

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO- MECÁNICA**

TEMA:

“Estudio para la implementación de Reconectores mediante Aplicación de la Ley de Pareto para determinar el 20 % de las causas que generan el 80% de las fallas en el servicio eléctrico desde el km 5 hasta el km 24 en vía a la costa en Guayaquil, en media tensión de las redes de Distribución”

AUTOR:

Díaz Jordán, Jefferson Ricardo

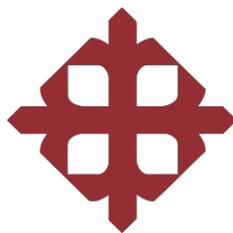
**Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de
INGENIERO EN ELÉCTRICO-MECÁNICO
CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Suárez Murillo, Efraín Oswaldo

Guayaquil - Ecuador

2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO
DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **DÍAZ JORDÁN JEFFERSON RICARDO**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniería en Eléctrico – Mecánica**.

TUTOR

f. _____
ING. SUÁREZ MURILLO, EFRAÍN OSWALDO, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO. MSc.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO
DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO – MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Díaz Jordán, Jefferson Ricardo

DECLARO QUE:

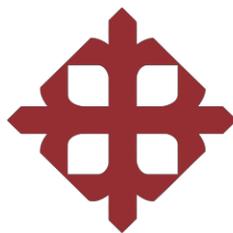
El trabajo de Titulación, **Estudio para la implementación de Reconectores mediante Aplicación de la Ley de Pareto para determinar el 20 % de las causas que generan el 80% de las fallas en el servicio eléctrico desde el km 5 hasta el km 24 en vía a la costa en Guayaquil, en media tensión de las redes de Distribución**, previo a la obtención del Título de **Ingeniería en Eléctrico—Mecánica**, ha sido desarrollada respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías.

Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del trabajo de Titulación referido.

EL AUTOR

DÍAZ JÓRDAN, JEFFERSON RICARDO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO
DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO—MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Díaz Jordán, Jefferson Ricardo

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Estudio para la implementación de Reconectores mediante Aplicación de la Ley de Pareto para determinar el 20 % de las causas que generan el 80% de las fallas en el servicio eléctrico desde el km 5 hasta el km 24 en vía a la costa en Guayaquil, en media tensión de las redes de Distribución**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

EL AUTOR:

DÍAZ JORDÁN, JEFFERSON RICARDO

Contenido

CAPÍTULO 1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1 Introducción	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Planteamiento o situación problemática	3
1.3.1. Posibles causas	3
1.4. Formulación del problema de investigación	3
1.5. Justificación y alcance del tema de investigación.....	3
1.6. Objetivo Principal	4
1.7. Objetivos específicos	4
1.8. Tipo de investigación	4
1.9. Metodología	5
CAPÍTULO 2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1 Conceptos generales de electricidad	6
2.1.1 Voltaje.....	6
2.1.2 Resistencia eléctrica	6
2.1.3 Corriente eléctrica.....	6
2.1.4 Intensidad Eléctrica.....	6
2.1.5 Ley de Ohm.....	6
2.1.6 Impedancia	6
2.1.7 Conductancia.....	6
2.1.8 Capacitancia	6
2.1.9 Efecto Corona	7
2.1.10 Efecto Joule.....	7
2.1.11 Niveles de Voltaje.....	7
2.1.12 Sistema de distribución	7
2.1.13 Subestación eléctrica.....	8
2.1.14 Cinco Reglas de Oro	9
2.2. Ley de Pareto	9
2.2.1 Como Aplicar Ley de Pareto.....	10
2.3. Reconectores	11
2.3.1. Funcionamiento de los reconectores	11
2.3.2. Componentes de un reconector	12
2.3.3. Tipos de reconectores.....	13
2.3.3.1 Reconector JOSLYN 15 – 27 Kv.....	13
2.3.3.2 Reconector WHIPP BOURNE W&B 15 – 27 Kv.....	13

2.3.3.3	Reconectador NULEC 15 – 27 Kv	14
2.3.3.4	Reconectador Noja 15 – 27 Kv	14
2.3.3.5	Reconectador OVR contenido	15
2.4.	Fallas eléctricas	16
2.4.1.	Tipos de fallas	16
2.4.1.1.	Fallas simétricas.....	16
2.4.1.2.	Fallas asimétricas	16
CAPÍTULO 3.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN		17
3.1	Ubicación de las Subestaciones objeto de estudio	17
3.2	Datos estadísticos CNEL EP 2018.....	20
3.2.1.	Daños de líneas atendidas del 1 de enero al 31 de diciembre del 2018	20
3.2.2.	Daños de líneas primario aéreo MT.	22
3.2.3.	Daños de líneas primarios - subterráneos.....	26
3.2.4.	Daños de líneas secundarios – aéreos	28
3.2.5.	Daños de líneas secundario – subterráneo	30
3.2.6.	Daños de transformadores.....	32
3.2.7.	Transformadores cambiados	34
3.2.8.	Daños de líneas – postes	36
3.2.9.	Maniobras o trabajos programados	38
3.2.10.	Quejas de líneas por sector.....	40
3.2.11.	Cajetines en mal estado por sector	41
3.2.12.	Cortes de ramas en primario y secundario por sector	43
3.2.13.	Cambio de postes por sector	45
3.2.14.	Resumen de daños de líneas atendidos	46
3.3.	Aplicación de la Ley de Pareto	49
3.3.1	Alimentadoras	49
3.3.2	Operaciones de alimentadoras datos anuales	49
3.3.3.	Solución y Resultado	50
3.3.3.1.	Proceso de Ley de Pareto	51
CAPÍTULO 4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		54
4.1	Conclusiones	54
4.2	Recomendaciones	55
REFERENCIAS BILIOGRAFICAS		56
ANEXOS		57

Índice de ilustraciones

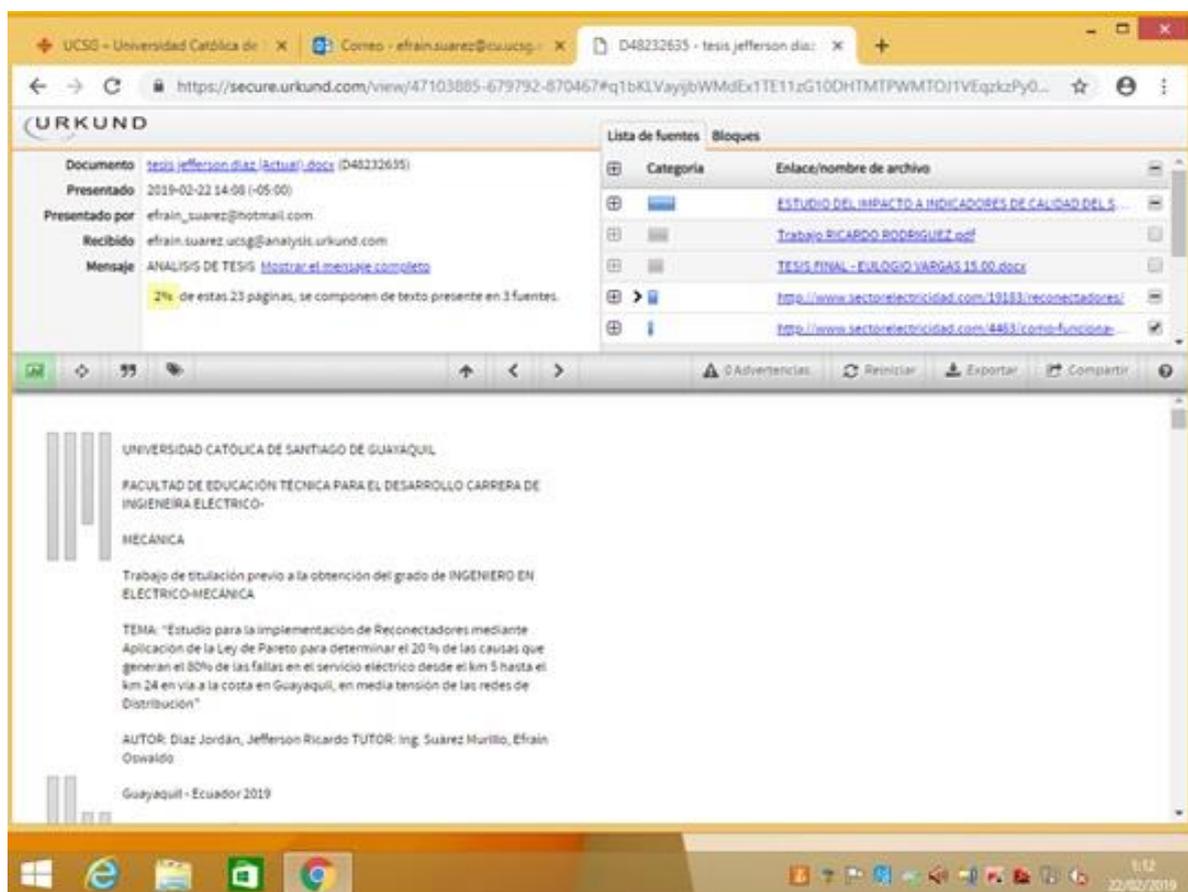
Ilustración 1 Efecto Corona.....	7
Ilustración 2 Subestación Eléctrica.....	8
Ilustración 3 Representación de Ley de Pareto.....	9
Ilustración 4 Grafico explícito de la ley de Pareto.....	10
Ilustración 5 Reconectador.....	12
Ilustración 6 Reconectador Joslyn.....	13
Ilustración 7 Reconectador Whipp Bourne.....	13
Ilustración 8 Reconectador Nulec.....	14
Ilustración 9 Reconectador Noja.....	14
Ilustración 10 Reconectador ABB, OVR.....	15
Ilustración 11 Reconectador en poste ABB, OVR.....	15
Ilustración 12 Falla de 3 fases y tierra.....	16
Ilustración 13 Falla de 3 fases.....	16
Ilustración 14 Fallas asimétricas.....	17
Ilustración 15 Subestación Belo Horizonte.....	17
Ilustración 16 Diagrama unifilar S/E Belo Horizonte.....	18
Ilustración 17 Subestación Cerro Blanco.....	18
Ilustración 18 Diagrama unifilar S/E Cerro Blanco.....	19
Ilustración 19 Subestación Chongón.....	19
Ilustración 20 Diagrama unifilar S/E Chongón.....	20
Ilustración 21 Quejas atendidas de daños 2018.....	20
Ilustración 22 Daños de líneas anual 2018.....	21
Ilustración 23 Quejas atendidas de daños de líneas por tipo de red.....	22
Ilustración 24 Daños de líneas - primario aéreo.....	24
Ilustración 25 Daños de líneas - primario aéreo.....	24
Ilustración 26 Daños de líneas primarios – subterráneos.....	27
Ilustración 27 Daños de líneas - Primario subterráneo.....	27
Ilustración 28 Quejas de líneas - secundario aéreo.....	29
Ilustración 29 Daños de líneas - secundario aéreo.....	29
Ilustración 30 Daños de líneas - secundario subterráneo.....	31
Ilustración 31 Daños de líneas - Secundarios subterráneos.....	31
Ilustración 32 Daños de transformadores.....	33
Ilustración 33 Daños de líneas – transformadores.....	33
Ilustración 34 Transformadores Retirados 2018.....	34
Ilustración 35 Transformadores instalados ene-dic 2018.....	35
Ilustración 36 Daños de líneas – postes.....	37
Ilustración 37 Daños de líneas – poste.....	37
Ilustración 38 Daños de líneas – maniobras.....	39
Ilustración 39 Maniobras.....	39
Ilustración 40 Daños de líneas – sectores.....	40
Ilustración 41 Cajetines mal estado sectores.....	41
Ilustración 42 Cajetines mal estado sector – mes.....	42
Ilustración 43 Total Cajetin mal estado – mes.....	43
Ilustración 44 Cortes de ramas primarios por sectores.....	44
Ilustración 45 Cortes de ramas secundarios por sectores.....	44

Ilustración 46 Cambio de postes por sectores	45
Ilustración 47 Cambio de postes sectores	45
Ilustración 48 Quejas Atendidas	48
Ilustración 49 Análisis de fallas la ley de Pareto del 2018	51
Ilustración 50 Datos de causas de operaciones de alimentadora.....	52

Índice de tablas

Tabla 1 Niveles de voltaje.....	7
Tabla 2 Componentes de un Reconectador.....	12
Tabla 3 Daños de líneas tipo red.....	21
Tabla 4 Causas de daños en red primario	22
Tabla 5 Causas de años en primario aéreo.....	24
Tabla 6 Causas de años de red	26
Tabla 7 Daños en primarios Subterráneo	26
Tabla 8 Causas de red aérea.....	28
Tabla 9 Daños en red secundaria	28
Tabla 10 Causas de red subterránea secundaria.....	30
Tabla 11 Daños en el año de red secundaria.....	30
Tabla 12 Causas de transformadores en red.....	32
Tabla 13 Daños de transformadores anuales.....	32
Tabla 14 Transformadores instalados en el 2018.....	35
Tabla 15 Causa de poste en red.....	36
Tabla 16 Reparación de postes anuales.....	36
Tabla 17 Maniobras en red	38
Tabla 18 Maniobras anuales	38
Tabla 19 Número de quejas por sector.....	40
Tabla 20 Cajetines en mal estado sectorizados	41
Tabla 21 Cajetines daños datos anuales	42
Tabla 22 Corte de ramificaciones en red secundaria y primaria.....	43
Tabla 23 Cambios de postes por sector.....	45
Tabla 24 Resumen general de daños.....	46
Tabla 25 Nombre de las alimentadoras de las subestaciones.....	49
Tabla 26 Numero de operaciones por alimentadora	50
Tabla 27 Tabla de Ley de Pareto	51
Tabla 28 Causas de operaciones año 2018.....	52

REPORTE URKUND



The screenshot displays the URKUND web interface. The top navigation bar includes the URKUND logo and a 'Lista de fuentes' (List of sources) section. The main content area is divided into two columns. The left column contains document metadata: 'Documento: tesis.jefferson.diaz (Actual).docx (D48232635)', 'Presentado: 2019-02-22 14:08 (-05:00)', 'Presentado por: efrain_suarez@hotmail.com', 'Recibido: efrain.suarez.ucsg@analisis.orkund.com', and 'Mensaje: ANALISIS DE TESIS. Mostrar el mensaje como objeto'. Below this, a yellow box indicates '2% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.' The right column, titled 'Lista de fuentes', contains a table with columns for 'Categoría' and 'Enlace/nombre de archivo'. The table lists three sources: 'ESTUDIO DEL IMPACTO A INDICADORES DE CALIDAD DEL S...', 'Trabajo RICARDO RODRIGUEZ.pdf', and 'TESIS FINAL - EULOGIO VARGAS 18.00.docx'. Below the table, there are two links: 'http://www.sectorelectricidad.com/18183/reconectores/' and 'http://www.sectorelectricidad.com/4453/como-funciona...'. The bottom section of the interface shows the document's header information: 'UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL', 'FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICO-MECÁNICA', 'Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO EN ELECTRICO-MECÁNICA', 'TEMA: "Estudio para la implementación de Reconectores mediante Aplicación de la Ley de Pareto para determinar el 20 % de las causas que generan el 80% de las fallas en el servicio eléctrico desde el km 5 hasta el km 24 en vía a la costa en Guayaquil, en media tensión de las redes de Distribución"', 'AUTOR: Díaz Jordán, Jefferson Ricardo TUTOR: Ing. Suárez Murillo, Efraín Oswaldo', and 'Guayaquil - Ecuador 2019'.

Reporte Urkund del trabajo de titulación de Ingeniería en Eléctrico - Mecánica denominado:

“Estudio para la implementación de Reconectores mediante Aplicación de la Ley de Pareto para determinar el 20 % de las causas que generan el 80% de las fallas en el servicio eléctrico desde el km 5 hasta el km 24 en vía a la costa en Guayaquil, en media tensión de las redes de Distribución” del estudiante Jefferson Ricardo, Díaz Jordán.

Atentamente.

**Ing. Suárez Murillo, Efraín Oswaldo
DOCENTE TUTOR**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta aquí, por ser quien guía cada paso que doy y darme las fuerzas, sabiduría y humildad para seguir adelante.

A la universidad Católica Santiago de Guayaquil, y a los maestros por transmitir sus conocimientos, por sus consejos y enseñanza.

A mis padres por apoyarme en las decisiones que he tomado, siendo mis mayores mentores en la vida.

A mi esposa por estar a mi lado en mis metas y proyectos, estando conmigo en los momentos más difíciles de mi vida.

Jefferson Díaz Jordán

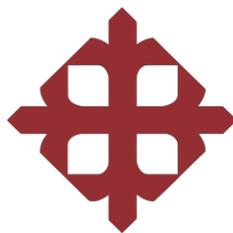
DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por su amor y fidelidad, y por permitirme seguir adelante

A mi familia por su apoyo incondicional y cariño, mis padres, mis tíos y familiares.

A mi esposa por su paciencia y amor, por mostrarme que en la vida no existen límites, tan solo los que uno se impone.

A mis amigos que me han sabido aconsejar para poder tomar decisiones correctas y mostrarme el apoyo incondicional.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO
DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
**ING. Heras Sánchez, Miguel Armando MSc.
DIRECTOR**

f. _____
**ING. Philco Asqui, Luis Orlando MSc.
COORDINADOR DE TITULACIÓN**

f. _____
**ING. Quezada Calle, Edgar Raúl MSc.
OPONENTE**

RESUMEN

El siguiente estudio se realizará con el fin de que a futuro la empresa eléctrica CNEL Unidad de Negocios Guayaquil pueda brindar una eficiente distribución de energía en media tensión a los usuarios de vía a la costa, ubicada al noroeste de la ciudad de Guayaquil. Mediante un estudio estadístico también se pretende reducir los diferentes tipos de fallas que existen por las operaciones de alimentadoras en años anteriores, tratando de identificar los puntos críticos para poder determinar las posibles soluciones. Creando encuestas y datos estadísticos es posible determinar lugares específicos mediante una tabla de la Ley de Pareto del 80-20 %, el cual va ayudar, a tomar soluciones en lugares estratégicos para obtener un resultado más puntual. En el trayecto de vía a la costa existen tres subestaciones, en cada sub estación hay un operador que determina mediante alarmas instaladas cualquier falla producida, las mismas que son reportadas a la Central de SCADA, la cual genera acciones a ejecutar y posibles pruebas dependiendo de tipo de falla localizada del lugar, para poder instalar en puntos estratégicos reconectores que van a ayudar a tener una eficiente calidad de energía, en donde se pretende reducir el tiempo de repuesta de atención para la reparación y determinación de fallas, algunas de ellas en ciertas circunstancias podrían ser de compleja solución, y en casos especiales puede posponer días en la reparación ya que podría no existir disponibilidad de materiales o condiciones climáticas que afecten a las redes de distribución. Con reconectores se espera solucionar impactos drásticos en la red de distribución, que afecten el flujo de energía a su destino. La selección del tipo de reconector se determinará en base a las pruebas en vacío, calidad, tiempo de repuesta y seguridad que me proveerá al instalarlo.

ABSTRACT

This study will be carried out in order that in the future the electric company CNEL Guayaquil Business Unit can provide an efficient distribution of medium voltage energy to road users to the coast, located northwest of the city of Guayaquil. By means of a statistical study, it is also intended to reduce the different types of failures that exist in feeder operations in previous years, trying to identify the critical points in order to determine the possible solutions. By creating surveys and statistical data it is possible to determine specific places through a Pareto Law table of 80-20%, which will help, to take solutions in strategic locations to obtain a more timely result. There are three substations in the path to the coast, in each substation there is an operator that determines by installed alarms any failure produced, the same ones that are reported to the SCADA Central, which generates actions to be executed and possible tests depending on type of localized fault of the place, to be able to install in strategic points recloses that are going to help to have an efficient quality of energy, where it is tried to reduce the time of response of attention for the repair and determination of failures, some of them in certain circumstances could be of complex solution, and in special cases can postpone days in the repair since there could be no availability of materials or climatic conditions that affect the distribution networks. With recloses it's expected to solve drastic impacts in the distribution network, which affect the flow of energy to its destination. Selection of the reclose type will be determined based on the vacuum, quality, response time and security tests that will be provided when installing it.

CAPÍTULO 1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La red de distribución de energía eléctrica es una parte del proceso del suministro eléctrico, es generada desde la subestación de distribución que es maniobrada por un operador de subestación, hasta los usuarios en media y baja tensión, este sistema se lo lleva acabo de la misma forma en gran parte del mundo ya que es estudio de la energía eléctrica debe de ser de manera global para poder ser entendido en diferentes formas.

El flujo de energía eléctrica en el Ecuador se ha establecido de una manera auto sustentable, porque uno de los principales indicadores es que depende de sus propias hidroeléctricas y termoeléctricas, que generan el 98% de flujo eléctrico a nivel nacional (ARCONEL.2018), por el motivo de la demanda se está exportando energía a Colombia y una pequeña parte a Perú.

El suministro de energía entregado por la Cnel. Unidad de Negocios Guayaquil, a los usuarios debería ser el más eficiente, ya que se encuentra estudiado por la ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de Electricidad), en modo de calificación a nivel nacional de todas las empresas eléctricas de comercialización en diferentes ítems de control, en atención al cliente, en control de pérdidas de energías, reparación de daños y control de cortes de energías prolongados.

Guayaquil, es una ciudad que está creciendo muy rápido, siendo así que cada año se generan ventas de ciudadelas, las cuales son usuarios que requieren el suministro eléctrico porque deben realizar estudios de energía, en los sectores con mayor creciente de viviendas, para poder tomar medidas respectivas en reforzar las líneas de Distribución en las subestaciones.

1.2. Antecedentes

La empresa eléctrica Cnel. Unidad de Negocios Guayaquil, fue creada el 17 de septiembre de 2014, en absorción de la Empresa Pública de Guayaquil EP, teniendo diversos nombres como empresa eléctrica y su origen fue en 1925 como empresa eléctrica EMELEC por una empresa estadounidense, como generación a vapor en las

calles General Gómez y Eloy Alfaro junto a la ría, en donde llegaban los barcos con los bunker para la generación de energía eléctrica.

1.3. Planteamiento o situación problemática

En Guayaquil los niveles de fallas eléctricas en media tensión son muy comunes y consecuentes, los tipos de fallas las cuales son dos: Simétricos y Asimétricos, son muy variables en las líneas de distribución de media tensión por ser de fácil contacto en la ciudad y vulnerables a las personas. Los principales afectados son las empresas y usuarios de gran demanda, que paralizan su producción hasta ser determinado el problema y solucionado.

1.3.1. Posibles causas

- Crecimiento de la demanda en el servicio eléctrico
- Postes chocados
- Árboles cercanos a las líneas de media tensión
- Descargas de rayos
- Animales en las líneas de media tensión
- Aisladores en mal estado

1.4. Formulación del problema de investigación

Haciendo un análisis de la situación del problema y las posibles causas que la afectan, se ha asignado la primera causa, la cual sería una variable dependiente y el problema de la investigación es:

¿Cómo afecta las operaciones de alimentadoras en media tensión a las industrias y viviendas en ciudadelas de la vía a la costa, por cortes de energías ocasionados por daños hasta ser determinado la causa y su reparación?

1.5. Justificación y alcance del tema de investigación

El tema de investigación responde a la necesidad de mejorar la calidad de energía para el 2020 entregada a los usuarios de vía a la costa, el cual es un sector muy vulnerable por los frecuentes cortes de energía por daños ocasionados ya que su ubicación es de mayor demanda por la población tan extensa.

Los principales beneficiados serán los usuarios e industrias que se encuentran situados en el sector ya que en ciertos casos no cuentan con otro tipo de alimentación de energías alternas para la alimentación de los mismos.

Generar una mayor eficacia de entrega de energía para obtener un mayor incremento de calidad, que es notificado y calificado por el ARCONEL (Agencia de Regulación y control de Electricidad) ya que cada año es comparado con otras empresas de distribución del país.

Crear conciencia en el impacto ambiental, generando nuevas medidas de alimentación para afectar el problema ocasionado con los animales que habitan en el medio, para evitar consecuencias fatales.

El estudio se basa en estándares de seguridad y de calidad, por el motivo de la instalación, pruebas y reparación, las cuales deben de ser estrictos para no ocasionar algún daño o alguna lesión en algún trabajador de la empresa de distribución.

1.6.Objetivo Principal

Determinar donde se generan los puntos críticos de fallas y operaciones a nivel de media tensión, para recomendar la instalación de un sistema de detección de fallas mediante reconectores.

1.7.Objetivos específicos

- 1) Levantar información de posibles daños detectados.
- 2) Determinar los principales puntos críticos.
- 3) Determinar el tipo de reconector a instalar.

1.8.Tipo de investigación

El tipo de investigación a utilizar en este trabajo, será descriptiva, con método cuantitativo realizado mediante estudios de campo, consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. (Moguel, 2005); Para lo cual estudiaremos las fallas de un sector de la ciudad de Guayaquil. Para generar mediante un estudio técnico una posible

solución en lugares estratégicos y críticos, llevando a generar una implementación para evitar daños. En base al estudio realizado mediante la ley de Pareto, también se lograra determinar el tipo de reconectador a instalar, índices de calidad y la seguridad de instalación de los equipos.

1.9. Metodología

La metodología es la ciencia cuya especialidad son las orientaciones racionales que requerimos para resolver problemas nuevos, el modelo utilizado para esta investigación es el cuantitativo mediante estadísticas de las quejas reportadas a la central de atención al cliente de la empresa CNEL EP., cuyo datos reales nos ayudaran a determinar mediante el diagrama de Pareto las causas más relevantes de los daños en niveles de media tensión en vía a la costa desde el km4 hasta el km24. Esta metodología se enfoca en la recolección de datos y tabulación para el análisis y planteamiento de posibles soluciones. (Olabuenaga, 2012)

CAPÍTULO 2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Conceptos generales de electricidad

2.1.1 Voltaje

Valor de la fuerza electromotriz o de diferencia de potencial. Se expresa con símbolo V y se mide en voltios (Barrio, 2004)

2.1.2 Resistencia eléctrica

Propiedad que tienen algunos cuerpos para obstaculizar el paso de la corriente eléctrica a través de un conductor (Orrego, 2008)

2.1.3 Corriente eléctrica

Flujo de electrones a través de un conductor a lo largo de un circuito (DAWES, 1981)

2.1.4 Intensidad Eléctrica

Numero de electrones que pasan por unidad de tiempo por la sección transversal de un conductor (Nutsch, 2000)

2.1.5 Ley de Ohm

Formula que establece la relación inversa entre la corriente y la resistencia (Gonzales, 2002)

$$V = I * R$$

2.1.6 Impedancia

Relación que existe entre el valor de la tensión eficaz que se le aplica a un circuito y la corriente que lo atraviesa

2.1.7 Conductancia

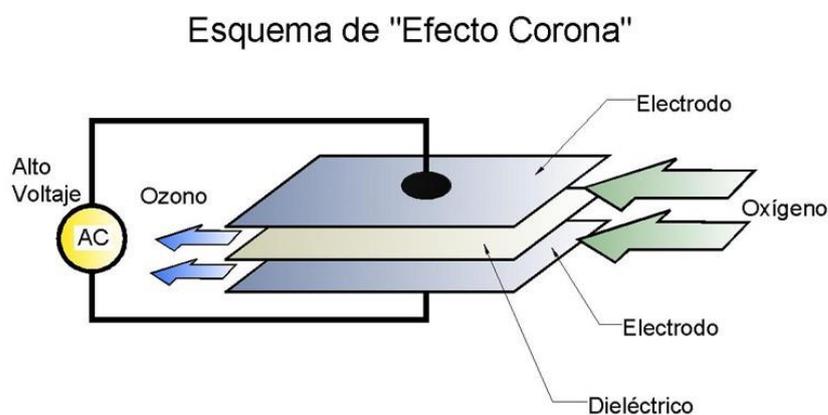
Facilidad del material para conducir la corriente

2.1.8 Capacitancia

Capacidad de un circuito para recoger y almacenar energía en forma de carga eléctrica. Se mide en faradios $C = \frac{Q}{\Delta V}$

2.1.9 Efecto Corona

Ionización del fluido eléctrico de un conductor energizado



*Ilustración 1 Efecto Corona
Fuente: Cotecno*

2.1.10 Efecto Joule

Calentamiento que experimenta un material conductor al ser atravesado por la corriente eléctrica.

2.1.11 Niveles de Voltaje

Tabla 1 Niveles de voltaje

Bajo Voltaje	Voltaje menor o igual a 0.6 KV
Medio Voltaje	Voltaje mayor a 0,6 y menor igual a 40 KV
Alto voltaje grupo 1	Voltaje mayor a 40 y menor igual a 138 KV
Alto voltaje grupo 2	Voltaje mayor a 138 KV

Fuente: ARCONEL

2.1.12 Sistema de distribución

Comprende las líneas de subtransmisión, las subestaciones de distribución, alimentadores primarios, los transformadores de distribución, las redes secundarias, las acometidas, el equipo de compensación, protección, maniobra, medición, control y comunicaciones, utilizados para la prestación de servicios de distribución de energía eléctrica (ARCONEL, 2017)

2.1.13 Subestación eléctrica

La subestación eléctrica es utilizada a nivel de medio y alto voltaje para la distribución de energía para usuarios de media tensión (13.8/7.6 Kv) y baja tensión (120/240 V), se compone de lo siguiente:

- Transformador reductor de poder de 69Kv a 13.8Kv
- Aislador de suspensión
- Pararrayos
- Aislador tipo columna
- Cuchillas seccionadoras
- Interruptor de potencia
- Poste
- Aislador de espiga
- Reguladores de voltaje
- Interruptores de distribución

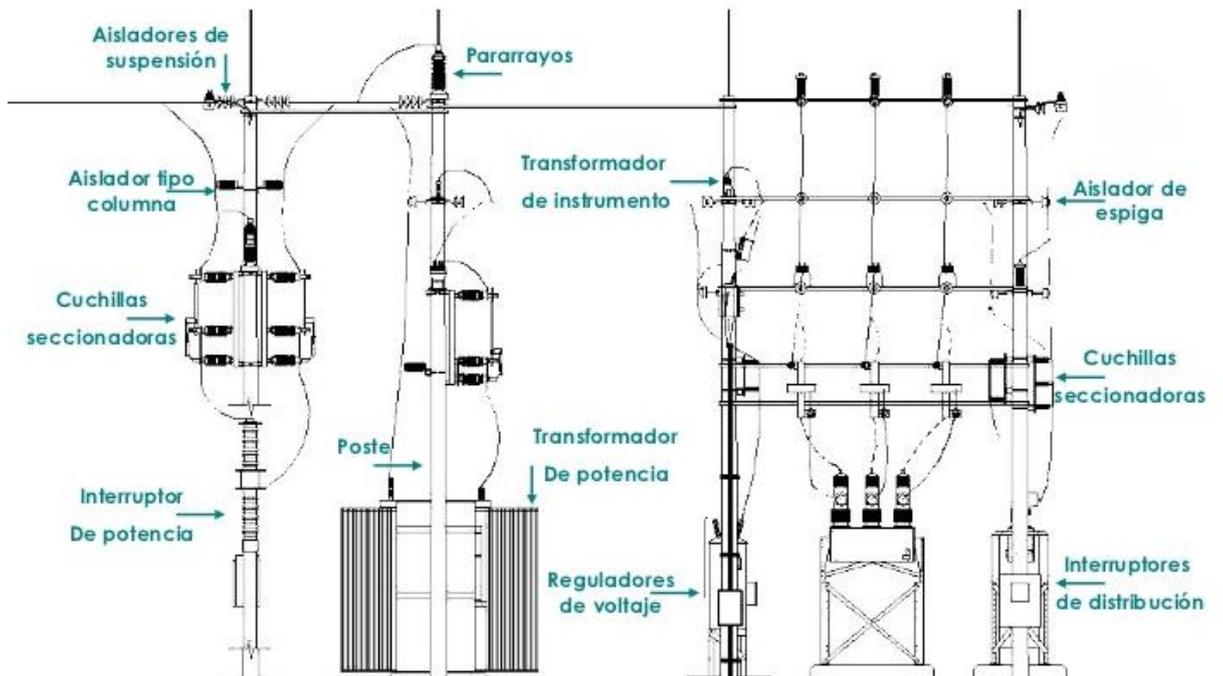


Ilustración 2 Subestación Eléctrica
Fuente: Paredes

2.1.14 Cinco Reglas de Oro

Antes de comenzar un trabajo eléctrico, se deben tomar en cuentas estas reglas:

- Abrir.- corte de energía
- Bloquear.- enclavamiento o bloqueo
- Verificar.- confirmar ausencia de energía
- Aterrar.- Puesta a tierra
- Delimitar.- señalización del lugar de trabajo

2.2. Ley de Pareto

También llamada la ley del 80/20, es un método cuantitativo que permite comparar ordenadamente los factores que contribuyen a un efecto.

El principio de Pareto muestra que el 20% de las causas originan el 80 % de los efectos. (Universo Formulas , 2019)

Para realizar el análisis estadístico; se ordenan las frecuencias (número de veces que ocurre un evento) en forma descendente, luego se determina el peso porcentual de cada una, y por consiguiente se calcula la frecuencia acumulada; finalmente se realiza el grafico.

El objetivo de utilizar la ley de Pareto es para determinar el 20% de las fallas, que se producen en un sector determinado de la ciudad de Guayaquil, vía a la costa desde el Km 5 al 24.

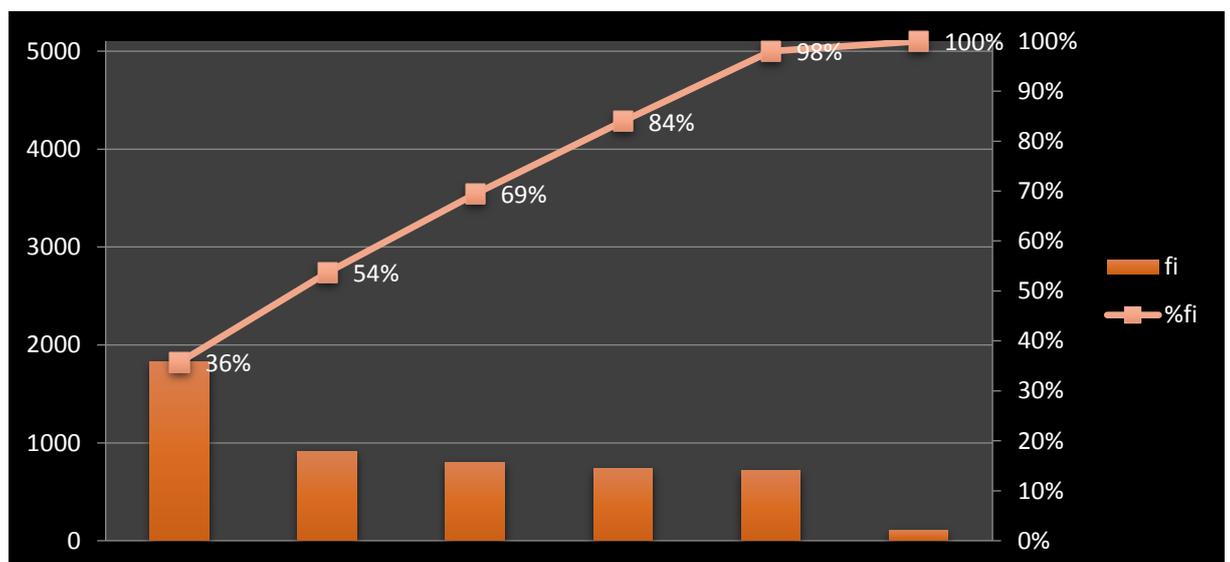


Ilustración 3 Representación de Ley de Pareto

Fuente: Autor

2.2.1 Como Aplicar Ley de Pareto

Realizar análisis mediante la ley de Pareto mediante cuadros estadísticos, entregados por el departamento del control de SCADA de la empresa eléctrica CNEL.

El análisis se lo realiza con el fin de determinar el sector más vulnerable de Guayaquil, mediante el resultado estadístico anual que hay en los fallos del sistema debido al número de quejas y determinación de los sectores que se encuentran en la misma como se muestra en el ejemplo a continuación.

CAUSA	FRECUENCIA	ACUMULADO	% ANUAL	% ACUMULADO
ACOMETIDA	10922	10922	33,64%	33,64%
LINEA	8220	19142	24,10%	57,74%
MEDIDOR	6296	25438	19,15%	76,89%
TRANSFORMADOR	3267	28705	10,47%	87,36%
OTROS	1839	30544	5,28%	92,64%
ALIMENTADORA	1795	32339	5,43%	98,07%
POSTE	695	33034	1,93%	100,00%

Ilustración 4 Grafico explícito de la ley de Pareto
Fuente: Repositorio de la UPS

Causa.- Es el punto a determinar en base al estudio estadístico y encuestado para identificar las diferentes causas.

Frecuencia.- Es el número de veces que ocurre la acción de falla, de datos específicos de días, meses o años acumulados.

Acumulado.- Es la sumatoria acumulada del total anterior con el actual.

$$\text{Acumulado} = \#frecuencia\ anterior + \#frecuencia\ atual$$

Porcentaje anual.- Es el promedio, en porcentaje total de la frecuencia actual

$$\%anual = \frac{\#frecuencia \times 100}{\#total\ de\ la\ frecuencia}$$

Porcentaje acumulado.- Es el promedio, n porcentaje total del Acumulado actual

$$\%acumulado = \frac{\#acumulado\ actual \times 100}{\#total\ de\ acumulado}$$

2.3. Reconectores

Es un dispositivo automático de interrupción de la carga eléctrica con posibilidad de cierre automático ajustable, monitoreo y operación telemandada. También es capaz de detectar una sobrecorriente, interrumpirla y reconectar automáticamente para reenergizar la línea. (electricidad, Sector electricidad , 2019)

2.3.1. Funcionamiento de los reconectores

El reconector consta de un gabinete de control que se puede estandarizar como un equipo de control a distancia; cuando el capacitor detecta un impulso de corriente, se cierra mediante una selenoide que atrae la placa para cerrar los interruptores mediante barras impulsoras de las cuales está compuesta. (electricidad, Sector electricidad, 2019)

La apertura se logra mediante el pulso del capacitor que va a través de la bobina de apertura. El pulso produce que la armadura gire y crea una apertura de enganche.

La flexibilidad permite que ocurra el movimiento de los contactos y los bushings aislantes, que sirven para aislar el tanque de los conductores.

Los bushings generan el aislamiento necesario para el soporte de los sensores de tensión encapsulados, de los transformadores de corriente. El mismo que cumple DIN 47636-630. Están compuestos por material polímero que sostiene los 3 metros de cable, aluminio de 185 mm² para 400 Amp.

Esto permite tener un reconector compacto para que a su vez se pueda conectar un sistema aislado o desnudo, a elección. Produce que el equipo se encuentre libre de fallas provocadas por aves u otras especies silvestres.

El reconector necesita una alimentación auxiliar de 120/240 V para alimentar el gabinete de control, el cual se conecta mediante un cable en la parte inferior del reconector.

Consta de un indicador de contacto (abierto y cerrado) de modo fiable, que pueda ser visible para el operador que maniobra con las herramientas adecuadas. Se puede bloquear con las bobinas de cierre desde el panel.

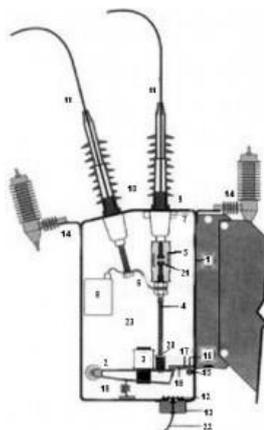


Ilustración 5 Reanector
Fuente: Sector electricidad

2.3.2. Componentes de un reanector

Tabla 2 Componentes de un Reanector

01. Tanque	Soporte acerado con aislamiento, protege de factores externos
02. Placa del mecanismo	Indica si es posible maniobrar o desbloquear el reanector
03. Solenoide de cierre	Válvula controlada por energía eléctrica, para el cierre
04. Barra impulsora de contacto	Es la que mediante el pulso de la solenoide, libera la fuerza mecánica
05. Interruptor de vacío	Funciona como rompecarga
06. Conexión flexible	Conductores ajustables y flexibles
07. Bushings aislantes de EPDM/Goma siliconada	Aisladores con terminación de punta 15Kv internas
08. Transformador de tensión (opcional)	Se utiliza en caso de no tener otra fuente de conexión
09. Bushings aislantes según normas DIN 47 636-630	Aislantes de cerámico con puntas exteriores, sirven de soporte
10. Transformador de corriente	Reduce la corriente para evitar pérdidas, y un mejor control
11. Cables protegidos	Conductores reforzados para cualquier tipo de eventos de cortocircuitos
12. Solenoide de apertura	Válvula controlada por energía eléctrica, para la apertura
13. Módulo de entrada del cable de comunicación (SCEM)	Sirve para controlar mediante SCADA, remoto
14. Soporte para la instalación de los descargadores	Soporte adjunto entre pararrayo y reanector
15. Entrada del cable de comunicación	Cable con tecnología Ethernet con conectores RJ45 para comunicación
16. Resorte de apertura	Ejerce fuerza de fricción para los contactos de apertura y cierre
17. Barra de apertura	Cuchillas de apertura automática
18. Enganche	Seguro de entramamiento del contacto
19. Resorte de contacto	Ejerce fuerza de fricción para obtener un buen contacto y evitar perdidas
20. Contactos	Sirven para unir conexiones de diferentes tipos entre un conductor u otro
21. Cable al gabinete de control	Conductores de alimentación para el funcionamiento

	de control
22. Armadura de la barra de apertura	Soporte para evitar el daño del equipo al momento de abrir manualmente
23. Gas de Hexafluoruro de azufre (SF6)	Aislante eléctrico, que puede apagar un arco de forma efectiva

Fuente: Sector electricidad

2.3.3. Tipos de reconectores

2.3.3.1 Reconector JOSLYN 15 – 27 Kv

Este tipo de reconector utiliza interruptores tripolares y vacíos como medio de extinción de arco eléctrico. Utiliza un aislante de nombre Joslyte, y un actuador magnético único para apertura y cierre. (Sector electricidad , 2019)



*Ilustración 6 Reconector Joslyn
Fuente: Sector electricidad*

2.3.3.2 Reconector WHIPP BOURNE W&B 15 – 27 Kv

Al igual que el Joslyn, este equipo utiliza interruptores tripolares y vacío como método de extinción de arcos. La diferencia que este utiliza aislante con Hexafluoruro de azufre (SF6), operado por un actuador magnético único para apertura y cierre



Ilustración 7 Reconector Whipp Bourne

Fuente: Sector electricidad

2.3.3.3 Reconectador NULEC 15 – 27 Kv

La serie U tiene interruptores de vacío contenidos en moldes epoxi, no necesita aislante de gas o aceite. Se opera mediante un actuador magnético que no depende de alimentación de energía. Este mecanismo tiene como base un tanque de acero inoxidable



*Ilustración 8 Reconectador Nulec
Fuente: Sector Electricidad*

2.3.3.4 Reconectador Noja 15 – 27 Kv

Posee un control microprocesado OSM que emplea interruptores de vacío dentro de un envoltorio de policarbonato, dentro de un tanque de acero inoxidable, que asegura el prolongamiento de tiempo de vida y productividad, mediante aislamiento completo .



Ilustración 9 Reconectador Noja

Fuente: Sector electricidad

2.3.3.5 Reconector OVR contenido

Unidad de alto voltaje, utiliza aislante HCEP, de disparo monofásico u control de lazo. Unidad de bajo voltaje & control PCD, tiene larga vida soporta más de 10.000 operaciones por corto circuito y alta corriente, el gabinete de control es de acero inoxidable tiene un nivel de señalización eficaz Retrofit (ABB, 2019)



CERRADO



ABIERTO



*Ilustración 10 Reconector ABB, OVR
Fuente: Retrofit*



*Ilustración 11 Reconector en poste ABB, OVR
Fuente: Autor*

2.4. Fallas eléctricas

Las fallas eléctricas son alteraciones que provocan fallas en el sistema eléctrico, que en ocasiones generan interrupciones en el suministro eléctrico. Suelen producir daños en sus instalaciones y accidentes fatales (quemaduras, electrocución, choques eléctricos).

2.4.1. Tipos de fallas

2.4.1.1. Fallas simétricas

Son las fallas de fácil localización, ya que son operaciones de daños trifásicos con corrientes elevadas. Pueden ser de dos tipos:

- Fallas de 3 fases
- Fallas de 3 fases y tierra

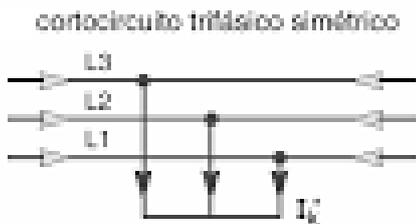


Ilustración 13 Falla de 3 fases
Fuente: Energía Ingenieros

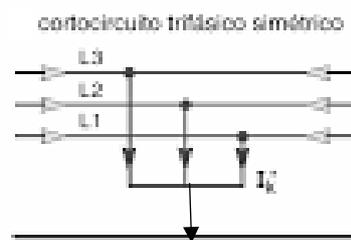


Ilustración 12 Falla de 3 fases y tierra
Fuente: Energía Ingenieros

2.4.1.2. Fallas asimétricas

Son fallas de difícil localización, tienen operaciones de bajo, media y alta corriente. Existen 3 tipos:

- Fallas de línea y tierra
- Fallas de línea y línea
- Fallas de líneas, línea y tierra

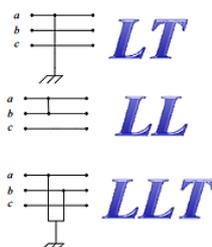


Ilustración 14 Fallas asimétricas
Fuente: Wix

CAPÍTULO 3.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Ubicación de las Subestaciones objeto de estudio

Para el análisis a realizar se han tomado como referencias 3 subestaciones ubicadas a lo largo de la vía a la Costa – Chongón.

La primera subestación de referencia, se llama Belo Horizonte ubicada en el Km 11.5 Vía a la Costa

Se compone de 4 alimentadoras, es de 18 a 24 MVA



Ilustración 15 Subestación Belo Horizonte
Fuente: Google maps

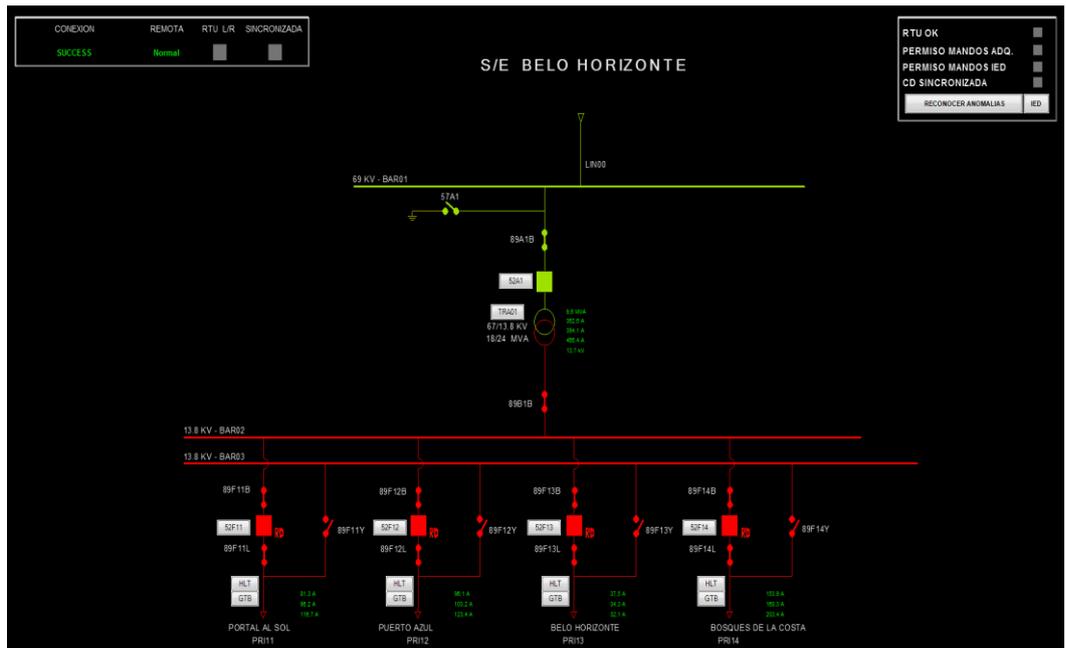


Ilustración 16 Diagrama unifilar S/E Belo Horizonte

Fuente: CNEL EP

La segunda subestación de referencia, se llama Cerro Blanco ubicada en el Km 17.5 Vía a la Costa

Se compone de 4 alimentadoras, es de 18 a 24 MVA



Ilustración 17 Subestación Cerro Blanco

Fuente: Autor

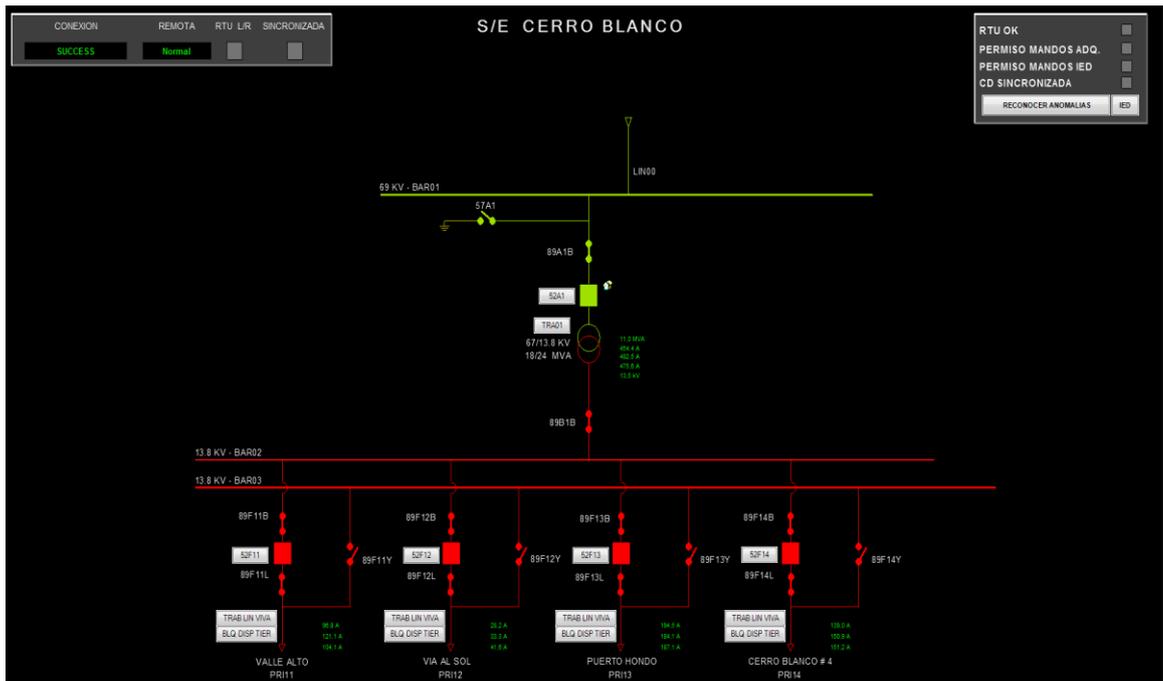


Ilustración 18 Diagrama unifilar S/E Cerro Blanco
Fuente: CNEL EP

La tercera subestación de referencia, se llama Chongón ubicada en el Km 24 Vía a la Costa, sector comuna Chongón.

Se compone de 3 alimentadoras, es de 18 a 24 MVA



Ilustración 19 Subestación Chongón
Fuente: Google Maps

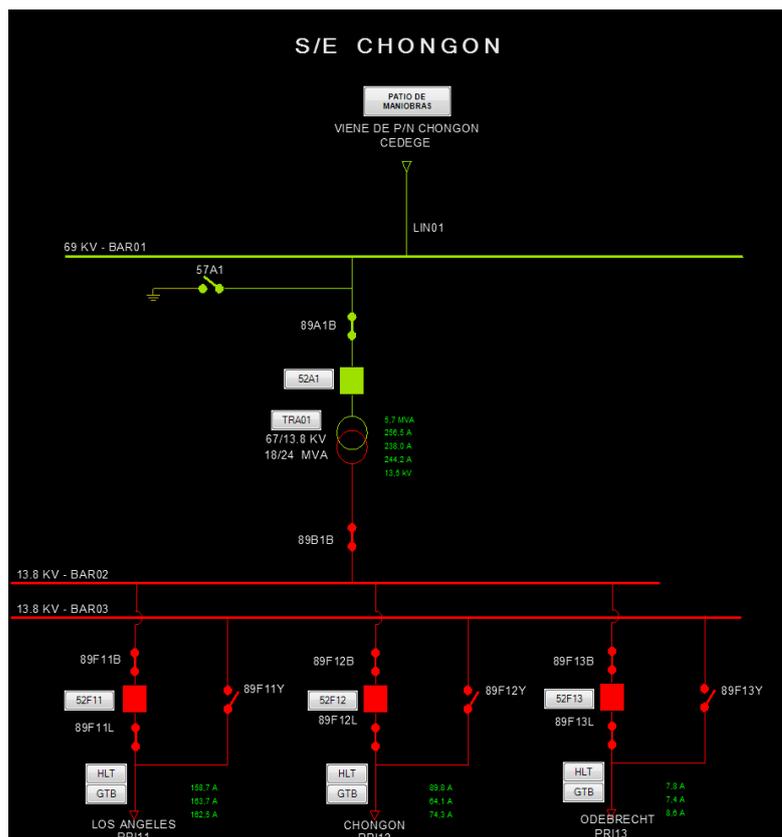


Ilustración 20 Diagrama unifilar S/E Chongón
Fuente: CNEL EP

3.2 Datos estadísticos CNEL EP 2018

3.2.1. Daños de líneas atendidas del 1 de enero al 31 de diciembre del 2018

En el siguiente gráfico se detalla los datos de quejas en daños de líneas clasificadas por mes con un total de **7340** de quejas atendidas, presentándose en su mayoría en los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril del 2018, donde la mayor cantidad de quejas se observa durante el mes de marzo del 2018 con 871 daños.



16

Ilustración 21 Quejas atendidas de daños 2018
Fuente: Autor

Los Daños de líneas (añadiendo las maniobras por trabajos programados) han sido clasificadas de acuerdo al tipo de Red como: Primario Aéreo, Primario Subterráneo, Secundario Aéreo, Secundario Subterráneo, Red 69 KV,

DAÑOS DE LÍNEAS TIPO DE RED	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PRIMARIO_AEREO	114	118	109	93	96	72	74	95	79	71	83	128
PRIMARIO_SUBTERRANEO	14	20	22	16	13	15	5	13	15	10	16	18
SECUNDARIO_AEREO	305	335	328	298	280	188	188	183	176	201	184	259
SECUNDARIO_SUBTERRANEO	61	66	86	44	52	56	47	46	60	51	47	63
TRANSFORMADORES	228	285	303	254	221	142	119	106	99	75	129	209
POSTE	9	15	12	6	9	16	14	10	11	11	7	14
MANIOBRA	6	7	10	1	7	15	14	10	9	10	14	7
RED_69KV	2	2	1	1	0	0	3	2	0	2	0	0
TOTAL	739	848	871	713	679	504	464	465	449	431	480	697

Transformadores, Poste, Maniobras.

Tabla 3 Daños de líneas tipo red

Fuente: Autor

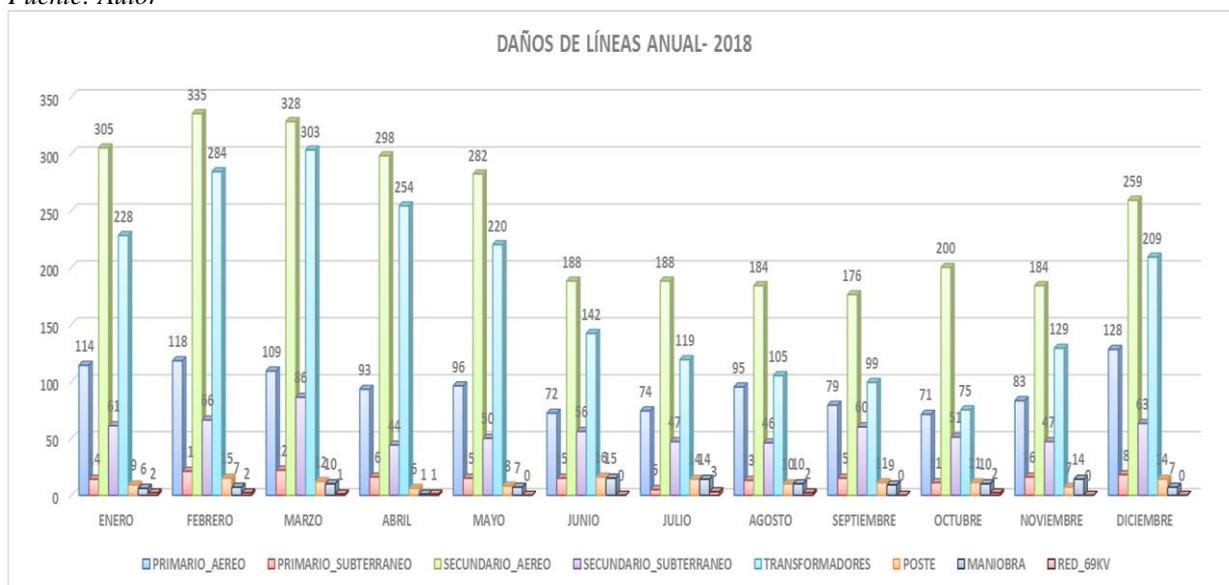


Ilustración 22 Daños de líneas anual 2018

Fuente: Autor

Del total de los Daños de Líneas atendidos según el tipo de Red, el 40% (2928 quejas) corresponden a daños en la Red Secundaria Aérea, el 30% (2167) quejas por daños en Transformadores, 15% (1130 quejas) por daños en la Red Primaria Aérea, el 9% (677) en daños en Red Secundaria Subterránea, y con un 2%

en las otras redes como la Red Primaria Subterránea, y Postes como se muestra en el siguiente gráfico.

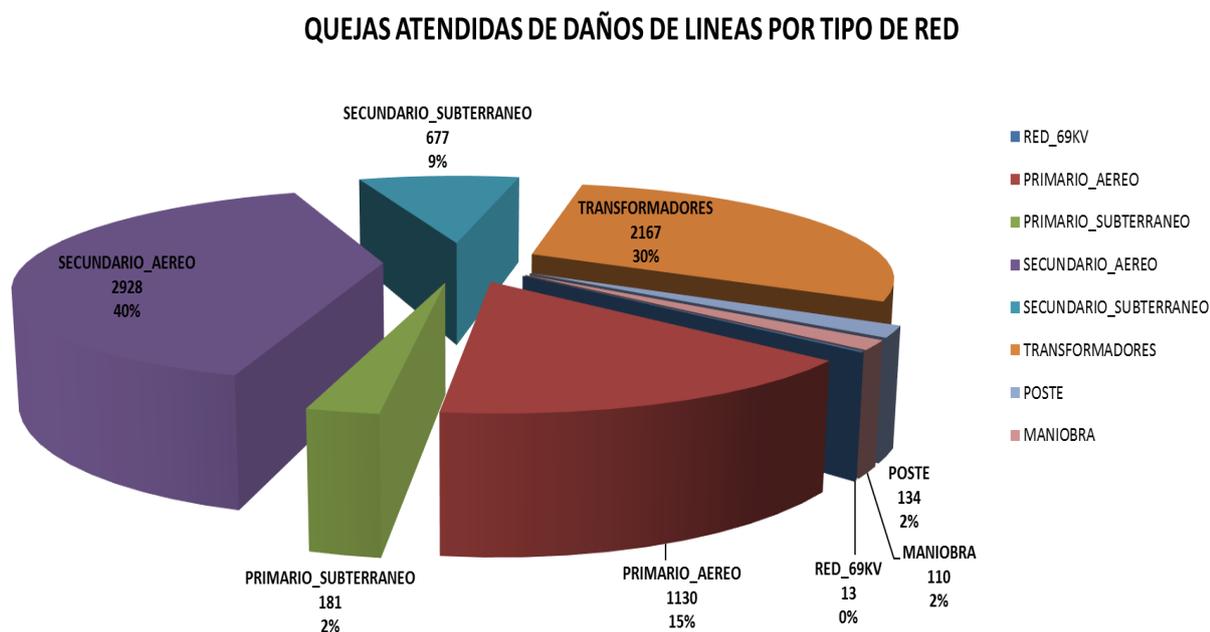


Ilustración 23 Quejas atendidas de daños de líneas por tipo de red
Fuente: Autor

3.2.2. Daños de líneas primario aéreo MT.

De los Daños de Líneas en la Red Primario Aéreo, se han atendido un total de **1130** casos que corresponden al **15%** del total de daños en todas las redes de líneas, los cuales se han clasificado de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4 Causas de daños en red primario

Causa en red primario aéreo	VALOR	PORCENTAJE (%)
Puente en mt arrancado	334	29%
Primario en mt arrancado	87	8%
Aislador en m/e (13.8 kv)	38	4%
Seccionador portafusible en m/e	199	18%
Pararrayo en m/e	34	3%
Corte ramas en primario	180	16%
Línea sobre cruceta o salida de aislador	17	2%
Reajustar conexiones(g l/v o punto rojo)	91	8%

Animal/objeto sobre línea o cruceta	32	3%
Terminaciones 15kv m/e (punta o codo)	36	3%
Capacitor en m/e	2	0%
Trip saver en m/e	2	0%
Switch en m/e (13.8 kv)	1	0%
Cable 15kv m/e picado	2	0%
Fusible quemado	47	4%
Primario aéreo picado	8	1%
Primario chorreado	11	1%
Medición en m/e	8	1%
No aplica	1	0%
Total	1130	100%

Fuente: Autor

Primario aéreo	Ene ro	Febre ro	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Jun io	Jul io	Agos to	Septiem bre	Octu bre	Noviem bre	Diciem bre
Puente en mt arrancado	24	39	37	34	32	22	18	24	18	29	22	35
Primario en mt arrancado	11	5	5	4	6	8	6	9	8	6	7	12
Aislador en m/e (13.8 kv)	5	8	3	2	0	1	2	2	4	5	1	6
Seccionador portafusible en m/e	15	22	23	21	24	16	9	14	10	7	13	25
Pararrayo en m/e	2	4	3	5	2	2	3	3	0	0	3	6
Corte ramas en primario	20	16	14	9	15	8	15	22	15	13	16	17
Línea sobre cruceta o salida de aislador	4	3	2	0	0	1	0	4	3	0	1	0
Reajustar conexiones(g l/v o punto rojo)	12	8	9	10	5	6	12	3	6	5	9	8
Animal/objeto sobre línea o cruceta	6	0	1	1	3	0	4	7	3	0	3	2
Terminaciones 15kv m/e (punta o codo)	2	5	2	1	2	1	2	4	4	1	2	10
Capacitor en m/e	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Trip saver en m/e	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Switch en m/e (13.8 kv)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cable 15kv m/e picado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Fusible quemado	8	5	5	6	6	1	1	1	5	3	2	5
Primario aéreo picado	1	1	0	0	0	2	1	1	2	0	2	0

Primario chorreado	2	1	1	0	0	2	1	0	1	1	0	1
Medición en m/e	2	1	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1
No aplica	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	114	118	109	93	96	71	73	95	79	71	83	128

En la siguiente tabla se detalla los daños mensuales presentados en la Red Primaria Área, de los cuales en su mayoría se tiene reparaciones en puentes en media tensión arrancados, que corresponden al 29% del total de la red.

Tabla 5 Causas de años en primario aéreo
Fuente: Autor

En el siguiente grafico se muestra la tendencia mensual en la red Primaria Aérea de acuerdo al tipo de falla presentada.

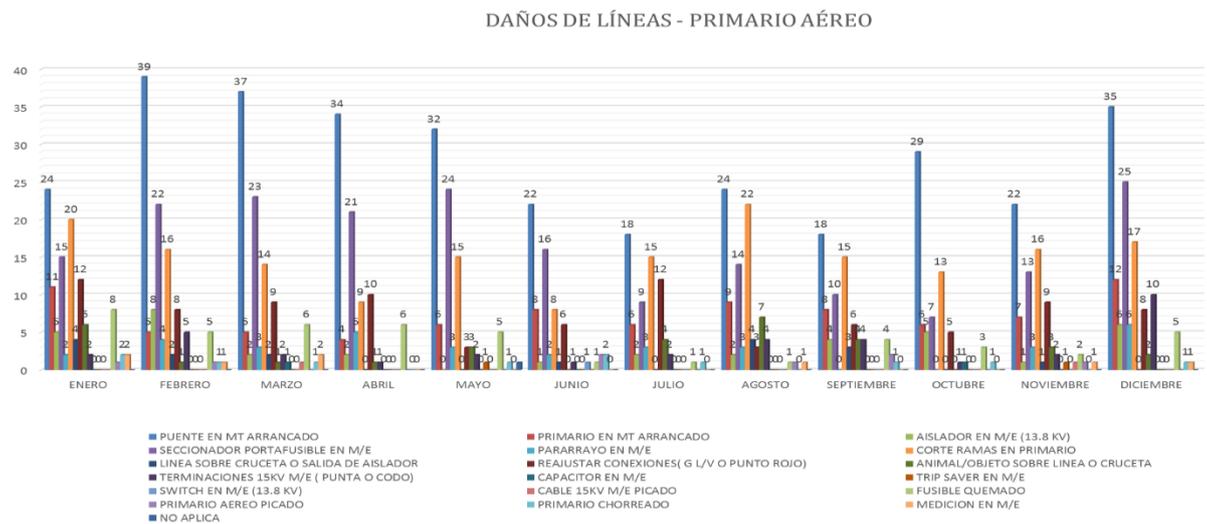


Ilustración 24 Daños de líneas - primario aéreo
Fuente: Autor

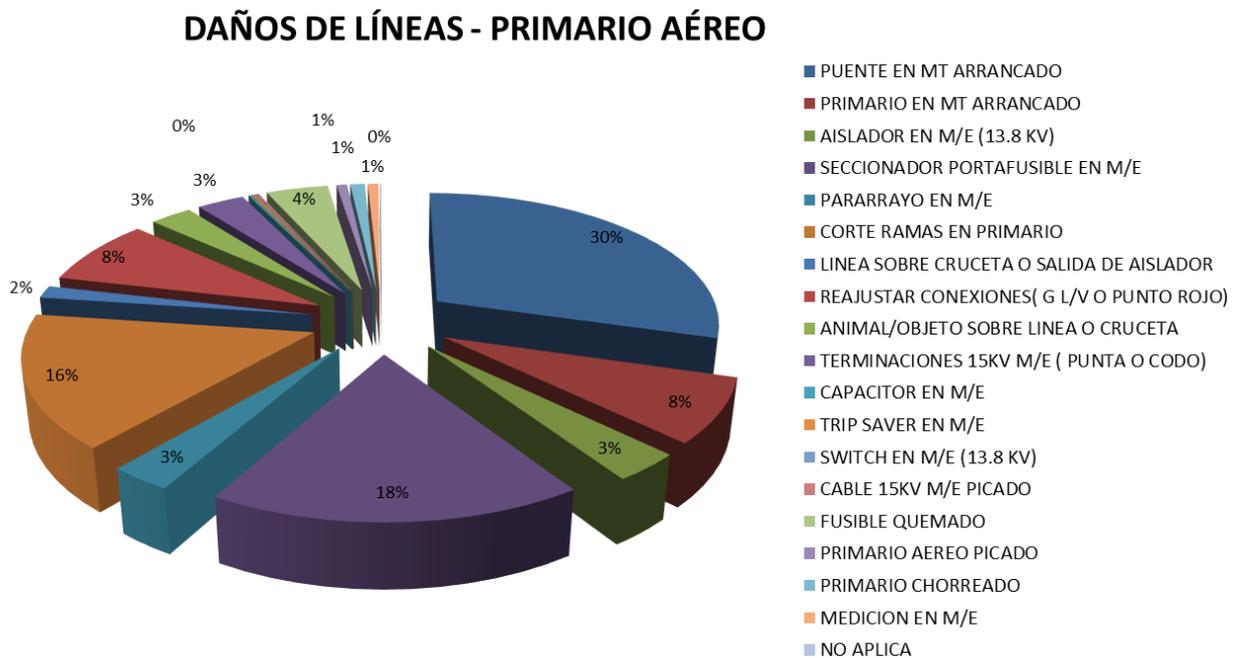


Ilustración 25 Daños de líneas - primario aéreo
Fuente: Autor

En las estadísticas de los daños de línea de primario aéreo es donde es la mayor para de fallas existe en el sistema eléctrico de las empresas distribuidoras por ser la parte importante en la entrega de suministro de energía la cual es muy vulnerable por esta en contacto directo con los usuarios y grandes clientes.

Es probable determinar las causas, mediante reportes de quejas atendidas las cuales quedan registrada en la base de la central de Scada de cada empresa Distribuidora. A diferencia de los otros puntos como los primarios subterráneos las cuales casi no sufren daños constantes en reportes de atención de emergencia de la empresa.

Por el estudio estadístico se está dividiendo las posibles causas que generan los daños de las líneas de distribución y determinar posibles soluciones para mejorar la calidad de entrega de suministro de energía eléctrica

3.2.3. Daños de líneas primarios - subterráneos

De los Daños de Líneas en la Red Primario Subterráneo, se han atendido un total de **181** casos que corresponden al **2%** del total de daños los cuales se han clasificado de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 6 Causas de años de red

Causa en red primario aéreo	VALOR	PORCENTAJE (%)
Cable 15kv m/e (picado)	69	38%
Achicar bóveda	15	8%
Fusible nx quemado	54	30%
Fusible para codo 15kv	26	15%
Terminaciones 15kv m/e (punta o codo)	17	9%
Total	181	100%

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se detalla los daños mensuales presentados en la Red Primaria Subterránea clasificadas de acuerdo al tipo de falla, siendo la más recurrente durante este año la revisión y reparación del cable primario subterráneo 15KV en M/E con un (38%).

Tabla 7 Daños en primarios Subterráneo

Primario Subterráneo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Cable 15kv m/e (picado)	4	3	9	6	7	8	4	7	2	4	6	9
Achicar bóveda	4	5	2	2	1	0	0	0	0	0	1	0
Fusible nx (capucha roja) quemado	2	9	6	5	1	5	1	3	9	5	3	5
Fusible para codo 15kv quemado	0	1	2	2	5	2	0	2	3	1	6	2
Terminaciones 15kv M/e (punta o codo)	4	3	3	1	1	0	0	1	1	1	0	2
Total	14	21	22	16	15	15	5	13	15	11	16	18

Fuente: Autor

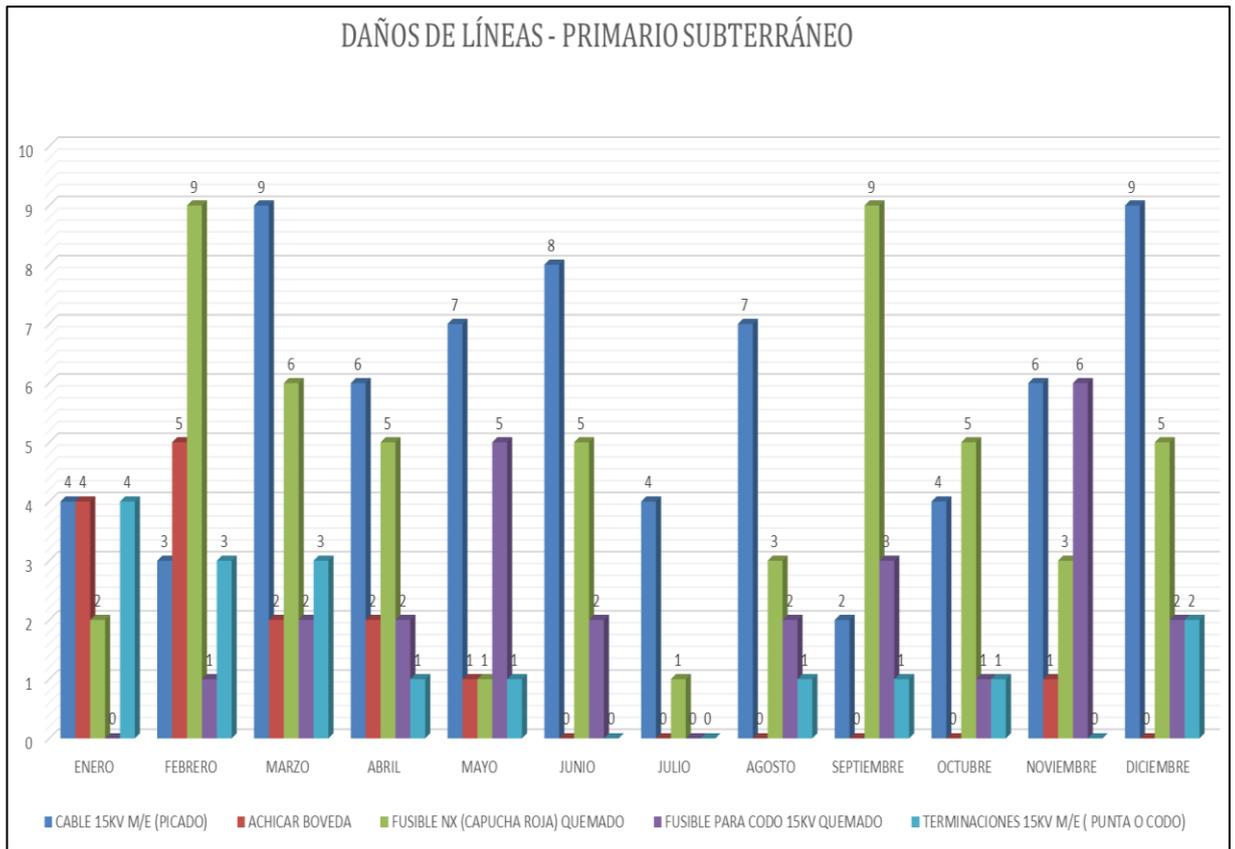


Ilustración 26 Daños de líneas primarios – subterráneos
Fuente: Autor

En el siguiente gráfico se muestra la tendencia mensual en la Red Primaria Subterránea de acuerdo al tipo de falla.

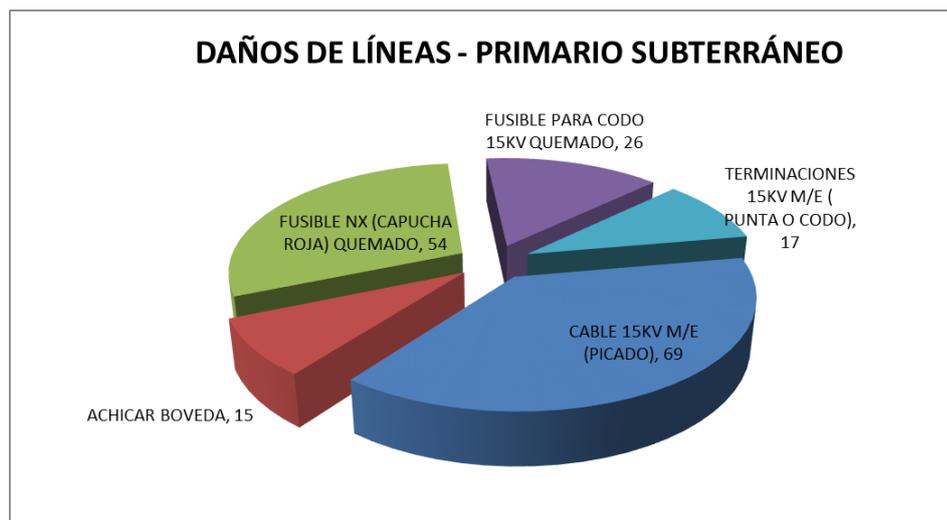


Ilustración 27 Daños de líneas - Primario subterráneo
Fuente: Autor

3.2.4. Daños de líneas secundarios – aéreos

De los Daños de Líneas en la Red Secundario Aéreo, se han atendido un total de **2928** casos que corresponden al **43%** del total de daños en todas las redes de líneas los cuales se han clasificado de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 8 Causas de red aérea

Causa en red secundaria área	VALOR	PORCENTAJE (%)
Puentes empalmes o grilletes en m/e (reajuste o reemplazo)	305	10%
Cajetín anti hurto en m/e	1144	39%
Secundario chorreado	155	5%
Secundario arrancado	977	33%
Corte de ramas en secundario	347	12%
Total	2928	100%

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se detalla los daños mensuales presentados en la red secundaria aérea clasificadas de acuerdo al tipo de falla, siendo la más recurrente durante este año la correspondiente a Cajetín Antihurto en M/E con un (39%).

Tabla 9 Daños en red secundaria

Secundario aéreo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Puentes empalmes o grilletes en m/e (reajuste o reemplazo)	41	24	31	34	27	27	7	22	19	21	21	30
Cajetín antihurto en m/e	100	160	150	114	115	75	84	72	66	68	51	89
Secundario chorreado	19	13	13	9	18	9	9	11	11	12	13	18
Secundario arrancado	114	105	99	113	89	55	63	59	58	66	65	91
Corte de ramas en secundario	30	33	35	28	33	23	25	20	22	33	34	31
Total	304	335	329	298	280	190	188	183	176	201	184	259

Fuente: Autor

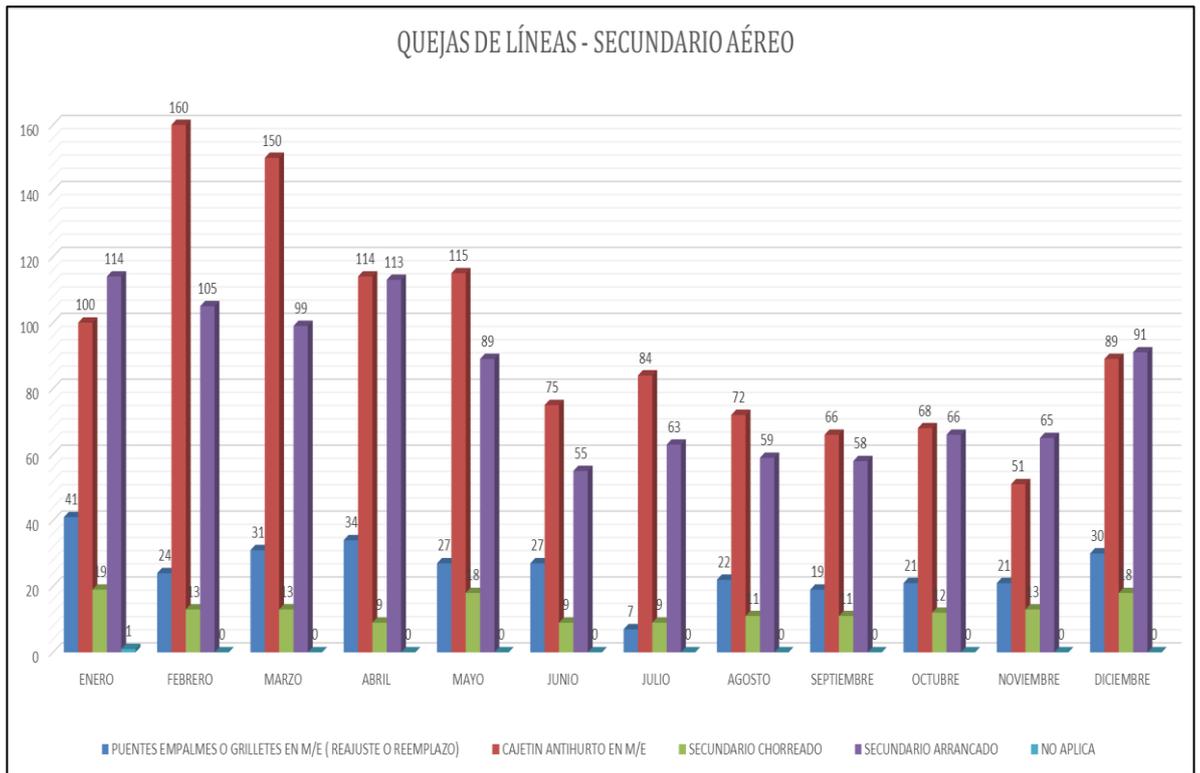


Ilustración 28 Quejas de líneas - secundario aéreo
 Fuente: autor

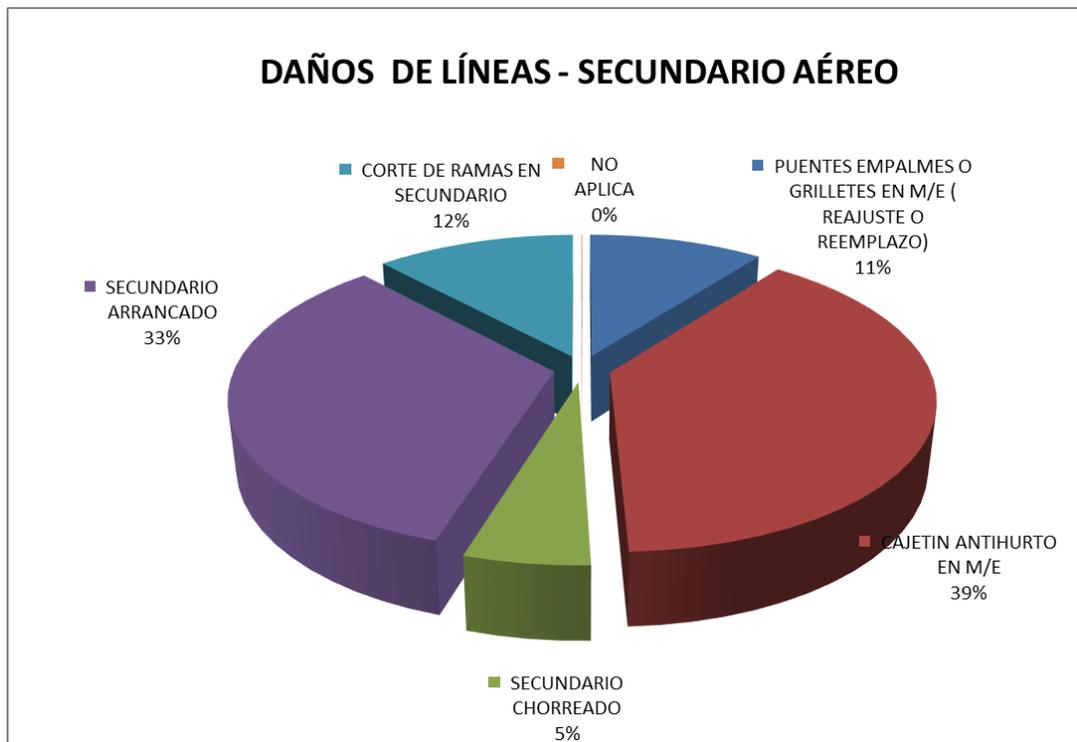


Ilustración 29 Daños de líneas - secundario aéreo
 Fuente: Autor

3.2.5. Daños de líneas secundario – subterráneo

De los Daños de líneas en la Red Secundario Subterráneo, se han atendido un total de **677** casos que corresponden al **9%** del total de daños en todas las redes de líneas, los cuales se han clasificado de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 10 Causas de red subterránea secundaria

Causa en red secundario subterránea	Valor	Porcentaje (%)
(puertos, grilletes, grapas) m/e en caja de paso	533	80%
Cables subterráneos sustraídos	33	5%
Acometida subterránea en m/e	29	4%
Secundario subterráneo en m/e	82	11%
Total	677	100%

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se detalla el número de quejas en la red secundaria Subterránea clasificada de acuerdo al tipo de falla por mes, siendo la más recurrente durante este año los daños presentados por Puertos, Grilletes en M/E con un total de (80%) dentro de esta red.

Tabla 11 Daños en el año de red secundaria

Secundario Subterráneo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
(puertos, grilletes, grapas) m/e en caja de paso	43	50	71	37	40	41	41	37	50	36	36	51
Secundario subterráneo sustraído	3	1	5	3	3	7	1	2	2	3	1	2
Acometida subterránea en m/e	5	3	3	0	2	3	2	2	0	2	5	2
Secundario subterráneo en m/e	10	12	7	4	5	5	3	5	8	10	5	8
Total	61	66	86	44	50	56	47	46	63	51	47	63

Fuente: Autor

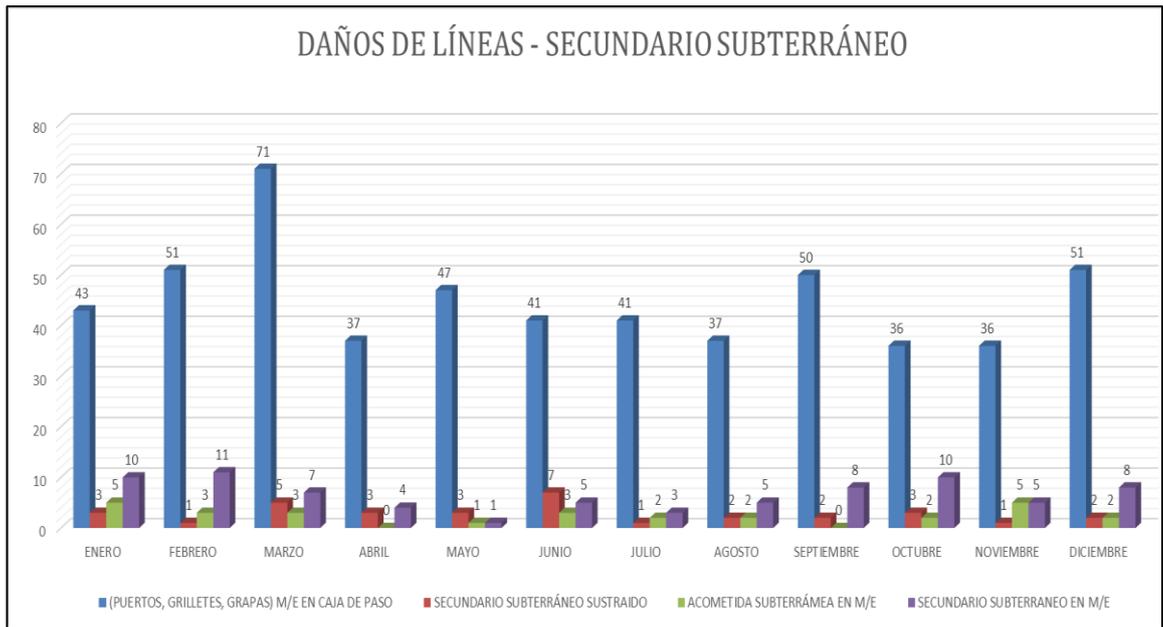


Ilustración 30 Daños de líneas - secundario subterráneo
 Fuente: Autor

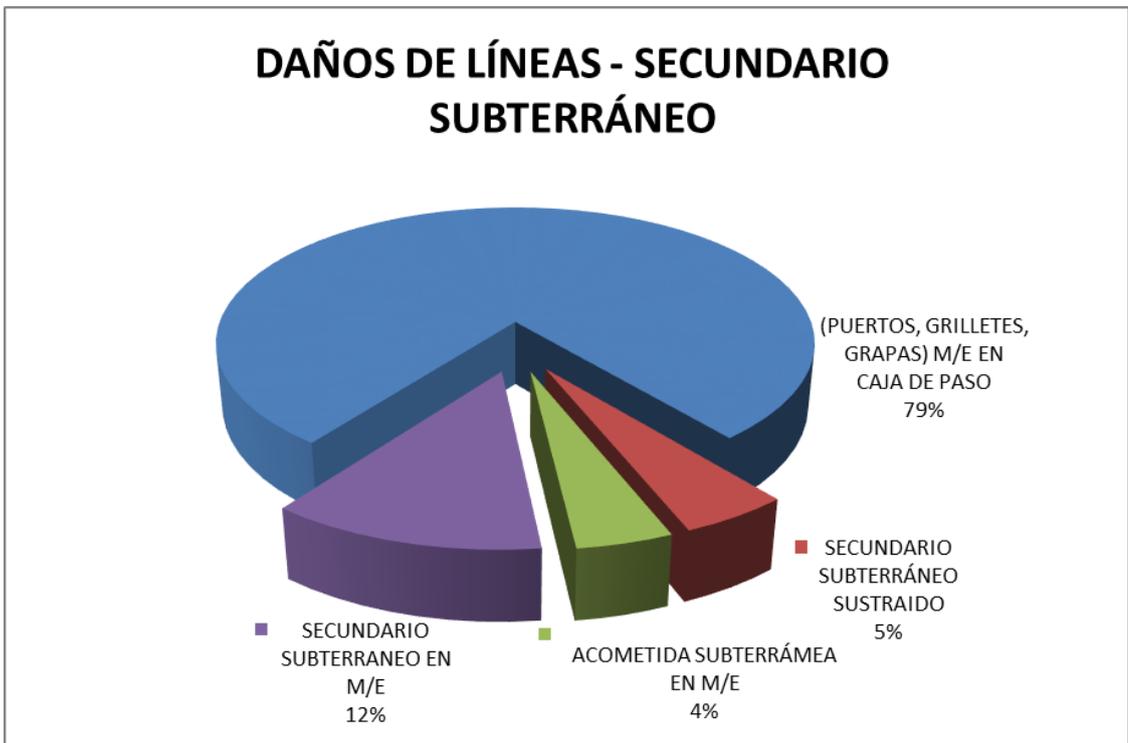


Ilustración 31 Daños de líneas - Secundarios subterráneos
 Fuente: Autor

3.2.6. Daños de transformadores

De los Daños de Líneas en las novedades en los Transformadores, se han atendido un total de **2167** casos que corresponden al **30%** del total de daños en todas las redes de líneas los cuales se han clasificado de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 12 Causas de transformadores en red

Causa en red transformadores	Valor	Porcentaje (%)
Reparar o cambiar bornes y/o bajadas	1102	51%
Cambiar transformador	518	24%
Reajustar conexiones flojas del transformador	367	17%
Regular tap	180	8%
Total	2167	100%

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se detalla los daños mensuales presentados en la red Transformador clasificadas de acuerdo al tipo de falla, siendo la más recurrente durante este año los daños presentados por Reparar/cambiar bornes y bajadas con un (51%) dentro de esta red.

Tabla 13 Daños de transformadores anuales

Transformadores	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Reparar o cambiar bornes y/o bajadas	105	140	152	124	119	73	62	50	49	34	75	119
Cambiar transformador	58	77	72	71	51	27	20	25	24	15	27	51
Reajustar conexiones flojas del transformador	45	49	58	39	27	25	21	20	17	18	19	29
Regular tap	20	18	21	20	23	17	16	10	9	8	8	10
Total	228	284	303	254	220	142	119	105	99	75	129	209

Fuente: Autor

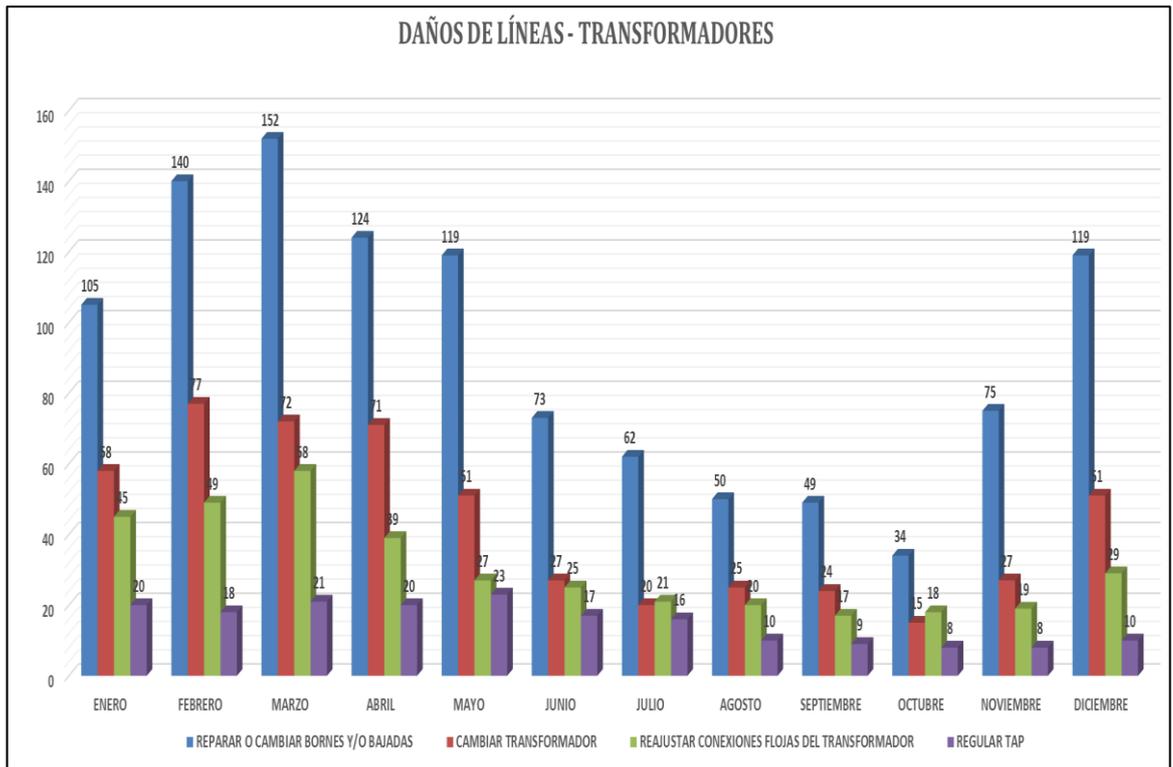


Ilustración 32 Daños de transformadores
 Fuente: Autor

De los Daños de Transformadores, el 51% de los casos corresponden a Reparación y cambio de bornes y bajadas quemada, el 24% corresponden a daños permanentes de transformadores en mal estado, donde fue necesario cambiar el transformador.

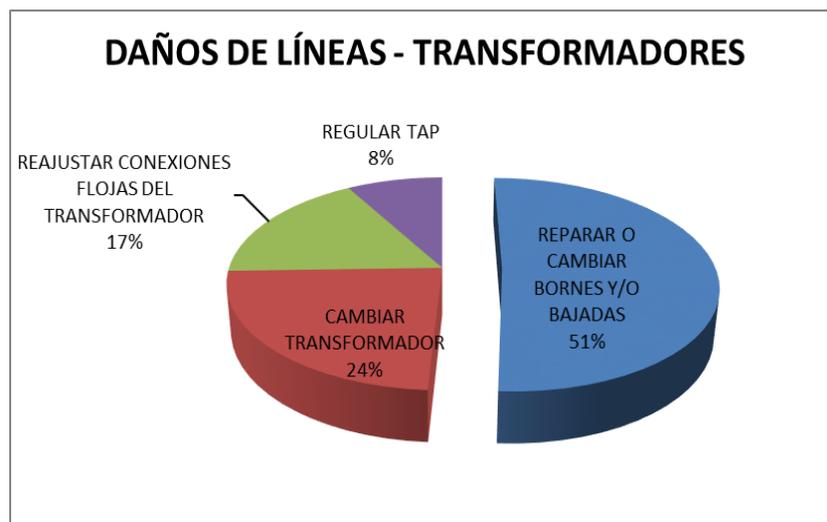


Ilustración 33 Daños de líneas – transformadores
 Fuente: Autor

3.2.7. Transformadores cambiados

Para la clasificación de los transformadores cambiados, se tiene en consideración la capacidad de cada uno, tanto para los transformadores retirados así como los transformadores instalados, como se especifica en las siguientes tablas. La cantidad total de transformadores retirados e instalados difieren de los datos de daños de líneas con 518 transformadores cambiados, esto se debe a que uno de ellos lo realizó un camión y el otro fue atendido en un mismo número de trámite para el cambio de dos transformadores.

*Transformadores Retirados

Transformadores retirados 2018		
Capacidad transformador	Cantidad	Porcentaje (%)
10KVA	11	2%
15KVA	14	3%
25KVA	86	17%
37.5KVA	29	6%
50KVA	373	72%
75KVA	6	1%
100KVA	1	0%
TOTAL	520	100%

Fuente: Autor

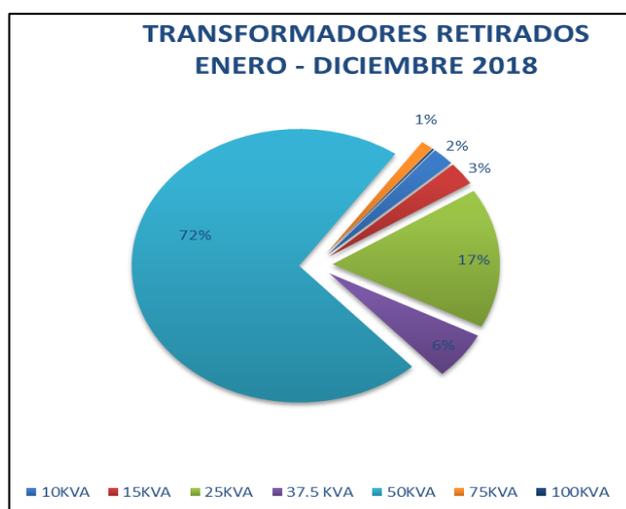


Ilustración 34 Transformadores Retirados 2018

Fuente: Autor

Nota: Durante el año 2018, se registran un total de 520 transformadores que fueron retirados por daño en los mismos un total de 520 que fueron instalados para reemplazar los retirados en mal estado el excedente corresponde a un transformador que se instaló totalmente nuevo.

*Transformadores Instalados

Tabla 14 Transformadores instalados en el 2018

Transformadores instalados 2018		
Capacidad transformador	Cantidad	Porcentaje (%)
10KVA	4	1%
15KVA	6	1%
25KVA	62	12%
37.5KVA	28	5%
50KVA	407	78%
75KVA	11	2%
100KVA	2	1%
TOTAL	520	100%

Fuente: Autor

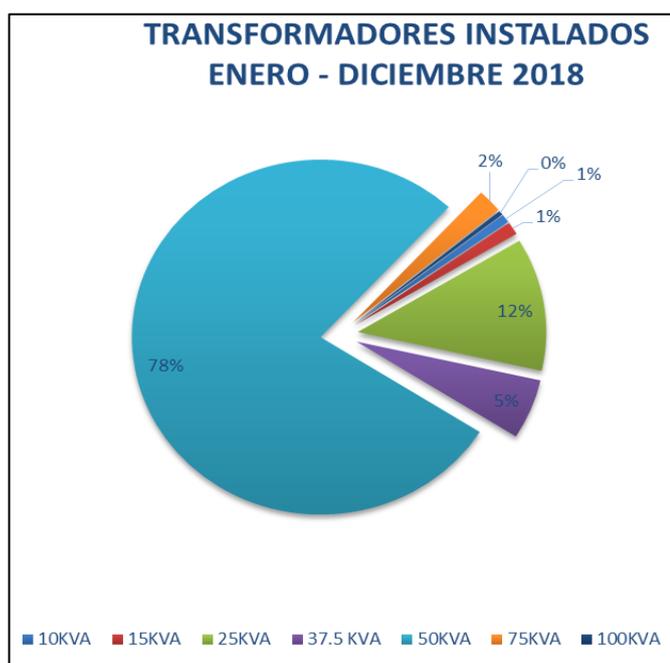


Ilustración 35 Transformadores instalados ene-dic 2018

Fuente: Autor

3.2.8. Daños de líneas – postes

De los Daños de Líneas en postes en lo que va del año 2018, se han atendido un total de 133 daños emergentes por los carros de líneas, casos que corresponden al 2% del total de daños en todas las redes de líneas los cuales se han clasificado de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 15 Causa de poste en red

Causa en red poste	Valor	Porcentaje (%)
Aplomar poste	11	8%
Cambiar poste	103	77%
Tensor arrancado o en m/e	19	14%
No aplica	1	0%
Total	133	100%

Fuente: Autor

Los daños en la red han sido clasificados en cambio de poste, aplomar poste y tensor arrancado como se muestra en el siguiente cuadro. Cabe recalcar que esta tabla solo reporta los casos atendidos como emergentes (en el mismo turno de la guardia) sin contabilizar los reportados para trabajos programados.

Tabla 16 Reparación de postes anuales

Postes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aplomar poste	0	4	2	0	2	0	2	0	0	0	1	0
Cambiar poste	8	9	9	6	5	13	11	8	9	9	4	12
Tensor arrancado m/e	1	2	1	0	1	2	2	2	2	2	2	2
No aplica	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Total	9	15	12	6	8	16	15	10	11	11	7	14

Fuente: Autor

DAÑOS DE LÍNEAS - POSTES

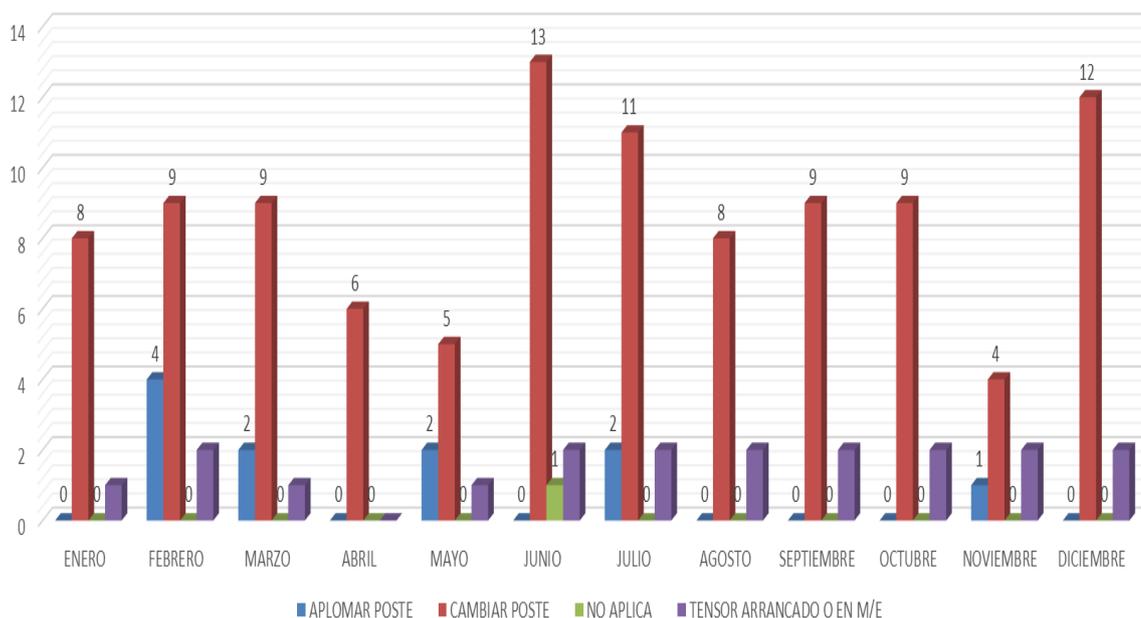


Ilustración 36 Daños de líneas – postes
Fuente: Autor

De los daños de Postes atendidos por emergencia, el 77% corresponden a cambio de postes, el 8% corresponde a poste aplomados y el 14% corresponde a tensores arrancados.

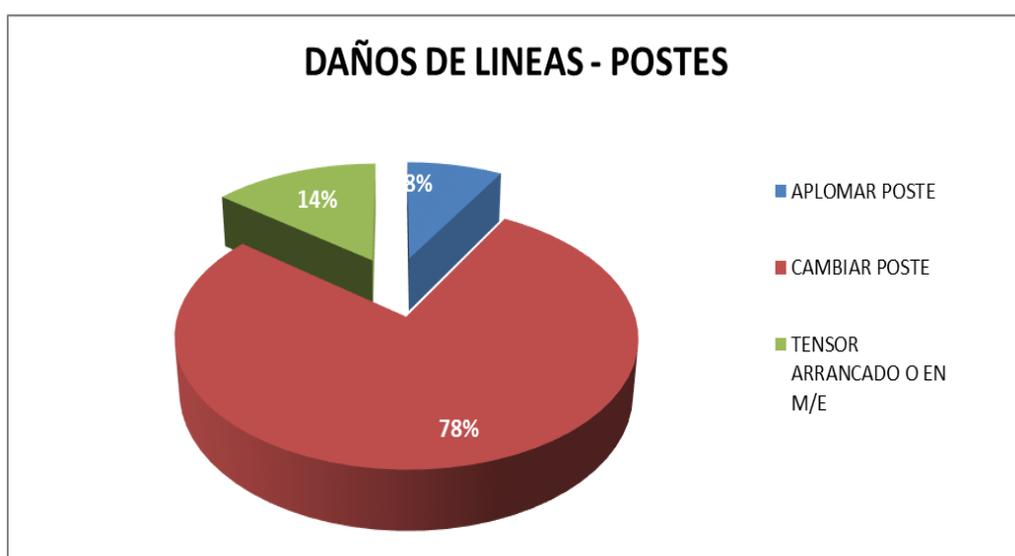


Ilustración 37 Daños de líneas – poste
Fuente: Autor

3.2.9. Maniobras o trabajos programados

A continuación se detallan las maniobras o trabajos programados en los que se han empleado unidades canasta del Departamento de Redes que se encuentran de guardia.

De los Daños de Líneas en Maniobras en lo que va del año 2018, se han atendido un total de 110 daños emergentes por los carros de líneas, casos que corresponden al 1% del total de daños en todas las redes de líneas los cuales se han clasificado de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 17 Maniobras en red

Causa en red maniobra	Valor	Porcentaje (%)
Apertura/cierre media o alta tensión	88	80%
Trabajo programado en turno de emergencias	20	18%
No aplica	2	2%
Total	110	100%

Fuente: Autor

Los daños en la red han sido clasificados en Apertura/cierre media o alta tensión y trabajo programado en turno de emergencias como se muestra en la siguiente tabla. Cabe recalcar que esta tabla solo reporta los casos atendidos como emergentes (en el mismo turno de la guardia) sin contabilizar los reportados para trabajos programados.

Tabla 18 Maniobras anuales

Maniobra	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Apertura/cierre media o alta tensión	4	6	9	0	7	10	11	7	9	7	12	6
Trabajo programado en turno de emergencias	2	0	1	1	0	5	3	3	0	2	2	1
No aplica	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total	6	7	10	1	7	15	14	10	9	10	14	7

Fuente: Autor

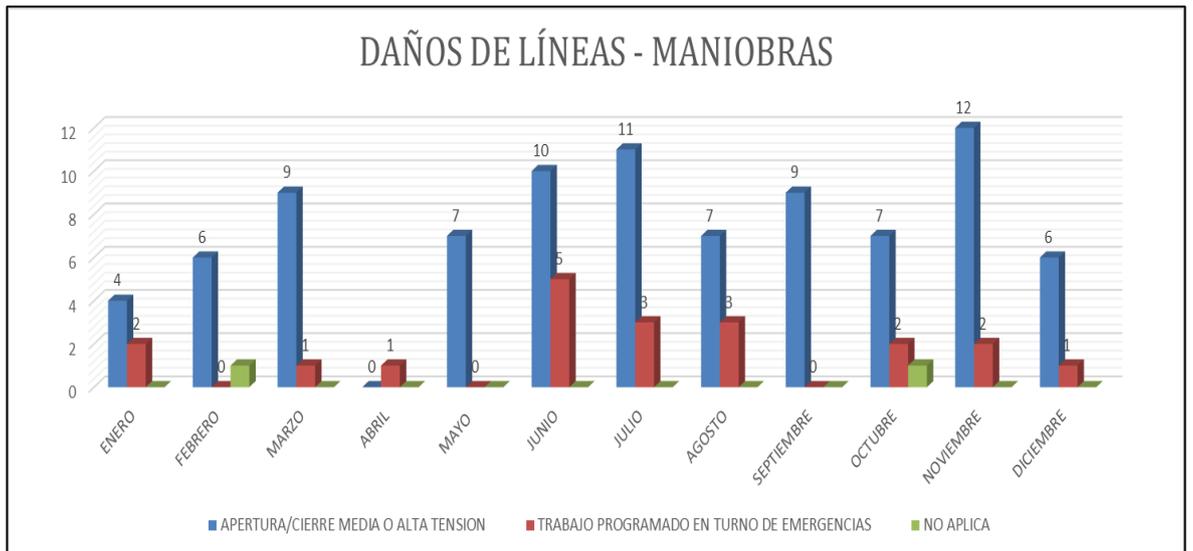


Ilustración 38 Daños de líneas – maniobras
Fuente: Autor

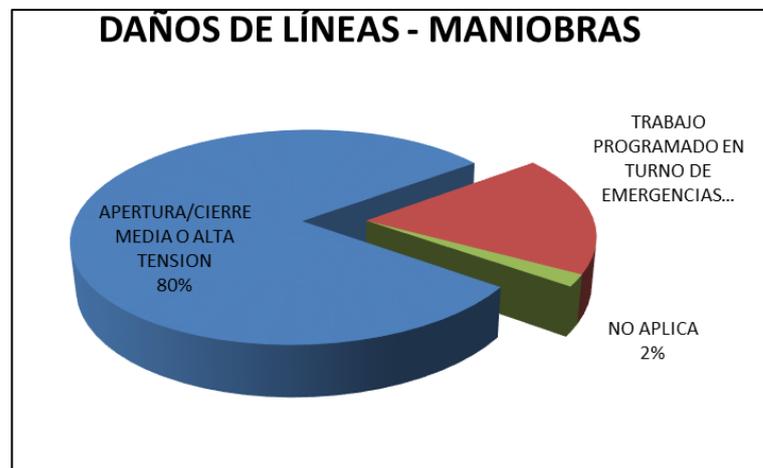


Ilustración 39 Maniobras
Fuente: Autor

3.2.10. Quejas de líneas por sector

En el siguiente gráfico se muestran los datos de las quejas en daños de líneas atendidas clasificadas por sector, como se aprecia la mayor cantidad de quejas **968** se suscitaron en el sector de la Perimetral.

Tabla 19 Número de quejas por sector

Sector	Numero quejas
Alborada	771
Carretero	861
Centro	908
Chongon	709
Guasmo	985
Norte	623
Oeste	721
Perimetral	968
Sur	540
Trinitaria	254
Total	7340

Fuente: Autor

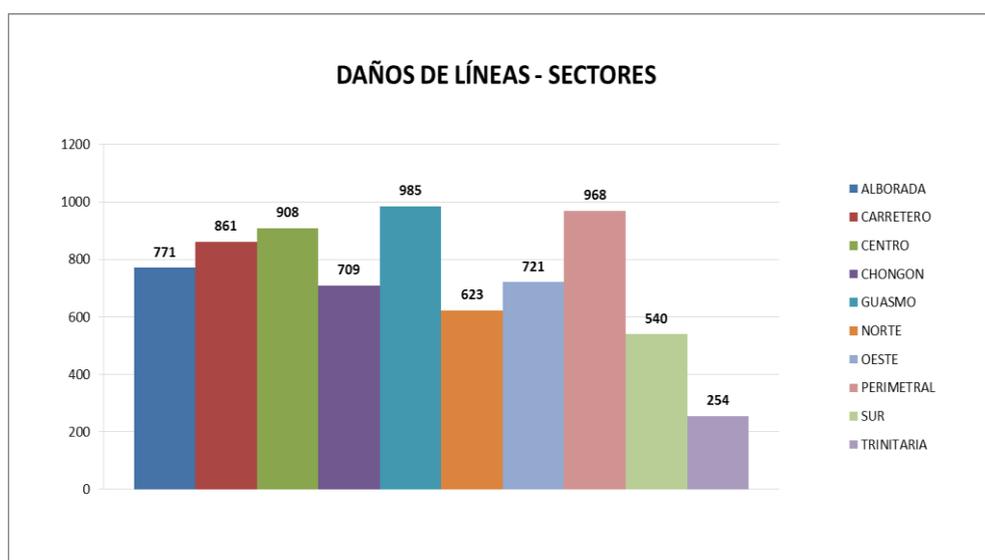


Ilustración 40 Daños de líneas – sectores
Fuente: Autor

3.2.11. Cajetines en mal estado por sector

En la siguiente tabla se muestra los daños suscitados en cajetines en M/E clasificadas por sector, como se puede apreciar en los gráficos de estadísticas la mayoría de daños ocurridos por este motivo se presentaron en el sector de la **Perimetral** con un total de 552 daños suscitados que corresponden al 48%.

Tabla 20 Cajetines en mal estado sectorizados

CAJETINES EN M/E CLASIFICADAS POR SECTOR	VALOR	PORCENTAJE (%)
ALBORADA	44	4%
CARRETERO	193	17%
CHONGON	145	13%
GUASMO	49	4%
NORTE	2	0%
OESTE	42	4%
PERIMETRAL	552	48%
SUR	1	0%
TRINITARIA	116	10%
TOTAL	1144	100%

Fuente: Autor

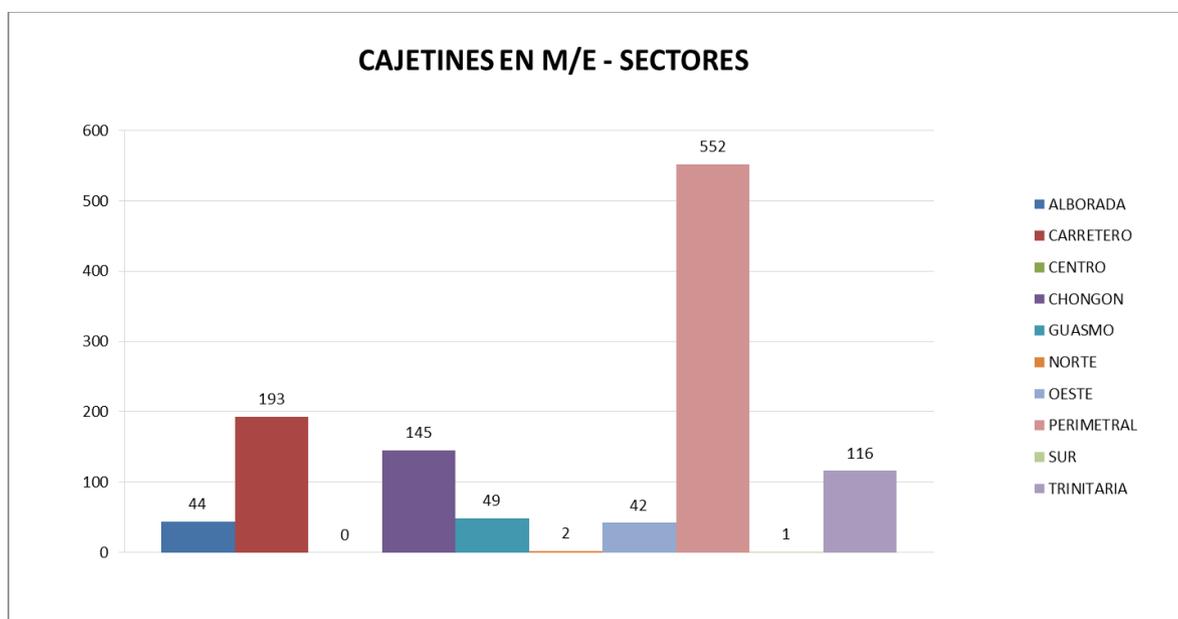


Ilustración 41 Cajetines mal estado sectores

Fuente: Autor

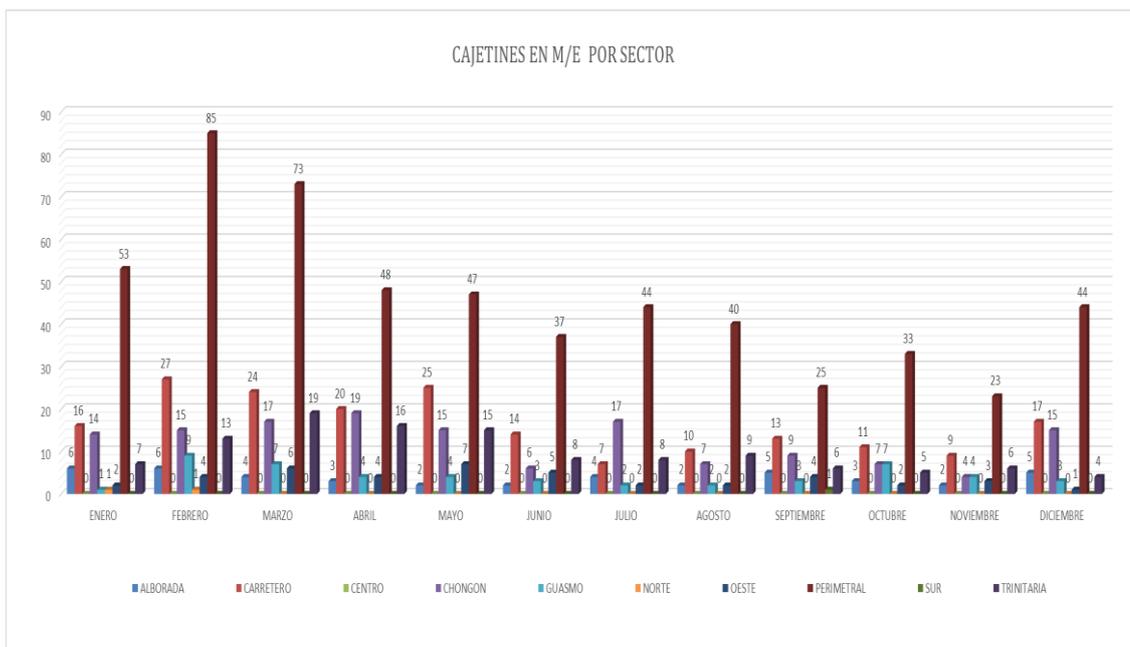


Ilustración 42 Cajetines mal estado sector – mes

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se muestra los daños suscitados en cajetines en M/E de acuerdo al mes de ocurrencia, como se puede apreciar en los gráficos de estadísticas la mayoría de daños ocurridos por este motivo se presentaron durante el mes de Febrero donde se presentaron un total de 160 quejas.

Tabla 21 Cajetines daños datos anuales

CAJETINES EN M/E	
MES	NUMERO QUEJAS
ENERO	100
FEBRERO	160
MARZO	150
ABRIL	115
MAYO	115
JUNIO	75
JULIO	84
AGOSTO	72
SEPTIEMBRE	66
OCTUBRE	68
NOVIEMBRE	51
DICIEMBRE	89
TOTAL	7342

Fuente: Autor

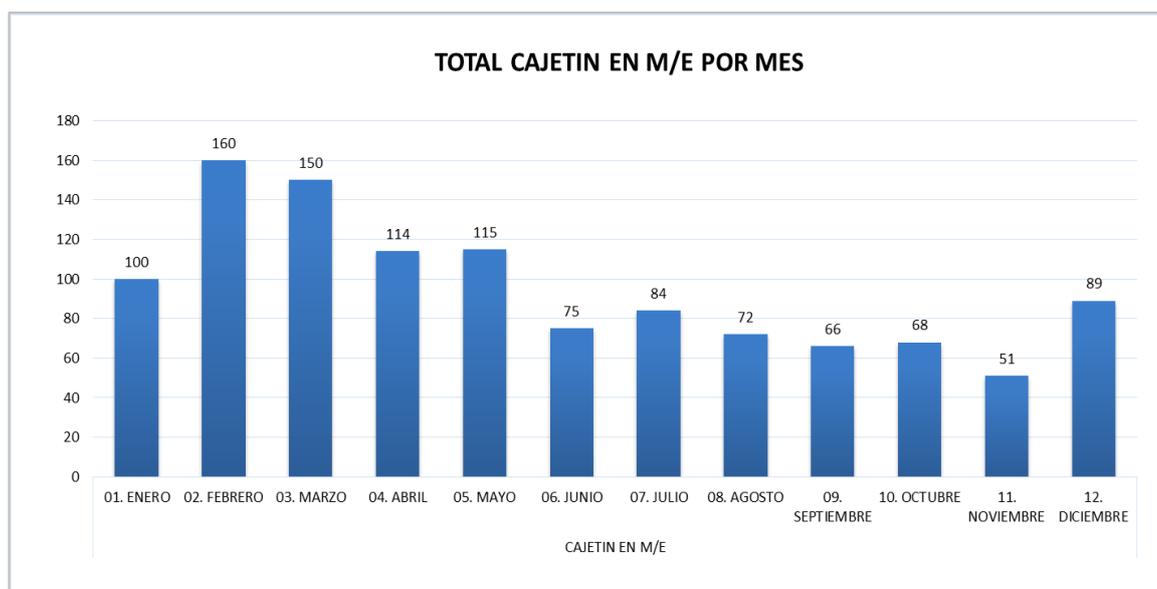


Ilustración 43 Total Cajetin mal estado – mes
Fuente: Autor

3.2.12. Cortes de ramas en primario y secundario por sector

Tabla 22 Corte de ramificaciones en red secundaria y primaria

SECTORES	NUMERO DE CORTES
CORTE DE RAMAS EN SECUNDARIO	348
ALBORADA	84
CARRETERO	45
CENTRO	11
CHONGON	28
GUASMO	64
NORTE	45
OESTE	27
PERIMETRAL	6
SUR	37
TRINITARIA	1
CORTE RAMAS EN PRIMARIO	180
ALBORADA	31
CARRETERO	24
CENTRO	4
CHONGON	44
GUASMO	22
NORTE	30
OESTE	3
PERIMETRAL	7
SUR	12
TRINITARIA	3
Total general	528

Fuente: Autor

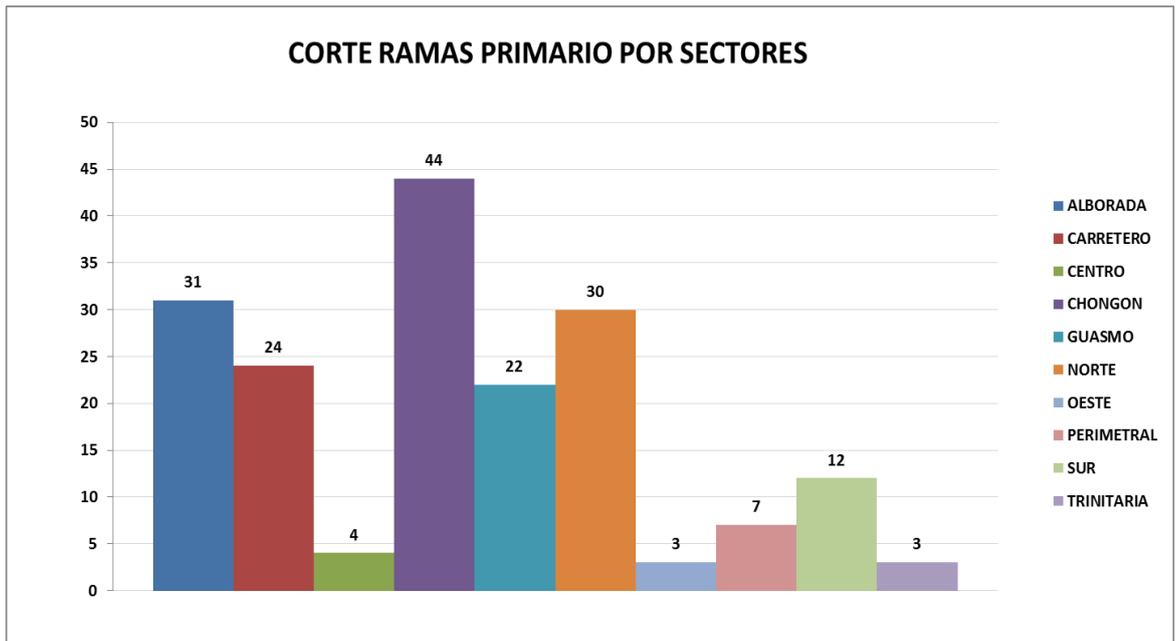


Ilustración 44 Cortes de ramas primarios por sectores

Fuente: Autor

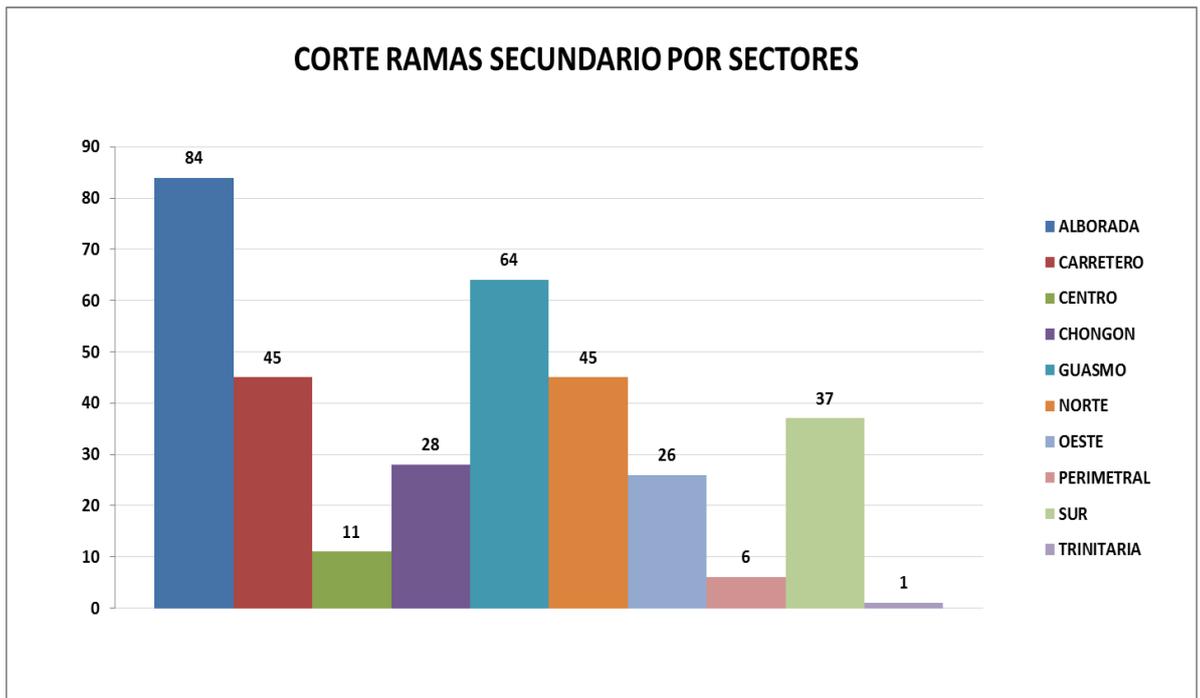


Ilustración 45 Cortes de ramas secundarios por sectores

Fuente: Autor

3.2.13. Cambio de postes por sector

Tabla 23 Cambios de postes por sector

CAMBIAR POSTE	
SECTOR	NUMERO DE QUEJAS
ALBORADA	7
CARRETERO	26
CENTRO	5
CHONGON	7
GUASMO	15
NORTE	10
OESTE	9
PERIMETRAL	11
SUR	11
TRINITARIA	2
Total general	103

Fuente: Autor

CAMBIO DE POSTE POR SECTORES

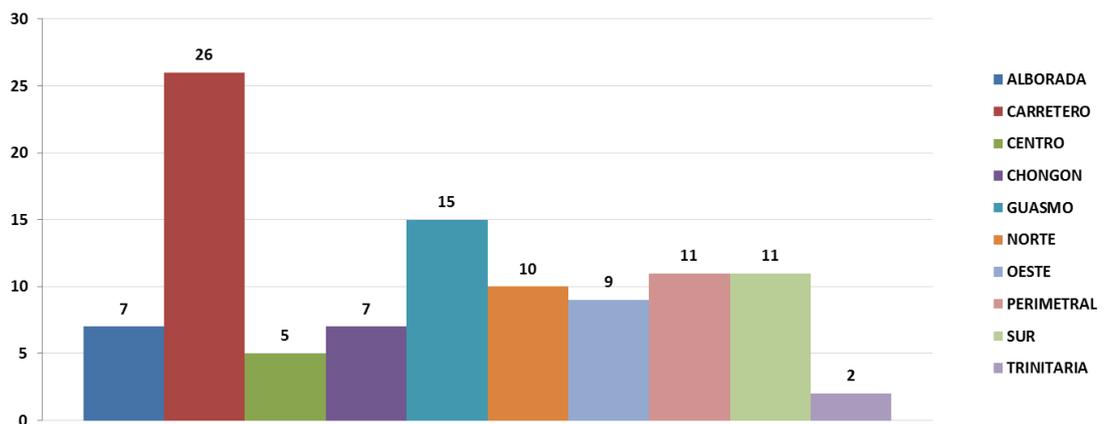


Ilustración 46 Cambio de postes por sectores

Fuente: Autor

CAMBIO DE POSTE POR SECTORES

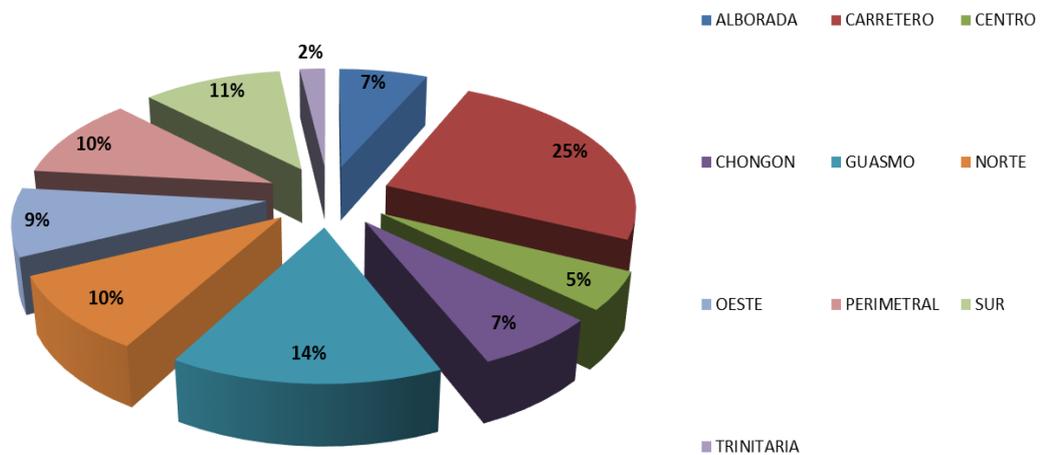


Ilustración 47 Cambio de postes sectores

Fuente: Autor

3.2.14. Resumen de daños de líneas atendidos

En la siguiente tabla se detalla los Daños de Líneas atendidas por diferentes tipos de causas en las diferentes redes, en la cual se puede apreciar que la mayor cantidad de quejas se presentaron en la Red Secundaria Aérea con un 40% del total de daños durante el 2018, dentro del cual la mayoría corresponden a Cajetín Antihurto en mal estado con un (1144 - 16%) y Circuitos Secundarios Arrancados (976 - 13%), y en la red de transformadores con Reparación de Transformadores B.B.Q (1106 - 15%).

Todos los datos en detalle se muestran a continuación en la tabla siguiente:

Tabla 24 Resumen general de daños

RED	CAUSA	Total	PORCENTAJE
RED_69KV	AISLADOR EN M/E (69 KV)	0	0%
	HILO DE GUARDA ARRANCADO	2	0%
	CORTAR RAMAS (69 KV)	7	0%
	RETIRAR OBJETOS SOBRE LÍNEA S/T	1	0%
	SWITCH EN M/E (69 KV)	1	0%
	PUNTO ROJO (69 KV)	0	0%
	NO APLICA	2	0%
PRIMARIO_AEREO	PUENTE EN MT ARRANCADO	334	5%
	PRIMARIO EN MT ARRANCADO	87	1%
	AISLADOR EN M/E (13.8 KV)	38	1%
	SECCIONADOR PORTAFUSIBLE EN M/E	199	3%
	PARARRAYO EN M/E	34	0%
	CORTE RAMAS EN PRIMARIO	180	2%
	LÍNEA SOBRE CRUCETA O SALIDA DE AISLADOR	17	0%
	REAJUSTAR CONEXIONES(G L/V O PUNTO ROJO)	91	1%
	ANIMAL/OBJETO SOBRE LÍNEA O CRUCETA	32	0%
	TERMINACIONES 15KV M/E (PUNTA O CODO)	36	0%
	CAPACITOR EN M/E	2	0%
	TRIP SAVER EN M/E	2	0%
	SWITCH EN M/E (13.8 KV)	1	0%
	CABLE 15KV M/E PICADO	2	0%
	FUSIBLE QUEMADO	47	1%
	PRIMARIO AEREO PICADO	8	0%
	PRIMARIO CHORREADO	11	0%
	MEDICION EN M/E	8	0%
NO APLICA	1	0%	
PRIMARIO_SUBTERRANEO	CABLE 15KV M/E (PICADO)	69	1%
	ACHICAR BOVEDA	15	0%
	FUSIBLE NX (CAPUCHA ROJA) QUEMADO	54	1%
	FUSIBLE PARA CODO 15KV QUEMADO	26	0%
	TERMINACIONES 15KV M/E (PUNTA O CODO)	17	0%

SECUNDARIO_AEREO	PUENTES EMPALMES O GRILLETES EN M/E (REAJUSTE O REEMPLAZO)	304	4%
	CAJETIN ANTIHURTO EN M/E	1144	16%
	SECUNDARIO CHORREADO	155	2%
	SECUNDARIO ARRANCADO	977	13%
	CORTE DE RAMAS EN SECUNDARIO	347	#¡DIV/0!
	NO APLICA	1	0%
SECUNDARIO_SUBTERRANEO	(PUERTOS, GRILLETES, GRAPAS) M/E EN CAJA DE PASO	533	7%
	SECUNDARIO SUBTERRÁNEO SUSTRADO	33	0%
	ACOMETIDA SUBTERRÁNEA EN M/E	29	0%
	SECUNDARIO SUBTERRANEO EN M/E	82	1%
TRANSFORMADORES	REPARAR O CAMBIAR BORNES Y/O BAJADAS	1102	15%
	CAMBIAR TRANSFORMADOR	518	7%
	REAJUSTAR CONEXIONES FLOJAS DEL TRANSFORMADOR	367	5%
	REGULAR TAP	180	2%
POSTE	APLOMAR POSTE	11	0%
	CAMBIAR POSTE	103	1%
	TENSOR ARRANCADO O EN M/E	19	0%
	NO APLICA	1	0%
MANIOBRA	APERTURA/CIERRE MEDIA O ALTA TENSION	88	1%
	TRABAJO PROGRAMADO EN TURNO DE EMERGENCIAS	20	0%
	NO APLICA	2	0%
TOTAL DAÑOS DE LINEAS		7340	100%

Fuente: Autor

TOTAL DE QUEJAS ATENDIDAS POR MOTIVO (ENERO A DICIEMBRE 2018)

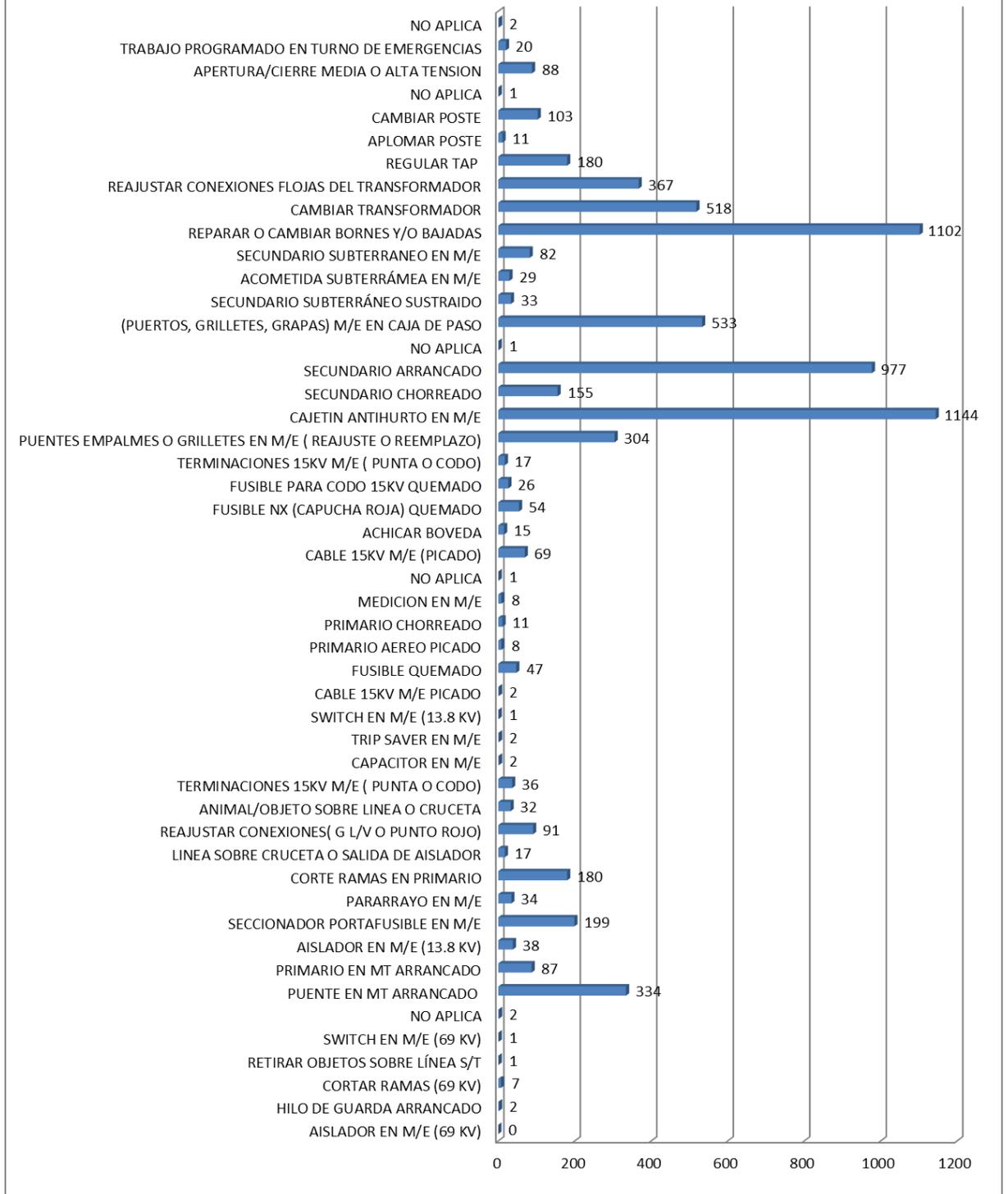


Ilustración 48 Quejas Atendidas
 Fuente: Autor

3.3. Aplicación de la Ley de Pareto

Con los datos de tablas y de contenido, se realizará un estudio estadístico para identificar los puntos críticos y aplicación de reparaciones.

3.3.1 Alimentadoras

Tabla 25 Nombre de las alimentadoras de las subestaciones

Subestación	Alimentadora
Chongón	Los Ángeles
	Chongón
	Odebrecht

Subestación	Alimentadora
Cerro blanco	Valle alto
	Vía al sol
	Puerto Hondo
	Cerro blanco #4

Subestación	Alimentadora
Belo Horizonte	Porta al sol
	Puerto azul
	Belo horizonte
	Bosques de la costa

Fuente: CNEL. EP

3.3.2 Operaciones de alimentadoras datos anuales

Las operaciones de alimentadoras son daños y fallas, en las líneas de red primaria de cada alimentadora de subestaciones.

Tabla 26 Numero de operaciones por alimentadora

Alimentadoras	Número de operaciones
Belo Horizonte	2
Bosques De La Costa	18
Cerro Blanco 4	12
Chongón	16
Odebrecht	13
Olimpo	6
Portal Al Sol	10
Puerto Azul	4
Puerto Hondo	14
Valle Alto	45
Vía al Sol	8
TOLTAL	148

Fuente: Cnel. EP

3.3.3. Solución y Resultado

Con el resumen de datos anuales obtenidos de las alimentadoras de las subestaciones que conforman vía a la costa, se aplica la ley de Pareto mediante un cuadro estadístico para aplicar soluciones en los puntos críticos

El punto crítico se lo podrá visualizar en el gráfico estadístico en donde se notara el 20 % de las causas que generan el 80% de las fallas.

3.3.3.1. Proceso de Ley de Pareto

Tabla 27 Tabla de Ley de Pareto

Alimentadoras	operaciones	%anual	%Acumulado
Valle alto	45	30%	30%
Bosques de la costa	18	12%	43%
Chongón	16	11%	53%
Puerto Hondo	14	9%	63%
Odebrecht	13	9%	72%
Cerro blanco 4	12	8%	80%
Portal al sol	10	7%	86%
Vía al sol	8	5%	92%
Olimpo	6	4%	96%
Puerto Azul	4	3%	99%
Belo Horizonte	2	1%	100%
TOTAL	148		

Fuente: Cnel. EP

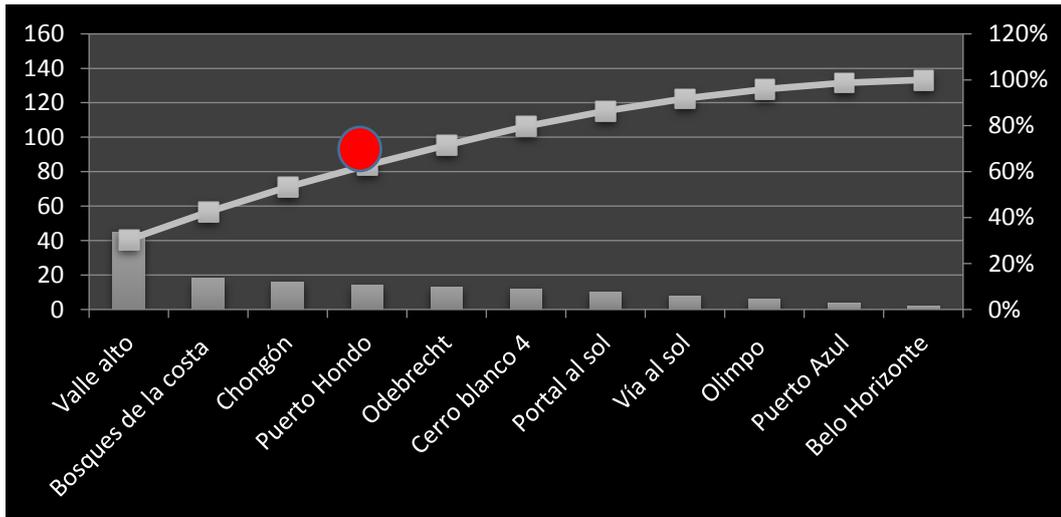


Ilustración 49 Análisis de fallas la ley de Pareto del 2018

Fuente: Autor

Tabla 28 Causas de operaciones año 2018

Causas	#de operaciones	%fi	%Fi
Puentes arrancados	52	35%	35%
Ramas	37	25%	60%
Transformadores	29	20%	80%
Postes	22	15%	95%
Otros	8	5%	100%
TOTAL	148		

Fuente: Cnel. EP

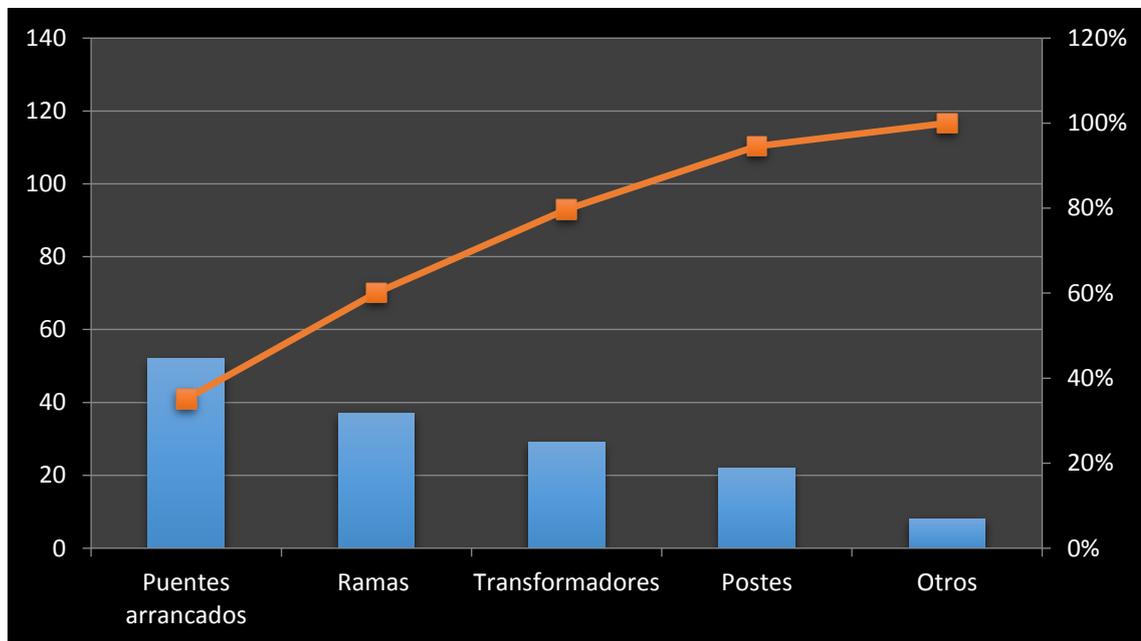


Ilustración 50 Datos de causas de operaciones de alimentadora

Fuente: Autor

Las estadísticas realizadas indican las causas que generan daños en las redes de distribución en media tensión en el vía a la costa, la empresa deberá corregir y tomar medidas para que el suministro de energía sea óptimo.

El resultado de la Ley de Pareto me indica que las alimentadoras más vulnerables son:

- Alimentadora Valle Alto
- Alimentadora Bosques de la costa
- Alimentadora Chongón

➤ Alimentadora Puerto Hondo

Es viable la instalación de reconectores en trayectos medios de las alimentadoras para eliminar el 50% de localización, para la estimación de gastos por operación de búsqueda y reparación.

El Reconector recomendado sugerido es el **RECONNECTADOR ABB OVR**

- Su fabricación se maneja con niveles de voltajes similares 13.8kv/7.6kv
- Posee propiedades intrínsecas (impermeables a la humedad)
- Tiene accesorio de montaje de hasta 6 para rayos de protección
- Maneja protección de sobre corriente tiempo-corriente y son:
 - De tierra: 10 a 160 Amp o 50 a 800 Amp
 - De fases: 20 a 320 Amp o 100 a 1600 Amp
 - Retardo de tiempo ajustable de 0 – 9.99 segundos
- Fallas instantánea :
 - Fallas sensitivas de tierra: 3 a 200 mAmp secundarios
- Curvas características
 - ANSI
 - IEC
 - Curvas de Recloser
 - USE PROGRAM
- El gabinete de control es de fácil acceso y manipulación, maneja normas de calidad ISO9001 con estándar de calidad del INEM

CAPÍTULO 4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Por medio de este trabajo se pudo determinar que con la instalación de los reconectores, se puede lograr una mejora al momento de generarse una falla de gran magnitud determinándola en muy poco tiempo y solucionándola de inmediato.

En el cuadro estadístico se aplicó la ley de Pareto y se identificó sectores críticos y estratégicos, para los cuales la empresa eléctrica distribuidora puede tomar acciones para mejorar la calidad de entrega del suministro eléctrico.

El reconector más variable es el ABB – OVR tiene un tiempo de operación instantáneo de prueba de 0.02 segundos, se pueden realizar pruebas en vacío para la manipulación del operador.

Si se toman acciones de mejora en los puntos estratégicos, el ARCONEL otorgara una mejor calificación, con la cual se avalara la calidad del servicio entregado.

4.2 Recomendaciones

El estudio en base a un cuadro estadístico, logró determinar los puntos críticos en las alimentadoras, las recomendaciones básicas, son los cuidados de las líneas de distribución (limpieza de objetos que pueden alterar el flujo de energía).

Mediante la revisión de las causas y sus frecuencias, se determina la viabilidad de instalar reconectores a mitad de trayectos de las alimentadoras y realizar pruebas en vacíos para un mejor proceso.

En el posible proceso de instalación de reconectores se debe aplicar normas de seguridad, las cuales en el reglamento eléctrico se recomienda aplicar las cinco reglas de oro; el objetivo es tener un proceso confiable y eficaz para cualquier daño por error.

Un punto principal y muy importante es capacitar al personal operativo de la empresa distribuidora de energía, realizar maniobras con pruebas en vacío para evitar cualquier error de sistema o de operación, también es viable saber interpretar los cuadros de botoneras en los gabinetes para el arreglo manual en caso de perder señales desde el sistema de control SCADA.

Se recomienda tomar medidas instantáneas en las causas que generan los daños en las líneas de media tensión, realizar cortes de ramas cercanas a las líneas de las alimentadoras con mayor operación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABB. (2019). *Reconectador OVR* . Florida.

ARCONEL. (7 de Diciembre de 2017). *REGULACION 005-2017*. Quito , Ecuador .

Barrio, R. A. (2004). *Guía practica de electricidad y electrónica*. Madrid : Cultural S.A.

DAWES, C. L. (1981). *Electricidad Industrial I*. Barcelona : Reverté S.A.

electricidad, S. (05 de 01 de 2019). *Sector electricidad*. Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/4463/como-funciona-el-reconectador-recloser/>

electricidad, S. (05 de 01 de 2019). *Sector electricidad* . Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/19183/reconectores/>

Gonzales, R. (2002). *Fundamentos de Ingeniería Eléctrica*. Santo Domingo : Buho .

Moguel, E. A. (2005). *Metodología de la investigación*. Tabasco .

Nutsch, W. (2000). *Tecnología de la madera y del mueble*. Barcelona : Reverte S.A.

Olabuenaga. (2012). *Metodología de la investigación* . Bilbao : Deusto.

Orrego, J. M. (2008). *Electricidad 1, teoría básica y prácticas* . Barcelona : Marcombo .

Sector electricidad . (05 de 01 de 2019). Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/19183/reconectores/>

Universo Formulas . (05 de 01 de 2019). Obtenido de <https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/diagrama-pareto/>

ANEXOS

En esta sección del trabajo de titulación se muestran distintas imágenes relacionadas con las causas de fallas en el sistema eléctrico. :

- Anexo A: Fallas asimétricas monofásicas poste chocado
- Anexo B: Fallas simétricas ramas sobre las tres fases
- Anexo C: Maniobras en subestación para instalación de reconectores



ANEXO A: Fallas asimétricas monofásicas poste chocado
Fuente: Autor



ANEXO B: Fallas simétricas ramas sobre las tres fases
Fuente: Autor



ANEXO C: Maniobras en subestación para instalación de reconectores
Fuente: Autor



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Díaz Jordán, Jefferson Ricardo**, con C.C: # **0926023847** autor del trabajo de titulación: “**Estudio para la implementación de Reconectores mediante Aplicación de la Ley de Pareto para determinar el 20 % de las causas que generan el 80% de las fallas en el servicio eléctrico desde el km 5 hasta el km 24 en vía a la costa en Guayaquil, en media tensión de las redes de Distribución**” previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de Marzo del 2019

f. _____

Díaz Jordán, Jefferson Ricardo
C.C 0926023847

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	"Estudio para la implementación de Reconectores mediante Aplicación de la Ley de Pareto para determinar el 20 % de las causas que generan el 80% de las fallas en el servicio eléctrico desde el km 5 hasta el km 24 en vía a la costa en Guayaquil, en media tensión de las redes de Distribución"		
AUTOR(ES)	Jefferson Ricardo Díaz Jordán		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Suarez Murillo, Efraín Oswaldo		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico Mecánico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de marzo de 2019	No. DE PÁGINAS:	60
ÁREAS TEMÁTICAS:	Diseño, industrial, eficiencia		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Producción, selectividad, estadística, fallas, eficiencia, proceso, reconectores		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>Mediante un estudio estadístico también se pretende reducir los diferentes tipos de fallas que existen por las operaciones de alimentadoras en años anteriores, tratando de identificar los puntos críticos para poder identificar las posibles soluciones. Creando encuestas y diseños estadísticos es posible determinar lugares específicos mediante una tabla de la ley de Pareto del 80-20%, el cual va ayudar a tomar soluciones en lugares estratégicos para obtener un resultado más acertado. En el trayecto de vía a la Costa existen 3 subestaciones, en cada una de ellas hay un operador que determina mediante alarmas instaladas cualquier falla producida, el cual es comunicado a la central de SCADA, quien genera las respectivas acciones y pruebas dependiendo de la falla.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0993786821	E-mail: jefrdiaz@espol.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Ing. Suarez Murillo, Efraín Oswaldo		
	Teléfono: 0939337923		
	E-mail:		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			