



**Manual de mantenimiento preventivo de redes de planta externa GPON para
técnicos de la empresa Velonet**

Juan Camilo Restrepo Marín

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero de Telecomunicaciones

Asesora

Ana María Cárdenas Soto, Doctor (PhD) en Telecomunicaciones

Asesor Externo

Carlos Roberto Valera Aguilar, Ingeniero de procesos

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Telecomunicaciones

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita

(Restrepo Marin, 2022)

Referencia Restrepo Marin. J. C (2022). *Manual de mantenimiento preventivo de redes de planta externa GPON para técnicos de la empresa Velonet* [Trabajo de grado pregrado]. Universidad de Antioquia, Medellín Antioquia

**Estilo APA 7
(2020)**



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Augusto Enrique Salazar Jiménez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Contenido

Resumen	8
Introducción	9
Objetivos	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos.....	10
Marco teórico	11
Metodología	15
Resultados	17
1 Resolución No 5890 DEL 2020	17
1.1 Uso compartido de la infraestructura eléctrica.....	20
1.2 Definiciones	20
1.3 Restricciones y excepciones.....	22
1.4 Diseño.....	23
1.5 Presentación de los planos.....	23
1.6 Infraestructura eléctrica rural o urbana	25
1.7 Construcción e instalación de redes de telecomunicaciones	26
1.8 Distancias de instalación y seguridad.....	26
1.9 Riesgos en las obras civiles de fibra óptica (F.O).	29
1.10 Tendido de fibra óptica.	29
1.10.1 Canalización de fibra óptica:	29
1.10.2 Tendidos de fibra óptica en posteria (tendido aéreo).....	30
1.10.3 Tendidos de fibra óptica por fachada.....	31
1.10.4 Obra civil.	31
1.11 Seguridad.....	31

1.12 Trabajo en altura.....	32
1.13 Equipos de protección para trabajos tipo aéreo y terrestre.....	33
2. ISP vs grandes operadores.....	35
2.1.2 Cancelaciones por protocolos de servicio.....	38
2.1.3 Cancelaciones por orden de servicio.....	39
2.1.4 Puntuación NPS	41
2.2 ¿Qué es el mantenimiento?	43
2.2.1 Razones para realizar un mantenimiento	44
2.3 Plan de mantenimiento	45
2.3.1 Impacto del Mantenimiento	45
2.5 Cómo monitorear la red FTTH.....	51
2.6 Módulos.....	52
2.7 Equipos para el mantenimiento de las redes de fibra óptica	53
2.7.1 Microscopio de fibra óptica	54
2.7.2 Power meter	55
2.7.3 OTDR.....	56
2.8 Equipos complementarios	57
2.8.1 OLTS:	57
3. Manual.....	59
Conclusiones	60
Referencias	62
Anexo	64

Lista de tablas

Tabla 1. Artículos modificados de la resolución No 5890 de 2020 de la CRC para el uso de la infraestructura.....	18
Tabla 2. Tarifas establecidas por la CRC para el uso de la infraestructura.....	19
Tabla 3. Distancias verticales para la instalación de cable de telecomunicaciones	27
Tabla 4. Impacto de los tipos de mantenimiento en base a la percepción del cliente.	46
Tabla 5. Formulario general de mantenimiento de equipos	47
Tabla 6. Mantenimiento de la red interna de Velonet	48

Lista de figuras

Figura 1. Arquitectura básica de una red.....	14
Figura 2. Plano y distribución de la información	24
Figura 3. Rótulo para presentación de planos	25
Figura 4. Distancias de seguridad y franja de instalación de redes.....	28
Figura 5. Tendido de fibra canalizado. A) halado de fibra B) zona de trabajo C) recamara abierta D) proceso de cierre de la recamara.	30
Figura 6. Implementos de seguridad básica para la manipulación de FO.....	32
Figura 7. Encuestas realizadas con clientes activos e inactivos	38
Figura 8. Encuestas realizadas con los clientes cancelados sobre los protocolos del servicio	39
Figura 9. Visitas técnicas de los clientes que cancelaron el servicio.	40
Figura 10. Puntuación NPS del servicio.....	42
Figura 11. Esquema de la red de Velonet.....	47
Figura 12. Diagrama de flujo básico del proceso del mantenimiento preventivo.....	50
Figura 13. Tipos de transceivers SFP GPON.....	53
Figura 14. Microscopio de fibra óptica	54
Figura 15. Conector defectuoso y aceptable	55
Figura 16. Power Meter.....	56
Figura 17. OTDR.....	57
Figura 18. Optical Loss Test Set (OLTS)	58

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PON	Red De Fibra Óptica Pasiva
GPON	Red De Fibra Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit
ODN	Red de Distribución Óptica
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones
FTTx	Fibra hasta la x
FTTH	Fibra hasta la casa
PRST	Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones
ISP	Internet Service Provider
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
IVA	Impuesto al valor agregado
EMP	Empresas Públicas de Medellín
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
TN	Transportador Nacional
TR	Transportador Regional
OR	Operador de Red
FO	Fibra Óptica
EPP	Equipo de Protección personal
Kbps	kilobits por segundo
Mbps	Megabits por segundo
SOHO	Small Office-Home Office (Pequeña Oficina-Oficina en Casa)
FTTC	fibra hasta la cabina
NPS	Net Promoter Score
BGP	Border Gateway Protocol

Resumen

La empresa Velonet S.A.S requiere el desarrollo de un manual de mantenimiento ya que es fundamental documentar las experiencias de los integrantes de un equipo como los procesos que estos desarrollan cuando realizan alguna actividad. Estos manuales se realizan con el fin de poder delegar tareas y que estas puedan ser ejecutadas de forma eficiente y precisa, además que otra de las funciones que puede cumplir un manual es la de capacitar al personal nuevo o servir como guía a las personas que realizan un reemplazo en un cargo diferente al que esté desempeña.

Para determinar los parámetros más relevantes en las redes FTTH de la planta externa y lo que corresponde a la planta interna, se realiza con base en la percepción del cliente con el servicio y la potencia de Tx y Rx de la OLT y la ONT que es posible monitorear desde el Data Center.

Cuando se realizan encuestas al cliente con base en cómo percibe el servicio, es posible identificar que tan buena es la gestión de la red y al monitorear las potencias permite prevenir fallas o realizar corrección en la infraestructura de la red para seguir garantizando la conectividad del servicio.

Introducción

El presente documento se construyó con base en satisfacer la necesidad de información de la planta externa de la empresa VELONET S.A.S; para ello, fue necesario conocer la resolución 5890 de 2020 por parte de la CRC, la cual, rige a los proveedores de servicio fijos e infraestructura.

Adicionalmente se debe realizar cuidadosamente la lectura del proveedor de infraestructura EPM, para identificar cuáles pautas se deben seguir y cumplir con los requisitos de solicitud de infraestructura para las redes de comunicaciones e información.

Por otro lado, entender de qué manera se encuentran conectados la mayoría de los equipos activos de la red. Conocer los tipos de mantenimientos que son posibles de aplicar, tanto en la red de planta externa como interna perteneciente a la empresa.

En relación con los indicadores de calidad del servicio, se pueden identificar con base en el nivel de satisfacción del cliente según la percepción que éste tiene del servicio y la forma en la que se brindan soluciones en el área técnica. Para los indicadores de salud de la infraestructura en planta externa pueden ser definidos con base en las potencias monitoreadas de los clientes que se pueden ver desde el sistema de gestión, que es utilizado en la empresa VELONET S.A.S. para darle seguimientos a las conexiones de sus clientes.

De igual manera existen otros métodos diferentes a la supervisión de las potencias de los clientes desde el sistema de gestión que permiten consultar el estado de salud de las redes, por eso, es importante identificar qué tipos de mantenimientos se pueden implementar en las redes de planta externa e interna con el fin de alargar la vida útil de los equipos y garantizar la conectividad del cliente.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un manual de mantenimiento preventivo de redes GPON basado en buenas prácticas para contribuir a un mejor desempeño de los técnicos de planta externa de la empresa Velonet.

Objetivos específicos

- Determinar los indicadores de operación de la empresa Velonet, con base en la normativa de la CRC, del uso de infraestructura de terceros, y la experiencia propia de la empresa.
- Conocer la arquitectura y los elementos que conforman la red FTTH, para establecer los puntos críticos de falla y su impacto en la prestación de servicios, mediante hojas de datos y los registros de falla de la empresa.
- Establecer los procedimientos para mantenimiento preventivo de las redes FTTH, que contribuyan al mejoramiento de indicadores de operación de la empresa Velonet.
- Validar los procedimientos propuestos en el manual de mantenimiento preventivo, por parte del personal de la empresa Velonet mediante una encuesta.

Marco teórico

Los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST), como es el caso de los ISP (Internet Service Provider) o proveedores de servicios de internet, deben cumplir ciertos requisitos impuestos por la CRC, como se menciona en el artículo 53 de la Ley 1341 de 2009. Esta ley hace referencia a los derechos del usuario y también habla de cómo los proveedores deben brindar información clara, veraz, suficiente y comprobable de los servicios que prestan a los abonados. Con el fin de presentar los indicadores de calidad del servicio exigidos en los reportes del MinTIC, **los PRST deben realizar encuestas con base en la experiencia del abonado, permitiendo plantear planes de mejora como lo define la resolución 5078 DE 2016.**

Los PRST deben implementar los planes de mejora para garantizar una calidad del servicio mínimo y cumplir con la velocidad efectiva que “es la capacidad de transmisión medida en kbps garantizada por el ISP en los sentidos del ISP al usuario y del usuario al ISP”.

Algunas obligaciones que tienen los PRST impuestas por el MinTIC son todas aquellas relacionadas con el ARTÍCULO 5.1.1.3. “OBLIGACIONES DE LOS PRST” de la RESOLUCIÓN 5078 DE 2016, donde se establece cómo se debe prestar el servicio según sea el consumidor, qué tipo de información deben tener publicada, los indicadores y el tiempo de antelación que los operadores deberán avisar a los usuarios, para realizar los cambios de tecnología en la red.

Algunos de los principales indicadores son:

- **Velocidad de transmisión de datos alcanzada (VTD):**
- **Retardo en un sentido (Ret)**
- **La disponibilidad del servicio (horas uptime)**
- **La confiabilidad del acceso**

Nota: Los procedimientos y valores esperados de los indicadores para el acceso a Internet provisto a través de redes fijas están consignados en el numeral 1 del Anexo I de la ley 1341

Además de las exigencias y los indicadores mencionados anteriormente, los PRST deben realizar reportes obligatorios al MinTIC cuando se presente una afectación general del servicio en cualquier

instante de tiempo que sea mayor a 60 minutos, sea de manera parcial o total, y se debe enviar un informe tal y como se estipula en la resolución mencionada anteriormente.

El ISP no solo debe cumplir las normativas y exigencias que impone el MinTIC respecto a la calidad del servicio, sino que también debe cumplir con los requerimientos para la instalación física de la red en la postiería, algunos de estos requerimientos son: cumplir con la distancia de seguridad estipulada al momento de la instalación, obtener los permisos pertinentes, realizar la fijación de los cables, materiales o equipos necesarios, realizar la marcación de las redes en la posteria, etc. Estas normativas buscan no solo organizar el uso de la postiería, sino evitar daños en la infraestructura. La empresa Velonet ofrece sus servicios sobre redes FTTH con tecnología de redes ópticas pasivas PON, sobre las que se habla a continuación.

Los ISP utilizan tecnología FTTH que se basa en el uso de fibra óptica con la cual realizan una transmisión que permite un ancho de banda más efectivo al momento de enviar datos, voz, video, imágenes, entre otros tipos de información. La fibra óptica es un filamento de vidrio transparente y este medio de transmisión tiene la particularidad de transmitir y recibir información utilizando distintas longitudes de onda. Velonet emplea fibras monomodo estándar para sus redes GPON y usa las longitudes de onda de: 1310 y 1490 nm donde una es utilizada para upstream y la otra para downstream, respectivamente.

Las redes FTTH se encuentran dentro de las tecnologías FTTx, donde la x hace referencia hasta el lugar donde se provee el servicio con la fibra óptica.

El acrónimo FTTH proviene del inglés de Fiber To The Home se traduce como fibra hasta la casa o fibra hasta el hogar a lo que esto se refiere es que los paquetes de los clientes son transportados desde sus casas hasta el data center que está ubicado en la ISP mediante los hilos de fibra óptica.

La arquitectura de este tipo de redes se basa en la utilización de redes ópticas pasivas, PON (Passive Optical Network). Esto quiere decir que no usa ningún elemento que requiera suministro de energía eléctrica en la red de distribución óptica (ODN, por sus siglas en inglés), solo en los equipos de la

oficina central y en la casa del cliente. Este tipo de redes utiliza una topología tipo estrella o tipo árbol. El punto de control del tráfico está ubicado en la oficina central.

Actualmente Velonet utiliza redes de fibra óptica GPON (Gigabit-capable Passive Optic Network, Red De Fibra Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit) lo que quiere decir que utiliza redes de fibra óptica con capacidad de Gigabit. Según la recomendación de la ITU G 984.X (1,2,3,4 y 5) este tipo de redes puede ofrecer velocidades de 2.5 (2.488) Gbps para downstream y de 1.25 (1.244) Gbps para upstream. En las redes GPON pueden conectarse entre 32, 64 y 128 usuarios siempre y cuando se utilice un ODN tipo C en el puerto PON de la OLT, permitiendo la posibilidad de brindar un servicio del orden de los 100 Mbps por abonado en este puerto PON.

La arquitectura de las redes FTTH empieza desde el data center siendo más específicos desde la OLT, donde en uno de sus slots que contiene una tarjeta con 16 módulos de fibra (16 transceivers) se conectan a un ODF (distribuidor de fibra óptica en español) el cual se encuentra fusionado con una fibra óptica que se puede componer de 12, 24, 48, 96, 144 y 288 hilos. A esta fibra se le conoce como fibra troncal ya que es por donde todos los usuarios tendrán la conexión con el ISP.

Las redes troncales de fibra óptica tienen una conexión lógica tipo bus, árbol o anillo, esto es según la construcción del proyecto y si ésta cuenta o no con redundancia en las redes. Para la conexión de los clientes en los proyectos de fibra óptica existen algunos puntos de acceso conocidos como Cajas NAPs (Network Access Point). Estos puntos de acceso se encuentran equipados con un splitter óptico que son componentes pasivos que realizan la división de la señal óptica en una red PON, desde la caja NAP un técnico de planta externa puede conectar un cable de fibra óptica conocido como cable drop que permite realizar la conexión de la ONU o la ONT que se le instalará al cliente en su hogar con las redes troncales de fibra óptica. En la figura 1, se muestra la arquitectura básica de una red PON, dentro de las cajas NAP están los splitters ópticos y las ONU o ONT están dentro de la casa de los clientes.

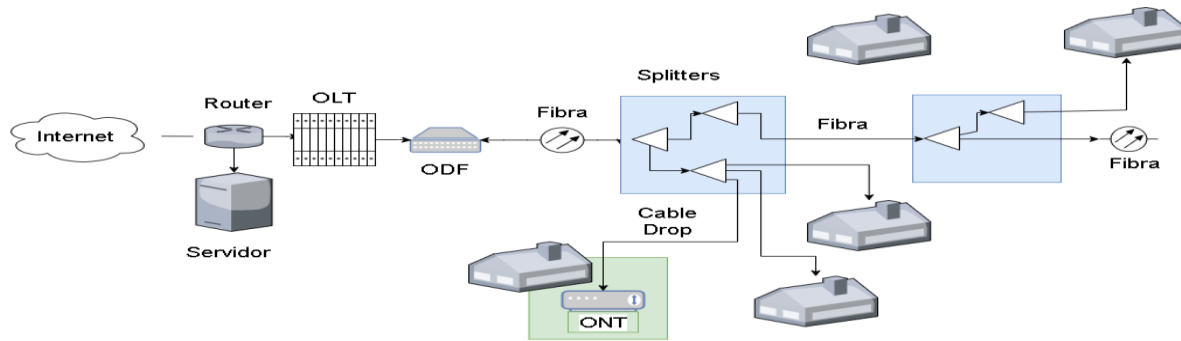


Figura 1. Arquitectura básica de una red FTTH en la empresa Velonet

Como ISP se espera brindar al abonado un servicio rápido y de calidad, además evitar la mayor cantidad de fallas o interrupciones no deseadas en la red para que el abonado no se deba preocupar por conexiones en su red. Para que esto se pueda cumplir es necesario realizar un monitoreo de la red para dar respuesta del servicio según requerimientos del MINTIC y los abandonados.

Los mantenimientos son ideales pues previenen fallas, rupturas y maximizan la vida útil de los equipos que conforman estas redes y al no tener fallas se evitan disgustos de los abonados con el servicio.

El monitoreo es la clave principal para identificar el tipo de mantenimiento que se debe aplicar en las redes, los tipos de mantenimiento que se pueden aplicar son:

- **Mantenimiento correctivo:** Se trata de un conjunto de tareas técnicas, destinadas a corregir las fallas del equipo o de la infraestructura que evidencian la necesidad de reparación o reemplazo.
- **Mantenimiento preventivo:** se aplica según la revisión periódica recomendada por el fabricante del equipo con el fin de evitar posibles pérdidas en la calidad del servicio por el tiempo de operación del equipo.
- **Mantenimiento predictivo:** se aplica cada determinado tiempo (usualmente programadas) por el equipo de monitoreo de la red que pertenece a la ISP para detectar cualquier falla o posible falla que impida la operación óptima de la red.

La combinación más adecuada se determinará considerando las pérdidas potenciales por cortes de red, el costo de reparación, el impacto y la satisfacción del cliente, entre otros.

El diseño e implementación de un manual de mantenimiento preventivo es ideal para identificar cuáles son las mejores prácticas al momento de realizar una instalación, cómo se debe actuar al momento de encontrar una falla, qué medidas se deben tomar y cómo evitar o prevenir los daños en las redes PON.

Metodología

A continuación, se proponen las siguientes actividades para llevar a cabo los objetivos.

1. Determinar los indicadores de operación de la empresa Velonet, con base en la normativa de la CRC, del uso de infraestructura de terceros, y la experiencia propia de la empresa.

Actividad 1.1 Extraer la información correspondiente de las normativas del MinTIC y de EPM.

Actividad 1.2 Revisar manuales para identificar los temas típicos o relevantes para el personal de planta externa y describir los procedimientos de instalación haciendo uso de las buenas prácticas, complementando con consultas internas que se les realizarán a los técnicos e identificar qué herramientas se utilizan para el mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo y qué recomiendan para cada equipo.

2. Conocer la arquitectura y los elementos que conforman la red FTTH, para establecer los puntos críticos de falla y su impacto en la prestación de servicios, mediante hojas de datos y los registros de falla de la empresa.

Actividad 2.1 Conocer la infraestructura de la red FTTH de la empresa.

Actividad 2.2 Desarrollar una tabla de los equipos con sus respectivas críticas para identificar los equipos más relevantes y vitales de la red.

3. Establecer los procedimientos para mantenimiento preventivo de las redes FTTH, que contribuyan al mejoramiento de indicadores de operación de la empresa Velonet.

Actividad 3.1 Documentar la información de las buenas prácticas en las redes FTTH y medidas de actuación para la mejora de los indicadores penosos de la red

Actividad 3.2 Implementar una metodología para identificar posibles fallas en la red FTTH y actuar de manera preventiva

Actividad 3.3 Construir los indicadores de la red, estableciendo en qué mejora la operación de la red.

4. Validar los procedimientos propuestos en el manual de mantenimiento preventivo, por parte del personal de la empresa Velonet

Actividad 4.1 Difundir el manual al interior de la empresa y preparar la encuesta.

Actividad 4.2 Realizar una encuesta o evaluación general del contenido del manual al equipo del data center y el personal encargado de los empleados de la planta externa, para validar el proceso que contiene el manual desarrollado.

Actividad 4.3 Realizar los ajustes necesarios al manual.

Resultados

Al realizar los proyectos de instalación de fibra óptica, la empresa Velonet S.A.S debe indicar para qué es el uso de la posteria ya que es un requisito de la norma el cual es mencionado en la resolución No 5890 de 2020. Como es bien sabido por los miembros de la empresa, es necesario el alquiler de la posteria para realizar la ejecución de los proyectos de fibra óptica para llevar internet de alta calidad a los clientes. También cumple parte del objetivo del gobierno nacional que es el cierre de la brecha digital con el fin de mejorar los niveles de calidad del servicio junto a la experiencia del usuario.

1 Resolución No 5890 DEL 2020

La resolución No 5890 de 2020 inicialmente habla sobre el proceso, recomendaciones y diálogos que realizó el gobierno nacional con las entidades nacionales de las cuales participaron proveedores de energía eléctrica, proveedores de servicios de internet, operadores de televisión, proveedores de redes de telecomunicaciones, operadores de radiodifusión y considerando normativas internacionales de entidades como la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

El diálogo se realizó con la finalidad de calcular una estimación respecto a la tarifa que podría tener la renta de la infraestructura de la postería eléctrica, debido a que esta infraestructura es la ideal y la que mejor se acomoda al momento de realizar las instalaciones cableadas sea de fibra óptica u otros medios cableados.

Además de proponer los presupuestos que las empresas proveedoras de servicios podrían pagarles a las empresas proveedoras de la infraestructura, se menciona cómo el gobierno nacional podría ser el mediador cuando las empresas proveedoras de servicios no pueden conciliar un precio del alquiler con los proveedores de la infraestructura.

Otro de los temas importantes que se habla en la resolución es el hecho de lo que ocurre respecto al no pago de la infraestructura por parte del proveedor de servicio al proveedor de la infraestructura. Como bien lo menciona la CRC en la documentación, el no pago al proveedor de

la infraestructura luego de dos periodos (de 30 días), el proveedor de la infraestructura podrá realizar el desmonte o prohibirle el uso de la infraestructura al proveedor de servicio.

Es pertinente mencionar que a la fecha la resolución de la CRC 5050 de 2016 procederá a ser modificada tal y como lo menciona la resolución No 5890 de 2020, dicha modificación recae sobre el CAPÍTULO 11. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA.

A continuación, se realiza la mención de los artículos mencionados en la SECCIÓN 1. DISPOSICIONES GENERALES de la resolución No 5890 de 2020.

Tabla 1. Artículos modificados de la resolución No 5890 de 2020 de la CRC para el uso de la infraestructura, construido con base en [1]

ARTÍCULO 4.11.1.1. OBJETO
ARTÍCULO 4.11.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN
ARTICULO 4.11.1.3 PRINCIPIOS Y OBLIGACIONES GENERALES APLICABLES. 4.11.1.3.1 Uso eficiente de la infraestructura y los recursos escasos 4.11.1.3.2 Libre y leal competencia 4.11.1.3.3 Trato no discriminatorio. 4.11.1.3.4 Remuneración orientado a costos eficientes 4.11.1.3.5 Separación de costos por elementos de red. 4.11.1.3.6 Publicidad y Transparencia 4.11.1.3.7 Uso adecuado de la infraestructura y no degradación del servicio de energía eléctrica.
ARTICULO 4.11.1.4 DERECHO AL ACCESO Y USO DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA SUSCEPTIBLE DE COMPARTICIÓN
ARTICULO 4.11.1.5 SOLICITUDES DE ACCESO Y USO
ARTICULO 4.11.1.6 PROHIBICIÓN DE CLÁUSULAS DE EXCLUSIVIDAD Y ESTRUCTURACIÓN DE GARANTÍAS
ARTICULO 4.11.1.7 TRANSFERENCIA DE PAGOS POR CONCEPTO DE REMUNERACIÓN DEL ACUERDO DE COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA
ARTICULO 4.11.1.8 SUSPENSIÓN DEL ACCESO Y RETIRO DE ELEMENTOS POR LA NO TRANSFERENCIA OPORTUNA DE PAGOS
ARTICULO 4.11.1.9 MARCACIONES EN POSTES Y CANALIZACIONES

4.11.1.9.1 Marcación de postes
4.11.1.9.2 Marcación de canalizaciones

En la SECCIÓN 2. ASPECTOS ECONÓMICOS de la resolución No 5890 de 2020, únicamente se tiene el siguiente artículo.

ARTICULO 4.11.2.1 REMUNERACIÓN POR LA UTILIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCUTURA ELÉCTRICA

En la sección 2, es posible encontrar la tabla de precios que luego de las observaciones, discusiones y consideraciones de las empresas y las entidades nacionales tuvieron con el Estado, llegaron a la siguiente tabla de tarifas para el uso de la infraestructura.

Tabla 2. Tarifas establecidas por la CRC para el uso de la infraestructura.

Extraído de [1]

<i>Elemento de infraestructura eléctrica</i>		<i>Tope tarifario de contraprestación mensual por punto de apoyo (24-ene-2020)</i>
<i>Postes del Sistema de Distribución Local (SDL)</i>	<i>Poste menor o igual a 8 metros</i>	<i>\$ 1.081</i>
	<i>Poste mayor a 8 metros y menor o igual a 10 metros</i>	<i>\$ 1.132</i>
	<i>Poste mayor a 10 metros</i>	<i>\$ 1.719</i>
<i>Postes o Torres del Sistema de Transmisión Regional (STR) o Nacional (STN)</i>	<i>Postes o Torres</i>	<i>\$ 92.550</i>
<i>Canalizaciones</i>	<i>Canalización con 1 ducto en compartición (metro lineal)</i>	<i>\$ 320</i>
	<i>Canalización con 2 ductos en compartición (metro lineal)</i>	<i>\$ 160</i>

Es importante aclarar que la tabla de las tarifas establecidas por la CRC no cuenta con el impuesto al valor agregado conocido como IVA.

1.1 Uso compartido de la infraestructura eléctrica

Conocer la resolución impuesta por el estado no es suficiente pues recordar que la empresa VELONET S.A.S es una empresa proveedora de servicios de internet por lo tanto es ideal conocer un poco la norma de “uso compartido de la infraestructura eléctrica”.

El manual que utiliza EPM como norma, utiliza las resoluciones de la CRC y de las Centrales Eléctricas del Norte de Santander, es evidente que la resolución No 5890 de 2020 inhabilita todos los artículos que se mencionan en este documento pues solo se deberá tomar en cuenta los artículos que se encuentran modificados en la resolución que está vigente.

1.2 Definiciones

Las definiciones que se utilizarán en esta sección son con base en la norma extraída de [2] “uso compartido de la infraestructura eléctrica”, donde estos términos provienen principalmente de las definiciones dadas en las resoluciones de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) y Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)

Disponibilidad de infraestructura eléctrica: Capacidad de la infraestructura eléctrica para ser utilizada en la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones, televisión, sistemas de vigilancia o seguridad o cualquier otro, definida por el operador de red (OR) de distribución o el Transportador Nacional (TN) o el Regional (TR) de energía eléctrica según sea el caso.

Factibilidad técnica: Estudio realizado por el proveedor de infraestructura (Operador de Red -OR-) o por el transportador de energía eléctrica que permite determinar la posibilidad técnica del uso seguro y confiable de la infraestructura eléctrica para ser utilizada en el proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones, televisión, sistemas de vigilancia o seguridad, entre otros.

Proveedor de infraestructura: Es el Operador de Red (OR), Transportador Nacional (TN) o Transportador Regional (TR) del servicio de energía eléctrica cuya infraestructura es susceptible de ser utilizada en la provisión de servicios de telecomunicaciones, televisión, sistemas de vigilancia, sistemas de seguridad, entre otros.

Proveedor de telecomunicaciones, TV u otros: Proveedor de las redes o servicios de telecomunicaciones, o de televisión, o de otros servicios que requiere acceder y hacer uso de la infraestructura utilizada para la prestación del servicio público de energía eléctrica.

Proveedor de otros servicios: Proveedor de sistemas de seguridad y vigilancia, o cualquier otro que requiere acceder y hacer uso de la infraestructura utilizada para la prestación del servicio público de energía eléctrica.

Servicios adicionales: Son todos aquellos servicios conexos o relacionados con la compartición de infraestructura, los cuales pueden contratarse por separado, tales como la alimentación de energía eléctrica y la adecuación ambiental.

Carga máxima de trabajo: Es la relación entre la carga de rotura y el coeficiente de seguridad referidos a la posteria, determinados por las normas técnicas nacionales, internacionales o particulares de los Proveedores de Infraestructura.

Carga de rotura: De acuerdo con la NTC 1329 es aquella que, aplicada a 20 cm de la cima, produce el colapso estructural del poste por fluencia del acero, por aplastamiento del concreto o por ambas causas en forma simultánea.

Coeficiente de seguridad: Según la NTC 1329 es la relación entre la carga de rotura mínima y la carga de trabajo especificadas, que para esta norma se establece en 2,5 para postes de concreto.

De acuerdo con el RETIE y su numeral 20.17, el factor o coeficiente de seguridad no puede ser inferior a 2.5 y acepta un factor de seguridad no inferior a 2 para estructuras en acero o en fibra de vidrio reforzada, siempre que se garantice homogeneidad de las características mecánicas de los materiales y su comportamiento en la estructura mediante pruebas de laboratorio.

Vano: Es la distancia horizontal entre dos apoyos en los cuales se suspende un conductor. En el diseño de redes el vano se toma como la distancia entre dos apoyos adyacentes medida entre los ejes verticales o centros de estos.

Hipótesis de carga: Son todas las consideraciones o criterios de diseño a ser tenidos en cuenta para realizar el estudio y análisis mecánico de las redes eléctricas y de los otros servicios y elementos que utilizan la infraestructura. Estos criterios se establecen de acuerdo con la literatura, a partir de la experiencia y de las características técnicas de los conductores.

Tensiones de tendido: Es la gama de tensiones calculadas para cada uno de los conductores sobre las estructuras y que deben ser tenidas en cuenta al instalarlos, para seleccionar la más adecuada de acuerdo con la temperatura ambiente y los vanos posibles para el proyecto y la

instalación. Dichas tensiones se calculan según las condiciones ambientales del lugar y las hipótesis de carga definidas.

Árboles de carga: Es el conjunto de esfuerzos asociados a los conductores y transferidos a las estructuras de soporte en cada uno de los puntos de fijación. Cada árbol de carga está conformado por tensiones horizontales, verticales y transversales, cuyos valores están determinados de acuerdo con las condiciones ambientales y topológicas del lugar donde se ubica el proyecto y de las hipótesis de carga.

1.3 Restricciones y excepciones

A diferencia de la resolución No 5890 de 2020 el documento de “uso compartido de la infraestructura eléctrica” presenta algunos de los puntos por los cuales se pueden realizar la negación del uso de la infraestructura, algunos de los motivos son los siguientes:

El Proveedor de Infraestructura podrá negar una solicitud de acceso si, existiendo disponibilidad y viabilidad técnica de la infraestructura eléctrica para la prestación de los servicios de telecomunicaciones, ésta se encuentra comprometida en planes de expansión de la infraestructura eléctrica que puedan impedir la efectiva compartición.

Nota: respecto a los planes de expansión estos deben encontrarse en tiempo de validación y/o ejecución, si dichos planes se presentan luego de que el proveedor de servicios presente su proyecto, el plan de expansión no será válido

El Proveedor de Infraestructura sólo podrá negarse u oponerse a otorgar el acceso solicitado cuando demuestre fundada y detalladamente que existen restricciones técnicas y/o de disponibilidad que impiden dicho acceso.

Problemas de seguridad, riesgos o incumplimiento con las normas y regulaciones son elementos que se vuelven restrictivos para la compartición de la infraestructura eléctrica por parte del proveedor de la misma.

El Proveedor de Infraestructura podrá aceptar alternativas ofrecidas por el Proveedor de Telecomunicaciones frente a las restricciones para que el acceso se pueda producir.

Nota:

Es ideal que el lector se dirija, lea e interprete la normativa y la resolución que corresponde directamente a EPM y a la CRC debido a que en este proyecto se basa más en la interpretación y la extracción de la información más relevante y conveniente para el autor.

1.4 Diseño

Respecto a la infraestructura del sector, se puede decir que al momento de pensar en el diseño, se debe tener presente que la infraestructura eléctrica puede prestar servicios de comunicaciones e información, siempre y cuando la infraestructura en la zona de interés cuente con la viabilidad.

Para esto es indispensable presentar los planos y la información de la infraestructura eléctrica con el fin de ver la factibilidad de la posteria para su alquiler, debido a esto es fundamental la presentación de los planos junto al informe técnico con los cálculos o medidas necesarias y/o solicitadas por el proveedor de la infraestructura según especifique la norma.

Es de vital importancia realizar el cumplimiento de las normas técnicas y del RETIE, verificar la distancia de seguridad entre las redes del proveedor de telecomunicaciones y las del proveedor de la infraestructura según los parámetros definidos.

1.5 Presentación de los planos

Para la revisión y el estudio de la empresa proveedora de la infraestructura es ideal la presentación del proyecto por parte de la empresa proveedora del servicio. Presente los planos de manera gráfica en la cual se pueda validar la posición de la infraestructura con las notas y los datos correspondientes a los servicios que se encuentran en ella.

Durante la presentación de los planos no solo es importante el hecho de entregar los planos de manera gráfica y con la información general de la infraestructura, se debe tener presente que la presentación de estos planos debe ser de manera digital y pueda verse en herramientas tipo CAD,

además de que las hojas del diseño deben contar con el tamaño requerido según la normalización del papel que pueden ser A0, A1, A2 Y A4.

Para el plano y la distribución de la información en la herramienta tipo CAD actualmente se debe presentar la información de la siguiente manera.

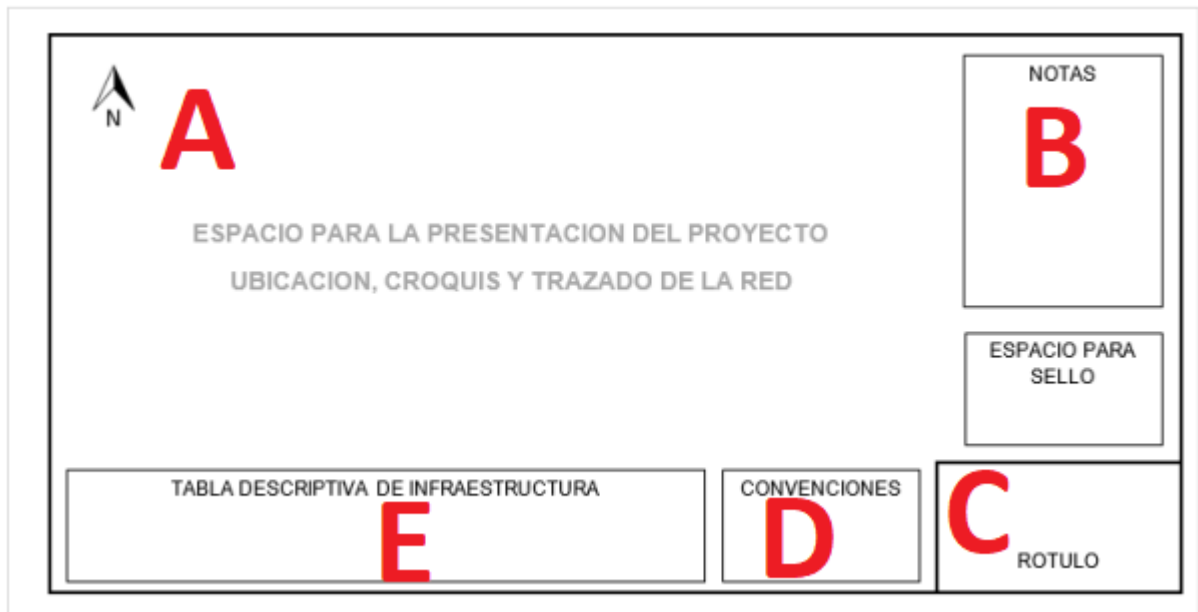


Figura 2. Plano y distribución de la información extraída de [2] modificada por el autor.

A continuación, se va a realizar una breve descripción de los literales puestos en la figura 2.

- En A suele incorporarse el croquis junto con el trazado de la red sobre la infraestructura que se encuentra etiquetada o nombrada, además de contener la simbología especificada o solicitada por el proveedor de infraestructura y los delimitadores del plano cuando el proyecto se encuentra seccionado en diferentes partes
- En B de manera breve si indica las observaciones pertinentes del proyecto y el cumplimiento de la normativa.
- En C se ingresan los datos correspondientes a la empresa solicitante de la infraestructura como, por ejemplo: nombre de la empresa, dirección, número de contacto, nombre del proyecto, inicio del proyecto, tipo de proyecto, nomenclatura

o identificación del proyecto, escala del dibujo, persona que presenta el dibujo, fecha, número del plano y la firma del ingeniero que da el aval de la construcción.

- En D son las convenciones esto de manera sencilla corresponde a todas figuras y siglas junto a su descripción que conllevan en el plano.
- En E se realiza la mención de respecto a la infraestructura o los documentos anexos que describen a estos.

Ahora se revisará la figura correspondiente al rótulo (literal C)

EMPRESA SOLICITANTE		
PROYECTO	TIPO DE PROYECTO	
	CONSECUTIVO DE IDENTIFICACIÓN	
EMPRESA PROPIETARIA		
FIRMA _____ NOMBRE Y N° TARJETA PROFESIONAL INGENIERO	DIBUJO:	
	ESCALA:	
	FECHA: AÑO/MES/DÍA	PLANO: 1/1

Figura 3. Rótulo para presentación de planos extraída de [2].

1.6 Infraestructura eléctrica rural o urbana

Para la empresa proveedora de la infraestructura es determinante estudiar la factibilidad técnica del uso compartido de su infraestructura y para las redes aéreas para ello es necesario entregar un informe técnico según la zona donde se desea implementar la red, además del informe se deben presentar los aspectos o los cálculos que establece el proveedor de la infraestructura.

Para ello si el lector está interesado respecto a la infraestructura correspondiente a la ciudad de Medellín se sugiere que solicite o consulte este apartado en las normativas de EPM para que tenga una mayor claridad y conozca a profundidad los aspectos, cálculos y/o consideraciones necesarias que podría necesitar en la entrega de su informe al proveedor de infraestructura.

- Registro fotográfico:
 - La presentación de los proyectos puede presentarse junto a las fotografías de la infraestructura sobre la cual se tienen dudas y se espera consultar o brindar claridad de las mismas.

1.7 Construcción e instalación de redes de telecomunicaciones.

Para realizar la instalación de las redes de comunicaciones e información es necesario cumplir con 4 aspectos importantes, resumiéndolos un poco cada uno de ellos, se tiene lo siguiente.

- La construcción es con base en el plan de ordenamiento territorial respectivo de cada municipio
- La instalación de este servicio no debe afectar el servicio eléctrico ni algún otro proveedor de comunicaciones e información
- No debe haber contaminación visual luego de la instalación.
- Toda instalación por parte del proveedor de servicio debe ser autorizada por el proveedor de infraestructura.

1.8 Distancias de instalación y seguridad

Al momento de instalar la red de comunicaciones e información esta debe cumplir unas distancias mínimas de seguridad, estas distancias las define el RETIE.

Para comprender e identificar en su totalidad cuáles son estas distancias nuevamente se invita al lector que consulte la documentación propia de la normal ya que en este documento solo se realiza una breve descripción de manera general.

Descripción general.

- La distancia mínima a la que se debe instalar la red de comunicaciones e información en la infraestructura con respecto al suelo debe ser de 5 metros.
- Para los cruces viales solo pueden realizarse de manera horizontal o seguir la ruta establecida por los cables de energía; además de esto de cumplir con una altura de 5.5 metros. El condicionante de que la infraestructura deba medir más de 8 metros,

es porque al realizar este tipo de cruces , no se cause problemas con los vehículos que transitan por la vía públicas.

- La red de comunicación e información debe conservar una distancia de 0.6 a 1 metro con la red de energía cuando estas comparten la misma infraestructura tal y como lo muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Distancias verticales para la instalación de cable de telecomunicaciones, extraída de [2]

Distancia vertical respecto a conductores de mayor altura en metros.	
1 kV	0.4 Metros
7.62 kV	0.4 metros
13.2 kV	0.5 metros
44 kV	0.8 metros
Cuando la tensión es mayor a 7.62kV es recomendable que la distancia horizontal sea 1 metro, En [2] mención que "para tensiones que excedan los 66 kV la distancia de seguridad debe ser incrementada por el factor de corrección por altura".	

La siguiente figura indica de manera gráfica los lugares donde se encuentra instalada la red eléctrica, la distancia que se debe de conservar con esta. El lugar de instalación de las redes de comunicaciones y la distancia que se debe de considerar respectivo al piso.

- MT: Red eléctrica de mediana tensión
- BT: Red eléctrica de baja tensión
- DMT: Distancia de seguridad a la red eléctrica de media tensión
- DBT: Distancia de seguridad a la red eléctrica de baja tensión
- FT: Franja para la instalación de redes de telecomunicaciones, TV u otros servicios
- DTs: Distancia entre el piso y las redes de telecomunicaciones, TV u otros servicios

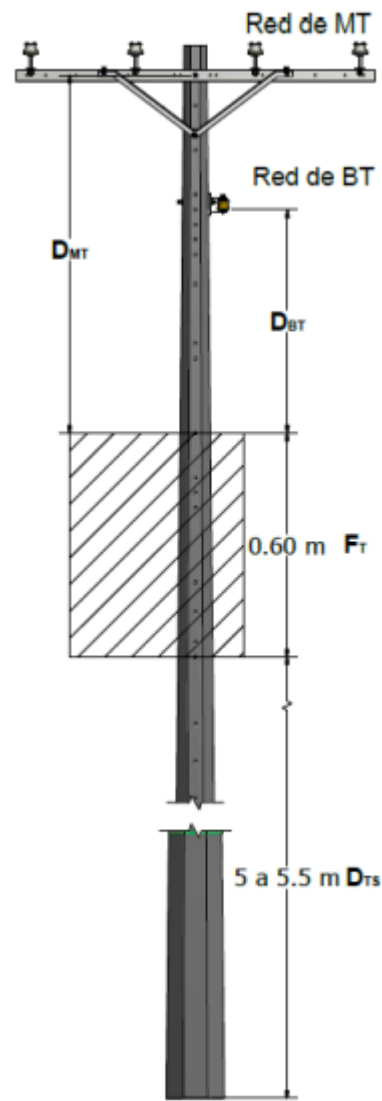


Figura 4. Distancias de seguridad y franja de instalación de redes extraído de [2]

- El primer proveedor de comunicaciones e información debe instalar sobre el límite superior de la franja o zona permitida y los demás deben realizar la instalación de manera progresiva.
- Si la vegetación presenta un riesgo en las redes de comunicaciones e información se deberá informar al proveedor de la infraestructura para que este realice la gestión de la poda de esta misma.
- Está rotundamente prohibido realizar instalaciones de redes de comunicaciones e información en postes que tengan como fin el uso exclusivo de alumbrado público.
- La infraestructura no debe ni puede ser perforada.
- El diámetro máximo permitido en una instalación de cableado estructurado es de 25 mm.

- La longitud máxima que puede tener una reserva es de 30 m.
- Los herrajes implementados en la instalación de la red deben ser los apropiados.

1.9 Riesgos en las obras civiles de fibra óptica (F.O).

Las obras civiles que se relacionan con los tendidos de fibra óptica son desarrolladas netamente por el recurso humano durante casi toda su construcción exceptuando algunos casos específicos. El hecho de realizar estas obras implica molestias para la comunidad, pero necesarias para que la población pueda acceder a este recurso y que la brecha digital cada vez se hace más estrecha. Pero, durante la construcción de este tipo de obras como cualquier otra obra civil los trabajadores no se encuentran exentos de sufrir algún riesgo laboral.

1.10 Tendido de fibra óptica.

1.10.1 Canalización de fibra óptica:

Este método consiste en utilizar las canalizaciones existentes, esta técnica de instalación consiste en pasar el cable por una tubería siempre y cuando esta contenga espacio disponible para pasar el cable.

Este método presenta sus dificultades una de ellas es traspasar la fibra óptica entre la tubería que une las recámaras ya que estas pueden contar con obstrucciones. La constante fricción que sufre la fibra mientras halan de esta y otras de las complicaciones que puede existir con este método es la negociación del alquiler de estas recamaras con el propietario.

Para realizar este tipo de tendido de fibra es fundamental que el personal cuente con el equipo de protección requerido, pues en cámaras suelen presentarse vapores tóxicos. Es ideal realizar una visita técnica antes de realizar el procedimiento de instalación canalizada, ya que pueden existir diferentes formas de conducir la fibra por estas canalizaciones.

A continuación, se puede observar de manera grafica como se realiza el halado de la fibra óptica en una recamara, la delimitación de la zona de trabajo en la recamara, una recamara abierta y parte del cierre de la misma.



Figura 5. Tendido de fibra canalizado. A) halado de fibra B) zona de trabajo C) recamara abierta D) proceso de cierre de la recamara. Extraído de [3]

1.10.2 Tendidos de fibra óptica en posteria (tendido aéreo)

Un tendido de fibra óptica aérea es aquella donde el cableado de red se sostiene sobre los postes de telecomunicaciones o postes eléctricos con ayuda de unos soportes que cumplen la función de retención o suspensión del cable en cada poste.

Algunas de las problemáticas que se puede presentar en este tipo de instalaciones es que el cableado va a permanecer a la intemperie, puede presentarse una manipulación de terceros y es necesario contar con un personal capacitado en trabajo de altura. Además de esto es obligatorio pagar por el alquiler de la infraestructura, pero una de sus ventajas es que los permisos suelen ser menos complicados y la construcción es más rápida.

Los otros métodos son:

1.10.3 Tendidos de fibra óptica por fachada

El cual básicamente es pegar o grapar el cable en la pared se solicita permiso de los propietarios y también suele usarse en edificaciones.

1.10.4 Obra civil.

Este método trata de instalar o construir la infraestructura inexistente para realizar la instalación del cable de fibra óptica.

1.11 Seguridad

La seguridad de la planta externa va más allá que la protección de guantes, lentes e incluso tapabocas para protegerse de los pequeños hilos de vidrio que componen los cables de fibra óptica. Al estar trabajando en la planta externa se pueden presentar muchos más riesgos que los esperados en el entorno de trabajo, para ello es ideal tomar ciertas medidas de prevención y/o precaución durante la construcción y desarrollo de las redes de comunicaciones e información.

Algunas medidas de prevención que se deberían implementar antes de la construcción son realmente sencillas como, por ejemplo:

- Capacitar al personal, documentarlos sobre las normativas y la seguridad y salud en el trabajo junto a los procedimientos de operación.
- Realizar un recorrido por la ruta planteada durante el diseño de la red para identificar e informar los problemas y dificultades encontradas al personal correspondiente.
- Cumplir con las regulaciones y las señalizaciones que indiquen las buenas prácticas y la normatividad, esto con el fin de proteger y velar siempre por el cuidado y la salud del personal.
- Para el trabajo aéreo se debe verificar la certificación del personal
- El personal debe asegurarse que la fibra no esté siendo alimentada por algún tipo de láser y si esta se encuentra alimentada utilizar los equipos pertinentes para validar las mediciones, esto es con el fin de evitar que la luz del láser pegue directamente en el ojo y pueda causar daños o problemas irreversible.



Figura 6. Implementos de seguridad básica para la manipulación de FO [3]

1.12 Trabajo en altura

Los trabajos de altura son considerados como trabajos de alto riesgo lo que esto implica es que se deben realizar actividades a una altura mayor, 1,5 metros de altura según la norma. Según indica la documentación de [3] “Antes de realizar labores relacionadas con este tipo de trabajo las empresas y la ley exigen que se cuente con un permiso y una capacitación de trabajo en alturas donde se especifique la ubicación y el tipo de labor a realizar”.

Algunos de los riesgos que el personal que labora en altura enfrenta son :

- La caída de objetos y personas
- Lesiones severas
- Cortocircuito
- Si el poste cuenta con un transformador estos podrían quemarse con el ácido
- La muerte

Los causantes de estos riesgos pueden ser varios como, por ejemplo:

- Las personas
- Los materiales
- Psicológico
- Falta de equipo de protección personal
- Factores ambientales

1.13 Equipos de protección para trabajos tipo aéreo y terrestre

Los equipos de protección personal o los EPP son aquellos elementos o equipos los cuales brindan la protección del trabajador frente a un riesgo laboral, estos implementos deben ser únicos por cada trabajador ya que son de carácter personal. Solo aquella persona que porta en ese instante es quien se encuentra protegida, algunos de estos implementos son de uso común. Cada tarea tiene sus propios requerimientos de EPP por ello es vital que según sea la tarea asignada se utilicen los equipos correspondientes mientras esta llega a su fin.

Las herramientas y equipos de seguridad en el área de telecomunicaciones que permiten realizar el trabajo en altura o de manera terrestre según la documentación encontrada es la siguientes:

- Punto de anclaje.
- línea de conexión.
- Arnés de seguridad de cuerpo completo de tres argollas con línea debida.
- Dispositivo de anclaje.
- Casco.
- Línea de posicionamiento.
- Mosquetón.
- Guantes.
- Lentes de seguridad con protección.
- Calzado de seguridad.
- Bloqueador solar.

Aspectos a validar antes de realizar la construcción o realizar las tareas asignadas.

- Estructura física donde se va a realizar la labor.
- Condiciones ambientales y laborales donde se realizará la labor
- Equipos en perfecto estado y funcionamiento.
- Condiciones de los puntos de anclaje.

- Tipos de labores a desarrollar.

Las herramientas y equipos de trabajo se deben encontrar certificados por la entidad correspondiente y encontrarse en buen estado pues recordar que las malas prácticas son causantes de un deterioro acelerado de los equipos. El buen funcionamiento es fundamental para disminuir posibles lesiones o accidentes durante las actividades que deben realizarse para la construcción de las redes.

Recordar que los implementos básicos para la manipulación, fusión y corte de la fibra óptica son los guantes, lentes y casco.

Las ISP deben conocer y efectuar la normativa que impone la CRC como su proveedor de infraestructura (si este realiza el alquiler de la infraestructura) esto es con el fin de identificar cuáles son las exigencias y evitar las sanciones además de cumplir con el estándar y la calidad del servicio que se va a proveer como y garantizar una buena instalación y conocer el costo por el alquiler de la infraestructura.

Además de esto es ideal comprender que existen diferentes formas de instalar o desplegar las redes de comunicaciones, y el peligro que existe durante el despliegue de estas redes y por ello lo relevante que es el uso de los equipos de protección personal (EPP) para prevenir accidentes.

Luego de conocer un poco sobre la norma, los costos de la infraestructura, el diseño y despliegue de las redes proviene otro tema. Lo que son las pequeñas empresas proveedoras del servicio de internet (ISP), la importancia de brindar un buen soporte a los clientes, el tener bien documentada la información, contar con la herramienta para cualquier tipo de mantenimiento de las redes de comunicaciones y el alcance de los equipos que componen la red.

2. ISP vs grandes operadores.

Un ISP, por las siglas en inglés de Internet Service Provider, otra forma de conocerlo sería, Proveedor de Servicios de Internet, es fácil asumir que se trata de una empresa que proporciona acceso a internet a hogares, negocios u otros clientes como empresas.

Un ISP despliega su infraestructura de red de telecomunicaciones y define cómo será la puerta de enlace y sus puntos de acceso a internet para el abonado/usuario o una empresa, además de permitirle realizar diferentes tareas en la red, desde una simple consulta en internet, el chequeo de su correo electrónico o qué tan rápido podría ver un video en YouTube.

Cabe mencionar que existen diferentes tipos de ISP, algunos podrían ofrecer un único servicio y otros podrían ofrecer múltiples servicios, algunos de los ISP que es posible encontrar son los siguientes:

Proveedores de Acceso Telefónico: este tipo de ISP solía utilizar la línea telefónica y el almacenamiento en caché para las páginas web, pero al implementarse redes de acceso de fibra óptica este tipo ISP resultó obsoleto.

Proveedores de Acceso por DSL: estos proveedores suelen usar los cables de cobre que llegan a los hogares y negocios para conectarlo a un modem y así brindar internet con velocidades que se encontraran en el rango de los kilobits (kbps) a los Megabits (Mbps), su desventaja es la distancia a la que pueden estar los enlaces y los costos de instalación y operación, dado que se debe verificar par a par su calidad previa a la instalación.

Proveedores de acceso por cable: son los proveedores que utilizan redes híbrido fibra- cable coaxial para la transmisión de internet y su plus es que permite la transmisión de TV tipo broadcast.

Proveedores de banda ancha inalámbrica: son aquellos proveedores que brindan el internet por medios inalámbricos haciendo uso de la radiofrecuencia para ofrecer el servicio.

Proveedores de banda ancha inalámbrica por satélite: es muy similar al anterior pero como se menciona en [6], “Las conexiones por satélite suelen tener velocidad de descarga muy rápidas pero muy lentas en la subida”.

Proveedores de acceso por fibra óptica: en la actualidad este es el tipo de redes de telecomunicaciones que se está desplegando en los entornos urbanos de las ciudades y los municipios, incluso en algunos entornos rurales. Esto porque la conexión por fibra óptica ofrece muchos beneficios, algunos de estos son las grandes velocidades a las que se transmite la información junto a la capacidad de tener un servicio con múltiples clientes en anchos de bandas pequeños, con alcances del orden de 20 kilómetros en el acceso.

Una de las principales características de los ISP respecto a las grandes operadoras de telecomunicaciones es que las operadoras suelen tardar demasiado en atender a los clientes y los ISP suelen brindar una atención más oportuna al cliente, consiguiendo cobertura en sitios donde los grandes operadores no llegan. Anteriormente en la mayoría de ciudades solo se encontraban presentes las grandes operadoras y no más de dos proveedores, pero empezaron a surgir pequeños ISP que se convirtieron en parte de la competencia.

Lo que implica que los demás ISP también están tratando de brindar la misma atención al cliente, por lo cual, la ventaja de prestar un servicio rápido y de calidad ya no es algo que sirva para diferenciar un ISP y que ayude al cliente a elegir uno u otro proveedor de servicio.

Como proveedores se debe estar preparados para cuando un cliente decida adquirir el servicio y que este no falle, y si llega a fallar darle una pronta solución con el fin de que no afecte durante mucho tiempo al cliente para seguir brindando el mejor servicio posible.

Es bueno aclarar que brindar el mejor servicio al cliente no significa brindarle la mejor atención cuando se presenta un problema o darle la solución más próxima y eficiente posible, el brindar el mejor servicio significa que el cliente no se debe preocupar por problemas de la conexión en su red y este solo debe contactar al ISP para pagar las facturas o para aumentar el plan en su servicio.

Para tener una visión de cómo se encuentra el nivel de prestación de servicios, la herramienta más importante y cercana a los clientes es la encuesta de satisfacción. A petición de la empresa, estas encuestas hacen parte de su información interna no divulgable, pero planteando una metodología de análisis, y no obviar este que es un paso fundamental previo a la planeación de los

mantenimientos preventivos, se presenta una encuesta de una empresa diferente anónima que ofrece servicios de telecomunicaciones.

2.1 Encuestas de satisfacción para verificar la atención a los usuarios.

Se le hace la aclaración al lector que estos datos no se realizaron en la empresa VELONET S.A.S y que la información utilizada aquí se extrajo del material de inducción que se le proporcionó al practicante.

2.1.1 Informe de encuestas de satisfacción.

Los datos provienen de un ISP real que se encuentra situado en Brasil, el cual contaba a la fecha de la encuesta con un aproximado de 65000 clientes. Se realizó una encuesta de satisfacción a 386 clientes activos y 401 “clientes” que contaban con el servicio y decidieron cancelarlo. En total se cuenta con la cantidad de 787 clientes entrevistados.

Una particularidad respecto a los clientes es que no todos contaban con el mismo tipo de arquitectura, pues unos contaban con la tecnología FTTC, FTTH y SOHO.

FTTC extraído de [7],” del inglés Fiber-to-the-cabinet o fiber-to-the-curb. fibra hasta la cabina o armario de telecomunicaciones, la cual está más cerca del usuario, normalmente a menos de 300 metros”

FTTH extraído de [7],” del inglés Fiber-to-the-home. Fibra hasta el hogar, la fibra óptica llega hasta el interior de la misma casa del abonado/cliente”

SOHO Small Office-Home Office (Pequeña Oficina-Oficina en Casa). Extraído de [8] “Es un término que se aplica para denominar a los aparatos destinados a un uso profesional o semiprofesional pero que a diferencia de otros modelos no están pensados para asumir un gran volumen de trabajo”.

El total de los clientes con FTTC fueron 457, con FTTH 329 y un solo cliente por SOHO

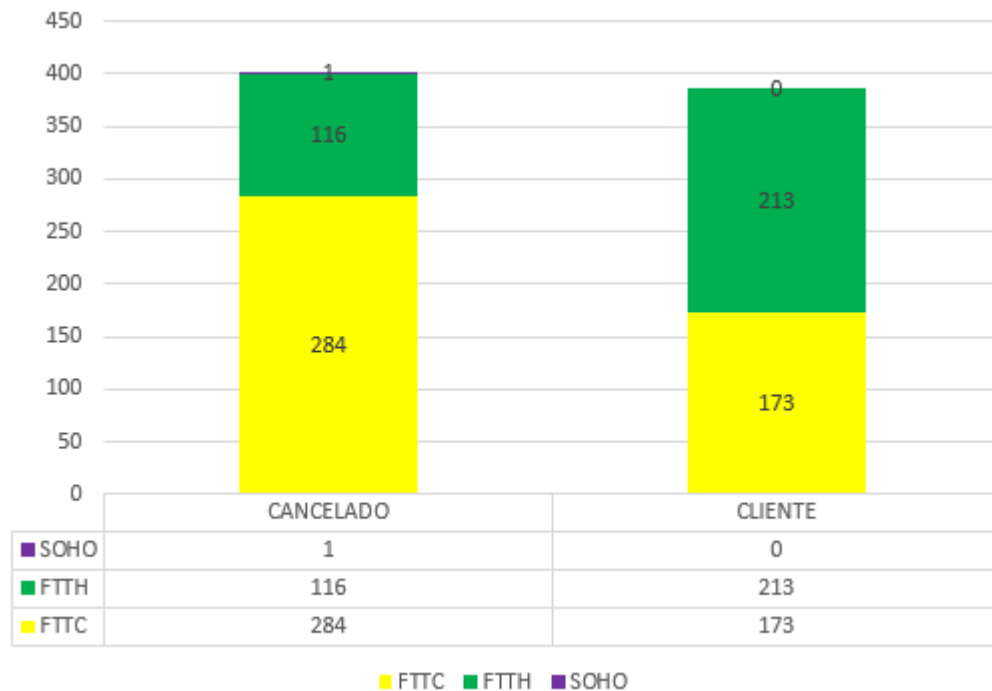


Figura 7. Encuestas realizadas con clientes activos e inactivos extraídos de [4].

De la figura 7 es posible identificar que el 42% de los clientes utiliza o utilizó la tecnología FTTC, el 58% la tecnología FTTH y aproximadamente el 0% aquellos que utilizaron SOHO.

2.1.2 Cancelaciones por protocolos de servicio.

Al realizar la encuesta a las personas que desertaron del servicio se puede realizar el análisis de los siguientes datos. El 5% de los clientes encuestados realizó la cancelación del servicio sin realizar algún protocolo de atención (sea una llamada o un soporte técnico).

El 75% de los clientes encuestados realizó la cancelación del servicio luego de realizar de uno a cinco protocolos sobre el servicio.

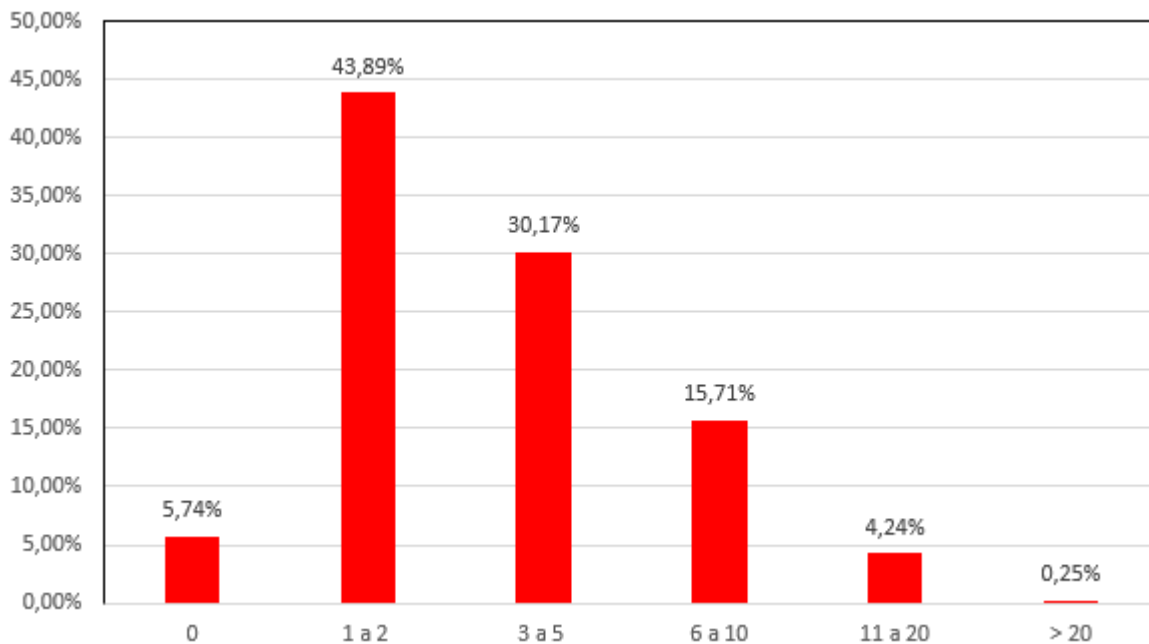


Figura 8. Encuestas realizadas con los clientes cancelados sobre los protocolos del servicio, extraídos de [4].

El primer punto a considerar es que aproximadamente 400 personas cancelaron el servicio y respondieron la encuesta, de la cual se puede extraer que el 5,74 % que canceló el servicio no llamó ni una sola vez al proveedor para pedir ayuda o realizar un soporte técnico, el 43,89% llama de una a dos veces al proveedor para pedir ayuda o realizar un soporte técnico.

El segundo punto a considerar es que aproximadamente el 50% de las personas que cancelaron el servicio llamaron un máximo de dos veces al proveedor del servicio para pedir ayuda con los problemas que tuvieron con su conexión de red, por lo tanto, es posible concluir que existe la posibilidad de que una persona llama a la tercera vez a su proveedor de servicio de internet es con el fin de cancelar su servicio.

2.1.3 Cancelaciones por orden de servicio.

En el análisis de las cancelaciones de orden por servicio se aprecia que aproximadamente el 69% de las personas que decidieron desertar del servicio no tuvieron una visita técnica

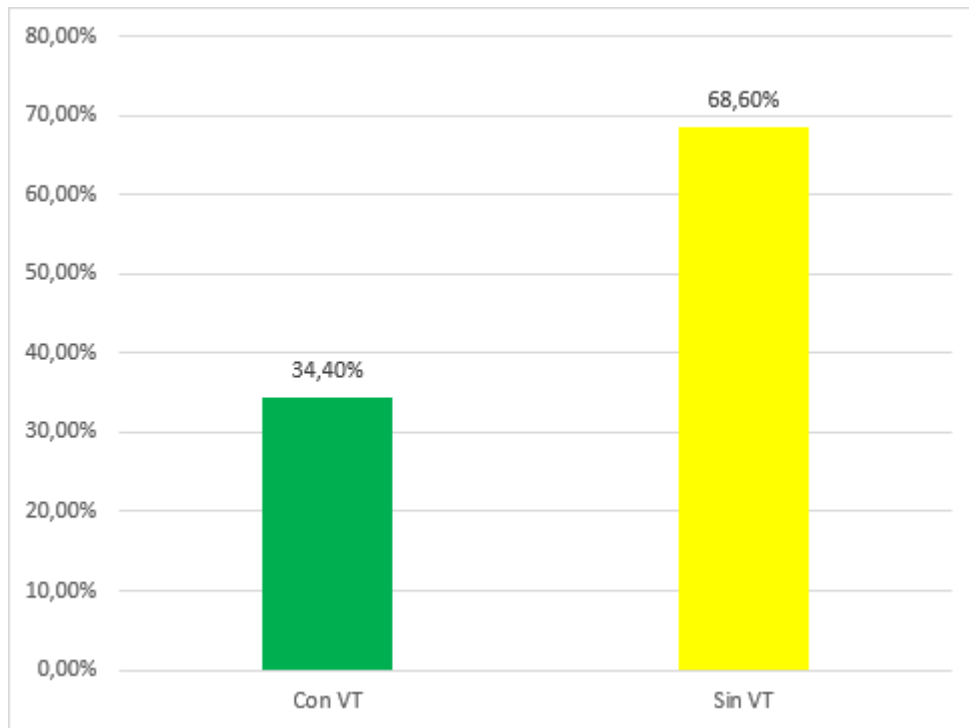


Figura 9. Visitas técnicas de los clientes que cancelaron el servicio extraído de [4].

La figura 9 indica que aproximadamente el 69% de los clientes no tuvieron una visita técnica en sus casas para solucionar los problemas que presentaba su conexión, el único contacto y/o soporte que tuvieron las personas con el ISP fue a través de las llamadas telefónicas o los medios de comunicación con los que se brinda el soporte.

Anteriormente se mencionó que como ISP es fundamental estar preparados para recibir a cualquier cliente y brindar el mejor servicio, siendo ideal que el usuario no se preocupe por su conexión a internet y que solo debe llamar cuando quiera aumentar el plan que haya adquirido, pero tampoco es adecuado creer que si no se recibe la llamada de un cliente para reportar problemas con su conexión o solicitar un soporte técnico, asumir que todo se encuentra bien con el servicio porque es posible que no sea así.

Se pudo evidenciar previamente que los clientes pueden realizar la cancelación de su servicio sin pedir ninguna clase de soporte y esto puede ser debido a que si se tienen problemas o fallas en la red, el cliente fácilmente puede escoger otro proveedor e irse.

Cabe mencionar que una de las ventajas que tiene el servicio de Velonet S.A.S, Velonet desde el 01 de enero del 2021 hasta la fecha sólo ha tenido 7 horas de fallas en el servicio por eventos ajenos a la empresa. Velonet evita prestar el servicio de soporte técnico a los clientes de manera automatizada, por lo que son contactados directamente con un agente, donde además se pueden generar tickets con los cuales los clientes pueden programar una cita para que el equipo de soporte técnico sea enviado al predio y solucionar los posibles problemas que se estén presentando.

Pero aun así hay personas que suelen desistir del servicio, ya que brindar un buen servicio no siempre es brindar un buen soporte para el cliente. Debido a esto, es ideal realizar el monitoreo de la red de forma activa para evitar que se presenten fallas en la red a los clientes que cuentan con un servicio óptimo, y en el caso de las personas que llamen porque se presentan fallas, poder enviarles un técnico para brindar soporte desde el predio del cliente si es necesario.

Al momento de realizar el monitoreo se debe tener presente que éste no solo se debe realizar cuando se tienen o se encuentran problemas, ya que al realizar monitoreos preventivos o programados se puede evitar el hecho de tener que hacer el mantenimiento de la red cuando algo ya no está funcionando.

Existe el caso donde se presenta un monitoreo de manera obligatoria, para realizar un mantenimiento correctivo. Estos casos son cuando algo en la red falla, cuando algo no funciona, cuando el servicio se degrada o se presentan pérdidas por atenuación en la señal y esto significa un problema para el cliente.

2.1.4 Puntuación NPS

Otra de los indicadores del servicio que puede implementarse es la pregunta Net Promoter Score (NPS) el cual permite medir la experiencia y satisfacción del cliente con el servicio.

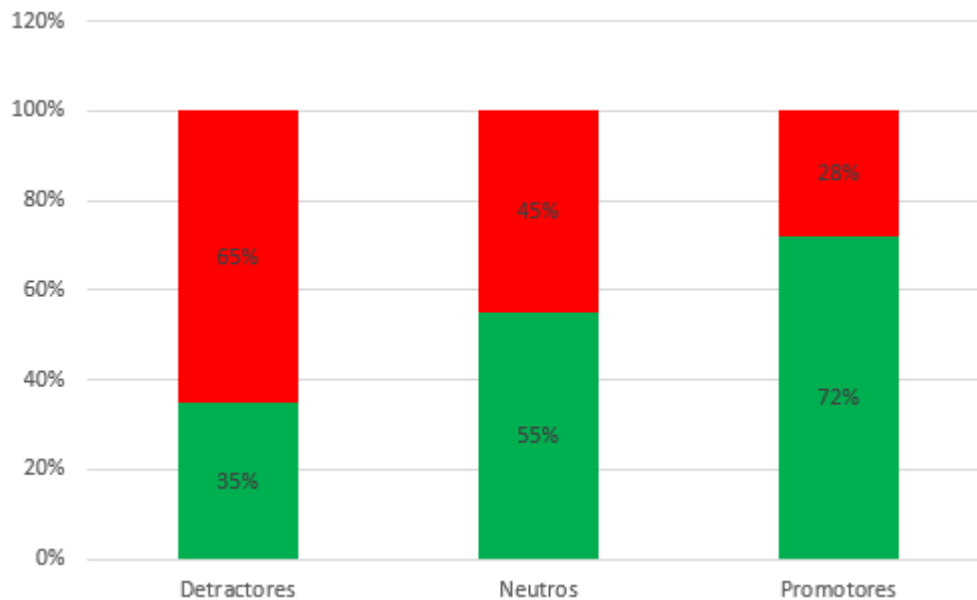


Figura 10. Puntuación NPS del servicio, extraídos de [4].

A los 787 clientes encuestados se les realizó la pregunta del Net Promoter Score con un intervalo de puntuación de 0 a 10 y de esto resultan 3 grupos los cuales son clasificados como los detractores, los neutros y los promotores.

- Los detractores, son aquellas personas que califican el servicio con una puntuación entre 0 a 6.
- Los neutros, son aquellas personas que califican el servicio con una puntuación de 7 a 8
- Los promotores, son aquellas personas que califican el servicio de 9 a 10

Como se puede observar los detractores tienen un 65% de posibilidades de abandonar el servicio y hacer comentarios negativos sobre el mismo, los neutros tienen un 55% de continuar con el servicio y los promotores tienen una posibilidad del 72% en conservar el servicio, además de que son las personas con mayor posibilidad de promover el servicio y recomendarlo

Otro aspecto a considerar es que, aunque los promotores brinden la mejor nota aún existe un 28% de posibilidad de que estos puedan irse o abandonar el servicio y los detractores que conservan el servicio es posible que no tengan más opciones en el mercado y eso es uno de los posibles motivos por los cuales suelen conservar el servicio.

Lo que se puede concluir es que si se brinda un buen servicio, se puede esperar que el 70% de los promotores se queden con la empresa y no se cambien a otro proveedor de servicio, aunque a pesar de que se haga todo bien, se tendrán clientes que buscarán otras opciones o tendrán que abandonar el servicio por casos ajenos a la gestión del operador del servicio.

Como se ha podido apreciar, brindarle una buena atención al cliente es fundamental para lograr su permanencia, pero no lo es todo. Recordar que antes de brindarle un servicio al cliente previamente se debe instalar la infraestructura de red por la cual los clientes podrán conectarse y tener salida a internet, por ello es indispensable que este tipo de infraestructura permanezca funcionando a pesar de las condiciones medioambientales o su tiempo de construcción. Por ello si existe algún tipo de daño en esta infraestructura se debe realizar un mantenimiento de manera rápida y eficiente para así lograr la menor afectación posible, no solo el mantenimiento correctivo, también los mantenimientos preventivos y predictivos contribuyen a una adecuada prestación del servicio y satisfacción del cliente.

Siendo de tanta importancia el mantenimiento, a continuación, se revisarán algunos conceptos preliminares.

2.2 ¿Qué es el mantenimiento?

Según [5], se puede definir el mantenimiento como “todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes”.

Cuando se habla de mantenimiento es posible referirse a los siguientes ítems:

- Acto o efecto de mantener
- Actuar para conservar o hacer durar algo en buenas condiciones; preservación.
- Aquello que sostiene algo; soporte
- Gasto realizado para la subsistencia de alguien o algo; Mantenimiento
- Acción para gestionar algo: Administración, gestión

- Cuidados periódicos para el buen mantenimiento de máquinas, equipos, herramientas, etc.

De forma más precisa en [5] se encuentra la siguiente definición: “Es la combinación de todas las acciones técnicas y de gestión destinadas a mantener o restaurar un elemento en un estado que le permita funcionar como es requerido”.

Por ello para la ISP es indispensable que su infraestructura de red permanezca lo más sana y alejada posible de los riesgos que se pueden presentar luego de estar instalada o luego de que se realice un cambio sin previo aviso por el proveedor de infraestructura.

2.2.1 Razones para realizar un mantenimiento

- Prevenir roturas o fallas, maximizando la vida útil de la red.
- Mantener la máxima confiabilidad de la red para que operen de manera continua y eficiente.
- Maximizar la satisfacción del cliente y reducir las pérdidas de ingresos por el retiro de los abonados.
- Reducir costos y riesgos de la infraestructura de la red.

Cumplir con los plazos del Acuerdo de Nivel de Servicio (o SLA en inglés” Service Level Agreement”), con los clientes y evitar multas y cancelaciones. Un punto clave para cuando se presta servicio a compañías y/o empresas es cumplir los plazos del SLA, por ejemplo, si existe un fallo recuperar la red en el tiempo acordado.

Nota: las recomendaciones anteriormente mencionadas son aplicables para cualquier tipo de ISP u operador de servicio no solo aquellos que prestan servicios a través de fibra óptica.

2.3 Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento incluirá los diferentes tipos de mantenimiento, pero esto dependerá de cuál sea el más rentable para una actividad determinada, aunque es habitual dividir los tipos de mantenimiento en: correctivo, preventivo y predictivo.

Siempre se debe tener en cuenta que cada parte de la red es diferente y estas pueden necesitar una combinación de los tipos de mantenimiento, pues la combinación más adecuada determinará los potenciales cortes de red, los costos de reparación, el impacto en cómo se percibe y hay satisfacción con el servicio; entre otras variables que pueden relacionarse con la red.

La selección del mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo se basa en la importancia del tramo de la red que lo necesita o donde se aplique, cuál sería su impacto (la cantidad de clientes si la red falla) y el tiempo que tarda en aplicarse y/o ejecutarse los cambios.

2.3.1 Impacto del Mantenimiento

Aunque el mantenimiento se realizará para evitar impactos en la red o en los clientes, a veces resultará imposible que uno u otro no resulte afectado y más cuando se habla del mantenimiento correctivo.

Debido a esto al momento de realizar un plan de mantenimiento sea este correctivo, preventivo o predictivo, se espera medir dos variables la primera es el IMPACTO el cual representa que tanto daño se causó en la red o que tanta afectación sufrió el cliente, esta variable se definirá en tres niveles los cuales serán Alto, Medio y Bajo para realizar la calificación. Otra variable importante a considerar será COSTO, la cual representará el valor económico del mantenimiento y también se utilizarán los mismo tres niveles, Alto, Medio y Bajo.

Tabla 4. Impacto de los tipos de mantenimiento con base en la percepción del cliente, extraídos de [4].

El impacto de los tipos de mantenimiento respecto a la afectación del cliente			
TIPO	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
IMPACTO	ALTO	BAJO	BAJO
COSTO	ALTO	MEDIO	MEDIO


Un ejemplo de la implementación de estas dos variables en la tabla podría ser: El data center se queda fuera de servicio debido a la falla inesperada de un equipo necesario para la transmisión, esto afecta a miles de clientes, entonces se realizará un mantenimiento correctivo. El impacto es ALTO debido a que esta falla afecta a la mayoría de los abonados que están afiliados a la empresa y su costo también es ALTO porque una falla en el data center de un equipo de transmisión como la OLT tiene un valor elevado al momento de reemplazarlo.

Para el caso de un data center es ideal realizar un mantenimiento preventivo y predictivo, debido a que es más probable que cause un impacto BAJO ya que la desconexión del servicio o de los servicios será en un corto periodo de tiempo o puede que no sea necesario realizar una desconexión y si ocurre un daño durante este tipo de mantenimiento el costo podría decirse que es MEDIO además de que los equipos necesarios para realizar el mantenimiento correctivo por algún daño causado de forma inesperada, durante el proceso de los otros dos mantenimientos se podrá realizar teniendo una reacción y respuesta más pronta y acertada.

Para la empresa VELONET S.A.S se realizó la propuesta de una tabla que ayude a la descripción del equipo afectado o que podría recibir la afectación, esta tabla describe el impacto, el costo y la prioridad de la falla, pues recordar que no todas las fallas tienen la misma prioridad.

Para llevar un control específico se diseñó la siguiente tabla 5:

Tabla 5. Formulario general de mantenimiento de equipos, fuente el autor.

 MANTENIMIENTO				
Tipos de mantenimiento				
Mantenimiento	Correctivo (CO)		Cambio total de un ITEM	
	Preventivo (PE)		Recomendación del fabricante, cumple un año de instalación o uso	
	Predictivo (PV)		En base a x cantidad de tiempo	
TIPO DE MANTENIMIENTO A REALIZAR :				
La prioridad se toma del 1 al 5, siendo 1 la prioridad mas alta y 5 la mas baja				
El impacto se mide en ALTO, MEDIO y BAJO igual que el COSTO				
TECNICO				
NOMBRE				
FECHA			AREA / LUGAR	
Recordatorio: Llevar las herramientas y kits correspondientes. Hacer uso correcto de los implementos EPP				
ITEM	IMPACTO	COSTO	Prioridad	Observacion
PROXIMA	FECHA			
	HERRAMIENTAS			
NOTA:				

Con base en la siguiente figura 11, es posible simplificar la red de Velonet.

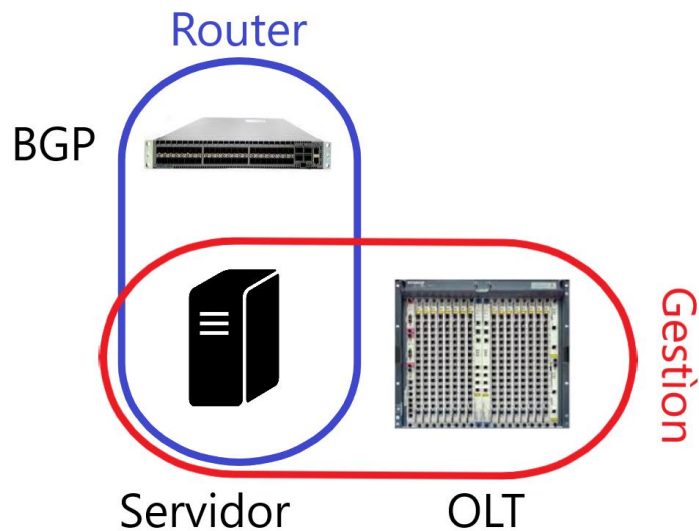


Figura 11. Esquema de la red de Velonet fuente el autor.

Las componentes de la red de Velonet que se presentaron en la figura 11 se pueden describir de la siguiente manera.

- Se utiliza un equipo de arista como router de borde en el cual funciona el protocolo BGP (Border Gateway Protocol) este protocolo lo que hace es intercambiar información con los sistemas autónomos vecinos, recordar que un sistema autónomo se puede definir como un pool de redes IPs las cuales poseen rutas e identificaciones propias en la internet.

Básicamente el Sistema autónomo es el nombre y dirección del cliente y el BGP se los dice a sus vecinos, es decir a empresas o proveedores, para que estos le digan a internet como encontrar y llegar al cliente.

- Un servidor 815 que realiza los protocolos de capa 2 y 3 del modelo OSI (Enlace y Red) y la gestión de los clientes.
- Una OLT para realizar la gestión del consumo de los clientes.
- La planta externa corresponde a toda la infraestructura de red desplegada por la empresa.

Tabla 6. Mantenimiento de la red interna de Velonet, Fuente [3]

ITEM	IMPACTO	COSTO	PRIORIDAD
OLT	ALTO	MEDIO/BAJO	MEDIO
SERVIDOR	MEDIO/BAJO	MEDIO	MEDIO
ARISTA	ALTO	MEDIO	ALTO
PLANTA EXT.	MEDIO/BAJO	BAJO	MEDIO/BAJO

La tabla 6 muestra de manera breve el nombre del equipo, el impacto que tendría en el cliente, el costo económico de este además de la prioridad y ligereza con la cual se debería solucionar una falla que ocurra en uno de estos.

Aunque una tabla general es de ayuda para llevar un control y evitar que los procesos no se realicen de la forma esperada también puede causar confusión si el personal no se encuentra capacitado o no tiene experiencia con las fallas o equipos que requieren el mantenimiento.

2.4 Mantenimiento para la red FTTH

Para realizar los procesos de mantenimiento preventivo se desarrollaron en conjunto con el área técnica una primera versión de una serie de pasos y/o procedimientos que permitan mejorar las operaciones de la red o alargar la vida útil de los equipos, además de visualizar la degradación de los equipos con base en el consumo de potencia y realizar eventos de limpieza y recorridos preventivos de la infraestructura, realizar análisis de las potencia de los clientes para identificar el estado de salud de las cajas NAP y por ende el estado de salud de la red. En la figura 12 es posible ver la lógica con la cual se aborda el manual de mantenimiento preventivo.

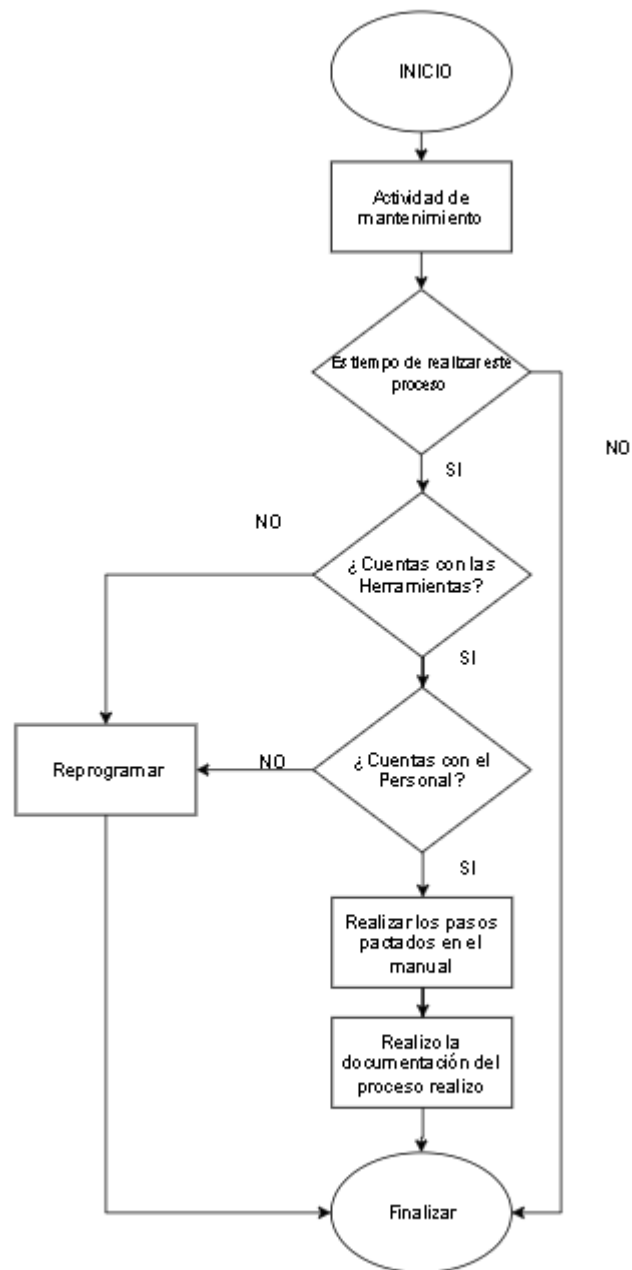


Figura 12. Diagrama de flujo básico del proceso del mantenimiento preventivo

2.5 Cómo monitorear la red FTTH

¿Cómo se puede realizar el mantenimiento predictivo de una red FTTH? ¿Qué aspectos podrían ser más importantes o relevantes cuando se habla de este tipo de redes? ¿Cuáles podrían ser las señales claves para realizar el monitoreo de la red?

Tomando como base estas preguntas, se puede asumir que la potencia como la atenuación son las características principales de las redes de fibra óptica y con los valores de potencia que se presentan en ciertos puntos de la red es posible establecer cuál podría ser la salud o el estado actual de la red. Debido a esto es importante conocer y monitorear las siguientes características en las redes de fibra.

- La atenuación de la señal.
- La potencia en las cajas NAP y la diferencia que tiene con la ONT en la casa del cliente.
- La potencia en los puertos de la OLT al momento de empezar los proyectos y/o cuando se usa otro hilo de la fibra.

Se puede concluir que el factor más relevante y que brinda más información es la potencia que tiene la red en los diferentes puntos estratégicos. Se sabe que la potencia que llega de la OLT a la ONT o viceversa y es una de las formas más comunes para monitorear y posiblemente predecir los cambios que podría sufrir la señal.

Una pregunta que realizan en [4] es “¿Cuál es una buena señal o una buena potencia de llegada para una ONT?”, la respuesta es fácil. Solo basta que a la ONT le llegue una potencia que se encuentre en su rango de operación.

Esta podría ser una respuesta acertada, pero qué pasa si depende de algo más que solo la potencia de llegada en un rango de operación, que tal si también depende de:

Cómo se encuentra diseñada la red

Los cálculos de potencia que fueron realizados durante el diseño

El módulo óptico que se encuentra en el puerto PON del SLOT(n) de la OLT

Como tal es posible concluir que una buena potencia depende de la topología y del diseño de la red con los parámetros ideales que se definían para la red o para los equipos que se usan en la red.

Nota: Cuando se habla de potencia, se hace referencia a la intensidad de luz, las unidades con las que comúnmente se trabaja son en dBm y las pérdidas en dB.

Para el caso de las redes FTTH, la recopilación y el análisis de las potencias de los puertos PON de la OLT y la potencia de llegada en la ONT puede revelar mucho sobre la “salud” y el “estado actual” que tiene la red en ese preciso momento.

Pero no olvidar que el presupuesto de potencia de la OLT hasta la ONT de la red, se va reduciendo al momento de pasar por los splitters, los empalmes, las funciones y los conectores mecánicos, pero, además de esto, la potencia de llegada de la ONT puede ser mayor o menor dependiendo del valor de la potencia de salida de la OLT.

Es decir, si la OLT utiliza un módulo de Clase B, Clase C o Clase C++ se tendrán potencias de salida diferentes pues la potencia inicial de cada clase es mayor a la anterior y por ende también se tendrán potencias de llegada más altas para la ONT del cliente.

2.6 Módulos

El transceiver es una parte indispensable para realizar la transmisión de datos en las redes ópticas, el funcionamiento de estos elementos/equipos de red es semidúplex pues es capaz de enviar y recibir información realizando la conversión de señales eléctricas a ópticas, pero tiene la limitante que no lo hace al tiempo, además de que para las fibras monomodo sólo utiliza un modo único de operación en las redes GPON.

Estos módulos permiten la transmisión de señales con longitudes de onda estrechas, con mayores anchos de banda y transmitiendo a largas distancias.

Los módulos SFP monomodo trabajan principalmente en las longitudes de onda de 1310nm y 1550nm, y se utilizan sobre todo en un entorno de transmisión con distancias muy largas alcanzando de 2 a 20 km de forma pasiva y hasta 80 km con equipos activos en la red.

TIPOS DE TRANSCEIVERS SFP GPON

Especificaciones	Tipo	Longitud de onda	Velocidad	Mínima Potencia óptica salida	Máxima potencia óptica salida	Sensibilidad máxima receptor	Tipo de conector	Alcance máximo	Potencia óptica de sobrecarga	Ratio de extinción
SFP tipo B+	1 fibra bidireccional	Tx: 1490 nm Rx: 1310 nm	Tx: 2,49 Gb/s Rx: 1,24 Gb/s	1,50 dBm	3 dBm	-28 dBm	SC/PC	20 Km	-4 dBm	8,2 dB
SFP tipo C+	1 fibra bidireccional	Tx: 1490 nm Rx: 1310 nm	Tx: 2,49 Gb/s Rx: 1,24 Gb/s	3 dBm	7 dBm	-32 dBm	SC/PC	20 Km	-12 dBm	8,2 dB
SFP tipo C++	1 fibra bidireccional	Tx: 1490 nm Rx: 1310 nm	Tx: 2,49 Gb/s Rx: 1,24 Gb/s	6 dBm	10 dBm	-35 dBm	SC/PC	20 Km	-15 dBm	8,2 dB



Figura 13. Tipos de transceivers SFP GPON extraídos de <https://www.aleashop.es/blog/2018/04/04/tipos-sfp-gpon/>.

De la figura 13 es posible extraer los rangos de potencia los cuales no son ajustables en la OLT. Al pasar el tiempo los transceivers suelen necesitar más corriente para mantener la misma intensidad de luz esto es debido a que el componente láser se va degradando con el paso del tiempo. Esto funciona como un indicativo de que el láser está pasando por su proceso de degradación acabando así parte de los 5 años que estos componentes tienen como vida útil en promedio y cuando este llegue al final de su tiempo no tiene la forma de seguir aumentando la corriente causando transmisiones con bajas potencias al momento de transmitir, con la consecuencia que la ONT no se enlaza si no tiene la potencia mínima requerida y deja al cliente fuera del servicio.

2.7 Equipos para el mantenimiento de las redes de fibra óptica

Una parte fundamental para el mantenimiento preventivo es poder tener presente la salud de la red FTTH, para ello es indispensable tener los equipos apropiados, darles el cuidado y el uso adecuado además de validar y registrar los valores del diseño luego de su construcción con el fin identificar los fallos, desgaste o problemas que afectan la salud de la red a lo largo del tiempo.

Para el mantenimiento de las redes de fibra óptica es posible hacer uso de diferentes equipos, algunos permiten realizar limpieza de los conectores y otros validar y hacer mediciones de los cálculos de potencia.

Los equipos fundamentales para realizar los mantenimientos correctivos, preventivos o predictivo son:

2.7.1 Microscopio de fibra óptica

Un microscopio de fibra óptica cumple la función de inspeccionar los conectores para hallar las irregularidades y validar el estado de las terminaciones de los conectores de los splitter, ODFs, NAPs y rosetas ya que estos equipos pueden ser manipulados constantemente.

Existen dos tipos de microscopio los cuales pueden ser de escritorio o portátil, estos microscopios se componen de 3 componentes: un monitor, el microscopio y un iluminador, con esto se trata de evitar utilizar y/o instalar equipos que contienen suciedad, rayas o fisuras en las terminaciones ya que un conector en mal estado puede generar grandes problemas de conexión.

La principal ventaja de un microscopio portátil es que este tiene un iluminador integrado y es ideal para inspeccionar cables ya instalados.



Figura 14. Microscopio de fibra óptica, Fuente: <https://www.fibraoptica hoy.com/imagenes/2015/10/SUN-Telecom-FIN250.jpg>

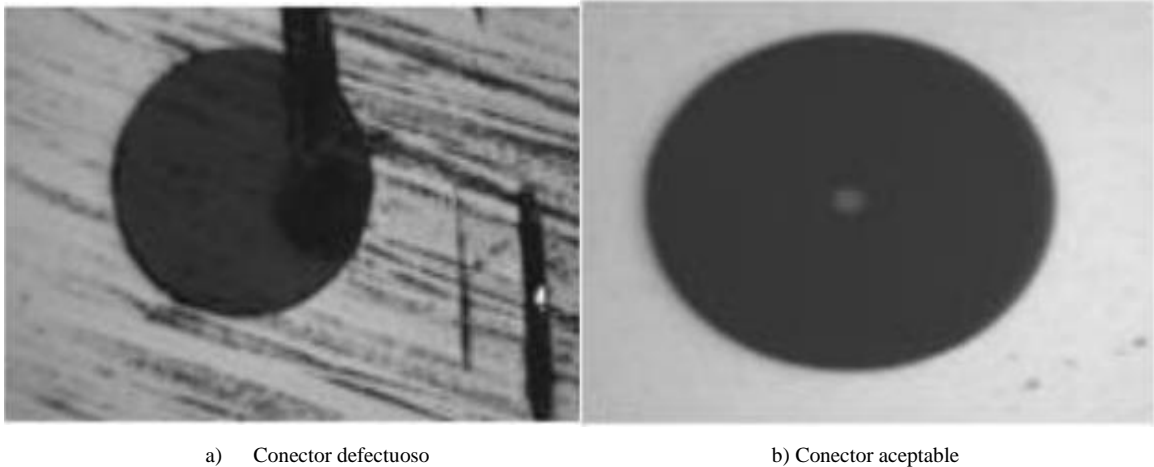


Figura 15. Conector defectuoso y aceptable extraído de [13]

2.7.2 Power meter

Uno de los principales equipos que se encuentran en la red de fibra óptica es el power meter, este pequeño pero importante equipo permite medir las potencias en las terminales ópticas y en los puntos críticos de la red.

Otra de las labores más importantes que cumple el power meter es al momento de realizar una instalación ya que permite medir la potencia de los puertos de las cajas NAP antes de instalar los equipos en la casa del cliente, al realizar esta medición cumple una de varias funciones una de ellas es validar el estado del puerto o su adaptador, si en el puerto se llegaran a presentar lecturas muy bajas de potencia debe realizarse un mantenimiento correctivo lo antes posible.

El power meter no solo permite encontrar problemas de potencias bajas en los puertos de las cajas NAP, o identificar problemas en la instalación de varios clientes que pertenecen a la misma caja, el power meter es indispensables para observar el estado de salud de las redes de fibra óptica y ver los problemas de salud esto cuando se compara las mediciones actuales con las potencias que se tienen documentadas luego de realizar el montaje del proyecto y con esto es posible identificar que tanto se ha degradado la red.



Figura 16. Power Meter, fuente: <https://sincables.com.ec/product/cmd-2112-connection-power-meter-con-vfl-para-fibra-optica/>.

2.7.3 OTDR

El reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR), es una herramienta utilizada para la solución de problemas y el mantenimiento de las redes de fibra óptica. El funcionamiento de este dispositivo es simple lo que hace es emitir una luz láser la cual se transmite por la fibra y se refleja en el lugar donde ocurre un evento en la fibra óptica, entregando como resultado el tiempo T que tarda en volver desde el lugar donde ocurre el evento, y al saber cuál es la velocidad de la luz en el medio se puede utilizar la siguiente ecuación de posicionamiento.

$$X = V * T \quad \text{ec (2)}$$

sea:

X = Distancia

V = Velocidad de la luz

T = Tiempo

Con la cual es posible saber la posición X donde se encuentra el problema en LA red de fibra y logrando así una asistencia efectiva del personal de mantenimiento en el lugar del incidente o donde se presenta el problema.

Además de encontrar las fallas de la red, el OTDR también permite diagnosticar la diferencia de las potencias actuales con el registro histórico de cuando fueron instaladas.



Figura 17. OTDR Extraído de: <https://es.aliexpress.com/item/32949812843.html>

2.8 Equipos complementarios

Algunos equipos complementarios para el mantenimiento de la red son:

2.8.1 OLTS:

El OLT (Optical Loss Test Set) realiza la medición de pérdidas de inserción que suelen presentarse en un enlace de fibra óptica de manera más precisa. Su funcionamiento es realmente simple: en un extremo del enlace se utiliza una fuente de luz y en el otro extremo un medidor de potencia el cual pueda capturar con precisión la luz recibida.

Los OLTS normalmente suelen utilizarse al momento de recibir los proyectos donde se realiza el montaje de la red de fibra óptica con el fin de identificar con exactitud las pérdidas de inserción del enlace.



Figura 18. Optical Loss Test Set (OLTS) extraído de: <https://www.fibraoptica hoy.com/imagenes/2020/02/Rogue.jpg>

Tanto el OTDR como el OLTS deben contar con un certificado de calibración que se encuentre vigente, dicho certificado no debe contar con un periodo mayor a seis meses, la norma EN61326 proveniente de la unión europea trata sobre la comprobación de los equipos electrónicos, e incluye los requisitos de las emisiones de estos equipos.

Luego de conocer los equipos de mantenimiento, se debe responder una simple pregunta, ¿cuál es el momento ideal para realizar los mantenimientos? La respuesta suele ser sencilla el mejor para realizar un mantenimiento es durante un mantenimiento correctivo esto es debido a que con los demás tipos de mantenimiento se suele afectar a los clientes. Dependiendo de cuál sea el caso, suele trabajarse en los horarios donde se presenta el menor tráfico procurando una intervención no mayor a 3 horas con el fin de causar la menor afectación posible a los clientes. Aunque no todas las fallas o las afectaciones pensadas para la red suelen ser iguales. Pues, no es lo mismo realizar

un corte por un mantenimiento correctivo que realizarlo por un mantenimiento preventivo o predictivo, debido a que no solo hay que considerar el tipo de mantenimiento, también se debe considerar la importancia de la afectación o los puntos de ruptura donde es necesario aplicar el mantenimiento del tipo que sea.

3. Manual

Los manuales son una herramienta fundamental para los equipos de trabajo y para el personal de nuevo ingreso; dado que, los manuales suelen contener toda la información y/o procedimientos de los integrantes de un equipo de trabajo y permite que otra persona aprenda o replique lo que estas personas realizan; por ello, se diseñó un Mantenimiento preventivo de redes de fibra óptica de planta externa para la empresa Velonet.

Este manual define los tres tipos de mantenimiento (correctivo, preventivo y predictivo) además de indicar los beneficios de un mantenimiento preventivo.

Por otro lado menciona los indicadores de medición y las herramientas de monitoreo de la empresa VELONET S.A.S

Así mismo explica parte de los procedimientos para realizar un mantenimiento preventivo de la red de Velonet, estos son algunos de los temas con los que consta el manual:

- Medición potencia transmitida por OLT/ONT
- Medición de potencia recibida en OLT/ONT
- Medición de desempeño de conectores
- Uniformidad en pérdidas en ONT conectadas a una misma OLT
- Medición en caja NAP del lado de la red
- Etc

Si el lector se encuentra interesado en revisar los procedimientos relacionados con el mantenimiento preventivo, dirigirse al anexo 1 donde se presenta EL MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA DE PLANTA EXTERNA.

Conclusiones

- El MinTIC fija los precios y ordena al proveedor de infraestructura que realice el préstamo de su infraestructura para el despliegue de las redes de comunicación e información. Aunque el proveedor de infraestructura se encuentra en la obligación de realizar el préstamo y respetar los costos que fueron impuestos, el proveedor de infraestructura puede demostrar las limitaciones que existen en la infraestructura para negarse a realizar su préstamo y negociar con el solicitante de la infraestructura. Durante el proceso de solicitud de alquiler de infraestructura el ISP se encuentra en la obligación de presentar un diseño con todos los parámetros solicitados por el proveedor de infraestructura y durante la construcción del proyecto debe cumplirse y respetarse la distancia de instalación y seguridad que indica el proveedor de infraestructura.
- La infraestructura de la red FTTH de VELONET cuenta con más de 100.000 metros de fibra óptica distribuida en 14 proyectos de aproximadamente 2500 bocas en promedio y con un total de aproximadamente 80.000 casas pasadas, es decir, con una penetración total promedio del 43%. La red se encuentra tendida bajo norma, es una red asimétrica y con un diseño flexible que permite aumentar la penetración total a un 60% en caso de necesitarse. Esta última afirmación, le da la adaptabilidad necesaria a VELONET para poder agregar extensiones de la red en los lugares donde se realice el mayor número de ventas.
- La red es una red pasiva, con elementos activos en los extremos. Estos elementos activos son la OLT, el servidor de gestión y el router de borde de la empresa en el lado de VELONET y la ONT en el lado cliente. Las consultas y análisis de uso del servicio de los abonados son realizadas por los equipos activos que se encuentran en el Data Center de Velonet.
- Los indicadores de red se construyen y se mejoran con base en cómo los clientes perciben el servicio además de la atención que les presta la ISP desde el área técnica. Pero lo que corresponde a la salud de la red se determina con base en la potencia, la cual puede medirse en los diferentes puntos de ruptura que existan en la red.
- La potencia que perciben los clientes de la OLT y la OLT de los clientes es un indicador para identificar cuál es la salud de la caja NAP, a medida que se valida la potencia de x cantidad de clientes por caja NAP es posible identificar la salud del puerto PON, identificar cada puerto PON conlleva a saber la salud del proyecto y con cada proyecto se puede conocer la salud en general de la red.

- El negocio del internet hogar como tal, implica que no todos los usuarios estén utilizando el 100% del servicio todo el tiempo, con lo cual, al contratar un ancho de banda con un proveedor mayorista, se contrata un servicio dedicado de 1 Gbps y se espera poder vender hasta 400 planes de 100 Mbps sin esperar saturación del servicio.
- La empresa VELONET S.A.S cuentan con todas las herramientas para culminar aproximadamente el 20% faltante de los objetivos pactados en el acta de entrega. El cumplimiento parcial de los objetivos se debe al cambio del modelo de negocios ocurrido en la empresa durante la práctica académica del estudiante, por lo cual se debió adaptar a los cambios y realizar labores que sobre pasaban sus expectativas. Algunas de éstas fueron: montajes de nodos de red, recorrido de proyectos de F.O, diseño de proyectos, entrega de proyectos al proveedor de infraestructura y gestión de la red. Estas actividades si bien no estaban dentro de los objetivos del anteproyecto de la práctica, enriquecieron en gran medida e hicieron más completa la experiencia del practicante como ingeniero de telecomunicaciones.

Referencias

- [1] Normograma. MinTIC resolución 5078 de 2016. <https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/Resoluci%C3%B3n-CRC-5890-de-2020.pdf>
- [2] EPM.2015 USO COMPARTIDO DE LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA. RA8-050. https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8_050_USO_COMPARTIDO_INFRAESTRUCTURA.pdf?ver=i7gtrlCxR8hzVT5FWpFuQQ%3D%3D
- [3] Serna E., Sierra K., Fajardo O., & Ceballos R. (2018). Gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de obras civiles para redes de fibra óptica. In Investigación Formativa en Ingeniería (2nd ed., pp. 145–151). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. https://www.researchgate.net/publication/331385548_Investigacion_Formativa_en_Ingenieria_ed_2
- [4] documentación interna de la empresa Velonet proporcionada al practicante durante su periodo de entrenamiento.
- [5] AEC. “MANTENIMIENTO”. <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento>
- [6] Garcia. R., ¿Que es un ISP?. https://desafiohosting.com/que-es-un-isp/#x2714xfe0fQue_tipos_de_ISP_existen
- [7] Wikipedia. FTTx. disponible en: (<https://es.wikipedia.org/wiki/FTTx>)
- [8] Escarpeta. J. Redes SOHO. <https://www.coursehero.com/file/41609703/REDES-SOHO-docx/>
- [9] QuestionPro. ¿Qué es la pregunta net promoter score?. <https://www.questionpro.com/es/pregunta-net-promoter-score.html>
- [10] aner. (2020) ¿Que es el mantenimiento correctivo?. <https://www.aner.com/blog/mantenimiento-correctivo.html>
- [11] Mendez. G. (2019). Tipos de transceivers. <https://es.linkedin.com/pulse/tipos-de-transceivers-gerardo-m%C3%A9ndez-morales>
- [12] Wikipedia. Transceptor SFP. disponible en: (https://es.wikipedia.org/wiki/Transceptor_SFP)
- [13] Sistemas. Transceptor SFP. disponible en: (<https://sistemas.com/transceiver.php>)

[14] Quisnancela, E., & Espinosa, N. (2016). Certificación de redes GPON, normativa ITU G. 984. x. Enfoque UTE, 7(4), 16-30. <https://oaji.net/articles/2017/1783-1483464784.pdf>

Anexo

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA DE PLANTA EXTERNA