

**Diseño de modelo de mantenimiento preventivo para mitigar daños masivos en las redes
de cobre en empresas de telecomunicaciones**

John Anderson Ramírez Montoya

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Tecnología en Gestión de Redes de Acceso de Telecomunicaciones

Montería – Córdoba

CCAV Sahagún - 2020

**Diseño de modelo de mantenimiento preventivo para mitigar daños masivos en las redes
de cobre en empresas de telecomunicaciones**

John Anderson Ramírez Montoya

**Presentado como requisito para optar por el título de Tecnólogo en Gestión de Redes de
Acceso de Telecomunicaciones**

Director:

Mariano Romero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Tecnología en Gestión de Redes de Acceso de Telecomunicaciones

Montería – Córdoba

CCAV Sahagún - 2020

Nota de aceptación

Asesor

Jurado

Página de Exclusión de Responsabilidad

Yo, John Anderson Ramirez Montoya, declaro bajo juramento que el trabajo aquí elaborado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento, por ello cualquier utilización de este documento viola los derechos de propiedad del autor.

Dedicatoria

Dedico de manera especial este proyecto en primer lugar a Dios por darme fortaleza para seguir mis estudios universitarios, a mis padres por inculcarme los valores de la disciplina y el sacrificio para lograr mis objetivos, a mi esposa e hijos por brindarme su apoyo incondicional y su acompañamiento en esta importante etapa de mi vida.

Agradecimientos

Le agradezco en primer lugar a Dios, por darme su bendición, a la universidad Nacional Abierta y a Distancia por abrirme sus puertas, y brindarme valiosos conocimientos, gracias a mi familia, por su comprensión y amor, de manera muy especial agradezco a mi hermano Rubén Ramirez, por su apoyo y orientación a lo largo de mis estudios, de igual manera, a mi director de tesis, ingeniero Mariano Romero, por su apoyo en el desarrollo del presente proyecto.

Resumen

En la presente investigación se implementó un modelo para el mantenimiento preventivo en las redes de planta externa de una empresa de telecomunicaciones. Se realizó un diagnóstico de las condiciones de la red a través de recorridos en los que se registraron observaciones y mediciones de parámetros eléctricos. Posteriormente, se abordaron los hallazgos detectados mediante labores de mantenimiento preventivo. Como mecanismo de aseguramiento de la calidad del servicio, se hizo seguimiento periódico a la red intervenida, lo que permitió validar la eficacia del modelo propuesto. Se concluye que el enfoque de prevención de daños permite disminuir la carga laboral, los tiempos de respuesta, la frecuencia de daños y los costos operativos, lo que conlleva a un mejoramiento significativo del servicio y satisfacción del usuario.

Palabras clave: Planta Externa, Cable Multipar, Mantenimiento Preventivo, Aislamiento Eléctrico, Tecnología ADSL.

Abstract

In the present investigation, a model for preventive maintenance in the external plant networks of a telecommunications company was implemented. A diagnosis of the network conditions was made through routes in which observations and measurements of electrical parameters were recorded. Subsequently, the findings detected by preventive maintenance work were addressed. As a mechanism to ensure the quality of the service, the intervened network was periodically monitored, which allowed validating the effectiveness of the proposed model. It is concluded that the damage prevention approach allows to reduce workload, response times, frequency of damages and operational costs, which leads to a significant improvement of the service and user satisfaction.

Keywords: External Plant, Multipair Cable, Preventive Maintenance, Electrical Isolation, ADSL technology

Tabla de Contenidos

| | |
|---|----|
| Introducción | 1 |
| El Problema de Investigación | 2 |
| Formulación | 4 |
| Objetivos | 5 |
| Objetivo General | 5 |
| Objetivos Específicos | 5 |
| Justificación | 6 |
| Delimitación | 8 |
| Marco de Referencia | 10 |
| Antecedentes | 10 |
| Marco teórico conceptual | 12 |
| Planta Externa | 12 |
| Línea de Cobre | 13 |
| ADSL | 13 |
| Aislamiento Eléctrico | 14 |
| Reflectómetro en el Dominio del Tiempo (TDR) | 14 |
| Armario | 14 |
| Red Secundaria | 15 |
| Marco Contextual | 16 |
| Marco Legal | 16 |
| Metodología | 19 |
| Tipo de Investigación | 19 |
| Diseño De Investigación | 19 |
| Población | 20 |
| Muestra | 20 |
| Fuentes de Información | 21 |
| Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información | 21 |
| Recolección de Información | 23 |

| | |
|---|----|
| Validación y Confiabilidad | 23 |
| Resultados | 24 |
| Observación y Medición | 24 |
| Implementación del Mantenimiento Preventivo | 30 |
| Evaluación y Seguimiento | 33 |
| Modelo de Mantenimiento Preventivo | 34 |
| Discusión de Resultados | 35 |
| Conclusiones | 38 |
| Recomendaciones | 39 |
| Anexos | 45 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Red de planta externa cerete. Fuente: elaboración propia..... | 13 |
| Figura 2. Armario 6, Montería, fuente: Elaboración propia | 15 |
| Figura 3. Trabajos en red de planta externa. Fuente: elaboración propia. | 15 |
| Figura 4. Generador de tono Proskit (PCEL, s.f.)..... | 22 |
| Figura 5. Microtelefono FLUKE (FinalTest, 2010)..... | 22 |
| Figura 6. Equipo de pruebas sidekick plus (Greenlee, 2016). | 23 |
| Figura 7. Diagrama de Ishikawa, fuente: elaboración propia | 26 |
| Figura 8. Novedades identificadas en la red, fuente: elaboración propia. | 27 |
| Figura 9. Caja 55 deteriorada, elaboración propia. | 28 |
| Figura 10. Medidas eléctricas caja 55, elaboración propia. | 28 |
| Figura 11. Mediciones eléctricas del par 1 caja 55, elaboración propia. | 29 |
| Figura 12. Cable en riesgo por poda, fuente: Elaboración propia. | 30 |
| Figura 13. Cambio de caja de dispersión, fuente: Elaboración propia. | 31 |
| Figura 14. Lectura típica de resistencia de aislamiento, fuente: elaboración propia. | 32 |
| Figura 15. Marcación de caja de abonado, fuente: elaboración propia. | 32 |
| Figura 16. Modelo mantenimiento preventivo, fuente: elaboración propia..... | 35 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Daños anteproyecto, fuente: elaboración propia..... | 33 |
| Tabla 2. Daños reportados durante el proyecto, fuente: elaboración propia. | 34 |

Lista de Anexos

| | |
|---|-----------|
| Anexo 1. Listas de chequeo y observaciones..... | 45 |
| <i>Anexo 2. Listas de chequeo medida de parámetros.....</i> | <i>49</i> |

Introducción

Las compañías telefónicas o empresas que suministran servicios de voz y datos generalmente están formadas por dos grandes áreas que tradicionalmente se les conoce como planta interna y planta externa.

La planta externa es el medio de transmisión que conecta la central telefónica con el usuario final del servicio, en el caso de telefonía fija o voz se utilizan conductores de material de cobre, dicho medio de transmisión está compuesto de dos conductores para transportar la señal. Las redes de planta externa de cobre hoy en día son muy utilizadas en la prestación de servicios de internet residencial y comercial, servicios de datos empresariales y por supuesto en servicios de voz analógica.

En el departamento de Córdoba, Colombia, la empresa Energía Integral Andina ejecuta el mantenimiento correctivo de las redes de cobre en las distintas centrales, que distribuyen el servicio de: televisión, internet y telefonía de usuarios afiliados a TIGO. En los últimos años, se ha evidenciado, en múltiples ocasiones, que se presentan fallas en los servicios prestados por la empresa antes mencionada, debido a que no se desarrolla ningún tipo de actividad orientada al mantenimiento preventivo de las redes.

Para efectos del presente proyecto, se pretende mejorar la prestación y continuidad de los servicios, a través del diseño e implementación de un modelo de mantenimiento preventivo de las redes, tomando como muestra la central 2 en la ciudad de Montería, teniendo en cuenta las observaciones y mediciones de variables indicadoras del estado de la red, en los últimos meses del presente año.

El Problema de Investigación

Las compañías telefónicas o empresas que suministran servicios de voz y datos utilizan varios medios de transmisión de señales para llegar al usuario final, entre ellas el cable multipar.

Actualmente en Colombia, hay muchas empresas que utilizan este tipo de infraestructura, que pese a llevar muchos años funcionando, ha permitido implementar la tecnología ADSL, que transporta voz y datos por el mismo medio físico. Este conductor, llamado cable multipar, está compuesto por material de cobre, que permite transmitir la señal. Para ello, el par de cobre debe cumplir con estándares de calidad que garanticen su buen funcionamiento. Las redes de planta externa de cobre son muy utilizadas en servicios de internet residencial y comercial, de datos empresariales y por supuesto en servicios de voz analógica.

En la ciudad de Montería –Córdoba, aún se utiliza esta tecnología para entregar servicios de comunicación a sus abonados. Estas redes con más de veinte años de funcionamiento presentan deterioro del material conductor, generando múltiples situaciones en la transmisión de las señales eléctricas, lo que dificulta la prestación adecuada del servicio. Esta situación implica altos costos por mantenimiento correctivo, sobrecarga laboral, demora en los tiempos de respuesta, inconformidad del usuario y mala imagen de la empresa.

Descripción

Las fallas en el servicio de voz, dato y TV, en la empresa TIGO se presentan con frecuencia. La estrategia principal que plantea la empresa es la de realizar el mantenimiento correctivo a los daños masivos, delegando como responsable de la solución de los eventos a una cuadrilla de técnicos especializados en el área del mantenimiento de redes de planta externa.

Según datos suministrados por la coordinación de cuadrilla de disponibilidades, desde el mes de junio hasta finales de agosto de 2019, se presentaron 40 cajas reportadas con algún tipo de daño, siendo el mayor porcentaje para los cables reventados con un 40%, seguido de reportes asociados a corto circuito o descargas en la red eléctrica con un 25,0%, luego fallas en los parámetros técnicos medidos con un 22,5% y el hurto con un 12,5%

Se ha evidenciado en múltiples ocasiones, que se presentan fallas en los servicios debido a que no se desarrollan actividades de mantenimiento preventivo, de manera continua y eficiente, en las redes de telecomunicaciones, presentándose rupturas de cables, debido a: la baja altura a la que se encuentran, labores de poda de árboles, factores ambientales o hurto. Así mismo, la red se deteriora por sobrecargas de las redes eléctricas, tiempo de funcionamiento, desgaste del cable conductor.

Formulación

¿Cómo mitigar los daños masivos en las redes de cobre en empresas de telecomunicaciones en la ciudad de Montería – Córdoba?

Objetivos

Objetivo General

Mitigar los daños masivos en las redes de cobre en una empresa de telecomunicaciones en la ciudad de montería

Objetivos Específicos

Identificar las condiciones actuales de las redes de la central 2, mediante observación y medición de parámetros eléctricos.

Implementar las actividades de mantenimiento preventivo a las redes priorizadas

Evaluar las actividades de mantenimiento preventivo mediante reporte de daños e inspecciones en las redes intervenidas.

Diseñar un modelo de mantenimiento preventivo en las redes de telecomunicaciones.

Justificación

“El diseño de un modelo real y factible para la gestión global del mantenimiento se ha convertido en un tema de investigación y discusión fundamental para alcanzar un buen desempeño en la gestión de mantenimiento, cuyos objetivos están alineados al cumplimiento de los objetivos de la empresa” (Ramírez, 2011).

“La moderna gestión del mantenimiento incluye todas aquellas actividades destinadas a determinar objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. Todo ello facilita la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento, buscando siempre una mejora continua y teniendo en cuenta aspectos económicos relevantes para la organización. Una adecuada gestión del mantenimiento, teniendo en cuenta el ciclo de vida de cada activo físico, debe cumplir con los objetivos de reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el buen funcionamiento de los equipos y sus funciones, disminuir al máximo los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente, generando, además, procesos y actividades que soporten los objetivos mencionados. Por todo ello, la gestión del mantenimiento se transforma en un poderoso factor de competitividad cuya importancia en el ámbito empresarial crece día a día” (Viveros, 2013).

“La falta de inspecciones y monitoreo de las redes y los altos costos que genera el mantenimiento correctivo hace posible la necesidad de realizar este estudio de mejoramiento de planta externa para dar un servicio de calidad, con la implementación del mantenimiento preventivo como herramienta para conservar la inversión de redes. La aplicación de las normas técnicas en el mantenimiento preventivo es fundamental para el

diseño y rediseño de redes. En un trabajo realizado, se muestran los beneficios de la aplicación de mantenimiento preventivo en redes, logrando reducir el índice de líneas averiadas” (Yépez, 2011).

Para efectos del presente estudio, se debe mencionar que es importante identificar las condiciones actuales de las redes, y así detectar las que están propensas a sufrir daños. Además, es necesario registrar la información recolectada a través de observaciones y mediciones de parámetros eléctricos, con el propósito de implementar las actividades de mantenimiento preventivo sobre las redes priorizadas y así mejorar la infraestructura de la red y el servicio. Adicionalmente, se busca evaluar el impacto de las intervenciones, se debe hacer seguimiento frecuente de las actividades de mantenimiento realizadas. Es así, que con el diseño del modelo de mantenimiento preventivo se pretende promover pautas que permitan mejorar los procesos en esta área de la tecnología, haciéndolos más organizados y eficientes. Finalmente, se logrará la reducción de costos de operación, menor reporte de daños y reclamaciones, y una buena imagen de la empresa ante la ciudadanía en general.

Delimitación

El presente proyecto tiene como uno de sus pilares fundamentales, mitigar al máximo, el porcentaje de errores o problemáticas (daños), presentados en la prestación de servicios telecomunicaciones (Telefonía, Internet, televisión) , por parte de la empresa TIGO en la ciudad de Montería Córdoba; daños ocasionados en las diferentes redes de transmisión, por diferentes factores (atmosféricos, Humanos, animales); mediante la puesta en marcha de un modelo de mantenimiento preventivo, basado en el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) .

El programa de mantenimiento preventivo, que se presentará, deberá ajustarse a los criterios de tiempo, modo y lugar, definido por las partes, que se involucren dentro del proyecto. Ahora bien, dentro de los alcances particulares del proyecto tenemos:

- El estudio de la red y su topología, armarios y otros componentes de la misma.
- Actualizar y mejorar la infraestructura que posee la empresa en cuestión de cableado.
- Brindar un mejor servicio a los usuarios de la red, lo cual permitiría a la empresa en poco tiempo percibir el cambio.
- Realizar un mantenimiento preventivo del cableado estructurado de la red, gabinetes, armarios, postes y demás componentes de la red.

Para determinar las limitaciones del presente proyecto, es necesario saber primero quienes son las partes encargadas de su diseño y a quienes podría beneficiar o afectar de manera directa. Las partes involucradas en el presente proyecto son: La empresa TIGO, regional Montería y la empresa Energía Integral Andina.

Como factores que determinen las limitaciones del proyecto están:

- El presupuesto aportado para el mismo, la legislación colombiana vigente sobre telecomunicaciones, el área de impacto del proyecto y los acuerdos legales que tengan pactadas las partes del proyecto.
- Los espacios asignados para el proyecto son determinados por la empresa, por lo que cualquier novedad podría afectar el cronograma de actividades.
- Otra limitación es que no se pretende trabajar en las redes de toda la ciudad. Si no, dentro de una central de las ocho que tiene la ciudad de Montería.
- El intervalo de duración del proyecto es de entre tres y cuatro meses, por lo que se limitaría el seguimiento del funcionamiento de las redes intervenidas.

Marco de Referencia

Antecedentes

El mantenimiento preventivo es una herramienta muy útil en el área de las telecomunicaciones. De acuerdo con los resultados de Navas (2018), la frecuencia de los problemas que generan averías en los servicios de telecomunicaciones es causada por la falta de un correcto mantenimiento preventivo, debido a que existen redes obsoletas. En una investigación desarrollada por Maldonado (2010), se recomiendan algunas actividades de mantenimiento preventivo como la instalación de sistemas de detección y de prevención, mediciones eléctricas, inspección de las instalaciones, entre otras. Por su parte, Morales (2009) sugiere que los datos obtenidos se almacenen en registros manuales y electrónicos, para generar información estadística e histórica de los elementos y materiales de la red y la planta.

Dentro de las mediciones rutinarias que deben realizarse en el entorno de las redes de planta externa, se encuentra el aislamiento eléctrico. En una investigación desarrollada por **Carrera** (2017), en Riobamba-Ecuador, se determinó la calidad dieléctrica de cada uno de los hilos de cobre correspondientes a 22 clientes de televisión IP (IPTV). El análisis de los resultados indica que 19 de los 22 clientes cumplieron con las condiciones técnicas de aislamiento (>999 Mega ohmios) para proporcionar una buena transmisión de datos, dando como resultado un servicio favorable, no ocurrió así con los 3 clientes restantes, ya que presentaron bajo aislamiento en uno de sus hilos con respecto a tierra, motivo por el cual no se pudo brindar el servicio de IPTV debido a constantes caídas de información, pero como las redes de la empresa son flexibles, se pudo cambiar a estos clientes a pares que se

encontraban en buen estado y así cumplir los parámetros requeridos para brindar el servicio.

Otro parámetro de importancia es la continuidad de la transmisión de señales. Según López (2014) los sistemas TDR (Reflectómetro de dominio del tiempo) son instrumentos electrónicos, usados para identificar y localizar los defectos en cables metálicos, ya que estos son necesarios para el mantenimiento de líneas de telecomunicaciones. Su investigación permitió el diseño e implementación de un sistema de alarma para la protección de la central telefónica local y cables multipar de cobre, para ello, profundizó en la implementación de los diferentes equipos TDR (Reflectómetro de dominio del tiempo), acompañados de otros dispositivos que permitieron la unificación y validación del proyecto. Garrido, (2010), resalta la importancia del mantenimiento preventivo diciendo que este tiene como misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Así mismo, sugiere que La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo trae beneficios económicos que justifican su presencia en la industria. Es una inversión de dinero que capitaliza la regularidad, continuidad y seguridad operativa de la planta por disminución del lucro cesante del bien productivo, del costo de las reparaciones y del costo de la mano de obra requerida

Marco teórico conceptual

Planta Externa

De acuerdo con León (2010), En materia de telecomunicaciones, la Planta externa es el conjunto de medios que enlazan la central telefónica con los clientes. Está constituida fundamentalmente por el bucle local o bucle de abonado y sus elementos asociados: cables, cajas de empalme, bobinas, tendidos, conductos y otra infraestructura adicional. Parte de esta infraestructura o red está compuesta por: tendidos, postes, armarios, cámaras y canalizaciones subterráneas, equipos y productos que permiten conectar y enlazar la red hasta llegar al punto donde es necesario. Incluye todo lo que se encuentra incluido entre el Repartidor Principal (MDF: main distribution frame) de la central telefónica y la casa del cliente. Además, la Planta externa constituye un área de las telecomunicaciones que comprende el estudio, administración, gestión y control de todo el tendido de redes externas comprendido entre la central telefónica pública o privada y la caja terminal del cliente. Incluye las extensiones interiores del abonado (p. 7).

En otras palabras, planta externa es todo lo que se ve en las calles esquinas y avenidas, el conjunto de postes, cables y demás conexiones que se puedan observar externamente y que de una forma u otra llegan a ingresar a edificios o casas para prestar servicios.

En la siguiente figura 1, se presenta una imagen de la red de planta externa de la central 1 del municipio de cerete.



Figura 1. Red de planta externa cerete. Fuente: elaboración propia

Línea de Cobre

La Línea de Cobre es aquella en la que la instalación entre el domicilio y la central es exclusiva para cada cliente, es decir que el cable de cobre que sale de tu domicilio llega a la central en forma directa, de esta manera se evitan cuellos de botella para el curso de las comunicaciones, lo que a veces sí ocurre con otras tecnologías donde se utiliza el mismo cable para varios clientes (Movistar, 2016).

ADSL

Proviene de las siglas en inglés Asymmetric Digital Subscriber List que traduce Línea de Abonado Digital Asimétrica) es un tipo de tecnología de transmisión de datos digitales y acceso a Internet, que consiste en la transmisión mediante pares simétricos de cobre de línea telefónica. Tal y como otros sistemas de transmisión digital, el ADSL sirve como un canal de transmisión de datos digitales y conexión a Internet (Martínez, 2004).

Aislamiento Eléctrico

Nos permiten determinar la calidad dieléctrica del aislante de un conductor de cobre. Para realizar la medición de resistencia de aislamiento se conecta el equipo de medición al par a ser medido, ese par debe estar sin energía, estas mediciones se hacen entre los hilos A y B, entre el hilo A y tierra y entre el hilo B y tierra. Valores máximos >999 Mega ohmios (Carrera, 2017).

Reflectómetro en el Dominio del Tiempo (TDR)

Es un instrumento electrónico que utiliza reflectometría en el dominio del tiempo para caracterizar y localizar fallas en cables metálicos (por ejemplo, cable de par trenzado o cable coaxial). También se puede usar para localizar discontinuidades en un conector, placa de circuito impreso o cualquier otro camino eléctrico. El dispositivo equivalente para fibra óptica es un reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (Greenlee, 2014).

Armario

Es el elemento que provee, hasta este elemento llega la red, que viene de la central o de un concentrador remoto y desde este se dispersa la red a su área de influencia. Por regla general, la red con la cual se alimenta un armario ha de llegar canalizada, mientras que la red que de allí sale “red secundaria”, puede hacerlo vía aérea o subterránea. El armario está conectado por un lado a través de sus bloques primarios con el distribuidor principal y por el otro lado a través de sus bloques secundarios con las cajas de dispersión. Cada armario puede tener una numeración individual. Pueden por lo tanto existir varios armarios con igual número, pero diferenciándose por letras del alfabeto. Un armario está conformado por bloques primarios y secundarios ubicados en forma alternada de arriba hacia abajo, comenzando por los bloques secundarios.

En la figura 2, observamos imagen armario 6 de la central 2, del municipio de Montería - Córdoba



Figura 2. Armario 6, Montería, fuente: Elaboración propia

Red Secundaria

Es toda la red que sale del armario, es la red mediante la cual se da alcance a un sector determinado. La red secundaria nace en el armario y se identifica con letras y un número que le acompaña que va del 1 al 5. La red secundaria es mixta (subterránea y aérea) suspendida entre dos puntos que puede ser poste-poste en el caso de la red aérea (Loyos, 2008). En la figura 3. Observamos trabajos de empalmaría en la red secundaria.



Figura 3. Trabajos en red de planta externa. Fuente: elaboración propia.

Marco Contextual

Actualmente la compañía a la que se encuentra destinado el proyecto realiza el mantenimiento correctivo de las redes de cobre en las distintas centrales que distribuyen el servicio de televisión, internet y telefonía de usuarios afiliados a TIGO.

El mantenimiento se realiza sobre la red secundaria de la planta externa, donde se da la conexión de la central telefónica con el usuario final. Esta red se conforma por elementos como: cableado, armarios y postes. El cableado se encuentra fijado en postes de propiedad de la empresa TIGO y/o de la empresa de energía.

La red secundaria, inicia su funcionamiento en el armario, con cables de 400 y 300 pares, derivando en su recorrido 10 pares por cada caja de dispersión, que permiten proveer de servicio al mismo número de abonados.

El proyecto se realiza en la ciudad de Montería – córdoba, en la central 2, la cual cuenta con 6 armarios, con un total de 480 cajas de dispersión, distribuidas en 11 barrios de estrato 1 y 2, al sur de la ciudad. Actualmente se prestan servicios de telefonía, internet y televisión a 2970 abonados.

Marco Legal

La promulgación de la Ley 72 de 1989 y del Decreto Ley 1900 de 1990 constituyó hitos trascendentales en el desarrollo sectorial, ya que por primera vez se define integralmente la política que orienta al sector de las telecomunicaciones en Colombia. Entre los aspectos a destacar en este marco legal se encuentra la introducción del régimen de competencia, la participación privada en la provisión de los servicios públicos de telecomunicaciones, la importancia de la interconexión de las redes para facilitar el uso eficiente y la adecuada expansión del servicio en todos los rincones del país. (Ley N° 72, 1989)

De otro lado, el Decreto Ley 1900 de 1990 ordenó y clasificó los servicios según la importancia que ellos tenían para la sociedad y les determinó a cada cual su propio régimen de habilitación y prestación y, en general, fijó las bases necesarias para hacer efectivo en el sector un modelo de competencia para el servicio público. (Decreto ley N° 1900, 1990)

Posteriormente, como consecuencia de la reforma introducida por la Ley 80 de 1993 al régimen de contratación estatal, se redefinieron las reglas para el otorgamiento de concesiones en materia de telecomunicaciones, que ya se había dispuesto desde 1990. Más particularmente, las concesiones se sujetaron en todo caso, tratándose de licencias o de contratos, al régimen jurídico contractual y, a su vez, se determinó que el tipo o la naturaleza del mismo (licencia o contrato) dependerían de las reglas establecidas en el Decreto Ley 1900 de 1990.

En 1994, se expidió la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios (Ley 142 de 1994), produciendo un cambio fundamental en el direccionamiento de la política del sector, al someter a su régimen la prestación del servicio de telefonía pública básica conmutada, la cual en ese momento era considerada la de mayor importancia para la sociedad, eliminando por completo las barreras de entrada para este mercado (ley N° 142,1994).

La Ley 142 de 1994 terminó con el monopolio legal de Telecom en la prestación de servicios de larga distancia. De igual manera, creó las Comisiones de Regulación y la estructura de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). Adicionalmente, incluyó a los servicios de TPBC como servicios públicos domiciliarios bajo la vigilancia y control de dicha SSPD, estableciendo con ello una clara separación normativa en vigilancia y control con otros servicios de telecomunicaciones.

Por otra parte, la legislación en materia de televisión promulgada a través de las Leyes 182 de 1995 y 335 de 1996, reiteró la política de liberalización y competencia también en

estos servicios, aunque por su naturaleza éstos continuaron sujetos a estrictas barreras de entrada al mercado y profundas asimetrías normativas, técnicas y económicas frente a los demás servicios y redes de telecomunicaciones.

Posteriormente, en la Ley 555 de 2000 se expidió el régimen legal para la provisión de los servicios de comunicaciones personales (PCS, por sus iniciales en inglés), facilitando el acceso a la prestación de estos servicios móviles o fijos para voz, datos e imágenes. (ley N° 555, 2000)

Adicionalmente, el marco normativo de los servicios de valor agregado, concebidos desde el Decreto Ley 1900 de 1990, fue ampliado por los decretos 600 y 3055 de 2003, así como por conceptos y documentos de política. Todo esto permitió aclarar el alcance de este grupo de servicios, principalmente en lo que respecta a voz sobre IP (septiembre de 2004), promoción y masificación de los servicios de banda ancha (marzo de 2005), y alcance de los servicios de valor agregado y telemáticos con respecto a los servicios de TPBC (abril de 2006).

El Decreto 2870 de 2007, conocido como Decreto de Convergencia, se estableció con el fin de facilitar la entrada de nuevos inversionistas, maximizar la utilización de la infraestructura de telecomunicaciones, y promover el desarrollo de nuevos servicios apoyados en las TIC. En cuanto a la eliminación de barreras de entrada para los inversionistas, se creó un régimen de licenciamiento unificado y simplificado, a través del Título Habilitante Convergente que permitía, a través de una sola licencia, prestar servicios públicos de telecomunicaciones como telefonía de larga distancia y servicios de valor agregado.

Metodología

En este capítulo se presenta el marco metodológico aplicado en el desarrollo del proyecto de investigación

Tipo de Investigación

La perspectiva metodológica del presente trabajo guarda relación con la propuesta de Hernández y col. (2014), en la que afirma que los estudios descriptivos buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Así mismo, se apoya en el enfoque cuantitativo, debido a que se recolectan datos e información sobre el estado de las redes.

La investigación es metodológico descriptivo, sustentado en la utilización de fuentes cuantitativas de información primaria y secundaria, los cuales aportan una mayor claridad a la hora de obtener resultados más extensos. La vinculación de datos cuantitativo en un estudio permite responder a determinados planteamientos, además de una mayor comprensión del estudio planteado. Cabe recordar que la investigación descriptiva con enfoque cuantitativo utiliza sus características de indagación más relevantes mitigando posibles errores y proporcionando un conocimiento más completo.

El tipo de investigación es aplicada, ya que se centra en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto abordando el problema específico.

Diseño De Investigación

Esta investigación se llevó a cabo con un diseño no experimental, de tipo longitudinal, según la tipología propuesta Sousa y col. A su vez, el diseño tiene un horizonte prospectivo

pues se parte del supuesto que las redes intervenidas permanecerán en buenas condiciones a través del tiempo.

Población

Según Mejía (2019), una población puede ser entendida como el conjunto de individuos o elementos sobre los cuales serán realizadas las observaciones. Por lo tanto, la población estuvo conformada por 13 personas que hacen parte del grupo de disponibilidades y técnicos de mantenimiento y la red de la central 2.

Esta población se distribuye así: coordinador, supervisor de planta externa, oficiales de planta externa, técnicos de mantenimiento.

Entre los elementos que conforman la red se tienen: armario, postes, cajas de dispersión, cable multipar, cable mensajero. Existen 6 armarios de la central 2, que abarcan un total de 480 cajas de dispersión, que proveen de servicios de telefonía, internet y televisión a 2970 abonados.

Muestra

De acuerdo con Mejía (2019), una muestra es un segmento o subconjunto finito e importante tomado de una población. Dentro de cualquier proceso investigativo de amplio espectro, es esencial seleccionar una muestra, de esta manera se utilizaron muestras conformadas por el personal de disponibilidades (coordinador, supervisor, oficiales de planta externa) en cuanto a las redes se ha seleccionado una muestra de 60 cajas equivalente a un 12,5 % de las cajas habilitadas en la central intervenida, porque presentaban riesgo de afectaciones.

Fuentes de Información

Las fuentes de información utilizadas en el proyecto fueron primarias y secundarias, dentro de las que se incluyen monografías, trabajos de grado, registros de información en campo a través de listas de chequeo y evidencias fotográficas. Además, entrevistas a expertos en el área de la planta externa. También se recopiló información de páginas web.

Según Richard Garnot, especialista en redes de planta externa, con más de 14 años de experiencia, comenta que la falta de mantenimiento preventivo perjudica de gran manera la prestación de un buen servicio, por lo cual comparte los conocimientos logrados con su experiencia, para tener buenos resultados en el proyecto.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Se realizó trabajo en campo, a través de la intervención a las redes seleccionadas. De igual forma entrevistas, observación directa y mediciones. La información se recopiló luego de recorridos por la red y medición de parámetros en los armarios, empalmes y cajas de abonados, además se utilizaron los siguientes instrumentos en el proceso del mantenimiento preventivo de las líneas de telecomunicaciones:

Generador de tono: se utiliza para identificar cables de red, telefónicos o coaxiales. La marca utilizada fue Proskit



Figura 4. Generador de tono Proskit (PCEL, s.f.)

Microteléfono. Es importante para la realización de llamadas de prueba de líneas telefónicas. La marca utilizada fue Fluke.



Figura 5. Microtelefono FLUKE (FinalTest, 2010).

Equipo de pruebas Sidekick Plus. Es un equipo cuya finalidad es identificar la distancia en la que un circuito tiene una determinada apertura, y de esta manera se ve bloqueada su continuidad. Es además la combinación entre un voltímetro y un medidor de resistencias (ohm). La marca es Greenlee



Figura 6. Equipo de pruebas sidekick plus (Greenlee, 2016).

Recolección de Información

La información de medidas y observaciones adquiridas durante los recorridos y actividades de mantenimiento preventivo, serán diligenciadas en formatos establecidos cuya ilustración se encuentra en los anexos 1 y 2.

Validación y Confiabilidad

Los datos obtenidos en el presente proyecto se sustentan en metodologías validadas para el análisis de parámetros de redes. Así mismo, la información presentada cuenta con el apoyo y supervisión en campo, de personal experto en redes de planta externa, como el supervisor de operaciones Richard Garnot Vargas. Igualmente, el planteamiento de objetivos y el desarrollo procedimental del proyecto, fue estudiado, revisado y aprobado por el Ingeniero Coordinador del área Julio Alfredo Sejín.

Resultados

Observación y Medición

Para establecer las relaciones causales que generan el problema, la cuadrilla de mantenimiento orientada por un plano de red, realizó un recorrido por la red de la central 2, en los armarios: 1, 2, 4 y 5. Se llenaron listas de verificación que incluyen observaciones y el estado de las condiciones técnicas en las que se encuentra la red secundaria de cada armario. Para las mediciones se utilizó un equipo especializado *Sidekick plus*, que permitió medir la distancia y localización de fallas en los medios de transmisión. Se desarrollaron pruebas en los cables desde cada armario y se detectaron los eventos que fueron intervenidos. Para ello, se realizaron pruebas de resistencia de aislamiento (Mega ohmios/Km): Resistencia entre los dos hilos de un par en bucle abierto y resistencia entre cada uno de los hilos del par y la pantalla del cable multipar. Los valores por debajo de 999 Mega ohmios/Km se consideraron bajos. Se detectaron valores de bajo aislamiento, utilizando el equipo se en modo TDR, y se realizaron pruebas de continuidad del cable para detectar cortocircuitos y circuitos abiertos. Una caída repentina en la resistencia o lecturas que alternan o cambian de una polaridad a otra se consideraron como signos de descomposición por corrosión galvánica (Greenlee, 2014).

De igual forma se llevó registro fotográfico y se consignaron las observaciones generales de las condiciones de la red, en cuanto a los riesgos que podrían provocar fallas en el servicio. En la figura 7, observamos un diagrama de Ishikawa para conocer las causas que generalmente provocan daños masivos en redes de cobre.

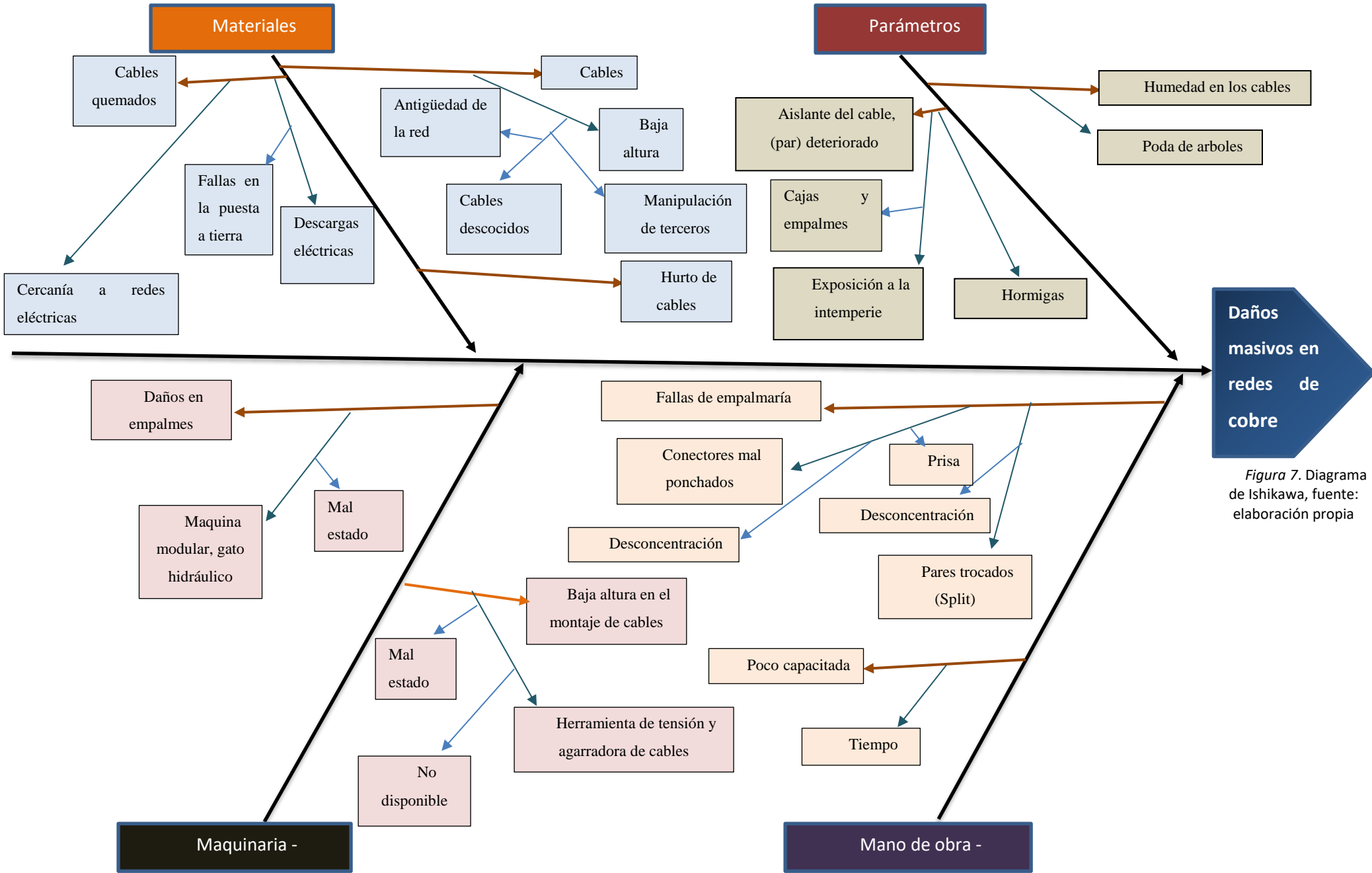


Figura 7. Diagrama de Ishikawa, fuente: elaboración propia

Desde 16 de agosto hasta 05 de noviembre del 2019, se han identificado luego de la programación de recorridos planteados en el proyecto, un total de 38 novedades (ver figura 8).

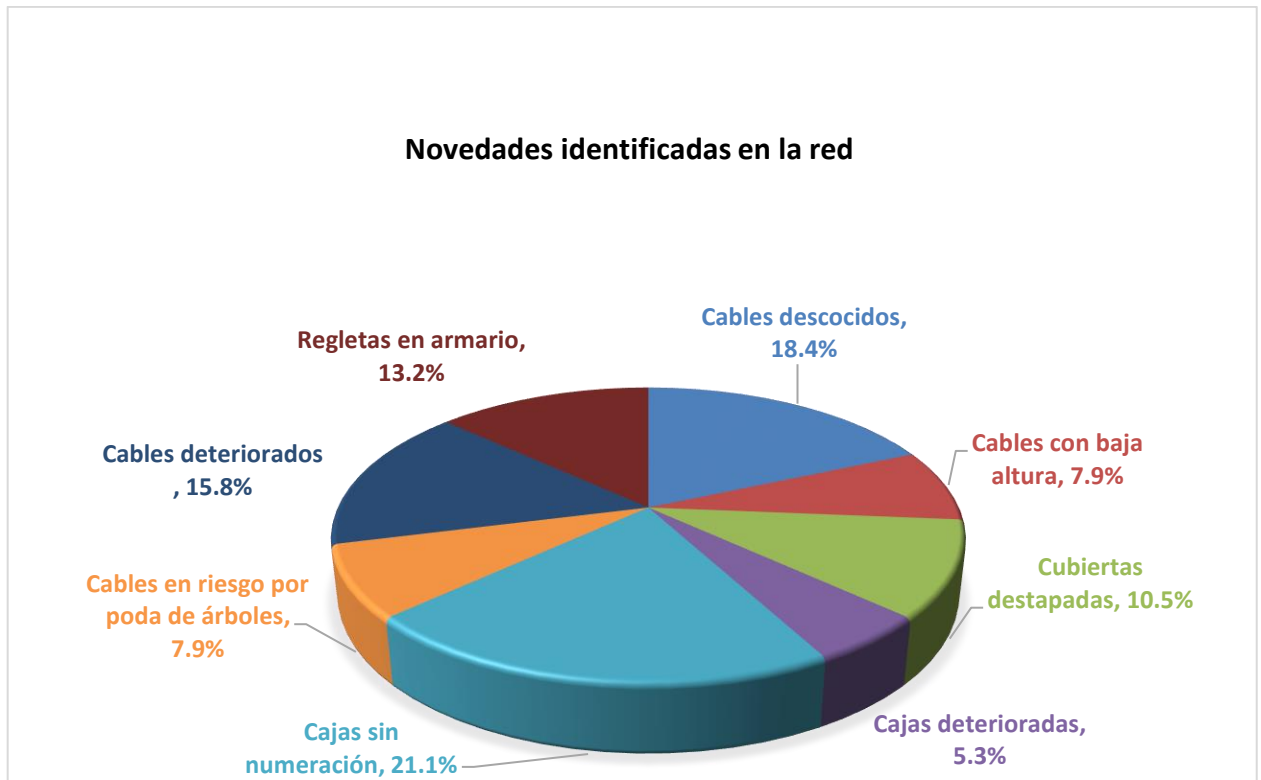


Figura 8. Novedades identificadas en la red, fuente: elaboración propia.

En los anexos 1 y 2 se aprecian algunas novedades mencionadas.

Posteriormente se midieron parámetros eléctricos en la central 2 armarios 5 caja 55, pues presentaba deterioro evidente en su estructura. Tal como se aprecia en la figura 9.

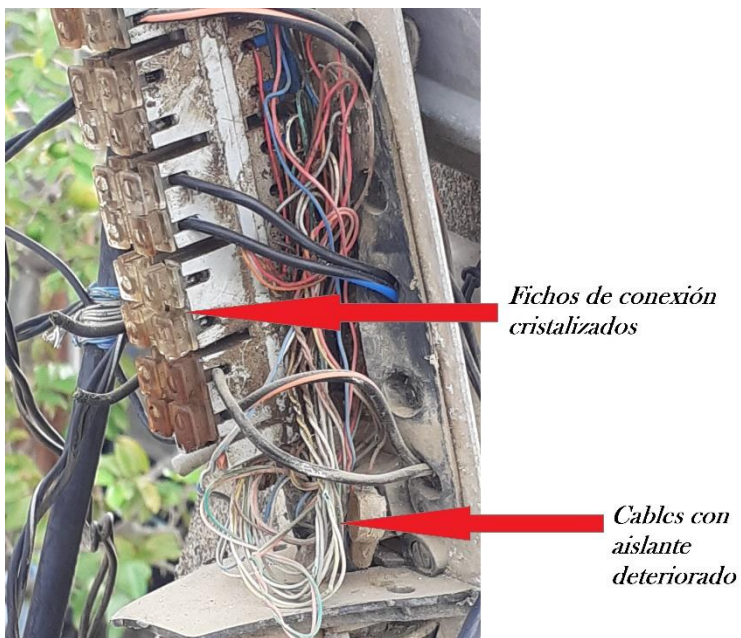


Figura 9. Caja 55 deteriorada, elaboración propia.

Luego se relacionaron mediciones a esta caja y se pudo determinar a través del equipo de medida sidekick plus, que cuatro de los pares mostraban bajo aislamiento como se aprecia en la figura 10.

| LISTA DE CHEQUEO RED SECUNDARIA. PARÁMETROS | | | | |
|---|---------------------|----------------------------------|------|--------|
| ARMARIO | | Central 2 Armario 5 | | |
| FECHA | | 19-10-19 | | |
| RESPONSABLE | | CUADRILLA DAÑOS MASIVOS MONTERIA | | |
| CAJA | PARÁMETROS | ESTADO | | VALOR |
| | | BUENO | MALO | |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | 252 MΩ |
| P=1 | CONTINUIDAD (m) | / | | 335 mt |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | 302 MΩ |
| P=2 | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| P=3 | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| P=4 | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | 150 MΩ |
| P=5 | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | 240 MΩ |
| P=6 | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| P=7 | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| P=8 | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| P=9 | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| S5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| P=10 | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | | |
| | CONTINUIDAD (m) | | | |
| | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | | |
| | CONTINUIDAD (m) | | | |
| | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | | |
| | CONTINUIDAD (m) | | | |
| | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | | |
| | CONTINUIDAD (m) | | | |

Medida de resistencia de aislamiento y continuidad, par 1, caja 55

Figura 10. Medidas eléctricas caja 55, elaboración propia.

Por otro lado, vemos en la figura 11 el valor de medición de la resistencia de aislamiento del par 1 de la caja 55.

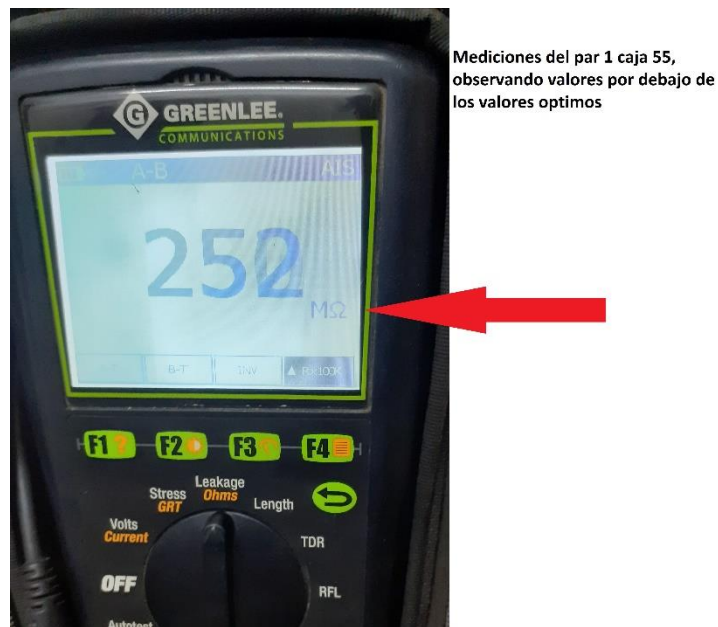


Figura 11. Mediciones eléctricas del par 1 caja 55, elaboración propia.

También observamos que las redes se encuentran en riesgo debido a que en su recorrido se encuentra en contacto con árboles, y a la hora de hacer la poda de los mismos ocasionan daños en su integridad, causando fallas en el servicio tal como se ilustra en la siguiente figura 12.



Figura 12. Cable en riesgo por poda, fuente: Elaboración propia.

Implementación del Mantenimiento Preventivo

Se concertó con el coordinador de disponibilidades el cronograma de mantenimiento preventivo (Gallego, 2015) a la red de la central 2, durante la segunda mitad del mes de agosto y hasta finalizar septiembre de 2019. Dicho cronograma especificó: fecha, hora, dirección, armario, caja, descripción de la intervención, materiales y responsables. Así mismo, se adjuntó una planilla con las evidencias y las variables eléctricas medidas.

Las actividades de mantenimiento preventivo que se llevaron a cabo son:

- Espacio de concientización en el que se expusieron recomendaciones a las personas que tengan en el frente de sus viviendas árboles, por donde pase la red, para que entiendan que las malas prácticas a la hora de realizar podas perjudican a toda una comunidad en el servicio de telecomunicaciones.
- Se realizaron los cables que estén en riesgo de ser reventados por su baja altura, además los cables que estaban descocidos se fijaron por el cable

mensajero

- Se reemplazaron los cables que den las medidas de parámetros por debajo de lo requerido, además de los que de manera visible se vean en malas condiciones.
- Se organizaron las cubiertas de empalmes que no estaban selladas
- Se reemplazaron las regletas en los armarios que estén en malas condiciones.

Para dar cumplimiento a la implementación de actividades de mantenimiento preventivo, se realizó la intervención.

Como vemos en la figura 13, se cambió el cable de 10 pares, el cual evidenciaba humedad y oxidación en el extremo descubierto. además, la caja de abonados mostraba deterioro evidente, lo cual causaba fallas.

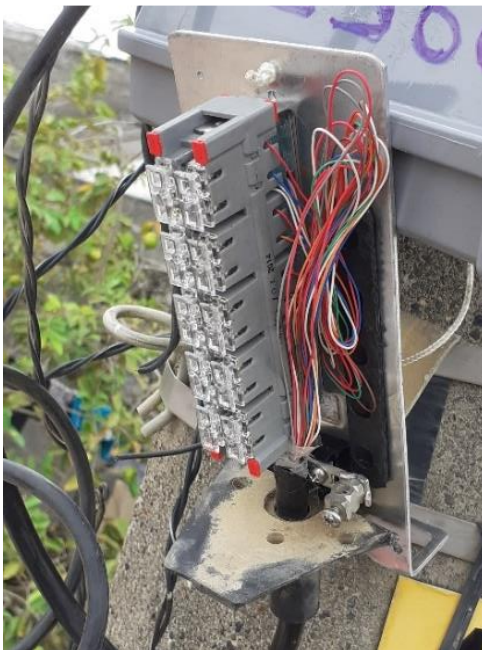


Figura 13. Cambio de caja de dispersión, fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura observamos una medición en el armario a la caja intervenida, arrojando ya, las medidas deseables, que permitan garantizar el buen flujo de la señal.



Figura 14. Lectura típica de resistencia de aislamiento, fuente: elaboración propia.

En la figura 15, observamos la rotulación de la caja 65, la cual se encontraba sin su numeración, causando confusión en los técnicos y pérdida de tiempo.



Figura 15. Marcación de caja de abonado, fuente: elaboración propia.

Evaluación y Seguimiento

Antes de implementar el presente proyecto, se realizó un análisis de los daños reportados a las redes intervenidas. Como se aprecia en la tabla 1, se reportaron 15 daños, en los que prevalecen los cables y cajas deterioradas.

Tabla 1. Daños anteproyecto, fuente: elaboración propia.

| Marzo a agosto de 2019 | | | |
|------------------------|---------|---------|----------------------|
| Mes | Armario | Caja | Descripción de daños |
| Marzo | 4 | 46 y 8 | Caja deteriorada |
| | 1 | 1 a 20 | Robo |
| | 1 | 51 a 70 | Robo |
| | 6 | 1 a 7 | Cable deteriorado |
| | 1 | 70 | Caja deteriorada |
| Abril | 2 | 41 | Cable deteriorado |
| | 3 | 76 | Cable deteriorado |
| | 1 | 71 a 73 | Cable deteriorado |
| | 3 | 61 a 80 | Cable deteriorado |
| Mayo | 1 | 66 y 67 | Cable deteriorado |
| | 6 | 29 | Caja deteriorada |
| Junio | 2 | 50 | Caja deteriorada |
| | 3 | 21 a 25 | Cable deteriorado |

| | | | |
|--------|---|----------------------|-----------------|
| Julio | 4 | 6, 15, 21 y 22 | Cable reventado |
| Agosto | 4 | 46 a 49 y 61 a 64 | Cable reventado |

Luego de realizar las 38 intervenciones en la central 2, explicadas en la sección de observación y medición se estudiaron los reportes de daños masivos, se hicieron recorridos para analizar y observar el estado actual de las redes intervenidas y de esta manera evaluar el efecto que han tenido las actividades de mantenimiento preventivo. Los reportes de daños reflejan una notable disminución (ver tabla Y), ya que, como se explicó anteriormente, en un periodo de 6 meses previos a las intervenciones, se presentaron 15 eventos en la central 2, mientras que desde septiembre de 2019 hasta mayo de 2020 (9 meses) se han presentado 4 eventualidades. Vemos una mitigación de daños de 73,4 %

Tabla 2. Daños reportados durante el proyecto, fuente: elaboración propia.

| Septiembre de 2019 a mayo de 2020 | | | |
|-----------------------------------|---------|---------|----------------------|
| Mes | Armario | Caja | Descripción de daños |
| Octubre de 2019 | 1 | 1 a 20 | Robo |
| | 5 | 55 | Caja deteriorada |
| Abril de 2020 | 6 | 71 a 75 | Cable deteriorado |
| | 1 | 71 a 73 | Robo |

Modelo de Mantenimiento Preventivo

Para ilustrar el modelo de mantenimiento preventivo, de una forma sencilla y concisa, se presenta el siguiente esquema.

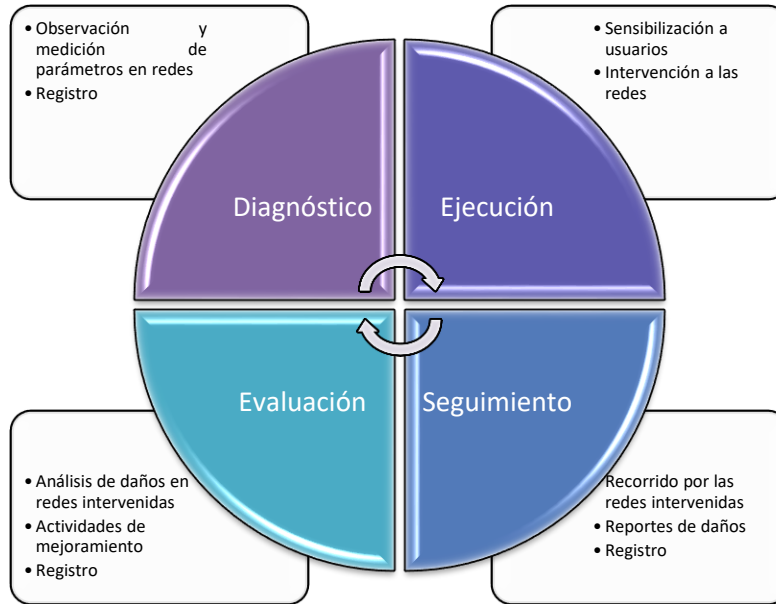


Figura 16. Modelo mantenimiento preventivo, fuente: elaboración propia.

Discusión de Resultados

En el presente proyecto se pueden confirmar los resultados de Navas (2018), la frecuencia de los problemas que generan averías en los servicios de telecomunicaciones es causada por la falta de un correcto mantenimiento preventivo, debido a que existen redes obsoletas. Las redes intervenidas tienen en su mayoría 18 años de uso, por lo que están expuestas a múltiples factores que inciden en su integridad.

Por otro lado, considerando las recomendaciones de Maldonado (2010), que sugiere algunas actividades de mantenimiento preventivo, como mediciones eléctricas, inspección de las instalaciones, entre otras, se pudieron obtener datos que permitieron encontrar averías que podían generar daños, sino se tomaban acciones inmediatas. De acuerdo con López (2014), se utilizaron sistemas TDR para identificar y localizar los defectos en cables metálicos, ya que estos son necesarios para el mantenimiento de líneas de

telecomunicaciones. Según carrera (2017) las condiciones técnicas de aislamiento deben ser de (>999 Mega ohmios) para proporcionar una buena transmisión de datos, dando como resultado un servicio favorable. En el presente proyecto, se pudieron garantizar las condiciones de aislamiento en los cables intervenidos. Así mismo, se atendió lo sugerido por López (2014), en cuanto a la medición de la continuidad de la señal. Este parámetro permitió visualizar todos los eventos en la trayectoria del cable desde el armario hasta la caja de abonados. Morales (2009) indica que los datos obtenidos se almacenen en registros manuales y electrónicos, para generar información estadística e histórica de los elementos y materiales de la red y la planta. De esta manera se pudo recolectar y analizar toda la información obtenida en el proyecto. Por último, Garrido (2010), resalta la importancia del mantenimiento preventivo como herramienta que ayuda a mantener un nivel de servicio óptimo en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Así mismo, sugiere que la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo trae beneficios económicos que justifican su presencia en la industria. Es una inversión de dinero que capitaliza la regularidad, continuidad y seguridad operativa de la planta por disminución del lucro cesante del bien productivo, del costo de las reparaciones y del costo de la mano de obra requerida. Los resultados del presente trabajo concuerdan con lo expresado por Garrido (2010), pues se pudo comprobar la importancia del mantenimiento preventivo y sus beneficios para la empresa y los clientes, adicionándole el ahorro de tiempo en la realización de los trabajos y minimizando la carga laboral de los empleados.

Por todo lo anterior podemos decir que los resultados son satisfactorios ya que en las áreas intervenidas se presentaron 4 daños, posteriores a las intervenciones. Lo que se ve reflejado en un porcentaje de mitigación de eventos de un 73,4 %, por lo anterior ver que

este indicador nos muestra la eficiencia de la implementación del modelo de mantenimiento preventivo en las redes de planta externa.

Conclusiones

- ✓ Con el desarrollo de este proyecto se evidencia la importancia y beneficios que conlleva el prestar un buen servicio a todos los usuarios de la central intervenida.
- ✓ También podemos resaltar que la aplicación del proyecto en campo, las personas involucradas en él lograron entender la importancia del mantenimiento preventivo en las redes de planta externa, ya que manifiestan que, con esta, se disminuye la carga laboral, pues con actividades tan sencillas como coser un cable suelto, el cual puede demorar entre 10 y 15 minutos de trabajo, se evita trabajar en muchas ocasiones un día entero reemplazando un cable reventado.
- ✓ Con este proyecto logramos un óptimo servicio, mitigando las fallas frecuentes en las redes, además, de generar una rentabilidad a la compañía y un bienestar para todos los usuarios de esta central.
- ✓ A manera personal este proyecto me ha servido por que despierta el espíritu investigador y me da las herramientas para seguir trabajando en otros proyectos sea cual sea el tema o área para investigar, conozco las herramientas para hacerlo y convertirme en un gran profesional.
- ✓ Finalmente, se concluye que el modelo de mantenimiento preventivo permite la mitigación de daños masivos, y el mejoramiento general de las redes.

Recomendaciones

- ✓ Como recomendaciones podemos decir que está la de darle más prioridad al mantenimiento preventivo en las redes, ya que logramos disminuir el impacto negativo que trae para los clientes, la parte operativa y la imagen de la empresa.
- ✓ También es importante crear por lo menos una cuadrilla de operarios, con todas las herramientas necesarias para que realicen estas labores, muchas pueden parecer simples, pero que pueden generar - sino se atacan - grandes daños.
- ✓ Si bien el personal que trabaja en esta área es muy especializado, considero importante, que le den capacitaciones constantes, ya que esta área de la tecnología está en constante evolución, y al ser más competentes los empleados por supuesto serán más eficientes.

Lista de referencias

Carrera, L. (2017). ANÁLISIS TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPTV EN LA RED DE ACCESO DE BANDA ANCHA DE CNT EP DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7329>

DECRETO N° 1900. Presidencia de la república, Bogotá, D.C., 19 de Agosto de 1990. Recuperado de: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3568_documento.pdf

Decreto N° 2870. Presidencia de la república, Bogotá.D.C., 31 de julio de 2007. Recuperado de: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3593_documento.pdf

EISENHARDT, Kathleen M. Building theories from case study re-search. En: Academy of management review, 1989, vol. 14, no 4, p. 532-550

Energía Integral Andina. Recuperado de: <https://www.energiaintegralandina.com/servicios-eiasa/outsourcing.html>

Finaltex, (2010), fluke networks. [Figura]. Recuperado de: https://www.google.com/search?q=FLUKE+MIKRO+TELEFONO&tbm=isch&ved=2ahUKEwiqvJ26hv3nAhVDtlkKHcubD30Q2-cCegQIABAA&oq=FLUKE+MIKRO+TELEFONO&gs_l=img.3...64672.71019..71408...0.0..0.410.3510.0j5j8j1j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i67j0j0i30.r-uQx-0E3BI&ei=BaVdXuqlH8Ps5gLLt77oBw&bih=730&biw=1517

Gallego, J. (2015). FPB - Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=qt_SCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=ma

[ntenimiento+preventivo+redes+telecomunicaciones&ots=go8zRQR2IB&sig=L2S3qPaG-PJPP_NSYXAA610Mgyg#v=onepage&q=mantenimiento&f=false](https://www.google.com/search?q=Equipo+de+pruebas+sidekick+plus+(Greenlee,+2016)&hl=es-419&sxsrf=ALeKk03XAUk318N4jULL49BMu9aDjNZUA:1583194769759&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi4gfKOhP3nAhXNJt8KHbVKDioQ_AUoAXoECAw&biw=1517&bih=730#imgrc=zPW36JmnQNajbM)

Greenlee, (2016). Greenlee 1155-5001 SideKick Plus Kit: Amazon.com.mx: Herramientas .. [Figura]. Recuperado de: [https://www.google.com/search?q=Equipo+de+pruebas+sidekick+plus+\(Greenlee,+2016\)&hl=es-419&sxsrf=ALeKk03XAUk318N4jULL49BMu9aDjNZUA:1583194769759&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi4gfKOhP3nAhXNJt8KHbVKDioQ_AUoAXoECAw&biw=1517&bih=730#imgrc=zPW36JmnQNajbM](https://www.google.com/search?q=Equipo+de+pruebas+sidekick+plus+(Greenlee,+2016)&hl=es-419&sxsrf=ALeKk03XAUk318N4jULL49BMu9aDjNZUA:1583194769759&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi4gfKOhP3nAhXNJt8KHbVKDioQ_AUoAXoECAw&biw=1517&bih=730#imgrc=zPW36JmnQNajbM)

Greenlee, (2014). Manual de instrucciones. Recuperado de: <https://greenlee-cdn.ebizcdn.com/media/52065268REV03.pdf>

Hernández, Fernández y baptista (2014). Metodología de la investigación, sexta edición. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Insuasti, J. (2009). LEVANTAMIENTO CATASTRAL DE PLANTA EXTERNA DE ANDINATEL S.A. AGENCIA NAPO Y ORELLANA CENTRAL TENA, RUTA TENA. Recuperado de: [f https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/306](https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/306)

Isacc, R., & Porras, M., (2009). DISEÑO, CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA EXTERNA TELEFONICA, LA ÚLTIMA MILLA. Recuperado de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_375ad05c5c0c4326e6832dd8fd65d298

Leon,L., Mielles,C., Rodriguez , A.,Macas,R., & Rodriguez, A. (2010). ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE PLANTA EXTERNA

UTILIZANDO UNA MÁQUINA EMPALMADORA DE MODULOS DE 25 PARES.

Recuperado: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/8558>

Lopez, C., & Estrella, J., (2014). “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALARMA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CENTRAL TELEFÓNICA LOCAL (UNACH) Y CABLES MULTIPAR DE COBRE”. Recuperado de: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/640>

Loyos, N. (2008). Diseño de la red tecnologica mediante la plataforma AU5000 para un sector de Cumbayá en el DMQ. Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2177?mode=full>

Ley N° 80. Santafe de Bogotá, D.C., 28 octubre de 1993. Recuperado de: https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85593_archivo_pdf4.pdf

Ley N° 142. Diario Oficial N° 41.433. Año CXXX. Bogotá, D.C., lunes 11 de julio de 1994. Recuperado de: https://www.defensoria.gov.co/public/Normograma%202013_html/Normas/Ley_142_1994.pdf

Ley N° 555. Diario Oficial. N° 43883 de la república de Colombia, Bogotá, D.C., 7 de febrero de 2000. Recuperado de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=76174>

Navas, J. (2018). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo rediseñando redes de planta externa en CNT en la zonagyq8 sector Mapasingue. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28301/1/TESIS%20NAVAS%20VACACELA%20ok.pdf>

Mejía, T. (2019). ¿Qué son la Población y la Muestra de una Investigación ?. Recuperado de:

<https://www.lifeder.com/poblacion-muestra/>

Pcel, (2019). Generador de tonos para identificar cables. [Figura]. Recuperado de:

<https://pcel.com/STEREN-HER-250-Generador-de-tonos-para-identificar-cables-pollo-83693>

Quintero, A. (2014). Software de gestión para monitoreo de red de cobre “ZEPPELINK”.

Recuperado de:

https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/1150/SOFTWARE_GESTI%C3%93N_MONITOREO_RED_COBRE_%E2%80%9CZEPPELINK%E2%80%9D.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramírez, M. (2011). Consideraciones técnicas de redes de planta externa de cobre para implementación de servicios ADSL. Recuperado de:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0293_EO.pdf

Román, S. (2009). PROPUESTA DE MEJORA EN EL SERVICIO DE REPARACIÓN DE LA RED SECUNDARIA DE LÍNEAS TELEFÓNICAS DEL ÁREA METROPOLITANA, EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2122_IN.pdf



Sousa, V Y col, (2007). REVISIÓN DE DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN RESALTANTES PARA ENFERMERÍA. PARTE 1: DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA. Recuperado de: https://www.scielo.br/pdf/rlae/v15n3/es_v15n3a22.pdf


Viveros, P. Y col, (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Recuperado de: https://www.ingeniare.cl/index.php?option=com_ingeniare&view=va&aid=280&vid=75&lang=es


Yépez, W. (2011). Análisis y rediseño de redes de planta externa, en función de las normas y procedimientos de mantenimiento preventivo en la corporación nacional de telecomunicaciones, en la central Pascuales. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4085>



Anexos

Anexo 1. Listas de chequeo y observaciones

| LISTA DE CHEQUEO RED SECUNDARIA. OBSERVACIONES | |
|--|---|
| CENTRAL - ARMARIO | Central 2 Armario 5 - 18 |
| FECHA | 25- 09 - 19 |
| RESPONSABLE | CUADRILLA DAÑOS MASIVOS MONTERÍA |
| DIRECCIÓN | Calle 7 - 21 |
| OBSERVACIONES | |
| <p>Se cambió caja 55, los cables estaban descolorizados y sulfatados.</p> <p>Se utilizaron los siguientes materiales en la actividad:</p> <p>1 caja terminal, 20 conectores UY, 3mt de cable de 10 pares.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p><i>Fichos de conexión corrosionados</i></p> <p><i>Cables con aislante deteriorado</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> | |

| LISTA DE CHEQUEO RED SECUNDARIA. OBSERVACIONES | |
|---|---|
| CENTRAL - ARMARIO | Central 2 Armario 5 - 01 |
| FECHA | 16 - 08 - 19 |
| RESPONSABLE | CUADRILLA DAÑOS MASIVOS MONTERÍA |
| DIRECCIÓN | Calle 16 - 12 |
| OBSERVACIONES | |
| Se marcó caja 65, con numeración poco visible. | |
|  | |

| LISTA DE CHEQUEO RED SECUNDARIA. OBSERVACIONES | |
|---|---|
| CENTRAL - ARMARIO | Central 2 Armario 5 - 12 |
| FECHA | 09 - 09 - 19 |
| RESPONSABLE | CUADRILLA DAÑOS MASIVOS MONTERÍA |
| DIRECCIÓN | Calle 16 - 12 |
| OBSERVACIONES | |
| <p>Se cambió cable de caja 65, en malas condiciones, pues lo mostraba en corto.</p> <p>Se utilizaron los siguientes materiales:</p> <p>3mt de cable de 10 pares, 20 conectores UY.</p> | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> | |

| LISTA DE CHEQUEO RED SECUNDARIA. OBSERVACIONES | |
|--|---|
| CENTRAL - ARMARIO | Central 2 Armario 5 - 010 |
| FECHA | 02 - 09 - 19 |
| RESPONSABLE | CUADRILLA DAÑOS MASIVOS MONTERÍA |
| DIRECCIÓN | Calle 16 – 12 |
| OBSERVACIONES | |
| <p>Concientización a la ciudadanía para la poda de árboles en las residencias por donde pasan los cables de la red. Explicándoles sobre la importancia de los cables y el impacto negativo que generan los daños a los mismos.</p> | |
|   | |

Anexo 2. Listas de chequeo medida de parámetros.

| LISTA DE CHEQUEO RED SECUNDARIA. PARÁMETROS | | | | |
|--|---------------------|---|-------------|--------------|
| CENTRAL - ARMARIO | | CENTRAL 2 ARMARIO 5 | | |
| FECHA | | 08 – 09 -19 - 12 | | |
| RESPONSABLE | | CUADRILLA DAÑOS MASIVOS MONTERÍA | | |
| CAJA | PARÁMETROS | ESTADO | | |
| 65 | | BUENO | MALO | VALOR |
| PAR 1 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | < 10 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | | X | 90 mt |
| PAR 2 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | >300 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | | X | 90 mt |
| PAR 8 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | >999 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 90 mt |
| PAR 10 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | >150 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | | X | 90 mt |

| LISTA DE CHEQUEO RED SECUNDARIA. PARÁMETROS | | | | |
|--|---------------------|---|------|-----------|
| CENTRAL - ARMARIO | | CENTRAL 2 ARMARIO 5 | | |
| FECHA | | 24 – 09 - 19 - 18 | | |
| RESPONSABLE | | CUADRILLA DAÑOS MASIVOS MONTERÍA | | |
| CAJA | PARÁMETROS | ESTADO | | |
| | | BUENO | MALO | VALOR |
| 55 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | 252 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| PAR 1 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | 300 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| PAR 2 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | 999 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| PAR 3 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| PAR 4 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| PAR 5 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | 150 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |

| | | | | |
|-----------|---------------------|---|---|-----------|
| PAR 6 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | | X | 240 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| PAR 7 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| PAR 8 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| PAR 9 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |
| PAR 10 | AISLAMIENTO (MΩ/km) | X | | 999 MΩ |
| | CONTINUIDAD (m) | X | | 335 mt |