

**VIABILIDAD IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO TÉCNICO EQUIPOS DE
FIBRA ÓPTICA EMPRESA CYFO COMUNICACIONES Y FIBRA ÓPTICA**



**Universidad
Tecnológica
de Pereira**

SAIRA CRISTINA BEDOYA OROZCO

OSCAR ALBERTO CEBALLOS ALVAREZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PEREIRA

2019

**VIABILIDAD IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO TÉCNICO EQUIPOS DE
FIBRA ÓPTICA EMPRESA CYFO COMUNICACIONES Y FIBRA ÓPTICA**

SAIRA CRISTINA BEDOYA OROZCO

OSCAR ALBERTO CEBALLOS ALVAREZ

Trabajo de grado presentado para optar por el título de Ingeniería Industrial

M.Sc. CÉSAR AUGUSTO ZAPATA URQUIJO

Director de trabajo de grado

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PEREIRA

2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
SUMMARY	6
INTRODUCCIÓN	7
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
1.3. OBJETIVOS	10
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
2. MARCO REFERENCIAL	12
2.1. MARCO TEÓRICO (Teorías existentes)	12
2.2. MARCO CONCEPTUAL (Conceptos significativos)	56
2.3. MARCO LEGAL (Normas – Leyes)	60
2.4. MARCO CONTEXTUAL	64
2.4.1. MARCO INSTITUCIONAL (Políticas empresa, Normas).....	64
2.4.2. MARCO GEOGRÁFICO.....	70
2.4.3. MARCO DEMOGRÁFICO (Caracterización de la población)	70
3. MARCO METODOLÓGICO.....	72
3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	72

3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN (Cualitativo – Cuantitativo – Mixto).....	72
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	73
3.4.	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	73
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN	74
4.	PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN	75
4.1.	DIAGNOSTICO.....	75
4.2.	RESULTADO ANALISIS “Escenario proyectado con Cliente Mayoritario Claro S.A”	76
4.3.	RESULTADO ANALISIS “Escenario proyectado sin Cliente Mayoritario Claro S.A”	102
5.	CONCLUSIONES	108
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	110

RESUMEN

El trabajo de estudio de **“Viabilidad implementación laboratorio técnico equipos de fibra óptica empresa CYFO Comunicaciones Y Fibra Óptica”**, busca asesorar a la empresa CYFO, acerca de si es rentable para la compañía la implementación de un laboratorio técnico “PROPIO” para equipos con fibra óptica, a través de un estudio, el cual se basa en realizar un análisis de la relación de gastos de la compañía de los últimos años, el análisis de las respectivas proyecciones de mercado en los próximos 4 años, el análisis de la inversión a realizar y los posibles ingresos a obtener.

SUMMARY

The study work of “Feasibility implementation technical laboratory fiber optic equipment company CYFO Communications And Optical Fiber”, seeks to advise the company CYFO, about whether it is profitable for the company to implement a technical laboratory “OWN” for equipment with fiber optical, through a study, which is based on an analysis of the company’s expense ratio in recent years, the analysis of the respective market projections in the next 4 years, the analysis of the investment to be made and the possible income to obtain.

INTRODUCCIÓN

CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica CIA. S.A. es una compañía creada en Colombia desde el año 2003, especializada en “Diseño, Construcción y Montaje, Mantenimiento, Interventoría y Consultoría de infraestructura eléctrica y Telecomunicaciones” sobre redes urbanas y rurales de baja, media y alta tensión.

Dados sus constantes gastos en mantenimiento y reparación de equipos especiales de Telecomunicaciones, se hace necesario que cuente con un laboratorio que permita mantener todos sus equipos calibrados y en óptimas condiciones, para el momento en el que se requiera su utilización.

Además del excelente personal, CYFO Comunicaciones, cuenta con una capacidad logística en constante actualización que asegura el éxito en los pilares propios de la compañía, como lo son el diseño, suministro, consultoría, implementación de redes de telecomunicaciones, instalación y certificación de enlaces de fibra óptica.

La fibra óptica es un medio de transmisión de información analógica o digital, las ondas electromagnéticas viajan en el espacio a la velocidad de la luz; al igual que otros medios de transmisión de datos esta normalizado por varios organismos de control de las normas físicas, características y estándares de instalaciones.

Colombia poco a poco se ha posicionado como una nación económicamente emergente, se ubica como uno de los países de Latinoamérica con las mejores condiciones de conectividad internacional, una asignatura que obliga a un país a abordar el veloz tren de la economía digital.

Este crecimiento exponencial en las necesidades de conectividad se ha derivado en millonarias inversiones por parte de las empresas de Telecomunicaciones que tienen presencia en el país.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la compañía CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica, se ha identificado que actualmente se realiza un gasto mensual muy alto, en el mantenimiento, la calibración y reparación de equipos para trabajos con fibra óptica, dinero que podría invertirse en la adquisición de una estructura adecuada y propia, con el personal capacitado y especializado, en la reparación y mantenimiento de estos equipos.

De la misma forma se puede conseguir la respectiva autorización legal para realizar las calibraciones de estas máquinas, reducir este costo y generar ingresos adicionales con el ofrecimiento de este servicio para otras empresas que requieran del mismo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta los aspectos del numeral 1.1, se pretende encontrar la respuesta a los siguientes interrogantes:

- ¿Es recomendable que la compañía CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica implemente un laboratorio para lograr reducir los altos costos que generan la calibración y mantenimiento de sus equipos ópticos, y mantener estos en buen estado?
- ¿Será rentable para la compañía CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica el préstamo de este nuevo servicio a otras empresas o particulares?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio que permita identificar la viabilidad de implementación de un laboratorio especializado para calibración y mantenimiento de equipos para trabajo con fibra óptica, "Propio", para la compañía CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica; con el objetivo de disminuir los altos gastos que se generan en la compañía por estos conceptos, adicionalmente determinar si la implementación, ofrecimiento y prestación de este servicio es rentable para la compañía.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

a- Cuantificar la disminución de los altos costos por conceptos de calibración y mantenimiento de equipos operativos, para la empresa CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica.

- b- Definir las inversiones necesarias para la implementación de un laboratorio especializado para calibración y mantenimiento de equipos para trabajo con fibra óptica.
- c- Determinar el funcionamiento administrativo y la estructura operativa del laboratorio, con el fin de maximizar el margen de ganancia, rentabilidad y competitividad de la organización, disminuyendo los gastos y generando una nueva alternativa de ingresos que permitirá aumentar las utilidades, con la prestación de este nuevo servicio.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEÓRICO (Teorías existentes)

2.1.1. Análisis de viabilidad

Un análisis de viabilidad es un estudio dirigido, desarrollado para realizar las proyecciones de éxito o fracaso de un proyecto a partir de una serie de datos: necesidades del mercado, rentabilidad, flujo de caja, medio ambiente del proyecto, factibilidad política, aceptación cultural, legislación aplicable, medio físico; haciendo un énfasis en viabilidad financiera y de mercado.

Los análisis de viabilidad se utilizan a nivel de dirección técnica de proyectos para sentar las bases de toma de decisiones ejecutivas; estos pueden ser de carácter previo, simultáneo o prolongado. Los análisis de carácter previo se limitan al objeto esencia de la toma de decisiones conteniendo un pronóstico de viabilidad.

No obstante, en la mayoría de los casos el análisis es simultáneo, donde no sólo se realiza un pronóstico, sino que también realiza un seguimiento del desarrollo del proyecto, esta segunda fase de los análisis de viabilidad corresponde a un nivel que funciona de dirección ejecutiva. Incluso, en determinados casos el análisis financiero alcanza al seguimiento del proyecto finalizado, incluyendo los

gastos de conservación, mantenimiento. En cualquier caso, comienza generalmente con un resumen ejecutivo y una descripción de las posibles salidas y alternativas de gestión

2.1.2. Teorías existentes

La fibra óptica es un medio de transmisión muy utilizado en redes de datos y telecomunicaciones, que ha permitido que estas mejoren de forma abismal, siendo más rápidas y seguras, y así poder transmitir información más constante y con menos error.

2.1.3. Comprobación de Fibra Óptica

Después de que se instalan, empalman y se terminan todos los cables de fibra óptica, éstos deben probarse. Con cada red de cables de fibra óptica, debe comprobar la continuidad y polaridad, la pérdida de inserción punto a punto y luego solucionar cualquier problema que pudiera ocurrir en cada fibra.

Si se trata de un cable largo de planta externa con empalmes a lo largo de él, posiblemente también desee verificar los empalmes individuales mediante una prueba con **OTDR (Reflectómetro óptico con dominio de tiempo)**, dado que es la única manera de asegurarse de que cada empalme esté realizado correctamente. De igual forma debe probarse la potencia del transmisor y del

receptor, dado que la potencia es la medición que le indica si el sistema está operando de manera adecuada.

La mayoría de estas pruebas se relacionan con las pruebas de fabricación para verificar el funcionamiento de los componentes y no son relevantes para las pruebas de instalación. Quizá la prueba más importante consiste en la pérdida por inserción de una red cables de fibra óptica instalada que se realiza con una **fuentes de luz (Light Source) y un medidor de potencia (Power Meter) o equipo de comprobación de pérdidas ópticas (OLTS)**, que es requerido por todos los estándares internacionales a fin de asegurar que la red de cables se encuentre dentro de la pérdida óptica estimada antes de que se apruebe la instalación.

La prueba de los componentes de fibra óptica y de las redes de cables requiere realizar varias evaluaciones y mediciones. Algunas implican la inspección y el juicio del instalador, como una inspección visual o rastreo, y para otras se utilizan instrumentos sofisticados que proporcionan mediciones directas. La potencia óptica, requerida para medir la potencia de la fuente, la potencia del receptor y, cuando es utilizada con una fuente de prueba, para medir la pérdida o atenuación, es el parámetro más importante, y se requiere para casi todas las pruebas de fibra óptica.

Las mediciones de retro-dispersión realizadas por un OTDR son las mediciones que siguen en importancia, especialmente para probar instalaciones de planta externa y solucionar problemas. Las mediciones de los parámetros geométricos de la fibra y el ancho de banda o dispersión son esenciales para los fabricantes de

fibra, pero no son relevantes para la prueba de campo. En toda instalación se requiere la solución de problemas de cables y de redes instaladas.

2.1.4. Inspección visual - Trazador visual de continuidad

La verificación de continuidad con un trazador visual de continuidad puede trazar la trayectoria de una fibra desde un extremo a otro a través de varias conexiones, y así verificar la continuidad, conexiones correctas y la polaridad de conector dúplex. Un trazador visual de continuidad se parece a una linterna o un instrumento similar a un bolígrafo con una bombilla o fuente LED que se acopla a un conector de fibra óptica. Conecte la fibra que debe probar al trazador y mire el otro extremo de la fibra para ver la luz transmitida a través del núcleo de la fibra. Si no ve ninguna luz en el extremo, vuelva a las conexiones intermedias para encontrar la sección del cable que está dañada.

Durante la prueba, los trazadores visuales de continuidad también ayudan a identificar la próxima fibra que se debe probar con el kit de comprobación para controlar si hay pérdida. Al conectar los cables a los paneles de conexiones, utilice el trazador visual de continuidad para asegurarse de cada conexión esté compuesta por las dos fibras correctas. A fin de cerciorarse de que la fibra correcta está conectada entre el transmisor y receptor, utilice el trazador visual de continuidad en lugar del transmisor, y su ojo en lugar del receptor para verificar la conexión. Siga todas las normas relativas a la seguridad ocular cuando trabaje con trazadores visuales.

2.1.5. Localización visual de fallos

Una versión con más potencia del trazador visual de continuidad que se denomina localizador visual de fallos (VFL) utiliza un láser visible que también puede encontrar fallos. La luz láser roja es lo suficientemente poderosa para realizar una verificación de continuidad o para trazar fibras por varios kilómetros, identificar empalmes en bandejas de empalmes y mostrar roturas en fibras o conectores de alta pérdida. Puede ver la pérdida de luz en la rotura de una fibra a través de la luz roja brillante del VFL, aún a través de la chaqueta de varios cables simplex amarillos o naranjas. Su uso más importante consiste en encontrar fallos en cables cortos o cerca del conector donde los OTDR no pueden encontrarlos.

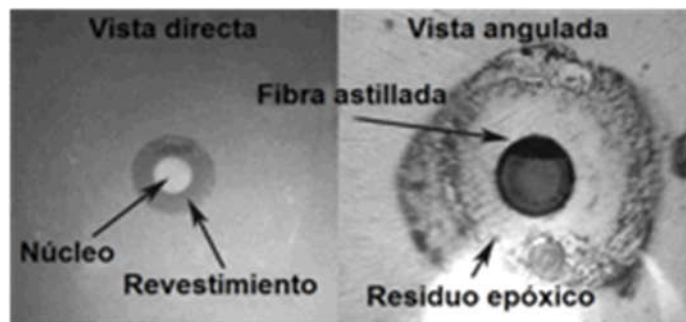
También puede utilizar el VFL para verificar visualmente y optimizar empalmes mecánicos o conectores de fibra óptica de tipo pre-pulido. Al reducir visualmente la luz perdida, puede obtener un empalme con pérdida más baja. Ningún otro método le garantizará un alto rendimiento con estos conectores.

Antes de utilizar los VFL, es necesario realizar una advertencia sobre la seguridad ocular. Los VFL utilizan una luz visible. El nivel de potencia es alto, en consecuencia, usted no debe ver directamente a la luz. Notará que mirar directamente a la salida de una fibra iluminada por un VFL es algo incómodo, por lo tanto, al trazar fibras, es conveniente que mire al costado de la fibra.

2.1.6. Inspección visual de conector por microscopio

Los microscopios para inspección de fibra óptica se utilizan para inspeccionar conectores, a fin de corroborar que el pulido sea adecuado y encontrar fallos como

rasguños, defectos de pulido y suciedad. Pueden ser utilizados tanto para verificar la calidad del procedimiento de acabado como para diagnosticar problemas. Un conector bien hecho tiene un acabado suave, pulido y sin rasguños, y la fibra no muestra ningún signo de rajaduras, astillas o áreas donde la fibra esté sobresaliendo del extremo de la férula o hacia adentro.



El aumento para visualizar los conectores puede ser de una potencia de 30 a 400, pero es mejor utilizar un aumento medio. Si el aumento es muy bajo, es posible que no sean visibles detalles fundamentales.

Realizar la inspección con un aumento muy grande puede llevar a que la persona que ve a través del microscopio sea demasiado crítica, y rechace conectores buenos. Los conectores multimodo deben utilizar aumentos en el rango de 100-200X y la fibra monomodo puede utilizar un aumento más grande, hasta 400X. Una mejor solución consiste en utilizar un aumento medio, pero inspeccionar el conector de tres formas: ver directamente el extremo de la superficie pulida con una iluminación coaxial u oblicua, ver directamente con la luz transmitida a través del núcleo y ver a un ángulo con iluminación desde el ángulo opuesto o con iluminación que sea bastante oblicua.

Al ver de forma directa, se puede visualizar la fibra y el orificio de la férula, y determinar si éste es de un tamaño adecuado, si la fibra está centrada en el orificio y si se ha aplicado la cantidad adecuada de adhesivo. Sin embargo, con esta forma, únicamente los rasguños más grandes son visibles. Al agregar luz transmitida a través del núcleo se harán visibles las rajaduras al extremo de la fibra, ocasionadas por la presión o el calor durante el proceso de pulido. Si ve el extremo del conector desde un ángulo determinado, mientras lo ilumina desde aproximadamente el mismo ángulo del lado opuesto o si utiliza una iluminación desde un ángulo menor y ve directamente, obtendrá la mejor inspección para la calidad de pulido y posibles rasguños. El efecto de sombra que produce la visión o iluminación angular aumenta el contraste de los rasguños contra la superficie pulida suave y espejada del vidrio.

No obstante, debe ser cuidadoso al inspeccionar los conectores. A veces se tiende a ser demasiado crítico, especialmente si se utilizan aumentos grandes. En general, solamente los defectos sobre el núcleo de la fibra se consideran problemas. Las esquirlas del vidrio alrededor de la parte externa del revestimiento no son algo inusual, y no tendrán efecto sobre la capacidad del conector de acoplar luz en el núcleo de las fibras multimodo. Asimismo, los rasguños que están solamente en el revestimiento (*Cladding*) no deberían ocasionar ningún problema de pérdida.

Los mejores microscopios le permiten inspeccionar el conector desde diferentes ángulos, ya sea inclinando el conector o permitiendo la iluminación angular para obtener el mejor panorama sobre lo que está sucediendo. Verifique que el

microscopio tenga un adaptador fácil de usar para unir los conectores de interés al microscopio.

Los microscopios con salida de video que ahora están disponibles permiten obtener una visión más fácil de la cara del extremo del conector, y algunas incluso tienen un software que analiza el acabado. Aunque son muchos más costosos que los microscopios ópticos normales, facilitan la inspección y aumentan la productividad enormemente.

Es importante que recuerde verificar que el cable no tenga corriente antes de mirarlo en el microscopio, a fin de proteger sus ojos. El microscopio concentrará toda energía que exista en la fibra y lo enfocará en su ojo con resultados potencialmente peligrosos. Algunos microscopios tienen filtros para detener la radiación infrarroja de los transmisores con el propósito de minimizar este problema.

2.1.7. Pérdida óptica o pérdida por inserción

La pérdida óptica es el principal parámetro de rendimiento de la mayoría de los componentes de fibra óptica. Para la fibra, consiste en la pérdida por unidad de longitud o coeficiente de atenuación. Para los conectores, consiste en la pérdida de conexión cuando se une a otro conector. Para los cables, consiste en la pérdida total de los componentes del cable, entre los que se encuentran los conectores, las fibras, los empalmes y cualquier otro componente en el tendido de cable que se esté probando. Se utilizan cables para ilustrar la pérdida por inserción, y luego se observan otros componentes.

La pérdida del cable es la diferencia entre la potencia acoplada en un cable al extremo del transmisor y lo que sale al extremo del receptor. La prueba de pérdida requiere la medición de la cantidad total de la potencia óptica perdida en un cable (Con inclusión de la atenuación de la fibra, la pérdida por conexión y la pérdida por empalme) con una fuente de luz y medidor de potencia (OPM) de fibra óptica o equipo de comprobación de pérdidas ópticas (OLTS). La prueba de la pérdida se realiza a longitudes de onda adecuadas para la fibra y su uso. Generalmente, la fibra multimodo se prueba a 850 nm, y opcionalmente, a 1300 nm con fuentes LED. La mayoría de las pruebas se realiza en cables pre-conectorizadas, ya sea cables de conexión (*Patch cord*) o redes de cable instaladas. Pero los fabricantes de fibra prueban cada fibra para verificar si hay pérdida, a fin de calcular su coeficiente de atenuación. Los fabricantes de conectores prueban muchos conectores para obtener un valor promedio de la pérdida que el conector tendrá cuando sea terminado en las fibras. Los fabricantes de otros componentes también prueban la pérdida de sus componentes para verificar su rendimiento.

La medición de la pérdida por inserción se realiza conectando el cable bajo prueba a buenos cables de referencia con una potencia de lanzamiento calibrada que se convierte en la referencia de pérdida "0 dB".



Además de un medidor de potencia, necesita una fuente de prueba (fuente de luz) para medir la pérdida. La fuente de prueba debe ser compatible con el tipo de fibra que se está probando (generalmente un LED para fibra multimodo o un láser para fibra monomodo) y una longitud de onda (850, 1300, 1550 nm) que será utilizada en el cable de fibra óptica que está probando. Si usted está utilizando algunos estándares para realizar la prueba, es posible que necesite agregar más acondicionamiento, como un rollo de mandril, a fin de cumplir las condiciones de lanzamiento estándar.

2.1.8. Medidores de potencia de fibra óptica OPM (Optical Power Meter)

La medición de la potencia requiere un medidor de potencia con un adaptador que se ajuste al conector de fibra óptica en el cable que está siendo probado, y si está probando un transmisor, se requiere un buen cable de fibra óptica (que tenga un tamaño de fibra adecuado, ya que la potencia acoplada depende del tamaño del núcleo de la fibra) y algo de ayuda de la electrónica de red para encender el transmisor. Recuerde que al medir la potencia, el medidor debe fijarse en la longitud de onda y rango adecuados (generalmente dBm, a veces micro watts, pero nunca "dB" [esta unidad de medida es un rango de potencia relativo que se utiliza solamente para probar la pérdida]).



A fin de medir la potencia, conecte el medidor al cable unido a la fuente que tiene la salida que usted desea medir. Puede ser en el receptor para medir la potencia del receptor, o puede utilizar un cable de conexión (*Patch Cord*) o cable de prueba de referencia (Que haya sido probado y sepa que funciona) que está conectado al transmisor para medir la potencia de salida. Encienda el transmisor/fuente y deje pasar unos minutos para que se estabilice. Fije el medidor de potencia para la longitud de onda compatible y observe la potencia que indica el medidor. Compárela con la potencia especificada para el sistema y asegúrese de que sea una potencia suficiente, pero no demasiada.

2.1.9. Fuentes de prueba de fibra óptica

Se debe elegir una fuente de prueba de fibra óptica que sea compatible con el tipo de fibra que se está utilizando (monomodo o multimodo con el diámetro de núcleo adecuado) y la longitud de onda deseada para realizar la prueba. La mayoría de las fuentes son LED o láseres de los tipos que comúnmente se utilizan como transmisores en los sistemas de fibra óptica existentes, lo que los hace representativos de las aplicaciones reales y mejora la utilidad de la prueba. Algunas pruebas de laboratorio, como la medición de la atenuación de la fibra sobre un rango de longitud de fibras, requieren una fuente de longitud de onda variable, que usualmente consiste en una lámpara de tungsteno (halógena) con un monocromador para variar la longitud de onda de la fuente de luz.

Las longitudes de onda típicas de las fuentes son de 650 o 665 nm (fibra de plástico), 820, 850 y 870 nm (fibra multimodo de longitud de onda corta) y 1300

(fibra multimodo de longitud de onda larga) o 1310 nm y 1550 nm (fibra monomodo de longitud de onda larga). Los LED son típicamente utilizados para probar las fibras multimodo y los láseres son utilizados para la fibra monomodo, aunque hay algún cruce. Las redes de área local (LAN) de alta velocidad que utilizan fibras multimodo pueden probarse con láseres de cavidad vertical y emisión superficial (VCSEL) como las fuentes de sistema y los cables de interconexión monomodo cortos pueden probarse con los LED.

La longitud de onda de la fuente puede ser un punto crucial a la hora de realizar mediciones de pérdida precisas en enlaces largos, dado que el coeficiente de atenuación de la fibra es sensible a la longitud de onda. Por lo tanto, todas las fuentes de prueba deben calibrarse para la longitud de onda en caso de que se requieran correcciones para las variaciones de longitud de onda.

Las fuentes de prueba casi siempre tienen conectores fijos. Los puentes de prueba híbridos con conectores compatibles con la fuente en un extremo y el conector que se está probando en el otro deben utilizarse como cables de referencia. Esto podría afectar el tipo de modo de ajuste de referencia utilizado para la prueba de pérdida.

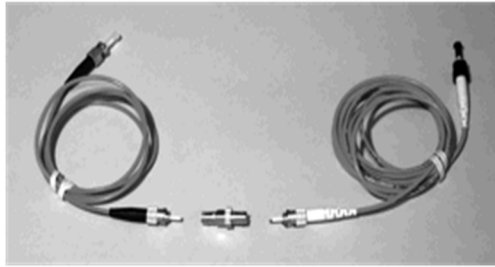
Los factores relacionados con la fuente que afectan la precisión de la medición son la estabilidad de la potencia de salida y la distribución modal lanzada en la fibra multimodo. La estabilidad de la fuente es principalmente un factor del circuito electrónico en la fuente. Los estándares industriales tienen requerimientos sobre la salida modal de las fuentes de prueba para las fibras multimodo que son importantes para los fabricantes de las fuentes de prueba. Diferentes estándares

han requerido que los mezcladores, filtros y separadores de modos ajusten la distribución modal en la fibra para aproximarse a las condiciones de operación reales. Actualmente, la mayoría de los estándares exige que las fuentes cumplan con los requerimientos de salida y que en la prueba se utilice un filtro de modo de tipo rollo de mandril.

2.1.10. Cables de referencia

La comprobación de pérdida requiere uno o más cables de referencia, según la comprobación realizada y los adaptadores de acoplamiento adecuados para los conectores. Los cables de referencia en general tienen una longitud de 1-2 metros, y tienen fibras y conectores que se ajustan a los cables por ser probados. La precisión de la medición dependerá de la calidad de los cables de referencia, dado que se unirán al cable bajo prueba. La calidad y la limpieza de los conectores en los cables de lanzamiento y recepción son unos de los factores más importantes en la precisión de las mediciones de pérdida. Siempre pruebe los cables de referencia de prueba mediante el cable de conexión (*Patch Cord*) o el método de un solo extremo que se muestra abajo para asegurarse de que estén en buenas condiciones antes de comenzar a probar otros cables.

Los estándares que exigen cables de prueba de referencia especiales de calidad ahora especifican cables con conexiones de baja pérdida. La mejor recomendación para calificar los cables de referencia es elegir cables con baja pérdida, probados con el método de "un solo extremo" de conformidad con el estándar de prueba de cable FOTP-171.



Para las realizar las pruebas, se deben utilizar únicamente los adaptadores de acoplamiento de la más alta calidad, dado que también constituyen un factor que influye en la pérdida. Los adaptadores económicos generalmente tienen manguitos de acoplamiento plásticos para alinear las férulas del conector que se gastan rápido, lo que produce pérdidas altas incluso con conectores buenos.

2.1.11. Fusionadoras de fibra óptica (Empalmadoras de fibra óptica)

Son máquinas de alta precisión con componentes micro mecánicos que requieren estar siendo revisados y ajustados periódicamente. El mantenimiento preventivo es necesario para que las fusiones se realicen de manera óptima, y para no tener pérdidas de información por atenuación y principalmente para que los electrodos no realicen un sobre esfuerzo al realizar la fusión evitando daños irreparables en el módulo transformador principal; a continuación se describen algunas fallas comunes del equipo en mención:

¿Cuáles son los problemas más comunes que se dan en las fusionadoras?

Por falta de un mantenimiento preventivo se tienen atenuaciones en los empalmes muy altas, dando hasta 1 dB o más de pérdida; el equipo constantemente dará errores de limpieza, corte, desajuste o des-calibración de electrodos y cámaras

por lo que el simple hecho de hacer un empalme, se tendrá que repetir varias veces causando un mayor desgaste en los electrodos, y un elevado costo por tiempo de mano de obra.

Ocasionara problemas para alinear la fibra al núcleo y esto causara que los sensores del serbo-motor sean des-calibrados por los múltiples intentos de alineación que hace el equipo, hasta llegar a problemas más complejos que requieren mantenimiento correctivo, o cambio de piezas dañadas.

¿Cuáles son las razones por las cuáles se dan estos problemas?

Por no efectuar un mantenimiento preventivo adecuado a la fusionadora, los equipos pasan en el 100% de los casos a tener mantenimientos correctivos o reparaciones costosas y en muchos casos equipos obsoletos e inservibles.

¿Cuál es la importancia de un mantenimiento preventivo?

Mantener en buenas condiciones al equipo para el desempeño de su trabajo, para garantizar la calidad de los empalmes o fusiones con pérdidas mínimas entre los 0.00dB a 0.03dB; además de evitar problemas en los componentes que requieran de reparaciones y sustituciones

¿Por qué no hay una cultura de mantenimiento de fusionadoras en Latinoamérica?

Principalmente es debido a que la mercadotecnia que hacen las marcas promete una duración exagerada en sus equipos, llegando a decir incluso que sus equipos

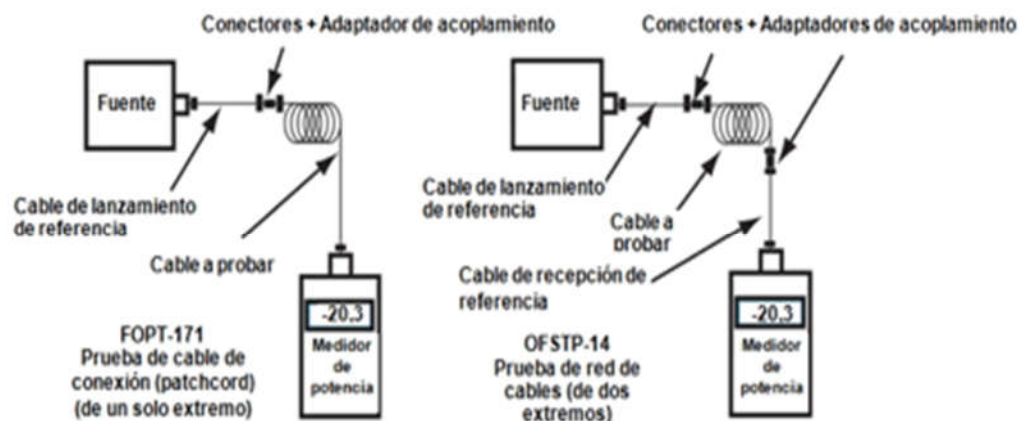
“nunca” necesitarán mantenimiento, esto es incorrecto ya que los equipos son fabricados con electrónica y tecnología de precisión.

Solo el hecho de presentar suciedad o desgaste en sus componentes por el uso constante requiere tener un plan de mantenimiento preventivo constante.

¿Dónde se pueden realizar estos mantenimientos preventivos?

Actualmente existen empresas en Bogotá, Medellín y Barranquilla que ofrecen los mantenimientos y soporte de equipos de fibra óptica.

2.1.12. Comprobación de pérdida



Existen dos métodos que se utilizan para medir la pérdida por inserción con una fuente de luz y medidor de potencia, una "prueba de cable de conexión", también llamada "pérdida de un solo extremo", según al estándar TIA FOTP-171, y una "prueba de red de cables instalada" o "pérdida de dos extremos", según el estándar TIA OFSTP-14 (multimodo) y OFSTP-7 (monomodo). La diferencia entre las dos pruebas es que la prueba de pérdida de un solo extremo utiliza

únicamente un cable de lanzamiento y prueba sólo el conector unido al cable de lanzamiento más la fibra y cualquier otro componente en el cable. La prueba de un solo extremo se utiliza principalmente para probar cables de conexión o cables cortos, dado que puede probar cada conector individualmente.

La comprobación de pérdida de dos extremos utiliza un cable de lanzamiento y un cable de recepción unido al medidor y mide la pérdida de los conectores en ambos extremos del cable bajo prueba.

La comprobación de un solo extremo generalmente se utiliza en cables de conexión para poder probar los conectores en cada extremo de un cable corto individualmente, a fin de asegurar que los dos sean buenos y poder encontrar qué conector podría ser defectuoso en caso de existir algún problema. La comprobación de dos extremos se utiliza con una red de cables instalados para asegurar que la red de cables haya sido adecuadamente instalada y para comparar los resultados de la prueba con las pérdidas ópticas estimadas.

La pérdida de un solo extremo se mide uniendo el cable que desea probar al cable de lanzamiento de referencia y midiendo la potencia que sale del extremo con el medidor. Al hacer esto, usted sólo mide la pérdida del conector unido al cable de lanzamiento y la pérdida de cualquier fibra, empalme u otro conector en el cable que está probando. Dado que usted está apuntando el conector que se encuentra al extremo del cable a un detector en el medidor de potencia en lugar de unirlo a otro conector, en efecto, no tiene ninguna pérdida, por lo que no se incluye en la medición. Una ventaja que presenta esta prueba consiste en que usted puede localizar problemas en los cables y encontrar un conector defectuoso, dado que

puede invertir el cable para probar los conectores en cada extremo de forma individual. Cuando la pérdida es alta, el conector defectuoso se acopla al cable de referencia.

En una comprobación de pérdida de dos extremos, usted conecta el cable bajo prueba entre dos cables de referencia, uno conectado a la fuente y el otro al medidor. De esta manera, usted mide las pérdidas de los conectores en cada extremo, más la pérdida de todo el cable o todos los cables, con inclusión de los conectores y empalmes, que se encuentran en el medio. Éste es el método especificado en OFSTP-14 (multimodo, la prueba monomodo es OFSTP-7), la prueba estándar para la pérdida en una red de cables instalada.

2.1.13. Potencia óptica

Prácticamente, cada medición en fibra óptica se refiere a la potencia óptica. La salida de un transmisor o la entrada a un receptor son mediciones de potencia óptica "absolutas", es decir, se mide el valor real de la potencia. La pérdida es una medición de potencia "relativa", la diferencia entre la potencia acoplada a un componente como un cable, empalme o un conector y la potencia que se transmite a través de ella. Esta diferencia en el nivel de potencia antes y después del componente es lo que se llama pérdida óptica y define el rendimiento de un cable, conector, empalme u otro componente.

Siempre que las pruebas se realizan en redes de fibra óptica, los resultados se muestran en la pantalla de lectura del instrumento. Las mediciones de potencia se expresan en "dB", que es la unidad de medida de potencia y pérdida en las

mediciones de fibra óptica. La pérdida óptica se mide en "dB", mientras que la potencia óptica se mide en "dBm". La pérdida es un número negativo (por ejemplo, -3.2 dB), como lo son muchas mediciones de potencia. Las mediciones en dB a veces pueden ser confusas.

En los primeros tiempos de la fibra óptica, la potencia de salida de la fuente se medía generalmente en mili watts, una escala lineal, y la pérdida se medía en dB o en decibelios, una escala logarítmica. Con el paso del tiempo, todas las medidas cambiaron a dB por motivos de conveniencia, lo que ocasionó bastante confusión. Las mediciones de pérdida generalmente se medían en dB, dado que el dB es una relación entre dos niveles de potencia, uno de los cuales se considera el valor de referencia. El dB es una escala logarítmica, en la cual cada 10 dB representa una proporción de 10 veces el valor.

Entonces, 10 dB es una proporción de 10 veces el valor (ya sea 10 veces más o un décimo más), 20 dB es una proporción de 100, 30 dB es una proporción de 1000, etc. Cuando las dos potencias ópticas comparadas son iguales, entonces $\text{dB}=0$, un valor conveniente que es fácil de recordar. Si la potencia medida es más alta que la potencia de referencia, el dB será un número positivo, pero si es más baja que la potencia de referencia, será un número negativo. Por lo tanto, las mediciones de pérdida generalmente se expresan como un número negativo.

Las mediciones de la potencia óptica, como la salida de un transmisor o entrada a un receptor se expresan en unidades de dBm. La "m" en dBm se refiere a una potencia de referencia de 1 mili vatio. Por lo tanto, una fuente con un nivel de

potencia de 0 dBm tiene una potencia de 1 mili vatio. Asimismo, -10 dBm representa 0,1 mili vatio y +10 dBm representa 10 mili vatio.

A fin de medir la pérdida en un sistema de fibra óptica, se hacen dos mediciones de potencia, una medición de referencia antes de que la luz pase a través del componente que se está probando y una medición de pérdida después de que la luz atraviese el componente. Dado que está midiendo la pérdida, la potencia medida será menor que la potencia de referencia, de manera que la relación entre la potencia medida y la potencia de referencia es menor a 1, y el logaritmo es negativo, lo cual torna al dB en un número negativo. Cuando se establece el valor de referencia, el medidor marca "0 dB", porque el valor de referencia que establece y el valor que el medidor está indicando debe ser el mismo. Luego se mide la pérdida, la potencia medida es menor, por lo que el medidor marcará "-3.0 dB", por ejemplo, si la potencia que se evalúa es la mitad del valor de referencia. Aunque los medidores miden un número negativo para la pérdida, existe la convención de expresar la pérdida como un número positivo. Por lo tanto, cuando el medidor marca -3.0 dB, se dice que la pérdida es de 3.0 dB.

Los instrumentos que miden en dB pueden ser o bien medidores de potencia óptica o bien equipos de comprobación de pérdidas ópticas (OLTS). El medidor de potencia óptica generalmente marca en dBm para las mediciones de potencia o dB con respecto a un valor de referencia establecido por el usuario para la pérdida. Mientras que la mayoría de los medidores de potencia tienen rangos de +3 a -50 dBm, la mayor parte de las fuentes están en el rango de +10 a -10 dBm para los láseres y -10 a -20 dBm para los LED. Solamente los láseres utilizados en

CATV o en sistemas telefónicos de larga distancia tienen potencias suficientes como para ser realmente peligrosos, hasta + 20 dBm, lo cual equivale a 100 milis watts o un décimo de un vatio.

Es importante recordar que el dB se utiliza para medir la pérdida y el dBm se utiliza para medir la potencia, y cuanto más negativo sea el número, más grande será la pérdida. Establezca la referencia cero antes de medir la pérdida y verifíquela ocasionalmente mientras realice las mediciones.

2.1.14. Calibración de mediciones de potencia – OPM

La calibración del equipo de medición de potencia de fibra óptica requiere que se fije un estándar de referencia trazable a un laboratorio nacional de estándares como el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología en los Estados Unidos (NIST, por sus siglas en inglés) con fines de comparación al calibrar cada medidor de potencia u otro instrumento. El estándar NIST para todas las mediciones de potencia es un radiómetro piro-eléctrico calibrado eléctricamente (ECPR, por sus siglas en inglés), que mide la potencia óptica comparando la potencia calorífica de la luz con la potencia calorífica conocida de un resistor. La calibración se realiza a 850, 1300 y 1550 nm. A veces, los fabricantes utilizan la longitud de onda de láseres a 1310 nm como la longitud de onda calibrada en un medidor de potencia, pero el estándar para la calibración del medidor de potencia es 1300 nm. Para transferir de manera conveniente los estándares de laboratorio a los laboratorios de calibración de los fabricantes de medidores de potencia de fibra óptica, el NIST

actualmente utiliza un medidor de potencia óptica de laboratorio que se envía a los laboratorios como un estándar de transferencia.

Los medidores calibrados de esta manera tienen una incertidumbre de calibración de alrededor de +/- 5%, en comparación con los estándares primarios del NIST.

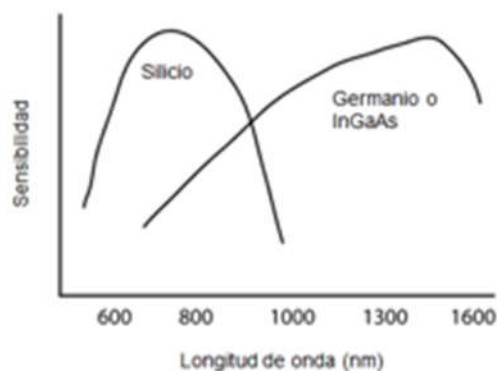
Las limitaciones en la incertidumbre son las inconsistencias inherentes en los acoplamientos ópticos, cerca del 1% en cada transferencia, y variaciones leves en la calibración de la longitud de onda. El NIST está trabajando de forma continua con fabricantes de instrumentos y laboratorios de calibración privados para intentar reducir la incertidumbre de estas calibraciones.

La re-calibración de instrumentos debe realizarse anualmente; sin embargo, la experiencia ha demostrado que la precisión de los medidores pocas veces cambia de manera significativa durante ese período, siempre y cuando la electrónica del medidor no falle. La calibración de los medidores de potencia de fibra óptica requiere una inversión considerable en el equipo de capital, por lo que los medidores deben devolverse al fabricante original o a los laboratorios de calibración privados para ser calibrados.

Entendiendo la incertidumbre de medición del medidor de potencia de fibra óptica
Se ha puesto mucha atención al desarrollo de estándares de transferencia para las mediciones de potencia de fibra óptica. El NIST de los Estados Unidos en Boulder, Colorado y las organizaciones de estándares de la mayoría de los demás países han trabajado para proporcionar buenos estándares con los cuales trabajar. Ahora se puede asegurar una trazabilidad para las calibraciones, pero aun así los errores que se producen al hacer las mediciones no pueden ignorarse.

Aun cuando los medidores de potencia de fibra óptica se calibran dentro de las especificaciones, la incertidumbre de una medición puede ser tanto como +/- 5% (cerca de 0.2 dB) en comparación con los estándares. Entender los errores del medidor de potencia y sus probables causas asegurará un punto de vista realista sobre las mediciones de potencia de fibra óptica.

La primera fuente de error es el acoplamiento óptico. La luz de la fibra se expande en un cono. Es importante que el detector de la geometría de la fibra sea tal que toda la luz de la fibra impacte en el detector, de lo contrario la medición será menor que el valor real. Pero cada vez que la luz atraviesa una interfaz aire-vidrio, como la ventana en el detector, una pequeña cantidad de luz se refleja y se pierde. Finalmente, la limpieza de las superficies ópticas involucradas puede ocasionar absorción y dispersión. La suma total de estos errores potenciales dependerá del tipo de conector, la longitud de onda, el tamaño de la fibra y apertura numérica.



Más allá de los errores de acoplamiento, también existen errores asociados con la calibración de la longitud de onda. Los detectores semiconductores utilizados en los instrumentos (y los sistemas también) de fibra óptica tienen una sensibilidad que es dependiente de la longitud de onda. Dado que la de longitud de onda de la

fuente real es poco conocida, existe un error asociado con la sensibilidad espectral del detector. Por convención industrial, se utilizan las tres longitudes de onda esenciales (850, 1300 y 1550 nm) para todas las mediciones de potencia, y no la longitud de onda de la fuente exacta.

También existe otra fuente de error para las mediciones de niveles altos y bajos. A niveles altos, la potencia óptica puede sobrecargar y saturar el detector, lo que producirá que la medición sea errónea. A niveles bajos, el ruido inherente del detector se suma a la señal y se convierte en un error. Si la señal está 10 dB por encima del umbral mínimo de ruido (10 veces el ruido), el error de desplazamiento es 10% o 0.4 dB.

2.1.15. Resolución de instrumento VS Incertidumbre de medición

Si se considera la incertidumbre de la mayoría de las mediciones de fibra óptica, los fabricantes de instrumentos han proporcionado medidores de pérdida y de potencia con una resolución de medición que usualmente es mucho mayor que la necesaria. La incertidumbre de las mediciones de potencia óptica es de alrededor 0.2 dB (5%), las mediciones de pérdida probablemente presenten incertidumbres de 0.2-0.5 dB o más, y las mediciones de pérdida de retorno óptica tienen una incertidumbre de 1 dB.

Los instrumentos que tienen pantallas de lectura con una resolución de 0.01 dB generalmente son apropiados únicamente para las mediciones de laboratorio de pérdidas de componentes muy bajas o cambios ocasionados por variaciones medioambientales. Dentro del laboratorio, una resolución de 0.01 dB puede ser

extremadamente útil, dado que se suele medir la pérdida de los conectores o empalmes que se encuentran debajo de 0.10 dB o cambios en la pérdida bajo estrés ambiental que están debajo de 0.1 dB. La estabilidad de las fuentes y la tensión física en los cables limita la incertidumbre de medición a aproximadamente entre 0.02 a 0.05 dB por día, pero una resolución de 0.01 dB puede ayudar a determinar pequeños cambios en el rendimiento de los componentes.

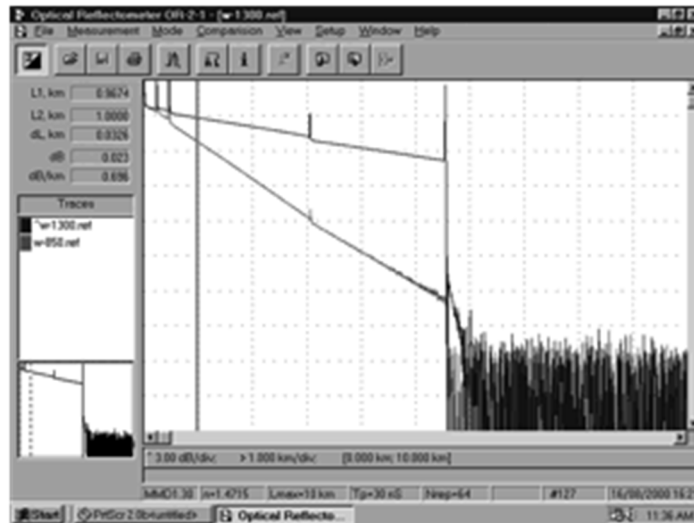
Las mediciones de campo tienen una incertidumbre mayor porque se miden más componentes a la vez y las pérdidas son mayores. Prácticamente, las mediciones son mejores cuando la resolución del instrumento se limita a 0.1 dB. Las lecturas serán más propensas a ser estables al ser leídas, y más indicativas de la incertidumbre de la medición.

2.1.16. OTDR (Reflectómetro óptico con dominio de tiempo)

Los OTDR son los instrumentos de fibra óptica más complejos que pueden tomar una imagen instantánea de una fibra y mostrar la ubicación de los empalmes, conectores, fallos, etc. Los OTDR son potentes instrumentos de prueba para las redes de cables de fibra óptica, siempre y cuando se comprenda cómo configurar adecuadamente el instrumento para la prueba e interpretar los resultados.

Cuando son utilizados por un operador habilidoso, los OTDR pueden localizar fallos, medir la longitud de cables y verificar la pérdida de empalmes. Hasta cierto punto, también pueden medir la pérdida de una red de cables. Los únicos parámetros de fibra óptica que no miden es la potencia óptica en el transmisor o

receptor. Existe mucha información en el trazado del OTDR, tal como se muestra en el trazado real de la imagen a continuación.



Los OTDR están disponibles en versiones para sistemas de fibra óptica estandarizadas, monomodo o multimodo, en las longitudes de onda adecuadas.

Para utilizar un OTDR correctamente, es necesario entender cómo funciona, cómo configurar adecuadamente el instrumento y cómo analizar los trazados. Los OTDR ofrecen una opción de "Auto-prueba", pero si se utiliza esa opción sin entender el OTDR y sin verificar manualmente su trabajo generalmente lleva a problemas.

¿Cómo funcionan los OTDR?

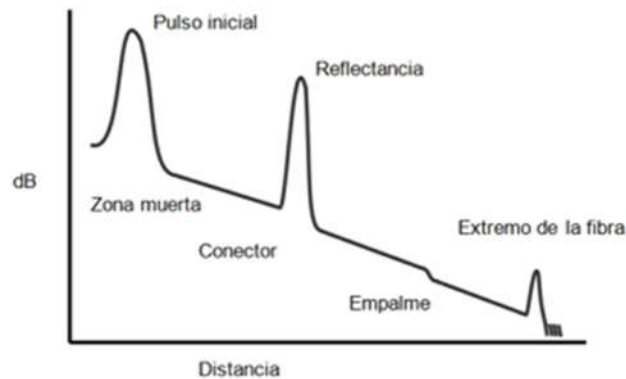
A diferencia de las fuentes y medidores de potencia que miden la pérdida de la red de cables de fibra óptica directamente, el OTDR funciona de manera indirecta. La fuente y el medidor duplican el transmisor y receptor del enlace de transmisión de una fibra óptica, por lo que la medición se correlaciona correctamente con la pérdida real del sistema.

El OTDR, sin embargo, utiliza la luz retro-dispersada de la fibra para detectar pérdidas; funciona como un RADAR (detección y medición de distancias por radio), enviando un pulso de luz láser de alta potencia por la fibra y buscando señales de retorno de la luz retro-dispersada en la fibra o la luz reflejada del conector o juntas de empalme. La cantidad de luz retro-dispersada es muy poca, por eso el OTDR envía muchos pulsos y hace un promedio para obtener resultados.

En cualquier momento, la luz que el OTDR ve es la luz dispersada del pulso que pasa a través de una región de la fibra. Solamente una pequeña cantidad de luz se dispersa de vuelta hacia el OTDR, pero con pulsos de prueba más amplios, receptores sensibles y promedio de señal, es posible realizar mediciones sobre distancias relativamente largas. Dado que es posible calibrar la velocidad del pulso a medida que atraviesa la fibra, el OTDR puede medir el tiempo, calcular la posición del pulso en la fibra y correlacionar lo que ve en la luz retro-dispersada con una ubicación real en la fibra. Por lo tanto, puede crear una imagen instantánea de la fibra, una presentación visual en pantalla de cualquier punto de la fibra.

Dado que el pulso se atenúa en la fibra a medida que pasa a lo largo de ella y sufre pérdidas en los conectores y empalmes, la cantidad de potencia en el pulso de prueba disminuye a medida que pasa a lo largo de la fibra en la red de cables bajo prueba. Por lo tanto, la porción de la luz que se retro dispersa se reducirá en consecuencia, lo que producirá una imagen de la pérdida real que se produce en la fibra. Algunos cálculos son necesarios para convertir esta información para

visualizarla en pantalla, dado que el proceso se produce dos veces, una vez cuando sale del OTDR y otra en la vía de retorno de la dispersión en el pulso de prueba.



Hay mucha información en la pantalla del OTDR. La pendiente de la traza gráfica de la fibra muestra el coeficiente de atenuación de la fibra (pérdida por longitud) y se calibra en dB/km por el OTDR. La caída en la traza gráfica de la fibra a lo largo del conector o empalme permite medir la pérdida en dB. El pico producido por la reflectancia de un conector o empalme mecánico también puede medirse. Si bien algunos usuarios miden la pérdida punto a punto de una red de cables de fibra óptica con un OTDR, se requiere un cable de recepción en el extremo del cable que se está evaluando para probar los conectores en ambos extremos y no mide de la misma manera que la fuente de luz y medidor de potencia (o el transmisor y receptor del sistema), por lo que es posible que no se correlacione con la pérdida del sistema.

Observe el pulso inicial grande en el trazado de OTDR que se muestra en el gráfico arriba. Eso es producido por el pulso de prueba de alta potencia que se refleja en el conector OTDR y sobrecarga el receptor del OTDR. La recuperación del receptor provoca la "zona muerta" cerca del OTDR. A fin de evitar problemas

producidos por la zona muerta, es necesario utilizar siempre un cable de lanzamiento de longitud suficiente al probar los cables.

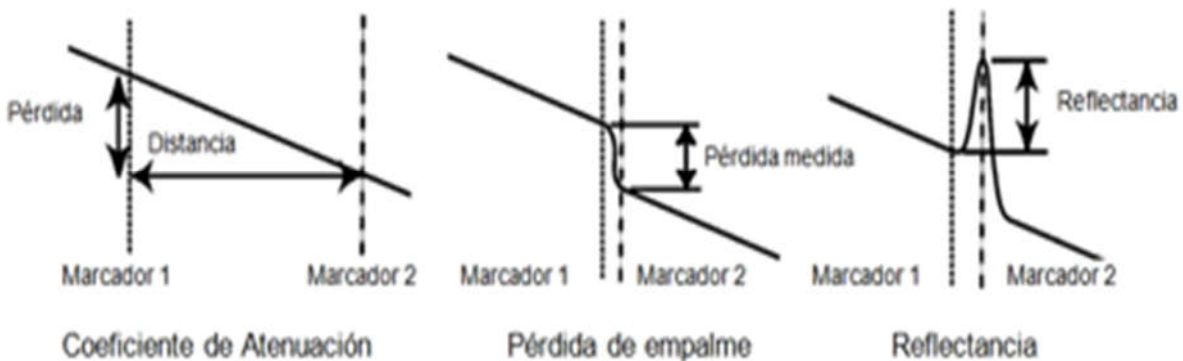
Los conectores y los empalmes se denominan "eventos" en la jerga de OTDR. Ambos deben mostrar una pérdida, pero los conectores y los empalmes mecánicos también mostrarán un pico de reflexión para que de este modo pueda distinguirlos de los empalmes por fusión. Además, la altura de ese pico indicará la cantidad de reflexión en el evento, a menos que sea tan grande que sature el receptor de OTDR. La parte superior del pico será llana y tendrá una cola en el extremo, lo cual indicará que el receptor estaba sobrecargado. El ancho del pico muestra la resolución de distancia del OTDR o cuán cerca puede detectar los eventos.

Los OTDR también detectan problemas en el cable producidos durante la instalación. Si una fibra está rota, aparecerá el extremo de la fibra mucho más corto que el cable o un empalme con alta pérdida en el lugar incorrecto. Si se coloca una tensión excesiva en el cable debido a pliegues o un radio de curvatura demasiado ajustado, se parecerá a un empalme en el lugar incorrecto. No hay mejor ayuda para la detección y solución de problemas con un OTDR que tener una buena documentación, de manera que usted sepa lo que el OTDR debería estar mostrando en los puntos a lo largo de la fibra.

¿Cómo realizar mediciones con el OTDR?

Todos los OTDR mostrarán el trazado en una pantalla y proporcionarán dos o más marcadores para ubicar en puntos de la pantalla, a fin de medir la pérdida y la

distancia. Esto se puede utilizar para medir la pérdida de la longitud de una fibra, caso en el que el OTDR calculará el coeficiente de atenuación de la fibra, o la pérdida de un conector o empalme.



Coeficiente de atenuación de la fibra

Para medir la longitud y atenuación de la fibra, se colocan los marcadores en cualquier extremo de la sección de la fibra que se desea medir. El OTDR calculará la diferencia de distancia entre los dos marcadores y proporcionará la distancia. También marcará la diferencia entre los niveles de potencia de los dos puntos donde los marcadores cruzan el trazado y calculan la pérdida o la diferencia en los dos niveles de potencia en dB. Finalmente, calculará el coeficiente de atenuación de la fibra al dividir la pérdida por la distancia, y presentará el resultado en dB/km, las unidades normales para la atenuación. Si el segmento de la fibra es ruidoso o no parece recto, el OTDR puede promediar la medición con un método denominado análisis de mínimos cuadrados (LSA, por sus siglas en inglés).

Pérdida por empalmes o por conexión

El OTDR mide la distancia hacia el evento y la pérdida en un evento (un conector o empalme) entre los dos marcadores. A fin de medir la pérdida del empalme, mueva los dos marcadores cerca del empalme que se va a medir, y asegúrese de que tengan aproximadamente la misma distancia desde el centro del empalme. El OTDR calculará la pérdida dB entre los dos marcadores, y le dará una lectura de pérdida en dB.

Las mediciones de la pérdida del conector o los empalmes con alguna reflectancia se verán muy similar, con la excepción de que usted verá un pico en el conector, producido por la reflexión del conector. El OTDR también podrá utilizar un método de mínimos cuadrados a fin de reducir los efectos del ruido y eliminar el error ocasionado por la pérdida de la fibra entre los dos marcadores.

Reflectancia

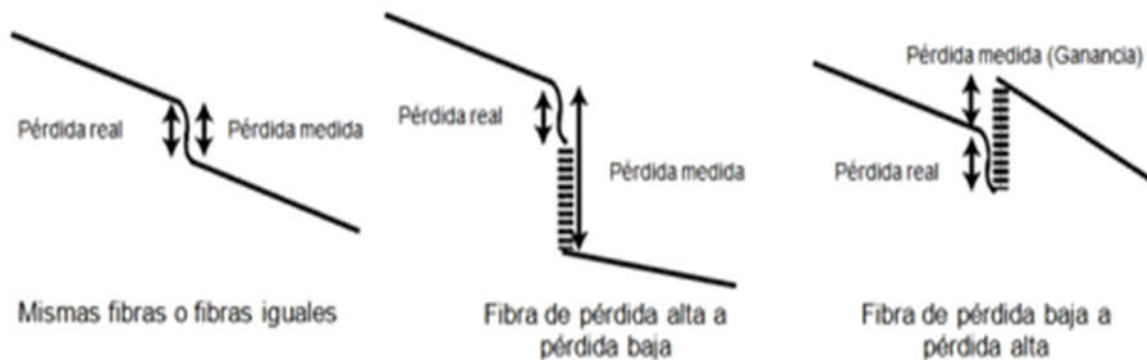
Para medir la reflectancia, el OTDR mide la cantidad de luz que regresa tanto de la retro-dispersión en la fibra como de la que es reflejada de un conector o empalme. El cálculo de la reflectancia es un proceso complejo que involucra el ruido en la línea de base del OTDR, el nivel de retro-dispersión y la potencia en el pico reflejado. Como todas mediciones de retro-dispersión, la incertidumbre de la medición es bastante alta, pero un OTDR tiene la ventaja de mostrar dónde están ubicados los eventos reflectantes, de manera que puedan ser corregidos en caso de ser necesario.

Comparación de trazado

La comparación de dos trazados en la misma ventana es útil para confirmar la recolección de datos y contrastar diferentes métodos de prueba en la misma fibra. Las comparaciones también se utilizan para comparar las trazas gráficas de la fibra durante la solución de problemas o la restauración con trazados obtenidos justo después de la instalación para ver qué ha cambiado. Todos los OTDR ofrecen esta característica, mediante la cual usted puede copiar un trazado y pegarlo a otro para compararlos.

Incertidumbre de medición del OTDR

La mayor fuente de incertidumbre de medición que tiene lugar cuando realiza la prueba con un OTDR depende del coeficiente de retro-dispersión de las fibras que se están probando, la cantidad de luz del pulso de prueba saliente que se dispersa de nuevo hacia el OTDR. La luz retro-dispersada que se utiliza para la medición no es una constante, sino que depende de la atenuación de la fibra y el diámetro del núcleo de la fibra.



Si mira dos fibras diferentes empalmadas o conectadas entre sí en un OTDR, notará que la diferencia en la retro-dispersión de cada fibra es una fuente de error importante. Si ambas fibras son idénticas, como sucede al empalmar nuevamente una fibra rota, la retro-dispersión será la misma en ambos lados de la unión, por lo que el OTDR medirá la pérdida de empalme real. Sin embargo, si las fibras son diferentes, los coeficientes de retro-dispersión desiguales harán que un porcentaje diferente de luz sea enviada de regreso hacia el OTDR.

Si la primera fibra tiene más dispersión (mostrada como atenuación) que la otra luego de la conexión, el porcentaje de luz desde el pulso de prueba del OTDR irá hacia abajo, de manera que la pérdida medida en el OTDR incluirá la pérdida real más un error de pérdida ocasionado por un nivel de retro-dispersión más bajo, lo que hará que la pérdida que se muestra sea mayor de lo que realmente es. Si se mira desde el lado opuesto, desde una fibra de baja atenuación hacia una fibra de alta atenuación, se encuentra que la retro-dispersión va hacia arriba, haciendo que la pérdida medida sea menor de lo que realmente es. De hecho, si el cambio en la retro-dispersión es mayor que la pérdida del empalme, esto muestra una ganancia, lo que genera una gran confusión en usuarios nuevos de OTDR.

Aunque esta fuente de error está siempre presente, puede ser prácticamente eliminada tomando las lecturas en ambas direcciones y promediando las mediciones. Además, muchos OTDR tienen esta función programada en sus rutinas de medición. Esta es la única manera de probar empalmes en línea para verificar si hay pérdida y obtener resultados precisos.

"Fantasmas" del OTDR

Si está probando cables cortos con conectores altamente reflectantes, es posible que encuentre fantasmas. Estos son ocasionados por la luz reflejada desde el extremo del conector que se refleja de un lado a otro en la fibra hasta que se atenúa al nivel del ruido. Los fantasmas suscitan muchas confusiones, dado que parecen ser eventos reflectantes reales como conectores, pero no muestran ninguna pérdida. La mejor manera de determinar si una reflexión es real o se trata de un fantasma es compararlo con la documentación de la red de cables. Puede eliminar los fantasmas reduciendo las reflexiones, por ejemplo, utilizando un fluido adaptador de índice en el extremo del cable de lanzamiento.

Limitaciones del OTDR

La resolución de distancia limitada del OTDR hace que su utilización sea muy difícil en establecimientos o edificios donde los cables usualmente tienen una longitud de algunos cientos de metros. La mayoría de los OTDR tienen muchas dificultades para resolver características en los cables cortos típicos de una red de cables en planta interna, y es probable que muestre "fantasmas" de las reflexiones en los conectores, y así confunda al usuario del OTDR. En cables muy largos, el OTDR mostrará un ruido elevado más lejos del instrumento. Si se utilizan pulsos de prueba más amplios y más promedios de señal, aumentará la capacidad de distancia del OTDR.

¿Cómo utilizar el OTDR correctamente?

Existen ciertas precauciones que harán que la prueba sea más fácil de hacer y de entender a la hora de utilizar un OTDR. Siempre utilice un cable de lanzamiento largo, que permite que el OTDR se estabilice después del pulso inicial y proporciona un cable de referencia para probar el primer conector en el cable. Si desea probar el conector final en el cable, se necesita un cable de recepción al extremo de la red de cables.

El operador del OTDR debe configurar el instrumento de manera cuidadosa para cada cable. Otra vez, una buena documentación ayudará a configurar los parámetros de prueba. Siempre comience con el OTDR establecido para el ancho de pulso más corto para la mejor resolución y un rango de al menos 2 veces la longitud del cable que está probando. Realice un trazado inicial y vea la forma en que necesita cambiar los parámetros de prueba para obtener mejores resultados. Algunos usuarios se ven tentados de utilizar la función de autocomprobación del OTDR. La mayoría de los problemas son ocasionados por novatos que utilizan la función de autocomprobación, más que cualquier otro asunto que pueda surgir al usar los OTDR. Nunca utilice la función de autocomprobación hasta que un técnico experto haya configurado el OTDR correctamente y verificado que ésta proporcione resultados aceptables.

Otras pruebas

Los fabricantes de componentes de fibra óptica realizan pruebas exhaustivas para calificar los diseños de sus componentes, verificar los procedimientos de

manufactura y probar los productos antes de enviarlos a los clientes. Las fibras se prueban para verificar las dimensiones (el tamaño, ovalidad y concentricidad del núcleo y el revestimiento), rendimiento (coeficiente de atenuación, ancho de banda o dispersión), características físicas (resistencia, flexibilidad, etc.) y capacidad de resistir condiciones ambientales (temperatura, humedad y muchas más, incluso durante un tiempo prolongado). Para los cables se agregan pruebas ambientales aún más rigurosas.

Los conectores y empalmes se prueban en tandas más grandes para determinar las pérdidas promedio esperadas en instalaciones normales. Ese método también se aplica para las pruebas ambientales de los cables, pero se pueden agregar pruebas para aplicaciones especiales como la vibración para su utilización en vehículos, embarques o aeronaves. Los *transceivers* por división de longitud de onda, amplificadores de fibra y otros componentes de fibra óptica se probarán tanto para el rendimiento relacionado con la fibra como para el rendimiento eléctrico. La mayoría de estas pruebas han sido estandarizadas a fin de permitir una comparación equitativa entre los productos de diferentes fabricantes.

Existen otras pruebas de campo para las redes de cables que se están volviendo más comunes en los cables mono-modo largos, dispersión por modo de polarización (PMD) y dispersión cromática (CD). Estas pruebas se han vuelto importantes para distancias muy largas en velocidades muy altas de transmisión de bits. Son altamente especializadas y requieren una instrumentación compleja, que no se abordan en este libro.

2.1.17. Analizadores de PMD y CD

La dispersión cromática (CD) y la dispersión de modo de polarización (PMD) perjudican la transmisión de datos a alta velocidad. Estos fenómenos limitan seriamente la integridad de las señales digitales que viajan por la fibra a partir de los 10 Gbit/s afectando la calidad de servicio.

Los analizadores CD y PMD que se conectan desde un único extremo de la fibra sin necesidad de poner una fuente de luz en el otro extremo, también existen analizadores de CD y PMD que usan fuente de luz en el otro extremo.

2.1.18. Tipos de mantenimientos a equipos de fibra óptica

Mantenimiento preventivo de la máquina cortadora de precisión

Diseñado para mantener un correcto corte de las fibras ópticas de las cortadoras de precisión, este mantenimiento incluye:

- Alineación de guía (brazo martillo, almohada de goma, condición ranura de goma).
- Alineación de ambil superior e inferiores (alineación, asentamiento, presión entre superior e inferior).
- Posición de corte en cuchilla (verificado con microscopio cada posición de corte, altura, inclinación, posición).
- Alineación de carro porta cuchilla.
- Ajuste clamp plate (alineación, desplazamiento adecuado).
- Limpieza interna y de componentes en general.

- Ajuste de altura en cuchilla.
- Verificación de pernos, resortes, expulsor, extractor de fibra.
- Tornillería de fijación de componentes.

Mantenimiento preventivo de limpieza para máquinas fusionadoras de fibra óptica.

Diseñado para asegurar un adecuada limpieza básica y funcionamiento de la máquina de fusión. Se debe realizar cada 500 fusiones como máximas y en un período no mayor a 6 meses, cualquiera que ocurra primero.

El mantenimiento preventivo de la máquina incluye lo siguiente:

- Limpieza del cabezal principal.
- Limpieza y alineación de espejo o LEDs de tapa V
- Limpieza de los reflectores.
- Calibración de la intensidad de la luz de los LEDs.
- Limpieza de guías de fibra.
- Revisión y limpieza de terminales de batería interna y puntos de enchufe de energía eléctrica.
- Pruebas de empalme y promedios.
- Revisión y limpieza de hornos, ajuste de tiempo y temperatura.

Mantenimiento preventivo de limpieza, cambio de electrodos y pruebas de envejecimiento (fusionadora)

Diseñado para asegurar un adecuado desempeño de los electrodos, el mantenimiento preventivo con cambio de electrodos se debe realizar cada 2500

fusiones como máximo y en un período no mayor a 6 meses, cualquiera que ocurra primero.

El mantenimiento preventivo de la máquina incluye lo siguiente:

- Limpieza del cabezal principal.
- Limpieza y alineación de espejo o LEDs de tapa.
- Limpieza de los reflectores.
- Limpieza del microscopio.
- Calibración de la intensidad de la luz de los LEDs.
- Limpieza de guías de fibra.
- Revisión y limpieza de terminales de batería interna y puntos de enchufe de energía eléctrica.
- Pruebas de empalme y promedios.
- Revisión y limpieza de hornos, ajuste de tiempo y temperatura.
- Suministro y cambio de electrodos.
- Pruebas de envejecimiento de electrodos.
- Verificación y calibración de potencia entre arco y electrodo.

Calibración máquina fusionadora de fibra óptica.

Diseñado para asegurar un correcto funcionamiento de todas las partes mecánicas de la máquina y sus valores de fábrica. La calibración se debe realizar cada 5000 fusiones como máximas y en un período no mayor a 12 meses, cualquiera que ocurra primero.

La calibración de la máquina fusionadora incluye lo siguiente:

- Limpieza y pruebas de motores de ambos lados (izquierdo y derecho).
- Limpieza y alineación de espejo o LEDs de tapa.
- Calibración de la intensidad de la luz de los LEDs.
- Revisión y ajustes de los motores de alineación.
- Reemplazo de electrodos y pruebas de los mismos.
- Limpieza de guías de fibra.
- Revisión y limpieza de terminales de batería interna y puntos de enchufe de energía eléctrica.
- Revisión y limpieza de puertos de comunicación.
- Pruebas de empalme y promedios.
- Revisión y limpieza de hornos, ajuste de tiempo y temperatura.
- Pruebas de calor y contracción de la manga de empalme.
- Pruebas de diagnóstico LED, encendido del equipo, suciedad de motor y calibración de arco.
- Configuración del mantenimiento en el setup.
- Partes internas de la fusionadora: chasis, tarjeta madre, etapa de potencia.
- Control on/off, botoneras, motores y mecanismos.
- Reemplazo de electrodos.
- Prueba de envejecimiento de electrodos.
- Actualización del Software.
- Medición de la potencia de la emisión del arco hacia los electrodos.

- Verificación del historial de descargas.
- Incluye el certificado de calibración.

Mantenimiento equipos ópticos OTDR

Para un funcionamiento duradero y sin problemas:

- Examine siempre los conectores de fibra óptica antes de utilizarlos y límpielos si es necesario.
- Evite que se acumule polvo en la unidad.
- Limpie la carcasa y el panel frontal de la unidad con un paño ligeramente humedecido con agua.
- Almacene la unidad a temperatura ambiente en un lugar limpio y seco.
- Mantenga la unidad alejada de la luz solar directa.
- Evite el exceso de humedad o considerables variaciones de temperatura.
- Evite golpes y vibraciones innecesarios.
- Si se derrama algún líquido sobre la unidad o dentro de ella, apáguela inmediatamente, desconecte el equipo de cualquier fuente de alimentación externa, quite las baterías y deje que la unidad se seque por completo.
- Limpieza.
- Verificación de los estados de las férulas internas de los conectores de los equipos.
- Chequeo de los valores de salida de potencia de la transmisión.

- Verificación de resultados con equipos previamente certificados con los que se comparan los resultados (Certificado).

2.1.19. Calibración de equipos de fibra óptica

Las empresas necesitan tener seguridad de que los resultados que les proporcionan sus equipos de medida son correctos cuando se utilizan en actividades claves, como controlar las variables de los procesos, asegurar la calidad o la seguridad de sus productos, sus procesos o sus servicios, u obtener los datos necesarios para el análisis y la toma de decisiones importantes.

El envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura, el estrés mecánico que soportan los equipos, etc., deteriora poco a poco sus funciones. Cuando esto sucede, las medidas comienzan a perder confianza y con ello se resienten tanto el diseño como la calidad del producto.

Por ello es fundamental contar con servicios de calibración técnicamente competentes que pueda cubrir las necesidades metrológicas de las empresas, cada vez más diversas y tecnológicamente más complejas. Los laboratorios acreditados son los únicos que garantizan la trazabilidad y la fiabilidad de los resultados de las calibraciones.

Los laboratorios acreditados abarcan las distintas áreas de calibración (electricidad, mecánica, temperatura, óptica, dimensional...) en una gran diversidad de magnitudes y equipos, desde las más "clásicas" o "frecuentes"

-instrumentos de pesaje, prensas, medidores eléctricos,...- hasta las más específicas o novedosas -señales de vídeo, cámaras termométricas, analizadores de gases o fibra óptica, que prestan sus servicios a todo tipo de industrias.

La norma de referencia para la acreditación de un laboratorio de calibración es la UNE-EN ISO/IEC 17025.

2.1.20. ¿Qué diferencia hay entre certificación y acreditación?

A diferencia de la certificación ISO 9001, que es la confirmación de que una empresa ha establecido un sistema de gestión de la calidad conforme a ciertos requisitos, la acreditación de acuerdo a la Norma ISO/IEC 17025 confirma la competencia técnica del laboratorio y garantiza la fiabilidad en los resultados de los ensayos y calibraciones.

Sólo la acreditación aporta confianza tanto en la competencia del laboratorio para emitir resultados fiables, al disponer de los recursos humanos y materiales y de la experiencia necesaria, como en su capacidad para proporcionar un servicio adecuado a las necesidades de sus clientes, ya que la Norma ISO/IEC 17025, además de requisitos de competencia técnica exige que el laboratorio disponga de un sistema de gestión de la calidad definido por la norma propia. Se debe tener en cuenta que si un equipo no está calibrado arroja datos erróneos y quedan malas las pruebas de las fibras, lo que ocasionaría una demora en el transporte de la información.

2.1.21. Estudio de selección de equipos

Al conocer la importancia del trabajo que se realiza con la maquinaria a la que debe realizarse el mantenimiento preventivo y correctivo, se hace necesario que los equipos de medición sean seleccionados de tal forma que sean apropiados para las mediciones que deben realizar. El rango de medición de los equipos y su resolución queda definida por las mediciones que se deben realizar en los procesos, inicialmente se realiza un inventario de los equipos de medición que existen, por área de trabajo, y por unidades de medición, incluyendo además los instrumentos de medición y los patrones existentes.

2.1.22. Evaluación de equipos

Los equipos e instrumentos de medición seleccionados deben ser llevados al laboratorio para ser evaluados, y para saber si están funcionando de forma correcta y cumplen con los fines propuestos, esta evaluación debe considerar una prueba inicial que permita conocer el estado general de los equipos, su funcionamiento, estabilidad.

Los equipos que pasen la prueba inicial serán sometidos a comparaciones frente a patrones aún con mayor exactitud (como mínimo cuatro veces mejor) para determinar la exactitud y así conocer en qué clase de exactitud se puede situar dicho equipo y qué tipos de instrumentos podrán ser calibrados con este.

2.2. MARCO CONCEPTUAL (Conceptos significativos)

ACREDITACIÓN

Declaración de tercera parte sobre la competencia técnica y la imparcialidad de los organismos que evalúan la conformidad de productos y procesos con normas técnicas de mercado o con requisitos técnicos de exigencia legal.

CALIBRACIÓN

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de las magnitudes que indique un instrumento de medición o un sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes determinados por medio de los patrones.

COSTOS

También llamado coste, es el gasto económico ocasionado por la producción de algún bien o la oferta de algún servicio. Este concepto incluye la compra de insumos, el pago de la mano de trabajo, los gastos en las producción y administrativos, entre otras actividades.

COBERTURA

A quienes llegara el servicio ofrecido.

CORTADORA

Equipo utilizado para cortar los cables de fibra óptica con precisión.

CERTIFICACIÓN

Procedimiento mediante el cual una tercera parte da constancia por escrito o por medio de un sello de conformidad de que un producto, proceso o un servicio cumple los requisitos especificados.

EMPALMADORA O FUSIONADORA

La fusionadora de fibra óptica es una máquina de alto rendimiento que se utiliza para empalmar o unir dos fibras ópticas en sus extremos por medio de un proceso llamado fusión.

FIBRA ÓPTICA

Medio de transmisión físico.

EQUIPOS

Son los instrumentos eléctricos o electrónicos, utilizados para la realización de una función.

FUENTE DE LUZ LÁSER o DETECTOR VISUAL DE FALLOS (VFL)

Es una herramienta para comprobar las rupturas y defectos de la fibra óptica, en redes de área local, FTTH, enlaces y bucles de fibra óptica.

FUSIÓN DE FIBRA ÓPTICA

Unión de dos cables o líneas.

LABORATORIO TÉCNICO

El laboratorio es un lugar dotado de los medios necesarios para realizar los mantenimientos preventivos, correctivos y reparación de los equipos.

GASTOS

Son los costos en los que una compañía incurre como parte de sus actividades regulares del negocio, sin incluir los costos de bienes vendidos. Estos gastos incluyen los administrativos, como los suministros de oficina y salarios para el personal administrativo.

MEDICIÓN

Conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

MANTENIMIENTO

Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que los servicios puedan seguir funcionando adecuadamente

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Tareas que se realizan con el fin de recuperar la funcionalidad de los equipos tras la pérdida para realizar la función óptima que se requiere.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Aquel mediante el cual se monitorean las condiciones en que están funcionando los equipos para detectar posibles fallas ocultas, y no implica sacar de funcionamiento los equipos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Acciones que se realizan para reducir la probabilidad de falla de los equipos y para conseguir mayores beneficios operativos.

MEDIDOR DE POTENCIA

Un medidor de potencia óptica (OPM) es un dispositivo utilizado para medir la energía en una señal óptica. El OPM consta de un sensor calibrado, las unidades de visualización y medición

OTDR

Equipos de pruebas, es un instrumento óptico-electrónico usado para diagnosticar una red de fibra óptica

PROFESIONALES

Personal especializado para determinada labor

UNIDAD DE ATENUACIÓN

Unidad de medida de la fibra óptica.

SERVICIO DE MANTENIMIENTO

Abarca todas las actividades de atención y solución de incidentes y problemas relacionados con los equipos de fibra óptica.

VIABILIDAD DE UN PROYECTO

Es el estudio que dispone el éxito o fracaso de un proyecto a partir de una serie de datos base de naturaleza empírica: medio ambiente del proyecto, rentabilidad, necesidades de mercado, factibilidad política, aceptación cultural, legislación aplicable, medio físico, flujo de caja de la operación, haciendo un énfasis en viabilidad financiera y de mercado. Es por lo tanto un estudio dirigido a realizar una proyección del éxito o fracaso de un proyecto.

2.3. MARCO LEGAL (Normas – Leyes)

NORMATIVIDAD VIGENTE PARA EL EMPRENDIMIENTO EN COLOMBIA

CONSTITUCIÓN POLÍTICA, Principalmente, su artículo 38 sobre Libertad de Asociación, artículos 333 sobre Libertad Económica y el artículo 158 sobre Unidad de Materia.

LEY 29 DE 1990, por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias.

DECRETO 393 DE 1991, por el cual se dictan normas sobre asociación para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías.

DECRETO 585 DE 1991, por el cual se crea el Consejo Nacional de Ciencia y tecnología, se reorganiza el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias) y se dictan otras disposiciones.

LEY 550 DE 1999, que establece un régimen que promueva y facilite la reactivación empresarial, la reestructuración de los entes territoriales para asegurar la función social de las empresas, lograr el desarrollo armónico de las regiones y se dictan disposiciones para armonizar el régimen legal vigente con las normas de esta ley. Normas sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana por ello se le denominó LEY MIPYMES, posteriormente modificada por la Ley 905 de 2004 y por la Ley 1151 de 2007 por la cual se expide el PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2006-2010.

LEY 905 DE 2004, por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo del micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones.

RESOLUCIÓN 470 DE 2005 Superintendencia Financiera, que permitió el establecimiento de Fondos de Capital Privado.

DECRETO 2175 DE 2007, sobre la administración y gestión de carteras colectivas, en el cual se precisaron algunos aspectos relativos a los Fondos de Capital Privado (FCP).

SEGÚN CÓDIGO DE COMERCIO

- TÍTULO VI, ARTÍCULO 373, Sobre constitución de Sociedades Anónimas.
- INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN RELACIONADOS CON EL EMPRENDIMIENTO.
- El Consejo Nacional de Política Económica y Social — CONPES (creado por la Ley 19 de 1958), es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. Para lograrlo, coordina y orienta a los organismos encargados de la dirección económica y social en el Gobierno, a través del estudio y aprobación de documentos sobre el desarrollo de políticas generales que son presentados en sesión.
- El Departamento Nacional de Planeación desempeña las funciones de Secretaría Ejecutiva del Conpes y Conpes Social, y por lo tanto es la entidad encargada de coordinar y presentar todos los documentos para discutir en sesión. Para el fomento a la Política Nacional de Emprendimiento se deben tener en cuenta los siguientes:

- CONPES 3297 del 26 de julio de 2004, que define la Agenda Interna para la Productividad y Competitividad.
- CONPES 3439 del 14 de agosto de 2006, que crea el Sistema Administrativo Nacional de Competitividad (El Decreto 1475 de mayo de 2008 incluye al MCIT en la Secretaria Técnica y define que MCIT y Confecámaras coordinarán las Comisiones Regionales de Competitividad).
- CONPES 3484 del 13 de agosto de 2007, sobre política nacional para la transformación productiva y la promoción de las Mí pymes.
- CONPES 3527 del 23 de junio de 2008, sobre la Política Nacional de Competitividad y Productividad. Según la Política Nacional de Competitividad y Productividad, un país puede aumentar el valor de su producción por 3 vías: produciendo más (productividad), produciendo mejor (aumentando la calidad) o produciendo nuevos productos (Transformación productiva). El emprendimiento es fundamental para alcanzar la transformación productiva y de ahí su estrecha relación con la competitividad.
- CONPES 3533 del 14 de julio de 2008, “Bases para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional”.

2.4. MARCO CONTEXTUAL

2.4.1. MARCO INSTITUCIONAL (Políticas empresa, Normas)

CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica CIA. S.A. es una compañía creada en Colombia desde el 2003, especializada en Diseño, Construcción y Montaje, Mantenimiento, Interventoría y Consultoría de infraestructura eléctrica y comunicaciones por fibra óptica sobre redes urbanas y rurales de media y alta tensión.

Nuestro personal cuenta con más de 15 años de Experiencia en la parte operativa como en la parte administrativa. Esto nos ha permitido participar en la planeación, organización y coordinación para la instalación y puesta en servicio de más del 70% de las redes de Fibra Óptica que actualmente existen en Colombia e incluso la instalación de redes del mismo tipo en Ecuador, Perú, Trinidad y Tobago, Panamá y Camerún; logrando resultados en tiempo record y con la mejor calidad.

MISIÓN

Somos una empresa dedicada a la **gestión de proyectos de ingeniería** para el sector eléctrico y de las telecomunicaciones. Brindamos soluciones integrales en el diseño, construcción, montaje, mantenimiento, interventoría y consultoría; para satisfacer las necesidades y requisitos de nuestros clientes y grupos de interés.

VISIÓN

Para el año 2019 seremos reconocidos a nivel nacional como una empresa líder en la gestión de proyectos de ingeniería al sector eléctrico y de las telecomunicaciones, gracias a nuestro **alto estándar de calidad y oportunidad** en la prestación del servicio, a fin de incrementar sostenidamente el nivel de rentabilidad mediante la gestión del conocimiento y la innovación.

VALORES CORPORATIVOS

En CYFO generamos **confianza** en nuestros clientes y no clientes por la experiencia y profesionalismo de nuestros colaboradores para brindar servicios que se adaptan a las necesidades; cumpliendo **oportunamente** con los compromisos adquiridos para beneficio de todos nuestros grupos de interés, siendo el **trabajo en equipo** el pilar que genera relaciones humanas sólidas y enfocadas al logro de objetivos comunes.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

• RENTABILIDAD

- Incrementar el nivel de ingresos.
- Reducir los costos de la compañía.

• GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

- Incrementar el nivel de competencia y formación de los colaboradores.
- Fortalecer el uso de las TIC's en la empresa.

• INNOVACIÓN

- Diversificar las líneas de negocio de la empresa.
- Modernizar la infraestructura física y tecnológica de la empresa.

- **GESTIÓN DE PROYECTOS**

- Incorporar buenas prácticas de gestión corporativa.
- Reducir la desviación en el tiempo de ejecución de los proyectos.

POLITICA GESTIÓN INTEGRAL

CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica CIA S.A tiene como política trabajar por el mejoramiento continuo de la eficacia del Sistema de Gestión Integral, los procesos, los servicios de tecnología y la seguridad de la información; estableciendo como criterio de evaluación la rentabilidad, productividad, eficiencia y eficacia.

Brindar soluciones integrales al sector eléctrico y de las telecomunicaciones con altos estándares de calidad, bajo un esquema eficiente de costos que permita ofrecer precios atractivos al mercado y cumpliendo con los plazos pactados con los clientes.

Salvaguardar y asegurar la autenticidad e integridad de la información sensible, controlando los riesgos por daño, hurto o pérdida.

Propender por la disponibilidad y continuidad de los activos tecnológicos y de la información que el cliente interno requiera para el cumplimiento de la misión y de los requisitos del negocio, legales, reglamentarios y contractuales; identificando e implementando los cambios necesarios en la infraestructura y servicios TI.

Generar estrategias de desarrollo integral de los colaboradores, para crear conciencia de su participación en el logro de los objetivos organizacionales y el cumplimiento de esta política.

Objetivos de Gestión Integral

- Incrementar el nivel de satisfacción de los clientes.
- Mejorar continuamente los procesos del Sistema de Gestión Integral.
- Cumplir con los tiempos establecidos para la prestación de soportes de servicios TI.
- Cumplir con las tareas cíclicas de activos de TI.
- Mantener la efectividad en el sistema de seguridad de la información.
- Incrementar el cumplimiento de los controles de la seguridad de la información.

POLÍTICA INTERNA VIAL

Reconociendo que sus colaboradores propios y contratistas, son inherentes a todos los procesos operativos de la compañía, incluido el transporte de personas y suministros; manifiesta su compromiso con la salud y seguridad de los mismos. Para dar lugar a dicho compromiso la Gerencia apoyará, generará y vigilará las acciones pertinentes al desarrollo de las competencias y conocimientos a la Seguridad Vial en los trabajadores, destinando los recursos humanos, físicos y financieros necesarios para la gestión del Plan Estratégico de Seguridad Vial. Los programas desarrollados en CYFO Comunicaciones para el control del riesgo vial, están orientados bajo las normas vigentes contempladas en la Ley 1503 de 2011,

en el Decreto 2851 de 2013 y en la Resolución 001565 de 2014 y Código de tránsito Ley 769 de 2002. Para el desarrollo de esta gestión CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica Cía. S.A., debe planear, ejecutar, verificar y mejorar continuamente las acciones contempladas en el Plan Estratégico de Seguridad Vial y en las Políticas regulatorias que lo componen.

Además, cumplir las siguientes disposiciones:

- Cumplir los requisitos legales que apliquen en Colombia para conductores (poseer licencia de conducción actualizada y habilitada).
- Realizar en forma diaria las revisiones pre operacional de los vehículos (motos-carros) verificando el estado mecánico de cada automotor antes de iniciar los desplazamientos e informar al área de transportes.
- El vehículo debe encontrarse en perfectas condiciones operables, mecánicas, kit de carretera y documentos al día (SOAT, Pólizas, Certificados Ambientales, Tarjeta de Operación, Tecno mecánica, Tarjeta de Propiedad y Licencia de Conducción)
- Nuestros vehículos son de uso exclusivo y para la realización de labores concernientes a la empresa, por tanto queda totalmente prohibido hacer uso del mismo en diligencias personales y se prohíbe el transporte de personas ajenas a la empresa en los vehículos de la operación.
- Destinar un día en la semana para realizar los mantenimientos necesarios a los vehículos.

- Evitar el transporte de objetos sueltos dentro de la cabina, los cuales pueden en caso de accidente causar lesiones a sus ocupantes.
- Se prohíbe totalmente a los conductores y pasajeros el porte de armas de fuego, u otras similares de uso privativo de las fuerzas Militares o de Policía. Se adquieren los siguientes compromisos.
- Cumplir con la reglamentación establecida por la Resolución 1565 del 2014.
- Preservar la vida de los actores de la vía.
- Conservar la integridad física, mental y social de nuestros colaboradores
- Evitar daños a vehículos, instalaciones y terceros
- Cumplir los requerimientos de las disposiciones de seguridad vial, haciendo participe a la entidad en la retroalimentación del cumplimiento.
- Establecer estrategias de la concientización a los trabajadores, a través de capacitaciones y actividades enfocadas a la cortesía y respeto por las señales de tránsito vehicular, que permitan la adopción de conductas frente al manejo defensivo tanto a nivel laboral como personal.

Para lograr lo anterior, se contará con el apoyo y guía de la Alta Dirección; en busca del fortalecimiento de las competencias del personal en materia de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo. Esto mediante la vinculación de los distintos grupos de interés y destinando los recursos necesarios para consolidar una cultura de prevención en materia de Seguridad Vial.

2.4.2. MARCO GEOGRÁFICO

El área geográfica en la cual se desarrolló la investigación es donde la empresa cuenta con sedes principales que son las ciudades de Medellín en el Departamento de Antioquia, en Pereira del Departamento de Risaralda y en Ibagué en el departamento del Tolima.

De igual forma se realizó investigación en otras ciudades donde prestan el servicio de mantenimiento y reparación de los equipos de fibra óptica, ciudades donde se envían actualmente los equipos a reparación, y que están a lo largo del territorio nacional.

Es importante resaltar que la empresa presta el servicio en todo el territorio nacional e internacionalmente en países como Ecuador y Perú.

2.4.3. MARCO DEMOGRÁFICO (Caracterización de la población)

La investigación se centró principalmente en la Empresa CYFO comunicaciones de las ciudades de Medellín, Pereira e Ibagué, en los costos y gastos operacionales por mantenimiento y reparación de los equipos utilizados para la instalación de fibra óptica en los diferentes proyectos.

CYFO es una empresa que cuenta con una amplia planta de personal, cuyo fin principal es la satisfacción del cliente, que presta sus servicios a empresas y personas naturales que requieran trabajos de fibra óptica.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó consultando los gastos en los que incurre la empresa CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica, mensualmente por concepto de calibración, mantenimiento y reparación de equipos especializados para trabajos de conexión y medición de fibra óptica, así mismo se tuvo en cuenta el tiempo que se pierde por la tardanza en la reparación de los mismos.

De igual forma se hizo un análisis de las empresas a las que posiblemente se les puede ofrecer el servicio de mantenimiento de estas maquinarias, a nivel nacional.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN (Cualitativo – Cuantitativo – Mixto)

El método de investigación que se empleó para el presente trabajo fue de manera cuantitativa / exploratoria, ya que se recopiló toda la información generada por los costos y los gastos de la empresa CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica, los cuales se analizaron y se compararon para un propósito bien definido; la reducción de costos de la compañía.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objeto de estudio fueron todas las actividades de mantenimiento y reparación para los equipos de instalación de fibra óptica, de la empresa CYFO Comunicaciones Y Fibra Óptica y las demás empresas que puedan interesarse en el mantenimiento y reparación de sus equipos.

3.4. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

Las variables de investigación fueron los costos ocasionados por la reparación de los equipos de fibra óptica.

REQUISITOS DE SERVICIO	
1.1	Revisión de pedidos, ofertas, proyectos
1.2	Subcontratación
1.3	Subcontratación de reparaciones
1.4	Compra de servicios y suministros
1.5	Servicio al cliente
1.6	Quejas
1.7	Control de mantenimientos no conformes
1.8	Control de registros
REQUISITOS TÉCNICOS	
2.1	Personal
2.2	Instalación y condiciones ambientales
2.3	Equipos
2.4	Métodos de Mantenimiento
2.5	Métodos de reparación
2.6	Métodos de calibración
2.7	Aseguramiento de la calidad de los mantenimientos, reparaciones y calibraciones
2.8	Informe de resultados

Tabla 1. Variables de la investigación

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN

3.5.1 Técnicas de recolección de la información. Los procedimientos utilizados para la recolección de la información en el presente proyecto fueron:

Fuentes primarias: La información obtenida de las relaciones de gastos presentadas por la empresa, donde se identifican los altos gastos por mantenimiento.

Fuentes secundarias: Búsqueda documental en internet de las empresas que brindan soporte de mantenimiento y reparación de la maquinaria.

3.5.2 Instrumentos de recolección. El instrumento de recolección principal fue la relación de los costos y gastos de la empresa.

4. PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1. DIAGNOSTICO

Basados en la información de la descripción del problema que se presenta en la compañía CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica, donde se identificaron los altos gastos mensuales de la compañía, correspondientes a los ítems de mantenimiento, calibración y reparación de equipos para trabajos con fibra óptica; se realizaron diferentes estudios, con el fin de determinar la viabilidad de implementación de un laboratorio técnico para equipos de fibra óptica propio para la compañía CYFO.

Estudios los cuales basados en la información de la compañía, permiten generar y analizar dos tipos de escenarios:

- Escenario proyectado con cliente mayoritario “Claro S.A”.
- Escenario proyectado sin cliente mayoritario “Claro S.A”.

A continuación se relacionan los diferentes estudios realizados, los cuales permiten realizar un análisis exhaustivo de carácter vital, para la toma de decisiones en nuestro estudio de viabilidad:

- Estudio de Mercados.
- Estudio Técnico.
- Estudio Financiero.
- Estudio Administrativo y Organizacional.

4.2. RESULTADO ANALISIS “Escenario proyectado con Cliente Mayoritario Claro S.A”

Estudio de mercado (Respuesta a los objetivos “a – c”)

Como punto de partida para el estudio de mercados, se identificó que el proyecto cuenta con un mercado muy amplio con empresas de gran envergadura y con un posible potencial de clientes no solo a nivel regional, sino a nivel nacional. “Ver tabla posibles clientes”.

GRANDES EMPRESAS
Claro S.A
ETB (Empresa Telecomunicaciones Bogota)
UNE
Century Link (Antes Level 3)
Media Commerce
Emcali S.A
ISA Internexa
Empresa Energia Pereira
CHEC
IC Asesorias y Proyectos - La Alianza
Direc TV

Tabla posibles clientes
Fuente: Elaboración propia

A parte de las grandes empresas como posibles clientes, se realizó la identificación de las pequeñas compañías que brindan sus servicios a las grandes empresas de telecomunicaciones, adicionalmente la identificación de las empresas que prestan servicios de alquiler de equipos ópticos. “Ver tabla contratistas”.

EMPRESAS CONTRATISTAS
CYFO Comunicaciones Y Fibra Óptica
Entelfo Cia. Ltda.
Cicsa Colombia S.A
BAI Proyectos Asesorías y Montajes
Emtelco
Telcos Ingenieria S.A
AcT Telematica S.A
Hq5 S.A.S
Energizando Ingenieria y Constricción S.A.S
Sicte S.A.S
Fitelco Ltda

Tabla contratistas

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el análisis de la capacidad del laboratorio, según el espacio a disposición y la inversión proyectada, obteniendo:

- 163 Días a laborar promedio por año.
- 02 Mesas de trabajo con equipos completamente independientes.
- Capacidad total anual de 138 equipos por calibración por cada mesa de trabajo.
- Capacidad total anual de 27 equipos por ajuste mecánico por mesa de trabajo.
- Capacidad total anual de 83 equipos por mantenimiento y reparaciones adicionales por cada mesa de trabajo.

“Ver tablas “Proyección equipos que se calibraran y certificaran” y “Proyección equipos mantenimiento y reparaciones””.

EQUIPOS QUE SE CALIBRARAN Y CERTIFICARAN					
Equipo	Marca	Valor unitario	Periodicidad	Tiempo de calibración	CERTIFICADO
Plataforma - Main frame	EXFO FTB-150	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-200	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-400	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-500	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-1	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-2 Pro	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)	EXFO - AXS 100	\$ 1,200,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO - AXS 110	\$ 1,200,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-7200D	\$ 1,200,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-7400E	\$ 1,200,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-7600E	\$ 1,200,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO MAX-720C	\$ 1,200,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-7300D	\$ 1,200,000	Anual	12 Meses	Calibración
PMD (Dispersión Modo Polarización)	EXFO FTB-5500B	\$ 1,500,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-5600	\$ 1,500,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FTB-5700	\$ 1,500,000	Anual	12 Meses	Calibración
CD (Dispersión Cromatica)	EXFO FTB-5800	\$ 1,500,000	Anual	12 Meses	Calibración
LIGHT SOURCE (Fuente de Luz)	EXFO FLS-5800A	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FLS-300	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FiberBasix 50	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FLS-2200	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
POWER METER (Medidores de potencia)	EXFO FPM-600	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FiberBasix 50	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FPM-300	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO FOT-300	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
MAXTESTER (Juego Light Source & Power Meter)	EXFO MaxTester FOT-920	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO MaxTester FOT-922	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO MaxTester FOT-930	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
	EXFO MaxTester FOT-940	\$ 800,000	Anual	12 Meses	Calibración
ARC SPLICER (Fusionadoras)	Fujikura FSM-30S	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico
	Fujikura FSM-50S	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico
	Fujikura FSM-60	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico
	Fujikura FSM-70	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico
	Fujikura FSM-80	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico
	Fitel S-177	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico
	Fitel S-177H	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico
	Fitel S-178	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico
	Fitel S-177	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico
Fitel S-177	\$ 1,000,000	Anual	12 Meses	Ajuste Mecanico	

Tabla Proyección equipos que se calibraran y certificaran

Fuente: Elaboración propia

MANTENIMIENTO Y REPARACIONES				
Equipo	Marca	Tipos de mantenimiento o reparación	Valor unitario	Descripción del proceso (Llave)
OTDR's	EXFO	Calibración	\$ 1,200,000	1
	Anritsu	Calibración	\$ 1,200,000	1
	Agilent	Calibración	\$ 1,200,000	1
	Veex	Calibración	\$ 1,200,000	1
	JDSU	Calibración	\$ 1,200,000	1
PMD	EXFO	Calibración	\$ 1,000,000	1
CD	EXFO	Calibración	\$ 1,000,000	1
LIGHT SOURCE	EXFO	Calibración	\$ 400,000	1
POWER METER	EXFO	Calibración	\$ 400,000	1
MAXTESTER	EXFO	Calibración	\$ 400,000	1
FUSIONADORAS	Fujikura	Ajuste Mecanico	\$ 2,000,000	2
	Siemens	Ajuste Mecanico	\$ 2,000,000	2
	Fitel	Ajuste Mecanico	\$ 2,000,000	2
	Corning	Ajuste Mecanico	\$ 2,000,000	2
	Skycom	Ajuste Mecanico	\$ 2,000,000	2
	Sumitomo	Ajuste Mecanico	\$ 2,000,000	2
	Inno	Ajuste Mecanico	\$ 2,000,000	2
	Furukawa	Ajuste Mecanico	\$ 2,000,000	2
PLATAFORMAS - MAIN FRAME	EXFO	Calibración	\$ 300,000	3
	JDSU	Calibración	\$ 300,000	3
	Anritsu	Calibración	\$ 300,000	3

Tabla Proyección equipos mantenimiento y reparaciones

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que la capacidad del laboratorio tiene un potencial importante para cubrir una porción de la demanda del mercado, brindándole a los clientes la posibilidad de tener un nuevo proveedor de este tipo de servicio, en una zona en la cual no existe aún presencia de ninguna compañía proveedora de este servicio, y así no tener que incurrir en mayores costos en desplazamientos y largos plazos, al tener que enviar sus instrumentos a otras ciudades como Bogotá y Medellín que actualmente son las únicas ciudades que cuentan con empresas que prestan este tipo de servicios, o en su defecto enviar sus equipos fuera del país como actualmente lo hace CYFO con algunos de los equipo especiales que tiene en sus activos.

Las empresas proveedoras de este tipo de servicios a nivel nacional como se mencionó anteriormente, se encuentran en las ciudades de Medellín y Bogotá.

“Ver tabla empresas con laboratorio equipos fibra óptica actuales”.

EMPRESAS CON LABORATORIO ACTUALES
Instrumentación S.A
Top Tech
Metricom
Fitelco Ltda
Urbanex

Tabla empresas con laboratorio equipos fibra óptica

Fuente: Elaboración propia

Las anteriores son apenas las empresas que cuentan con laboratorio especializado para equipos de fibra óptica; las demás se encuentran en países como Estados Unidos, Canadá, Japón y Holanda.

Partiendo de la información de la oferta por disponibilidad del laboratorio, por la cual se generarían ingresos anuales, los cuales se usan como base para las proyecciones “Años 2019 a 2022”. “Ver tablas Ingresos “Generados por calibración” & “Generados por mantenimiento y reparaciones””.

Equipo	Clientes	Mesa 1	Mesa 2	Ingreso	
Plataforma - Main frame	\$ 800,000	27	27	\$ 43,200,000	
OTDR	\$ 1,200,000	27	27	\$ 64,800,000	
PMD	\$ 1,500,000	2	2	\$ 6,000,000	
CD (Dispersión Cromatica)	\$ 1,500,000	1	1	\$ 3,000,000	
LIGHT SOURCE	\$ 800,000	27	27	\$ 43,200,000	
POWER METER	\$ 800,000	27	27	\$ 43,200,000	
MAXTESTER	\$ 800,000	27	27	\$ 43,200,000	
ARC SPLICER	\$ 1,000,000	27	27	\$ 54,000,000	
		165	165	\$ 300,600,000	ANUALAES
		30	30	\$ 54,000,000	Empresa
		135	135	\$ 246,600,000	Ingresos externos

Tabla Ingresos generados por calibración

Fuente: Elaboración propia

Equipo	Clientes	Mesa 1	Mesa 2	Ingreso
OTDR's	\$ 1,200,000	13	13	\$ 32,000,000
PMD	\$ 1,000,000	2	2	\$ 4,000,000
CD	\$ 1,000,000	1	1	\$ 2,000,000
LIGHT SOURCE	\$ 400,000	13	13	\$ 10,666,667
POWER METER	\$ 400,000	13	13	\$ 10,666,667
MAXTESTER	\$ 400,000	13	13	\$ 10,666,667
FUSIONADORAS	\$ 2,000,000	13	13	\$ 53,333,333
PLATAFORMAS - MAIN FRAME	\$ 300,000	13	13	\$ 8,000,000
		83	83	\$ 131,333,333 ANUALES
		36	36	\$ 56,400,000 Empresa
		47	47	\$ 74,933,333 Ingresos externos

Tabla Ingresos generados por mantenimiento y reparaciones

Fuente: Elaboración propia

Se tienen en cuenta que si la compañía presta en totalidad los servicios de laboratorio a terceros, se tendrían ingresos aproximados de \$300.600.000 y \$131.333.333; pero se sabe que la compañía requerirá el servicio para sus propios equipos, lo que disminuye los ingresos percibidos, pero genera ahorros importantes por este rubro en los gastos propios de la empresa.

Estudio técnico (Respuesta al objetivo “a”)

Se determinó que la empresa actualmente cuenta con un espacio adecuado para la implementación de su laboratorio en una de sus tres sedes, exactamente en las instalaciones de la ciudad de Pereira; sitio el cual se encuentra en alquiler y cuenta con una zona libre para uso destinado para el laboratorio de aproximadamente de 8 mts x 5 mts.

Además se tiene presente que la empresa también cuenta con equipos propios que de igual manera requieren el servicio de mantenimiento, calibración, ajuste

mecánico y reparación, por lo cual actualmente se paga un valor, necesidad la cual podría cubrirse con la implementación de un laboratorio propio, adicionalmente cubrir estas necesidades sobre todos los equipos que actualmente se tienen en alquiler, inclusive llegar a cubrir la necesidad en caso de comprar nuevos equipos para reemplazar los que actualmente se tienen en alquiler, los cuales generaron un costo aproximado en el año 2017 por \$372.715.170.

A continuación se presentan los gastos por los conceptos de equipos en alquiler, calibración, ajuste mecánico y reparación en los que la CYFO incurrió en el año, por un valor de \$473.841.623. “Ver tabla resumen”.

Tipo de gasto	Cantidad	Valor Total
Alquiler equipos ópticos	500	\$ 372,715,170
Mantenimiento y Calibración	48	\$ 25,943,966
Reparación	71	\$ 39,454,139
Mantenimiento y Ajuste Mecánico	37	\$ 35,728,348
Total general		\$ 473,841,623

Tabla resumen

Fuente: Elaboración propia

Para los años 2019 al 2022, se proyecta un incremento en el costo según siguiente análisis. “Ver tabla Gastos proyectados sin laboratorio”:

Gastos proyectados sin laboratorio					
Tipo de gasto	Proyección 2019	Proyección 2020	Proyección 2021	Proyección 2022	Total
Alquiler equipos ópticos	\$ 400,823,950	\$ 413,650,317	\$ 427,093,952	\$ 440,291,155	\$ 1,241,568,219
Mantenimiento y Calibración	\$ 27,679,130	\$ 28,564,862	\$ 29,493,220	\$ 30,404,560	\$ 85,737,211
Reparación	\$ 42,685,737	\$ 44,051,680	\$ 45,483,360	\$ 46,888,796	\$ 132,220,777
Mantenimiento y Ajuste Mecánico	\$ 49,450,252	\$ 51,032,660	\$ 52,691,222	\$ 54,319,381	\$ 153,174,134
	\$ 520,639,069	\$ 537,299,519	\$ 554,761,753	\$ 571,903,891	

Tabla Gastos proyectados sin laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se pueden reducir los costos por mantenimientos, calibraciones, reparaciones y ajuste mecánicos, tras la implementación de un laboratorio técnico; adicionalmente se puede reducir la inversión en el equipo requerido para la prestación de servicios que realiza la empresa, a los cuales se les realizaría también mantenimiento, calibración y reparaciones en el mismo laboratorio.

Se realiza el análisis de la inversión requerida para la implementación del laboratorio, incluyendo los respectivos gastos legales de introducción al mercado; adicionalmente el análisis de la inversión requerida para reemplazar la necesidad de alquiler de equipos ópticos para la empresa. “Ver tabla inversión requerida”.

	2019	2020	2021	2022
INVERSIÓN REQUERIDA	\$ 576,851,168	\$ 25,367,601	\$ 26,173,535	\$ 25,979,390
Equipos y muebles	\$ 7,644,999	\$ -	\$ -	\$ -
Equipos calibración	\$ 192,020,000	\$ 3,529,440	\$ 3,644,147	\$ 3,756,751
Equipos cuadrillas	\$ 334,135,386	\$ 21,838,161	\$ 22,529,388	\$ 22,222,639
Gastos legales	\$ 43,050,783	\$ -	\$ -	\$ -

Tabla Inversión requerida

Fuente: Elaboración propia

A continuación relacionan los respectivos equipos necesarios para la implementación de un laboratorio técnico especialista en equipos para trabajos con fibra óptica. “Ver tabla equipos necesarios para implementación laboratorio”.

EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO, REPARACION Y CALIBRACIÓN							
Equipo	Marca	Cantidad	Valor unitario	Valor Total	Mantenimiento	Periodicidad	Tiempo de depreciación
Oscilloscope 500MHz	AGILENT DSO5052A	2	\$ 15,800,000	\$ 31,600,000	Certificado Calibración	24 Meses	48 Meses
Optical Spectrum Analyzer	ANRITSU - MS9780A	2	\$ 17,500,000	\$ 35,000,000	Certificado Calibración	24 Meses	48 Meses
Wavelength Tunable Source	Shineway OVA-50	2	\$ 16,200,000	\$ 32,400,000	Certificado Calibración	24 Meses	48 Meses
Optical Variable Attenuator	Anritsu MT9080A-053	2	\$ 14,500,000	\$ 29,000,000	Certificado Calibración	24 Meses	48 Meses
OTDR	EXFO FTB-1 7200D	2	\$ 19,800,000	\$ 39,600,000	Certificado Calibración	24 Meses	48 Meses
Singlemode Reference Fiber	MS9780A Anritsu	2	\$ 10,500,000	\$ 21,000,000	Certificado Calibración	24 Meses	48 Meses
Multimetro Digital	Fluke 177	2	\$ 1,250,000	\$ 2,500,000	N/A	24 Meses	12 Meses
Estación de trabajo de soldadura	Weber	2	\$ 460,000	\$ 920,000	N/A	24 Meses	12 Meses
				\$ 192,020,000			

Tabla equipos necesarios para implementación laboratorio

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de equipos necesarios para implementación laboratorio, existen algunos equipos que requieren reposición anual, gasto el cual se tiene en cuenta para las proyecciones. “Ver tabla equipos laboratorio reposición anual”.

Equipo	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Multimetro Digital	\$ 2,500,000	\$ 2,580,000	\$ 2,663,850	\$ 2,746,163
Estación de trabajo de soldadura	\$ 920,000	\$ 949,440	\$ 980,297	\$ 1,010,588
	\$ 3,420,000	\$ 3,529,440	\$ 3,644,147	\$ 3,756,751

Tabla equipos laboratorio reposición anual

Fuente: Elaboración propia

La siguiente inversión aplica para la adquisición de equipos para la prestación de los servicios normales de la empresa, eliminando el alquiler de equipos a proveedores externos. “Ver tabla Inversión equipos para reemplazar alquiler equipos”.

Cantidad por cuadrilla equipos para reemplazar el alquiler de equipos								
Cuadrilla	Equipo	Marca	Cantidad	Valor unitario	Calibración / Ajuste Mecanico	Tiempo de depreciación	INVERSIÓN (\$)	
1	Viterbo	OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
2	Virginia	Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
3	Belen de Umbria	Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
4	Pereira	Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
5	Manizalez	OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
6	Guamo	Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
7	Aipe	Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
8	Saldaña	Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
9	Pintada	OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
10	Rio Negro	Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
		Juego "OPM - Light Source"	EXFO "FOT-920 & FOT-922"	1	USD 2,157.45	Calibración	48 Meses	\$ 6,795,974
		Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	Ajuste Mecanico	12 Meses	\$ 2,076,548
		OTDR	EXFO AXS-100	1	USD 2,936.53	Calibración	48 Meses	\$ 9,250,076
		Fusionadora	Fujikura 50-S	1	USD 4,854.27	Ajuste Mecanico	48 Meses	\$ 15,290,941
				USD 106,074.73			\$ 334,135,386	

Tabla Inversión equipos para reemplazar alquiler equipos

Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en la tabla inversión equipos para reemplazar el alquiler equipos de la compañía, algunos equipos requieren reposición anual, gastos que se tienen en cuenta nuevamente en las proyecciones. “Ver tabla equipos reposición anual para eliminar alquiler equipos a terceros”.

Equipo	Marca	Cantidad	Valor unitario	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
				\$ 20,765,476	\$ 21,838,161	\$ 22,529,388	\$ 22,222,639

Tabla equipos reposición anual para eliminar alquiler equipos a terceros

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente si se realiza la inversión requerida para la implementación del laboratorio y la inversión necesaria para la compra de equipos ópticos propios para eliminar el alto costo por alquiler de equipos a terceros, se podrán obtener los siguientes ahorros. “Ver tabla resumen ahorros”

COSTO PROYECTO					
	2019	2020	2021	2022	
GASTOS SIN LABORATORIO	\$ 520,639,069	\$ 537,299,519	\$ 554,761,753	\$ 571,903,891	
COSTO DE OPORTUNIDAD	\$ 110,400,000	\$ 114,153,600	\$ 117,692,362	\$ 121,576,210	
INVERSIÓN REQUERIDA	\$ 576,851,168	\$ 25,367,601	\$ 26,173,535	\$ 25,979,390	
FINANCIACIÓN	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	
AHORROS DIRECTOS OBTENIDOS	\$ 410,239,069	\$ 423,145,919	\$ 437,069,392	\$ 450,327,682	\$ 1,720,782,061
FINANCIACIÓN	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 810,144,567
INVERSIÓN NO FINANCIADA	\$ -	\$ 25,367,601	\$ 26,173,535	\$ 25,979,390	\$ 77,520,526
AHORRO TOTAL	\$ 207,702,927	\$ 195,242,176	\$ 208,359,715	\$ 221,812,150	\$ 833,116,969

Tabla resumen ahorros

Fuente: Elaboración propia

Dada la información anterior, teniendo claras las inversiones a realizar y los gastos proyectados para los años 2019 a 2022, se puede observar que después de los costos de financiación (Los cuales se expondrán en el análisis del estudio financiero) y los ingresos que podrá obtener la compañía con la implementación del laboratorio (Los cuales expondrán en el análisis del estudio de mercados), el ahorro que se considera generará el proyecto ascienden aproximadamente a \$207.702.927 para el primer año “2019” hasta llegar a un valor acumulado para los cuatro años proyectados 2019 a 2022, por un valor de \$833.116.969.

Para determinar el ahorro, se partió de las **proyecciones en los gastos** que se generarían en los cuatro años de no implementar el laboratorio, **menos el costo**

de oportunidad generado por los ingresos que se proyectaron por los servicios que se pueden prestar a terceros a través del laboratorio, aplicados a los equipos propios de la empresa, **adicionalmente descontando la inversión requerida a realizar** para el montaje del laboratorio y la compra de los equipos. Para finalmente obtener el valor de los ahorros que generaría el proyecto.

La utilidad generada por la operación del laboratorio se maneja de manera independiente, teniendo en cuenta que los ahorros generados se ven afectados por la inversión en la compra de equipos para la operación normal de la compañía, eliminando el costo por alquiler de equipos, siendo este el rubro más alto.

Obteniendo de esta manera la utilidad que se generaría en la compañía CYFO con la implementación de un laboratorio técnico especialista en equipos con fibra óptica. “Ver tabla proyecto montaje laboratorio – Utilidad”.

PROYECTO MONTAJE LABORATORIO FIBRA OPTICA "CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO					
	2019	2020	2021	2022	2019 - 2022
COSTO Y GASTOS	\$ 484,636,811	\$ 428,151,615	\$ 410,372,602	\$ 386,728,669	\$ 1,709,889,697
INGRESOS	\$ 431,933,333	\$ 446,619,067	\$ 460,464,258	\$ 475,659,578	\$ 1,814,676,236
UTILIDAD	-\$ 52,703,478	\$ 18,467,452	\$ 50,091,656	\$ 88,930,910	\$ 104,786,539

Tabla proyecto montaje laboratorio - Utilidad

Fuente: Elaboración propia

Estudio financiero (Respuestas a los objetivos “a – b – c”)

Partiendo de la estructura propuesta para el proyecto, el espacio disponible para la implementación del laboratorio, las proyecciones de costos y gastos de la compañía, los ingresos estimados generados por el laboratorio y los ahorros esperados; se determinó un valor de inversión requerida para el proyecto, el cual se estima en aproximadamente \$576.851.168, en el cual se debe tener en cuenta:

- Equipos, muebles, enseres e insumos.
- Inversión equipos especializados de fibra óptica, para calibración, mantenimiento y reparación.
- Inversión equipos propios para la compañía. (Equipos para eliminar el costo por alquiler equipos a terceros).
- Gastos legales.

Para realizar esta inversión se propone realizar una inversión externa a través de una entidad bancaria, para lo cual se analiza el costo (Tasa Interés), de cuatro de los bancos más grandes a nivel nacional, información tomada de la publicación de la **Súper Intendencia Financiera de Colombia** en el mes de junio del 2019 con corte a mayo de 2019.

BANCO	TASA EA	TASA MV
Bancolombia	18.25%	1.41%
Banco de Bogota	17.89%	1.38%
Itau	13.98%	1.10%
Davivienda	17.10%	1.32%

Información Súper Intendencia Financiera de Colombia

Fuente: Elaboración propia

<http://www.superfinanciera.gov.co/publicaciones/60775>

Las anteriores tasas, fueron otorgados en el mes de mayo para los créditos ordinarios desembolsados por estas entidades; más sin embargo para determinar la tasa de interés para nuestro proyecto, se opta por tomar como base el **Interés Corriente para los créditos de consumo y ordinarios**, publicado por la Súper Intendencia Financiera de Colombia para el mes de junio de 2019.

BANCO	TASA EA	TASA MV
TASA EA	19.30%	1.48%

Información Súper Intendencia Financiera de Colombia

Fuente: Elaboración propia

<https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/Publicaciones/publicaciones/loadContenidoPublicacion/id/10829/reAncha/1/c/00>

Es importante tener en cuenta al momento de solicitar cualquier crédito con estas entidades bancarias, que estas asignaran un profesional financiero que determinara la modalidad de crédito según la necesidad de la compañía y la destinación de los recursos, el cual indicara los requisitos mínimos que la entidad exige y determinara la capacidad de endeudamiento de la empresa. Esto podría generar variación en el costo de la deuda y en el resultado del proyecto.

Para nuestro análisis, el valor de la deuda y el costo para cada uno de los años, se especifica a continuación. “Ver Tabla de amortización” & “Tabla resumen anual”.

- Valor de la inversión: **\$576.851.16,**
- Valor de la cuota: **\$16.878.012 (Valor mensual)**
- Tiempo préstamo: **48 Meses**
- Tasa interés: **19,30% EA**

Cuota	Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
0	\$ 576,851,168	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 576,851,168
1	\$ 576,851,168	\$ 16,878,012	\$ 8,545,815	\$ 8,332,197	\$ 568,518,971
2	\$ 568,518,971	\$ 16,878,012	\$ 8,422,377	\$ 8,455,635	\$ 560,063,337
3	\$ 560,063,337	\$ 16,878,012	\$ 8,297,110	\$ 8,580,902	\$ 551,482,435
4	\$ 551,482,435	\$ 16,878,012	\$ 8,169,988	\$ 8,708,024	\$ 542,774,411
5	\$ 542,774,411	\$ 16,878,012	\$ 8,040,982	\$ 8,837,030	\$ 533,937,381
6	\$ 533,937,381	\$ 16,878,012	\$ 7,910,065	\$ 8,967,947	\$ 524,969,434
7	\$ 524,969,434	\$ 16,878,012	\$ 7,777,208	\$ 9,100,803	\$ 515,868,631
8	\$ 515,868,631	\$ 16,878,012	\$ 7,642,384	\$ 9,235,628	\$ 506,633,003
9	\$ 506,633,003	\$ 16,878,012	\$ 7,505,562	\$ 9,372,450	\$ 497,260,552
10	\$ 497,260,552	\$ 16,878,012	\$ 7,366,713	\$ 9,511,299	\$ 487,749,253
11	\$ 487,749,253	\$ 16,878,012	\$ 7,225,807	\$ 9,652,205	\$ 478,097,048
12	\$ 478,097,048	\$ 16,878,012	\$ 7,082,813	\$ 9,795,199	\$ 468,301,849
13	\$ 468,301,849	\$ 16,878,012	\$ 6,937,701	\$ 9,940,311	\$ 458,361,539
14	\$ 458,361,539	\$ 16,878,012	\$ 6,790,440	\$ 10,087,572	\$ 448,273,966
15	\$ 448,273,966	\$ 16,878,012	\$ 6,640,996	\$ 10,237,016	\$ 438,036,951
16	\$ 438,036,951	\$ 16,878,012	\$ 6,489,339	\$ 10,388,673	\$ 427,648,278
17	\$ 427,648,278	\$ 16,878,012	\$ 6,335,435	\$ 10,542,577	\$ 417,105,701
18	\$ 417,105,701	\$ 16,878,012	\$ 6,179,251	\$ 10,698,761	\$ 406,406,941
19	\$ 406,406,941	\$ 16,878,012	\$ 6,020,753	\$ 10,857,258	\$ 395,549,682
20	\$ 395,549,682	\$ 16,878,012	\$ 5,859,907	\$ 11,018,104	\$ 384,531,578
21	\$ 384,531,578	\$ 16,878,012	\$ 5,696,679	\$ 11,181,333	\$ 373,350,245
22	\$ 373,350,245	\$ 16,878,012	\$ 5,531,032	\$ 11,346,980	\$ 362,003,265
23	\$ 362,003,265	\$ 16,878,012	\$ 5,362,931	\$ 11,515,081	\$ 350,488,184
24	\$ 350,488,184	\$ 16,878,012	\$ 5,192,340	\$ 11,685,672	\$ 338,802,512
25	\$ 338,802,512	\$ 16,878,012	\$ 5,019,221	\$ 11,858,791	\$ 326,943,721
26	\$ 326,943,721	\$ 16,878,012	\$ 4,843,538	\$ 12,034,474	\$ 314,909,248
27	\$ 314,909,248	\$ 16,878,012	\$ 4,665,252	\$ 12,212,760	\$ 302,696,488
28	\$ 302,696,488	\$ 16,878,012	\$ 4,484,325	\$ 12,393,687	\$ 290,302,801
29	\$ 290,302,801	\$ 16,878,012	\$ 4,300,718	\$ 12,577,294	\$ 277,725,507
30	\$ 277,725,507	\$ 16,878,012	\$ 4,114,390	\$ 12,763,622	\$ 264,961,886
31	\$ 264,961,886	\$ 16,878,012	\$ 3,925,302	\$ 12,952,709	\$ 252,009,177
32	\$ 252,009,177	\$ 16,878,012	\$ 3,733,413	\$ 13,144,598	\$ 238,864,578
33	\$ 238,864,578	\$ 16,878,012	\$ 3,538,681	\$ 13,339,330	\$ 225,525,248
34	\$ 225,525,248	\$ 16,878,012	\$ 3,341,065	\$ 13,536,947	\$ 211,988,301
35	\$ 211,988,301	\$ 16,878,012	\$ 3,140,520	\$ 13,737,491	\$ 198,250,809
36	\$ 198,250,809	\$ 16,878,012	\$ 2,937,005	\$ 13,941,007	\$ 184,309,802
37	\$ 184,309,802	\$ 16,878,012	\$ 2,730,475	\$ 14,147,537	\$ 170,162,265
38	\$ 170,162,265	\$ 16,878,012	\$ 2,520,885	\$ 14,357,127	\$ 155,805,138
39	\$ 155,805,138	\$ 16,878,012	\$ 2,308,190	\$ 14,569,822	\$ 141,235,316
40	\$ 141,235,316	\$ 16,878,012	\$ 2,092,344	\$ 14,785,668	\$ 126,449,648
41	\$ 126,449,648	\$ 16,878,012	\$ 1,873,300	\$ 15,004,712	\$ 111,444,936
42	\$ 111,444,936	\$ 16,878,012	\$ 1,651,011	\$ 15,227,000	\$ 96,217,936
43	\$ 96,217,936	\$ 16,878,012	\$ 1,425,430	\$ 15,452,582	\$ 80,765,353
44	\$ 80,765,353	\$ 16,878,012	\$ 1,196,506	\$ 15,681,506	\$ 65,083,847
45	\$ 65,083,847	\$ 16,878,012	\$ 964,191	\$ 15,913,821	\$ 49,170,026
46	\$ 49,170,026	\$ 16,878,012	\$ 728,434	\$ 16,149,578	\$ 33,020,448
47	\$ 33,020,448	\$ 16,878,012	\$ 489,184	\$ 16,388,827	\$ 16,631,621
48	\$ 16,631,621	\$ 16,878,012	\$ 246,391	\$ 16,631,621	\$ 0

Tabla de amortización

Fuente: Elaboración propia

AÑO 2019				
Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
\$ 576,851,168	\$ 202,536,142	\$ 93,986,823	\$ 108,549,319	\$ 468,301,849
AÑO 2020				
Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
\$ 468,301,849	\$ 202,536,142	\$ 73,036,804	\$ 129,499,337	\$ 338,802,512
AÑO 2021				
Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
\$ 338,802,512	\$ 202,536,142	\$ 48,043,432	\$ 154,492,709	\$ 184,309,802
AÑO 2022				
Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
\$ 184,309,802	\$ 202,536,142	\$ 18,226,339	\$ 184,309,802	\$ 0

Tabla resumen anual

Fuente: Elaboración propia

Las proyecciones de ingresos y de gastos, se realizó a partir de las proyecciones publicadas por **Bancolombia**, en su informe trimestral “**Tabla Macroeconómicos Proyectados – Abril 2019**”, publicado en su página web.

PROYECCIONES ECONÓMICAS DE MEDIANO PLAZO		Grupo Bancolombia									
Análisis Bancolombia		martes, 23 de abril de 2019									
Última actualización: Abril 2019											
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019py	2020py	2021py	2022py	2023py	
Crecimiento del PIB (var. % anual)	4.4%	3.1%	2.0%	1.8%	2.7%	3.2%	3.4%	3.1%	3.3%	3.4%	
Balance del Gobierno Nacional (% PIB)	-2.4%	-3.0%	-4.0%	-3.6%	-3.1%	-2.7%	-2.5%	-2.2%	-2.0%	-2.0%	
Balance en cuenta corriente (% PIB)	-5.2%	-6.4%	-4.4%	-3.3%	-3.8%	-4.2%	-4.3%	-4.0%	-3.6%	-3.3%	
Tasa de desempleo urbano (% PEA, promedio año)	9.9%	9.8%	10.0%	10.6%	10.8%	10.8%	10.6%	10.7%	10.7%	10.6%	
Inflación al consumidor (var. % anual, fin de año)	3.66%	6.77%	5.75%	4.09%	3.18%	3.40%	3.20%	3.25%	3.09%	3.00%	
Tasa de referencia BanRep (% anual, fin de año)	4.50%	5.75%	7.50%	4.75%	4.25%	4.25%	4.75%	5.00%	4.50%	4.50%	
DTF 90 Días (% anual, fin de año)	4.34%	5.25%	6.92%	5.28%	4.54%	4.67%	5.06%	5.38%	5.06%	4.96%	
IBR Overnight (% E.A, fin de año)	4.52%	5.79%	7.51%	4.69%	4.24%	4.25%	4.74%	4.99%	4.49%	4.49%	
Tasa de cambio USDCOP (promedio de año)	\$ 2,000	\$ 2,741	\$ 3,051	\$ 2,951	\$ 2,956	\$ 3,150	\$ 3,210	\$ 3,310	\$ 3,270	\$ 3,100	
Tasa de cambio USDCOP (promedio 4T)	\$ 2,173	\$ 3,058	\$ 3,016	\$ 2,986	\$ 3,166	\$ 3,170	\$ 3,240	\$ 3,350	\$ 3,210	\$ 3,020	
Devaluación nominal (% promedio año)	11.3%	37.0%	11.3%	-3.3%	0.2%	6.6%	1.9%	3.1%	-1.2%	-5.2%	
Precio promedio del petróleo (Referencia Brent, US\$ por barril)	\$ 99.7	\$ 54.0	\$ 45.2	\$ 55.0	\$ 71.6	\$ 62.8	\$ 61.3	\$ 63.6	\$ 67.1	\$ 69.2	

Fuente: Grupo Bancolombia, DANE, BanRep, py: proyectado

Tabla Macroeconómicos proyectados

Fuente: Grupo Bancolombia

<http://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/investigaciones-economicas/publicaciones/tablas-macroeconomicos-proyectados>

Se realizó la respectiva proyección de los costos y gastos de la compañía, afectador con la respectiva inflación para los años 2019 al 2022.

Costo	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Arrendamiento	\$ 2,500,000	\$ 2,580,000	\$ 2,663,850	\$ 2,746,163
Servicios	\$ 1,320,000	\$ 1,362,240	\$ 1,406,513	\$ 1,449,974
Otros servicios	\$ 12,017,340	\$ 12,401,895	\$ 12,804,956	\$ 13,200,630
	\$ 15,837,340	\$ 16,344,135	\$ 16,875,319	\$ 17,396,767
Gastos				
Gasto administración	\$ 19,200,000	\$ 19,814,400	\$ 20,458,368	\$ 21,090,532
Gasto comercial	\$ 14,400,000	\$ 14,860,800	\$ 15,343,776	\$ 15,817,899
	\$ 33,600,000	\$ 34,675,200	\$ 35,802,144	\$ 36,908,430

Fuente: Elaboración propia

Mano de obra	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Costo Tecnicos	\$ 74,062,206	\$ 76,432,197	\$ 78,801,595	\$ 81,165,643
Gasto Director	\$ 49,807,919	\$ 51,401,772	\$ 52,995,227	\$ 54,585,084
Gasto Asesor Comercial	\$ 24,613,787	\$ 25,401,428	\$ 26,188,872	\$ 26,974,538

Fuente: Elaboración propia

Se proyecta la inflación para los años 2020 al 2022, a los gastos generados por el alquiler de equipos ópticos, mantenimientos, calibraciones y reparaciones; para las inversiones en equipos y laboratorio.

Gastos proyectados sin laboratorio			
Tipo de gasto	Proyección 2020	Proyección 2021	Proyección 2022
Alquiler equipos ópticos	\$ 413,650,317	\$ 427,093,952	\$ 440,291,155
Mantenimiento y Calibración	\$ 28,564,862	\$ 29,493,220	\$ 30,404,560
Reparación	\$ 44,051,680	\$ 45,483,360	\$ 46,888,796
Mantenimiento y Ajuste Mecánico	\$ 51,032,660	\$ 52,691,222	\$ 54,319,381
	\$ 537,299,519	\$ 554,761,753	\$ 571,903,891

Fuente: Elaboración propia

Dada la depreciación anual de algunos de los equipos, por lo cual deben reponerse, se realiza la proyección aplicando la inflación, considerando además la tasa de cambio proyectada para los equipos que son comprados en dólares.

Equipo	Marca	Cantidad	Valor unitario	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
Cortadora fibra óptica	Fujikura CT-30	2	USD 659.22	\$ 2,076,548	\$ 2,183,816	\$ 2,252,939	\$ 2,222,264
				\$ 20,765,476	\$ 21,838,161	\$ 22,529,388	\$ 22,222,639

Fuente: Elaboración propia

Equipo	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Multímetro Digital	\$ 2,500,000	\$ 2,580,000	\$ 2,663,850	\$ 2,746,163
Estación de trabajo de soldadura	\$ 920,000	\$ 949,440	\$ 980,297	\$ 1,010,588
	\$ 3,420,000	\$ 3,529,440	\$ 3,644,147	\$ 3,756,751

Fuente: Elaboración propia

A partir de toda esta información, se logró determinar la rentabilidad que aportaría el laboratorio a la compañía. “Ver tabla proyecciones proyecto montaje laboratorio”

PROYECTO MONTAJE LABORATORIO FIBRA OPTICA "CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO"					
	2019	2020	2021	2022	2019 - 2022
COSTO Y GASTOS	\$ 484,636,811	\$ 428,151,615	\$ 410,372,602	\$ 386,728,669	\$ 1,709,889,697
INGRESOS	\$ 431,933,333	\$ 446,619,067	\$ 460,464,258	\$ 475,659,578	\$ 1,814,676,236
UTILIDAD	-\$ 52,703,478	\$ 18,467,452	\$ 50,091,656	\$ 88,930,910	\$ 104,786,539

Tabla proyecciones proyecto montaje laboratorio

Fuente: Elaboración propia

A la vez se determina el posible ahorro generado, dada la inversión realizada en equipos propios para la compañía, eliminando el rubro por alquiler de equipos, el cual es el más representativo de los gastos al año por parte de la compañía.

	COSTO PROYECTO				
	2019	2020	2021	2022	
GASTOS SIN LABORATORIO	\$ 520,639,069	\$ 537,299,519	\$ 554,761,753	\$ 571,903,891	
COSTO DE OPORTUNIDAD	\$ 110,400,000	\$ 114,153,600	\$ 117,692,362	\$ 121,576,210	
INVERSIÓN REQUERIDA	\$ 576,851,168	\$ 25,367,601	\$ 26,173,535	\$ 25,979,390	
FINANCIACIÓN	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	
AHORROS DIRECTOS OBTENIDOS	\$ 410,239,069	\$ 423,145,919	\$ 437,069,392	\$ 450,327,682	\$ 1,720,782,061
FINANCIACIÓN	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 202,536,142	\$ 810,144,567
INVERSIÓN NO FINANCIADA	\$ -	\$ 25,367,601	\$ 26,173,535	\$ 25,979,390	\$ 77,520,526
AHORRO TOTAL	\$ 207,702,927	\$ 195,242,176	\$ 208,359,715	\$ 221,812,150	\$ 833,116,969

Tabla costos proyecto

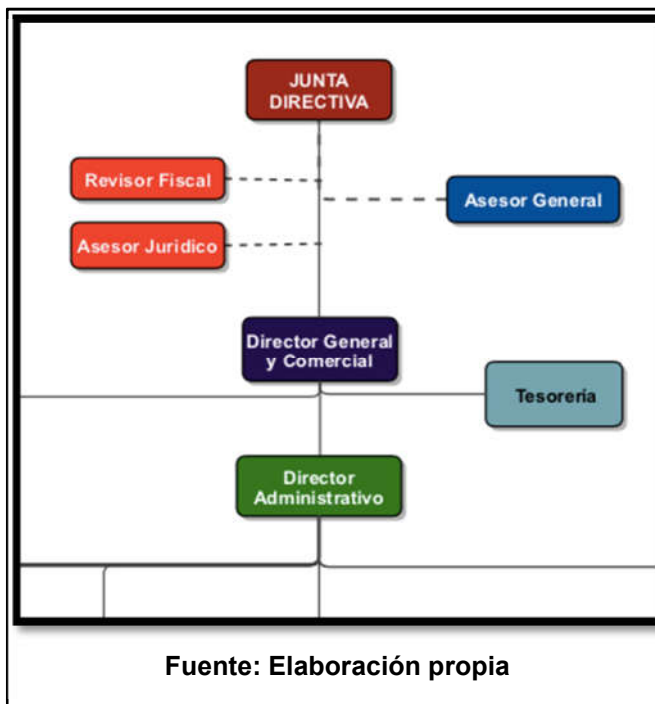
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que hasta este punto el proyecto genera un ahorro importante en la compañía, con un ahorro estimado a 4 años de **\$833.116.969** y un aporte de rentabilidad para la compañía por **\$104.786.539** con la implementación del laboratorio para equipos de fibra óptica; **bajo este escenario se determina una viabilidad positiva para la implementación del laboratorio en la compañía CYFO Comunicaciones.**

Estudio administrativo y organizacional (Respuesta a objetivo “c”)

Se realiza una investigación acerca de la compañía, en la cual se evidencia que cuenta con una estructura vertical, que inicia en la **Junta directiva** con una subdivisión principal encabezada por la **Dirección General y Comercial** de la cual se desprende la **Dirección administrativa**, para finalmente de esta última desprender las **diferentes áreas de la empresa CYFO.**

A partir de la dirección administrativa se incluirá la nueva área del laboratorio, denominada **Coordinación de laboratorio**.



Dentro de la compañía el laboratorio quedaría como una dependencia independiente con responsabilidad directa vertical de la Dirección Administrativa hacia el Coordinador a cargo del laboratorio.

Entre su estructura el laboratorio estaría conformado por el **Coordinador del laboratorio**, quien se encargara del manejo de su personal, coordinación del trabajo y actividades del laboratorio, así mismo como de las compras de los respectivos accesorios y repuestos tanto nacionales como importados, que llegasen a requerir para las reparaciones y mantenimientos.

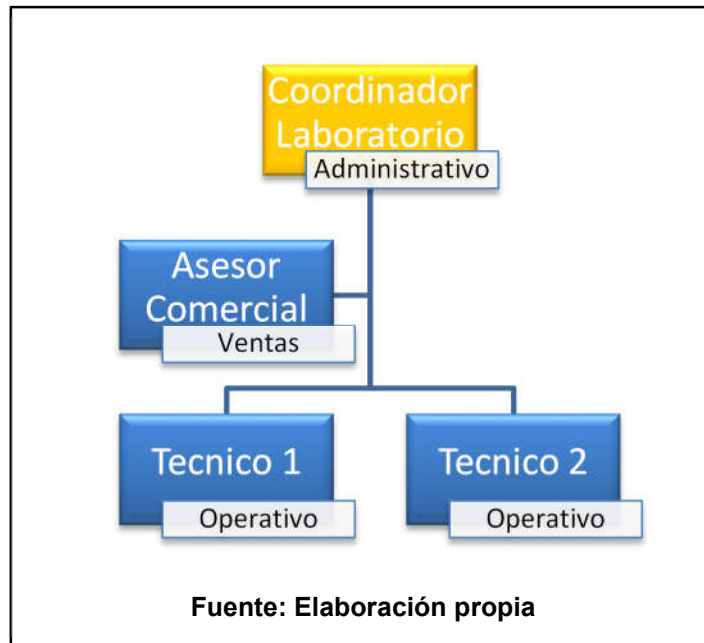
El **asesor comercial** de CYFO, se encargara de captar todos los posibles clientes, a los cuales se les pueda ofrecer el nuevo servicio de mantenimiento, ajuste mecánico, calibraciones y reparaciones de cualquier clase de equipo para trabajos con fibra óptica.

Finalmente los **técnicos**, quienes se encargaran de realizar los respectivos procesos de mantenimiento, certificaciones, reparaciones y calibraciones de los equipos; para lo cual se dispondrá de dos mesas de trabajo y el equipo adecuado para las diferentes operaciones, de manera independiente en cada una de las mismas.

Para el proceso administrativo, en el laboratorio se debe contar con el apoyo del musculo estructural que actualmente tiene la compañía CYFO Comunicaciones Y Fibra Óptica, tales como son:

- Área financiera.

- Área contable.
- Área administrativa.



Para la implementación del laboratorio y según su distribución de los cargos dentro de la compañía, se requieren perfiles específicos para la ocupación de dichos cargos “Coordinador de laboratorio” y “Técnicos”, perfiles los cuales se especifican a continuación.

CARGO	PERFIL	ACTIVIDADES
Coordinador Laboratorio	<p>Estudios superiores de tercer o cuarto nivel de Ingeniería Electrónica con especialización en Fibra Óptica. Poseer un MBA o título afín.</p> <p>Tener experiencia en la dirección de proyectos o empresas de este tipo mínimo de 4 años.</p> <p>Estudios superiores de tercer o cuarto nivel de Ingeniería Electrónica con especialización en Fibra Óptica. Tener experiencia en la dirección de proyectos relacionados con fibra óptica mínimo de 2 años.</p> <p>Estudios superiores de tercer nivel o cuarto nivel de Ingeniería Comercial y Gestión de la Calidad. Tener experiencia en la administración de empresas de proyectos, mínimo 2 años.</p>	<p>Planear, identificar y asegurar necesidades y recursos del SGC. Comunicación al interior de la organización.</p> <p>Establecer Política de calidad.</p> <p>Designar representante de las direcciones de cada área.</p> <p>Revisión de informes quincenales de gestión de procesos.</p> <p>Aprobación de procesos.</p> <p>Determinar y asegurar los requisitos del cliente.</p> <p>Controlar y desarrollar la metodología de ensayos.</p> <p>Aprobación de solicitudes de ensayo. Realiza auditorías internas del área según el calendario.</p> <p>Analiza trabajos no conformes y quejas.</p> <p>Velar por la continua formación, capacitación y actualización a nuevas tecnologías del personal vinculado al laboratorio.</p> <p>Establecer Política de calidad.</p> <p>Hacer una evaluación de desempeño a cada empleado.</p> <p>Motivación del Talento Humano. Control de Documentos y Registros. Acciones de mejora.</p> <p>Informe gestión de proceso.</p> <p>Realizar auditorías internas periódicas.</p>
Técnico	<p>Estudios superiores de tercer o cuarto nivel de Ingeniería electrónica con especialización en fibra Óptica. Tener experiencia mínimo 2 años.</p>	<p>Realizar los ensayos acreditados y elaborar el informe de resultados.</p> <p>Inventario de Equipos, Licencias, Tarjetas y demás componentes para el uso del laboratorio.</p> <p>Recepción y despacho de las muestras a ensayar.</p>

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente para la implementación del laboratorio especializado para equipos de fibra óptica en la empresa CYFO Comunicaciones, se investigó la respectiva normatividad a la cual nuestro laboratorio debe ajustarse; para nuestro caso la norma:

- **ISO/IEC 17025:2005**

ISO (Organización Internacional de Normalización) e **IEC** (Comisión Electrotécnica Internacional) forman el sistema especializado para la normalización mundial. Los organismos nacionales miembros de ISO e IEC participan en el desarrollo de las Normas Internacionales a través de comités técnicos establecidos por la organización respectiva, para tratar con campos particulares de la actividad técnica. Los comités técnicos de ISO e IEC colaboran en campos de interés mutuo. Otras organizaciones internacionales, públicas y privadas, vinculadas a ISO e IEC, también participan en el trabajo.

En 1990, la Guía **ISO/IEC 25 “Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Calibración y Ensayo”** fue publicada como un conjunto de requisitos técnicos y de sistema de la calidad aplicable a laboratorios que realizan calibraciones y/o ensayos. A finales del año 1999, esta guía fue reemplazada por la **Norma Internacional ISO/IEC 17025 la cual forma la base para la acreditación de laboratorios en el futuro.**

La Norma ISO/IEC 17025:2005, “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”, ha sido desarrollada a fin de que

los laboratorios de ensayo o de calibraciones, incluido el muestreo, cumplan con los requisitos generales que en ella se dan y garanticen la confiabilidad de sus actividades en el aspecto administrativo y técnico.

REFERENCIAS NORMATIVAS

Otras normas que se debe tener en cuenta para cumplir con los requisitos de la ISO/IEC 17025 son:

- ISO 9001 Modelo de Aseguramiento de la Calidad, aplicable al diseño, desarrollo, instalación, fabricación y servicio posventa.
- ISO 10000 Guías para implementar un Sistema de Gestión de la Calidad/ Reportes Técnicos.
- ISO 10013 Directrices para la Documentación de Sistemas de Gestión de la calidad.
- ISO 27000 Seguridad de la información.

El laboratorio se acogerá a todas las normas y certificaciones que determine la compañía que se deben implementar en cualquier momento para mejorar la calidad y mejora de sus procesos.

4.3. RESULTADO ANALISIS “Escenario proyectado sin Cliente Mayoritario Claro S.A”

Adicionalmente se presenta un segundo escenario, el cual consistió en hacer el ejercicio, eliminando el cliente que representa el mayor ingreso a la compañía “Cliente mayoritario”, el cual representaba aproximadamente el 70% de los ingresos de la compañía.

Para este segundo escenario, se elimina la inversión correspondiente a la compra de equipos propios para la compañía con el fin de disminuir los altos costos por alquiler de equipos, inversión la cual deja de ser necesaria ya que no se requiere el reemplazo de los equipos en alquiler. Por lo tanto, se conservan solamente los equipos propios que tiene actualmente tiene la compañía para el servicio a los demás clientes que conserva.

El valor de inversión para la implementación del laboratorio **no cambia** ya que el montaje del laboratorio aún bajo este escenario es viable y el potencial de oferta de los servicios cuentan con la misma demanda, por el contrario ya no se requiere utilizar los recursos del laboratorio para suplir las necesidades de la compañía ya que los equipos propios a atender son menores, por lo cual se aumenta el nivel de oferta de este servicio para terceros y de esta forma optar por generar mayores ingresos.

Gastos proyectados sin laboratorio					
Tipo de gasto	Proyección 2019	Proyección 2020	Proyección 2021	Proyección 2022	Total
Alquiler equipos ópticos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento y Calibración	\$ 10.379.674	\$ 10.711.823	\$ 11.059.957	\$ 11.401.710	\$ 32.151.454
Reparación	\$ 5.335.717	\$ 5.506.460	\$ 5.685.420	\$ 5.861.099	\$ 16.527.597
Mantenimiento y Ajuste Mecánico	\$ 18.543.845	\$ 19.137.248	\$ 19.759.208	\$ 20.369.768	\$ 57.440.300
	\$ 34.259.235	\$ 35.355.531	\$ 36.504.586	\$ 37.632.577	

Fuente: Elaboración propia

Se realizan las respectivas proyecciones para las inversiones y los gastos generados, con el fin de determinar la variación de los ahorros obtenidos.

Inversiones	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Equipos y muebles	\$ 7.644.999	\$ 7.644.999	\$ -	\$ -
Equipos calibración 4 años	\$ 188.600.000	\$ 47.150.000	\$ 47.150.000	\$ 47.150.000
Equipos calibración anual	\$ 3.420.000	\$ 3.420.000	\$ 3.529.440	\$ 3.644.147
Equipos cuadrillas 4 años	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Equipos cuadrillas anual	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos legales	\$ 43.050.783	\$ -	\$ -	\$ -
INVERSIÓN	\$ 242.715.782			

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la inversión para la implementación del laboratorio disminuiría a \$242.715.782, en los cuales se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Inversión en equipos, muebles, enseres y suministros.
- Inversión en equipos de calibración para mantenimiento y reparación.
- Inversión en equipos propios para las cuadrilla. **“Se elimina esta inversión”**.
- Inversión en gastos legales.

Dado toda la información conocida, se propone la siguiente situación:

- Valor de la inversión \$242.715.782
- Valor de la cuota \$7.101.589 (mensual)
- Préstamo a 48 meses.
- Tasa 19.30% EA

A continuación se muestra el cuadro resumen de la inversión a realizar y la respectiva forma de pago del escenario analizado.

AÑO 2019				
Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
\$ 242,715,782	\$ 85,219,066	\$ 39,545,877	\$ 45,673,190	\$ 197,042,592
AÑO 2020				
Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
\$ 197,042,592	\$ 85,219,066	\$ 30,730,951	\$ 54,488,115	\$ 142,554,477
AÑO 2021				
Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
\$ 142,554,477	\$ 85,219,066	\$ 20,214,745	\$ 65,004,322	\$ 77,550,156
AÑO 2022				
Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
\$ 77,550,156	\$ 85,219,066	\$ 7,668,911	\$ 77,550,156	\$ 0

Tabla resumen

Fuente: Elaboración propia

Cuota	Saldo Inicial	Cuota	Interes	Capital	Saldo Final
0	\$ 242,715,782	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 242,715,782
1	\$ 242,715,782	\$ 7,101,589	\$ 3,595,735	\$ 3,505,853	\$ 239,209,929
2	\$ 239,209,929	\$ 7,101,589	\$ 3,543,798	\$ 3,557,791	\$ 235,652,137
3	\$ 235,652,137	\$ 7,101,589	\$ 3,491,090	\$ 3,610,498	\$ 232,041,639
4	\$ 232,041,639	\$ 7,101,589	\$ 3,437,602	\$ 3,663,986	\$ 228,377,653
5	\$ 228,377,653	\$ 7,101,589	\$ 3,383,322	\$ 3,718,267	\$ 224,659,386
6	\$ 224,659,386	\$ 7,101,589	\$ 3,328,237	\$ 3,773,352	\$ 220,886,034
7	\$ 220,886,034	\$ 7,101,589	\$ 3,272,337	\$ 3,829,252	\$ 217,056,782
8	\$ 217,056,782	\$ 7,101,589	\$ 3,215,608	\$ 3,885,981	\$ 213,170,801
9	\$ 213,170,801	\$ 7,101,589	\$ 3,158,039	\$ 3,943,550	\$ 209,227,250
10	\$ 209,227,250	\$ 7,101,589	\$ 3,099,617	\$ 4,001,972	\$ 205,225,278
11	\$ 205,225,278	\$ 7,101,589	\$ 3,040,329	\$ 4,061,260	\$ 201,164,018
12	\$ 201,164,018	\$ 7,101,589	\$ 2,980,163	\$ 4,121,426	\$ 197,042,592
13	\$ 197,042,592	\$ 7,101,589	\$ 2,919,106	\$ 4,182,483	\$ 192,860,109
14	\$ 192,860,109	\$ 7,101,589	\$ 2,857,144	\$ 4,244,445	\$ 188,615,664
15	\$ 188,615,664	\$ 7,101,589	\$ 2,794,264	\$ 4,307,325	\$ 184,308,340
16	\$ 184,308,340	\$ 7,101,589	\$ 2,730,453	\$ 4,371,136	\$ 179,937,204
17	\$ 179,937,204	\$ 7,101,589	\$ 2,665,696	\$ 4,435,892	\$ 175,501,311
18	\$ 175,501,311	\$ 7,101,589	\$ 2,599,980	\$ 4,501,608	\$ 170,999,703
19	\$ 170,999,703	\$ 7,101,589	\$ 2,533,291	\$ 4,568,298	\$ 166,431,405
20	\$ 166,431,405	\$ 7,101,589	\$ 2,465,613	\$ 4,635,975	\$ 161,795,430
21	\$ 161,795,430	\$ 7,101,589	\$ 2,396,933	\$ 4,704,655	\$ 157,090,774
22	\$ 157,090,774	\$ 7,101,589	\$ 2,327,236	\$ 4,774,353	\$ 152,316,421
23	\$ 152,316,421	\$ 7,101,589	\$ 2,256,506	\$ 4,845,083	\$ 147,471,338
24	\$ 147,471,338	\$ 7,101,589	\$ 2,184,728	\$ 4,916,861	\$ 142,554,477
25	\$ 142,554,477	\$ 7,101,589	\$ 2,111,887	\$ 4,989,702	\$ 137,564,775
26	\$ 137,564,775	\$ 7,101,589	\$ 2,037,966	\$ 5,063,623	\$ 132,501,152
27	\$ 132,501,152	\$ 7,101,589	\$ 1,962,951	\$ 5,138,638	\$ 127,362,514
28	\$ 127,362,514	\$ 7,101,589	\$ 1,886,824	\$ 5,214,765	\$ 122,147,749
29	\$ 122,147,749	\$ 7,101,589	\$ 1,809,569	\$ 5,292,020	\$ 116,855,729
30	\$ 116,855,729	\$ 7,101,589	\$ 1,731,170	\$ 5,370,419	\$ 111,485,310
31	\$ 111,485,310	\$ 7,101,589	\$ 1,651,609	\$ 5,449,979	\$ 106,035,331
32	\$ 106,035,331	\$ 7,101,589	\$ 1,570,870	\$ 5,530,719	\$ 100,504,612
33	\$ 100,504,612	\$ 7,101,589	\$ 1,488,935	\$ 5,612,654	\$ 94,891,958
34	\$ 94,891,958	\$ 7,101,589	\$ 1,405,786	\$ 5,695,803	\$ 89,196,155
35	\$ 89,196,155	\$ 7,101,589	\$ 1,321,405	\$ 5,780,184	\$ 83,415,971
36	\$ 83,415,971	\$ 7,101,589	\$ 1,235,774	\$ 5,865,815	\$ 77,550,156
37	\$ 77,550,156	\$ 7,101,589	\$ 1,148,874	\$ 5,952,715	\$ 71,597,441
38	\$ 71,597,441	\$ 7,101,589	\$ 1,060,687	\$ 6,040,902	\$ 65,556,539
39	\$ 65,556,539	\$ 7,101,589	\$ 971,193	\$ 6,130,395	\$ 59,426,143
40	\$ 59,426,143	\$ 7,101,589	\$ 880,374	\$ 6,221,215	\$ 53,204,929
41	\$ 53,204,929	\$ 7,101,589	\$ 788,209	\$ 6,313,380	\$ 46,891,549
42	\$ 46,891,549	\$ 7,101,589	\$ 694,679	\$ 6,406,910	\$ 40,484,639
43	\$ 40,484,639	\$ 7,101,589	\$ 599,763	\$ 6,501,825	\$ 33,982,814
44	\$ 33,982,814	\$ 7,101,589	\$ 503,442	\$ 6,598,147	\$ 27,384,667
45	\$ 27,384,667	\$ 7,101,589	\$ 405,693	\$ 6,695,896	\$ 20,688,770
46	\$ 20,688,770	\$ 7,101,589	\$ 306,496	\$ 6,795,093	\$ 13,893,677
47	\$ 13,893,677	\$ 7,101,589	\$ 205,829	\$ 6,895,760	\$ 6,997,918
48	\$ 6,997,918	\$ 7,101,589	\$ 103,671	\$ 6,997,918	\$ 0

Tabla amortización

Fuente: Elaboración propia

Se puede determinar que los ingresos presentados por la implementación del laboratorio serían iguales, pero dado que la necesidad propia de la compañía para este servicio es menor, los ingresos por prestar este tipo de servicio a terceros aumentarían. Ver tabla ingresos “Calibración equipos” & “Mantenimiento y Reparaciones”

Equipo	Clientes	Mesa 1	Mesa 2	Ingreso	
Plataforma - Main frame	\$ 800,000	27	27	\$ 43,200,000	
OTDR	\$ 1,200,000	27	27	\$ 64,800,000	
PMD	\$ 1,500,000	2	2	\$ 6,000,000	
CD (Dispersión Cromatica)	\$ 1,500,000	1	1	\$ 3,000,000	
LIGHT SOURCE	\$ 800,000	27	27	\$ 43,200,000	
POWER METER	\$ 800,000	27	27	\$ 43,200,000	
MAXTESTER	\$ 800,000	27	27	\$ 43,200,000	
ARC SPLICER	\$ 1,000,000	27	27	\$ 54,000,000	
		165	165	\$ 300,600,000	ANUALES
		9	9	\$ 16,200,000	Empresa
		156	156	\$ 284,400,000	Ingresos externos

Tabla ingresos por calibración equipos

Fuente: Elaboración propia

Equipo	Clientes	Mesa 1	Mesa 2	Ingreso	
PMD	\$ 1,000,000	2	2	\$ 4,000,000	
CD	\$ 1,000,000	1	1	\$ 2,000,000	
LIGHT SOURCE	\$ 400,000	13	13	\$ 10,666,667	
POWER METER	\$ 400,000	13	13	\$ 10,666,667	
MAXTESTER	\$ 400,000	13	13	\$ 10,666,667	
FUSIONADORAS	\$ 2,000,000	13	13	\$ 53,333,333	
PLATAFORMAS - MAIN FRAME	\$ 300,000	13	13	\$ 8,000,000	
		83	83	\$ 131,333,333	ANUALES
		6	6	\$ 9,400,000	Empresa
		77	77	\$ 121,933,333	Ingresos externos

Tabla ingresos por Mantenimientos y Reparaciones

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la operación del laboratorio implementado, generaría una mayor rentabilidad a la compañía. “Ver tabla proyecto laboratorio – Utilidad”.

PROYECTO MONTAJE LABORATORIO FIBRA OPTICA "CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO					
	2019	2020	2021	2022	2019 - 2022
COSTO Y GASTOS	\$ 331,087,912	\$ 285,665,123	\$ 281,672,049	\$ 275,606,124	\$ 1,174,031,208
INGRESOS	\$ 431,933,333	\$ 446,619,067	\$ 460,464,258	\$ 475,659,578	\$ 1,814,676,236
UTILIDAD	\$ 100,845,422	\$ 160,953,944	\$ 178,792,208	\$ 200,053,454	\$ 640,645,028

Tabla proyecto implementación laboratorio - Utilidad

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se puede observar en los ahorros la inversión que generaría una absorción de estos. “Ver tabla ahorros costo proyecto implementación laboratorio”.

COSTO PROYECTO						
	2019	2020	2021	2022		
GASTOS SIN LABORATORIO	\$ 34,259,235	\$ 35,355,531	\$ 36,504,586	\$ 37,632,577		
COSTO DE OPORTUNIDAD	\$ 25,600,000	\$ 26,470,400	\$ 27,290,982	\$ 28,191,585		
INVERSIÓN REQUERIDA	\$ 242,715,782	\$ 3,529,440	\$ 3,644,147	\$ 3,756,751		
FINANCIACIÓN	\$ 85,219,066	\$ 85,219,066	\$ 85,219,066	\$ 85,219,066		
AHORROS DIRECTOS OBTENIDOS	\$ 8,659,235	\$ 8,885,131	\$ 9,213,603	\$ 9,440,992	\$ 36,198,962	
FINANCIACIÓN	\$ 85,219,066	\$ 85,219,066	\$ 85,219,066	\$ 85,219,066	\$ 340,876,266	
INVERSIÓN NO FINANCIADA	\$ -	\$ 3,529,440	\$ 3,644,147	\$ 3,756,751	\$ 10,930,338	
AHORRO TOTAL	-\$ 76,559,831	-\$ 79,863,376	-\$ 79,649,610	-\$ 79,534,825	-\$ 315,607,642	

Tabla ahorros costo proyecto implementación laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Dado lo anterior se puede concluir que hasta este punto, el proyecto de implementación del laboratorio para equipos de fibra óptica para CYFO, bajo el escenario proyectado sin su cliente mayoritario, no genera un ahorro importante para la compañía, ya que el ahorro durante los 4 años apenas es de **\$36.198.962**, y al contrario el aporte a la rentabilidad de la compañía se incrementa a **\$640.645.028**.

Con este escenario el proyecto también representa una viabilidad positiva para la implementación del laboratorio, el cual incrementaría las posibilidades de ingresos de la compañía por este nuevo servicio.

5. CONCLUSIONES

El proyecto de viabilidad de la implementación de un laboratorio especializado para la calibración y mantenimiento de equipos para trabajo con fibra óptica, propio para la compañía CYFO Comunicaciones y Fibra Óptica **estima que este es viable, dada la disminución de los altos gastos que se generan en la compañía por los conceptos de mantenimiento y calibración a través de la implementación de este. Adicionalmente a través de la oferta de los servicios a terceros el laboratorio generara rentabilidad a la compañía a través de los ingresos por los servicios de mantenimiento, reparación y calibración de equipos para trabajos de fibra óptica.**

Se debe considerar bajo los diferentes escenarios, que la implementación del laboratorio le brinda a la compañía la posibilidad de generar una entrada de recursos económicos importantes.

Por lo tanto, es recomendable que la compañía CYFO Comunicaciones Y Fibra Óptica cree el laboratorio como operación adicional y diferencial de la compañía, logrando reducir los gastos por mantenimiento de equipos propios; de igual manera se puede generar una mayor oferta para compensar la demanda de los contratistas que prestan el servicio a las grandes empresas de

telecomunicaciones, generando de esta manera una mayor captación de ingresos que permitan generar mayor rentabilidad para la compañía. A la vez se garantiza el buen estado y funcionamiento de los equipos con los que la compañía cuenta para la prestación de sus servicios.

El nuevo servicio a través de la implementación del laboratorio genera un diferencial para la compañía, generando un aporte importante para la rentabilidad de esta, teniendo en cuenta que la demanda en el mercado nacional para el mantenimiento, la reparación y la calibración de equipos para trabajos de fibra óptica, garantizado el alto grado de competencia de los contratistas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Comunicado conjunto de IAF-ILAC-ISO sobre la norma ISO/IEC 17025.
- Página web CYFO Comunicaciones Y Fibra óptica. <http://www.cyfo.net>
- Correos personales Oscar Alberto Ceballos Álvarez (Coordinador proyectos Ingeniería CYFO Comunicaciones), donde se indican los gastos de la



OSCAR ALBERTO CEBALLOS ALVAREZ
Coordinador De Proyectos De Ingeniería
oscar.ceballos@cyfo.net
(57 6) 330 6095, Ext 127 – 3138871700
www.cyfo.net

**Carrera 2 Entre calles 6 y 8. Parque Industrial La Badea Manzana 2 Bodega 2,
Dosquebradas, Risaralda - Colombia**

Este mensaje y cualquier archivo anexo, contiene información privilegiada y confidencial protegida por la Ley ESTATUTARIA 1377 DE 2013 por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. En consecuencia, su uso solo está permitido, de manera exclusiva e individual, para el destinatario del presente correo. Si usted no es el destinatario debido, debe borrar de manera inmediata el presente mensaje. Cualquier divulgación, copia, distribución o acción que se efectúe del presente correo, está expresamente prohibida. Para conocer nuestra política de tratamiento de datos dar clic [aquí](#).

- **Eric R. Pearson, CPC, CFOS.** Instalaciones Exitosas de Fibra Óptica – Lo Esencial. Pearson Technologies INC. Version 7.2s.
- **J. Laferrière, R. Tawa, S. Wolszczak.** Guide to Fiber Optic Measurements. Wavetek. March. 1998.
- **Jim Hayes.** Manual Técnico de FIBRA ÓPTICA. Thomson Delmar Learning. 2007.
- **J-P Goure. I Verrier.** Optical Fibre Devices. IOP Publishing LTd. 2002.

- **Cedric F. Lam.** Passive Optical Network “Principles and Practice”. Elsevier. 2007.
- **Stewart E. Miller. Ivan P. Kaminow.** Optical Fiber Telecommunications II. Copyright. 1988.
- <https://www.superfinanciera.gov.co/publicacion/60775>
- <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/investigaciones-economicas/publicaciones/tablas-macroeconomicos-proyectados>
- <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/Publicaciones/publicaciones/loadContenidoPublicacion/id/10829/reAncha/1/c/00>
- <http://www.gonzalonazareno.org/certired/p16f/p16f.html>
- <https://cie.gov.ar/web/images/Fibra-optica.pdf>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/otdr>
- <http://www.thefoa.org/ESP/Prueba.htm>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_por_fibra_%C3%B3ptica
- <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica.shtml>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_por_fibra_%C3%B3ptica
- <https://fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=eCommerce&ext=productos&id=1>
- <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>