

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES



“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN MEDIANTE EL USO DE LA FIBRA ÓPTICA PRECONECTORIZADA DE UNA RED FTTH UBICADA EN EL DISTRITO DE IMPERIAL PROVINCIA DE CAÑETE LIMA 2020”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Para optar por el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

DURAND GARCIA, GULIANA MARIA

ASESOR

MUGRUZA VASALLO, CARLOS ANDRÉS

Villa El Salvador

2020

DEDICATORIA

Para mi hijo Gael Valentino, quien es mi fuerza y me mantiene de pie contra las adversidades.

A mis padres y mis hermanitos, que siempre confiaron en mi y me apoyaron con todo su amor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por siempre llenar mi vida de bendiciones.

A mi querido Marcos, por estar presente en cada día de esta experiencia y darme todo el ánimo en cada desvelo, por su incondicionalidad y paciencia.

ÍNDICE

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| OBJETIVOS | 5 |
| a) Objetivo general..... | 5 |
| b) Objetivo específico | 5 |
| CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO | 6 |
| 1.1. ANTECEDENTES | 6 |
| 1.1.1 Antecedentes internacionales..... | 6 |
| 1.1.2 Antecedentes nacionales | 8 |
| 1.2 Bases teóricas | 10 |
| 1.2.1 Arquitectura FTTx..... | 10 |
| 1.2.2 FTTN..... | 10 |
| 1.2.3 FTTC..... | 11 |
| 1.2.4 FTTB..... | 11 |
| 1.2.5 FTTH..... | 12 |
| 1.2.6 GPON (Passive Optical Network)..... | 13 |
| 1.2.7 Normativas y estándares GPON | 13 |
| 1.2.8 Normativas nacionales..... | 15 |
| 1.2.9 Topologías de la red GPON..... | 15 |
| 1.2.10 Planta externa..... | 17 |
| 1.2.11 Fundamentos de la Fibra Óptica: | 18 |
| 1.2.12 Divisores Ópticos (Splitter)..... | 18 |
| 1.2.13 Empalmes:..... | 19 |
| 1.2.14 Conectores:..... | 20 |
| 1.2.15 Cable Pre-conectorizado de Distribución:..... | 23 |
| 1.2.16 Terminal de Empalme:..... | 24 |
| 1.2.17 Terminal de distribución de fibra – Pre-conectorizada | 25 |
| 1.2.18 Caja de terminación Óptica – Pre-conectorizada..... | 25 |
| 1.2.19 Postería | 26 |
| 1.2.20 Herraje:..... | 27 |
| 1.2.21 Herramienta de Mediciones y/o Certificaciones | 27 |

| | | |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|
| 1.2.21.1 | Mediciones IOLM | 28 |
| 1.2.21.2 | Mediciones OLTS..... | 29 |
| 1.3 | Definición de términos básicos | 31 |
| CAPÍTULO II METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO | | |
| PROFESIONAL | | 32 |
| 2.1 | Delimitación temporal y espacial del trabajo..... | 32 |
| 2.2 | Determinación y análisis del problema..... | 33 |
| a) | Problemáticas..... | 33 |
| b) | Medidas de resolución de problemáticas..... | 33 |
| 2.3 | Modelo de solución propuesto | 34 |
| 2.3.1 | Consideraciones previas | 34 |
| 2.3.2 | Planificación | 41 |
| 2.3.3 | Implementación..... | 43 |
| 2.3.4 | Certificación..... | 55 |
| 2.3.5 | Costos de implementación..... | 59 |
| 2.4 | Resultados | 60 |
| CONCLUSIONES | | 67 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 68 |
| ANEXOS..... | | 69 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Instalaciones de servicios de comunicación (Región Lima) | 3 |
| Figura 2. Arquitectura básica de una red FTTN..... | 10 |
| Figura 3. Arquitectura básica de una red FTTC..... | 11 |
| Figura 4. Arquitectura básica de una red FTTB..... | 12 |
| Figura 5. Arquitectura básica de una red FTTH..... | 12 |
| Figura 6. Topología de red GPON..... | 13 |
| Figura 7. Topología árbol (Usando splitter 1:N) | 15 |
| Figura 8. Topología anillo (Usando acopladores 2x2)..... | 16 |
| Figura 9. Topología bus (Usando acopladores 1x2) | 16 |
| Figura 10. Topología de árbol redundante (Usando splitter 2:N) | 17 |
| Figura 11. Funcionamiento del método de fusión. | 20 |
| Figura 12. Elementos comunes de un conector genérico. | 21 |
| Figura 13. Conector ST | 21 |
| Figura 14. Conector SC..... | 22 |
| Figura 15. Conector FC..... | 22 |
| Figura 16. Conector LC | 23 |
| Figura 17. Fibra óptica pre-conectorizada de 80 metros..... | 23 |
| Figura 18. Horizontal Splice Closure 48 | 24 |
| Figura 19. Vertical splice closure..... | 25 |
| Figura 20. Caja de terminación Óptica | 26 |
| Figura 21. Pictograma del enlace correcto. | 28 |
| Figura 22. Enlace de medición OLTs en buenas condiciones. | 30 |
| Figura 23. Muestra de prueba OLTS desde equipo de medición..... | 30 |
| Figura 24. Delimitación geográfica del proyecto. | 32 |
| Figura 25 Ubicación de la zona de muestreo según estratos socioeconómicos del distrito. | 35 |
| Figura 26. Diseño unificado del distrito de Imperial, provincia de Cañete. | 36 |
| Figura 27. Diagrama de distribución FTTH Pre-conectorizado desbalanceado. . | 37 |
| Figura 28 Postes en mal estado y cables en la calle de Imperial..... | 38 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 29. Muestra de diseño a detalles por plano - Distrito de Imperial..... | 39 |
| Figura 30. Diagrama unifilar por plano - Distrito de Imperial. | 40 |
| Figura 31. Cronograma resumido del proyecto propuesto. | 42 |
| Figura 32. Contrata realizando excavación para el plantado de postes. | 45 |
| Figura 33. Finalizando colocación de poste para su posterior cimentación. | 46 |
| Figura 34. Caja terminal (Vista interna y externa) | 46 |
| Figura 35. Distribución de hilos entre F.O 144H con F.O. 24H | 47 |
| Figura 36. Distribución de hilos a la HUB BOX 1C01 | 47 |
| Figura 37. Distribución de hilos a la HUB BOX 2C01 | 48 |
| Figura 38. Distribución de hilos a la HUB BOX 3C01 | 48 |
| Figura 39. FAT Intermedia (Vista frontal e inferior) | 49 |
| Figura 40. FAT final (Vista frontal e inferior) | 50 |
| Figura 41. Medidas establecidas para la instalación de FAT y cables de F.O. ... | 51 |
| Figura 42. Herraje sujetador para caja FAT..... | 51 |
| Figura 43. Conector de FO Pre-conectorizada. | 52 |
| Figura 44. Tendido de F.O. en cruce americano. | 53 |
| Figura 45. Tendido de F.O. en vanos flojos. | 54 |
| Figura 46. Tendido de F.O. en medio cruce. | 54 |
| Figura 47. Estructura base del tramo total a certificar..... | 55 |
| Figura 48. Puntos de conexión de los equipos OLTS para realizar mediciones.. | 56 |
| Figura 49. Costos de implementación de red FTTH - Pre-conectorizado..... | 59 |
| Figura 50. Cronograma de implementación de la red FTTH pre-conectorizada - Imperial (Cañete-Lima) | 62 |
| Figura 51. Cuadro de pérdidas ópticas obtenidas - Nodo 20 (Fat 1 - Fat 16) | 64 |
| Figura 52. Cuadro de pérdidas ópticas obtenidas - Nodo 20 (Fat 17 - Fat 32) ... | 65 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Pérdidas en Splitter..... | 19 |
| Tabla 2. Parámetros IOLM indicados por el cliente..... | 56 |
| Tabla 3. Parámetros ORL indicados por el cliente. | 57 |
| Tabla 4. Cálculo de pérdidas por elementos pasivos. | 58 |
| Tabla 5. Cuadro comparativo de beneficios de implementación FTTH Pre- conectorizada Vs. FTTH Tradicional. | 60 |
| Tabla 6. Costos de implementación - FTTH Pre-conectorizado Vs. FTTH Tradicional. | 66 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1. Listado de materiales por plano - FTTH Pre-conectorizado Imperial (Cañete - Lima) | 69 |
| Anexo 2. Costos de implementación correspondientes a los 6 nodos que conforman la red FTTH, mediante implementación tradicional..... | 69 |
| Anexo 3. Cronograma de implementación de la red FTTH mediante la forma tradicional. | 70 |
| Anexo 4. Reporte fotográfico (Terminal de empalme – Nodo 17) | 71 |
| Anexo 5. Reporte fotográfico (HUB BOX 1 – Nodo 17) | 72 |
| Anexo 6. Reporte fotográfico (HUB BOX 1 – Nodo 17) | 73 |
| Anexo 7. Reporte fotográfico (HUB BOX 2 – Nodo 17) | 74 |
| Anexo 8. Reporte fotográfico (HUB BOX 3 – Nodo 17) | 74 |
| Anexo 9. Reporte fotográfico (FAT 1 – Nodo 17)..... | 75 |
| Anexo 10. Plano ASBUILT-1 de Imperial Cañete | 76 |
| Anexo 11. Plano ASBUILT-2 de Imperial Cañete | 77 |
| Anexo 12. Plano ASBUILT-3 de Imperial Cañete | 78 |
| Anexo 13. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 15 (Fat 1 - Fat 32) | 79 |
| Anexo 14. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 16 (Fat 1 - Fat 32) | 80 |
| Anexo 15. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 17 (Fat 1 - Fat 32) | 81 |
| Anexo 16. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 18 (Fat 1 - Fat 32) | 82 |
| Anexo 17. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 19 (Fat 1 - Fat 32) | 83 |
| Anexo 18. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 20 (Fat 1 - Fat 32) | 84 |
| Anexo 19. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 1 - Fat 4) – Página 1 | 85 |
| Anexo 20. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 1 - Fat 4) – Página 2..... | 86 |
| Anexo 21. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 5 - Fat 8) – Página 1 | 87 |
| Anexo 22. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 5 - Fat 8) – Página 2..... | 88 |
| Anexo 23. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 9 - Fat 12) – Página 1 | 89 |
| Anexo 24. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 9 - Fat 12) – Página 2 | 90 |
| Anexo 25. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 13 - Fat 16) – Página 1 | 91 |
| Anexo 26. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 13 - Fat 16) – Página 2 | 92 |
| Anexo 27. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 17 - Fat 20) – Página 1 | 93 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo 28. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 17 - Fat 20) – Página 2 | 94 |
| Anexo 29. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 21 - Fat 24) – Página 1 | 95 |
| Anexo 30. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 21 - Fat 24) – Página 2 | 96 |
| Anexo 31. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 25 - Fat 28) – Página 1 | 97 |
| Anexo 32. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 25 - Fat 28) – Página 2 | 98 |
| Anexo 33. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 29 - Fat 32) – Página 1 | 99 |
| Anexo 34. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 29 - Fat 32) – Página 2 | 100 |
| Anexo 35. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 01 - Fat 04) | 101 |
| Anexo 36. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 05 - Fat 08) | 102 |
| Anexo 37. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 09 - Fat 12) | 103 |
| Anexo 38. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 13 - Fat 16) | 104 |
| Anexo 39. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 17 - Fat 20) | 105 |
| Anexo 40. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 21 - Fat 24) | 106 |
| Anexo 41. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 25 - Fat 28) | 107 |
| Anexo 42. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 29 - Fat 32) | 108 |

RESUMEN

Las empresas dedicadas al rubro de telecomunicaciones buscan ampliar su infraestructura de red propia. La empresa SEMI PERÚ se desarrolla ejecutando la implementación de dichos proyectos, uno de los concurrentes accionamientos es en las redes FTTH.

Esta propuesta de proyecto busca ser desplegado en el distrito de Imperial provincia de Cañete; dada la carencia de una red estable y óptima, que brinde la facilidad de acceso a los servicios básicos de comunicaciones de los usuarios.

Actualmente para la implementación de una red FTTH, la mayoría de las empresas lo hacen de la manera tradicional, la cual es desplegando kilómetros de fibra a lo largo del área proyectada, realizando empalmes de fibra mediante derivaciones totales (unión de todas las fibras del cable) o sangrados (derivación parcial de las fibras del cable), esto hace que los tiempos de implementación de un sector, en específico de 256 abonados aproximadamente, demore entre 15 a 20 días adicionando las fusiones, certificaciones, disposición de materiales y dependiendo de la cantidad de cuadrillas que estén trabajando en campo.

El presente proyecto surgió en base a la pregunta, ¿De qué manera se pueden reducir los tiempos de implementación, certificación y costos de una red FTTH, ubicada en el distrito de Imperial (Provincia de Cañete - Lima)?

En el capítulo 1 se muestran los fundamentos teóricos y prácticos que son requeridos para una correcta implementación y certificación de una red FTTH GPON; también se mencionan los distintos estándares internacionales y las normativas nacionales que son necesarias para dar validez al presente proyecto.

En el capítulo 2 se aborda la solución propuesta, mediante el uso de la fibra pre-conectorizada y otros componentes que nos permitirán su correcta instalación y funcionamiento, ya que el presente trabajo ha brindado la ventaja de reducir tiempos de implementación a 5 días por nodo, debido su fácil instalación y reducción de costos de implementación en un 42.61% comparado con una instalación de FTTH Tradicional, gracias a la reducción de fusiones y

certificaciones, 96 certificaciones reportadas. Recomendando así la utilización de la fibra óptica pre-conectorizada para las futuras implementaciones de planta externa, ya que la fibra óptica pre-conectorizada nació para que duren menos los trabajos de instalación en campo.

INTRODUCCIÓN

En la realidad actual del distrito de Imperial Provincia de Cañete no se cuenta con la tecnología FTTH, ya que sus principales medios de comunicación siguen siendo el televisor y el acceso a internet a través de radiofrecuencias, satelital o coaxial (HFC) este último está implementado en la mayor parte del distrito de Imperial, sin embargo, sólo con esta tecnología ya no es suficiente para cubrir las necesidades de los usuarios.

Según un estudio realizado por el INEI (publicado en el 2017), el cual indica la carencia de instalaciones de servicios de comunicación que existen en el distrito de Imperial (Ver Fig.1).

11.2 REGIÓN LIMA: INSTALACIONES DE SERVICIOS DE COMUNICACIÓN QUE EXISTEN EN EL DISTRITO, SEGÚN DISTRITO, 2015

| Provincia y Distrito | Tipos y número de de instalaciones | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| | Centros comunitarios telefónicos | Locutorios telefónicos | Mensajerías / Courier | Cabinas públicas de Internet | Antena parabólica con servicios de Internet | Antena parabólica con servicios de voz (telefonía, radio) | Otro |
| Total | 107 | 191 | 10 | 468 | 80 | 84 | 14 |
| Barranca | 26 | 59 | 2 | 100 | 8 | 12 | - |
| Barranca | 22 | 14 | 1 | 17 | - | - | - |
| Paramonga | - | 10 | 1 | 40 | 7 | 10 | - |
| Pativilca | - | 10 | - | 20 | - | 1 | - |
| Supe | - | 5 | - | 8 | - | - | - |
| Supe Puerto | 4 | 20 | - | 15 | 1 | 1 | - |
| Cajatambo | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| Cajatambo 1/ | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| Copa | 2 | - | - | 0 | - | - | - |
| Gorgor | 1 | 1 | - | 3 | - | - | - |
| Huancapón | - | 1 | - | 0 | - | - | - |
| Manas | - | - | - | 0 | - | - | - |
| Canta | 8 | 3 | - | 5 | 1 | 4 | - |
| Canta | - | 2 | - | 2 | - | - | - |
| Arahuay | - | - | - | 1 | - | - | - |
| Huamantanga | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Huaros | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Lachaqui | 2 | - | - | - | 1 | - | - |
| San Buenaventura | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Santa rosa de Quives | - | 1 | - | 2 | - | 4 | - |
| Cañete | 4 | 48 | 2 | 219 | 20 | 4 | - |
| San Vicente de Cañete | - | - | - | 1 | 1 | - | - |
| Asia | - | 10 | - | 18 | 1 | - | - |
| Calango | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Cerro Azul | - | - | - | 5 | - | 1 | - |
| Chilca | - | 20 | 1 | 40 | 4 | 1 | - |
| Coaylo | - | 1 | - | - | - | - | - |
| Imperial | - | 6 | - | 58 | - | - | - |
| Lunahuana | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Mala | - | 6 | 1 | 50 | - | - | - |
| Nuevo Imperial | 2 | 1 | - | 26 | 3 | - | - |

Figura 1. Instalaciones de servicios de comunicación (Región Lima)

Recuperado de:

www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1521/Libro.pdf

En la actualidad la demanda de uso de internet ha aumentado de manera exponencial, ya que la conexión a internet no sólo brinda beneficios de entretenimiento sino también apoyo en la educación, salud y facilidad de teletrabajo a los usuarios.

Debido a la coyuntura actual, el acceso a internet ha dejado de ser opcional, en nuestro día a día, para convertirse en una prioridad, ya que gracias a este se puede seguir realizando sus actividades laborales, escolares, etc con normalidad. Es así como surge la necesidad de realizar nuevos diseños e implementaciones que permitan satisfacer la demanda actual, que puedan cumplir los parámetros de calidad correspondientes establecidos por las normativas que rigen las telecomunicaciones.

La fibra óptica pre-conectorizada, nos brinda un menor tiempo de instalación, además de disminuir e incluso eliminar las pérdidas de atenuación; esta ofrece un sistema que simplifica la atención técnica que se brinda a los usuarios. Este proyecto ya ha sido implementado en otros lugares del Perú, como por ejemplo en el distrito de Catacaos y Castilla de la provincia de Piura, así mismo también a sido ejecutado en el distrito de San Vicente de Cañete de la provincia de Cañete, ambos proyectos han sido implementados por la empresa Semi Perú.

OBJETIVOS

a) Objetivo general

- Realizar la propuesta de implementación de una red FTTH ubicada en el distrito de Imperial provincia de Cañete – Lima, mediante el uso de la tecnología de fibra óptica pre-conectorizada, optimizando el tiempo de instalación, certificación y reducción de costos.

b) Objetivo específico

- Determinar la diferencia de una implementación de una red FTTH tradicional y a través de cable pre-conectorizado.
- Analizar las ventajas de implementación de una red de Fibra Óptica pre-conectorizada en cuanto a costos y tiempos de implementación.
- Describir y realizar el seguimiento correspondiente al proceso de implementación adjuntando un cronograma de trabajo.
- Describir y validar las certificaciones que se realizan al momento de concluir el proceso de implementación.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1 Antecedentes internacionales

(Prieto Jaime, 2014) En su tesis: “Diseño de una red de acceso mediante fibra óptica”

En la tesis de Prieto se encuentra la información necesaria para el diseño e implementación de una red de acceso que se basa en una topología de red FTTH, en donde nos muestra un despliegue basados en ambiente comunes (bloque de vivienda o una vivienda unifamiliar). La red que desarrolla tiene la capacidad de servir a sus próximos usuarios o poner en alquiler su infraestructura de red a otros operadores.

El modelo de las técnicas y metodologías utilizadas por Pietro, para el despliegue de fibra óptica y el montaje de una red de acceso, nos brinda un mejor estudio para poder tomar al momento de querer realizar el diseño y planificación correspondiente a un área en donde queramos desarrollar una implementación y darles coberturas a las zonas rurales, zonas urbanas y quizás también dentro de un edificio o condominios.

(Galeno Jesús, 2009) En su tesis: “Diseño e instalación de una red FTTH”

En la tesis de Galeno, se tiene como objetivo explicar a detalle el diseño e instalación de una red de fibra óptica FTTH, pues requiere darle cobertura a un promedio de 700 abonados en un poblado de la capital de Madrid llamado Vicálvaro; en la parte de la planificación e instalación de la red, se puede entender a detalle los pasos que logra realizar para dicha implementación en donde muestra su motivación principal que es mejorar la tecnología del bucle de usuario y consiguiendo utilizar la red mediante una misma tecnología física.

(Cedillo y Nieto, 2019) En su tesis: “Análisis para la optimización del presupuesto óptico sobre última milla, mediante pruebas dentro de la red GPON de CNT en la ciudad de Azogues”

La presente tesis busca inicialmente analizar los equipos pasivos que conforman la arquitectura de una red GPON, de esta manera se puede detectar el presupuesto óptico orientado a la optimización de la red. Se realizará recopilando información de la normativa de la empresa CNT y el análisis de presupuesto mediante los estándares y medición de cada elemento pasivo que compondrán dicha red.

Así mismo hacen mención de las mediciones que realizarán desde la OLT (inicio) hasta la NAP (fin) para detectar fallas y pérdidas de cada elemento de RED, estas mediciones serán realizadas dentro de red GPON de CNT en la ciudad de Azogues.

(Antonio Cortés,2016) En su artículo: “Planificación y diseño de redes FTTH basadas en zonificación y servicios”

En este artículo se presenta como objetivo el plantear un mejor entendimiento de un diseño de red FTTH, a través de un escenario experimental. Podemos encontrar soluciones para la planificación de la red a partir de la red de acceso de fibra óptica basadas en la tecnología GPON, este análisis se verá desde la perspectiva de un operador de telecomunicaciones tradicional que desea ingresar a una determinada zona en donde esté tendrá que ver los números de clientes potenciales, por bloque, zonificación, canalizaciones, características técnicas en los nodos de acceso y ancho de banda.

Las soluciones encontradas en estos artículos serán basadas en el operador de servicios, considerando las herramientas de mapeo, diseño, recursos, infraestructura existente o proyectada, aspectos geográficos de la zona, base de datos de los futuros usuarios, materiales requeridos, casas y edificios.

1.1.2 Antecedentes nacionales

(Marco Pachas, 2018) En su tesis: “Diseño de una red FTTH con despliegue de fibra óptica mediante el sistema de alcantarillado en el distrito de El Agustino”

En la tesis de Pachas presenta la propuesta de diseño de una red de fibra óptica pasiva y un estudio que se basa en el despliegue de la fibra óptica proponiendo el tendido de los cables a través del alcantarillado (planta externa), para que de esta manera pueda llegar al cliente final (Con ello se pudo beneficiar 580 hogares); luego de haber explicado a detalle el diseño, se realizará un análisis y consideraciones a tomar para el despliegue de la fibra óptica efectivamente guiándose de su diseño propuesto inicialmente, posteriormente realizará una evaluación económica para saber si el proyecto planteado es o no rentable, dando resultados satisfactorios referente a las futuras ganancias; esperando así, que se pueda implementar una futura red por la propuesta planteada, pues cabe resaltar que en Perú los tendidos son usualmente aéreos.

(Izquierdo Daniel, 2013) “Diseño e implementación de planta externa de una red Backbone de fibra óptica para un operador”

En el informe de suficiencia de izquierdo, se indica cómo se desarrolla la planta externa referente a una red de una red troncal (backbone) de fibra óptica, empezando por la realización del diseño teniendo en cuenta las normas indicadas por la empresa dueña de la infraestructura existente para poder realizar el cableado aéreo, por otra parte, también tenemos que entender sus normativas de construcción, el acondicionamiento de la fibra óptica, etc. También podemos encontrar la gestión y procedimientos municipales para el desarrollo de este proyecto, pues cabe resaltar que ningún despliegue de fibra óptica puede realizarse sin una orden municipal, pues eventualmente se encontrarán distintos factores que puedan influir en el impedimento de la implementación.

(Carbajal Ismael, 2018) En su tesis titulada: “La tecnología FTTH como medio de acceso al servicio de internet ofrecido por la empresa Red Intercable Perú SAC en la ciudad de Huancayo”

En la tesis de Carbajal, se propuso plantear una mejora de calidad del servicio de Internet causados por los constantes reclamos e insatisfacción por los abonados de esta población. Ya que se utilizará la tecnología FTTH, su implementación se basará en redes pasivas, esto indica tener conocimiento de los estándares de implementación, normativa y funcionamiento de los equipos que serán instalados. Así mismo, contará con una etapa en donde se pondrá a prueba el diseño planteado por el autor y en donde se verá si encuentra falencias y con esto conlleva a tener puntos de mejora.

Cabe resaltar que, cumpliéndose el objetivo principal de la empresa en mejorar la estabilidad del servicio y mejora de capacidad, evitando menos caídas e intermitencias, se permitió conocer y entender cada elemento que conlleva el funcionamiento de una red de FTTH, desde los equipos hasta las gestiones.

(Ríos, Quino y Rivera, 2020) En su Artículo: “Diseño de una red FTTH para el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna”

El presente artículo expone como objetivo principal realizar un diseño de red FTTH para mejorar la calidad y servicio de banda ancha en estándar GPON, de esta manera dando solución de acceso de última milla en el distrito, se tiene una población beneficiada de 3034 usuarios ubicados en la asociación de viviendas de las pampas de Viñani.

Para poder realizar el diseño físico es necesario poder realizar un levantamiento de información, está se realizará en campo para poder confirmar los usuarios potenciales y la topología de red. En el mapeo realizado en campo se podrá ver la red de postes tanto eléctricos y de telecomunicaciones, conocer el recorrido del cable óptico y de esta manera conocer la ubicación de los divisores ópticos. Cabe indicar que no se tiene un modelo de red de acceso FTTH estandarizado, la viabilidad de un proyecto de esta magnitud se da según de los futuros clientes y la infraestructura existente en la zona.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Arquitectura FTTx

La tecnología de telecomunicaciones FTTx es un término genérico que se usa para designar cualquier acceso de banda ancha sobre fibra óptica que sustituya de manera parcial o total el cobre en la red de telecomunicaciones implementada.

Tipos de redes de FTTx

- FTTN (Fiber to the Node – Fibra al nodo)
- FTTC (Fiber to the Cabinet – Fibra al gabinete)
- FTTB (Fiber to the Building – Fibra al edificio)
- FTTH (Fiber to the Home – Fibra al hogar)

1.2.2 FTTN

Las redes de Fibra al nodo (FTTN - Fiber to the node), se deben encontrar dentro de un radio aproximado de 1 Kilómetro; la distancia restante hacia el hogar o abonado, también llamada “última milla”, se implementará haciendo uso de HFC.

En la siguiente figura (Fig. 1) se muestra la arquitectura básica de una red FTTN.

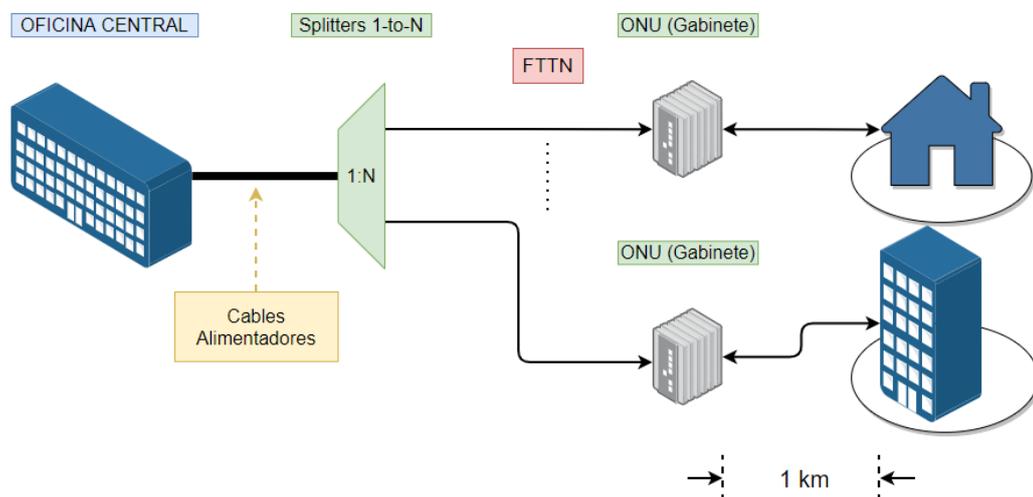


Figura 2. *Arquitectura básica de una red FTTN*

Fuente: Elaboración propia.

1.2.3 FTTC

Las redes de Fibra al gabinete (FTTC – Fiber to the cabinet), son redes de fibra óptica que van desde la oficina central (ISP) hasta un gabinete de exteriores que está posicionado a no más de 300 metros del usuario final; este último tramo, desde el gabinete de exteriores al usuario, está implementado por líneas de cobre (ADSL).

En la siguiente figura (Fig.2) se muestra la arquitectura básica de una red FTTC.

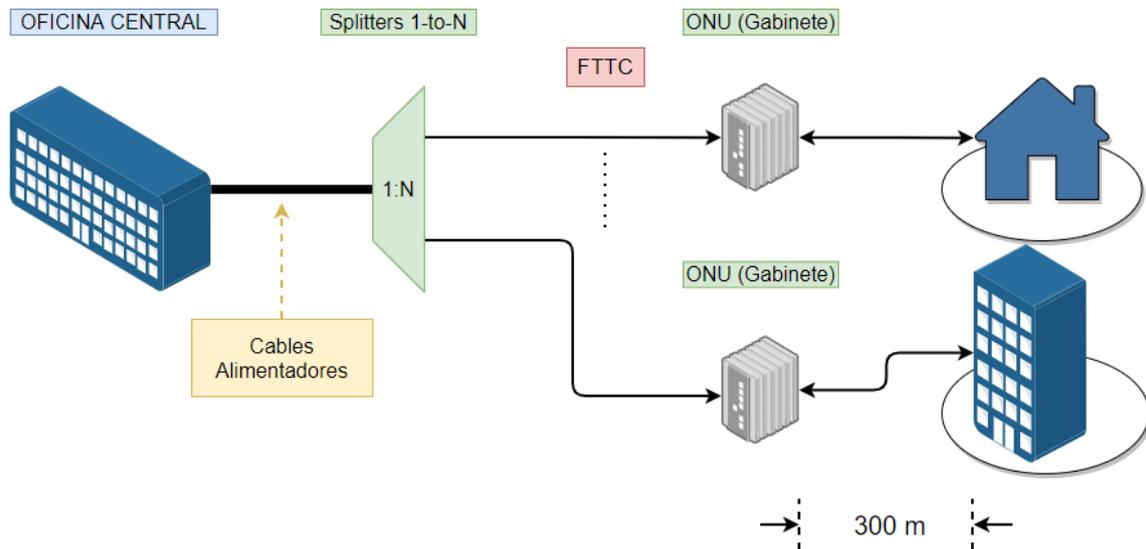


Figura 3. *Arquitectura básica de una red FTTC*

Fuente: Elaboración propia.

1.2.4 FTTB

Las redes de Fibra al edificio (FTTB – Fiber to the building), están implementadas con fibra óptica desde la oficina central (ISP) hasta el nodo de acceso ubicado en el edificio del abonado; la red interna, desde el nodo de acceso hacia los usuarios del edificio es implementada, es implementada a base de cableado de cobre.

En la siguiente figura (Fig.3) se muestra la arquitectura básica de una red FTTB.

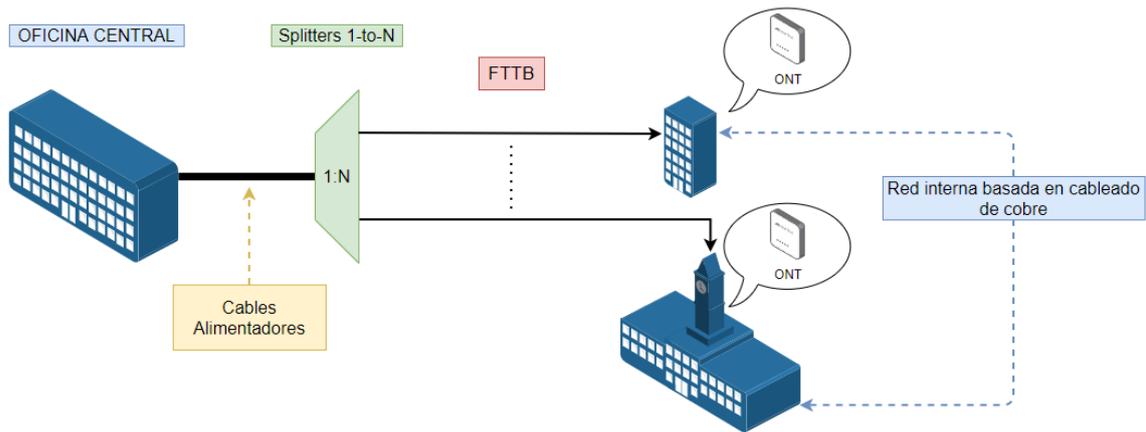


Figura 4. Arquitectura básica de una red FTTB

Fuente: Elaboración propia.

1.2.5 FTTH

Las redes de Fibra al hogar (FTTH – Fiber to the Home), están implementadas en su totalidad por fibra óptica, desde la oficina central (ISP) hasta el usuario final, es una tecnología de telecomunicaciones que consiste en la utilización de cableado de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos para la provisión de servicios de Internet, Telefonía IP y televisión (IPTV – CATV) a hogares, negocios y empresas.

En la siguiente figura (Fig.4) se muestra la arquitectura básica de una red FTTH.

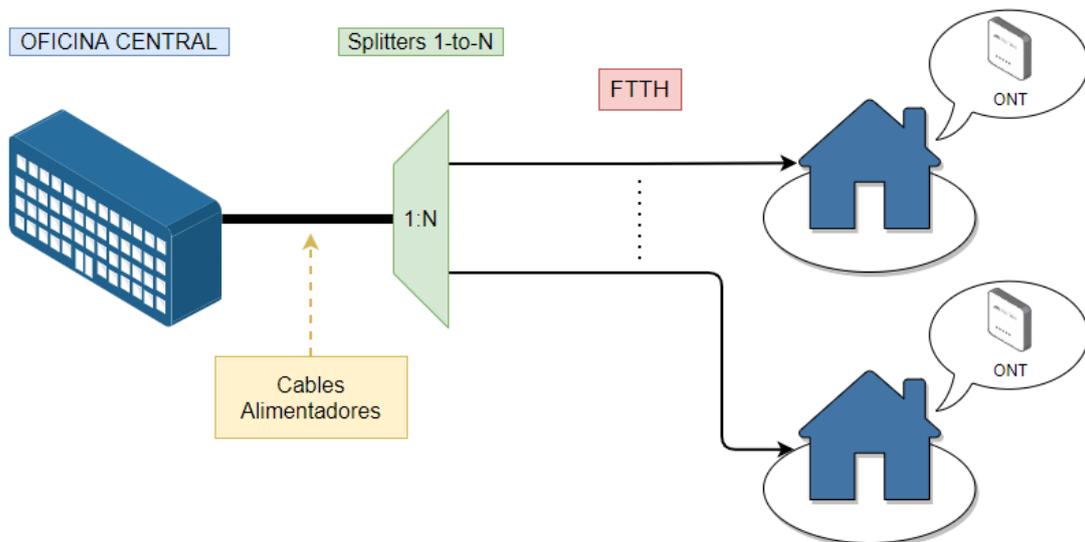


Figura 5. Arquitectura básica de una red FTTH

Fuente: Elaboración propia.

1.2.6 GPON (Passive Optical Network)

Como indica su nombre es una Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit, es una tecnología de acceso de telecomunicaciones que utiliza fibra óptica para llegar hasta el suscriptor.

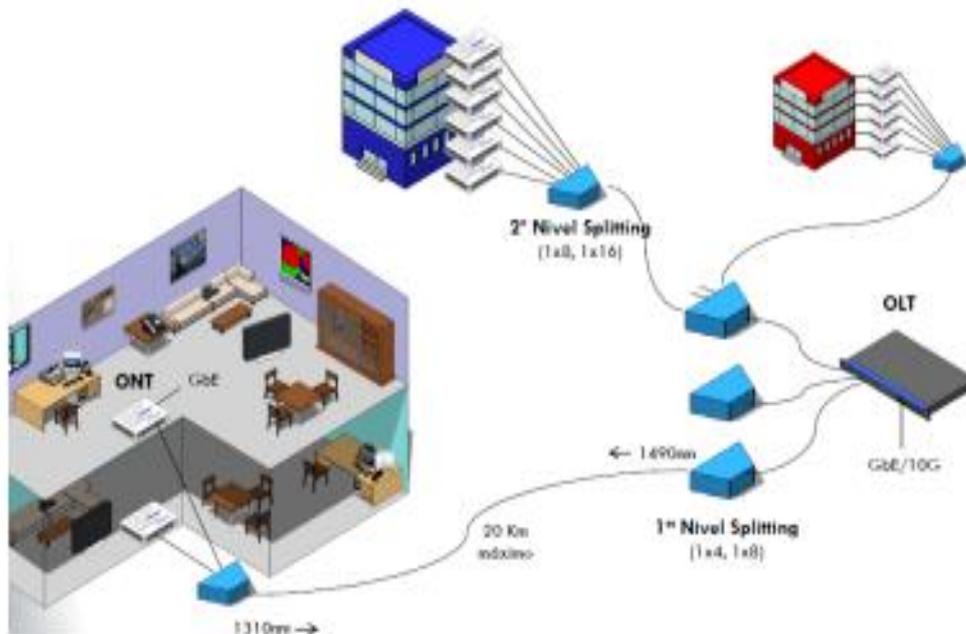


Figura 6. Topología de red GPON

Fuente: (Yagüe, 2012)

1.2.7 Normativas y estándares GPON

Las normativas existentes para los estándares de las redes GPON son establecidas por la asociación ITU-T, esta estableció los parámetros y regulaciones bajo la siguiente normativa:

- **ITU-T G984.X**

La normativa ITU-T G984.X define las recomendaciones, regularizaciones y da a conocer las características de los elementos y equipos que se usan en la red GPON. Esta normativa rige para diseño, construcción y certificación de las redes GPON.

La normativa ITU-T G.984 se subdivide de la siguiente forma:

ITU-T G984.1 “Características generales”

- Arquitectura del sistema QAM.
- Tipos de interfaz: servicio y usuario.
- Alcance lógico.
- Tipos de servicios.
- Tasa física de transmisión y recepción.
- Rendimiento del sistema.

ITU-T G984.2 “Medios físicos dependientes”

- Parámetros ópticos de los elementos y equipos que conformarán la red GPON.

ITU-T G984.3 “Convergencia de transmisión”

- Subcapas GPON.

ITU-T G984.4 “Gestión ONT, especificaciones de la interfaz de control”

- Interoperabilidad entre OLTs y ONTs de diferentes proveedores.

ITU-T G984.5 “Mejoramiento de ancho de banda”

- Especifica los requerimientos técnicos para la aplicación del filtro de longitud de onda en la ONT.

ITU-T G984.6 “Mayor alcance”

- Descripción de los parámetros de la interfaz y arquitectura para los sistemas GPON con mayor alcance.

Siendo la normativa ITU-T G984.2 “Medios físicos dependientes”, la que menciona las recomendaciones de los parámetros ópticos que deben cumplir los equipos y elementos a instalar en la red FTTH, así mismo sirve de guía para poder realizar las certificaciones finales de la red a implementar.

1.2.8 Normativas nacionales

Las normativas nacionales para las redes e instalaciones de comunicaciones, son establecidas por el MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).

Entre las normativas y reglamentos establecidas se encuentran:

- **Norma EC.040 “Redes e instalaciones de comunicaciones”:**

Tiene como objetivo establecer los lineamientos técnicos que se deben seguir para el diseño, construcción de la infraestructura con la finalidad de dotar de redes de telecomunicaciones a una habitación urbana.

- **Reglamento “Acceso, construcción y uso compartido de redes de telecomunicaciones disponibles al público”:**

Tiene como objetivo fundamental establecer las normas que se aplican para el paso, uso compartido y construcción de redes de telecomunicaciones.

1.2.9 Topologías de la red GPON

Las redes GPON pueden ser implementadas en base a los siguientes tipos de topologías:

a) Topología árbol

Esta topología se implementa a base de un divisor 1:N entre la OLT y las ONU (Ver Fig.6)

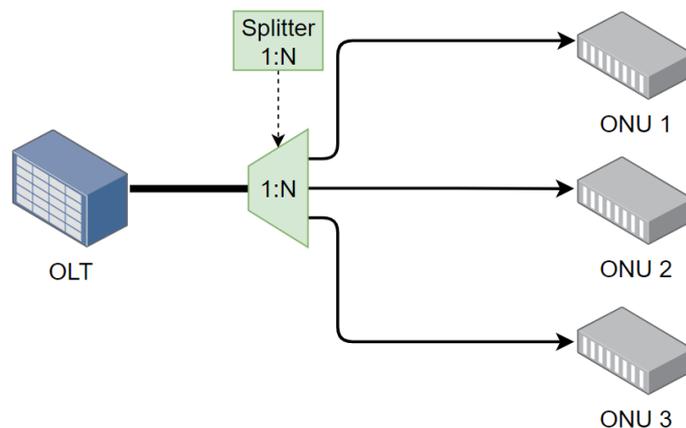


Figura 7. Topología árbol (Usando splitter 1:N)

Fuente: Elaboración propia.

b) Topología anillo

Esta topología se implementa a base de acopladores tap 2x2 (Ver Fig.7)

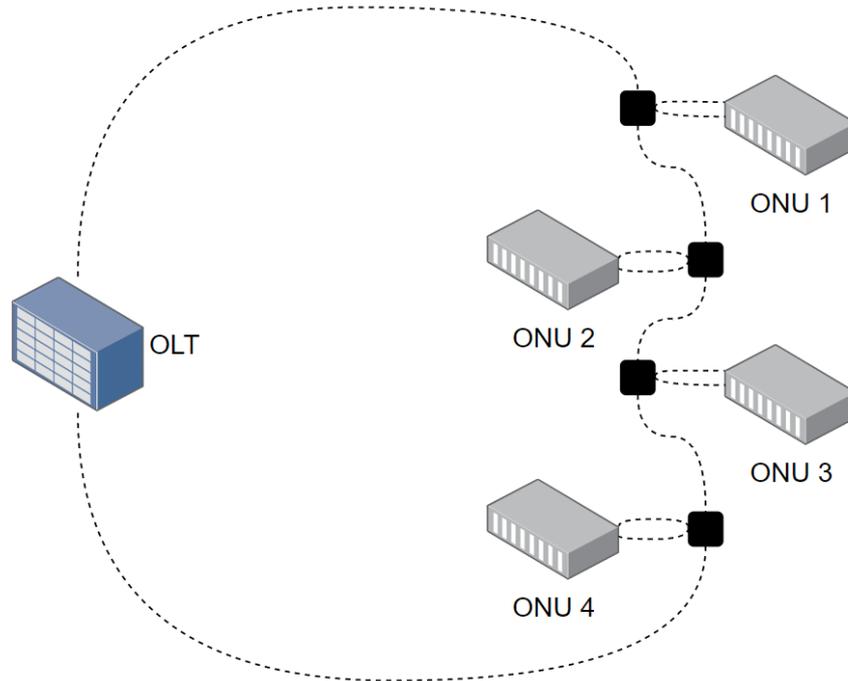


Figura 8. Topología anillo (Usando acopladores 2x2)

Fuente: Elaboración propia.

c) Topología BUS

Esta topología se implementa a base de acopladores tap 1:2 (Ver Fig.8)

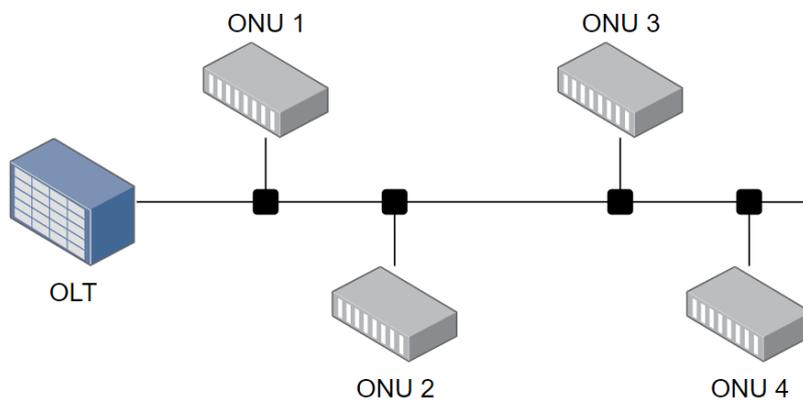


Figura 9. Topología bus (Usando acopladores 1x2)

Fuente: Elaboración propia.

d) Topología árbol con tronco redundante

Esta topología se implementa a base de un divisor 2:N (Ver Fig.9)

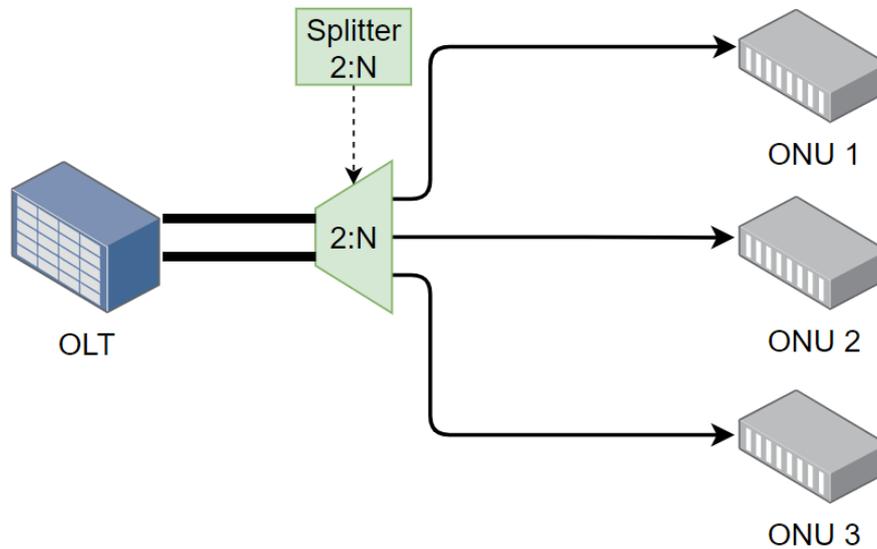


Figura 10. Topología de árbol redundante (Usando splitter 2:N)

Fuente: Elaboración propia.

1.2.10 Planta externa

La planta externa es todo el trabajo que se realizó al aire libre, es decir es la infraestructura externa, podemos apreciarlo comúnmente en nuestro día a día en detalles simples como cableado aéreo o en las tapas de buzones de telecomunicaciones.

La planta externa es lo que entrelazan entre el cliente y abonado ya sea por tendido de cableado (red fija) o móviles (antenas). Incluye desde el despliegue de la fibra, y equipos que ayuden a repartir la señal como las cajas terminales, postes, cámaras y canalizaciones.

1.2.11 Fundamentos de la Fibra Óptica:

Actualmente la fibra óptica es el principal medio que se utiliza en las telecomunicaciones, pues es la mejor alternativa para poder transmitir información.

Pero cómo es que funciona, este sistema funciona por impulsos de luz, quiere decir que, traduce la luz como información, los impulsos que se realizan se trasladan a gran velocidad gracias a la fibra es una varilla de delgada de vidrio u otro material con índice refractivo alto, estos impulsos se transmiten a través de emisores de luz o láser a lo largo de una gran red de fibra óptica que existe en la ciudad, país y/o a nivel mundial.

La ventaja más resaltante de la fibra óptica es que en su transmisión hay muy pocas pérdidas incluso aun cuando hay curvaturas, este puede alcanzar enlaces directos desde 100 a 200 km de distancia sin repetidores, otras de sus bondades es el gran ancho de banda gracias a su gran capacidad de transmisión.

1.2.12 Divisores Ópticos (Splitter)

Los divisores ópticos son considerados dispositivos pasivos, estos dividen el haz de luz o las señales ópticas que viajan por la fibra óptica.

Los splitter los encontramos usualmente en las implementaciones de una red FTTH, como en las salas central, en las ODF, dentro de un terminal de distribución, también las podemos encontrar dentro de una caja de empalmes o también llamadas mufas.

Podemos encontrar desde 1:2 hasta 1:64, lo que introduce la pérdida óptica en función de la relación de división, los splitter suman pérdidas en nuestra red. Por ejemplo, cada vez que se divide en dos, la mitad de la potencia se va a una dirección y la otra mitad se va a otra dirección. La potencia se reduciría en 3 dB, pero en la práctica presenta una reducción de 3.5 dB, esto equivale aproximadamente a 10 Km menos de alcance a la señal.

Estos valores de pérdidas están regulados bajo la normativa **ITU-T G.984**.

En la siguiente tabla (*Tabla 1*), se muestran las pérdidas típicas y máximas, por inserción, de los distintos tipos de splitters.

Tabla 1.
Pérdidas en Splitter

| Relación de División | Pérdida Máxima (dB) | Pérdida Típica (dB) |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| 1x2 | 3.7 | 3.1 |
| 1x4 | 7.3 | 6.2 |
| 1x8 | 10.7 | 9.8 |
| 1x16 | 13.5 | 13.2 |
| 1x32 | 16.7 | 16.5 |

Recuperado de: www.soporte.syscom.mx/es/articulos/2620040-introduccion-completa-a-los-sistemas-gpon

1.2.13 Empalmes:

En las redes FTTH la mayoría está compuesta por diferentes ramales, esto es así ya que es la manera de enlazar los diferentes tramos de fibra y poder conformar la red, es entonces en donde los empalmes dan la solución ante esta situación, “la implementación práctica de sistemas de comunicaciones por fibra óptica requiere de la unión de diferentes tramos de cable para poder realizar enlaces largos. Esta unión es de gran importancia para obtener una alta calidad de transmisión y reducido mantenimiento” (Geronimo,2008, p. 51).

Cuando se realizan los empalmes se debe de tener en cuenta que estos traen atenuaciones o pérdidas con ellos, sin embargo, al realizar la unión este tiene que reducirse de una manera significativa pues se debe de tener una atenuación bastante baja, esto se logra con una unión de los dos extremos lo más preciso posible.

METODO DE FUSIÓN:

Existen varios métodos de empalmes, sin embargo, solo mencionaremos el Método de Fusión, este método nos ayudará a reducir los efectos ya mencionado anteriormente.

Este método implica unir dos fibras ya sea porque la longitud de la fibra no alcanzó para implementar el nodo o sea porque es necesario para la construcción de los nuevos ramales. Lo primero que se realiza es calentar los extremos de estas dos

fibras, esto se hace para que se puedan ablandar y posteriormente puedan unirse y hacer un solo hilo de vidrio continuo “este método ofrece la atenuación óptica más baja (menor de 0.1 dB) y la más alta en confiabilidad. Es utilizado en enlaces de cables continuos y largos (decenas de Km)” (Geronimo,2008, p. 51).

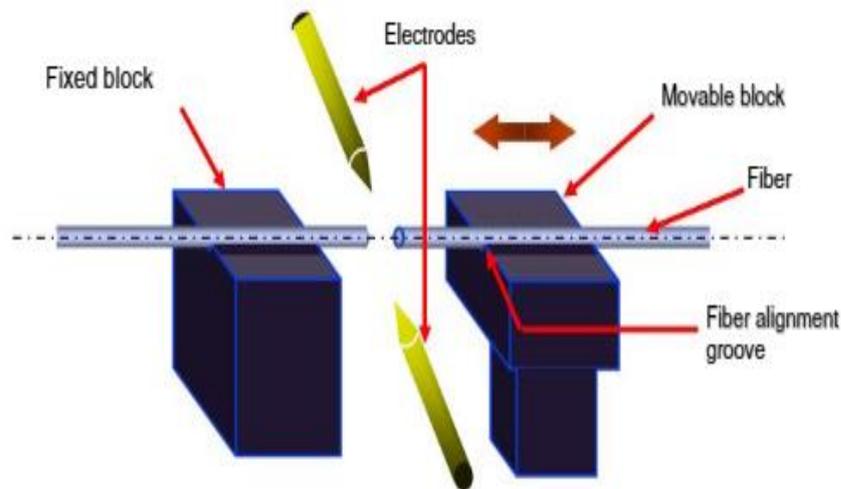


Figura 11. Funcionamiento del método de fusión.

Fuente: Gerónimo, 2008.

1.2.14 Conectores:

En el mercado actual existen una variedad de conectores de fibra óptica, en su mayoría son aplicados en las redes de FTTH. Básicamente los conectores están separados por el tipo de pulido del terminal óptico, el terminal óptico hace posible el paso del haz de luz.

Usar conectores también hace que genere pérdidas, sin embargo, estos pueden ser manipulados por cualquier persona, no se requiere ser un especialista para poder utilizarlo ya que su función es interconectar dos fibras o si no, para conectar una fibra con un equipo; “una pérdida de la señal de un 10% aproximadamente de (0.5 dB)” (Maldonado Luna, 2017)

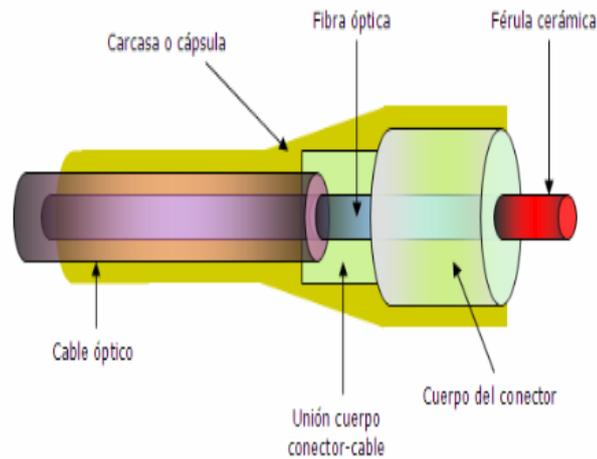


Figura 12. Elementos comunes de un conector genérico.

Fuente: Galeano, 2009

Tipos de conectores

- **Conector ST:**

Este tipo de conector presenta una punta redonda de 2.5mm, su tipo de ajuste es por medio de rosca.



Figura 13. Conector ST

Recuperado de: www.silexfiber.com

- **Conector SC:**

Este tipo de conector presenta un diseño cuadrado, con dos sujetadores plásticos que permiten la fácil conexión y desconexión, su tipo de ajuste es por presión. Comparado con el conector ST, presenta una mejora en cuanto a tamaño y resistencia.



Figura 14. Conector SC

Recuperado de: www.silexfiber.com

- **Conector FC:**

Este tipo de conector es similar al conector ST, con la diferencia que su tipo de conexión por rosca no presenta ninguna discontinuidad óptica. Es empleado en las fibras de tipo monomodo y puede ser usado en conexiones de exteriores.



Figura 15. Conector FC

Recuperado de: www.silexfiber.com

- **Conector LC:**

Este tipo de conector es conocido como **Lucent**, este presenta la característica de ser la mitad del tamaño de un conector SC; es considerado un conector de 4ta generación, su diseño permite ser implementado en espacios reducidos y por lo general mejoran el rendimiento de la conexión.



Figura 16. Conector LC

Recuperado de: www.silexfiber.com

1.2.15 Cable Pre-conectorizado de Distribución:

Los cables pre-conectorizados fueron diseñados con la finalidad de realizar un despliegue de fibra y que el tiempo de instalación sea de una manera más rápida. Pues tiene una gran facilidad de montaje y no es necesario ser un experto para poder realizar dicha manipulación o utilización de herramientas.

Adicionalmente en obra no deja residuos, es decir no deja retazos de fibra que posteriormente son desechados por quedar en desuso. Son suministrados con certificación, puesto que estos cables son sometidos a pruebas de medición por el proveedor de esta manera ya no es necesario el proceso de inspección de limpieza del conector o conectores.



Figura 17. Fibra óptica pre-conectorizada de 80 metros

Fuente: Elaboración propia.

1.2.16 Terminal de Empalme:

Las cajas de empalme, son indispensables para asegurar la integridad y el buen funcionamiento de los empalmes de fibra óptica, también para el almacenamiento de ella. Estas en su mayoría son diseñadas para la protección de la fibra, ya que tienen una buena resistencia de sellado mecánico y una fuerte armazón, asegurando así que no tenga daños causados por el medio ambiente como la entrada de agua a causa de las lluvias.

Se tienen ejemplares con capacidad hasta 144 fusiones. Se pueden instalar en ubicaciones tanto aéreo como subterráneo, se asegura que cumplan con el requisito mínimo del doblado de fibra en las bandejas y organizadores

Características esenciales:

- De fácil instalación
- Vienen con sus accesorios completos y fáciles de manipular
- A pruebas de escape
- Sellado confiable

Tipo Horizontal: Es una caja que en su mayoría son planas y también cilíndricas, interiormente tienen bandejas de empalme donde no necesariamente tienen que ser la misma fibra.



Figura 18. *Horizontal Splice Closure 48*

Fuente: Elaboración propia.

Tipo Vertical: Se le conoce como tipo DOMO pues tiene la apariencia de una cápsula o bala, usualmente en canalizado o subterráneos.



Figura 19. *Vertical splice closure*

Fuente: Elaboración propia.

1.2.17 Terminal de distribución de fibra – Pre-conectorizada

Es un dispositivo de ramificación óptico utilizado en PONs del tipo punto a multipunto, este tiene un puerto de entrada (fibra óptica de 12H, 24H o 48H) y múltiples puertos de salida (Puede tener hasta 8 salidas de 1H para cable pre-conectorizado) que alimentaran las cajas de terminación óptica.

1.2.18 Caja de terminación Óptica – Pre-conectorizada

Es el elemento final de la distribución en la red GPON, esta ha sido diseñada para utilizarla en el exterior, tiene al menos un acceso por cable de alimentación, así mismo tiene acceso para poder hospedar al menos un divisor óptico.

Su principal función es que un técnico de instalaciones conectará un cable pre-conectorizado hacia la roseta óptica del cliente. También es un elemento pasivo de derivación

Características Principales:

- Contiene al menos una bandeja de empalme.
- Puede alojar splitter de 1:2, 1:4; 1:8 y 1:16.



Figura 20. Caja de terminación Óptica

Fuente: Elaboración propia.

1.2.19 Postería

Según la norma técnica peruana (NTP 339.027) sobre las aplicaciones, fabricación, requisitos, procedimiento de postes de concreto a emplearse. Son adaptadas según a los convenios y necesidades del cliente

Este poste será de hormigón (concreto), destinado a sostener líneas aéreas de telecomunicaciones

Sugerencia para el plantado de postes:

- Los postes a plantar deben de tener una medida de 9.00 m de altura, en algunas situaciones específicas, si el diseño lo requiere serán de 11 metros como por ejemplo en cruces o avenidas entre otros.
- Los postes y retenidas serán instalados dentro de servidumbre pública, en lo posible deber de ser ubicados sobre la proyección de la línea de propiedad entre los lotes adyacentes, por ende, El plantado del poste se realizará en los límites de propiedad, pues no se plantará en frente de una entrada o ventana del propietario, muchos menos frente a una cochera etc.
- No serán instalados en berma central
- No se plantará postes en donde exista red de media tensión o baja tensión
- En caso de que la calle cuente con sobrepoblación de postes o inaccesible, no se plantará el poste.

- Los postes serán rotulados una vez instalados, tendrán tanto el nombre del fabricante. Designación de número de poste, fecha de fabricación y cualquier otro dato como por ejemplo el número de expediente.

1.2.20 Herraje:

Los herrajes son diseñados para la suspensión y amarres, previstos para el tendido a instalar en el apoyo de la fibra óptica en las líneas aéreas.

Según el reglamento técnico de líneas eléctricas aéreas de alta tensión se entiende que bajo esta denominación se les dice herraje a todos los elementos usados para la fijación del cable, los elementos de protección, aisladores entre otros. Con lo mencionado anteriormente, se considerarán con este término de “herrajes” también a los utilizados para los cables de fibra óptica no metálicos (ADDS).

Para este proyecto se utilizarán los siguientes:

- Trébol
- Templadores
- Preformado rojo
- Crucetas
- Sujetador de FAT y mensajero
- Sujetador de tramo – Chapa tipo Q
- Chapa de suspensión dieléctrica – Braquelita.

Cabe resaltar que estos son requeridos según lo solicitado por el cliente.

1.2.21 Herramienta de Mediciones y/o Certificaciones

Las mediciones o certificaciones es el último proceso que se realiza en el campo una vez concluida la implementación FTTH. Comúnmente en planta externa se suele ver este tipo de mediciones, pues es necesario confirmar que la implementación de red de fibra óptica que se realizaron cumple los estándares de las telecomunicaciones (TIA, ISO, IEEE, 1000BASEF) o si no, que cumplan los estándares solicitados por el cliente final.

En el mercado podemos encontrar las certificaciones más comunes, como por ejemplo las mediciones *iOLM* que me indica pérdidas de potencia óptica, así mismo tenemos las mediciones *OLTS (Optical Loss Tests Set)* que es un medidor de

atenuación, es común que entonces en campo preguntarse ¿Por qué es necesario medir ambas certificaciones si aparentemente dan la misma medición? Pues la respuesta es que cada uno tiene sus finalidades específicas.

Cabe resaltar que esos instrumentos mencionados anteriormente no son los únicos en el mercado, pues también tenemos las mediciones en *OTDR*, *Power Meter*, *microscopio*, entre otras; sin embargo, sólo se necesitan mediciones a través de IOLM y OLTS.

1.2.21.1 Mediciones IOLM

Las mediciones iOLM ha obtenido un gran reconocimiento en la industria de la implementación de las redes FTTH.

Esta se basa en un enfoque en donde usa varios pulsos (“multipulsos”) de esta manera recoge y localiza información en un evento de todo un enlace que consiste en una o varias secciones de la fibra unidas entre empalmes y conectores. Esta medición se hace solo desde un extremo y se necesita solo un equipo *iOLM*, y se puede visualizar a simple vista las cantidades de incidentes debidos a la cantidad de conectores, empalmes y curvaturas.

“Cuando el iOLM muestre sus resultados podremos comprobar que cada enlace o evento está identificado por un pictograma definido, esto ayuda a que el técnico identifique de una manera más rápida donde está el problema y resolverlo” (Asis Rodriguez, agosto 2013)

Fuente: <https://www.fibraoptica hoy.com/herramienta-iolm/>

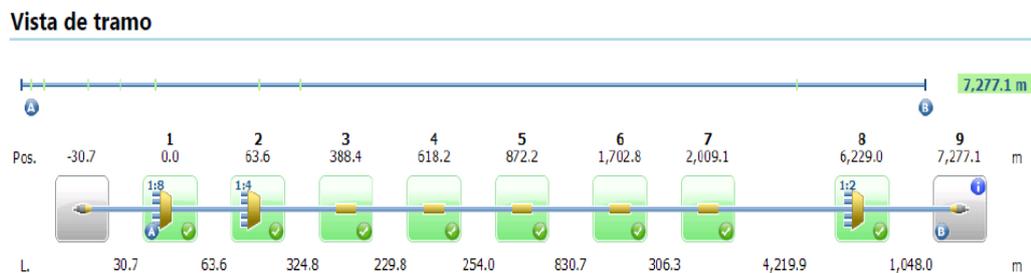


Figura 21. Pictograma del enlace correcto.

Fuente: Elaboración propia

Características principales:

- Ofrece un análisis automático de un toque y una vista nítida del enlace.
- Minimiza la capacitación y evita errores de configuración a través de ajustes de parámetros automáticos y resultados viables/no viables claros.
- Convierte la información compleja del OTDR en un análisis simple.
- Identifica cada evento en la red y obtiene el estado del enlace de fibra directo a través de la vista de enlace.
- Proporciona un diagnóstico oportuno que permite una resolución rápida y eficiente de problemas de red.

Fuente: www.exfo.com/es/productos/pruebas-de-redes-de-campo/otdr-y-iolm/iolm/

1.2.21.2 Mediciones OLTS

La herramienta de medición OLTs nos ofrece saber con precisión el número de pérdidas totales de la potencia óptica (atenuación) en un tramo o enlace de fibra óptica.

“A diferencia del iOLM, este necesitará un par de OLTs, es decir en un extremo tendremos una fuente de luz estable, que emite una señal continua en una longitud de onda determinada y en el otro extremo se detectará la señal enviada y medirá su nivel de potencia óptica”. (Traducción de la Nota Técnica n° 026 de EXFO)

Fuente: <http://www.c3comunicaciones.es/Documentacion/OTDR%20Y%20OLTS.pdf>

Las medidas de potencia deben de ser bidireccionales, brindado así una ventaja.

Beneficios clave:

- Prueba enlaces más cortos que nunca
- Asistente de referencia animada a bordo, paso a paso
- Estado claro de pasa / falla con diagnóstico a bordo
- Informes en PDF y nativo (dependiendo el requerimiento)

Resultados

| Identificador | Longitud de onda (nm) | Pérdida máxima (dB) | Margen de pérdida (dB) | Pérdida CO->Pr. (dB) | Pérdida Pr.->CO (dB) | ORL CO (dB) | ORL Pr. (dB) | Longitud (km) |
|----------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-------------|--------------|---------------|
| H56_FAT10.PT1_ADSS 24_HUB HUARAZ | ↑ 1310 | 18.87 | 6.13 | 18.87 | 18.88 | 35.40 | 42.31 | 3.8649 |
| | ↓ 1550 | 23.25 | 1.75 | 23.35 | 23.15 | 46.16 | 44.70 | |
| MEDIDAS OLTS | | | | | | | | |

Figura 22. Enlace de medición OLTS en buenas condiciones.

Fuente: Elaboración propia

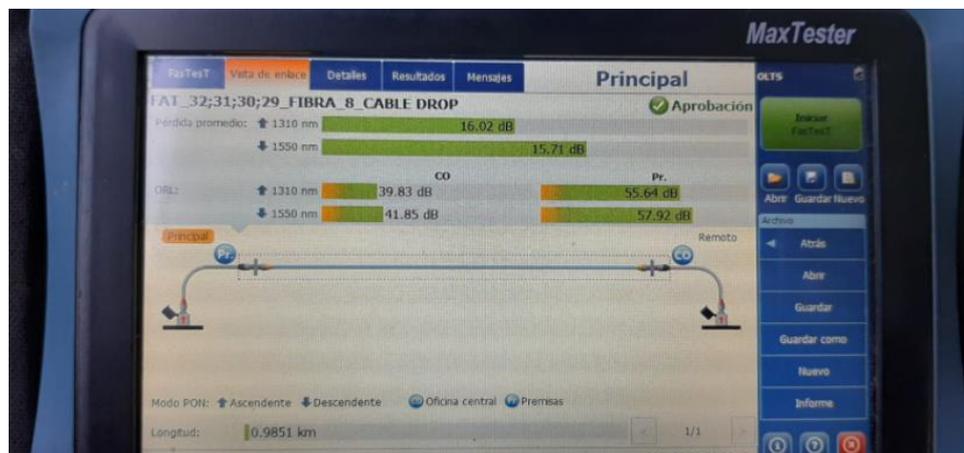


Figura 23. Muestra de prueba OLTS desde equipo de medición.

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Definición de términos básicos

G.984: Norma que se utiliza en los estándares de las redes de fibra óptica GPON con sus elementos.

ITU: (International Telecommunication Union). Norma que se utiliza en los estándares del estado de São Paulo en Brasil para las redes de fibra óptica con sus elementos.

ITU-T Recommendation- for GPON. GPON: (Gigabit Passive Optical Network), tecnología de acceso de telecomunicaciones que utiliza cableado de fibra óptica en la última milla para llegar hasta el usuario.

IL: (Insertion Loss). La pérdida de potencia de la señal resultante de la inserción de un dispositivo en una línea de transmisión o fibra óptica y se expresa generalmente en decibelios (dB).

IOLM: (Intelligent Optical Link Mapper). Equipo de medición de fibra óptica con sus elementos.

FAT: Accesos y distribución del tráfico de Internet, voz y datos para llevar servicios en fibra óptica a los clientes

ORL: (Optical Return Loss). Enlace obtenido de la retro dispersión de Rayleigh, del núcleo de la fibra y la reflectancia de todas las interfaces encontradas a lo largo de una red de fibra óptica.

OLT: (Optical Line Terminal) Es un terminal de línea óptica; este dispositivo es un dispositivo de oficina central muy importante, el cual está interconectado con el divisor óptico en el extremo del usuario.

ONT: (Optical Network Terminal) Es un dispositivo del lado del usuario el cual se ubica directamente en la casa del usuario y cumple la función de receptor y transmisor óptico. Es el producto final en la red de acceso.

ONU: (Optical Network Unit) Es un dispositivo del lado de usuario el cual se ubica en un edificio al cual pueden conectarse los usuarios a través de un dispositivo como un switch.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

2.1 Delimitación temporal y espacial del trabajo

a) Temporal

Enero 2020 – febrero 2020 de la implementación / septiembre 2020 – noviembre 2020 de la redacción.

b) Espacial

El presente proyecto se desarrollará en diversas zonas del distrito de Imperial, provincia de Cañete – Lima, tales como los alrededores de la plaza de Armas Imperial, AAHH San Antonio, AAHH Ramos Larrea, parte del Centro Poblado Cerro Alegre, entre otras urbanizaciones y asociaciones.



Figura 24. *Delimitación geográfica del proyecto.*

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Determinación y análisis del problema

En este apartado se describirán las problemáticas, que se han identificado, para la realización del presente proyecto propuesto; así como también se mencionan las medidas que se tomarán para poder resolver cada una de las problemáticas identificadas.

a) Problemáticas

- ¿Cómo determinar las ventajas que presenta una implementación de red FTTH basada en cable de Fibra Óptica pre-conectorizada frente a una implementación de red FTTH tradicional?
- ¿Cómo se programarán las actividades del proceso de implementación y cuáles serían las normativas de construcción que se deberán seguir?
- ¿Cómo se realizará el proceso de certificación al término de las actividades de implementación de la red FTTH pre-conectorizada?
- ¿Cómo determinar las ventajas de costos que presenta una implementación de red FTTH basada en cable de Fibra Óptica pre-conectorizada frente a una implementación de red FTTH tradicional?

b) Medidas de resolución de problemáticas

- Analizar las ventajas que presenta el uso de cable de fibra óptica pre-conectorizado en la implementación de la red FTTH propuesta frente a una implementación de red FTTH tradicional.
- Determinar el cronograma de actividades y las normativas de construcción del proceso de implementación de la red FTTH propuesta; verificar el cumplimiento de estas a lo largo del proyecto.
- Documentar y validar las certificaciones que se realizarán al momento de concluir el proceso de implementación.
- Analizar las ventajas de costos que presenta el uso de cable de fibra óptica pre-conectorizado en la implementación de la red FTTH propuesta frente a los costos de implementación FTTH de la forma red tradicional.

2.3 Modelo de solución propuesto

En esta sección se describirá a detalle las soluciones propuestas a las problemáticas identificadas y se describirá el desarrollo del proyecto de implementación.

Antes de presentar adecuadamente el desarrollo del proceso de implementación, se describirá brevemente las etapas de estudio de factibilidad, diseño y consideraciones entregadas por la empresa a la que se le brindará el servicio; todo esto se tomará en cuenta posteriormente para la fase de implementación.

2.3.1 Consideraciones previas

- **Estudio de factibilidad**

Para poder iniciar el proyecto es necesario compilar datos necesarios, esto es parte fundamental e importante para saber si hay viabilidad económica del proyecto.

Se realizará un estudio geográfico este se realizará desde el Google earth, en este evaluaremos los escenarios del despliegue y se plasmará dicha información en los planos cartográficos o también llamados catastro, en este estudio se podrá visualizar la cantidad aproximada de viviendas, su distribución, averiguar la cantidad de postes existentes, canalizados, etc.

Por otra parte, es recomendable enviar un personal capacitado a campo al lugar donde se realizará el proyecto, para de esta manera ver la demanda real de clientes que puedan acceder al servicio de fibra óptica, verificar si existe una sobrepoblación de postes, posibilidad de ampliar infraestructura propia, confirmar la existencia de departamentos, condominios, residenciales, viviendas individuales, etc. Y de esta manera tener una idea de un coste inicial y el coste a largo plazo del proyecto.

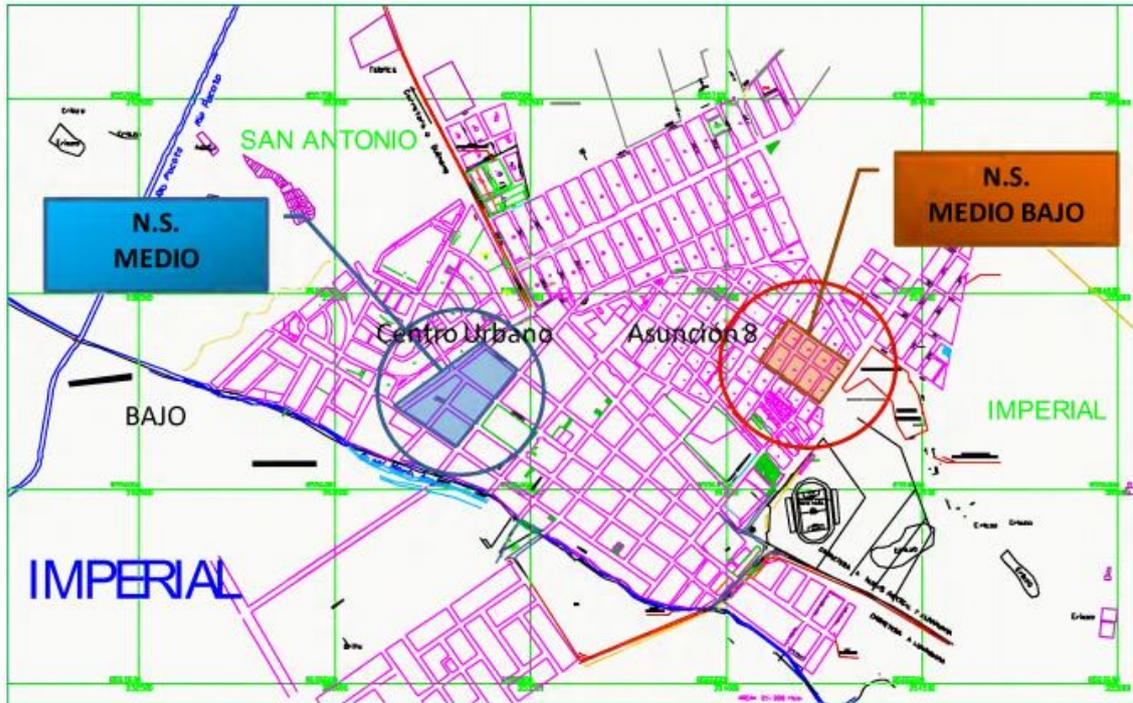


Figura 25 Ubicación de la zona de muestreo según estratos socioeconómicos del distrito.

Fuente: Oficina distrital del medio ambiente / Municipalidad distrital de Imperial, abril 2011.

Basándose en el estudio de factibilidad el cliente procede a realizar las condiciones generales del diseño.

- **Condiciones generales del diseño**

Para poder cumplir los objetivos del diseño se deben de cumplir ciertas directrices y asuntos técnicos relacionadas con los elementos y equipos que se usarán:

- Tipo de cables y conectores.
- Elementos pasivos conectados a la fibra.
- Empalmes.
- Atenuaciones.
- Vida mecánica de los equipos.

En la fase de dimensionamiento, es en donde se decide qué materiales se deben de utilizar, a cuántos abonados tenemos que proyectar para poder determinar qué necesidad debemos de cubrir y a la vez que abarate los costes de despliegue, así como los de mantenimiento. En la Figura 26 se muestra el diseño unificado (Tramos

de fibra, ubicación de NAPs y MUFAS) de la red FTTH a implementar en el distrito de Imperial.



Figura 26. *Diseño unificado del distrito de Imperial, provincia de Cañete.*

Fuente: Elaboración propia.

- **Especificaciones técnicas del diseño**

La topología del diseño, en cada nodo, será tipo árbol; para este proyecto se diseñaron 5 planos, se considerará un levantamiento de 500 cliente y se construirá como máximo 256, lo que implica el uso de 8 hilos de la red troncal, así mismo por nodo se proyectará tres (03) Hub Box de los cuales 2 de ellas tendrán 3H (96 abonados c/u) y 1 tendrá 2H (64 abonados).

Por otro lado, se hace hincapié que el HUB y/o SITE (lugar donde se encuentra la OLT) se encuentra fuera del perímetro de cobertura de los abonados, sin embargo, se utilizó la ruta existente de la troncal, para poder conectarnos a esta ruta existente se realizará un sangrado y se usarán los hilos asignados, la fibra óptica que se usará será de 144H y posteriormente para alimentar a los nodos se usará una caja de empalme de 96H para poder alimentar a los nodos del distrito de Imperial. Por otra parte, con referente a los nodos no debe de tener más de 3.5 km de fibra óptica.

Tenemos que considerar que para el uso de la fibra óptica por la distribución en el diseño de planos FTTH:

- Uso de FO de 24H que se desplegará desde el terminal de empalme y HUB BOX.
- Uso de FO pre-conectorizada de 01 H para la distribución de las FATs.

Los equipos pasivos que se utilizarán serán: Terminal de empalme, HUB BOX y FAT estos se podrán fijar mediante una ferretería homologada y autorizada por el cliente final, el diseño considera la instalación de FAT con capacidad al 100% en grupos de 4 FATs con cuenta de fibra.

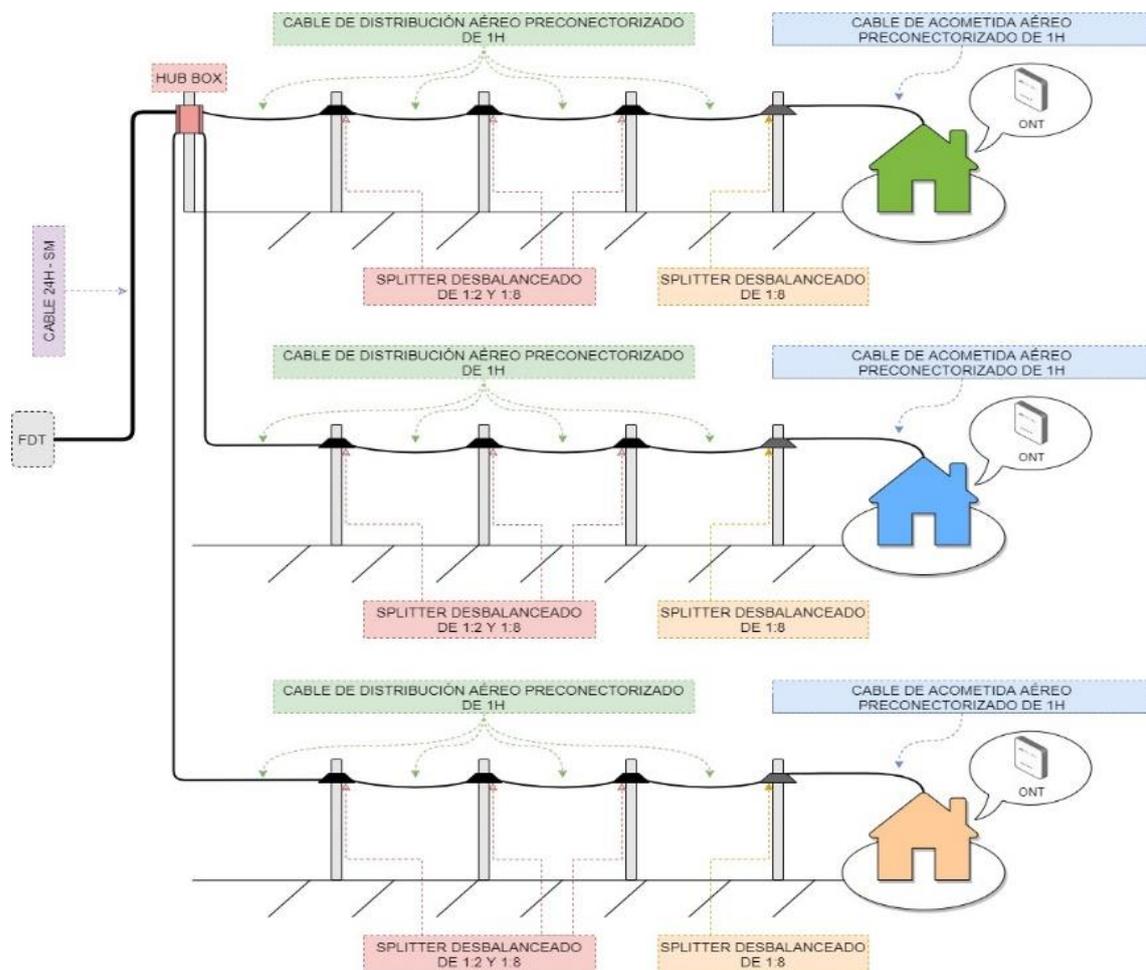


Figura 27. Diagrama de distribución FTTH Pre-conectorizado desbalanceado.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la **Figura 28.** que se puede realizar un despliegue de manera aérea, pues se muestra con cables eléctricos, entre otros cables de comunicación

de la zona. Por ende, se realizará el diseño de plantado de postes, esta alternativa se tomará en cuenta ya que, pese a que nos podemos apoyar en los postes de la eléctrica u otro operador, el trámite de prestación de postes tomaría más tiempo, algunos postes se encontraron en mal estado o sobrecargados de cable.



Figura 28 Postes en mal estado y cables en la calle de Imperial.

Fuente: Elaboración propia

Para la proyección de cuenta se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los postes a plantar deben de tener una medida de 9.00 m de altura.
- Los postes y retenidas serán instalados dentro de servidumbre pública, en lo posible deber de ser ubicados sobre la proyección de la línea de propiedad entre los lotes adyacentes.
- Los postes proyectados deben de tener una separación máxima de 60 metros de poste a poste.
- No serán instalados en berma central
- En caso de que la calle cuente con sobrepoblación de postes o inaccesible, no se plantará el poste.

En la **Figura 29**. se observa el diseño del uno de los nodos o planos que conforman el proyecto de implementación FTTH del Distrito de imperial, se muestra las calles y manzanas que serán beneficiadas, los círculos rojos son los postes plantados en los diferentes sitios, lo resaltado de color fucsia son los HUBBOX, el círculo de color verde es la ubicación del terminal de empalme o también como closure y las líneas

de color naranja son los abonados proyectados que son beneficiados con la red a implementar.



Figura 29. Muestra de diseño a detalles por plano - Distrito de Imperial.

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 30.** se observa el Diagrama Unifilar de uno de los planos o nodos del proyecto de implementación FTTH del Distrito de Imperial, mostrando la topología tipo árbol. Este diagrama se utilizará al momento de realizar la asignación de hilos y empalmes entre la fibra de 96H y la fibra de 24H.

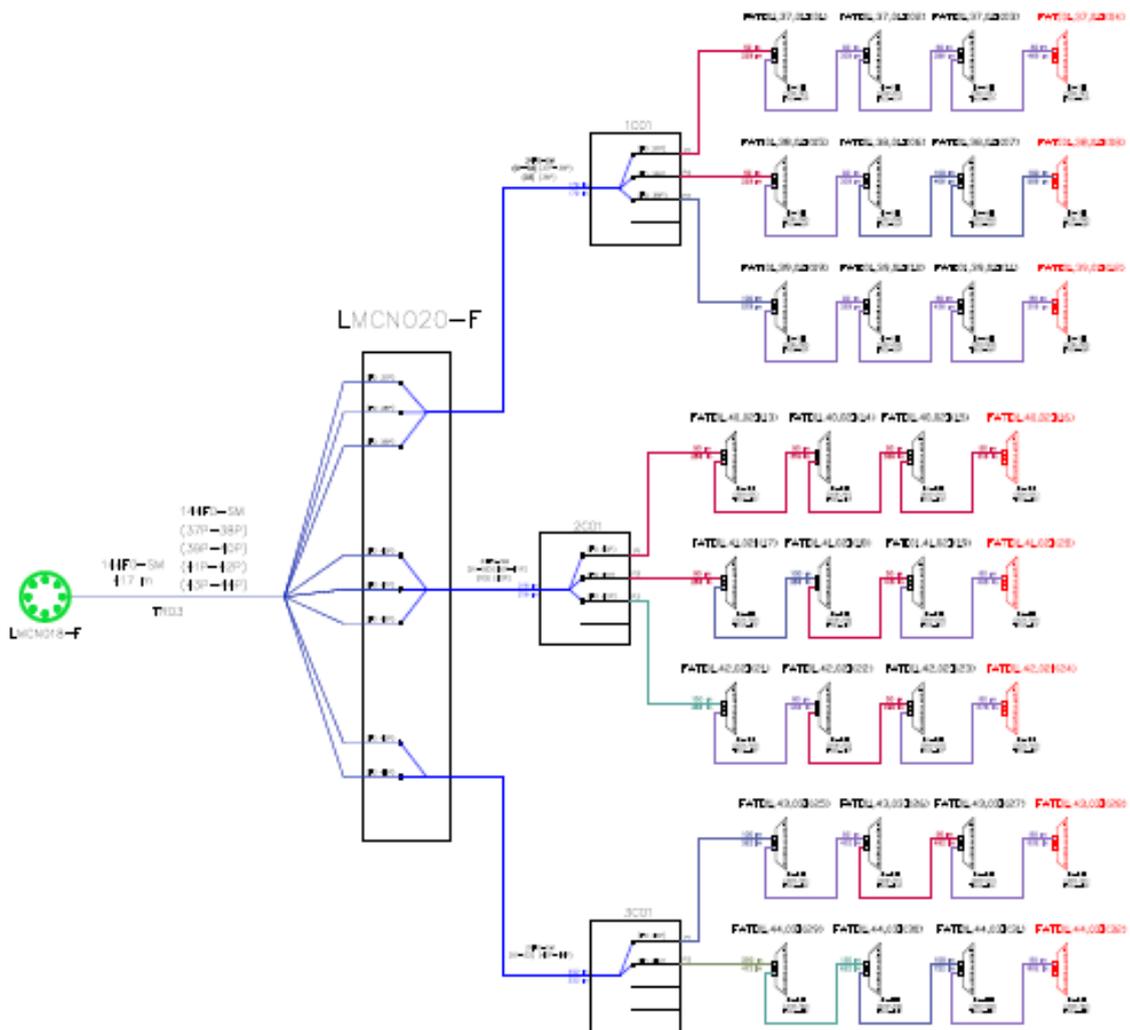


Figura 30. Diagrama unifilar por plano - Distrito de Imperial.

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Planificación

En la planificación del proyecto se realizará la gestión de los permisos municipales para el correcto desarrollo de las actividades, así también se definirán los plazos y tiempos de las actividades que se realizarán durante el proyecto, siendo esta la parte fundamental. Cabe recordar que se debe de considerar los recursos necesarios que este lo amerite.

La planificación iniciará realizando una programación de actividades, éste tendrá una fecha de inicio y una fecha final de todos los trabajos que componen el proyecto, unas de ellas son:

- Reunir toda la información posible referente al despliegue: planos tanto de construcción y unifilar, recorrido de la fibra óptica, cantidades de empalmes y conexiones, que mediciones se utilizará para la certificación de los nodos construidos.
- Costo y listado de materiales
- Búsqueda de proveedores, estos trabajaron como nuestros aliados, tanto como proveernos materiales o mano de obra calificada.
- Diagrama del proyecto con tiempos estimados, en donde se encuentren todas las áreas involucradas.
- El método de la instalación, facilidades de entregarle manuales de construcción de la red para que quede según lo solicitado y normativa de la empresa.
- Cabe resaltar que el distrito Imperial, se observa que es de tipo planta horizontal es decir todos los lotes se considerarán como 1 cliente.

- **Cronograma del proyecto**

Un cronograma nos brinda un mejor manejo del tiempo empleado en las fases del proyecto, pudiendo así ser lo más fiel posible a cumplir los tiempos establecidos por este.

En el cronograma se verán las fases importantes para la ejecución del proyecto como, por ejemplo: Replanteo, diseño, permisos municipales e implementación.

Cabe concluir que no es necesario tener que concluir cada fase para poder empezar el siguiente procedimiento como, por ejemplo, no es necesario tener todos los permisos municipales para empezar con el diseño, sino que se pueden tener según se vayan terminando los diseños.

En la **Figura 31**, se muestra el cronograma resumido del presente proyecto, en el cual se observa los tiempos de Planificación, Implementación por nodos y Certificación.

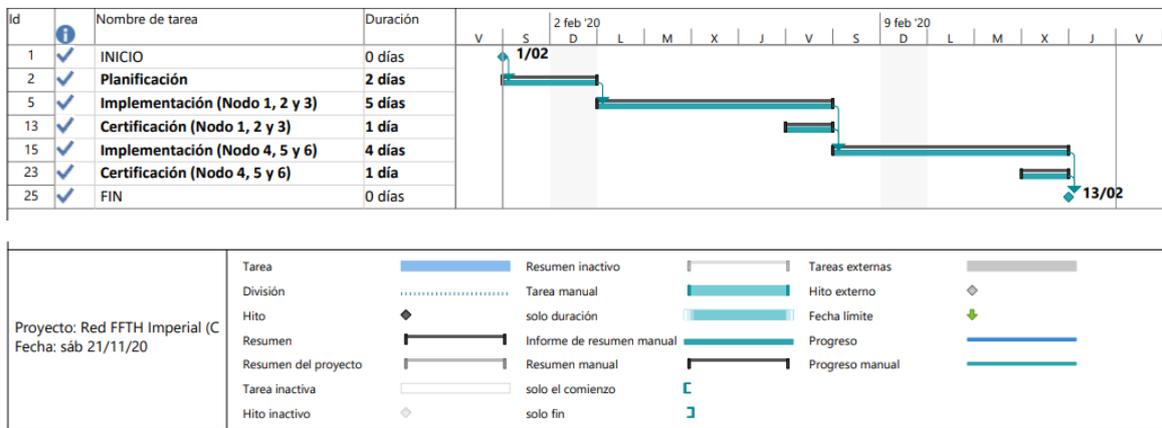


Figura 31. Cronograma resumido del proyecto propuesto.

Fuente: Elaboración propia usando software MS Project.

- **Permisos Municipales:**

Para todo proyecto que implique implementación y despliegue, es necesario realizar los permisos municipales, pues implementar una infraestructura de telecomunicaciones como en este caso una red FTTH se trabajan en espacios públicos.

Es por eso que se deberá realizar los expedientes para la gestión en los municipios como por ejemplo para la instalación de postes, tendido, obras civiles, retenidas, etc. Cumpliendo con los requerimientos de cada identidad y subsanando las observaciones dadas por las municipalidades.

Cuando se realicen los “Armados de Expedientes” se debe de tener en cuenta los detalles de ubicación y los puntos de suministro, estas deben de estar de acuerdo a las normas del cliente final. Tener los derechos de inicio de obra y demás temas burocráticos se deben de obtener antes de comenzar la fase de implementación, pues de no ser así no solo tener problemas con los vecinos sería más frecuente si no también los municipios pueden aplicar grandes multas por no tener la documentación y permisos en regla.

2.3.3 Implementación

Habiendo concluido el diseño, el replanteo y fase de permisos municipales, se da inicio a una breve introducción de los detalles de la cantidad de nodos que se implementarán y al tipo de tendido que será empleado en este proyecto. Así también se describe de forma detallada el proceso de plantado de postes, despliegue de fibra óptica y todas las obras que se necesite según lo proyectado.

- **Detalles de nodos**

El nodo o plano debe estar en un punto adecuado para poder cubrir el mayor número de abonados proyectados, es decir debe de cubrir todo su radio posible para la cobertura de FTTH, para lograr dicho propósito el área de diseño se ha encargado de su evaluación previa y demás información ya mencionada con anterioridad.

Para el distrito de Imperial, se implementarán 6 Nodos de fibra óptica FTTH (Cañete 17, Cañete 18, Cañete 19, Cañete 20, Cañete 21 y Cañete 22).

- **Tendido**

Para este proyecto todo el despliegue será de manera aérea, es decir se usarán postes en lugar de canalizados; este tipo de despliegue es más

económico y más fácil de realizar su instalación (Comparado con los canalizados). Se suele pensar que al utilizar el cableado aéreo se tendrá un impacto visual negativo, sin embargo, es por eso que se usará el cable pre-conectorizado pues este ayuda a reducir dicho impacto, ya que se usarán medidas de cable necesarias según la distancia y ubicación de las cajas NAP.

Sin embargo, la principal razón es que el abonado será una vivienda individual en donde fácilmente no tiene acceso subterráneo, una razón más para que el cable aéreo sea la opción más rentable.

Para realizar el tendido se usarán postes de concreto, estos postes serán propios e instalados según lo requerido por el cliente, ya que la mayoría de los postes de la red eléctrica se encontraban en mal estado, así mismo se observó una sobre población de cables instalados, otros postes no presentaban linealidad haciendo que la fibra haga quiebres, lo cual aumentaría considerablemente su atenuación.

Ya que el propio cable tiene que soportar su propio peso se usarán cables ADSS que son cables auto-soportados.

- **Plantado de postes**

El plantado de postes se genera a la necesidad de no tener los suficientes postes en campo para poder realizar el tendido de la fibra, más aún cuando se decide que el despliegue será de manera aérea.

Para poder realizar el plantado de postes se tiene que tener en consideración los siguientes puntos:

- Se identificará las zonas de trabajo: La ubicación geográfica, características del terreno, sobre población de postes, ver si existe redes eléctricas, gas y agua y confirmar la viabilidad de su instalación.
- De existir el replanteo, este se tiene que realizar de una manera en que se pueda satisfacer al 100% la factibilidad, es decir tiene seguir beneficiando la misma cantidad de abonados proyectados.

- Los postes deben de ser hechos de concreto, debe de tener su protección anticorrosiva en la parte inferior de la base hasta 1.00m por encima del nivel de la superficie, esto se hará antes de ser instalado
- Referente a la excavación, de tener el suelo cimentado se debe de cortar un perímetro de excavación de 1.M por 1.0 M y una profundidad de 1.5M, sin embargo, antes de realizar las excavaciones, ningún trabajo deberá ser iniciado si no se ha concluido la instalación de señales de aviso y protección.
- El personal que se encargará del izado de poste debe de estar completamente capacitado para dicho trabajo teniendo en cuenta su verticalidad y orientación. Para el caso de los postes de concreto el cimiento adecuado es de concreto.
- El resane será según el terreno (vereda, tierra, jardín, etc.) debe quedar igual o mejor de lo que se encontró.

Una vez instalados los postes se procederá con la rotulación correspondiente. Se pintará el cono del poste según requiera el cliente y tendrá su identificación, tales como el nombre de la empresa, código postal del distrito, número correlativo, número de autorización municipal, jurisdicción municipal. Cabe resaltar que, esto se acomodará según a las necesidades del cliente. En la Figura 32 se observa las labores de excavación para el plantado de postes

No se permitirá el escalamiento a ningún poste, hasta que este haya sido cimentado en su totalidad.

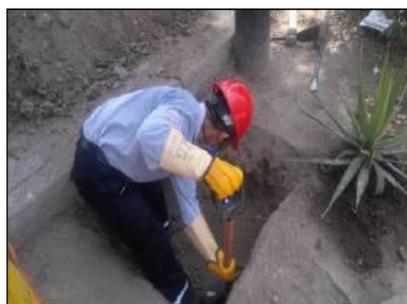


Figura 32. *Contrata realizando excavación para el plantado de postes.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Finalizando colocación de poste para su posterior cimentación.

Fuente: Elaboración propia.

- **Despliegue de fibra óptica y equipos pasivos**

Una vez instalados los postes, se empezará haciendo el despliegue de la fibra óptica de 144H que, desde la troncal, llegará para alimentar a cada nodo, lo cual se usará una mufa o también llamada caja terminal de empalme de 96H, se instalará una mufa por nodo, la fibra de 144 será empalmada con la fibra de 24H quien está encargada de realizar la distribución de los Hub Box, se instalarán 3 Hub Box por nodo. Es importante resaltar que los hilos que se empalmarán serán indicados según lo solicitado por el cliente.

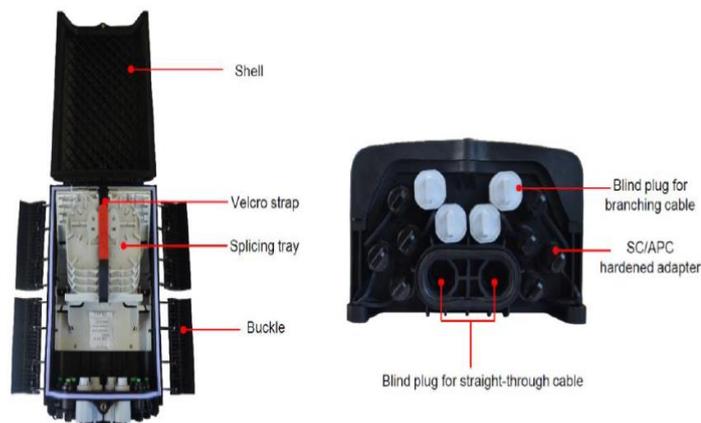


Figura 34. Caja terminal (Vista interna y externa)

Fuente: Manual Semi Perú (fuente propia)

En el caso de la mufa se realizarán 8 empalmes, de los cuales se fusionarán 8 hilos de la fibra óptica de 144H con 8 hilos de la fibra óptica de 24 H, este detalle se podrá observar a detalle en el plano unifilar (Ver Fig. 35).

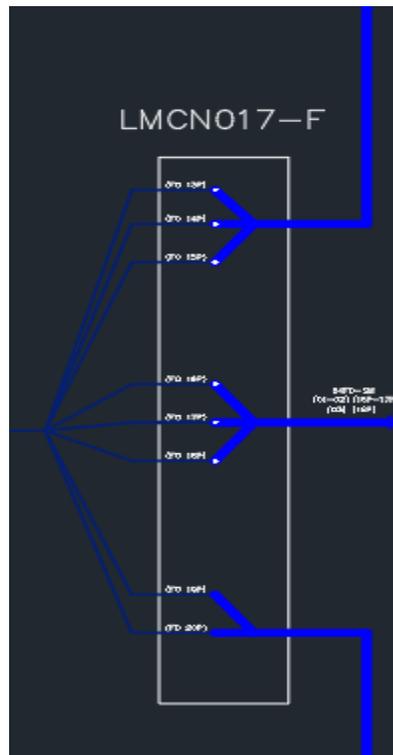


Figura 35. Distribución de hilos entre F.O 144H con F.O. 24H

Fuente: Elaboración propia

La fibra óptica de 24H tiene la función de alimentar a los HUB BOX, es por ello que los 8 hilos se distribuirán de la siguiente manera:

- **3 HILOS** irán asignados a la HUB BOX 1C01 (Ver Fig. 36).

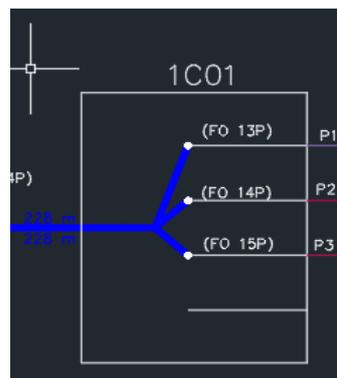


Figura 36. Distribución de hilos a la HUB BOX 1C01

Fuente: Elaboración propia.

- **3 HILOS** irán asignados a la HUB BOX 2C01 (Ver Fig. 37)

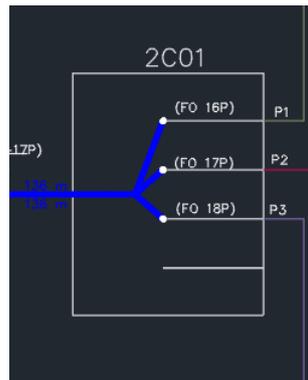


Figura 37. Distribución de hilos a la HUB BOX 2C01

Fuente: Elaboración propia

- **2 HILOS** irán asignados a la HUB BOX 3C01 (Ver Fig.38)

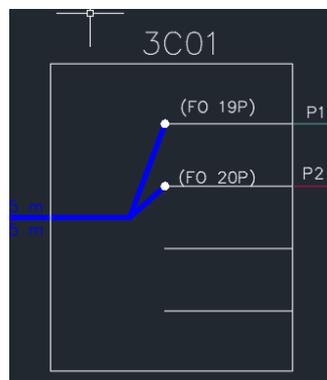


Figura 38. Distribución de hilos a la HUB BOX 3C01

Fuente: Elaboración propia.

Dando así un total de **16 fusiones por nodo** (8 Fusiones en MUFA + 8 Fusiones en los HUB BOX).

- **Cálculo de número total de fusiones:**

Se procede a calcular el número total de fusiones para los 6 nodos a implementar.

Número total de fusiones = Fusiones por nodo * Nodos

Número total de fusiones = 16 * 6

Número total de fusiones = 96

- **Distribución de FAT y Cables pre-conectorizados**

Al realizar la implementación de las cajas FAT y los cables pre-conectorizados debemos de tener en cuenta cómo van a ir distribuido. Ya que tenemos dos tipos de cajas FAT, las FAT intermedias y las FAT finales, por otro lado, los tendidos de la fibra pre-conectorizada deben de ser entre postes que tengan una línea de vista y ningún cable debe de cruzar línea de alta tensión.

Para poder pre-conectar la caja FAT, se debe utilizar la longitud de cable pre-conectorizado adecuada, es decir, debemos de fijarnos en el diseño final ya que la distancia de FAT a FAT puede ser desde 5 metros hasta 250 metros. Posteriormente, debemos de identificar que terminal vamos a utilizar, estos pueden ser una FAT intermedia o una FAT final, se detallan a continuación:

- **FAT INTERMEDIAS**

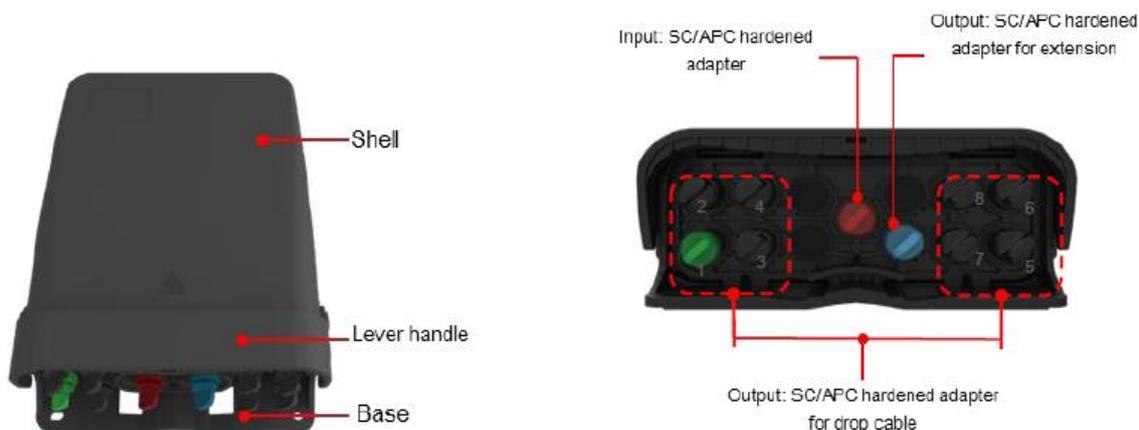


Figura 39. *FAT Intermedia (Vista frontal e inferior)*

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones de implementación:

- La reserva de cable de fibra pre-conectorizada se deja en la parte trasera de cada FAT.
- La fibra óptica ingresara verticalmente al FAT respetando el código de colores indicado en la imagen adjunta.
- Posición en ROJO, ingreso del cable pre-conectorizado

- Posición en AZUL, Salida del cable pre-conectorizado hacia el siguiente FAT.
- Presenta 8 salidas que corresponden al splitter interno 1:8; estas se usarán para las futuras conexiones a los abonados.

○ **FAT FINALES**



Figura 40. FAT final (Vista frontal e inferior)

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones de implementación:

- La reserva de cable de fibra pre-conectorizada se deja en la parte trasera de cada FAT.
- La fibra óptica ingresara verticalmente al FAT respetando el código de colores indicado en la imagen adjunta.
- Posición en ROJO, ingreso del cable pre-conectorizado
- Presenta 8 salidas que corresponden al splitter interno 1:8; estas se usarán para las futuras conexiones a los abonados.

Parte del proceso de instalación, conlleva la correcta implementación de las FAT en los postes de concreto, así como también la forma correcta de conectar el cable pre-conectorizado a las FAT.

Para la instalación de los equipos y cableado en los postes, se debe tener en consideración lo siguiente:

Consideraciones de implementación:

- Reservar en el poste una distancia de 40cm desde la parte superior, para el uso de la móvil.
- Respetar la distancia de 50 cm desde la parte superior, para la instalación del primer cable de fibra óptica. (Ver Fig. 41)
- Respetar los 60 cm desde la parte superior, para la instalación del segundo cable de fibra óptica. (Ver Fig. 41)
- Las cajas FAT serán fijadas con un sujetador del FAT que está hecho de acero inoxidable. (Ver Fig. 42)

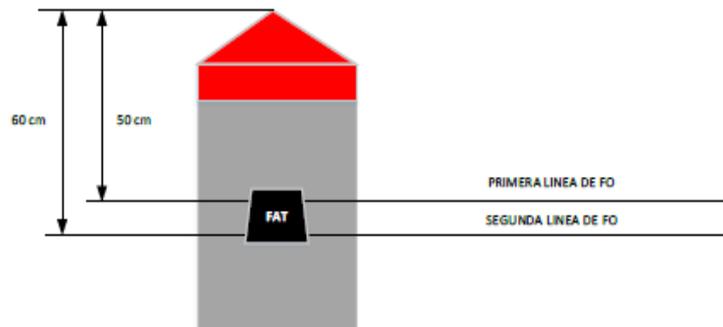


Figura 41. Medidas establecidas para la instalación de FAT y cables de F.O.

Fuente: Elaboración propia



Figura 42. Herraje sujetador para caja FAT

Fuente: Elaboración propia

Para la instalación la correcta instalación de los conectores del cable pre-conectorizado hacia las FAT correspondientes, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:



Figura 43. Conector de FO Pre-conectorizada.

Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones de implementación:

- El conector del cable se insertará con la flecha apuntando al 0, una vez haya sido conectado, se deberá girar hasta que la flecha apunte al número 1, de esta manera el cable quedará pre-conectorizado y listo para operar. (Ver Fig. 43)
- Para finalizar se unirá la tapa del conector con la tapa de la FAT utilizada.

- **Herrajes y ferretería:**

Se tiene que considerar que el tendido del cable mensajero irá en todo el nodo o plano a trabajar al 100%, debido que el cable pre-conectorizado cuenta con longitudes de 5, 50, 80, 100, 150, 250 m por lo cual se soportará en los cables mensajeros, este cable acerado será tensado con preformados 3/16 o también conocido como preformado rojo. Por otro lado, para la fibra de 144 y fibra de 24H se usarán los preformados o sino el herraje de inicio a fin.

Cuando se realiza el tendido de fibra óptica, se tiene que tener en cuenta los quiebres o cruces que tomará el cable a los largo de su implementación para poder tensarlo y evitar su caída o empace, por ende se utilizarán los herrajes disponibles según criterio de campo o lo que nos abastezca el cliente, no obstante indicar que los herrajes más comunes son las chapas americanas que se usan para cruces americanos y las chapas bol o tres pernos que se utilizan para los quiebres de fibra.

En esta implementación se usarán también la chapa de suspensión dieléctrica – braquelita y sujetador de tramo – Chapa Q.

- **Tendido de fibra óptica en cruce americano**

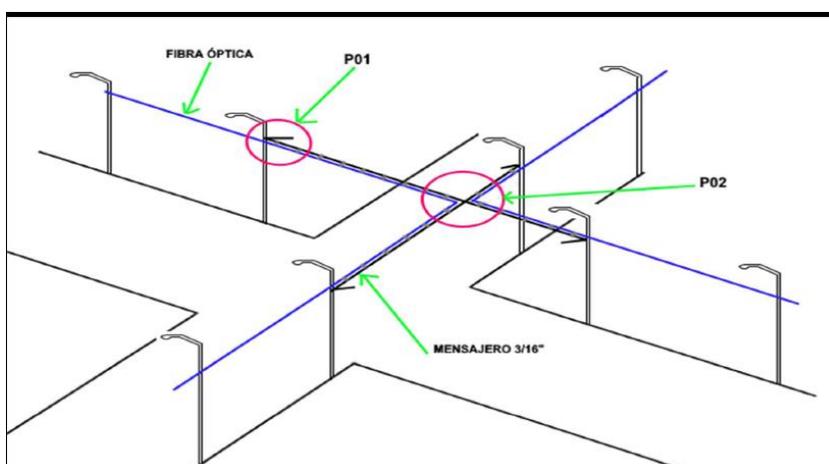


Figura 44. *Tendido de F.O. en cruce americano.*

Fuente: Elaboración propia.

- **Tendido de fibra óptica en vanos flojos**

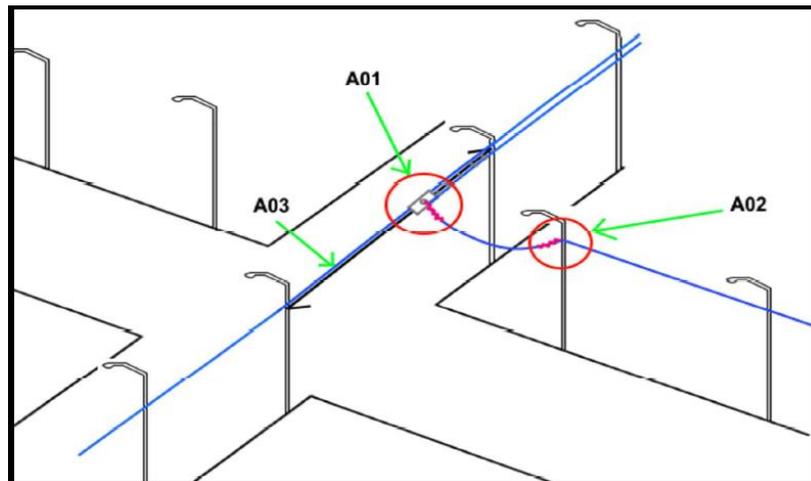


Figura 45. *Tendido de F.O. en vanos flojos.*

Fuente: Elaboración propia.

- **Tendido de fibra óptica en medio cruce**

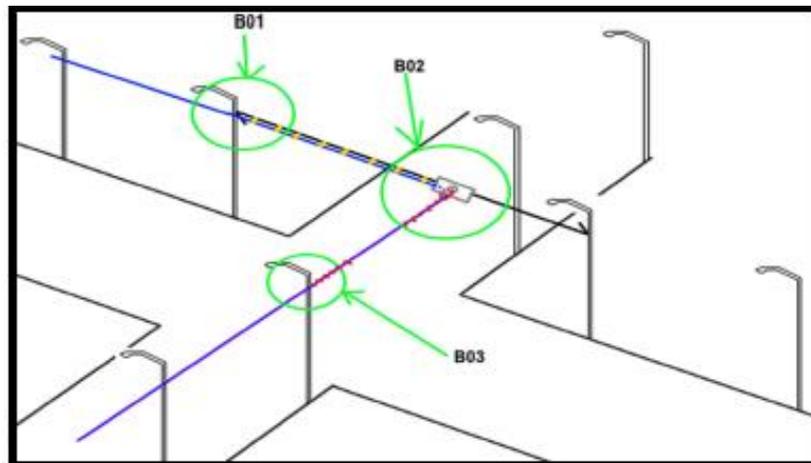


Figura 46. *Tendido de F.O. en medio cruce.*

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, cabe mencionar el acondicionamiento de la fibra se tiene que tener en cuenta las diferentes ferreterías que se encuentran en el mercado, como por ejemplo el cintillo metálico que nos sirve para devanar el cable, cinta ban-dit, los cintillos PVC, clevis y aisladores, etc. Los últimos materiales mencionados juegan un papel muy importante ya que mantienen la fijación del acondicionamiento en el poste y mantienen fijada la fibra.

2.3.4 Certificación

El proceso de certificación, consta de mediciones IOLM y OLTS, para su posterior validación acorde a los parámetros establecidos en la normativa G.984 y adicionalmente a las consideraciones indicadas por el cliente.

- **Mediciones**

Para las mediciones IOLM se necesita un equipo OTDR (IOLM) conectado a la FAT Final (FAT 4) y se debe desconectar cualquier equipo que se encuentre conectado al ODF ubicado en el SITE del cliente.

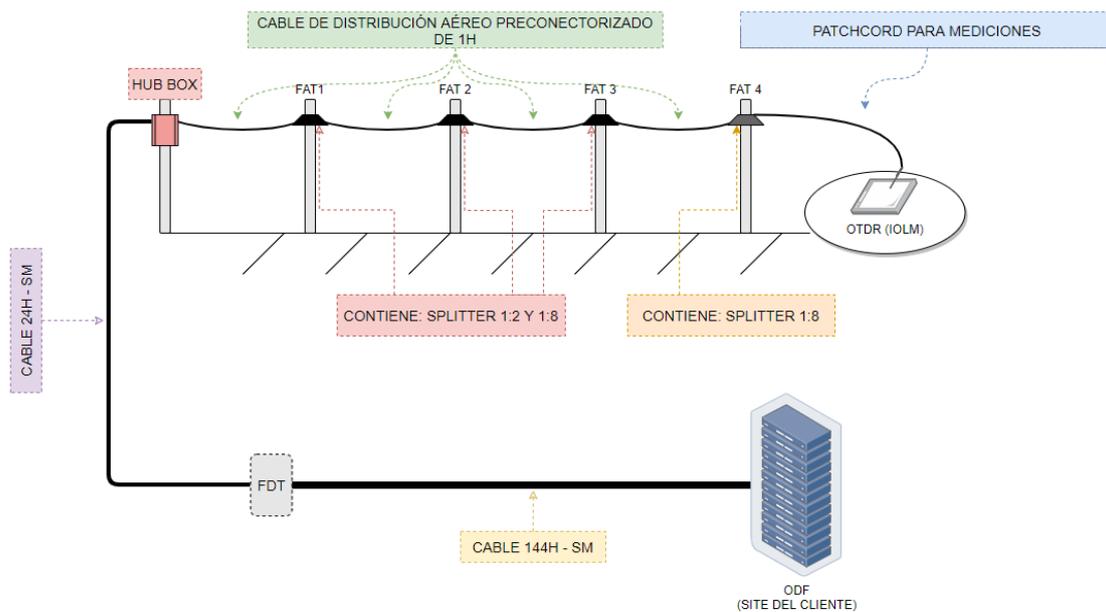


Figura 47. Estructura base del tramo total a certificar.

Fuente: Elaboración propia.

Para las mediciones OLTS, se usan 2 equipos de medición conectados a ambos extremos del tramo, uno conectado a la FAT FINAL (FAT 4) y el otro al ODF ubicado en el SITE del cliente.

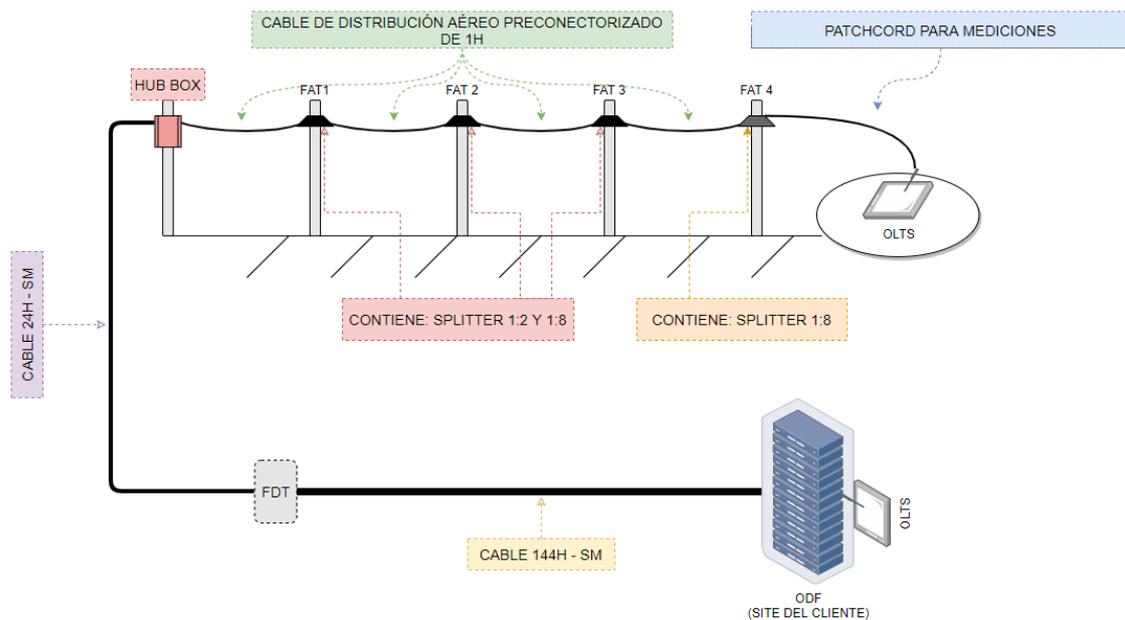


Figura 48. Puntos de conexión de los equipos OLTS para realizar mediciones.

Fuente: Elaboración propia.

- **Parámetros**

Los parámetros a considerar para la validación y certificación son los siguientes:

Tabla 2.
Parámetros IOLM indicados por el cliente

| PARÁMETROS IOLM | | |
|------------------------|-------------------|--------------------|
| Elemento pasivo | Atenuación | |
| | Ideal (dB) | Máxima (dB) |
| Splitter 1:2 | 3.10 | 3.70 |
| Splitter 1:8 | 9.80 | 10.70 |
| Empalme por fusión | 0.00 | 0.20 |
| Empalme por conector | 0.30 | 0.50 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.
Parámetros ORL indicados por el cliente.

| PARÁMETROS ORL | | |
|------------------------------|------------------------|------------------------|
| Longitud de onda (nm) | ORL mínima (dB) | ORL máxima (dB) |
| 1310 | < -45 | < -30 |
| 1550 | < -45 | < -30 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Validación de mediciones**

La validación de mediciones se realizará acorde a los parámetros establecidos por el cliente y las normativas.

Se usará de ejemplo la validación de las mediciones obtenidas de la desde la FAT final (FAT 4) del NODO 20 hasta el ODF ubicado en el SITE del cliente (*Ver Anexo. 19, 20 y 35*)

Datos de la medición:

- **Distancia promedio por nodo = D = 6.00 km**
- **Splitter 1:2 = 3 und.**
- **Splitter 1:8 = 1 und.**
- **#Empalmes por fusión = 2**
- **#Conectores = 1**

Estas validaciones se deberán realizar en todos los nodos (6 nodos) que corresponden al proyecto, dando un total de 8 mediciones IOLM y 8 mediciones OLTS por nodo, y en general se realizarán 48 mediciones IOLM y 48 mediciones OLTS en todo el proyecto.

Se calcula las pérdidas por elementos pasivos:

Tabla 4.
Cálculo de pérdidas por elementos pasivos.

| PARÁMETROS IOLM | | | ATENUACIONES | | |
|---------------------------|------------|-------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Nombre de elemento pasivo | Atenuación | | Cantidad | Pérdida ideal por conectividad (dB) | Pérdida máxima por conectividad (dB) |
| | Ideal (dB) | Máxima (dB) | | | |
| Splitter 1:2 | 3.10 | 3.70 | 3 | 9.3 | 11.1 |
| Splitter 1:8 | 9.80 | 10.70 | 1 | 9.8 | 10.7 |
| Empalme por fusión | 0.00 | 0.20 | 2 | 0 | 0.4 |
| Empalme por conector | 0.30 | 0.50 | 1 | 0.3 | 0.5 |
| TOTAL DE PÉRDIDAS | | | | 19.4 | 22.7 |

Fuente: Elaboración propia basado en los parámetros de cliente (Ver Tabla 2.)

Se calcula las pérdidas por km de fibra óptica:

$$\text{Pérdida por km de F.O. (1310 nm)} = 0.35*(D) + 0.10*(D - 1 \text{ km})$$

$$\text{Pérdida por km de F.O. (1310 nm)} = 0.35*(6.0 \text{ km}) + 0.10*(6.0 \text{ km} - 1 \text{ km})$$

$$\text{Pérdida por km de F.O. (1310 nm)} = 2.60 \text{ dB}$$

$$\text{Pérdida por km de F.O. (1550 nm)} = 0.25*(D) + 0.10*(D - 1 \text{ km})$$

$$\text{Pérdida por km de F.O. (1550 nm)} = 0.25*(6.0 \text{ km}) + 0.10*(6.0 \text{ km} - 1 \text{ km})$$

$$\text{Pérdida por km de F.O. (1550 nm)} = 2.00 \text{ dB}$$

Se calcula las pérdidas totales permitidas:

$$\text{Pérdida total ideal permitida 1310 nm (dB):} = 19.4 + 2.60 = 22.00 \text{ dB}$$

$$\text{Pérdida total máx. permitida 1310 nm (dB):} = 22.7 + 2.60 = 25.30 \text{ dB}$$

$$\text{Pérdida total ideal permitida 1550 nm (dB):} = 19.4 + 2.00 = 21.40 \text{ dB}$$

$$\text{Pérdida total máx. permitida 1550 nm (dB):} = 22.7 + 2.00 = 24.70 \text{ dB}$$

2.3.5 Costos de implementación

En la siguiente Figura 49. se detallan los costos de implementación correspondientes a los 6 nodos que conforman la red FTTH usando cable pre-conectorizado.

| ITEM | CONCEPTO | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------|----------|---------------------|
| 1 | INSTALACIÓN IDENTIFICADORES O ETIQUETAS AUTOLAMINABLE | UNIDAD | S/ 3.50 | 414 | S/ 1,449.00 |
| 2 | INSTALAR CABLE MENSAJERO Y ACCESORIOS | METROS | S/ 1.65 | 16305 | S/ 26,903.25 |
| 3 | INSTALAR CABLE DE F.O EN TENDIDOS AEREOS. (12, 24, 48 HILOS) | METROS | S/ 1.95 | 4401 | S/ 8,581.95 |
| 4 | INSTALAR CABLE DE F.O EN TENDIDOS AEREOS. (96, 144 HILOS) | METROS | S/ 2.00 | 0 | S/ - |
| 5 | INSTALAR CABLE DE F.O PRE-CONECTORIZADA EN TENDIDOS AÉREOS (1 HILO) | UNIDAD | S/ 1.20 | 16305 | S/ 19,566.00 |
| 6 | EMPALME DE F.O. MONOMODO SIN SERVICIO (INCLUYE SMOUV) | UNIDAD | S/ 19.50 | 96 | S/ 1,872.00 |
| 7 | MANIPULACIÓN DE CAJA DE EMPALME O MUFA(UNA) | UNIDAD | S/ 24.69 | 6 | S/ 148.14 |
| 8 | MEDICIÓN ÓPTICA COMPLETA CON EQUIPO IOLM EN CAJA EMPALME, BANDEJA U ODF (POR HILO) | UNIDAD | S/ 12.95 | 48 | S/ 621.60 |
| 9 | MEDICIÓN ÓPTICA COMPLETA CON EQUIPO OLTS EN CAJA EMPALME Y OLT (POR HILO) | UNIDAD | S/ 15.00 | 48 | S/ 720.00 |
| 10 | PREPARACIÓN CABLE DE F.O. PARA EMP. RECTO (PUNTA) DE 288, 96, 48, 24, 12 | UNIDAD | S/ 63.00 | 36 | S/ 2,268.00 |
| 11 | INSTALACIÓN DE FAT | UNIDAD | S/ 42.76 | 192 | S/ 8,209.92 |
| 12 | INSTALACIÓN DE HUBBOX | UNIDAD | S/ 42.76 | 18 | S/ 769.68 |
| 13 | INSTALACIÓN DE CAJA DE EMPALME O MUFA FOSC400 DE 1 A 96 HILOS | UNIDAD | S/ 56.48 | 6 | S/ 338.88 |
| 14 | INSTALACIÓN DE CAJA DE EMPALME O MUFA FOSC400 DE 1 A 144 HILOS | UNIDAD | S/ 58.95 | 0 | S/ - |
| 15 | INSTALACIÓN DE CRUCETA PARA RESERVA DE FIBRA OPTICA | UNIDAD | S/ 14.68 | 0 | S/ - |
| TOTAL | | | | | S/ 71,448.42 |

Figura 49. Costos de implementación de red FTTH - Pre-conectorizado

Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo 2 se detallan los costos de implementación correspondientes a los 6 nodos que conforman la red FTTH, si esta hubiese sido implementada de la manera tradicional; comparando así los costos que conllevan estos dos tipos de implementación.

2.4 Resultados

Durante el desarrollo del presente proyecto se ha abordado tanto la parte teórica de un sistema de red FTTH (Fiber to the Home) y otras bondades que nos brinda la fibra óptica. Este proyecto nos da una comprensión de cómo se puede abordar un proyecto de tal envergadura y una experiencia de trabajo de campo de planta externa.

- En el siguiente cuadro se muestra las diferencias de la implementación de una red FTTH ubicada en el distrito de Imperial (Cañete-Lima), mediante implementación FTTH tradicional y FTTH Pre-conectorizada:

Tabla 5.

Cuadro comparativo de beneficios de implementación FTTH Pre-conectorizada Vs. FTTH Tradicional.

| FTTH IMPLEMENTACIÓN TRADICIONAL | FTTH IMPLEMENTACIÓN PRECONECTORIZADO (DROOP) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mayor posibilidad de replanteo | Sólo se aplica replanteo en caso estrictamente necesario, en el mayor de los casos se respeta el diseño. |
| Mayor número de fusiones, necesitaría 64 aproximado por plano | Las fusiones disminuyen, se necesita 16 fusiones por planos |
| Entre más fusiones mayor número de perdida | Menos pérdidas por existir menor cantidad de fusiones. |
| Los splitter son colocados en las mufas y FAT al momento de realizar las fusiones. | Los splitter vienen incorporados dentro de las mufas y cajas FAT (1:2 y 1:8) |
| * La fibra óptica ADDS viene en bobinas de 4 km de longitud, por ende, es muy probable que los retazos de fibra sean muy comunes, causando desechos y pérdidas de metraje de FO | asegura una rápida instalación, reduce el tiempo de instalación de manera cuantificable. |
| * La cantidad de certificaciones son mayores, pues por nada FAT instalada | *El cable pre-conectorizado, un mayor rendimiento del enlace de |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| es una certificación individual. | extremo a extremo, con uso de conector SC. |
| Hay mayor dificultad para reparar un cable roto. | Reducción en certificación (mediciones) |
| * Las personas encargadas en la instalación tienen que tener una especialización en realizar empalmes a través del método de fusiones. | Se realizan solo 8 mediciones en total en donde se verá cada a detalle cada ramal (de 4 FAT) |
| | Se podrá encontrar cables pre-conectorizados de 5m, 50m, 80m, 100m, 150m y 250 m. |
| | Se puede ahorrar en costos de montaje. |
| | Se puede tener un mejor control a los materiales por utilizar, gracias a su difícil rediseño en campo. |
| | No es necesario que todo el personal sea un experto con referente al personal de implementación |
| | Se puede mejorar al tratar de localizar las fallas de manera visual. |

Fuente: Elaboración propia.

- Se elaboró y se verificó el cumplimiento del cronograma de actividades, logrando reducir los tiempos de implementación a un tiempo de 5 días por nodo; se emplearon 3 grupos de trabajo para poder realizar la implementación, de los 6 nodos del proyecto, en un total de 10 días (2 Nodos por cada grupo de trabajo). (Ver Figura 50); adicionalmente se realizó un cronograma de actividades en caso el presente proyecto hubiese sido implementado de la manera tradicional (Ver Anexo 3).

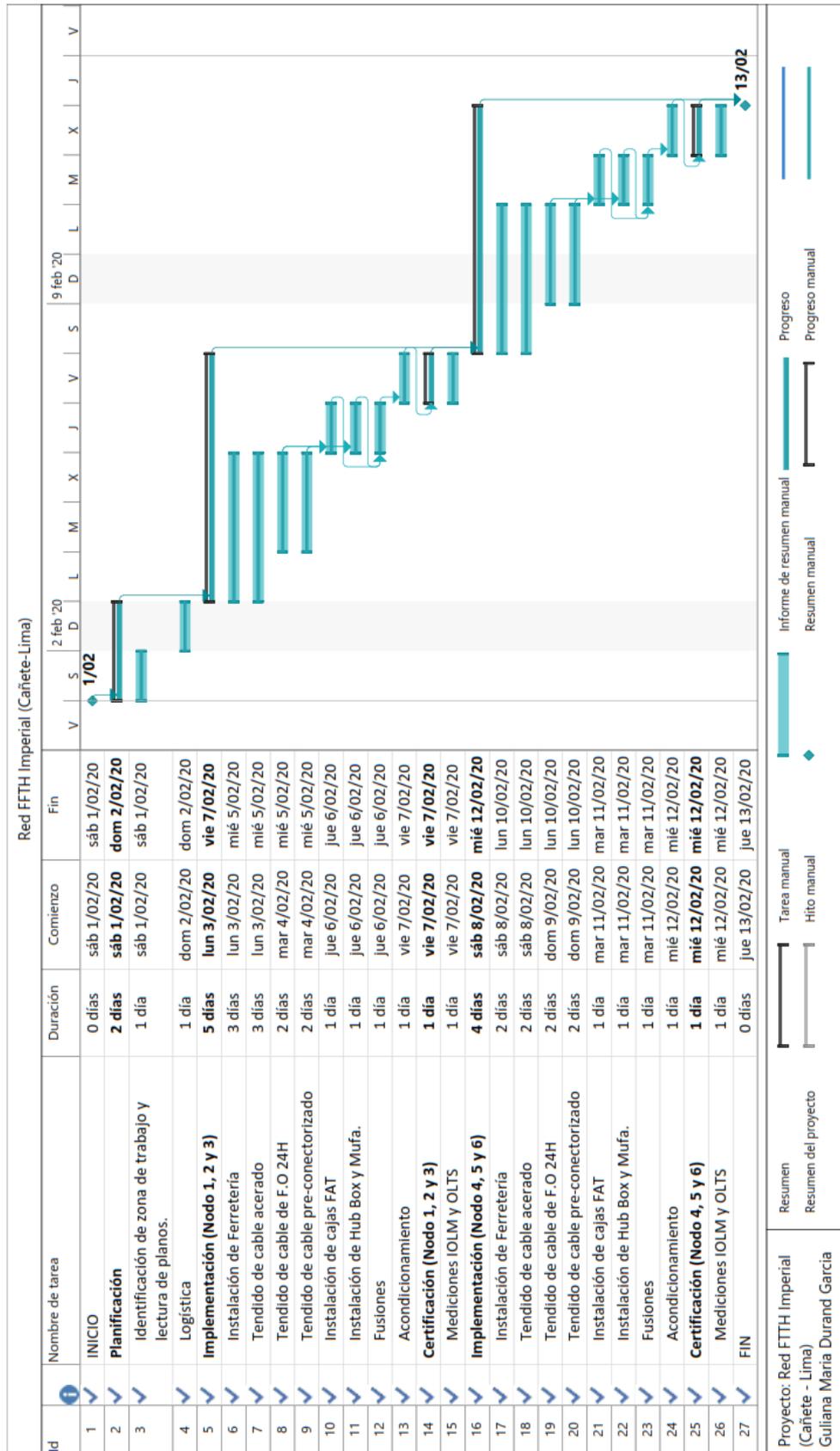


Figura 50. Cronograma de implementación de la red FTTH pre-conectorizada - Imperial (Cañete-Lima)

Fuente: Elaboración propia usando el software MS Project.

- Se realizó la implementación de la red FTTH en Imperial distrito de Cañete – Lima, respetando el diseño que se nos fue facilitado, logrando así que los puertos diseñados queden al 100% disponibles para los hogares que tienen “cobertura”. La implementación se realizó respetando las normas de ITU-T G.984 y las normas nacionales de telecomunicaciones; desde el trabajo de obras civiles (plantado de postes) y la implementación de cajas de distribución (cajas FAT´s) según la norma EC.040.
- Se documentaron y revisaron a detalle todas las pruebas IOLM y OLTS, pertenecientes a los 6 Nodos, dando un total de 48 mediciones IOLM y 48 mediciones OLTS; las pruebas dieron resultados satisfactorios ya que cumplieron los parámetros establecidos por el cliente (Ver Tabla 2-3).

Los valores completos de los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en los Nodos 15, 16, 17, 18 y 19, se encuentran detallados en los Anexos (*Ver Anexo 13 – 17*).

En las Figuras 51-52, se muestra la tabla de valores de pérdidas, del Nodo 20, obtenidos en las mediciones IOLM y OLT (*Ver Anexo 19 – 42*).

| LONGITUD DE TRAMO (km) | DESCRIPCIÓN | PÉRDIDAS EN SPLITTER (dB) | | | | | | PÉRDIDAS POR EMPALME (dB) | | PÉRDIDAS POR CONECTOR (dB) | | PÉRDIDAS DE RETORNO / ORL (dB) | | | | ESTADO |
|------------------------|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------|---------|---------------------------|---------|----------------------------|---|--------------------------------|---|---|---|----------|
| | | 1310 nm | | 1550 nm | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | A | B | A | B | A | B | |
| | | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | | | | | | | | | | | |
| 6.0034 | FAT 1 | 2.329 | | 2.301 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 2 | 1.771 | | 1.798 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 3 | 1.926 | | 2.000 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 4 | | 9.831 | | 9.707 | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | HUB BOX | | | | | 0.126 | 0.140 | | | | | | | | | APROBADO |
| | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.252 | 0.111 | | | | | | | APROBADO |
| 6.0449 | FAT 5 | 2.771 | | 2.579 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 6 | 2.135 | | 1.919 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 7 | 1.835 | | 1.927 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 8 | | 9.306 | | 9.221 | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | HUB BOX | | | | | 0.163 | 0.118 | | | | | | | | | APROBADO |
| | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.490 | 0.475 | | | | | | | APROBADO |
| 6.0370 | FAT 9 | 2.257 | | 1.811 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 10 | 1.863 | | 1.923 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 11 | 1.821 | | 2.053 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 12 | | 10.100 | | 10.132 | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | HUB BOX | | | | | 0.144 | 0.167 | | | | | | | | | APROBADO |
| | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.341 | 0.112 | | | | | | | APROBADO |
| 5.9570 | FAT 13 | 2.378 | | 2.489 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 14 | 1.766 | | 1.669 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 15 | 1.737 | | 1.684 | | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 16 | | 9.820 | | 9.822 | | | | | | | | | | | APROBADO |
| | HUB BOX | | | | | 0.100 | 0.100 | | | | | | | | | APROBADO |
| | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.433 | 0.316 | | | | | | | APROBADO |

Figura 51. Cuadro de pérdidas ópticas obtenidas - Nodo 20 (Fat 1 - Fat 16)

Fuente: Elaboración propia basado en las mediciones IOLM y OLTS realizadas en el proyecto.

| LONGITUD DE TRAMO (km) | DESCRIPCIÓN | PÉRDIDAS EN SPLITTER (dB) | | | | PÉRDIDAS POR EMPALME (dB) | | PÉRDIDAS POR CONECTOR (dB) | | PÉRDIDAS DE RETORNO / ORL (dB) | | | ESTADO | |
|------------------------|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|--------------------------------|---|---|--------|----------|
| | | 1310 nm | | 1550 nm | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | A | B | B | | |
| | | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | | | | | | | | | |
| 6.3415 | FAT 17 | 1.617 | | 1.520 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 18 | 2.068 | | 2.024 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 19 | 2.150 | | 1.946 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 20 | | 9.959 | | 9.591 | | | | | | | | | APROBADO |
| | HUB BOX | | | | | 0.194 | 0.102 | | | | | | | APROBADO |
| | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.446 | 0.343 | | | | | APROBADO |
| | FAT 21 | 1.865 | | 1.863 | | | | | | | | | | APROBADO |
| 6.1182 | FAT 22 | 1.999 | | 2.012 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 23 | 1.669 | | 1.808 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 24 | | 10.591 | | 10.228 | | | | | | | | | APROBADO |
| | HUB BOX | | | | | 0.137 | 0.129 | | | | | | | APROBADO |
| | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.297 | 0.211 | | | | | APROBADO |
| | FAT 25 | 2.491 | | 2.624 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 26 | 2.449 | | 2.268 | | | | | | | | | | APROBADO |
| 6.0696 | FAT 27 | 1.634 | | 1.671 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 28 | | 9.459 | | 9.247 | | | | | | | | | APROBADO |
| | HUB BOX | | | | | 0.100 | 0.100 | | | | | | | APROBADO |
| | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.405 | 0.286 | | | | | APROBADO |
| | FAT 29 | 1.617 | | 1.617 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 30 | 2.068 | | 2.068 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | FAT 31 | 2.150 | | 1.946 | | | | | | | | | | APROBADO |
| 6.3415 | FAT 32 | | 9.959 | | 9.591 | | | | | | | | | APROBADO |
| | HUB BOX | | | | | 0.194 | 0.102 | | | | | | | APROBADO |
| | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.446 | 0.343 | | | | | APROBADO |

Figura 52. Cuadro de pérdidas ópticas obtenidas - Nodo 20 (Fat 17 - Fat 32)

Fuente: Elaboración propia basado en las mediciones IOLM y OLTS realizadas en el proyecto.

- Se hizo la comparativa de costos de implementación de la red FTTH en Imperial distrito de Cañete – Lima, mediante FTTH pre-conectorizado y FTTH tradicional; y se muestran los resultados en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6.

Costos de implementación - FTTH Pre-conectorizado Vs. FTTH Tradicional.

| | IMPLEMENTACIÓN FTTH | |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| | PRECONECTORIZADO | TRADICIONAL |
| PAGO A RECIBIR | S/ 259,584.00 | S/ 259,584.00 |
| COSTO PROYECTO | S/ 71,448.42 | S/ 124,496.28 |
| GANANCIA | S/ 188,135.58 | S/ 135,087.72 |
| PORCENTAJE DE GANANCIA | 72.48% | 52.04% |

Fuente: Elaboración propia

La diferencia de costos de implementación del proyecto FTTH Tradicional (S/ 124,496.28) frente a los costos de implementación mediante FTTH pre-conectorizado (S/ 71,448.42), nos muestran una reducción de costo de proyecto de 42.61%.

CONCLUSIONES

- Se logró demostrar los beneficios que supone la implementación de la red FTTH usando el cable pre-conectorizado, en comparación de la implementación FTTH tradicional. (*Ver Tabla 5.*)
- Se logró demostrar que el periodo de implementación del proyecto si puede ser ejecutado sin inconvenientes, debido a que hubo una disminución de fusiones y disminución de mediciones y certificaciones. Cabe resaltar que la instalación de un cable pre-conectorizado es más rápida, puesto que ya vienen listos para ser conectados a las cajas FAT (Caja Terminal de distribución) y también vienen ya con el metraje que se requiere en los tramos, es por eso que la implementación se pudo realizar con mayor rapidez, precisión y sin presentar inconvenientes que retrasen el cronograma de actividades establecido (*Ver Figura 50.*)
- Se cumplió el cronograma propuesto y con esto pudimos confirmar en el cuadro de precarios, pues el traslado de personal y el costo de mano de obra baja cuantificablemente debido a que los días de implementación se acortan. Al haber más facilidad al momento de certificar, es suficiente solo manejar un IOLM y un par de OLT's pues en un día se puede hasta medir de 2 a 3 planos al día.
- Se logró realizar las certificaciones (*Ver Figura 51-52*); cada grupo de trabajo realizó 16 mediciones por plano (8 mediciones IOLM y 8 OLT's), dando un total de 48 mediciones por día (3 grupos de trabajo), logrando así completar las 96 mediciones previstas (6 nodos) en el periodo previsto según cronograma (*Ver Figura 50.*) y se validaron acorde a los parámetros establecidos por el cliente, cumpliendo también los parámetros establecidos en las normativas ITU-T G.984.
- Se logró demostrar los beneficios económicos que supone la implementación de la red FTTH usando el cable pre-conectorizado, en comparación de la implementación FTTH tradicional. Debido a que el porcentaje de ganancia que se obtuvo mediante la implementación de FTTH pre-conectorizado (72.48%) es superior, en 20.44%, al que se obtendría si este fuese implementado de la forma tradicional (52.04%) (*Ver Tabla 6.*)

BIBLIOGRAFÍA

1.-Prieto, Z. J. (2014). Diseño de una red de acceso mediante fibra óptica. España, Universidad Politécnica de Madrid.

2.-Guanotasig, M. B (2014). Estudio y diseño de una red de fibra óptica GPON (red óptica pasiva con capacidad de gigabit) para el edificio matriz de la “Universidad tecnológica Israel” implementada en una maqueta técnica de medición y pruebas. Ecuador, Universidad Tecnológica de Israel.

3.- Cortés, A. (2016). Planificación y diseño de redes FTTH basadas en zonificación y servicios. Panamá, Universidad de Panama.

4.- Gerónimo, M. C. (2008). Manual de comunicaciones Ópticas. Lima, Perú.

5.- Pachas, M. M. (2018). Diseño de una red FTTH con despliegue de fibra óptica mediante el sistema de alcantarillado en el distrito de el Agustino. Lima, PUCP.

6.- Carbajal, C. I. (2018). La tecnología FTTH como medio de acceso al servicio de internet ofrecido por la empresa red Intercalle Perú SAC en la ciudad de Huancayo. Huancayo, Universidad Nacional del Centro del Perú.

7.- Cedillo y Nieto. (2019). Análisis para la optimización del presupuesto óptico sobre última milla, mediante pruebas dentro de la red GPON en CNT en la ciudad de Azogues. Cuenca – Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

ANEXOS

Anexo 1. Listado de materiales por plano - FTTH Pre-conectorizado Imperial (Cañete - Lima)

MATERIALES POR PLANO - CAÑETE

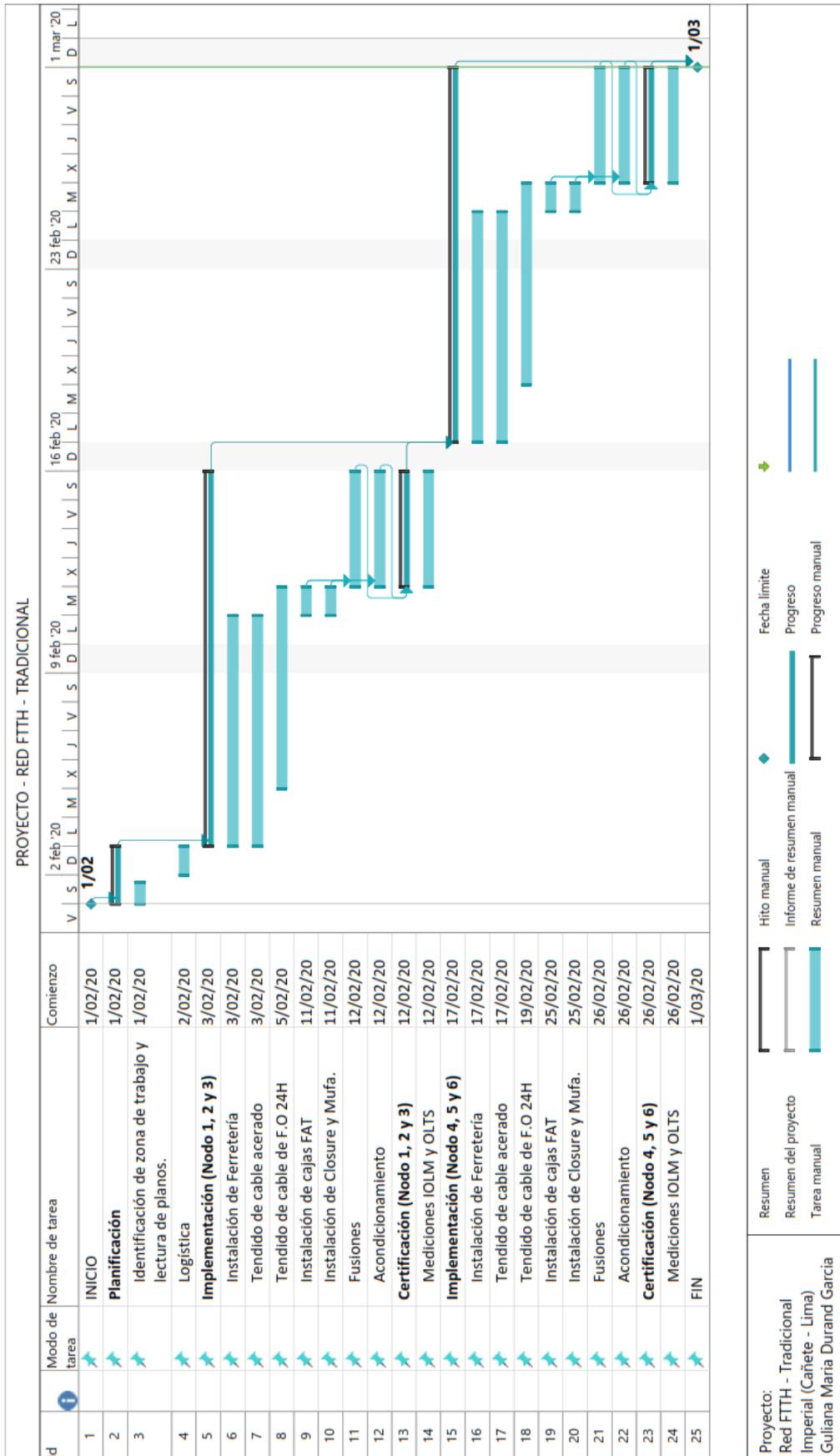
| | | | | | | | |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Planos - Cañete [Imperial] | LMCN015 | LMCN016 | LMCN017 | LMCN018 | LMCN019 | LMCN020 | TOTAL |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|

| ITEM | DESCRIPCION | Cantidad | Cantidad | Cantidad | Cantidad | Cantidad | Cantidad | TOTAL | UND |
|------|-----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|-----|
| 1 | CABLE ADSS 4000N (69186) 24 HILOS F.O.SM | 795.00 | 680.00 | 599.00 | 840.00 | 812.00 | 675.00 | 4401.00 | MT |
| 2 | Cable Pre-conectorizado de Distribucion 5 m | 1.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 5.00 | UND |
| 3 | Cable Pre-conectorizado de Distribucion 50 m | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 7.00 | 10.00 | 10.00 | 57.00 | UND |
| 4 | Cable Pre-conectorizado de Distribucion 80 m | 12.00 | 11.00 | 13.00 | 12.00 | 10.00 | 13.00 | 71.00 | UND |
| 5 | Cable Pre-conectorizado de Distribucion 100 m | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 5.00 | 6.00 | 6.00 | 32.00 | UND |
| 6 | Cable Pre-conectorizado de Distribucion 150 m | 4.00 | 4.00 | 1.00 | 6.00 | 5.00 | 2.00 | 22.00 | UND |
| 7 | Cable Pre-conectorizado de Distribucion 250 m | 1.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 5.00 | UND |
| 8 | FAT Even 8 salidas | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 48.00 | UND |
| 9 | FAT Uneven 1 entrada, 9 salidas | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 144.00 | UND |
| 10 | HERRAJE ORDENADOR DE RESERVA PARA FAT | 32 | 32.00 | 32.00 | 32.00 | 32.00 | 32.00 | 192.00 | UND |
| 11 | Closure 96 Uneven Solution | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 6.00 | UND |
| 12 | HERRAJE DE MONTAJE POSTE FAT HUB BOX | 36 | 36 | 36 | 36.00 | 36.00 | 36.00 | 216.00 | UND |
| 13 | Hub Box 8 salidas | 3 | 3 | 3 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 18.00 | UND |
| 14 | TREBOL | 42 | 44 | 46 | 41.00 | 56.00 | 48.00 | 277.00 | UND |
| 15 | TEMPLADORES | 130 | 120 | 187 | 120.00 | 151.00 | 135.00 | 843.00 | UND |

Anexo 2. Costos de implementación correspondientes a los 6 nodos que conforman la red FTTH, mediante implementación tradicional.

| ITEM | CONCEPTO | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------|----------|---------------------|
| 1 | INSTALACIÓN IDENTIFICADORES O ETIQUETAS AUTOLAMINABLE | UNIDAD | S/ 3.50 | 408 | S/ 1,428.00 |
| 2 | INSTALAR CABLE MENSAJERO Y ACCESORIOS | METROS | S/ 1.65 | 4000 | S/ 6,600.00 |
| 3 | INSTALAR CABLE DE F.O EN TENDIDOS AEREOS. (12, 24, 48 HILOS) | METROS | S/ 1.95 | 20706 | S/ 40,376.70 |
| 4 | INSTALAR CABLE DE F.O EN TENDIDOS AEREOS. (96, 144 HILOS) | METROS | S/ 2.00 | 0 | S/ - |
| 5 | INSTALAR CABLE DE F.O PRE-CONECTORIZADA EN TENDIDOS AÉREOS (1 HILO) | UNIDAD | S/ 100.00 | 0 | S/ - |
| 6 | EMPALME DE F.O. MONOMODO SIN SERVICIO (INCLUYE SMOUV) | UNIDAD | S/ 19.50 | 240 | S/ 4,680.00 |
| 7 | MANIPULACIÓN DE CAJA DE EMPALME O MUFA(UNA) | UNIDAD | S/ 24.69 | 6 | S/ 148.14 |
| 8 | MEDICIÓN ÓPTICA COMPLETA CON EQUIPO IOLM EN CAJA EMPALME, BANDEJA U ODF (POR HILO) | UNIDAD | S/ 12.95 | 192 | S/ 2,486.40 |
| 9 | MEDICIÓN ÓPTICA COMPLETA CON EQUIPO OLTS EN CAJA EMPALME Y OLT (POR HILO) | UNIDAD | S/ 15.00 | 192 | S/ 2,880.00 |
| 10 | PREPARACIÓN CABLE DE F.O. PARA EMP. RECTO (PUNTA) DE 288, 96, 48, 24, 12 | UNIDAD | S/ 128.00 | 420 | S/ 53,760.00 |
| 11 | INSTALACIÓN DE FAT | UNIDAD | S/ 42.76 | 192 | S/ 8,209.92 |
| 12 | INSTALACIÓN DE HUBBOX | UNIDAD | S/ 42.76 | 18 | S/ 769.68 |
| 13 | INSTALACIÓN DE CAJA DE EMPALME O MUFA FOSC400 DE 1 A 96 HILOS | UNIDAD | S/ 56.48 | 6 | S/ 338.88 |
| 14 | INSTALACIÓN DE CAJA DE EMPALME O MUFA FOSC400 DE 1 A 144 HILOS | UNIDAD | S/ 58.95 | 0 | S/ - |
| 15 | INSTALACIÓN DE CRUCETA PARA RESERVA DE FIBRA OPTICA | UNIDAD | S/ 14.68 | 192 | S/ 2,818.56 |
| TOTAL | | | | | S/124,496.28 |

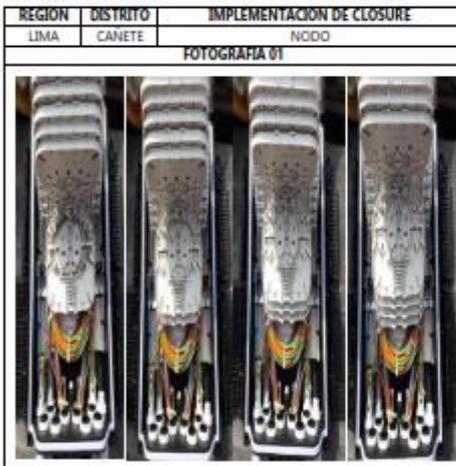
Anexo 3. Cronograma de implementación de la red FTTH mediante la forma tradicional.



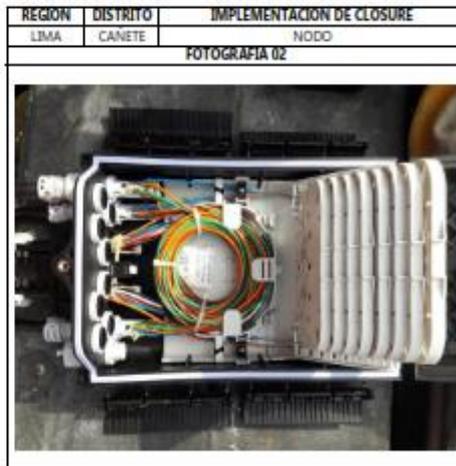
Anexo 4. Reporte fotográfico (Terminal de empalme – Nodo 17)

REPORTE FOTOGRAFICO - NODO

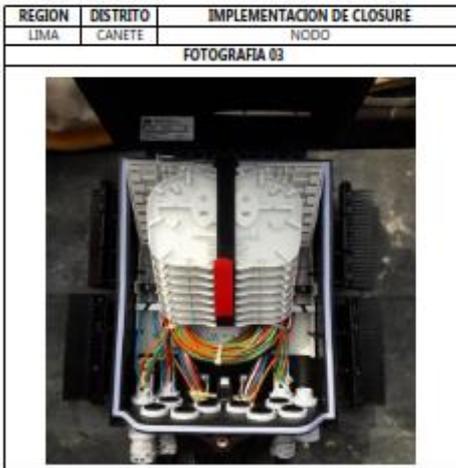
DIRECCION:
 PLANO: LMCN017_F
 CODIGO:
 DISTRITO: IMPERIAL



OBSERVACIONES:
 VISTA FRONTAL DE CADA BANDEJA DE FO - Debe apreciarse la fijación, orden y curvatura de las fibras



OBSERVACIONES:
 VISTA POSTERIOR DE CADA BANDEJA DE FO - Debe apreciarse la FUSION de FO, fijación, orden y curvatura de las fibras



OBSERVACIONES:
 VISTA DE LAS BANDEJAS ASEGURADAS - Debe apreciarse las bandejas de FO aseguradas con cinta Velcro



OBSERVACIONES:
 CABLES OPTICOS ASEGURADOS - Verifique si los cables opticos y las fibras están asegurados de manera confiable. Debe mostrar la base para evidenciar

Anexo 5. Reporte fotográfico (HUB BOX 1 – Nodo 17)

REPORTE FOTOGRAFICO - HUB BOX

DIRECCION:
 PLANO: LMCN017_F
 CODIGO:
 DISTRITO: IMPERIAL

| REGION | DISTRITO | IMPLEMENTACION DE CLOSURE |
|--------|----------|---------------------------|
| LIMA | CANETE | 1CD1 |

FOTOGRAFIA 01



OBSERVACIONES:

VISTA FRONTAL DE CADA BANDEJA DE FO - Debe apreciarse la fijación, orden y curvatura de las fibras

| REGION | DISTRITO | IMPLEMENTACION DE CLOSURE |
|--------|----------|---------------------------|
| LIMA | CANETE | 1CD1 |

FOTOGRAFIA 02

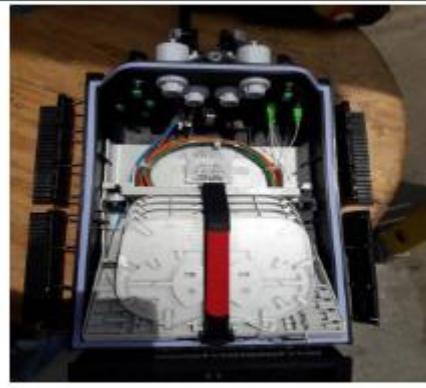


OBSERVACIONES:

VISTA POSTERIOR DE CADA BANDEJA DE FO - Debe apreciarse la FUSION de FO, fijación, orden y curvatura de las fibras

| REGION | DISTRITO | IMPLEMENTACION DE CLOSURE |
|--------|----------|---------------------------|
| LIMA | CANETE | 1CD1 |

FOTOGRAFIA 03



OBSERVACIONES:

VISTA DE LAS BANDEJAS ASEGURADAS - Debe apreciarse las bandejas de FO aseguradas con cinta Velcro

| REGION | DISTRITO | IMPLEMENTACION DE CLOSURE |
|--------|----------|---------------------------|
| LIMA | CANETE | 1CD1 |

FOTOGRAFIA 04



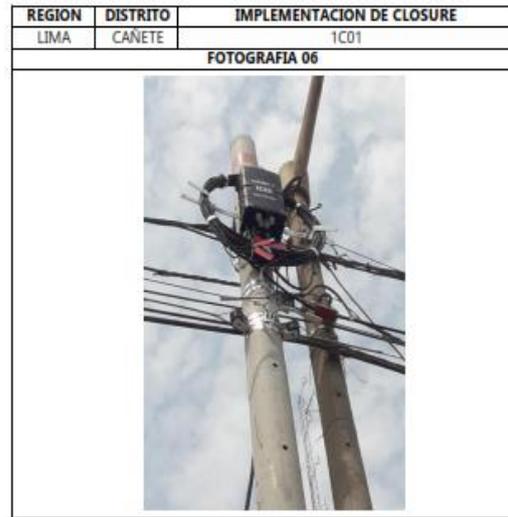
OBSERVACIONES:

CABLES OPTICOS ASEGURADOS - Verifique si los cables ópticos y las fibras están asegurados de manera confiable. Debe mostrar la base para evidenciar

Anexo 6. Reporte fotográfico (HUB BOX 1 – Nodo 17)



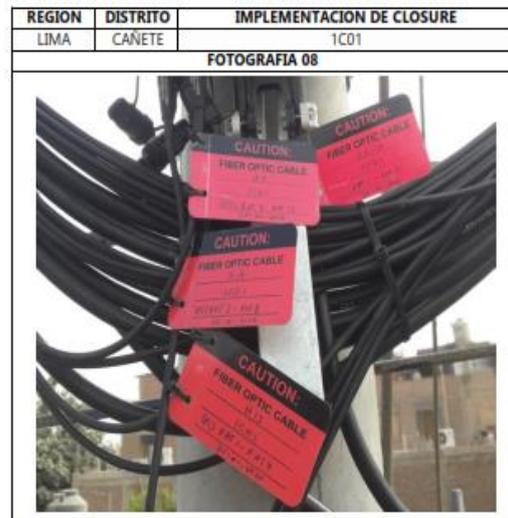
OBSERVACIONES:
 CIERRE DE LA CARCASA - La junta de la carcasa es plana (presione hacia abajo la junta si se abomba) y el cierre



OBSERVACIONES:
 VISTA PANORAMICA DEL SSC2110 - Debe observarse la ubicación y fijación del SSC2110 al centro de la cruzeta



OBSERVACIONES:
 ETIQUETA CABLE FO INGRESO AL CLOSURE



OBSERVACIONES:
 ETIQUETA CABLE FO DEL CLOSURE HACIA EL FAT

Anexo 7. Reporte fotográfico (HUB BOX 2 – Nodo 17)

| REGION | DISTRITO | IMPLEMENTACION DE CLOSURE |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|
| LIMA | CAÑETE | 2C01 |
| FOTOGRAFIA 05 | | |
|  | | |
| OBSERVACIONES: CIERRE DE LA CARCASA - La junta de la carcasa es plana (presione hacia abajo la junta si se abomba) y el cierre | | |

| REGION | DISTRITO | IMPLEMENTACION DE CLOSURE |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|
| LIMA | CAÑETE | 2C01 |
| FOTOGRAFIA 06 | | |
|  | | |
| OBSERVACIONES: VISTA PANORAMICA DEL SSC2110 - Debe observarse la ubicación y fijación del SSC2110 al centro de la cruceta | | |

Anexo 8. Reporte fotográfico (HUB BOX 3 – Nodo 17)

| REGION | DISTRITO | IMPLEMENTACION DE CLOSURE |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|
| LIMA | CAÑETE | 3C01 |
| FOTOGRAFIA 05 | | |
|  | | |
| OBSERVACIONES: CIERRE DE LA CARCASA - La junta de la carcasa es plana (presione hacia abajo la junta si se abomba) y el cierre | | |

| REGION | DISTRITO | IMPLEMENTACION DE CLOSURE |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|
| LIMA | CAÑETE | 3C01 |
| FOTOGRAFIA 06 | | |
|  | | |
| OBSERVACIONES: VISTA PANORAMICA DEL SSC2110 - Debe observarse la ubicación y fijación del SSC2110 al centro de la cruceta | | |

Anexo 9. Reporte fotográfico (FAT 1 – Nodo 17)

REPORTE FOTOGRAFICO - FAT

DIRECCION:
PLANO: LMCN017_F
CODIGO:
DISTRITO: IMPERIAL



OBSERVACIONES:
 CIERRE DE LA CARCASA - La junta de la carcasa es plana (presione hacia abajo la junta si se abomba) y el cierre



OBSERVACIONES:
 VISTA PANORAMICA DEL SSC2801 - Debe observarse la ubicación y fijación del SSC2801 al centro de la cruzeta o brazo.

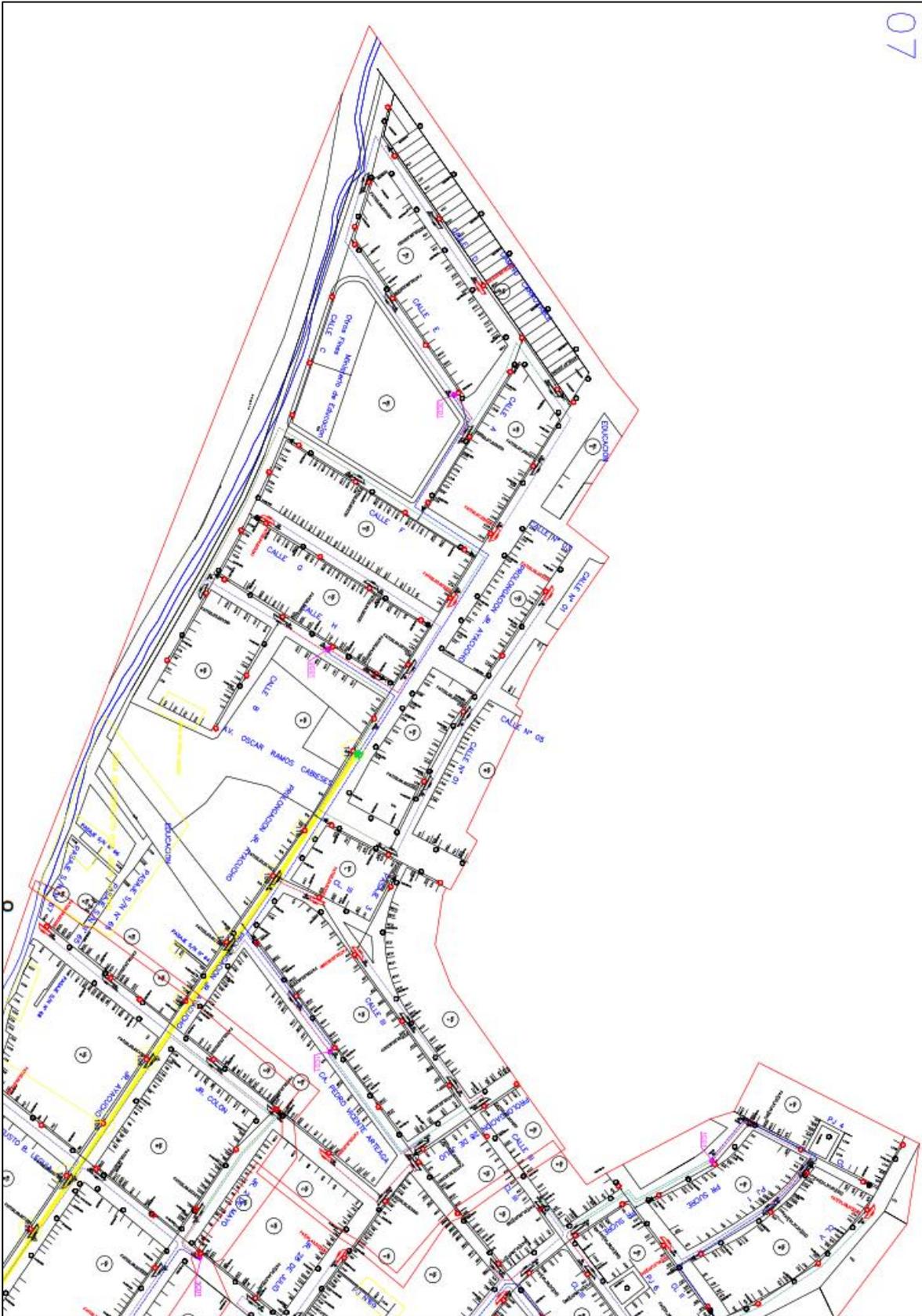


OBSERVACIONES:
 ETIQUETA CABLE FO INGRESO DESDE EL FDT HACIA EL FAT



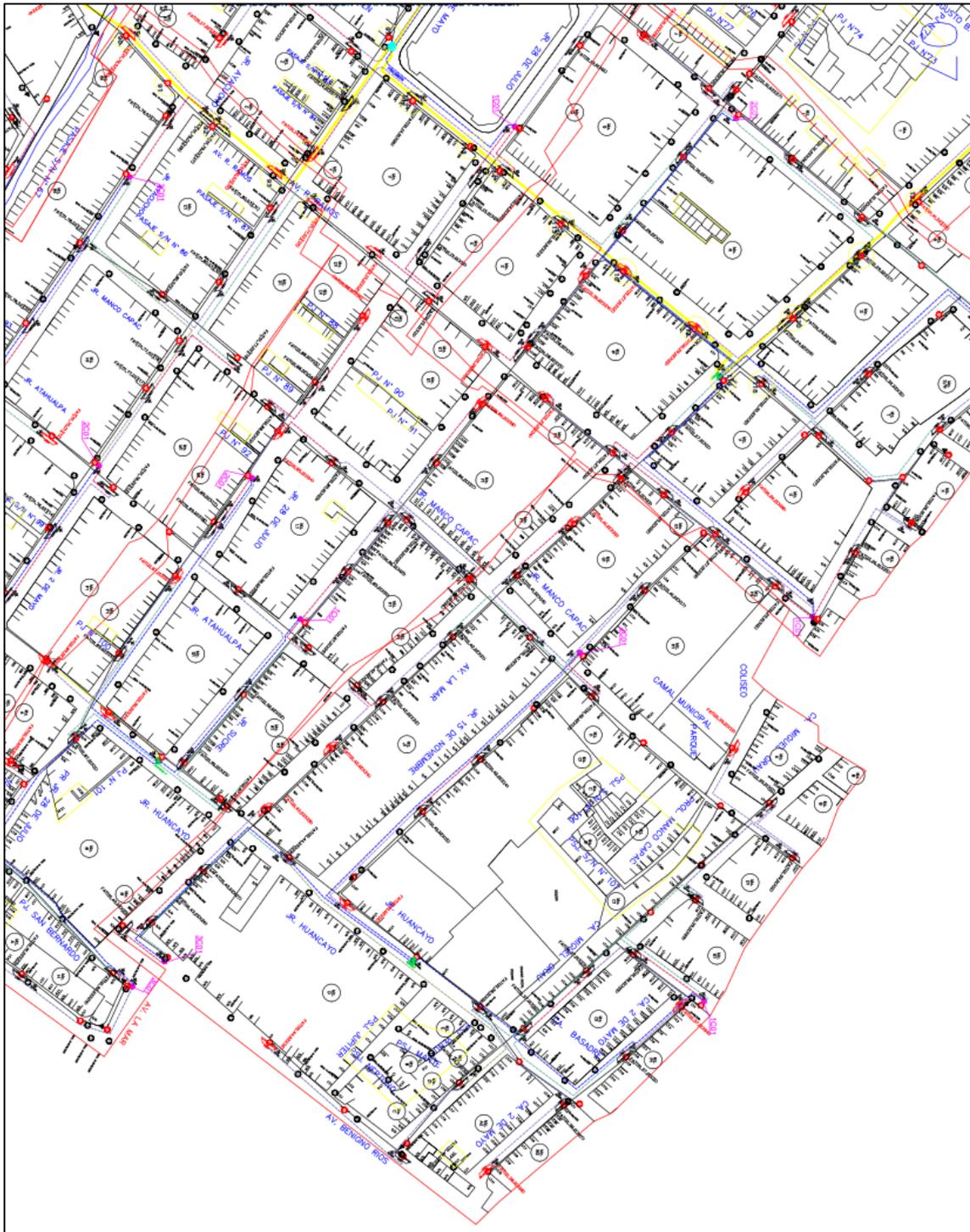
OBSERVACIONES:
 ETIQUETA CABLE FO SALIDA DESDE EL FAT AL FAT SIGUIENTE

Anexo 10. Plano ASBUILT-1 de Imperial Cañete



07

Anexo 12. Plano ASBUILT-3 de Imperial Cañete



Anexo 13. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 15 (Fat 1 - Fat 32)

| LONGITUD DE TRAMO (km) | DESCRIPCIÓN | PÉRDIDAS EN SPLITTER (dB) | | | | PÉRDIDAS POR EMPALME (dB) | | PÉRDIDAS POR CONECTOR (dB) | | PÉRDIDAS DE RETORNO / ORL (dB) | | | | ESTADO | |
|------------------------|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|--------------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | | 1310 nm | | 1550 nm | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | | 1550 nm | | | |
| | | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | | | | | A | B | A | B | | |
| NODO 15 | 5.9048 | FAT 1 | 2.106 | | 1.626 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 2 | 2.009 | | 1.763 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 3 | 2.119 | | 1.868 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 4 | | 10.310 | | 9.300 | | | | | -53.785 | -34.060 | -55.425 | -34.876 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.151 | 0.167 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.144 | 0.142 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.278 | 0.265 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9649 | FAT 5 | 2.170 | | 1.805 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 6 | 2.269 | | 1.660 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 7 | 2.074 | | 1.768 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 8 | | 9.960 | | 9.420 | | | | | -53.218 | -34.605 | -57.518 | -34.832 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.156 | 0.140 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.156 | 0.163 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.274 | 0.274 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9504 | FAT 9 | 2.111 | | 1.638 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 10 | 2.117 | | 1.807 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 11 | 2.010 | | 1.672 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 12 | | 9.700 | | 9.600 | | | | | -50.137 | -34.991 | -56.664 | -34.253 | APROBADO |
| HUB BOX | | | | | | 0.137 | 0.151 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | 0.155 | 0.152 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.287 | 0.316 | | | | | APROBADO | | |
| 6.0157 | FAT 13 | 2.153 | | 1.783 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 14 | 2.099 | | 1.796 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 15 | 2.272 | | 1.747 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 16 | | 10.370 | | 9.370 | | | | | -52.062 | -34.363 | -55.004 | -34.180 | APROBADO | |
| | HUB BOX | | | | | 0.162 | 0.155 | | | | | | | APROBADO | |
| | MUFA | | | | | 0.166 | 0.166 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.255 | 0.348 | | | | | APROBADO | | |
| NODO 15 | 5.9192 | FAT 17 | 2.147 | | 1.695 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 18 | 2.118 | | 1.855 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 19 | 2.181 | | 1.761 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 20 | | 9.760 | | 9.340 | | | | | -50.247 | -33.900 | -55.411 | -34.120 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.163 | 0.136 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.142 | 0.150 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.271 | 0.317 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9634 | FAT 21 | 2.114 | | 1.814 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 22 | 2.007 | | 1.729 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 23 | 2.019 | | 1.749 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 24 | | 10.400 | | 9.280 | | | | | -50.183 | -33.810 | -58.452 | -34.110 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.154 | 0.129 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.157 | 0.158 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.280 | 0.299 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9584 | FAT 25 | 2.048 | | 1.719 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 26 | 2.210 | | 1.684 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 27 | 2.162 | | 1.897 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 28 | | 10.300 | | 9.450 | | | | | -51.965 | -34.630 | -54.267 | -34.600 | APROBADO |
| HUB BOX | | | | | | 0.138 | 0.131 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | 0.126 | 0.129 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.265 | 0.260 | | | | | APROBADO | | |
| 5.9166 | FAT 29 | 2.019 | | 1.605 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 30 | 2.221 | | 1.688 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 31 | 2.298 | | 1.773 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 32 | | 9.830 | | 9.520 | | | | | -50.876 | -34.040 | -54.992 | -34.270 | APROBADO | |
| | HUB BOX | | | | | 0.135 | 0.125 | | | | | | | APROBADO | |
| | MUFA | | | | | 0.131 | 0.140 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.250 | 0.317 | | | | | APROBADO | | |

Anexo 14. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 16 (Fat 1 - Fat 32)

| LONGITUD DE TRAMO (km) | DESCRIPCIÓN | PÉRDIDAS EN SPLITTER (dB) | | | | PÉRDIDAS POR EMPALME (dB) | | PÉRDIDAS POR CONECTOR (dB) | | PÉRDIDAS DE RETORNO / ORL (dB) | | | | ESTADO | |
|------------------------|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|--------------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | | 1310 nm | | 1550 nm | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | | 1550 nm | | | |
| | | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | | | | | A | B | A | B | | |
| NODO 16 | 5.9307 | FAT 1 | 2.110 | | 1.837 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 2 | 2.273 | | 1.891 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 3 | 2.113 | | 1.898 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 4 | | 9.830 | | 9.410 | | | | | -51.624 | -34.345 | -58.890 | -34.244 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.128 | 0.136 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.164 | 0.121 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.288 | 0.275 | | | | | APROBADO | |
| | 6.0181 | FAT 5 | 2.190 | | 1.880 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 6 | 2.103 | | 1.695 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 7 | 2.124 | | 1.884 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 8 | | 10.480 | | 9.370 | | | | | -50.862 | -34.219 | -58.400 | -34.505 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.125 | 0.131 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.135 | 0.169 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.322 | 0.346 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9402 | FAT 9 | 2.246 | | 1.724 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 10 | 2.225 | | 1.711 | | | | | | | | | | APROBADO |
| FAT 11 | | 2.084 | | 1.677 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| FAT 12 | | | 10.090 | | 9.520 | | | | | -50.831 | -34.042 | -56.425 | -34.037 | APROBADO | |
| HUB BOX | | | | | | 0.155 | 0.134 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | 0.150 | 0.165 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.339 | 0.269 | | | | | APROBADO | | |
| 5.9280 | FAT 13 | 2.016 | | 1.701 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 14 | 2.055 | | 1.736 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 15 | 2.038 | | 1.793 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 16 | | 10.230 | | 9.530 | | | | | -50.838 | -34.531 | -57.162 | -34.523 | APROBADO | |
| | HUB BOX | | | | | 0.147 | 0.153 | | | | | | | APROBADO | |
| | MUFA | | | | | 0.146 | 0.159 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.347 | 0.325 | | | | | APROBADO | | |
| NODO 16 | 5.9104 | FAT 17 | 2.061 | | 1.618 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 18 | 2.109 | | 1.807 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 19 | 2.053 | | 1.770 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 20 | | 9.880 | | 9.400 | | | | | -53.046 | -33.900 | -56.459 | -34.120 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.142 | 0.169 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.154 | 0.120 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.258 | 0.315 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9163 | FAT 21 | 2.171 | | 1.873 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 22 | 2.124 | | 1.789 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 23 | 2.075 | | 1.612 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 24 | | 10.390 | | 9.440 | | | | | -53.470 | -33.810 | -54.036 | -34.110 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.140 | 0.134 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.142 | 0.162 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.256 | 0.345 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9755 | FAT 25 | 2.237 | | 1.889 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 26 | 2.061 | | 1.666 | | | | | | | | | | APROBADO |
| FAT 27 | | 2.261 | | 1.654 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| FAT 28 | | | 10.190 | | 9.370 | | | | | -51.066 | -34.630 | -57.611 | -34.600 | APROBADO | |
| HUB BOX | | | | | | 0.122 | 0.168 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | 0.147 | 0.166 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.317 | 0.346 | | | | | APROBADO | | |
| 5.9484 | FAT 29 | 2.092 | | 1.852 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 30 | 2.205 | | 1.822 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 31 | 2.219 | | 1.632 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 32 | | 9.960 | | 9.550 | | | | | -53.089 | -34.040 | -56.422 | -34.270 | APROBADO | |
| | HUB BOX | | | | | 0.159 | 0.163 | | | | | | | APROBADO | |
| | MUFA | | | | | 0.131 | 0.142 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.317 | 0.299 | | | | | APROBADO | | |

Anexo 15. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 17 (Fat 1 - Fat 32)

| LONGITUD DE TRAMO (km) | DESCRIPCIÓN | PÉRDIDAS EN SPLITTER (dB) | | | | PÉRDIDAS POR EMPALME (dB) | | PÉRDIDAS POR CONECTOR (dB) | | PÉRDIDAS DE RETORNO / ORL (dB) | | | | ESTADO | |
|------------------------|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|--------------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | | 1310 nm | | 1550 nm | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | | 1550 nm | | | |
| | | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | | | | | A | B | A | B | | |
| NODO 17 | 6.0178 | FAT 1 | 2.079 | | 1.853 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 2 | 2.267 | | 1.615 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 3 | 2.121 | | 1.671 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 4 | | 10.170 | | 9.310 | | | | | -50.138 | -34.092 | -58.964 | -34.433 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.163 | 0.157 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.167 | 0.135 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.323 | 0.296 | | | | | APROBADO | |
| | 6.0032 | FAT 5 | 2.141 | | 1.839 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 6 | 2.217 | | 1.600 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 7 | 2.261 | | 1.715 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 8 | | 9.950 | | 9.250 | | | | | -53.074 | -34.270 | -58.854 | -34.605 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.168 | 0.169 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.142 | 0.139 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.345 | 0.294 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9512 | FAT 9 | 2.240 | | 1.748 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 10 | 2.186 | | 1.651 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 11 | 2.198 | | 1.623 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 12 | | 9.920 | | 9.520 | | | | | -52.691 | -34.459 | -55.012 | -34.897 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.163 | 0.133 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.140 | 0.132 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.278 | 0.330 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9852 | FAT 13 | 2.097 | | 1.636 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 14 | 2.041 | | 1.755 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 15 | 2.084 | | 1.664 | | | | | | | | | | APROBADO |
| FAT 16 | | | 10.480 | | 9.260 | | | | | -50.074 | -34.706 | -57.925 | -34.804 | APROBADO | |
| HUB BOX | | | | | | 0.151 | 0.145 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | 0.126 | 0.161 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.254 | 0.280 | | | | | APROBADO | | |
| NODO 17 | 5.9140 | FAT 17 | 2.096 | | 1.875 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 18 | 2.021 | | 1.864 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 19 | 2.223 | | 1.766 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 20 | | 9.720 | | 9.570 | | | | | -50.806 | -33.900 | -57.136 | -34.120 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.132 | 0.143 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.163 | 0.169 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.281 | 0.257 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9267 | FAT 21 | 2.118 | | 1.898 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 22 | 2.134 | | 1.657 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 23 | 2.104 | | 1.645 | | | | | | | | | | APROBADO |
| FAT 24 | | | 9.700 | | 9.290 | | | | | -52.823 | -33.810 | -56.778 | -34.110 | APROBADO | |
| HUB BOX | | | | | 0.143 | 0.146 | | | | | | | APROBADO | | |
| MUFA | | | | | 0.135 | 0.140 | | | | | | | APROBADO | | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.281 | 0.313 | | | | | APROBADO | | |
| 5.9821 | FAT 25 | 2.258 | | 1.610 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 26 | 2.099 | | 1.758 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 27 | 2.273 | | 1.864 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 28 | | 9.770 | | 9.350 | | | | | -53.097 | -34.630 | -57.997 | -34.600 | APROBADO | |
| | HUB BOX | | | | | 0.139 | 0.158 | | | | | | | APROBADO | |
| | MUFA | | | | | 0.152 | 0.128 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.339 | 0.331 | | | | | APROBADO | | |
| 5.9234 | FAT 29 | 2.053 | | 1.688 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 30 | 2.127 | | 1.710 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 31 | 2.126 | | 1.881 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | FAT 32 | | 10.240 | | 9.590 | | | | | -52.686 | -34.040 | -55.759 | -34.270 | APROBADO | |
| | HUB BOX | | | | | 0.138 | 0.127 | | | | | | | APROBADO | |
| | MUFA | | | | | 0.168 | 0.145 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.302 | 0.272 | | | | | APROBADO | | |

Anexo 16. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 18 (Fat 1 - Fat 32)

| LONGITUD DE TRAMO (km) | DESCRIPCIÓN | PÉRDIDAS EN SPLITTER (dB) | | | | PÉRDIDAS POR EMPALME (dB) | | PÉRDIDAS POR CONECTOR (dB) | | PÉRDIDAS DE RETORNO / ORL (dB) | | | | ESTADO | |
|------------------------|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|--------------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | | 1310 nm | | 1550 nm | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | | 1550 nm | | | |
| | | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | | | | | A | B | A | B | | |
| NODO 18 | 5.9385 | FAT 1 | 2.197 | | 1.855 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 2 | 2.101 | | 1.864 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 3 | 2.139 | | 1.705 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 4 | | 10.470 | | | 9.490 | | | | -52.497 | -34.224 | -57.397 | -34.902 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.166 | 0.120 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.130 | 0.141 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.288 | 0.324 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9667 | FAT 5 | 2.195 | | 1.737 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 6 | 2.089 | | 1.869 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 7 | 2.171 | | 1.645 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 8 | | 10.120 | | | 9.240 | | | | -50.404 | -34.068 | -56.251 | -34.530 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.169 | 0.129 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.164 | 0.156 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.306 | 0.335 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9418 | FAT 9 | 2.285 | | 1.889 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 10 | 2.122 | | 1.765 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 11 | 2.196 | | 1.619 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 12 | | 9.790 | | | 9.550 | | | | -52.511 | -34.915 | -56.687 | -34.980 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.142 | 0.155 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.143 | 0.142 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.297 | 0.304 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9028 | FAT 13 | 2.140 | | 1.682 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 14 | 2.150 | | 1.879 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 15 | 2.235 | | 1.645 | | | | | | | | | | APROBADO |
| FAT 16 | | | 10.420 | | | 9.550 | | | | -52.585 | -34.061 | -57.294 | -34.853 | APROBADO | |
| HUB BOX | | | | | | 0.132 | 0.129 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | 0.130 | 0.160 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.258 | 0.252 | | | | | APROBADO | | |
| NODO 18 | 5.9176 | FAT 17 | 2.004 | | 1.884 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 18 | 2.210 | | 1.834 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 19 | 2.277 | | 1.639 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 20 | | 10.060 | | | 9.310 | | | | -53.115 | -33.900 | -58.708 | -34.120 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.143 | 0.158 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.166 | 0.136 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.272 | 0.284 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9908 | FAT 21 | 2.029 | | 1.601 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 22 | 2.010 | | 1.701 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 23 | 2.203 | | 1.772 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 24 | | 9.930 | | | 9.360 | | | | -53.089 | -33.810 | -58.604 | -34.110 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.151 | 0.131 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.135 | 0.145 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.282 | 0.311 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9063 | FAT 25 | 2.230 | | 1.868 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 26 | 2.180 | | 1.686 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 27 | 2.164 | | 1.835 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 28 | | 9.770 | | | 9.350 | | | | -53.947 | -34.630 | -56.272 | -34.600 | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.145 | 0.160 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.144 | 0.131 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.294 | 0.301 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9424 | FAT 29 | 2.177 | | 1.771 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 30 | 2.182 | | 1.671 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 31 | 2.181 | | 1.842 | | | | | | | | | | APROBADO |
| FAT 32 | | | 10.190 | | | 9.270 | | | | -51.053 | -34.040 | -55.321 | -34.270 | APROBADO | |
| HUB BOX | | | | | | 0.167 | 0.154 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | 0.150 | 0.164 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.268 | 0.348 | | | | | APROBADO | | |

Anexo 17. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 19 (Fat 1 - Fat 32)

| LONGITUD DE TRAMO (km) | DESCRIPCIÓN | PÉRDIDAS EN SPLITTER (dB) | | | | PÉRDIDAS POR EMPALME (dB) | | PÉRDIDAS POR CONECTOR (dB) | | PÉRDIDAS DE RETORNO / ORL (dB) | | | | ESTADO | | |
|------------------------|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|--------------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | | 1310 nm | | 1550 nm | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | | 1550 nm | | | | |
| | | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | | | | | A | B | A | B | | | |
| NODO 19 | 5.9177 | FAT 1 | 2.179 | | 1.870 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 2 | 2.025 | | 1.838 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 3 | 2.094 | | 1.863 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 4 | | 10.420 | | | 9.560 | | | | -53.162 | -34.690 | -56.696 | -34.636 | APROBADO | |
| | | HUB BOX | | | | | | 0.128 | 0.131 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | | 0.165 | 0.134 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | | 0.297 | 0.286 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9351 | FAT 5 | 2.025 | | 1.884 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 6 | 2.213 | | 1.688 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 7 | 2.265 | | 1.680 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 8 | | 10.450 | | | 9.200 | | | | -53.631 | -34.349 | -55.807 | -34.003 | APROBADO | |
| | | HUB BOX | | | | | | 0.169 | 0.156 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | | 0.125 | 0.155 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | | 0.298 | 0.286 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9312 | FAT 9 | 2.229 | | 1.851 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 10 | 2.237 | | 1.728 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 11 | 2.122 | | 1.851 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 12 | | 10.090 | | | 9.330 | | | | -52.942 | -34.518 | -55.086 | -34.514 | APROBADO | |
| | | HUB BOX | | | | | | 0.162 | 0.137 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | | 0.156 | 0.166 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | | 0.305 | 0.275 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9450 | FAT 13 | 2.266 | | 1.890 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 14 | 2.275 | | 1.668 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 15 | 2.024 | | 1.886 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| FAT 16 | | | 10.310 | | | 9.300 | | | | -50.590 | -34.299 | -54.835 | -34.347 | APROBADO | | |
| HUB BOX | | | | | | | 0.133 | 0.136 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | | 0.129 | 0.169 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | | 0.318 | 0.287 | | | | | APROBADO | | |
| NODO 19 | 5.9690 | FAT 17 | 2.165 | | 1.774 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 18 | 2.206 | | 1.665 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 19 | 2.033 | | 1.854 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 20 | | 10.310 | | | 9.350 | | | | -53.766 | -33.900 | -55.649 | -34.120 | APROBADO | |
| | | HUB BOX | | | | | | 0.158 | 0.150 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | | 0.122 | 0.141 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | | 0.286 | 0.255 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9062 | FAT 21 | 2.284 | | 1.878 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 22 | 2.172 | | 1.738 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 23 | 2.259 | | 1.857 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 24 | | 9.760 | | | 9.240 | | | | -51.309 | -33.810 | -54.799 | -34.110 | APROBADO | |
| | | HUB BOX | | | | | | 0.141 | 0.127 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | | 0.158 | 0.144 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | | 0.325 | 0.296 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9383 | FAT 25 | 2.111 | | 1.639 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 26 | 2.056 | | 1.730 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 27 | 2.116 | | 1.667 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 28 | | 10.270 | | | 9.210 | | | | -52.156 | -34.630 | -58.868 | -34.600 | APROBADO | |
| | | HUB BOX | | | | | | 0.137 | 0.120 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | | 0.126 | 0.152 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | | 0.312 | 0.312 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9384 | FAT 29 | 2.024 | | 1.714 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 30 | 2.245 | | 1.804 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| | | FAT 31 | 2.121 | | 1.800 | | | | | | | | | | APROBADO | |
| FAT 32 | | | 10.260 | | | 9.520 | | | | -51.098 | -34.040 | -57.958 | -34.270 | APROBADO | | |
| HUB BOX | | | | | | | 0.166 | 0.121 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | | 0.156 | 0.134 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | | 0.324 | 0.285 | | | | | APROBADO | | |

Anexo 18. Cuadro de pérdidas de potencia óptica - Nodo 20 (Fat 1 - Fat 32)

| LONGITUD DE TRAMO (km) | DESCRIPCIÓN | PÉRDIDAS EN SPLITTER (dB) | | | | PÉRDIDAS POR EMPALME (dB) | | PÉRDIDAS POR CONECTOR (dB) | | PÉRDIDAS DE RETORNO / ORL (dB) | | | | ESTADO | |
|------------------------|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|--------------------------------|---|---------|----------|----------|----------|
| | | 1310 nm | | 1550 nm | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | | 1550 nm | | | |
| | | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | SPLITTER 1:2 | SPLITTER 1:8 | | | | | A | B | A | B | | |
| NODO 20 | 6.0034 | FAT 1 | 2.329 | | 2.301 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 2 | 1.771 | | 1.798 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 3 | 1.926 | | 2.000 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 4 | | 9.831 | | 9.707 | | | | | | | | | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.126 | 0.140 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.252 | 0.111 | | | | | APROBADO | |
| | 6.0449 | FAT 5 | 2.771 | | 2.579 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 6 | 2.135 | | 1.919 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 7 | 1.835 | | 1.927 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 8 | | 9.306 | | 9.221 | | | | | | | | | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.163 | 0.118 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.490 | 0.475 | | | | | APROBADO | |
| | 6.0370 | FAT 9 | 2.257 | | 1.811 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 10 | 1.863 | | 1.923 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 11 | 1.821 | | 2.053 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 12 | | 10.100 | | 10.132 | | | | | | | | | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.144 | 0.167 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.341 | 0.112 | | | | | APROBADO | |
| | 5.9570 | FAT 13 | 2.378 | | 2.489 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 14 | 1.766 | | 1.669 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 15 | 1.737 | | 1.684 | | | | | | | | | | APROBADO |
| FAT 16 | | | 9.820 | | 9.822 | | | | | | | | | APROBADO | |
| HUB BOX | | | | | | 0.100 | 0.100 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.433 | 0.316 | | | | | APROBADO | | |
| NODO 20 | 6.3415 | FAT 17 | 1.617 | | 1.520 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 18 | 2.068 | | 2.024 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 19 | 2.150 | | 1.946 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 20 | | 9.959 | | 9.591 | | | | | | | | | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.194 | 0.102 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.446 | 0.343 | | | | | APROBADO | |
| | 6.1182 | FAT 21 | 1.865 | | 1.863 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 22 | 1.999 | | 2.012 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 23 | 1.669 | | 1.808 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 24 | | 10.591 | | 10.228 | | | | | | | | | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.137 | 0.129 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.297 | 0.211 | | | | | APROBADO | |
| | 6.0696 | FAT 25 | 2.491 | | 2.624 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 26 | 2.449 | | 2.268 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 27 | 1.634 | | 1.671 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 28 | | 9.459 | | 9.247 | | | | | | | | | APROBADO |
| | | HUB BOX | | | | | 0.100 | 0.100 | | | | | | | APROBADO |
| | | MUFA | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO |
| | PATCHCORD | | | | | | | 0.405 | 0.286 | | | | | APROBADO | |
| | 6.3415 | FAT 29 | 1.617 | | 1.617 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 30 | 2.068 | | 2.068 | | | | | | | | | | APROBADO |
| | | FAT 31 | 2.150 | | 1.946 | | | | | | | | | | APROBADO |
| FAT 32 | | | 9.959 | | 9.591 | | | | | | | | | APROBADO | |
| HUB BOX | | | | | | 0.194 | 0.102 | | | | | | | APROBADO | |
| MUFA | | | | | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | APROBADO | |
| PATCHCORD | | | | | | | 0.446 | 0.343 | | | | | APROBADO | | |

Anexo 19. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 1 - Fat 4) – Página 1

Informe de iOLM



Información general

| | | | |
|---------------------|-------------------------------|----------|-------|
| Nombre de archivo: | FIBRA H2_FAT 04-03-02-01.iolm | Cliente: | CLARO |
| Fecha de la prueba: | 12/02/2020 | Empresa: | LPS |
| Hora de la prueba: | 3:42:20 PM | | |
| ID de trabajo: | PLANO LMCN 020 | | |
| Comentarios: | CERTIFICACION IOLM | | |

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|------------------|----------------------------|
| Operario | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-730B-M2-EA | |
| Número de serie | 758860 | |
| Fecha de calibración | 24/03/2016 (UTC) | |

Identificadores

| Cable ID | Fiber ID | Location A | Location B | None |
|------------|----------|-----------------|--------------|------|
| CABLE DROP | FIBRA H2 | FAT 04-03-02-01 | SITE NOGALES | |

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 6.0034 km
 Estado de adquisición: Finalizada

| Longitud de onda (nm) | Pérdida de tramo (dB) | ORL de tramo (dB) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1310 | 17.981 | 54.14 |
| 1550 | 16.988 | 56.45 |

Vista de tramo

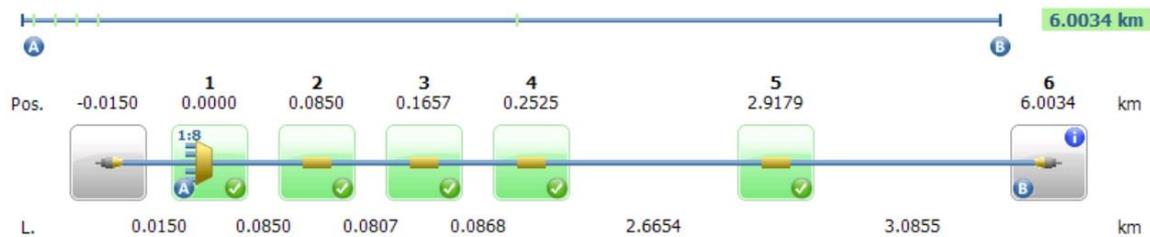
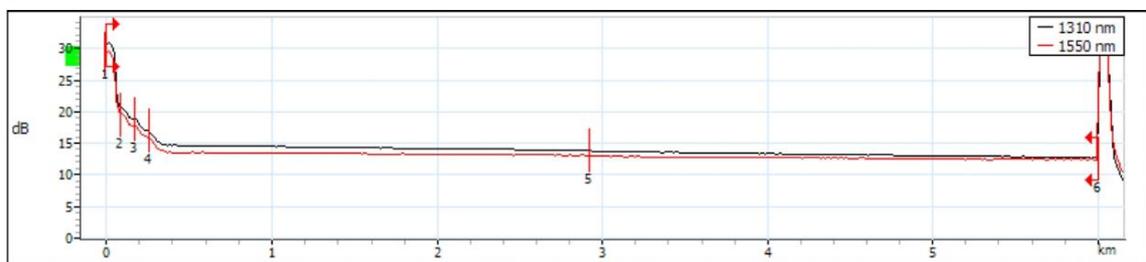


Gráfico OTDR



Firma: _____

Fecha: 14/02/2020

Página 1 de 2

Anexo 20. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 1 - Fat 4) – Página 2

Informe de iOLM



Tabla de elementos

| Tipo | N.º | Pos./L. (km) | Pérdida (dB) | | Refl. (dB) | | At. (dB/km) | | Pérdida acumul (dB) | |
|-------------|-----|-----------------|--------------|---------|------------|---------|-------------|---------|---------------------|---------|
| | | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Conector | | -0.0150 | 0.252 | 0.111 | -67.3 | -78.0 | | | --- | --- |
| Sección | | 0.0150 | --- | --- | | | --- | --- | --- | --- |
| Divisor 1:8 | A 1 | 0.0000 | 9.831 | 9.707 | -56.7 | -60.5 | | | 9.831 | 9.707 |
| Sección | | 0.0850 | --- | --- | | | --- | --- | 9.831 | 9.707 |
| Empalme | 2 | 0.0850 | 1.926 | 2.000 | --- | --- | | | 11.757 | 11.708 |
| Sección | | 0.0807 | 0.091 | --- | | | --- | --- | 11.849 | 11.708 |
| Empalme | 3 | 0.1657 | 1.771 | 1.798 | --- | --- | | | 13.619 | 13.506 |
| Sección | | 0.0868 | --- | --- | | | --- | --- | 13.619 | 13.506 |
| Empalme | 4 | 0.2525 | 2.329 | 2.301 | --- | --- | | | 15.948 | 15.807 |
| Sección | | 2.6654 | 0.883 | 0.496 | | | 0.331 | 0.186 | 16.831 | 16.302 |
| Empalme | 5 | 2.9179 | 0.126 | 0.140 | --- | --- | | | 16.957 | 16.442 |
| Sección | | 3.0855 | 1.032 | 0.546 | | | 0.335 | 0.177 | 17.989 | 16.988 |
| Conector | B 6 | 6.0034 | --- | --- | -14.1 | -14.1 | | | --- | --- |

* Para caracterizar la pérdida e incluir el elemento en ORL y pérdida de tramo, se necesita una fibra de recepción.

Umbrales de correcto/incorrecto del iOLM

| | Longitud de onda (nm) | Atenuación de la sección de fibra (dB/km) | Pérdida de tramo (dB) | | ORL máx. (dB) | Longitud de tramo (km) | |
|------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------|------------------------|--------|
| | | | Mín. | Máx. | | Mín. | Máx. |
| Umbrales de correcto/incorrecto personalizados | 1310 | --- | --- | 25.000 | 35.00 | --- | 50.000 |
| | 1550 | --- | --- | 25.000 | | --- | 50.000 |

Umbrales personalizados de correcto/incorrecto en los elementos

| | Pérdida máx. (dB) | | Reflectancia máx. (dB) | |
|----------|-------------------|---------|------------------------|---------|
| | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Empalme | 2.500 | 2.500 | --- | --- |
| Conector | 2.500 | 2.500 | -45.0 | -45.0 |

Parámetros y configuración de iOLM

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|
| Configuración de prueba: | Point to Point(2) CANETE | IOR (1550 nm): | 1.468325 |
| Tamaño núcleo fibra: | 9 µm | Retrodispersión (1550 nm): | -81.87 dB |
| Fibra de lanzamiento: | 0.0150 km | | |
| Fibra de recepción: | 0.0000 km | | |



Firma: _____

Fecha: 14/02/2020

Página 2 de 2

Anexo 21. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 5 - Fat 8) – Página 1

Informe de iOLM



Información general

Nombre de archivo: FIBRA38_FAT 08-07-06-05.iolm
 Fecha de la prueba: 12/02/2020
 Hora de la prueba: 12:46:29 PM
 ID de trabajo: PLANO LMCN 020
 Comentarios: CERTIFICACION IOLM

Cliente: CLARO
 Empresa: LPS

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Operario | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-730B-M2-EA | |
| Número de serie | 758860 | |
| Fecha de calibración | 24/03/2016 (UTC) | |

Identificadores

| Cable ID | Fiber ID | Location A | Location B | None |
|----------|----------|-----------------|--------------|------|
| DROOP | FIBRA38 | FAT 08-07-06-05 | SITE NOGALES | |

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 6.0449 km
 Estado de adquisición: Finalizada

| Longitud de onda (nm) | Pérdida de tramo (dB) | ORL de tramo (dB) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1310 | 18.287 | 61.67 |
| 1550 | 16.953 | 57.21 |

Vista de tramo

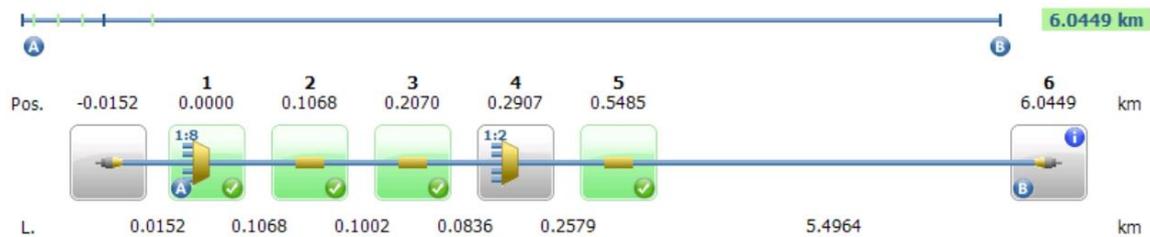
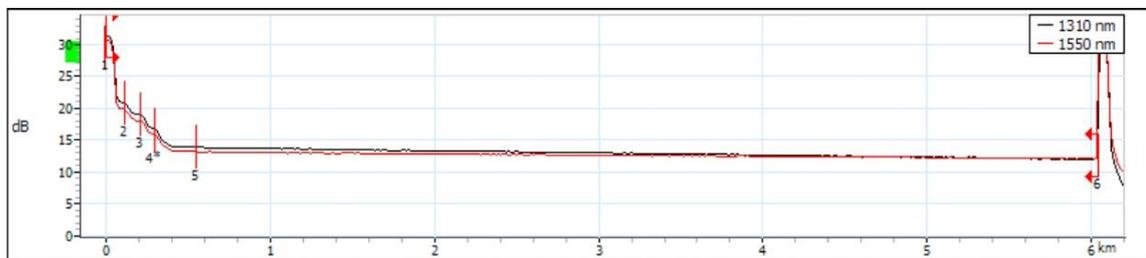


Gráfico OTDR



Firma: _____

Fecha: 13/02/2020

Página 1 de 2

Anexo 22. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 5 - Fat 8) – Página 2

Informe de iOLM



Tabla de elementos

| Tipo | N.º | Pos./L. (km) | Pérdida (dB) | | Refl. (dB) | | At. (dB/km) | | Pérdida acumul (dB) | |
|--------------|-----|-----------------|--------------|---------|------------|---------|-------------|---------|---------------------|---------|
| | | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Conector | | -0.0152 | 0.490 | 0.475 | -55.3 | -55.6 | | | --- | --- |
| Sección | | 0.0152 | --- | --- | | | --- | --- | --- | --- |
| Divisor 1:8 | A 1 | 0.0000 | 9.306 | 9.221 | -66.8 | -68.6 | | | 9.306 | 9.221 |
| Sección | | 0.1068 | 0.075 | --- | | | --- | --- | 9.381 | 9.221 |
| Empalme | 2 | 0.1068 | 1.835 | 1.927 | --- | --- | | | 11.216 | 11.148 |
| Sección | | 0.1002 | 0.038 | --- | | | --- | --- | 11.254 | 11.148 |
| Empalme | 3 | 0.2070 | 2.135 | 1.919 | --- | --- | | | 13.389 | 13.067 |
| Sección | | 0.0836 | 0.015 | --- | | | --- | --- | 13.404 | 13.067 |
| Divisor 1:2* | 4 | 0.2907 | 2.771 | 2.579 | --- | --- | | | 16.175 | 15.646 |
| Sección | | 0.2579 | 0.103 | 0.175 | | | --- | --- | 16.278 | 15.821 |
| Empalme | 5 | 0.5485 | 0.163 | 0.118 | --- | --- | | | 16.441 | 15.939 |
| Sección | | 5.4964 | 1.844 | 1.040 | | | 0.336 | 0.189 | 18.285 | 16.979 |
| Conector | B 6 | 6.0449 | --- | --- | -14.6 | -14.5 | | | --- | --- |

* Para caracterizar la pérdida e incluir el elemento en ORL y pérdida de tramo, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

| | Longitud de onda (nm) | Atenuación de la sección de fibra (dB/km) | Pérdida de tramo (dB) | | ORL máx. (dB) | Longitud de tramo (km) | |
|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------|------------------------|--------|
| | | | Mín. | Máx. | | Mín. | Máx. |
| Umbral de correcto/incorrecto personalizados | 1310 | --- | --- | 25.000 | 35.00 | --- | 50.000 |
| | 1550 | --- | --- | 25.000 | | | |

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

| | Pérdida máx. (dB) | | Reflectancia máx. (dB) | |
|----------|-------------------|---------|------------------------|---------|
| | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Empalme | 2.500 | 2.500 | --- | --- |
| Conector | 2.500 | 2.500 | -45.0 | -45.0 |

Parámetros y configuración de iOLM

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|
| Configuración de prueba: | Point to Point(2) CANETE | IOR (1550 nm): | 1.468325 |
| Tamaño núcleo fibra: | 9 µm | Retrodispersión (1550 nm): | -81.87 dB |
| Fibra de lanzamiento: | 0.0150 km | | |
| Fibra de recepción: | 0.0000 km | | |



Firma: _____

Fecha: 13/02/2020

Página 2 de 2

Anexo 23. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 9 - Fat 12) – Página 1

Informe de iOLM



Información general

| | | | |
|---------------------|------------------------------|----------|-------|
| Nombre de archivo: | FIBRA39_FAT 12-11-10-09.iolm | Cliente: | CLARO |
| Fecha de la prueba: | 12/02/2020 | Empresa: | LPS |
| Hora de la prueba: | 8:17:45 PM | | |
| ID de trabajo: | PLANO LMCN 020 | | |
| Comentarios: | CERTIFICACION IOLM | | |

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Operario | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-730B-M2-EA | |
| Número de serie | 758860 | |
| Fecha de calibración | 24/03/2016 (UTC) | |

Identificadores

| Location B | Fiber ID | Cable ID | Location A | None |
|--------------|----------|------------|-----------------|------|
| SITE NOGALES | FIBRA39 | CABLE DROP | FAT 12-11-10-09 | |

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 6.0370 km
 Estado de adquisición: Finalizada

| Longitud de onda (nm) | Pérdida de tramo (dB) | ORL de tramo (dB) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1310 | 18.195 | 59.79 |
| 1550 | 17.304 | 60.38 |

Vista de tramo

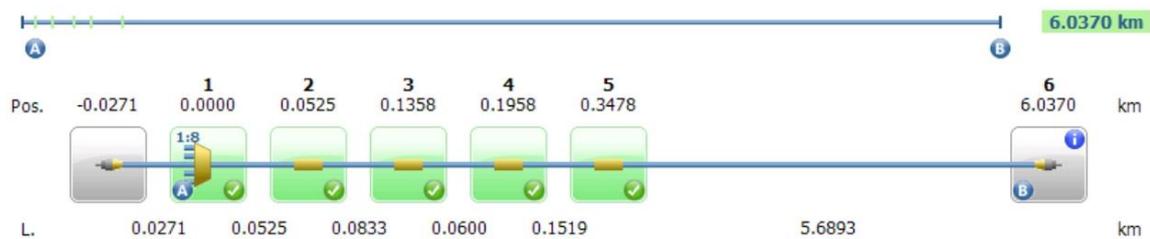
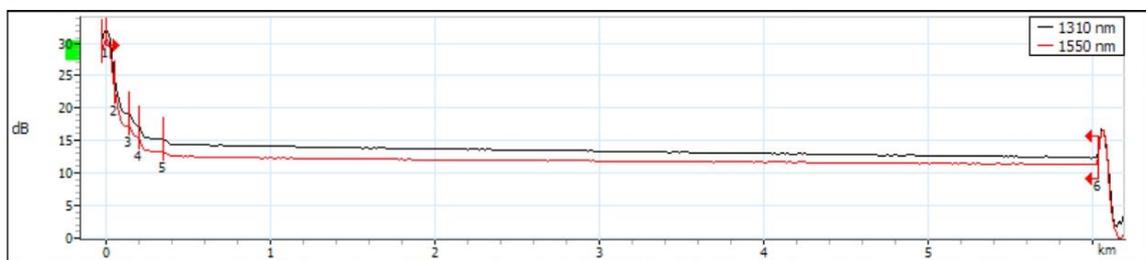


Gráfico OTDR



Firma: _____

Fecha: 11/02/2020

Página 1 de 2

Anexo 24. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 9 - Fat 12) – Página 2

Informe de iOLM



Tabla de elementos

| Tipo | N.º | Pos./L. (km) | Pérdida (dB) | | Refl. (dB) | | At. (dB/km) | | Pérdida acumul (dB) | |
|-------------|-----|-----------------|--------------|---------|------------|---------|-------------|---------|---------------------|---------|
| | | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Conector | | -0.0271 | 0.341 | 0.112 | -60.2 | -57.7 | | | --- | --- |
| Sección | | 0.0271 | --- | --- | | | | | --- | --- |
| Divisor 1:8 | A 1 | 0.0000 | 10.100 | 10.132 | --- | -80.7 | | | 10.100 | 10.132 |
| Sección | | 0.0525 | --- | --- | | | | | 10.100 | 10.132 |
| Empalme | 2 | 0.0525 | 2.067 | 2.053 | --- | --- | | | 12.167 | 12.185 |
| Sección | | 0.0833 | 0.065 | --- | | | | | 12.232 | 12.185 |
| Empalme | 3 | 0.1358 | 1.863 | 1.923 | --- | --- | | | 14.095 | 14.108 |
| Sección | | 0.0600 | --- | --- | | | | | 14.095 | 14.108 |
| Empalme | 4 | 0.1958 | 1.821 | 1.811 | --- | --- | | | 15.917 | 15.919 |
| Sección | | 0.1519 | 0.127 | 0.141 | | | | | 16.044 | 16.059 |
| Empalme | 5 | 0.3478 | 0.144 | 0.167 | --- | --- | | | 16.188 | 16.127 |
| Sección | | 5.6893 | 2.007 | 1.177 | | | 0.353 | 0.207 | 18.195 | 17.304 |
| Conector | B 6 | 6.0370 | --- | --- | -45.1 | -46.2 | | | --- | --- |

* Para caracterizar la pérdida e incluir el elemento en ORL y pérdida de tramo, se necesita una fibra de recepción.

Umbrales de correcto/incorrecto del iOLM

| | Longitud de onda (nm) | Atenuación de la sección de fibra (dB/km) | Pérdida de tramo (dB) | | ORL máx. (dB) | Longitud de tramo (km) | |
|------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------|------------------------|--------|
| | | | Mín. | Máx. | | Mín. | Máx. |
| Umbrales de correcto/incorrecto personalizados | 1310 | --- | --- | 25.000 | 35.00 | --- | 50.000 |
| | 1550 | --- | --- | 25.000 | | --- | 50.000 |

Umbrales personalizados de correcto/incorrecto en los elementos

| | Pérdida máx. (dB) | | Reflectancia máx. (dB) | |
|----------|-------------------|---------|------------------------|---------|
| | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Empalme | 2.500 | 2.500 | --- | --- |
| Conector | 2.500 | 2.500 | -45.0 | -45.0 |

Parámetros y configuración de iOLM

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|
| Configuración de prueba: | Point to Point(2) CANETE | IOR (1550 nm): | 1.468325 |
| Tamaño núcleo fibra: | 9 µm | Retrodispersión (1550 nm): | -81.87 dB |
| Fibra de lanzamiento: | 0.0260 km | | |
| Fibra de recepción: | 0.0000 km | | |

Anexo 25. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 13 - Fat 16) – Página 1

Informe de iOLM



Información general

| | | | |
|---------------------|------------------------------|----------|-------|
| Nombre de archivo: | FIBRA40_FAT 16-15-14-13.iolm | Cliente: | CLARO |
| Fecha de la prueba: | 12/02/2020 | Empresa: | LPS |
| Hora de la prueba: | 6:37:42 PM | | |
| ID de trabajo: | PLANO LMCN 020 | | |
| Comentarios: | CERTIFICACION IOLM | | |

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Operario | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-730B-M2-EA | |
| Número de serie | 758860 | |
| Fecha de calibración | 24/03/2016 (UTC) | |

Identificadores

| Cable ID | Fiber ID | Location A | Location B | None |
|----------|----------|-----------------|--------------|------|
| DROOP | FIBRA40 | FAT 16-15-14-13 | SITE NOGALES | |

Resultados de iOLM

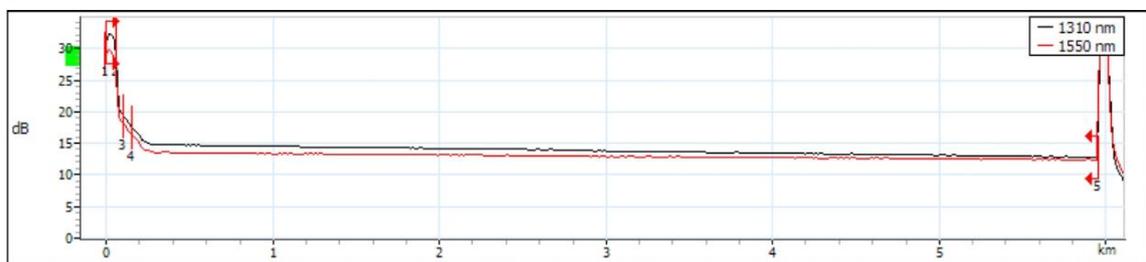
Longitud de tramo: 5.9570 km
 Estado de adquisición: Finalizada

| Longitud de onda (nm) | Pérdida de tramo (dB) | ORL de tramo (dB) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1310 | 17.756 | 49.80 |
| 1550 | 16.839 | 56.34 |

Vista de tramo



Gráfico OTDR



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 2

Anexo 26. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 13 - Fat 16) – Página 2

Informe de iOLM



Tabla de elementos

| Tipo | N.º | Pos./L. (km) | Pérdida (dB) | | Refl. (dB) | | At. (dB/km) | | Pérdida acumul (dB) | |
|-------------|-----|-----------------|--------------|---------|------------|---------|-------------|---------|---------------------|---------|
| | | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Conector | | -0.0149 | 0.433 | 0.316 | -66.2 | -79.2 | | | --- | --- |
| Sección | | 0.0149 | --- | --- | | | --- | --- | --- | --- |
| Divisor 1:8 | A 1 | 0.0000 | 9.820 | 9.822 | -50.5 | -58.7 | | | 9.820 | 9.822 |
| Sección | | 0.0547 | --- | --- | | | --- | --- | 9.820 | 9.822 |
| Empalme | 2 | 0.0547 | 1.737 | 1.684 | --- | --- | | | 11.557 | 11.506 |
| Sección | | 0.0472 | --- | --- | | | --- | --- | 11.557 | 11.506 |
| Empalme | 3 | 0.1020 | 1.766 | 1.669 | --- | --- | | | 13.323 | 13.175 |
| Sección | | 0.0536 | --- | --- | | | --- | --- | 13.323 | 13.175 |
| Empalme | 4 | 0.1556 | 2.378 | 2.489 | --- | --- | | | 15.701 | 15.664 |
| Sección | | 5.8015 | 2.055 | 1.175 | | | 0.354 | 0.203 | 17.756 | 16.839 |
| Conector | B 5 | 5.9570 | --- | --- | -14.2 | -14.1 | | | --- | --- |

* Para caracterizar la pérdida e incluir el elemento en ORL y pérdida de tramo, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

| | Longitud de onda (nm) | Atenuación de la sección de fibra (dB/km) | Pérdida de tramo (dB) | | ORL máx. (dB) | Longitud de tramo (km) | |
|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------|------------------------|--------|
| | | | Mín. | Máx. | | Mín. | Máx. |
| Umbral de correcto/incorrecto personalizados | 1310 | --- | --- | 25.000 | 35.00 | --- | 50.000 |
| | 1550 | --- | --- | 25.000 | | --- | 50.000 |

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

| | Pérdida máx. (dB) | | Reflectancia máx. (dB) | |
|----------|-------------------|---------|------------------------|---------|
| | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Empalme | 2.500 | 2.500 | --- | --- |
| Conector | 2.500 | 2.500 | -45.0 | -45.0 |

Parámetros y configuración de iOLM

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|
| Configuración de prueba: | Point to Point(2) CANETE | IOR (1550 nm): | 1.468325 |
| Tamaño núcleo fibra: | 9 µm | Retrodispersión (1550 nm): | -81.87 dB |
| Fibra de lanzamiento: | 0.0150 km | | |
| Fibra de recepción: | 0.0000 km | | |

Anexo 27. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 17 - Fat 20) – Página 1

Informe de iOLM



Información general

| | | | |
|---------------------|------------------------------------|----------|-------|
| Nombre de archivo: | DROOP_FIBRA41_FAT 20-19-18-17.iolm | Cliente: | CLARO |
| Fecha de la prueba: | 12/02/2020 | Empresa: | LPS |
| Hora de la prueba: | 6:03:25 PM | | |
| ID de trabajo: | PLANO LMCN 020 | | |
| Comentarios: | CERTIFICACION IOLM | | |

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Operario | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-730B-M2-EA | |
| Número de serie | 758860 | |
| Fecha de calibración | 24/03/2016 (UTC) | |

Identificadores

| Cable ID | Fiber ID | Location A | Location B | None |
|----------|----------|-----------------|--------------|------|
| DROOP | FIBRA41 | FAT 20-19-18-17 | SITE NOGALES | |

Resultados de iOLM

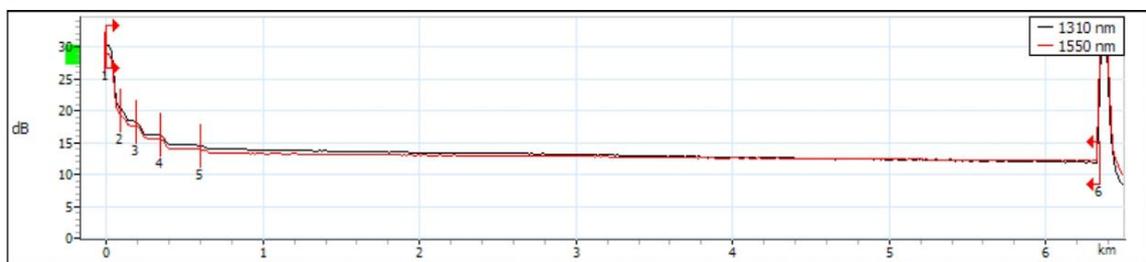
Longitud de tramo: 6.3415 km
 Estado de adquisición: Finalizada

| Longitud de onda (nm) | Pérdida de tramo (dB) | ORL de tramo (dB) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1310 | 18.747 | 59.07 |
| 1550 | 17.102 | 57.49 |

Vista de tramo



Gráfico OTDR



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 2

Anexo 28. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 17 - Fat 20) – Página 2

Informe de iOLM



Tabla de elementos

| Tipo | N.º | Pos./L. (km) | Pérdida (dB) | | Refl. (dB) | | At. (dB/km) | | Pérdida acumul (dB) | |
|-------------|-----|-----------------|--------------|---------|------------|---------|-------------|---------|---------------------|---------|
| | | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Conector | | -0.0154 | 0.446 | 0.343 | -75.5 | -82.1 | | | --- | --- |
| Sección | | 0.0154 | --- | --- | | | --- | --- | --- | --- |
| Divisor 1:8 | A 1 | 0.0000 | 9.959 | 9.591 | -72.2 | -71.4 | | | 9.959 | 9.591 |
| Sección | | 0.0849 | --- | --- | | | --- | --- | 9.959 | 9.591 |
| Empalme | 2 | 0.0849 | 2.150 | 1.946 | --- | --- | | | 12.109 | 11.537 |
| Sección | | 0.1053 | 0.119 | --- | | | --- | --- | 12.228 | 11.537 |
| Empalme | 3 | 0.1902 | 2.068 | 2.024 | --- | --- | | | 14.296 | 13.561 |
| Sección | | 0.1513 | 0.051 | --- | | | --- | --- | 14.347 | 13.561 |
| Empalme | 4 | 0.3415 | 1.617 | 1.520 | --- | --- | | | 15.963 | 15.081 |
| Sección | | 0.2577 | 0.077 | 0.111 | | | --- | --- | 16.040 | 15.192 |
| Empalme | 5 | 0.5992 | 0.194 | 0.102 | --- | --- | | | 16.634 | 15.894 |
| Sección | | 5.7424 | 2.134 | 1.208 | | | 0.371 | 0.210 | 18.769 | 17.102 |
| Conector | B 6 | 6.3415 | --- | --- | -13.9 | -14.0 | | | --- | --- |

* Para caracterizar la pérdida e incluir el elemento en ORL y pérdida de tramo, se necesita una fibra de recepción.

Umbrales de correcto/incorrecto del iOLM

| | Longitud de onda (nm) | Atenuación de la sección de fibra (dB/km) | Pérdida de tramo (dB) | | ORL máx. (dB) | Longitud de tramo (km) | |
|------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------|------------------------|--------|
| | | | Mín. | Máx. | | Mín. | Máx. |
| Umbrales de correcto/incorrecto personalizados | 1310 | --- | --- | 25.000 | 35.00 | --- | 50.000 |
| | 1550 | --- | --- | 25.000 | | --- | 50.000 |

Umbrales personalizados de correcto/incorrecto en los elementos

| | Pérdida máx. (dB) | | Reflectancia máx. (dB) | |
|----------|-------------------|---------|------------------------|---------|
| | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Empalme | 2.500 | 2.500 | --- | --- |
| Conector | 2.500 | 2.500 | -45.0 | -45.0 |

Parámetros y configuración de iOLM

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|
| Configuración de prueba: | Point to Point(2) CANETE | IOR (1550 nm): | 1.468325 |
| Tamaño núcleo fibra: | 9 µm | Retrodispersión (1550 nm): | -81.87 dB |
| Fibra de lanzamiento: | 0.0150 km | | |
| Fibra de recepción: | 0.0000 km | | |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 2 de 2

Anexo 29. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 21 - Fat 24) – Página 1

Informe de iOLM



Información general

| | | | |
|---------------------|------------------------------|----------|-------|
| Nombre de archivo: | FIBRA42_FAT 24-23-22-21.iolm | Cliente: | CLARO |
| Fecha de la prueba: | 12/02/2020 | Empresa: | LPS |
| Hora de la prueba: | 7:00:53 PM | | |
| ID de trabajo: | PLANO LMCN 020 | | |
| Comentarios: | CERTIFICACION IOLM | | |

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|------------------|----------------------------|
| Operario | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-730B-M2-EA | |
| Número de serie | 758860 | |
| Fecha de calibración | 24/03/2016 (UTC) | |

Identificadores

| Cable ID | Fiber ID | Location A | Location B | None |
|----------|----------|-----------------|--------------|------|
| DROOP | FIBRA42 | FAT 24-23-22-21 | SITE NOGALES | |

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 6.1182 km
 Estado de adquisición: Finalizada

| Longitud de onda (nm) | Pérdida de tramo (dB) | ORL de tramo (dB) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1310 | 19.642 | 49.90 |
| 1550 | 18.326 | 49.43 |

Vista de tramo

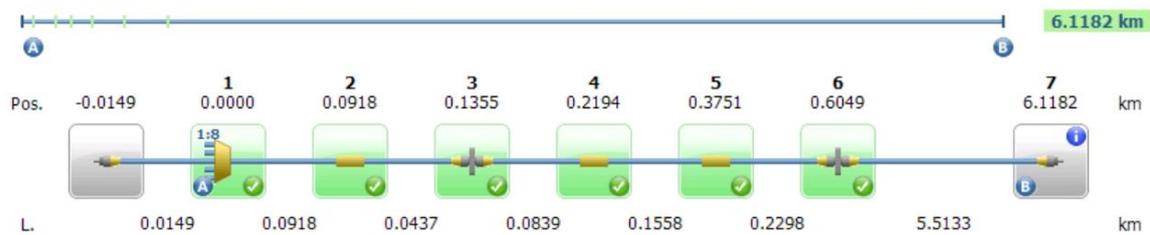
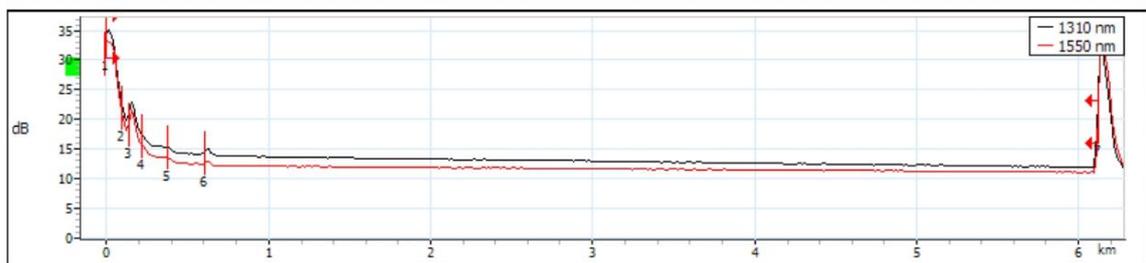


Gráfico OTDR



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 2

Anexo 30. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 21 - Fat 24) – Página 2

Informe de iOLM



Tabla de elementos

| Tipo | N.º | Pos./L. (km) | Pérdida (dB) | | Ref. (dB) | | At. (dB/km) | | Pérdida acumul (dB) | |
|-------------|-----|-----------------|--------------|---------|-----------|---------|-------------|---------|---------------------|---------|
| | | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Conector | | -0.0149 | 0.297 | 0.211 | -50.6 | -52.4 | | | --- | --- |
| Sección | | 0.0149 | --- | --- | | | | | --- | --- |
| Divisor 1:8 | A 1 | 0.0000 | 10.591 | 10.228 | -51.0 | -50.1 | | | 10.591 | 10.228 |
| Sección | | 0.0918 | --- | --- | | | | | 10.591 | 10.228 |
| Empalme | 2 | 0.0918 | 1.669 | 1.808 | --- | --- | | | 12.260 | 12.037 |
| Sección | | 0.0437 | --- | --- | | | | | 12.260 | 12.037 |
| Conector | 3 | 0.1355 | 1.999 | 2.012 | -47.1 | -48.7 | | | 14.259 | 14.048 |
| Sección | | 0.0839 | --- | --- | | | | | 14.259 | 14.048 |
| Empalme | 4 | 0.2194 | 1.865 | 1.863 | --- | --- | | | 16.124 | 15.912 |
| Sección | | 0.1558 | 0.155 | --- | | | | | 16.280 | 15.912 |
| Empalme | 5 | 0.3751 | 1.056 | 0.910 | --- | --- | | | 17.335 | 16.822 |
| Sección | | 0.2298 | --- | --- | | | | | 17.335 | 16.822 |
| Conector | 6 | 0.6049 | 0.137 | 0.129 | -57.6 | -63.7 | | | 17.772 | 17.251 |
| Sección | | 5.5133 | 1.920 | 1.076 | | | 0.348 | 0.195 | 19.691 | 18.326 |
| Conector | B 7 | 6.1182 | --- | --- | -14.0 | -14.1 | | | --- | --- |

* Para caracterizar la pérdida e incluir el elemento en ORL y pérdida de tramo, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

| | Longitud de onda (nm) | Atenuación de la sección de fibra (dB/km) | Pérdida de tramo (dB) | | ORL máx. (dB) | Longitud de tramo (km) | |
|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------|------------------------|--------|
| | | | Mín. | Máx. | | Mín. | Máx. |
| Umbral de correcto/incorrecto personalizados | 1310 | --- | --- | 25.000 | 35.00 | --- | 50.000 |
| | 1550 | --- | --- | 25.000 | | | |

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

| | Pérdida máx. (dB) | | Reflectancia máx. (dB) | |
|----------|-------------------|---------|------------------------|---------|
| | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Empalme | 2.500 | 2.500 | --- | --- |
| Conector | 2.500 | 2.500 | -45.0 | -45.0 |

Parámetros y configuración de iOLM

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|
| Configuración de prueba: | Point to Point(2) CANETE | IOR (1550 nm): | 1.468325 |
| Tamaño núcleo fibra: | 9 µm | Retrodispersión (1550 nm): | -81.87 dB |
| Fibra de lanzamiento: | 0.0150 km | | |
| Fibra de recepción: | 0.0000 km | | |

Anexo 31. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 25 - Fat 28) – Página 1

Informe de iOLM



Información general

| | | | |
|---------------------|------------------------------|----------|-------|
| Nombre de archivo: | FIBRA43_FAT 28-27-26-25.iolm | Cliente: | CLARO |
| Fecha de la prueba: | 12/02/2020 | Empresa: | LPS |
| Hora de la prueba: | 6:26:06 PM | | |
| ID de trabajo: | PLANO LMCN 020 | | |
| Comentarios: | CERTIFICACION IOLM | | |

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|------------------|----------------------------|
| Operario | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-730B-M2-EA | |
| Número de serie | 758860 | |
| Fecha de calibración | 24/03/2016 (UTC) | |

Identificadores

| Cable ID | Fiber ID | Location A | Location B | None |
|----------|----------|-----------------|--------------|------|
| DROOP | FIBRA43 | FAT 28-27-26-25 | SITE NOGALES | |

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 6.0696 km
 Estado de adquisición: Finalizada

| Longitud de onda (nm) | Pérdida de tramo (dB) | ORL de tramo (dB) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1310 | 18.101 | 58.82 |
| 1550 | 17.011 | 58.25 |

Vista de tramo

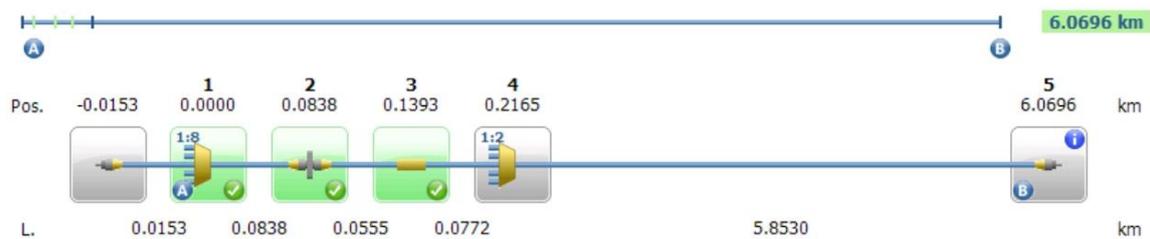
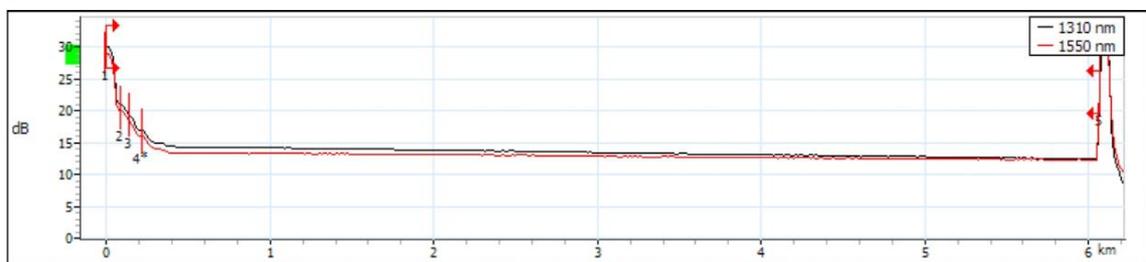


Gráfico OTDR



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 2

Informe de iOLM



Tabla de elementos

| Tipo | N.º | Pos./L. (km) | Pérdida (dB) | | Refl. (dB) | | At. (dB/km) | | Pérdida acumul (dB) | |
|--------------|-----|-----------------|--------------|---------|------------|---------|-------------|---------|---------------------|---------|
| | | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| | | | Conector | | -0.0153 | 0.405 | 0.286 | -70.5 | -70.3 | |
| Sección | | 0.0153 | --- | --- | | | --- | --- | --- | --- |
| Divisor 1:8 | A 1 | 0.0000 | 9.459 | 9.247 | -70.7 | -69.3 | | | 9.459 | 9.247 |
| Sección | | 0.0838 | 0.018 | --- | | | --- | --- | 9.476 | 9.247 |
| Conector | 2 | 0.0838 | 1.634 | 1.671 | --- | -68.2 | | | 11.110 | 10.917 |
| Sección | | 0.0555 | --- | --- | | | --- | --- | 11.110 | 10.917 |
| Empalme | 3 | 0.1393 | 2.449 | 2.268 | --- | --- | | | 13.560 | 13.185 |
| Sección | | 0.0772 | --- | --- | | | --- | --- | 13.560 | 13.185 |
| Divisor 1:2* | 4 | 0.2165 | 2.491 | 2.624 | --- | --- | | | 16.051 | 15.809 |
| Sección | | 5.8530 | 2.050 | 1.202 | | | 0.350 | 0.206 | 18.101 | 17.011 |
| Conector | B 5 | 6.0696 | --- | --- | -14.4 | -14.2 | | | --- | --- |

* Para caracterizar la pérdida e incluir el elemento en ORL y pérdida de tramo, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

| | Longitud de onda (nm) | Atenuación de la sección de fibra (dB/km) | Pérdida de tramo (dB) | | ORL máx. (dB) | Longitud de tramo (km) | |
|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------|------------------------|--------|
| | | | Mín. | Máx. | | Mín. | Máx. |
| Umbral de correcto/incorrecto personalizados | 1310 | --- | --- | 25.000 | 35.00 | --- | 50.000 |
| | 1550 | --- | --- | 25.000 | | --- | 50.000 |

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

| | Pérdida máx. (dB) | | Reflectancia máx. (dB) | |
|----------|-------------------|---------|------------------------|---------|
| | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Empalme | 2.500 | 2.500 | --- | --- |
| Conector | 2.500 | 2.500 | -45.0 | -45.0 |

Parámetros y configuración de iOLM

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|
| Configuración de prueba: | Point to Point(2) CANETE | IOR (1550 nm): | 1.468325 |
| Tamaño núcleo fibra: | 9 µm | Retrodispersión (1550 nm): | -81.87 dB |
| Fibra de lanzamiento: | 0.0150 km | | |
| Fibra de recepción: | 0.0000 km | | |

Anexo 33. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 29 - Fat 32) – Página 1

Informe de iOLM



Información general

| | | | |
|---------------------|------------------------------------|----------|-------|
| Nombre de archivo: | DROOP_FIBRA41_FAT 32-31-30-29.iolm | Cliente: | CLARO |
| Fecha de la prueba: | 12/02/2020 | Empresa: | LPS |
| Hora de la prueba: | 6:03:25 PM | | |
| ID de trabajo: | PLANO LMCN 020 | | |
| Comentarios: | CERTIFICACION IOLM | | |

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|------------------|----------------------------|
| Operario | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-730B-M2-EA | |
| Número de serie | 758860 | |
| Fecha de calibración | 24/03/2016 (UTC) | |

Identificadores

| Cable ID | Fiber ID | Location A | Location B | None |
|----------|----------|-----------------|--------------|------|
| DROOP | FIBRA44 | FAT 32-31-30-29 | SITE NOGALES | |

Resultados de iOLM

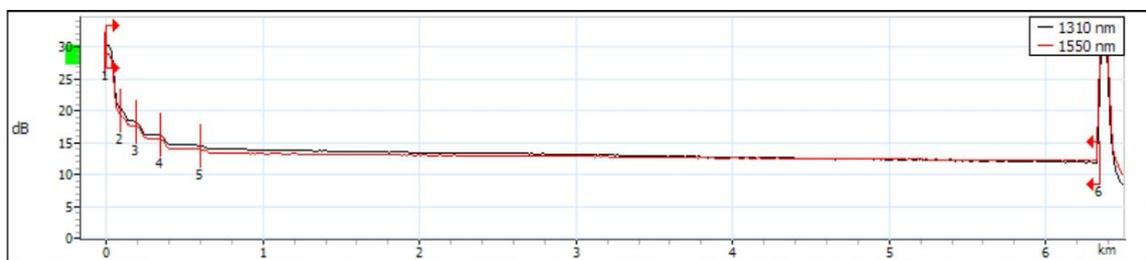
Longitud de tramo: 6.3415 km
Estado de adquisición: Finalizada

| Longitud de onda (nm) | Pérdida de tramo (dB) | ORL de tramo (dB) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1310 | 18.747 | 59.07 |
| 1550 | 17.102 | 57.49 |

Vista de tramo



Gráfico OTDR



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 2

Anexo 34. Certificación IOLM - Nodo 20 (Fat 29 - Fat 32) – Página 2

Informe de iOLM



Tabla de elementos

| Tipo | N.º | Pos./L. (km) | Pérdida (dB) | | Refl. (dB) | | At. (dB/km) | | Pérdida acumul (dB) | |
|-------------|-----|-----------------|--------------|---------|------------|---------|-------------|---------|---------------------|---------|
| | | | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Conector | | -0.0154 | 0.446 | 0.343 | -75.5 | -82.1 | | | --- | --- |
| Sección | | 0.0154 | --- | --- | | | --- | --- | --- | --- |
| Divisor 1:8 | A 1 | 0.0000 | 9.959 | 9.591 | -72.2 | -71.4 | | | 9.959 | 9.591 |
| Sección | | 0.0849 | --- | --- | | | --- | --- | 9.959 | 9.591 |
| Empalme | 2 | 0.0849 | 2.150 | 1.946 | --- | --- | | | 12.109 | 11.537 |
| Sección | | 0.1053 | 0.119 | --- | | | --- | --- | 12.228 | 11.537 |
| Empalme | 3 | 0.1902 | 2.068 | 2.024 | --- | --- | | | 14.296 | 13.561 |
| Sección | | 0.1513 | 0.051 | --- | | | --- | --- | 14.347 | 13.561 |
| Empalme | 4 | 0.3415 | 1.617 | 1.520 | --- | --- | | | 15.963 | 15.081 |
| Sección | | 0.2577 | 0.077 | 0.111 | | | --- | --- | 16.040 | 15.192 |
| Empalme | 5 | 0.5992 | 0.194 | 0.102 | --- | --- | | | 16.634 | 15.894 |
| Sección | | 5.7424 | 2.134 | 1.208 | | | 0.371 | 0.210 | 18.769 | 17.102 |
| Conector | B 6 | 6.3415 | --- | --- | -13.9 | -14.0 | | | --- | --- |

* Para caracterizar la pérdida e incluir el elemento en ORL y pérdida de tramo, se necesita una fibra de recepción.

Umbrales de correcto/incorrecto del iOLM

| | Longitud de onda (nm) | Atenuación de la sección de fibra (dB/km) | Pérdida de tramo (dB) | | ORL máx. (dB) | Longitud de tramo (km) | |
|------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------|------------------------|--------|
| | | | Mín. | Máx. | | Mín. | Máx. |
| Umbrales de correcto/incorrecto personalizados | 1310 | --- | --- | 25.000 | 35.00 | --- | 50.000 |
| | 1550 | --- | --- | 25.000 | | --- | 50.000 |

Umbrales personalizados de correcto/incorrecto en los elementos

| | Pérdida máx. (dB) | | Reflectancia máx. (dB) | |
|----------|-------------------|---------|------------------------|---------|
| | 1310 nm | 1550 nm | 1310 nm | 1550 nm |
| Empalme | 2.500 | 2.500 | --- | --- |
| Conector | 2.500 | 2.500 | -45.0 | -45.0 |

Parámetros y configuración de iOLM

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|
| Configuración de prueba: | Point to Point(2) CANETE | IOR (1550 nm): | 1.468325 |
| Tamaño núcleo fibra: | 9 µm | Retrodispersión (1550 nm): | -81.87 dB |
| Fibra de lanzamiento: | 0.0150 km | | |
| Fibra de recepción: | 0.0000 km | | |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 2 de 2

Anexo 35. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 01 - Fat 04)

Informe OLTS



ID de trabajo: **PLANO_LMCN020-F**
 Cliente: **CLARO**
 Empresa: **LPS**
 Nombre de archivo: **FAT_04-03-02-01_FIBRA37.o**
Its

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|-----------------|----------------------------|
| Operador | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-945-SM1-EA | MAX-945-SM1-EA |
| Número de serie | 1281196 | 1281183 |
| Fecha de calibración | 8/31/2019 (UTC) | 8/30/2019 (UTC) |

Resultados

| Identificador | Longitud de onda | Pérdida máxima | Margen de pérdida | Pérdida A->B | Pérdida B->A | ORL A | ORL B | Longitud (km) | Fecha/hora |
|------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|--------------|-------|-------|---------------|-----------------------|
| | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | | |
| FAT_04-03-02-01_FIBRA37_CABLE DROP | 1310 | 18.45 | 16.55 | 18.47 | 18.44 | 49.21 | 34.66 | 5.9917 | 2/12/2020, 2:48:27 PM |
| | 1550 | 17.22 | 7.78 | 17.26 | 17.19 | 51.42 | 34.52 | | |
| CERTIFICACION OLTS | | | | | | | | | |

Referencia

| Método de referencia | Cable de prueba | Longitud de onda | Referencia A->B | Referencia B->A | Verificación de cable de prueba | Fecha/hora |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | |
| Prueba con un cable EXFO | Grado estándar | 1310 | 1.10 | 0.99 | 0.60 | 2/8/2020, 2:11:38 AM |
| | | 1550 | 1.00 | 0.91 | 0.55 | |

Umbral de aprobación/fallo

| Longitud de onda | Máx. Pérdida de enlace | Mín. ORL de enlace | Máx. Longitud de enlace |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| (nm) | (dB) | (dB) | (km) |
| 1310 | 35.00 | 30.00 | 10.000 |
| 1550 | 25.00 | 30.00 | 10.000 |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 1

Anexo 36. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 05 - Fat 08)

Informe OLTS



ID de trabajo: **PLANO_LMCN020-F**
 Cliente: **CLARO**
 Empresa: **LPS**
 Nombre de archivo: **FAT_08-07-06-05_FIBRA38.o**
Its

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|-----------------|----------------------------|
| Operador | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-945-SM1-EA | MAX-945-SM1-EA |
| Número de serie | 1281196 | 1281183 |
| Fecha de calibración | 8/31/2019 (UTC) | 8/30/2019 (UTC) |

Resultados

| Identificador | Longitud de onda | Pérdida máxima | Margen de pérdida | Pérdida A->B | Pérdida B->A | ORL A | ORL B | Longitud (km) | Fecha/hora |
|------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|--------------|-------|-------|---------------|------------------------|
| | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | | |
| FAT_08-07-06-05_FIBRA38_CABLE DROP | 1310 | 18.61 | 16.39 | 18.60 | 18.62 | 49.75 | 34.17 | 6.0334 | 2/13/2020, 11:48:32 AM |
| | 1550 | 17.36 | 7.64 | 17.36 | 17.35 | 51.89 | 34.22 | | |
| CERTIFICACION OLTS | | | | | | | | | |

Referencia

| Método de referencia | Cable de prueba | Longitud de onda | Referencia A->B | Referencia B->A | Verificación de cable de prueba | Fecha/hora |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | |
| Prueba con un cable EXFO | Grado estándar | 1310 | 1.10 | 0.99 | 0.60 | 2/8/2020, 2:11:38 AM |
| | | 1550 | 1.00 | 0.91 | 0.55 | |

Umbral de aprobación/fallo

| Longitud de onda | Máx. Pérdida de enlace | Mín. ORL de enlace | Máx. Longitud de enlace |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| (nm) | (dB) | (dB) | (km) |
| 1310 | 35.00 | 30.00 | 10.000 |
| 1550 | 25.00 | 30.00 | 10.000 |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 1

Anexo 37. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 09 - Fat 12)

Informe OLTS



ID de trabajo: **PLANO_LMCN020-F**
 Cliente: **CLARO**
 Empresa: **LPS**
 Nombre de archivo: **FAT_12-11-10-09_FIBRA39.o**
Its

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|-----------------|----------------------------|
| Operador | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-945-SM1-EA | MAX-945-SM1-EA |
| Número de serie | 1281196 | 1281183 |
| Fecha de calibración | 8/31/2019 (UTC) | 8/30/2019 (UTC) |

Resultados

| Identificador | Longitud de onda | Pérdida máxima | Margen de pérdida | Pérdida A->B | Pérdida B->A | ORL A | ORL B | Longitud (km) | Fecha/hora |
|------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|--------------|-------|-------|---------------|------------------------|
| | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | | |
| FAT_12-11-10-09_FIBRA39_CABLE DROP | 1310 | 17.82 | 17.18 | 17.83 | 17.81 | 49.93 | 34.25 | 6.0414 | 2/13/2020, 12:29:45 PM |
| | 1550 | 16.74 | 8.26 | 16.72 | 16.77 | 52.07 | 34.15 | | |
| CERTIFICACION OLTS | | | | | | | | | |

Referencia

| Método de referencia | Cable de prueba | Longitud de onda | Referencia A->B | Referencia B->A | Verificación de cable de prueba | Fecha/hora |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | |
| Prueba con un cable EXFO | Grado estándar | 1310 | 1.10 | 0.99 | 0.60 | 2/8/2020, 2:11:38 AM |
| | | 1550 | 1.00 | 0.91 | 0.55 | |

Umbral de aprobación/fallo

| Longitud de onda | Máx. Pérdida de enlace | Mín. ORL de enlace | Máx. Longitud de enlace |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| (nm) | (dB) | (dB) | (km) |
| 1310 | 35.00 | 30.00 | 10.000 |
| 1550 | 25.00 | 30.00 | 10.000 |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 1

Anexo 38. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 13 - Fat 16)

Informe OLTS



ID de trabajo: **PLANO_LMCN020-F**
 Cliente: **CLARO**
 Empresa: **LPS**
 Nombre de archivo: **FAT_16-15-14-13_FIBRA40.o**
Its

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|-----------------|----------------------------|
| Operador | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-945-SM1-EA | MAX-945-SM1-EA |
| Número de serie | 1281196 | 1281183 |
| Fecha de calibración | 8/31/2019 (UTC) | 8/30/2019 (UTC) |

Resultados

| Identificador | Longitud de onda | Pérdida máxima | Margen de pérdida | Pérdida A->B | Pérdida B->A | ORL A | ORL B | Longitud (km) | Fecha/hora |
|------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|--------------|-------|-------|---------------|-----------------------|
| | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | | |
| FAT_16-15-14-13_FIBRA40_CABLE DROP | 1310 | 17.95 | 17.05 | 17.97 | 17.93 | 47.07 | 34.22 | 5.9437 | 2/12/2020, 5:39:50 PM |
| | 1550 | 16.99 | 8.01 | 16.99 | 16.98 | 47.36 | 34.42 | | |
| CERTIFICACION OLTS | | | | | | | | | |

Referencia

| Método de referencia | Cable de prueba | Longitud de onda | Referencia A->B | Referencia B->A | Verificación de cable de prueba | Fecha/hora |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | |
| Prueba con un cable EXFO | Grado estándar | 1310 | 1.10 | 0.99 | 0.60 | 2/8/2020, 2:11:38 AM |
| | | 1550 | 1.00 | 0.91 | 0.55 | |

Umbral de aprobación/fallo

| Longitud de onda | Máx. Pérdida de enlace | Mín. ORL de enlace | Máx. Longitud de enlace |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| (nm) | (dB) | (dB) | (km) |
| 1310 | 35.00 | 30.00 | 10.000 |
| 1550 | 25.00 | 30.00 | 10.000 |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 1

Anexo 39. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 17 - Fat 20)

Informe OLTS



ID de trabajo: **PLANO_LMCN020-F**
 Cliente: **CLARO**
 Empresa: **LPS**
 Nombre de archivo: **FAT_20-19-18-17_FIBRA41.o**
Its

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|-----------------|----------------------------|
| Operador | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-945-SM1-EA | MAX-945-SM1-EA |
| Número de serie | 1281196 | 1281183 |
| Fecha de calibración | 8/31/2019 (UTC) | 8/30/2019 (UTC) |

Resultados

| Identificador | Longitud de onda | Pérdida máxima | Margen de pérdida | Pérdida A->B | Pérdida B->A | ORL A | ORL B | Longitud (km) | Fecha/hora |
|------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|--------------|-------|-------|---------------|--------------------------|
| | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | | |
| FAT_20-19-18-17_FIBRA41_CABLE DROP | 1310 | 18.47 | 16.53 | 18.48 | 18.47 | 51.31 | 33.90 | 6.0245 | 2/12/2020, 4:38:51 PM |
| | 1550 | 17.57 | 7.43 | 17.64 | 17.51 | 52.80 | 34.12 | | |
| CERTIFICACION OLTS | | | | | | | | | |

Referencia

| Método de referencia | Cable de prueba | Longitud de onda | Referencia A->B | Referencia B->A | Verificación de cable de prueba | Fecha/hora |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|------------|
| | | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | |
| Prueba con un cable EXFO | Grado estándar | 1310 | 1.10 | 0.99 | 0.60 | 2/8/2020, |
| | | 1550 | 1.00 | 0.91 | 0.55 | 2:11:38 AM |

Umbral de aprobación/fallo

| Longitud de onda | Máx. Pérdida de enlace | Mín. ORL de enlace | Máx. Longitud de enlace |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| (nm) | (dB) | (dB) | (km) |
| 1310 | 35.00 | 30.00 | 10.000 |
| 1550 | 25.00 | 30.00 | 10.000 |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 1

Anexo 40. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 21 - Fat 24)

Informe OLTS



ID de trabajo: **PLANO_LMCN020-F**
 Cliente: **CLARO**
 Empresa: **LPS**
 Nombre de archivo: **FAT_24-23-22-21_FIBRA42.o**
Its

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|-----------------|----------------------------|
| Operador | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-945-SM1-EA | MAX-945-SM1-EA |
| Número de serie | 1281196 | 1281183 |
| Fecha de calibración | 8/31/2019 (UTC) | 8/30/2019 (UTC) |

Resultados

| Identificador | Longitud de onda | Pérdida máxima | Margen de pérdida | Pérdida A->B | Pérdida B->A | ORL A | ORL B | Longitud (km) | Fecha/hora |
|------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|--------------|-------|-------|---------------|-----------------------|
| | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | | |
| FAT_24-23-22-21_FIBRA42_CABLE DROP | 1310 | 19.60 | 15.40 | 19.68 | 19.52 | 47.30 | 33.81 | 6.1058 | 2/12/2020, 5:48:07 PM |
| | 1550 | 18.34 | 6.66 | 18.42 | 18.25 | 45.31 | 34.11 | | |
| CERTIFICACION OLTS | | | | | | | | | |

Referencia

| Método de referencia | Cable de prueba | Longitud de onda | Referencia A->B | Referencia B->A | Verificación de cable de prueba | Fecha/hora |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | |
| Prueba con un cable EXFO | Grado estándar | 1310 | 1.10 | 0.99 | 0.60 | 2/8/2020, 2:11:38 AM |
| | | 1550 | 1.00 | 0.91 | 0.55 | |

Umbral de aprobación/fallo

| Longitud de onda | Máx. Pérdida de enlace | Mín. ORL de enlace | Máx. Longitud de enlace |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| (nm) | (dB) | (dB) | (km) |
| 1310 | 35.00 | 30.00 | 10.000 |
| 1550 | 25.00 | 30.00 | 10.000 |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 1

Anexo 41. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 25 - Fat 28)

Informe OLTS



ID de trabajo: **PLANO_LMCN020-F**
 Cliente: **CLARO**
 Empresa: **LPS**
 Nombre de archivo: **FAT_28-27-26-25_FIBRA43.o**
Its

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|-----------------|----------------------------|
| Operador | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-945-SM1-EA | MAX-945-SM1-EA |
| Número de serie | 1281196 | 1281183 |
| Fecha de calibración | 8/31/2019 (UTC) | 8/30/2019 (UTC) |

Resultados

| Identificador | Longitud de onda | Pérdida máxima | Margen de pérdida | Pérdida A->B | Pérdida B->A | ORL A | ORL B | Longitud (km) | Fecha/hora |
|------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|--------------|-------|-------|---------------|-----------------------|
| | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | | |
| FAT_28-27-26-25_FIBRA43_CABLE DROP | 1310 | 18.60 | 16.40 | 18.61 | 18.60 | 51.98 | 34.63 | 6.0574 | 2/12/2020, 5:18:04 PM |
| | 1550 | 17.29 | 7.71 | 17.31 | 17.28 | 53.49 | 34.60 | | |
| CERTIFICACION OLTS | | | | | | | | | |

Referencia

| Método de referencia | Cable de prueba | Longitud de onda | Referencia A->B | Referencia B->A | Verificación de cable de prueba | Fecha/hora |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | |
| Prueba con un cable EXFO | Grado estándar | 1310 | 1.10 | 0.99 | 0.60 | 2/8/2020, 2:11:38 AM |
| | | 1550 | 1.00 | 0.91 | 0.55 | |

Umbral de aprobación/fallo

| Longitud de onda | Máx. Pérdida de enlace | Mín. ORL de enlace | Máx. Longitud de enlace |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| (nm) | (dB) | (dB) | (km) |
| 1310 | 35.00 | 30.00 | 10.000 |
| 1550 | 25.00 | 30.00 | 10.000 |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 1

Anexo 42. Certificación OLTS - Nodo 20 (Fat 29 - Fat 32)

Informe OLTS



ID de trabajo: **PLANO_LMCN020-F**
 Cliente: **CLARO**
 Empresa: **LPS**
 Nombre de archivo: **FAT_32-31-30-29_FIBRA44.o**
Its

Ubicaciones

| | Ubicación A | Ubicación B |
|----------------------|-----------------|----------------------------|
| Operador | ARTURO MARAVI | ALEXANDER MONTILLA LUGO |
| Modelo | MAX-945-SM1-EA | MAX-945-SM1-EA |
| Número de serie | 1281196 | 1281183 |
| Fecha de calibración | 8/31/2019 (UTC) | 8/30/2019 (UTC) |

Resultados

| Identificador | Longitud de onda | Pérdida máxima | Margen de pérdida | Pérdida A->B | Pérdida B->A | ORL A | ORL B | Longitud (km) | Fecha/hora |
|------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|--------------|-------|-------|---------------|-----------------------|
| | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | (dB) | | |
| FAT_32-31-30-29_FIBRA44_CABLE DROP | 1310 | 18.61 | 16.39 | 18.60 | 18.62 | 51.98 | 34.04 | 6.3298 | 2/12/2020, 5:11:32 PM |
| | 1550 | 17.28 | 7.72 | 17.31 | 17.24 | 53.83 | 34.27 | | |
| CERTIFICACION OLTS | | | | | | | | | |

Referencia

| Método de referencia | Cable de prueba | Longitud de onda | Referencia A->B | Referencia B->A | Verificación de cable de prueba | Fecha/hora |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | (nm) | (dB) | (dB) | (dB) | |
| Prueba con un cable EXFO | Grado estándar | 1310 | 1.10 | 0.99 | 0.60 | 2/8/2020, 2:11:38 AM |
| | | 1550 | 1.00 | 0.91 | 0.55 | |

Umbral de aprobación/fallo

| Longitud de onda | Máx. Pérdida de enlace | Mín. ORL de enlace | Máx. Longitud de enlace |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| (nm) | (dB) | (dB) | (km) |
| 1310 | 35.00 | 30.00 | 10.000 |
| 1550 | 25.00 | 30.00 | 10.000 |



Firma: _____

Fecha: 12/02/2020

Página 1 de 1