2018	11/08/2018	1
4	TINTA - SAN PEDRO	48	08/08/2018	11/08/2018	3
5	SAN SALVADOR - HUANCARANI	12	10/08/2018	12/08/2018	1.5
6	ACOS - PILLPINTO	48	11/08/2018	13/08/2018	2.5
7	KQUELCCAYBAMBA - QUELLOUNO	12	12/08/2018	13/08/2018	1.5
8	ACOS - COLCHA	12	13/08/2018	14/08/2018	1
9	HUANCARANI - CAICAY	12	12/08/2018	14/08/2018	1.5
10	SAN PEDRO - SAN PABLO	48	12/08/2018	14/08/2018	2.5
11	CAICAY - ANDAHUAYLILLAS	12	13/08/2018	15/08/2018	2
12	QUELLOUNO - PALMA REAL	12	15/08/2018	15/08/2018	0.5
13	SAN PABLO - HUATAPAMPA	6	14/08/2018	15/08/2018	1
14	SANGARARA - COLCHA	12	14/08/2018	15/08/2018	1.5
15	ANDAHUAYLILLAS - HUARO	12	15/08/2018	16/08/2018	1
16	PALMA REAL - ECHARATE	12	14/08/2018	16/08/2018	2
17	SAN PABLO - LANGUI	6	15/08/2018	16/08/2018	1
18	SANGARARA - ACOS	12	14/08/2018	16/08/2018	2
19	ANDAHUAYLILLAS - QUIQUIJANA	12	15/08/2018	17/08/2018	2
20	HUARO - QUIQUIJANA	12	15/08/2018	17/08/2018	2
21	ECHARATE - QUEBRADA HONDA	36	16/08/2018	18/08/2018	2
22	LANGUI - LAYO	48	15/08/2018	18/08/2018	3
23	ACOPIA - SANGARARA	36	17/08/2018	19/08/2018	2
24	QUIQUIJANA - CUSIPATA	48	16/08/2018	19/08/2018	3
25	ECHARATE - MARANURA	44	17/08/2018	20/08/2018	3
26	LANGUI - EL DESCANSO	48	18/08/2018	21/08/2018	3
27	PAMPAMARCA - TINTA	24	19/08/2018	21/08/2018	2
28	QUIQUIJANA - CCATCA	12	20/08/2018	21/08/2018	1.5
29	MARANURA - LUCMA	12	21/08/2018	22/08/2018	1.5
30	PAMPAMARCA - QUEHUE	12	21/08/2018	22/08/2018	1
31	QUIQUIJANA - OCONGATE	8	22/08/2018	22/08/2018	0.5
32	CCATCA - CCARHUAYO	12	23/08/2018	23/08/2018	0.5
33	MARANURA - HUYRO	36	20/08/2018	23/08/2018	3
34	TINTA - COMBAPATA	12	22/08/2018	23/08/2018	1
35	EL DESCANSO - CHECCA	36	22/08/2018	24/08/2018	2
36	COMBAPATA - PITUMARCA	12	24/08/2018	25/08/2018	1
37	LIMATAMBO - MOLLEPATA	48	22/08/2018	25/08/2018	3
38	CHECCA - PICHIGUA	12	24/08/2018	26/08/2018	2

39	LIMATAMBO - CHINCHAYPUJIO	12	24/08/2018	26/08/2018	2.5
40	TINTA - CUSIPATA	36	24/08/2018	26/08/2018	2
41	CCARHUAYO - OCONGATE	12	26/08/2018	27/08/2018	1
42	PITUMARCA - CUSIPATA	12	25/08/2018	27/08/2018	2
43	CHECCA - QUEHUE	48	25/08/2018	28/08/2018	3
TOTAL		964			78.5



**ANEXO Nº 12: ESTADO DE LAS ACTIVIDADES
ANTES Y DESPUÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO
DE CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA**

Nº	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD AUTOMATIZADA	
		ANTES (U ₁)	DESPUÉS (U ₂)
1	Envía expediente técnico	No	No
2	Elabora informe preliminar	No	No
3	Coordina con responsables sobre el inicio de la supervisión	No	No
4	Elabora el cronograma para la caracterización de la fibra óptica	No	No
5	Coordina con las áreas de logística para el inicio de la supervisión de campo	No	No
6	Elabora informe técnico y listado de entregables de la caracterización de la fibra óptica	No	No
7	Coordina con supervisores de campo	No	No
8	Capacita supervisores de campo	No	No
9	Monitorea la supervisión de campo	No	No
10	Elabora informe semanal del avance de la supervisión	No	No
11	Monitorea y consolida información semanal de la supervisión de campo	No	No
12	Elabora informe semanal de tramos de fibra óptica caracterizada	No	No
13	Medición de los tramos de fibra óptica	No	No
14	Elabora formato F2	No	Si
15	Elabora formato F1	No	No
16	Elabora formato F3	No	No
17	Elabora reporte fotográfico	No	Si
18	Elabora reporte para Plataforma de supervisión	No	Si
19	Actualiza información con estatus de elementos supervisados	No	No
20	Envía reporte de inconsistencia de resultados	No	No
21	Elabora informe parcial de la supervisión	No	No
22	Elabora tablas parciales de resultados de la caracterización	No	Si
23	Elabora informe parcial con resultados	No	No
24	Consolida información de la supervisión de campo	No	No

CÓDIGO FUENTE DE LOS APLICATIVOS DESARROLLADOS

ANEXO Nº 13: CÓDIGO FUENTE GENERADOR DE FORMATO F2

```

Function GetFolderPath(strPath As String) As String
    Dim fd      As FileDialog
    Dim strFiles As String
    Dim i       As Integer
    Dim LastRow As Long
    Dim strDdirectoryPath As String
    Set fd = Application.FileDialog(msoFileDialogFilePicker)
    fd.InitialFileName = ThisWorkbook.Path
    fd.InitialView = msoFileDialogViewList
    fd.Title = "Seleccione los archivos fuente."
    fd.Filters.Clear
    fd.Filters.Add "Plantillas excel", "*.xlsx; *.xls", 1
    fd.Filters.Add "Todos los archivos", "*.*"
    fd.AllowMultiSelect = True
    If True = fd.Show Then
        If fd.SelectedItems.Count Then
            For i = 1 To fd.SelectedItems.Count
                strFiles = fd.SelectedItems(i)
            Exit For
            Next i
        End If
    End If
    strDdirectoryPath = Left(strFiles, InStrRev(strFiles, "\"))

NextCode:
    GetFolderPath = strDdirectoryPath
    Set fd = Nothing
End Function

Public Sub GenerateFastReportF2(szPath As String, ByRef StrName As String, ByRef nFibers
As Long, ByRef nSplices As Long, ByRef Info As Variant)
    Dim Wkb As Workbook
    Dim Wkb1 As Workbook
    Dim Sh As Worksheet
    Dim ShSection As Worksheet
    Dim nTmpLastColumn As Long
    Dim strHeaderName As String
    Dim nIndex As Long
    Dim strTmp As String
    Dim bfound As Boolean
    Dim SrcFilePath As String
    Dim FileName As String
    Dim Path As String
    Dim nNum As Integer
    Dim SrcCell As String
    Dim strPathFrom As String
    Dim SheetsNames() As String
    Dim WS, Src, Dst As Worksheet

```

```

Dim LastColumn As Long
Dim LastRow As Long
Dim i, j, l, m, k, h, n As Long
Dim nColumnReport As Long
Dim posOf_A As Integer
Dim nCount, nTmp As Long
Dim nInfo(2000) As Long
Dim nInfoCount As Long
Dim nConnectorCount As Long
Dim strHeader As String
Dim LastRowDst As Long
Dim ColumnLetter As String
Dim dLength1, dLength2 As Double
Dim nCountSplice As Long
Dim bConnectorA, bConnectorB As Boolean
Application.Calculation = xlCalculationManual
Application.EnableEvents = False
Application.DisplayAlerts = False
Application.ScreenUpdating = False
SheetsNames = Split("Connector Elements,Attenuation Section,Splice
Elements,Summary Results,Link Elements,Reporte,Cable Information,Measurement
Information", ",")
If FillDataSupervisor = False Then
    MsgBox "Error: Seleccione un supervisor", vbExclamation
    Exit Sub
End If
strPathFrom = szPath & "Source1.xls"
Set Wkb = GetWorkbook(strPathFrom)
Set WS = ThisWorkbook.Worksheets("Reporte")
WS.Rows("1:500").EntireRow.Delete
Set Dst = ThisWorkbook.Worksheets("Helper")
Set ShSection = ThisWorkbook.Worksheets("Section")
Delete_EntireRow ShSection

'*****
'FillConnectorsLossAndReflectance
'*****

Delete_EntireRow Dst
nColumnReport = 1
Set Src = Wkb.Worksheets("Connector Elements")
LastRow = Src.Cells(Src.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
LastColumn = Src.Cells(5, Src.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
l = 0
nConnectorCount = 0
Src.Range(Src.Cells(6, 1), Src.Cells(LastRow, 1)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
Dst.Range("A5").PasteSpecial xlPasteValues
LastRowDst = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
Wkb.Application.CutCopyMode = False
bConnectorA = False
bConnectorB = False
j = 3
Do While (j <= LastColumn)
    If Src.Cells(5, j).Text = "Avg." And Src.Cells(2, j - 2).Text = "Connector (A)" Then
        Src.Range(Src.Cells(5, j), Src.Cells(LastRow, j)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
        Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
        Wkb.Application.CutCopyMode = False
    
```



```

    l = l + 1
Elseif Src.Cells(5, j).Text = "Avg." And Src.Cells(2, j - 2).Text = "Connector (B)" Then
    Src.Range(Src.Cells(5, j), Src.Cells(LastRow, j)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
    Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
    Wkb.Application.CutCopyMode = False
    l = l + 1
    bConnectorB = True
Elseif Src.Cells(5, j).Text = "Avg." And bConnectorB And InStr(Src.Cells(2, j - 2).Text,
"Connector") Then
    Src.Range(Src.Cells(5, j), Src.Cells(LastRow, j)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
    Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
    Wkb.Application.CutCopyMode = False
    l = l + 1
End If
j = j + 1
Loop
j = 5
Do While (j <= LastRowDst)
    If Dst.Cells(j, "C").Text = "" Then
        h = 4
        Do While (h <= l + 1)
            If Dst.Cells(j, h).Text <> "" Then
                Dst.Cells(j, "C").Value = Dst.Cells(j, h).Value
                Exit Do
            End If
            h = h + 1
        Loop
    End If
    j = j + 1
Loop
l = 2
nConnectorCount = 0
j = 3
bConnectorB = False
Do While (j <= LastColumn)
    If Src.Cells(5, j).Text = "Worst" Then
        If Src.Cells(2, j - 5).Text = "Connector (A)" Then
            Src.Range(Src.Cells(5, j), Src.Cells(LastRow, j)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
            Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
            l = l + 1
        Elseif Src.Cells(2, j - 5).Text = "Connector (B)" Then
            Src.Range(Src.Cells(5, j), Src.Cells(LastRow, j)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
            Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
            l = l + 1
            bConnectorB = True
        Elseif bConnectorB And InStr(Src.Cells(2, j - 5).Text, "Connector") Then
            Src.Range(Src.Cells(5, j), Src.Cells(LastRow, j)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
            Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
            l = l + 1
        End If
    End If
    j = j + 1
Loop
j = 5
Do While (j <= LastRowDst)
    If Dst.Cells(j, "E").Text = "" Then

```

```

h = 6
Do While (h <= l + 1)
    If Dst.Cells(j, h).Text <> "" Then
        Dst.Cells(j, "E").Value = Dst.Cells(j, h).Value
        Exit Do
    End If
    h = h + 1
Loop
End If
j = j + 1
Loop
LastColumn = 5
ColumnLetter = Split(Dst.Cells(1, 5 + l).Address, "$")(1)
Dst.Range("F:" & ColumnLetter).EntireColumn.Delete
LastRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
l = 6
Dst.Cells(4, l).Value = "Observación: Pérdida por inserción del Conector A"
Dst.Cells(4, l + 1).Value = "Observación: Pérdida por inserción del Conector B"
nConnectorCount = 0
For j = 1 To LastColumn
    If Dst.Cells(4, j).Text = "Avg." And nConnectorCount = 0 Then
        For i = 5 To LastRow
            If Dst.Cells(i, j).Value > 0.5 Then
                Dst.Cells(i, l).Value = "Conector A supera el umbral de pérdida de inserción de
0.5dB"

                End If
            Next
            nConnectorCount = nConnectorCount + 1
            l = l + 1
        ElseIf Dst.Cells(4, j).Text = "Avg." And nConnectorCount > 0 Then
            For i = 5 To LastRow
                If Dst.Cells(i, j).Value > 0.5 And Dst.Cells(i, j).Text <> "---" Then
                    Dst.Cells(i, l).Value = "Conector B supera el umbral de pérdida de inserción de
0.5dB"

                    End If
                Next
                nConnectorCount = nConnectorCount + 1
            End If
        Next j
        l = l + 1
        Dst.Cells(4, l).Value = "Observación: Pérdida por reflectancia del Conector A"
        Dst.Cells(4, l + 1).Value = "Observación: Pérdida por reflectancia del Conector B"
        nConnectorCount = 0
        For j = 1 To LastColumn
            If Dst.Cells(4, j).Text = "Worst" And nConnectorCount = 0 Then
                For i = 5 To LastRow
                    If Dst.Cells(i, j).Value > -60 And Dst.Cells(i, j).Text <> "---" And Dst.Cells(i, j).Text
<> "" Then
                        Dst.Cells(i, l).Value = "Conector A supera el umbral de pérdida de reflectancia
de -60dB"

                        End If
                    Next
                    nConnectorCount = nConnectorCount + 1
                    l = l + 1
                ElseIf Dst.Cells(4, j).Text = "Worst" And nConnectorCount > 0 Then

```

```

        For i = 5 To LastRow
            If Dst.Cells(i, j).Value > -60 And Dst.Cells(i, j).Text <> "---" And Dst.Cells(i, j).Text
<> "" Then
                Dst.Cells(i, l).Value = "Conector B supera el umbral de pérdida de reflectancia
de -60dB"
            End If
        Next
        nConnectorCount = nConnectorCount + 1
    End If
Next j
l = l + 1
LastRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
LastColumn = Dst.Cells(4, Dst.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
nConnectorCount = 0
For j = 1 To LastColumn
    If Dst.Cells(4, j).Text = "Worst" Then
        If nConnectorCount = 0 Then
            strHeader = "Reflectancia del conector A"
            nConnectorCount = nConnectorCount + 1
        ElseIf nConnectorCount > 0 Then
            strHeader = "Reflectancia del conector B"
        End If
        Dst.Cells(4, j).Value = strHeader
    End If
Next j
nConnectorCount = 0
For j = 1 To LastColumn
    If Dst.Cells(4, j).Text = "Avg." Then
        If nConnectorCount = 0 Then
            strHeader = "Pérdida promedio del conector A"
            nConnectorCount = nConnectorCount + 1
        ElseIf nConnectorCount > 0 Then
            strHeader = "Pérdida promedio del conector B"
        End If
        Dst.Cells(4, j).Value = strHeader
    End If
Next j
l = 5
Dst.Range(Dst.Cells(4, 1), Dst.Cells(4, LastColumn)).Copy
WS.Cells(4, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
k = 0
For i = 5 To LastRow Step 2
    Dst.Range(Dst.Cells(i, 1), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
    WS.Cells(l, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
    l = l + 1
    k = k + 1
Next i
For i = 6 To LastRow Step 2
    Dst.Range(Dst.Cells(i, 1), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
    WS.Cells(l, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
    l = l + 1
Next i
WS.Range("B1").EntireColumn.Insert
i = 5
For m = 1 To k
    WS.Cells(i, "B").Value = 1310

```

```

        i = i + 1
    Next
    For m = 1 To k
        WS.Cells(i, "B").Value = 1550
        i = i + 1
    Next
    Dim nCountHead As Long
    LastColumn = WS.Cells(4, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
    nCountHead = LastColumn
    WS.Cells(3, 3).Value = "PÉRDIDAS Y REFLECTANCIAS DE CONECTORES (dB)"
    WS.Range(WS.Cells(3, 3), WS.Cells(3, nCountHead)).Merge
    WS.Range(WS.Cells(3, 3), WS.Cells(3, nCountHead)).HorizontalAlignment = xlCenter
    WS.Range(WS.Cells(3, 3), WS.Cells(4, nCountHead)).Interior.Color = RGB(226, 239, 218)

    '*****
    'FillSplicesValues
    '*****
    nColumnReport = WS.Cells(4, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
    nColumnReport = nColumnReport + 1
    Wkb.Application.CutCopyMode = False
    Set Src = Wkb.Worksheets("Splice Elements")
    Delete_EntireRow Dst
    LastRow = Src.Cells(Src.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
    LastColumn = Src.Cells(5, Src.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
    Src.Range(Src.Cells(6, 1), Src.Cells(LastRow, 1)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
    Dst.Range("A5").PasteSpecial xlPasteValues
    l = 0
    Wkb.Application.CutCopyMode = False
    ThisWorkbook.Application.CutCopyMode = False
    Src.Range(Src.Cells(3, "C"), Src.Cells(LastRow,
    LastColumn)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
    Dst.Range("B2").PasteSpecial xlPasteValues
    Wkb.Application.CutCopyMode = False
    ThisWorkbook.Application.CutCopyMode = False

    LastRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
    LastColumn = Dst.Cells(4, Dst.Columns.Count).End(xlToLeft).Column + 1
    nInfoCount = 0
    For j = 1 To LastColumn
        If InStr(Dst.Cells(4, j).Text, "Avg.") Then
            dLength1 = ExtractNumberFromText(Dst.Cells(2, j - 2).Text)
            Dst.Cells(4, j).Value = dLength1 & " - Avg."
            nInfo(nInfoCount) = j
            nInfoCount = nInfoCount + 1
        End If
    Next j
    Dim dProm As Double
    Dst.Cells(4, LastColumn).Value = "Promedio de pérdidas de empalmes"
    Dst.Cells(4, LastColumn + 1).Value = "Observación: Pérdida promedio de empalmes"
    Dst.Cells(4, LastColumn + 2).Value = "Observación: 97% de empalmes con atenuación
menor a 0.2dB"
    Dim nSplice As Long
    Dim dAttn As Double
    Dim dPercent As Double
    Dim nTotal As Long
    nTotal = Main.Range("TOTAL_EMPALMES").Value

```

```

nSplices = 0
nFibers = (LastRow - 4) / 2
For i = 5 To LastRow
    dProm = 0
    nCount = 0
    nSplice = 0
    For j = 0 To nInfoCount - 1
        If Dst.Cells(i, nInfo(j)).Text <> "---" And Dst.Cells(i, nInfo(j)).Text <> "" Then
            dAttn = ExtractNumberFromText(Dst.Cells(i, nInfo(j)).Text)
            dProm = dProm + dAttn
            If dAttn >= 0.2 Then nSplice = nSplice + 1
            nCount = nCount + 1
        End If
    Next j
    If nCount > 0 Then
        dProm = dProm / nCount
    Else
        dProm = 0
    End If
    dPercent = (nTotal - nSplice) / nTotal
    If dPercent > 0.97 Then
        Dst.Cells(i, LastColumn + 2).Value = "Si"
    Else
        Dst.Cells(i, LastColumn + 2).Value = "No"
    End If

    Dst.Cells(i, LastColumn).Value = dProm
    If dProm > 0.1 Then
        Dst.Cells(i, LastColumn + 1).Value = "Las pérdida promedio de empalmes supera el
umbral de 0.1 dB"
    End If
    If nCount > nSplices Then
        nSplices = nCount
    End If
Next
LastRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
LastColumn = Dst.Cells(4, Dst.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
l = 5
k = 0
Dst.Range(Dst.Cells(4, 2), Dst.Cells(4, LastColumn)).Copy
WS.Cells(4, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
For i = 5 To LastRow Step 2
    Dst.Range(Dst.Cells(i, 2), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
    WS.Cells(l, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
    l = l + 1
    k = k + 1
Next i
For i = 6 To LastRow Step 2
    Dst.Range(Dst.Cells(i, 2), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
    WS.Cells(l, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
    l = l + 1
Next i
Application.CutCopyMode = False
LastColumn = WS.Cells(4, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
WS.Cells(3, nCountHead + 1).Value = "PÉRDIDAS DE EMPALMES (dB)"
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(3, LastColumn)).Merge

```

```

    WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(3, LastColumn)).HorizontalAlignment
= xlCenter
    WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(4, LastColumn)).Interior.Color =
RGB(255, 242, 204)
    nConnectorCount = 1
    For j = nCountHead + 1 To LastColumn
        If InStr(WS.Cells(4, j).Text, "Avg.") Then
            dLength1 = ExtractNumberFromText(WS.Cells(4, j).Text)
            strHeader = "Pérdida promedio del empalme Nº " & CStr(nConnectorCount) &
vbNewLine & Format(dLength1, "0.000") & " (km)"
            WS.Cells(4, j).Value = strHeader
            nConnectorCount = nConnectorCount + 1
        End If
    Next j
    nCountHead = LastColumn

'*****
'FillSectionsFiberValues
'*****

Dim bStart As Boolean
nColumnReport = WS.Cells(4, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
nColumnReport = nColumnReport + 1
Set Src = Wkb.Worksheets("Attenuation Section")
Wkb.Application.CutCopyMode = False
Delete_EntireRow Dst
LastRow = Src.Cells(Src.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
LastColumn = Src.Cells(3, Src.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
Src.Range(Src.Cells(4, 1), Src.Cells(LastRow, 1)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
Dst.Range("A5").PasteSpecial xlPasteValues
l = 0
j = 3
bStart = False
Do While j <= LastColumn
    If Src.Cells(3, j).Text = "Avg." And (bStart Or Src.Cells(1, j - 2).Text = "Section 1") Then
        bStart = True
        Src.Range(Src.Cells(3, j), Src.Cells(LastRow, j)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
        Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
        dLength1 = ExtractNumberFromText(Src.Cells(2, j - 2).Text)
        Dst.Range("B4").Offset(0, l).Value = dLength1 & " - Avg."
        l = l + 1
    End If
    j = j + 1
Loop
strPathFrom = szPath & "Source2.xls"
Set Wkb1 = GetWorkbook(strPathFrom)
Dim WS_Count As Integer
Dim nFiber As Long
Dim nRowFiber As Long
Dim nSection As Long
Dim dLength, dLoss13, dLoss15 As Double
Dim arrLength(100) As Double
Dim iarrLength As Long
Dim dTmp As Double
Dim bAdd As Boolean
Dim bGetLimits As Boolean
Dim nStart, nEnd As Long

```



```

Dim bCompute As Boolean
Dim nColumn As Long
nColumn = 7
l = 5
LastColumn = Dst.Cells(4, Dst.Columns.Count).End(xlToLeft).Column + 1
ShSection.Rows("1:150").EntireRow.Delete
WS_Count = Wkb1.Worksheets.Count
nFiber = 0
nRowFiber = 5
ShSection.Cells(4, "B").Value = "# Sections"
For i = 1 To WS_Count
    nSection = 0
    If Wkb1.Worksheets(i).Name <> "tables" And Wkb1.Worksheets(i).Name <>
"Configurations" Then
        LastRow = Wkb1.Worksheets(i).Cells(Wkb1.Worksheets(i).Rows.Count,
"A").End(xlUp).Row
        dLength = 0
        dLoss13 = 0
        dLoss15 = 0
        nFiber = nFiber + 1
        ShSection.Cells(nRowFiber, "A").Value = "HILO" & Format(nFiber, "00")
        dTmp = 0

        bCompute = False
        j = 54
        Do While j <= LastRow
            j = j + 1
            If InStr(Wkb1.Worksheets(i).Range("A" & j).Text, "Connector (A)") And Not
bCompute Then
                bCompute = True
                ElseIf InStr(Wkb1.Worksheets(i).Range("A" & j).Text, "Connector (B)") And
bCompute Then
                    Exit Do
                ElseIf Wkb1.Worksheets(i).Range("A" & j).Text = "Section" And bCompute Then
                    nSection = nSection + 1
                    ShSection.Cells(4, nColumn + 3 * (nSection - 1)).Value = "Length (Km)"
                    ShSection.Cells(4, nColumn + 1 + 3 * (nSection - 1)).Value = "Avg. (dB/Km) 1310
nm"
                    ShSection.Cells(4, nColumn + 2 + 3 * (nSection - 1)).Value = "Avg. (dB/Km) 1550
nm"
                    ShSection.Cells(3, nColumn + 3 * (nSection - 1)).Value = "Section" &
CStr(nSection)
                    dTmp = dTmp + Wkb1.Worksheets(i).Range("D" & j).Value
                    ShSection.Cells(nRowFiber, nColumn + 3 * (nSection - 1)).Value = dTmp
                    ShSection.Cells(nRowFiber, nColumn + 1 + 3 * (nSection - 1)).Value =
Wkb1.Worksheets(i).Range("J" & j).Value
                    ShSection.Cells(nRowFiber, nColumn + 2 + 3 * (nSection - 1)).Value =
Wkb1.Worksheets(i).Range("K" & j).Value
                    If Wkb1.Worksheets(i).Range("D" & j).Value <> "---" Then
                        dLength = dLength + Wkb1.Worksheets(i).Range("D" & j).Value
                    ElseIf Wkb1.Worksheets(i).Range("D" & j).Value = "---" Then
                        dLength = dLength + 0
                    End If
                    If Wkb1.Worksheets(i).Range("F" & j).Value <> "---" Then
                        dLoss13 = dLoss13 + Wkb1.Worksheets(i).Range("F" & j).Value
                    ElseIf Wkb1.Worksheets(i).Range("F" & j).Value = "---" Then

```

```

        dLoss13 = dLoss13 + 0
    End If
    If Wkb1.Worksheets(i).Range("G" & j).Value <> "---" Then
        dLoss15 = dLoss15 + Wkb1.Worksheets(i).Range("G" & j).Value
    ElseIf Wkb1.Worksheets(i).Range("G" & j).Value = "---" Then
        dLoss15 = dLoss15 + 0
    End If

    End If

    Loop
    ShSection.Cells(nRowFiber, "B").Value = nSection
    dLoss13 = dLoss13 / dLength
    Dst.Cells(l, LastColumn).Value = dLoss13
    ShSection.Cells(nRowFiber, 3).Value = dLoss13
    If dLoss13 > 0.35 Then
        Dst.Cells(l, LastColumn + 1).Value = "La atenuación por km de fibra supera el
umbral de 0.35 dB"
        ShSection.Cells(nRowFiber, 4).Value = "La atenuación por km de fibra supera el
umbral de 0.35 dB"
    End If
    l = l + 1
    dLoss15 = dLoss15 / dLength
    Dst.Cells(l, LastColumn).Value = dLoss15
    ShSection.Cells(nRowFiber, 5).Value = dLoss15
    If dLoss15 > 0.25 Then
        Dst.Cells(l, LastColumn + 1).Value = "La atenuación por km de fibra supera el
umbral de 0.25 dB "
        ShSection.Cells(nRowFiber, 6).Value = "La atenuación por km de fibra supera el
umbral de 0.25 dB"
    End If
    l = l + 1
    End If
    nRowFiber = nRowFiber + 1
Next i
LastColumn = Dst.Cells(4, Dst.Columns.Count).End(xlToLeft).Column + 1
Dst.Cells(4, LastColumn).Value = "Promedio (dB/km)"
Dst.Cells(4, LastColumn + 1).Value = "Observación: Pérdida por atenuación de fibra"
LastColumn = Dst.Cells(4, Dst.Columns.Count).End(xlToLeft).Column + 1
LastRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
l = 5
k = 0
Dst.Range(Dst.Cells(4, 2), Dst.Cells(4, LastColumn)).Copy
WS.Cells(4, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
For i = 5 To LastRow Step 2
    Dst.Range(Dst.Cells(i, 2), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
    WS.Cells(l, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
    l = l + 1
    k = k + 1
Next i
For i = 6 To LastRow Step 2
    Dst.Range(Dst.Cells(i, 2), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
    WS.Cells(l, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
    l = l + 1
Next i
Application.CutCopyMode = False
LastColumn = WS.Cells(4, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column

```

```

WS.Cells(3, nCountHead + 1).Value = "ATENUACIÓN POR KM DE SECCIONES (dB/km)"
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(3, LastColumn)).Merge
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(3, LastColumn)).HorizontalAlignment
= xlCenter
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(4, LastColumn)).Interior.Color =
RGB(252, 228, 214)
nConnectorCount = 1
For j = nCountHead + 1 To LastColumn
    If InStr(WS.Cells(4, j).Text, "Avg.") Then
        strHeader = "Sección N° " & CStr(nConnectorCount) & vbNewLine & "Atenuación
por sección"
        WS.Cells(4, j).Value = strHeader
        nConnectorCount = nConnectorCount + 1
    End If
Next j
nCountHead = LastColumn

'*****
'FillORLValues
'*****
nColumnReport = WS.Cells(4, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
nColumnReport = nColumnReport + 1
Set Src = Wkb.Worksheets("Summary Results")
Wkb.Application.CutCopyMode = False
Delete_EntireRow Dst
LastRow = Src.Cells(Src.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
LastColumn = Src.Cells(3, Src.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
Src.Range(Src.Cells(3, 1), Src.Cells(LastRow, 1)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
Dst.Range("A5").PasteSpecial xlPasteValues
l = 0
Src.Range(Src.Cells(2, "H"), Src.Cells(LastRow, "H")).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
l = l + 1
For j = 1 To LastColumn
    posOf_A = InStr(1, Src.Cells(1, j).Text, "ORL", vbTextCompare)
    If posOf_A > 0 Then
        Src.Range(Src.Cells(2, j), Src.Cells(LastRow, j)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
        Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
        l = l + 1
        Src.Range(Src.Cells(2, j + 1), Src.Cells(LastRow, j +
1)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
        Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
        l = l + 1
    Exit For
End If
Next j
Src.Range(Src.Cells(2, "E"), Src.Cells(LastRow, "E")).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
Dst.Range("B4").Offset(0, l).PasteSpecial xlPasteValues
l = l + 1
LastRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
LastColumn = Dst.Cells(4, Dst.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
l = 5
k = 0
Dst.Range(Dst.Cells(4, 2), Dst.Cells(4, LastColumn)).Copy
WS.Cells(4, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
For i = 5 To LastRow Step 2

```

```

    Dst.Range(Dst.Cells(i, 2), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
    WS.Cells(l, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
    l = l + 1
    k = k + 1
Next i
For i = 6 To LastRow Step 2
    Dst.Range(Dst.Cells(i, 2), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
    WS.Cells(l, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
    l = l + 1
Next i
Application.CutCopyMode = False
LastColumn = WS.Cells(4, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
WS.Cells(3, nCountHead + 2).Value = "ORL (dB)"
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 2), WS.Cells(3, LastColumn - 1)).Merge
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 2), WS.Cells(3, LastColumn -
1)).HorizontalAlignment = xlCenter
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 2), WS.Cells(4, LastColumn - 1)).Interior.Color =
RGB(217, 225, 242)
WS.Cells(4, nCountHead + 1).Value = "Atenuación total del enlace (dB)"
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(4, nCountHead + 1)).Merge
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(4, nCountHead +
1)).HorizontalAlignment = xlCenter
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(4, nCountHead + 1)).Interior.Color =
RGB(221, 235, 247)
WS.Cells(4, nCountHead + 4).Value = "Longitud del enlace (km)"
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 4), WS.Cells(4, nCountHead + 4)).Merge
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 4), WS.Cells(4, nCountHead +
4)).HorizontalAlignment = xlCenter
WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 4), WS.Cells(4, nCountHead + 4)).Interior.Color =
RGB(248, 203, 173)
nCountHead = nCountHead + 4

'*****
'Get Mocabends
'*****
nColumnReport = WS.Cells(5, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
nColumnReport = nColumnReport + 1
Set Src = Wkb.Worksheets("Link Elements")
Wkb.Application.CutCopyMode = False
Delete_EntireRow Dst
Dim strDist As String
Dim nMergeColumn As Long
Dim AddAddress As String
Dim nTmpMacroRow As Long
Dim bMacrobend As Boolean
LastRow = Src.Cells(Src.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
LastColumn = Src.Cells(5, Src.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
Src.Range(Src.Cells(6, 1), Src.Cells(LastRow, 1)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
Dst.Range("A5").PasteSpecial xlPasteValues
nTmpLastColumn = Src.Cells(2, Src.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
nTmpMacroRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
l = 0
bMacrobend = False
For i = 1 To nTmpLastColumn
    If Src.Cells(2, i).Text = "Macrobend" Then
        bMacrobend = True

```

```

strDist = Src.Cells(3, i).Text
If Src.Cells(2, i).MergeCells = True Then
    AddAddress = Src.Cells(2, i).MergeArea.Address(0, 0)
    nMergeColumn = Src.Range(AddAddress).Columns.Count - 1
    Src.Range(Src.Cells(5, i), Src.Cells(LastRow, i +
nMergeColumn)).SpecialCells(xlCellTypeVisible).Copy
    Dst.Range("B4").Offset(0, 7 * I).PasteSpecial xlPasteValues
    I = I + 1
    Dst.Cells(4, "B").Offset(0, 7 * I - 1).Value = "Presencia de Macrocurvaturas a: " &
strDist
    For m = 5 To nTmpMacroRow
        For j = 7 * I - 5 To 7 * I
            If Dst.Cells(m, j).Text <> "" Then
                Dst.Cells(m, "B").Offset(0, 7 * I - 1).Value = "Presencia de macrocurvatura a
una distancia de " & strDist & " del conector A"
            Exit For
        End If
    Next j
    Next m
End If
Next
If bMacrobend = True Then
    LastRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
    LastColumn = Dst.Cells(4, Dst.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
    I = 5
    k = 0
    Dst.Range(Dst.Cells(4, 2), Dst.Cells(4, LastColumn)).Copy
    WS.Cells(4, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
    For i = 5 To LastRow Step 2
        Dst.Range(Dst.Cells(i, 2), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
        WS.Cells(I, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
        I = I + 1
        k = k + 1
    Next i
    For i = 6 To LastRow Step 2
        Dst.Range(Dst.Cells(i, 2), Dst.Cells(i, LastColumn)).Copy
        WS.Cells(I, nColumnReport).PasteSpecial xlPasteValues
        I = I + 1
    Next i
    LastColumn = WS.Cells(4, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
    WS.Cells(3, nCountHead + 1).Value = "MACROCURVATURAS"
    WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(3, LastColumn)).Merge
    WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(3,
LastColumn)).HorizontalAlignment = xlCenter
    WS.Range(WS.Cells(3, nCountHead + 1), WS.Cells(4, LastColumn)).Interior.Color =
RGB(142, 169, 219)
    nCountHead = LastColumn
End If
Application.CutCopyMode = False
WS.Range("A3:A4").Value = "N° de Fibra"
WS.Range("A3:A4").Merge
WS.Range("A3:A4").HorizontalAlignment = xlCenter
WS.Range("A3:A4").VerticalAlignment = xlCenter
WS.Range("B3:B4").Value = "Longitud de onda (nm)"
WS.Range("B3:B4").Merge

```

```

WS.Range("B3:B4").HorizontalAlignment = xlCenter
WS.Range("B3:B4").VerticalAlignment = xlCenter
Dim rng, rng1 As Range
Dim rng1310, rng1550, rngHeader As Range
Dim nRow1, nRow2 As Long
Dim cel As Range
LastRow = WS.Cells(WS.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
LastColumn = nCountHead
nRow1 = (LastRow - 6) / 2 + 5
nRow2 = nRow1 + 1
Set rngHeader = WS.Range(WS.Cells(3, 1), WS.Cells(4, LastColumn))
Set rng1310 = WS.Range(WS.Cells(5, 1), WS.Cells(nRow1, LastColumn))
Set rng1550 = WS.Range(WS.Cells(nRow2, 1), WS.Cells(LastRow, LastColumn))
Set rng = WS.Range(WS.Cells(3, 1), WS.Cells(LastRow, LastColumn))
Set rng1 = WS.Range(WS.Cells(5, 3), WS.Cells(LastRow, LastColumn))
Info = rng1
For Each cel In rng1.Cells
    With cel
        If .Text = "" Then
            .Value = "-----"
        End If
    End With
Next cel
With rng.Borders
    .LineStyle = xlContinuous
    .Color = RGB(0, 0, 0)
    .Weight = xlThin
End With
rng.WrapText = True
rng.EntireRow.AutoFit
rng.HorizontalAlignment = xlCenter
rng.VerticalAlignment = xlCenter
rng1.NumberFormat = "0.000"
Set Dst = Nothing
Set Dst = ThisWorkbook.Worksheets("Header")
Dim strNameReport As String
LastRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row + 40
Dst.Rows("12:" & LastRow).EntireRow.Delete
rngHeader.Copy Dst.Range("A12")
rng1310.Copy Dst.Range("A14")
Set Src = Nothing
Set Src = Wkb.Worksheets("Cable Information")
Dst.Range("C7").Value = Src.Range("C17").Text
Dst.Range("C8").Value = Src.Range("C18").Text
Dst.Range("K5").Value = Src.Range("C6").Text
Dst.Range("B10").Value = Src.Range("C24").Text
Dst.Range("D10").Value = Src.Range("C25").Text
strNameReport = Dst.Range("C7").Text & "-" & Dst.Range("C8").Text & ".xlsx"
StrName = Dst.Range("C7").Text & "-" & Dst.Range("C8").Text
Set Src = Nothing
Set Src = Wkb.Worksheets("Measurement Information")
Dst.Range("G9").Value = Src.Range("J3").Text

LastRow = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
LastColumn = Dst.Cells(14, Dst.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
Dst.Range(Dst.Cells(12, 1), Dst.Cells(13, LastColumn)).Font.Bold = True

```



```

Dst.Range(Dst.Cells(12, 1), Dst.Cells(13, 2)).Interior.Color = RGB(221, 235, 247)

Set Src = Nothing
Set Src = ThisWorkbook.Worksheets("Footer")
Src.Range("A1:L15").Copy Dst.Cells(LastRow + 3, LastColumn - 11)
Wkb1.Close
Wkb.Close
Set Wkb = Nothing
Dim xRet As Boolean
xRet = IsWorkBookOpen(strNameReport)
If xRet = True Then
    Dim xWb As Workbook
    On Error Resume Next
    Set xWb = Application.Workbooks.Item(strNameReport)
    xWb.Close SaveChanges:=False
    Set xWb = Nothing
End If
On Error GoTo 0
Dim wb As Workbook
Set wb = Workbooks.Add
Dst.Range("L7").Value = "1310"
Dst.Range("M10").Value = "Atenuación máxima del enlace a 1310 nm"
Dst.Range("Q10").Value = Main.Range("F7")
ThisWorkbook.Sheets("Header").Copy before:=wb.Sheets(1)
wb.Sheets("Header").Name = "1310"
rng1550.Copy Dst.Range("A14")
Dst.Range("L7").Value = "1550"
Dst.Range("M10").Value = "Atenuación máxima del enlace a 1550 nm"
Dst.Range("Q10").Value = Main.Range("F8")
ThisWorkbook.Sheets("Header").Copy before:=wb.Sheets(2)
wb.Sheets("Header").Name = "1550"
wb.Sheets(3).Delete
wb.SaveAs szPath & strNameReport
Set wb = Nothing
ThisWorkbook.Sheets("Main").Activate
leave:
Application.CutCopyMode = False
Application.DisplayAlerts = True
Application.ScreenUpdating = True
Application.EnableEvents = True
Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
End Sub

Function GetFolderPath(strPath As String) As String
    Dim fd As FileDialog
    Dim strFiles As String
    Dim i As Integer
    Dim LastRow As Long
    Dim strDdirectoryPath As String
    Set fd = Application.FileDialog(msoFileDialogFilePicker)
    fd.InitialFileName = ThisWorkbook.Path
    fd.InitialView = msoFileDialogViewList
    fd.Title = "Seleccione los archivos fuente."
    fd.Filters.Clear
    fd.Filters.Add "Plantillas excel", "*.xlsx; *.xls", 1
    fd.Filters.Add "Todos los archivos", "*.*"

```

```

fd.AllowMultiSelect = True
If True = fd.Show Then
  If fd.SelectedItems.Count Then
    For i = 1 To fd.SelectedItems.Count
      strFiles = fd.SelectedItems(i)
    Exit For
  Next i
End If
End If
strDdirectoryPath = Left(strFiles, InStrRev(strFiles, "\"))
NextCode:
GetFolderPath = strDdirectoryPath
Set fd = Nothing
End Function

```



ANEXO Nº 14: CÓDIGO FUENTE DE MENU PRINCIPAL

```

Sub IngresarDatos_Click()
    Dim NameFile As String
    Dim Code As String
    Dim Path As String
    Dim i As Integer, k As Long
    Dim a(4) As String, b(4) As String
    Dim DataForm(20) As String
    Dim DataReport(10) As String
    Dim Name As String
    Dim FormtType As String
    Dim NameFormat As String, NameReport As String
    Dim nNumFormat As Integer
    Dim nFormats As Integer
    Dim InfoData() As Variant
    Dim InfoSup() As String
    Dim InfoFormat(5) As String
    Dim NameSup As String
    Dim nIndex As Long
    Dim Sh As Worksheet
    Dim Rgn As String
    Dim ShName As String
    Dim strPathTo As String
    Dim strPathFrom As String
    Dim strDirName As String
    Dim nLastRow As Long
    Dim strWorkingPath As String
    nLastRow = Control.Cells(Control.Rows.Count, "F").End(xlUp).Row
    If Start.OLEObjects("CmbSupervisor").Object.value = "-Escoga un Supervisor-" Then
        MsgBox "Escoga un supervisor"
        Exit Sub
    ElseIf Start.OLEObjects("TextUbigeo").Object.value = "" Then
        MsgBox "Escoga una de las diferentes opciones"
        Exit Sub
    End If
    Call GetNamesFormats(strDirName, NameFormat, nNumFormat)
    Code = BuscarV(Control.Range("B6:G176"),
Start.OLEObjects("TextUbigeo").Object.value, 6)
    strWorkingPath = Start.Range("WORKING_PATH").Text
    If strWorkingPath = "" Then
        MsgBox "No se ha definido un directorio de trabajo"
        Exit Sub
    End If
    strPathFrom = strWorkingPath & "TEMPLATES-PROCESAMIENTO\" & NameFormat
    Application.ScreenUpdating = False
    NameSup = Start.OLEObjects("CmbSupervisor").Object.value
    Dim nNumFile As Long
    nNumFile = 1
    InfoSup = GetInfoSup(NameSup, 1)
    Select Case nNumFormat
        Case 1

```

```

        strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\PLANTA EXTERNA\" &
Code & ".xlsm"
        Do While FileExists(strPathTo)
            strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\PLANTA EXTERNA\" &
Code & "-" & CStr(nNumFile) & ".xlsm"
            nNumFile = nNumFile + 1
        Loop
        Call GenerateActaPlantaExterna(strPathFrom, strPathTo, InfoSup)
    Case 2
        strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\ENERGÍA Y
CLIMATIZACIÓN\" & Code & ".xlsm"
        Do While FileExists(strPathTo)
            strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\ENERGÍA Y
CLIMATIZACIÓN\" & Code & "-" & CStr(nNumFile) & ".xlsm"
            nNumFile = nNumFile + 1
        Loop
        Call GenerateActaEnergiaClimatizacion(strPathFrom, strPathTo, InfoSup)
    Case 3
        strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\OBRAS CIVILES\" & Code
& ".xlsm"
        Do While FileExists(strPathTo)
            strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\OBRAS CIVILES\" &
Code & "-" & CStr(nNumFile) & ".xlsm"
            nNumFile = nNumFile + 1
        Loop
        Call GenerateActaObrasCiviles(strPathFrom, strPathTo, InfoSup)
    Case 4
        strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\SEGURIDAD FISICA\" &
Code & ".xlsm"
        Do While FileExists(strPathTo)
            strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\SEGURIDAD FISICA\" &
Code & "-" & CStr(nNumFile) & ".xlsm"
            nNumFile = nNumFile + 1
        Loop
        Call GenerateActaObrasCiviles(strPathFrom, strPathTo, InfoSup)
    Case 5
        strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\PLANTA INTERNA\" &
Code & ".xlsm"
        Do While FileExists(strPathTo)
            strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\PLANTA INTERNA\" &
Code & "-" & CStr(nNumFile) & ".xlsm"
            nNumFile = nNumFile + 1
        Loop
        Call GenerateActaPlantaInterna(strPathFrom, strPathTo, InfoSup)
    Case 6
        strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\CARACTERIZACION F.O.\" &
Code & ".xlsm"
        Do While FileExists(strPathTo)
            strPathTo = strWorkingPath & "PROCESAMIENTO-ACTAS\CARACTERIZACION
F.O.\" & Code & "-" & CStr(nNumFile) & ".xlsm"
            nNumFile = nNumFile + 1
        Loop
        Call GenerarFormatoMediciones(strPathFrom, strPathTo, InfoSup)
    End Select
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

```

Sub BorrarDatos_Click()
    Dim obj As OLEObject
    Dim box As ComboBox
    Set obj = Start.OLEObjects("CmbProvincia")
    Set box = obj.Object
    If box.ListCount > 0 Then
        box.ListIndex = 0
    Else
        FillCmbProvincia
    End If
    Set obj = Start.OLEObjects("CmbSupervisor")
    Set box = obj.Object
    If box.ListCount > 0 Then
        box.ListIndex = 0
    Else
        FillCmbSupervisor
    End If
    Set obj = Start.OLEObjects("CmbStart")
    Set box = obj.Object
    If box.ListCount > 0 Then
        box.ListIndex = 0
    Else
        FillComboStart
    End If
    box.Visible = False
    Set obj = Start.OLEObjects("CmbEnd")
    Set box = obj.Object
    If box.ListCount > 0 Then
        box.ListIndex = 0
    Else
        FillComboEnd
    End If
    box.Visible = False
    ClearResult
End Sub

Private Sub ChangeWorkingPath_Click()
    Dim SourcePath As String
    SourcePath = ActiveWorkbook.Path + "\"
    SourcePath = GetFolder(SourcePath)
    If SourcePath = "Falso" Or SourcePath = "" Then GoTo ErrorPath
    If Right(SourcePath, 1) <> "\" Then
        SourcePath = SourcePath & "\"
    End If
    Start.Range("WORKING_PATH").value = SourcePath
    Exit Sub
ErrorPath:
    MsgBox "Directorio no valido", , "Error"
End Sub

Public Sub CreateMultiLevelDir(sPath As String)
    Dim iStart As Integer
    Dim aDirs As Variant
    Dim sCurDir As String
    Dim i As Integer
    If sPath <> "" Then

```

```

aDirs = Split(sPath, "\")
If Left(sPath, 2) = "\\\" Then
    iStart = 3
Else
    iStart = 1
End If
sCurDir = Left(sPath, InStr(iStart, sPath, "\"))
For i = iStart To UBound(aDirs)
    If aDirs(i) <> "" Then
        sCurDir = sCurDir & aDirs(i) & "\"
        If Dir(sCurDir, vbDirectory) = vbNullString Then
            Mkdir sCurDir
        End If
    End If
Next i
End If
End Sub

```

```

Sub GenerarFormatoMediciones(strPathFrom As String, strPathTo As String, Info() As String)
    Dim Wkb As Workbook
    Dim i As Long
    Dim Sh As Worksheet
    Dim SrcFilePath As String
    Dim FileName As String
    Dim Path As String
    Dim nNum As Integer
    Dim SrcCell As String
    Dim strNameTramo As String
    Dim CodeA, CodeB As String
    CodeA = BuscarV(Control.Range("F6:G110"),
Start.OLEObjects("CmbStart").Object.value, 2)
    CodeB = BuscarV(Control.Range("F6:G110"), Start.OLEObjects("CmbEnd").Object.value,
2)
    If Start.OLEObjects("CmbStart").Object.value =
Start.OLEObjects("CmbEnd").Object.value Then
        GoTo leave
    End If
    Application.EnableEvents = False
    Set Wkb = Workbooks.Open(strPathFrom, ReadOnly:=True)
    Wkb.Worksheets("Formato").Unprotect (")
    strNameTramo = Start.OLEObjects("CmbStart").Object.value & " - " &
Start.OLEObjects("CmbEnd").Object.value
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("WORKING_PATH").value =
ThisWorkbook.Sheets("Inicio").Range("WORKING_PATH").Text
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("C7").value = CodeA
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("C9").value = CodeB
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("C8").value =
Start.OLEObjects("CmbStart").Object.value
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("C10").value =
Start.OLEObjects("CmbEnd").Object.value
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("NAME_NODE").value = strNameTramo
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("SUP_1").value = Info(0)
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("SUP_2").value = Info(1)
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("SUP_3").value = Info(2)
    Wkb.Worksheets("Formato").Range("SUP_4").value = Info(3)

```



```
Wkb.Worksheets("Formato").Protect ("")  
Application.EnableEvents = True  
Wkb.SaveAs strPathTo  
leave:  
End Sub
```



ANEXO Nº 15: CÓDIGO FUENTE GENERADOR DE REPORTE FOTOGRÁFICO

```

Private Sub GenerateReport_Click()
    Dim SourcePath As String
    Dim Info(300, 2) As String
    Dim nCount As Long
    Dim StartTime As Double
    Dim TotalTime As Double
    Dim ProcessingStart As Double
    Dim ProcessingTime As Double
    Dim WS As Worksheet
    Set WS = ThisWorkbook.Sheets("Registro")
    SourcePath = ThisWorkbook.Path + "\"
    StartTime = Timer
    nPages = 1
    SourcePath = GetFolder(SourcePath)
    If SourcePath = "Falso" Or SourcePath = "" Then GoTo ErrorPath
    Formato.Range("PICTURES_PATH").Value = SourcePath & "\"
    nCount = 0
    ProcessingStart = Timer
    Call GenerateReportExcel(SourcePath & "\", nCount)
    TotalTime = Timer - StartTime
    ProcessingTime = Timer - ProcessingStart
    WS.Range("C2") = ProcessingTime / 60
    WS.Range("D2") = TotalTime / 60
    WS.Range("B2") = nCount
    WS.Range("A2") = Formato.Range("C8") & " - " & Formato.Range("C10")
    Exit Sub
ErrorPath:
    MsgBox "Directorio no valido", , "Error"
End Sub

Private Sub SaveFormat_Click()
    ThisWorkbook.Save
End Sub

Private Sub GenerateReportPDF_Click()
    Dim WS As Worksheet
    Dim NameTramo As String
    Set WS = Sheets("Reporte fotográfico")
    NameTramo = Formato.Range("NAME_NODE").Text
    strPathDPF = Formato.Range("WORKING_PATH").Text & "Fitel\\Nodos Ópticos\\" &
    NameTramo & "\\Reporte Fotográfico\\"
    Call SavePDF(WS, strPathDPF)
End Sub

Sub LoadInfoPic(ByRef InfoPic() As StructInfo, ByRef nCount As Long, ByVal strPathFrom As
String, ByVal strPathTo As String, ByVal strTmpPictures As String, ByVal strTmpThumbnails
As String)
    Dim LabelPictures(1000) As String
    Dim DirPictures(1000) As String
    Dim PrefixPicture(1000) As String
    Dim FileName(1000) As String

```

```

Dim nNumPictures(1000) As Integer
Dim nNumObsPictures(1000) As Integer
Dim strDirPathFrom As String
Dim strDirPathTo As String
Dim strFullPathFrom As String
Dim strFullPathTo As String
Dim strFullPathThumbnails As String
Dim strFullTmpDir As String
Dim TP_FileTmp As String
Dim strDirPathThumbnails As String
Dim handle As Integer
Dim DataFiles As String
Dim strWorkingPath As String
Dim CmdLine As String
Dim nNumPostes As Long
Dim strDirName As String
Dim strTmpDirPathTo As String
Dim strTmpDirCopyFolder As String
Dim nNumObs As Long
Dim m, n As Long
Dim k, i, j, nRow As Long
Dim random_number As Long
Dim szLabel() As String
Dim szFilename() As String
Dim Start_Date As Date
Dim MyDate As Date
Dim Info(300, 2) As String
Start_Date = "30/06/2020"
MyDate = Date
If MyDate > Start_Date Then Exit Sub
szLabel = Split("MEDICIÓN DE PM AB EN 1310nm,MEDICIÓN DE PM AB EN
1550nm,MEDICIÓN DE PM BA EN 1310nm,MEDICIÓN DE PM BA EN 1550nm", ",")
szFilename = Split("Medición de PM AB en 1310nm,Medición de PM AB en
1550nm,Medición de PM BA en 1310nm,Medición de PM BA en 1550nm", ",")
strWorkingPath = Formato.Range("WORKING_PATH").Text
strDirPathThumbnails = strTmpThumbnails
strTmpDirCopyFolder = strTmpPictures
handle = FreeFile()
DataFiles = ThisWorkbook.Path & "\files.txt"
Open DataFiles For Output As #handle
Print #handle, strTmpPictures
Print #handle, strTmpThumbnails
nNumPostes = 1
k = 0
Call LoadDataForPicture(DirPictures, LabelPictures, FileName, PrefixPicture,
nNumPictures, nNumObsPictures, nCount)
strTmpDirPathTo = strPathTo
strDirPathFrom = strPathFrom
For i = 0 To nCount - 1
    strFullPathFrom = strPathFrom & PrefixPicture(i) & ".jpg"
    strTmpDirPathTo = strPathTo & DirPictures(i) & "\"
    If Dir(strTmpDirPathTo, vbDirectory) = vbNullString Then
        CreateMultiLevelDir (strTmpDirPathTo)
    End If
    If nNumPictures(i) > 1 Then
        nNumObs = nNumPictures(i)
    End If

```

```

For m = 1 To nNumObs
    strFullPathFrom = strPathFrom & PrefixPicture(i) & "-" & CStr(m) & ".jpg"
    Debug.Print strFullPathFrom
    If FileThere(strFullPathFrom) Then
        TP_FileTmp = FileName(i) & "-" & CStr(m) & ".jpg"
        FileCopy strFullPathFrom, strTmpDirPathTo & TP_FileTmp
        Print #handle, FileName(i) & "-" & CStr(m)
        InfoPic(k).Path = strDirPathThumbnails & FileName(i) & "-" & CStr(m) &
        "_small.jpg"
        InfoPic(k).Comment = szLabel(i)
        Info(k, 0) = szLabel(i)
        Info(k, 1) = PrefixPicture(i) & "-" & CStr(m) & ".jpg"
        k = k + 1
    End If
Next m
Elseif nNumPictures(i) = 1 Then
    strFullPathFrom = strPathFrom & DirPictures(i) & "\" & PrefixPicture(i) & ".jpg"
    If PrefixPicture(i) = "NroHilo" Then
        For m = 1 To 48
            For n = 1 To 4
                strFullPathFrom = strPathFrom & DirPictures(i) & "\" & CStr(m) & "-" &
                CStr(n) & ".jpg"
                Debug.Print strFullPathFrom
                If FileThere(strFullPathFrom) Then
                    TP_FileTmp = szFilename(n - 1) & " Hilo " & CStr(m) & ".jpg"
                    strFullPathTo = strPathTo & DirPictures(i) & "\" & TP_FileTmp
                    strFullTmpDir = strTmpPictures & DirPictures(i) & "-" & CStr(m) & "-" &
                    CStr(n) & ".jpg"
                    FileCopy strFullPathFrom, strFullPathTo
                    FileCopy strFullPathFrom, strFullTmpDir
                    Print #handle, DirPictures(i) & "-" & CStr(m) & "-" & CStr(n)
                    InfoPic(k).Path = strDirPathThumbnails & DirPictures(i) & "-" & CStr(m) & "-" &
                    CStr(n) & "_small.jpg"
                    InfoPic(k).Comment = szLabel(n - 1) & " HILO " & CStr(m)
                    Info(k, 0) = szLabel(n - 1) & " HILO " & CStr(m)
                    Info(k, 1) = CStr(m) & "-" & CStr(n) & ".jpg"
                    k = k + 1
                End If
            Next n
        Next m
    Elseif PrefixPicture(i) <> "NroHilo" Then
        strFullPathFrom = strPathFrom & DirPictures(i) & "\" & PrefixPicture(i) & ".jpg"
        Debug.Print strFullPathFrom
        If FileThere(strFullPathFrom) Then
            TP_FileTmp = FileName(i) & ".jpg"
            strFullPathTo = strPathTo & DirPictures(i) & "\" & TP_FileTmp
            strFullTmpDir = strTmpPictures & DirPictures(i) & "-" & FileName(i) & ".jpg"
            FileCopy strFullPathFrom, strFullPathTo
            FileCopy strFullPathFrom, strFullTmpDir
            Print #handle, DirPictures(i) & "-" & FileName(i)
            InfoPic(k).Path = strDirPathThumbnails & DirPictures(i) & "-" & FileName(i) &
            "_small.jpg"
            InfoPic(k).Comment = LabelPictures(i)
            Info(k, 0) = LabelPictures(i)
            Info(k, 1) = PrefixPicture(i) & ".jpg"
            k = k + 1
        End If
    End If
Next m

```

```

        End If
    End If
End If
nNumObs = nNumObsPictures(i)
For m = 1 To nNumObs
    strFullPathFrom = strPathFrom & PrefixPicture(i) & "-OBS-" & CStr(m) & ".jpg"
    Debug.Print strFullPathFrom
    If FileThere(strFullPathFrom) Then
        TP_FileTmp = "Observación_" & FileName(i) & "-" & CStr(m) & ".jpg"
        FileCopy strFullPathFrom, strTmpDirPathTo & TP_FileTmp
        Print #handle, "Observación_" & FileName(i) & "-" & CStr(m)
        InfoPic(k).Path = strDirPathThumbnails & "Observación_" & FileName(i) & "-" & CStr(m) & "_small.jpg"
        InfoPic(k).Comment = "OBSERVACIÓN: " & LabelPictures(i)
        Info(k, 0) = "OBSERVACIÓN: " & LabelPictures(i)
        Info(k, 1) = PrefixPicture(i) & "-OBS-" & CStr(m) & ".jpg"
        k = k + 1
    End If
Next m
Next i
nCount = k
Dim Rng As Range
Set Rng = ThisWorkbook.Sheets("Registro").Range("E2")
Rng.Resize(UBound(Info, 1), UBound(Info, 2)).Value = Info
Close handle
CmdLine = strWorkingPath & "ResizerB.exe " & DataFiles
Call bShellAndWait(CmdLine, vbNormalFocus)
Application.StatusBar = "A list of images was generated"
Kill DataFiles
Exit Sub
ErrorHandler:
    Kill DataFiles
    MsgBox gsZErrMsg, vbCritical, "Load pictures error"
End Sub

Public Sub GenerateHeadReport(ByRef WS As Worksheet, ByVal strName As String)
    Dim strFullName As String
    strFullName = "TRAMO: " & strName
    CreateMergedCells WS, WS.Range("B1:T1"), "REPORTE FOTOGRÁFICO DE CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA", RGB(226, 239, 218), RGB(47, 117, 181), "Calibri", 18, 23.25, 4.41, True
    CreateMergedCells WS, WS.Range("B2:T2"), "", RGB(226, 239, 218), xlNone, "Calibri", 18, 9, 4.41
    CreateMergedCells WS, WS.Range("B3:T3"), strFullName, RGB(48, 84, 150), RGB(226, 239, 218), "Calibri", 18, 21, 4.41, False, True
    WS.Range("B4:T4").RowHeight = 9
    WS.Range("K1").ColumnWidth = 0.75
    Call InsertHeadPicture(WS)
End Sub

Sub GenerateReportExcel(ByVal SrcPath As String, ByRef nTotalPic As Long)
    Dim WS As Worksheet
    Dim NameTramo As String
    Dim InfoPic(0 To 2000) As StructInfo
    Dim strPathTo As String
    Dim nCount As Long

```

```

Dim i As Long
Dim k As Long
Dim nRow As Long
Dim PictureRange, CodeRange, LabelRange As String
Dim obj As OLEObject
Dim strTmpPictures, strTmpThumbnails, strPathDPF As String
Application.ScreenUpdating = False
Application.DisplayAlerts = False
If SheetExists("Reporte fotográfico") Then
    Sheets("Reporte fotográfico").Delete
End If
Set WS = Sheets.Add(After:=Sheets(Worksheets.count))
WS.Name = "Reporte fotográfico"
NameTramo = Formato.Range("NAME_NODE").Text
strPathTo = Formato.Range("WORKING_PATH").Text & "Fitel\Caracterización F.O\" &
NameTramo & "\Fotografías\"
strPathDPF = Formato.Range("WORKING_PATH").Text & "Fitel\Caracterización F.O\" &
NameTramo & "\Reporte Fotográfico\"
strTmpPictures = Formato.Range("WORKING_PATH").Text & "Tmp\Caracterización
F.O\" & NameTramo & "\Fotografías\"
strTmpThumbnails = Formato.Range("WORKING_PATH").Text & "Tmp\Caracterización
F.O\" & NameTramo & "\Thumbnails\"
CreateMultiLevelDir (strPathTo)
CreateMultiLevelDir (strPathDPF)
CreateMultiLevelDir (strTmpPictures)
CreateMultiLevelDir (strTmpThumbnails)
DeleteAllFolder (strPathTo)
DeleteAllFolder (strTmpPictures)
DeleteAllFolder (strTmpThumbnails)
Call LoadInfoPic(InfoPic, nCount, SrcPath, strPathTo, strTmpPictures,
strTmpThumbnails)
Call GenerateHeadReport(WS, NameTramo)
nTotalPic = nCount
k = 0
nRow = 5
WS.Activate
For i = 0 To nCount - 1
    If k = 0 Then
        PictureRange = "B" & CStr(nRow) & ":J" & CStr(nRow)
        CodeRange = "K" & CStr(nRow + 1) & ":L" & CStr(nRow + 1)
        LabelRange = "B" & CStr(nRow + 1) & ":J" & CStr(nRow + 1)
        k = k + 1
    ElseIf k = 1 Then
        PictureRange = "L" & CStr(nRow) & ":T" & CStr(nRow)
        CodeRange = "K" & CStr(nRow + 1) & ":L" & CStr(nRow + 1)
        LabelRange = "L" & CStr(nRow + 1) & ":T" & CStr(nRow + 1)
        WS.Range("B" & nRow + 2 & ":T" & nRow + 2).RowHeight = 11
        nRow = nRow + 3
        k = 0
    End If
    FillPicture WS, WS.Range(PictureRange), WS.Range(CodeRange),
WS.Range(LabelRange), InfoPic, i
Next i
Call SavePDF(WS, strPathDPF)
Set obj = Formato.OLEObjects("GenerateReportPDF")
obj.Enabled = True

```



```
Set obj = Nothing
DeleteAllFolder (strTmpPictures)
Worksheets("Formato").Activate
Sheets("Reporte fotográfico").Visible = False
Application.DisplayAlerts = True
Application.ScreenUpdating = False
End Sub
```



ANEXO Nº 16:**CÓDIGO FUENTE IMGSIZER**

```
bool ResizeImage(string* SrcPath, string* DstPath, DWORD nWidth)
{
    CxImage image;
    DWORD w_h, w_w;
    DWORD n_w, n_h;
    float factor;
    bool bRotate = false;
    EXIFINFO* info;
    CxImage::InterpolationMethod rintm;
    rintm=CxImage::IM_BILINEAR;
    int typein = CxImage::GetTypeIdFromName("jpg");
    if (typein == CXIMAGE_FORMAT_UNKNOWN) {
        _ftprintf(stderr, _T("unknown extension for %s\n"), SrcPath->c_str());
        return false;
    }
    if(!image.Load(SrcPath->c_str(),typein)){
        _ftprintf(stderr, _T("%s\n"), image.GetLastError());
        _ftprintf(stderr, _T("error loading %s\n"), SrcPath->c_str());
        return false;
    }
    info = image.GetExifInfo();
    w_h = image.GetHeight();
    w_w = image.GetWidth();
    if(w_w > w_h){
        factor = ((float)nWidth)/((float)w_w);
        n_w = nWidth;
        n_h = factor*w_h;
    }
    else{
        factor = ((float)nWidth)/((float)w_h);
        n_h = nWidth;
        n_w = factor*w_w;
    }
    if(!image.Resample2(n_w, n_h, rintm)){
        _ftprintf(stderr, _T("%s\n"), image.GetLastError());
        _ftprintf(stderr, _T("error saving %s\n"), DstPath->c_str());
        return false;
    }
    if(info->Orientation==6)
        if(!image.RotateRight()) return false;
    if(!image.Save(DstPath->c_str(),typein)){
        _ftprintf(stderr, _T("%s\n"), image.GetLastError());
        _ftprintf(stderr, _T("error saving %s\n"), SrcPath->c_str());
        return false;
    }
    return true;
}

unsigned __stdcall Thread(void *ptr)
{
    int i = 1;
    double k = 0.0;
    double dFactor = 0.0;
    string datatxt;
```

```

int nNumFiles = 0;
string* path = (string*)ptr;
string filename = *path;
HWND hParent = GetParent(hProgress);
HWND hPercent = GetDlgItem(hParent, IDC_PERCENT);
HWND hNameFile = GetDlgItem(hParent, IDC_NAME_FILE);
nNumFiles = GetNumLinesFile(&filename);
if (nNumFiles <= 0)
{
    SendMessage(hParent, WM_CLOSE, 0, 0);
    return 0;
}
datatxt.reserve( 500 );
SendMessage(hProgress, PBM_SETRANGE32, (WPARAM)0, (LPARAM)100);
SendMessage(hProgress, PBM_SETPOS, (WPARAM)0, 0);
sprintf((char*)datatxt.c_str(), "%d", nNumFiles);
SetWindowText(hNameFile, datatxt.c_str());
ifstream in_stream;
string line;
string SrcDir, SrcTmp;
string DstDir, DstTmp;
in_stream.open(path->c_str());
getline(in_stream, SrcDir);
getline(in_stream, DstDir);
while(!in_stream.eof()){
    getline(in_stream, line);
    if(!line.empty()){
        k = ((double)i*100)/nNumFiles;
        SendMessage(hProgress, PBM_SETPOS, (WPARAM)k, 0);
        dFactor = 100*((double)k/100);
        sprintf((char*)datatxt.c_str(), "%2.2lf %c", dFactor, 37);
        SetWindowText(hPercent, (char*)datatxt.c_str());
        SetWindowText(hNameFile, (char*)line.c_str());
        SrcTmp = SrcDir + line + ".jpg";
        DstTmp = DstDir + line + "_small.jpg";
        ResizeImage(&SrcTmp, &DstTmp, 400);
    }
    i++;
}
in_stream.close();
SendMessage(hParent, WM_CLOSE, 0, 0);
return 0;
}

```

ANEXO Nº 17: CÓDIGO DE GENERADOR DE REPORTE PARA PLATAFORMA

```

Private Sub SeletSourceFile_Click()
    Dim Working_Path As String
    Dim WS As Worksheet
    Dim SourcePath As String
    Set WS = ThisWorkbook.Sheets("Main")
    SourcePath = ThisWorkbook.Path + "\"
    SourcePath = GetSourcePath(SourcePath)
    If SourcePath = "Falso" Or SourcePath = "" Then GoTo ErrorPath
    WS.Range("WORKING_PATH").value = SourcePath
    Application.Calculation = xlCalculationManual
    Application.EnableEvents = False
    Application.DisplayAlerts = False
    Application.ScreenUpdating = False
    Call GenerateFormat(SourcePath)
    Application.CutCopyMode = False
    Application.DisplayAlerts = True
    Application.ScreenUpdating = True
    Application.EnableEvents = True
    Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
    Exit Sub
ErrorPath:
    MsgBox "Directorio no valido", , "Error"
End Sub

Public Sub GenerateFormat(StrSourcePath As String)
    Dim Wkb As Workbook
    Dim Wkb1 As Workbook
    Dim Sh, Src, WS As Worksheet
    Dim nLastRow, nLastColumn As Long
    Dim i, j, k, l As Long
    Dim Info As Variant
    Dim dValue As Double
    Dim StrName As String
    Dim obj As Object
    Set Sh = ThisWorkbook.Sheets("Formato")

    '*****
    'Check CmbSupervisor
    '*****
    Set WS = ThisWorkbook.Sheets("Main")
    Set obj = WS.OLEObjects("CmbSupervisor").Object
    StrName = obj.Text
    If StrName = "-Seleccione un supervisor-" Then
        MsgBox "Seleccione un supervisor responnsable", vbCritical
        Exit Sub
    End If
    Sh.Range("F28") = StrName
    Set Wkb = GetWorkbook(StrSourcePath)
    '*****
    'Check Dispersión cromatica (Nodo A a Nodo B)
    '*****

```

```

Sh.Range("L15") = "No"
Set Src = Wkb.Sheets("PMD-CD")
Info = Src.Range(Src.Cells(15, "C"), Src.Cells(62, "C"))
i = LBound(Info)
k = UBound(Info)
Do While i <= k
    If Info(i, 1) > 18 Then
        Sh.Range("L15") = "Si"
    Exit Do
End If
i = i + 1
Loop
Erase Info

'*****
'Dispersión de Modo de polarización (PMD) (Nodo A a Nodo B)
'*****
Sh.Range("L16") = "No"
Info = Src.Range(Src.Cells(15, "D"), Src.Cells(62, "E"))
i = LBound(Info)
k = UBound(Info)
Do While i <= k
    If Info(i, 1) > 0.1 Or Info(i, 2) > 0.1 Then
        Sh.Range("L16") = "Si"
    Exit Do
End If
i = i + 1
Loop
Erase Info
Set Src = Nothing

'*****
'Medición de atenuación del enlace
'*****
Sh.Range("L17") = "No"
Set Src = Wkb.Sheets("PM")

Info = Src.Range(Src.Cells(13, "I"), Src.Cells(60, "I"))
i = LBound(Info)
k = UBound(Info)
Do While i <= k
    If Info(i, 1) <> "" Then
        Sh.Range("L17") = "Si"
    Exit Do
End If
i = i + 1
Loop
Erase Info
Set Src = Nothing

'*****
'Atenuación por Km del enlace
'*****
Sh.Range("L18") = "No"
Set Src = Wkb.Sheets("OTDR")
Sh.Range("D8") = Src.Range("C7")

```

```

Sh.Range("M8") = Src.Range("C8")
nLastColumn = Src.Cells(5, Src.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
Sh.Range("R3") = Src.Cells(5, nLastColumn).Text
nLastRow = Src.Cells(Src.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
nLastColumn = Src.Cells(14, Src.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
Sh.Range("O12") = (nLastRow - 13) / 2
i = 1
Do While (i <= nLastColumn)
    If Src.Cells(13, i).Text = "Observación: Pérdida por atenuación de fibra" Then
        j = i
        Exit Do
    End If
    i = i + 1
Loop
Info = Src.Range(Src.Cells(14, j), Src.Cells(nLastRow, j))
i = LBound(Info)
k = UBound(Info)
Do While i <= k
    If Info(i, 1) <> "" Then
        Sh.Range("L18") = "Si"
        Exit Do
    End If
    i = i + 1
Loop
Erase Info

'*****
'Pérdidas ópticas de retorno (ORL)
'*****
Sh.Range("L19") = "No"

'*****
'Pérdidas y ubicación de los empalmes
'*****
Sh.Range("L20") = "No"
i = 1
Do While (i <= nLastColumn)
    If Src.Cells(13, i).Text = "Observación: Pérdida promedio de empalmes" Then
        j = i
        Exit Do
    End If
    i = i + 1
Loop
Info = Src.Range(Src.Cells(14, j), Src.Cells(nLastRow, j))
i = LBound(Info)
k = UBound(Info)
Do While i <= k
    If Info(i, 1) <> "" Then
        Sh.Range("L20") = "Si"
        Exit Do
    End If
    i = i + 1
Loop
Erase Info

'*****

```



```

'Pérdidas de inserción y reflectancia de conectores
'*****

Sh.Range("L21") = "No"
i = 1
Do While (i <= nLastColumn)
    If Src.Cells(13, i).Text = "Observación: Pérdida por inserción del Conector A" Then
        j = i
        Exit Do
    End If
    i = i + 1
Loop
Info = Src.Range(Src.Cells(14, j), Src.Cells(nLastRow, j + 3))
i = LBound(Info)
k = UBound(Info)
Do While i <= k
    l = 1
    Do While l <= 4
        If Info(i, l) <> "" Then
            Sh.Range("L21") = "Si"
            Exit Do
        End If
        l = l + 1
    Loop
    If l < 5 Then Exit Do
    i = i + 1
Loop
Erase Info

'*****
'Eventos en la fibra (macro curvaturas, roturas, etc.)
'*****

Sh.Range("L22") = "No"
i = 1
Do While (i <= nLastColumn)
    If InStr(Src.Cells(13, i).Text, "Presencia de Macrocurvaturas a") > 0 Then
        Sh.Range("L22") = "Si"
        Exit Do
    End If
    i = i + 1
Loop
Wkb.Close
Set Src = Nothing
Set Wkb = Nothing
Dim wb As Workbook
Set wb = Workbooks.Add
ThisWorkbook.Sheets("Formato").Copy before:=wb.Sheets(1)
wb.Sheets(2).Delete
wb.SaveAs ThisWorkbook.Path & "\" & Sh.Range("D8") & " - " & Sh.Range("M8") &
".xlsx"
Set wb = Nothing
Set Sh = Nothing
End Sub

```

ANEXO Nº 18: CÓDIGO GENERADOR DE CUADRO DE OBSERVACIONES

```

Private Sub SelectSourceDir_Click()
    Dim SourcePath As String
    Dim WS As Worksheet
    Set WS = ThisWorkbook.Sheets("Control")
    SourcePath = WS.Range("WORKING_PATH").Text
    If SourcePath = "" Then
        SourcePath = ThisWorkbook.Path + "\"
    End If
    If Right(SourcePath, 1) <> "\" Then
        SourcePath = SourcePath + "\"
    End If
    SourcePath = GetFolder(SourcePath)
    If Right(SourcePath, 1) <> "\" Then
        SourcePath = SourcePath + "\"
    End If
    If SourcePath = "Falso" Or SourcePath = "" Then GoTo ErrorPath
    WS.Range("WORKING_PATH") = SourcePath
    GenerateTableObservations SourcePath
    Exit Sub
ErrorPath:
    MsgBox "Directorio no valido", , "Error"
End Sub

Public Sub GenerateTableObservations(szPath As String)
    Dim Wb1 As Workbook
    Dim Wb2 As Workbook
    Dim WS As Worksheet
    Dim Dst As Worksheet
    Dim m, k, i, j, l As Long
    Dim szExt As String
    Dim szFileName As String
    Dim nLastRow As Long
    Dim nLastColumn As Long
    Dim Rng, Rng1 As Range
    Dim nLastColumnDst As Long
    Dim nLastRowDst As Long
    Dim AddAddress As String
    Dim nRowError As Long
    Dim szNewFileName As String
    Dim nRowPM, nRowPMD, nRowPCA, nRowPCB, nRowFCA, nRowFCB, nRowPE, nRowAS,
nRowTmp, nTmp As Long
    Application.ScreenUpdating = False
    Application.DisplayAlerts = False
    Set Dst = ThisWorkbook.Sheets("Cuadro de observaciones")
    nRowPM = 4
    nRowPM = 4
    nRowPMD = 4
    nRowPCA = 4
    nRowPCB = 4
    nRowFCA = 4
    nRowFCB = 4
    nRowPE = 4
    nRowAS = 4

```

```

nRowTmp = 4
nTmp = 4
szExt = "*.xlsx"
szFileName = Dir(szPath & szExt)
nLastRowDst = Dst.Cells(Dst.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
If nLastRowDst > 4 Then
    Dst.Rows("4:" & nLastRowDst + 20).EntireRow.Delete
End If
Do While szFileName <> ""
    Set Wb1 = Workbooks.Open(Filename:=szPath & szFileName,
Password:="MegustaC++")
    DoEvents
    Set WS = Wb1.Sheets("PM")
    szNewFileName = szFileName
    szNewFileName = Replace(szNewFileName, ".xlsx", "", 1)
    i = 13
    Do While i <= 60
        If Len(WS.Cells(i, "I").Text) > 1 Then
            Dst.Cells(nRowPM, "B").Value = "HILO " & WS.Cells(i, "B").Text
            Dst.Cells(nRowPM, "C").Value = WS.Cells(i, "I").Text
            nRowPM = nRowPM + 1
        End If
        i = i + 1
    Loop
    If nRowTmp < nRowPM Then
        nRowTmp = nRowPM
    End If
    Set WS = Nothing
    Set WS = Wb1.Sheets("PMD-CD")
    i = 15
    Do While i <= 62
        If Len(WS.Cells(i, "F").Text) > 2 Then
            Dst.Cells(nRowPMD, "D").Value = "HILO " & WS.Cells(i, "B").Text
            Dst.Cells(nRowPMD, "E").Value = WS.Cells(i, "F").Text
            nRowPMD = nRowPMD + 1
        End If
        i = i + 1
    Loop
    If nRowTmp < nRowPMD Then
        nRowTmp = nRowPMD
    End If
    Set WS = Nothing

    Set WS = Wb1.Sheets("Pérdida y Reflectancia Conector")
    nLastColumn = WS.Cells(3, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
    nLastRow = WS.Cells(WS.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
    i = 4
    Do While i <= nLastRow
        If WS.Cells(i, "G").Text <> "" Then
            Dst.Cells(nRowPCA, "F").Value = WS.Cells(i, "A").Text
            Dst.Cells(nRowPCA, "G").Value = WS.Cells(i, "B").Text
            Dst.Cells(nRowPCA, "H").Value = WS.Cells(i, "G").Text
            nRowPCA = nRowPCA + 1
        End If
        If WS.Cells(i, "H").Text <> "" Then
            Dst.Cells(nRowPCB, "I").Value = WS.Cells(i, "A").Text

```

```

        Dst.Cells(nRowPCB, "J").Value = WS.Cells(i, "B").Text
        Dst.Cells(nRowPCB, "K").Value = WS.Cells(i, "H").Text
        nRowPCB = nRowPCB + 1
    End If
    If WS.Cells(i, "I").Text <> "" Then
        Dst.Cells(nRowFCA, "L").Value = WS.Cells(i, "A").Text
        Dst.Cells(nRowFCA, "M").Value = WS.Cells(i, "B").Text
        Dst.Cells(nRowFCA, "N").Value = WS.Cells(i, "I").Text
        nRowFCA = nRowFCA + 1
    End If
    If WS.Cells(i, "J").Text <> "" Then
        Dst.Cells(nRowFCB, "O").Value = WS.Cells(i, "A").Text
        Dst.Cells(nRowFCB, "P").Value = WS.Cells(i, "B").Text
        Dst.Cells(nRowFCB, "Q").Value = WS.Cells(i, "J").Text
        nRowFCB = nRowFCB + 1
    End If
    i = i + 1
Loop
If nRowTmp < nRowPCA Then
    nRowTmp = nRowPCA
End If
If nRowTmp < nRowPCB Then
    nRowTmp = nRowPCB
End If
If nRowTmp < nRowFCA Then
    nRowTmp = nRowFCA
End If
If nRowTmp < nRowFCB Then
    nRowTmp = nRowFCB
End If
Set WS = Nothing
Set WS = Wb1.Sheets("Pérdidas de Empalmes")
nLastColumn = WS.Cells(3, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
nLastRow = WS.Cells(WS.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
i = 4
Do While i <= nLastRow
    If WS.Cells(i, nLastColumn).Text <> "" Then
        Dst.Cells(nRowPE, "R").Value = WS.Cells(i, "A").Text
        Dst.Cells(nRowPE, "S").Value = WS.Cells(i, "B").Text
        Dst.Cells(nRowPE, "T").Value = WS.Cells(i, nLastColumn).Text
        nRowPE = nRowPE + 1
    End If
    i = i + 1
Loop
If nRowTmp < nRowPE Then
    nRowTmp = nRowPE
End If
Set WS = Nothing
Set WS = Wb1.Sheets("Atenuación de Secciones")
nLastColumn = WS.Cells(3, WS.Columns.Count).End(xlToLeft).Column
nLastRow = WS.Cells(WS.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
i = 4
Do While i <= nLastRow
    If WS.Cells(i, nLastColumn).Text <> "" Then
        Dst.Cells(nRowAS, "U").Value = WS.Cells(i, "A").Text
        Dst.Cells(nRowAS, "V").Value = WS.Cells(i, "B").Text
    End If
    i = i + 1
Loop

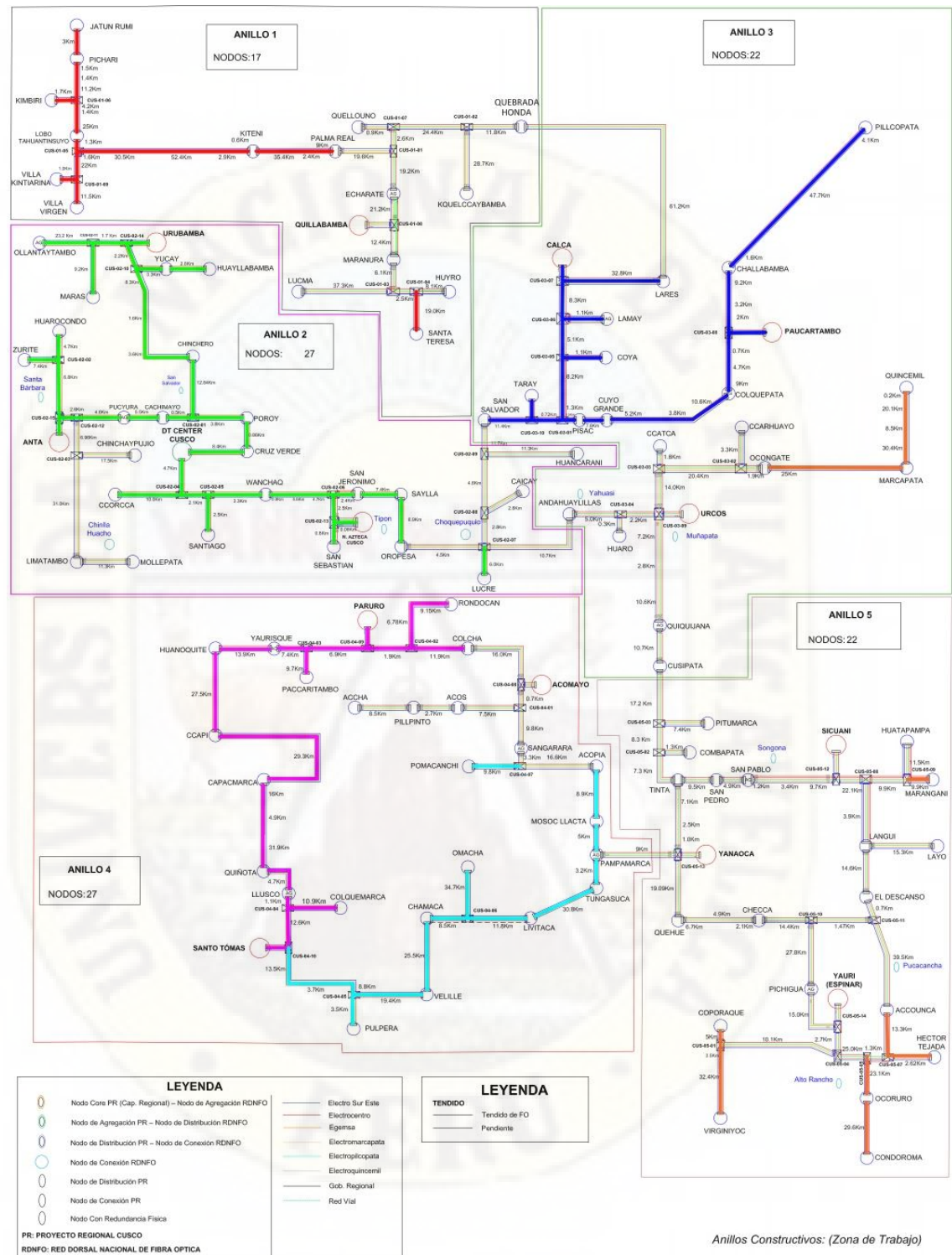
```

```

        Dst.Cells(nRowAS, "W").Value = WS.Cells(i, nLastColumn).Text
        nRowAS = nRowAS + 1
    End If
    i = i + 1
Loop
If nRowTmp < nRowAS Then
    nRowTmp = nRowAS
End If
Set WS = Nothing
Wb1.Close
DoEvents
Set Wb1 = Nothing
If nRowTmp > nTmp Then
    Dst.Cells(nTmp, "A").Value = szNewFileName
    Dst.Range(Dst.Cells(nTmp, "A"), Dst.Cells(nRowTmp - 1, "A")).Merge
    nTmp = nRowTmp
End If
nRowPM = nTmp
nRowPM = nTmp
nRowPMD = nTmp
nRowPCA = nTmp
nRowPCB = nTmp
nRowFCA = nTmp
nRowFCB = nTmp
nRowPE = nTmp
nRowAS = nTmp
nRowTmp = nTmp
szFileName = Dir
Loop
Application.DisplayAlerts = True
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

ANEXO Nº 19: DIAGRAMA DE LA RED DE TRANSPORTE, NODOS E INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE – REGIÓN CUSCO



ANEXO Nº 20: VISTA EXTERIOR DE INFRAESTRUCTURA NODO ÓPTICO PAMPAMARCA



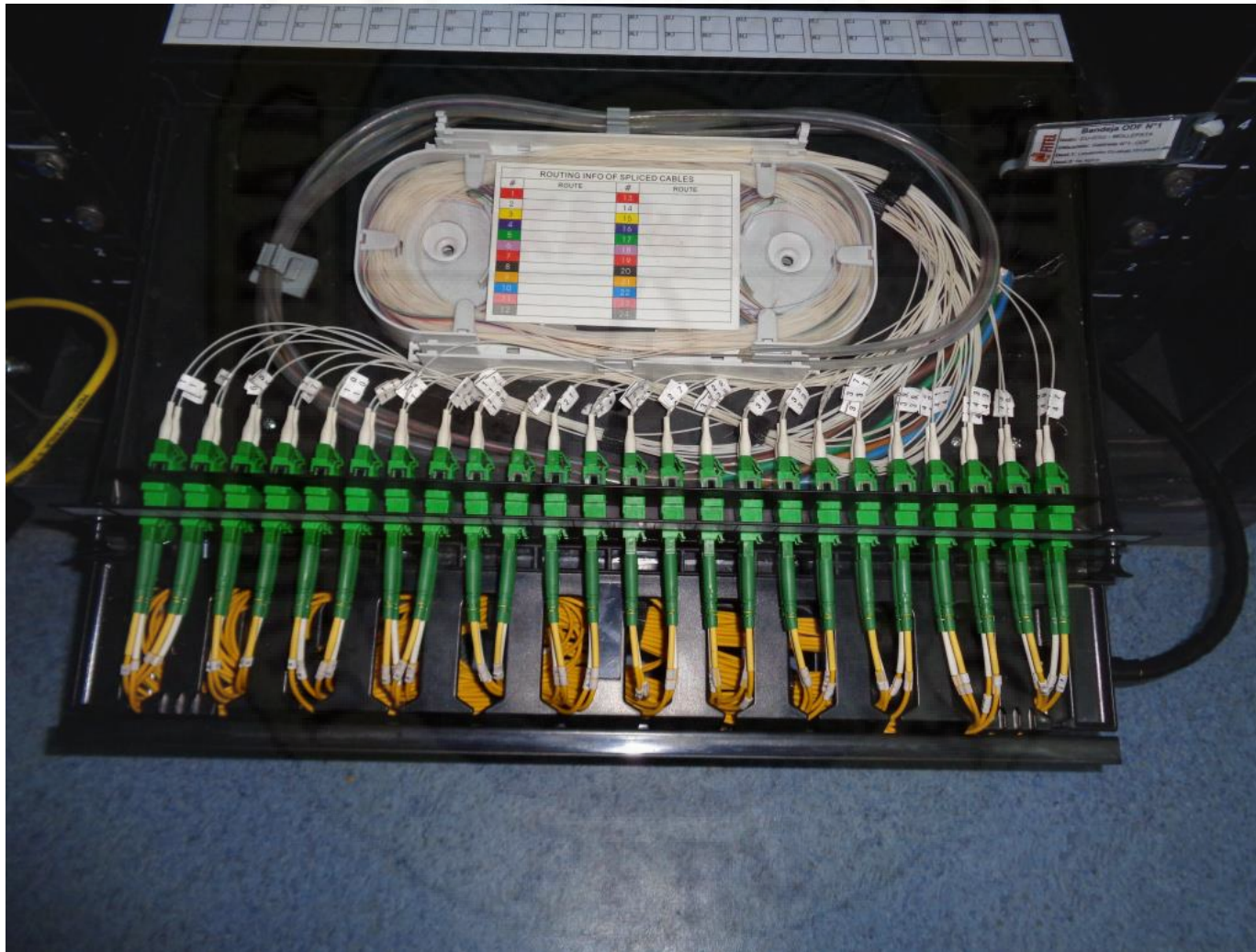
**ANEXO Nº 21: SALA DE EQUIPOS EN NODO ÓPTICO
LIMATAMBO**



ANEXO Nº 22: GABINETE DE ODF EN SALA DE EQUIPOS NODO ÓPTICO LIMATAMBO



ANEXO Nº 23: BANDEJA DE ODF EN BANDEJA DE ODF EN NODO ÓPTICO LIMATAMBO



**ANEXO Nº 24: PUNTO DE DERIVACIÓN CUS – 01 – 02, CAJA
DE EMPALME O MUFA Y RESERVA DE FIBRA ÓPTICA**

