



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“ANÁLISIS CAUSAL DE FALLAS Y COSTOS DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO
DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A. EN LA CIUDAD DE
RIOBAMBA”**

AUTOR(ES): Fredy Alberto Guevara Uvidia

Willian Marcelo Morocho Lluco

DIRECTOR: Ing. Rodrigo Briones

Riobamba – Ecuador

2016

REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **ANÁLISIS CAUSAL DE FALLAS Y COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A. EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA** presentado por: Fredy Alberto Guevara Uvidia y Willian Marcelo Morocho Lluco y dirigido por: Ing. Rodrigo Briones

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito, en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Vicente Soria

Presidente del Tribunal

Firma

Ing. Rodrigo Briones

Director del Proyecto

Firma

Ing. Carlos Bejarano

Miembro del Tribunal

Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Fredy Alberto Guevara Uvidia y Willian Marcelo Morocho Lluco en calidad de autores e Ing. Rodrigo Briones en calidad de Director del Proyecto; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

Fredy Alberto Guevara Uvidia

060473402-0



Firma

Willian Marcelo Morocho Lluco

0603522020-0



Firma

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios que me ha dado la fortaleza para culminar con un sueño más en mi vida.

Un agradecimiento sincero al Ing. Joe Rúales, Gerente de la “EERSA” y al personal de los diferentes departamentos por su apoyo y disponibilidad.

A mi director de Tesis Ing. Rodrigo Briones y a todas las personas que con su cooperación desinteresada se han hecho merecedoras de mi eterna gratitud.

Un agradecimiento especial al Ing. Antonio Briones por impartir sus conocimientos y apoyar para la realización de este proyecto.

Fredy Guevara Uvidia

DEDICATORIA

Toda la gloria sea a Cristo, por regalarme la vida y bendecirme.

A mis queridos padres José Guevara y Rosa Uvidia, por apoyarme, fortalecerme para alcanzar mis metas y por acompañarme en todo momento, se merecen mi esfuerzo.

A mis hermanos y hermanas por apoyarme siempre con una voz de aliento, ánimo y empuje.

Fredy Guevara Uvidia

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a Dios mi creador, por darme mi guía e inspiración de vida, y permitir realizar este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por permitirme formarme en ella y convertirme en un ser profesional, A mis maestros quienes fueron partícipes en este proceso,

Un agradecimiento especial al Ing. Rodrigo Briones, director del trabajo de investigación quien con mística generosidad y mucha sabiduría supo orientarme teórica y metodológicamente de manera correcta, además de otorgarme el aliciente necesario en todo momento.

William Marcelo Morocho

DEDICATORIA

Es mi deseo como un gran gesto de agradecimiento, dedicarle mi trabajo de investigación plasmada en el presente informe, a mi esposa Carmita por su amor, cariño incondicional y comprensión

A mi hijo Handry, quien me apoyo con alegrías y espíritu alentador, a mi madrecita Encarnación, quien con fuerza, vigor, alma y actitud de padre y madre a la vez, y mi padre Narciso desde el cielo con su espíritu me ha guiado contribuyendo para lograr las metas.

Willian Marcelo Morocho

ÍNDICE GENERAL

Pág.

REVISIÓN	i
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO I.....	2
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	2
1.1. Problematización.....	2
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Objetivos.	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Hipótesis.....	3
1.5. Justificación.....	4
1.6. Enfoque teórico	4
1.6.1. Sistemas de Distribución Eléctrico.	4
1.6.2. Componentes de un Sistema de Distribución.....	5
1.6.3. Subestaciones.	5
1.6.4. Alimentador primario.	5
1.6.5. Qué es una falla en el Sistema de Distribución Eléctrico	6
1.6.6. Identificación de las Interrupciones	6

1.6.7. Registro y Clasificación de las Interrupciones	7
1.6.8. Método de identificación de causas - efectos.....	8
1.6.9. Tipo de fallas en Sistemas de Potencia	9
1.6.10. Fallas Monofásicas sobre tramos.	10
1.6.11. Fallas Bifásicas.....	10
1.6.12. Fallas Trifásicas.....	11
1.6.13. Identificación y localización de fallas	11
1.6.14. Operación y mantenimiento	11
1.6.15. Costo de reparación de fallas	12
1.6.16. Costos en el Mantenimiento	12
1.6.17. Determinación del ciclo de mantenimiento.....	13
CAPÍTULO II	14
2. METODOLOGÍA	14
2.1. Tipo de estudio	14
2.2. Población y muestra	15
2.3. Operacionalización de variables.....	16
2.4. Procedimientos	17
2.5. Procesamiento y análisis	18
CAPÍTULO III.....	19
3. RESULTADOS	19
3.1. Análisis causal de fallas en el sistema de distribución eléctrica del EERSA.	19
3.1.1. Análisis causal de fallas en la Subestación 01 del SDE.....	24
3.1.2. Análisis causal de fallas en la Subestación 02 del SDE.....	33
3.1.3. Análisis causal de fallas en la Subestación 03 del SDE.....	42
3.1.4. Análisis causal de fallas en la Subestación 04 del SDE.....	50
3.1.5. Resultado final del análisis causal de fallas en el SDE.....	56

3.2.	Análisis de costos de operación y mantenimiento.	59
3.2.1.	Análisis de costos de los alimentadores de la subestación 01.....	59
3.2.2.	Análisis de costos de los alimentadores de la subestación 02.....	71
3.2.3.	Análisis de costos de los alimentadores de la subestación 03.....	82
3.2.4.	Análisis de costos de los alimentadores de la subestación 04.....	91
3.2.5.	Resultado final del análisis de costos de operación y mantenimiento por fallas del SDE.....	99
CAPÍTULO IV.....		102
4.	DISCUSIÓN.....	102
4.1.	Comprobación de la hipótesis.	104
4.1.1.	Modelo estadístico.....	104
4.1.2.	Nivel de significancia.....	104
4.1.3.	Criterios de decisión.....	104
4.1.4.	Cálculos.....	104
4.1.5.	Decisión.....	108
CAPÍTULO V.....		110
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
5.1.	Conclusiones.	110
5.2.	Recomendaciones.....	111
CAPÍTULO VI.....		112
6.	PROPUESTA.....	112
6.1.	Título de la propuesta.....	112
6.2.	Introducción.....	112
6.3.	Objetivos.....	113
6.4.	Fundamentación Científico –Técnica.....	113
6.4.1.	Qué es y para qué sirve un Plan de mejora.	113
6.4.2.	Pasos a seguir para la elaboración del plan de mejora.....	114

6.5.	Descripción de la propuesta	115
6.6.	Diseño Organizacional.	121
6.7.	Monitoreo y Evaluación de la propuesta.....	121
VII	BIBLIOGRAFÍA	123
VIII	APÉNDICES O ANEXOS.....	125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama de causa-efecto de la subestación 01.....	24
Ilustración 2: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 01/01.....	26
Ilustración 3: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 02/01	26
Ilustración 4: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03/01	27
Ilustración 5: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 04/01	27
Ilustración 6: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 05/01.....	28
Ilustración 7: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 06 CACHA/01..	28
Ilustración 8: Causal de fallas en el alimentador 01/01.	29
Ilustración 9: Causal de fallas en el alimentador 02/01.	30
Ilustración 10: Causal de fallas en el alimentador 03/01.	30
Ilustración 11: Causal de fallas en el alimentador 04/01.	31
Ilustración 12: Causal de fallas en el alimentador 05/01.	31
Ilustración 13: Causal de fallas en el alimentador 06 CACHA/01.	32
Ilustración 14: Diagrama de causa-efecto de la subestación 02.....	33
Ilustración 15: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 01/02.....	35
Ilustración 16: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 02/02.....	35
Ilustración 17: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03/02.....	36
Ilustración 18: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 04 GUANO/02.....	36
Ilustración 19: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 06/02.....	37
Ilustración 20: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 07/02.....	37
Ilustración 21: Causal de fallas en el alimentador 01/02.	38
Ilustración 22: Causal de fallas en el alimentador 02/02.	39
Ilustración 23: Causal de fallas en el alimentador 03/02.	39
Ilustración 24: Causal de fallas en el alimentador 04 GUANO/02.....	40
Ilustración 25: Causal de fallas en el alimentador 06/02.	40
Ilustración 26: Causal de fallas en el alimentador 07/02.	41
Ilustración 27: Diagrama de causa-efecto de la subestación 03.....	42
Ilustración 28: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 01 SAN LUIS/03	44
Ilustración 29: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 02/03	44

Ilustración 30: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03/03	45
Ilustración 31: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 04 PENIPE/03	45
Ilustración 32: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 05/03	46
Ilustración 33: Causal de fallas en el alimentador 01 SAN LUIS/03	47
Ilustración 34: Causal de fallas en el alimentador 02/03	48
Ilustración 35: Causal de fallas en el alimentador 03/03	48
Ilustración 36: Causal de fallas en el alimentador 04 PENIPE/03.....	49
Ilustración 37: Causal de fallas en el alimentador 05/03	49
Ilustración 38: Diagrama de causa-efecto de la subestación 04.....	50
Ilustración 39: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 01 SAN JUAN/04	52
Ilustración 40: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 02 SAN ANDRES/04	52
Ilustración 41: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03 LOS ALAMOS/04	53
Ilustración 42: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03 RIOBAMBA NORTE/04.....	53
Ilustración 43: Causal de fallas en el alimentador 01 SAN JUAN/04	54
Ilustración 44: Causal de fallas en el alimentador 02 SAN ANDRES/04	55
Ilustración 45: Causal de fallas en el alimentador 03 LOS ALAMOS/04.....	55
Ilustración 46: Causal de fallas en el alimentador 04 RIOBAMBA NORTE/04	56
Ilustración 47: Resultados del análisis de frecuencia total de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.....	57
Ilustración 48: Resultados del análisis causal de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.	58
Ilustración 49: Costos de mano de obra y materiales en los alimentadores de la subestación 01	62
Ilustración 50: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 01	64
Ilustración 51: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01/01	65

Ilustración 52: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/01	66
Ilustración 53: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/01	67
Ilustración 54: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04/01	68
Ilustración 55: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 05/01	69
Ilustración 56: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 02	73
Ilustración 57: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 02	75
Ilustración 58: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01/02	76
Ilustración 59: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/02	77
Ilustración 60: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/02	78
Ilustración 61: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 GUANO/02	79
Ilustración 62: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 06/02	80
Ilustración 63: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 07/02	81
Ilustración 64: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 03	84
Ilustración 65: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 03	85
Ilustración 66: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01 SAN LUIS/03	86
Ilustración 67: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/03	87

Ilustración 68: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/03.....	88
Ilustración 69: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 PENIPE/03.	89
Ilustración 70: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 05/03.....	90
Ilustración 71: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 04.	93
Ilustración 72: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 04.	94
Ilustración 73: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01 SAN JUAN/04.....	95
Ilustración 74: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02 SAN ANDRES/04.....	96
Ilustración 75: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03 LOS ALAMOS/04.	97
Ilustración 76: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 RIOBAMBA NORTE/04.....	98
Ilustración 77: Resultados del análisis de costos de operación y mantenimiento por fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.	100
Ilustración 78: Resultados del análisis de costos por causal de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.....	101
Ilustración 79: Prueba de hipótesis mediante la aplicación de la gráfica del Chi cuadrado.	108
Ilustración 80: Comprobación descriptiva de la relación entre el causal de fallas y los costos de Operación y Mantenimiento.....	109
Ilustración 81: Análisis final del causal de fallas con mayor frecuencia en el SDE.....	116
Ilustración 82: Diagrama organizacional para el manejo de plan de mejoras.	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	16
Tabla 2: Fallas identificadas en el SDE.	19
Tabla 3: Causas unificadas en el Sistema de Distribución Eléctrica de la EERSA.....	20
Tabla 4: Consolidación de causal de fallas en el año 2015.....	22
Tabla 5: Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 01	25
Tabla 6: Causal de fallas en los alimentadores de la subestación 01.	29
Tabla 7: Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 02.	34
Tabla 8: Causal de fallas en los alimentadores de la subestación 02.	38
Tabla 9: Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 03	43
Tabla 10: Causal de fallas en los alimentadores de la subestación 03	47
Tabla 11: Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 04.	51
Tabla 12: Causal de fallas en los alimentadores de la subestación 04.....	54
Tabla 13: Resultados del análisis de frecuencia total y el porcentaje de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.....	56
Tabla 14: Resultados del análisis causal de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.	58
Tabla 15: Costo de mano de obra por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 01	59
Tabla 16: Costo de los materiales por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 01	60
Tabla 17: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 01	62
Tabla 18: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 01.....	63
Tabla 19: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01/01	65
Tabla 20: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/01	66
Tabla 21: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/01	67

Tabla 22: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04/01	68
Tabla 23: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 05/01	69
Tabla 24: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 06 CACHA/01	70
Tabla 25: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 06 CACHA/01	70
Tabla 26: Costo me mano de obra por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 02.....	71
Tabla 27: Costo de los materiales por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 02.....	72
Tabla 28: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 02.....	73
Tabla 29: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 02.....	74
Tabla 30: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01/02	76
Tabla 31: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/02	77
Tabla 32: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/02	78
Tabla 33: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 GUANO/02.....	79
Tabla 34: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 06/02	80
Tabla 35: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 07/02	81
Tabla 36: Costo de mano de obra por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 03.....	82
Tabla 37: Costo de los materiales por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 03.....	83

Tabla 38: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 03	84
Tabla 39: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 03.....	84
Tabla 40: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01 SAN LUIS/03	86
Tabla 41: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/03.	87
Tabla 42: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/03.	88
Tabla 43: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 PENIPE/03.....	89
Tabla 44: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 05/03.	90
Tabla 45: Costo de mano de obra por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 04	91
Tabla 46: Costo de materiales por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 04.....	92
Tabla 47: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 04.....	93
Tabla 48: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 04.....	93
Tabla 49: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01 SAN JUAN/04.....	95
Tabla 50: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02 SAN ANDRES/04	96
Tabla 51: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03 LOS ALAMOS/04.....	97
Tabla 52: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 RIOBAMBA NORTE/04.	98
Tabla 53: Resultados del análisis de costos de operación y mantenimiento por fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.	99

Tabla 54: Resultados del análisis de costos por causal de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.....	100
Tabla 55: Valor del Chi-cuadrado tabulado o de tabla.	104
Tabla 56: Frecuencias observadas y esperadas (tabla de contingencia) de la relación entre las fallas y las causas del SDE.	105
Tabla 57: Prueba Chi-cuadrado efectuado mediante el SPSS 20.....	108
Tabla 58: Relación descriptiva entre la frecuencia de causal de fallas con los costos de operación y mantenimiento.	109
Tabla 59: Análisis final del causal de fallas con mayor frecuencia en el SDE.	115
Tabla 60: Propuesta de actividades para el plan de mejora en el SDE.	117
Tabla 61: Seguimiento del plan de mejoras.	122

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Costos de Mano de Obra de la EERSA.....	125
Anexo 2: Precios de Materiales de la EERSA.	125
Anexo 3: Diagrama unifilar de los sistemas de generación y subtransmisión del EERSA.....	137
Anexo 4: Aceptación de la Empresa para la realización del trabajo de investigación.	138
Anexo 5: Resolución de la aprobación del tema de Investigación para su desarrollo y asignación del tribunal definitivo de grado.....	139
Anexo 6: Certificado de culminación y presentación del trabajo de investigación de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.....	140

RESUMEN

En el siguiente estudio denominado análisis causal de fallas y costos de operación y mantenimiento en el sistema de distribución eléctrica de la empresa eléctrica Riobamba S.A. en la ciudad de Riobamba, se ha planteado como objetivos: analizar por sector y tipo de afección mediante análisis de frecuencias de fallas, para luego establecer costos de operación y mantenimiento que son necesarios para atender las fallas presentes en el SDE y con esto proponer acciones de mejora para la disminución de la frecuencia de fallas.

Para cumplir con los objetivos plateados se desarrollaron varias etapas: diagramas de Ishikawa para conocer los causales de fallas para cada subestación de la ciudad de Riobamba, se determinó frecuencias por tipo de falla, seguido de esto analizamos los causales de fallas para determinar los de mayor frecuencia en cada alimentador pertenecientes a las cuatro subestaciones de la ciudad de Riobamba.

Del análisis se obtuvo las fallas con mayor frecuencia y el porcentaje de cada una de estas, de la misma manera se obtuvo la frecuencia del causal de fallas y sus porcentajes.

Partiendo de los tiempos obtenidos se procede a calcular los costos de operación y mantenimiento de cada falla registrada, luego se determina los precios de los materiales utilizados para atender cada una de estas fallas.

Posteriormente se determina los costos de operación y mantenimiento de cada falla en los diferentes alimentadores que corresponden a las subestaciones de la ciudad de Riobamba.

Con la información recabada, se elabora un plan de mejoras para las fallas de mayor frecuencia, en el que se incluye datos generales y se propone acciones de mejora que se debe tomar para la posible disminución de la frecuencia de fallas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CENTRO DE IDIOMAS INSTITUCIONAL

Lic. Geovanny Armas P., DpS.

01 de Agosto de 2016

ABSTRACT

In the study called causal analysis of faults and operating costs and maintenance on the electrical distribution system of *Empresa Eléctrica Riobamba S.A.* in the city of Riobamba, the objectives proposed are: to analyze by sector and type of condition by means of failure frequency analysis, so that later we can establish the operating costs and maintenance which are necessary in order to attend the failures found in the EDS in order to propose improvement actions for reducing the frequency of failures.

In order to comply with the proposed objectives, they will be developed in several stages: Ishikawa diagrams to know the causes of failures for each substation in the city of Riobamba, frequencies per failure type were determined, after that the causes of failure were analyzed in order to determine the most frequent ones in each feeder belonging to the four substations in the city of Riobamba.

After the analysis we got the most frequent failures and their percentages, as well as the failure causal frequency and their percentages.

Starting from the times obtained, the next step is to calculate the operation and maintenance costs of every failure registered, after that, the prices of the material used for attending every one of the failures are determined.

Then the operating and maintenance costs for every failure in several feeders belonging to the substations in Riobamba are determined.

With the information gathered, an improvement plan for the most frequent failures is developed; it contains the general data, and the improvement actions to be taken for the possible reduction in the frequency of failures is proposed.

xxi



INTRODUCCIÓN

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A (EERSA) se encuentra dando el servicio de energía eléctrica a la Provincia de Chimborazo, al ofrecer este servicio la empresa recibe quejas de los clientes debido a las perturbaciones o fallas en el SDE. Esta investigación, evaluará el estado actual de un SDE, un diagnóstico que explicará los hechos que han propiciado ineficiencias en la transmisión de energía eléctrica lo cual significa la afectación directa al mercado eléctrico, los generadores y los consumidores.

Y de esto se pretende inferir un pronóstico con escenarios apropiados que permitan determinar las acciones para alcanzar las alternativas óptimas de actuación de sistemas de protección, los cuales producen la salida de servicio de varios segmentos del SDE comprometidos por la falla.

Con el cambio de la matriz energética del Ecuador, cada empresa tiene la responsabilidad de prestar el servicio eléctrico a los consumidores dentro de los niveles de calidad establecidos, en virtud de lo que señala la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, los Reglamentos aplicables, el contrato de concesión y las regulaciones correspondientes.

El sector energético del país frente a la demanda trata de fomentar su calidad del servicio para lo cual debe establecer su plan de inversión para atender de manera óptima a cada una de las partes afectadas y estar exentos de las penalidades impuestas por el ente regulador.

Este estudio tiene como finalidad lograr resultados concretos que concientice la calidad del servicio técnico de la EERSA.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Problematización

El sistema de distribución eléctrico (SDE) es el activo más importante de la EERSA y posibilita llevar el servicio de energía eléctrica a los consumidores finales (usuarios). Razón por la cual año tras año la EERSA, comprometida con brindar un mejor servicio viene desarrollando y mejorando los procedimientos tanto administrativos como operativos pensando siempre en brindar un servicio de calidad y continuo. Se invierte una gran parte de recursos de índole financiero y técnico de la empresa, en el área de “operación y mantenimiento” del sistema de distribución eléctrica

Debido a que la empresa eléctrica Riobamba (EERSA) posee un registro de quejas de los usuarios es posible cuantificar y analizar, que elementos del SDE poseen un mayor porcentaje de fallas, y se infiere los posibles factores y causas.

La base de datos en mención posee información preliminar de la ubicación de la falla y/o referencias, número de orden, tipo de reclamo, fecha de registro de reclamo, fecha de inicio del trabajo, fecha de finalización del trabajo, tiempo de duración del trabajo, tiempo real del daño, subestación, alimentador, móvil, jefe de grupo, turno, daño encontrado, reparación realizada, actividad programada/ no programada, causa, sub-causa, número de medidor, departamento, cantón, parroquia, barrio, sector, dirección, número de pedido, medio de presentación, observaciones, aclaraciones, etc.

El área de operación y mantenimiento actualmente si bien posee la información, no realiza un análisis de dicha información, con un respectivo seguimiento, que al extraer, procesar y relacionar la base de datos, permite generar información para tomar mejores soluciones y acciones de mejora de la “operación y mantenimiento” una temática que se relaciona con análisis de procesos y la ingeniería industrial.

En el proceso de este proyecto de investigación se cuantificó la cantidad de fallas establecidas en base de datos que registran las fallas del SDE, se buscó las causas posibles, se relacionó la frecuencia de fallas con los costos de operación y mantenimiento que fueron datos facilitados por el departamento de OM, y finalmente se determinó posibles acciones a tomar, los cuales tienen como objetivo contrarrestar pérdidas significantes de los recursos económicos en el área de operación y mantenimiento y mejorar la calidad del servicio técnico de la empresa

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influyen las fallas sobre los costos de operación y mantenimiento en el sistema de distribución de la empresa eléctrica Riobamba S.A.?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General

Analizar el causal de fallas en el sistema de distribución eléctrica y los costos de operación y mantenimiento en la empresa eléctrica Riobamba S.A.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar el causal de fallas en el sistema de distribución eléctrica por sector y tipo de afección, mediante la obtención de frecuencias.
- Establecer los costos de operación y mantenimiento necesarios para atender las fallas.
- Proponer acciones para la disminución de la frecuencia de fallos en el sistema de distribución en la empresa eléctrica Riobamba S.A.

1.4. Hipótesis

El análisis causal permitirá relacionar a la frecuencia de fallas y los costos de operación y mantenimiento en el sistema de distribución eléctrica de la empresa eléctrica Riobamba S.A. en la ciudad de Riobamba.

1.5. Justificación

En la EERSA, los gastos de operación y mantenimiento esta por detrás de la compra de energía y aproximadamente a la par con la inversión, por lo que es importante un análisis cíclico de mejoramiento continuo entendiendo los sucesos, para acto seguido realizar mejoras en el programa de operación y mantenimiento lo cual reporta ahorros significativos a la empresa. Se busca entender mejor las fallas del SDE de la EERSA a fin de realizar un mejor plan de mantenimiento preventivo y no correctivo, pues las fallas con corte de servicio generan inconformidades en los usuarios, por esta razón es interesante realizar este análisis con los fallas registradas en la base de datos, permitiendo generar posibles alternativas de solución, el mismo que además permitirá como ya se mencionó establecer mayor rendimiento por grupo de trabajo más adecuados para mejorar servicio y la satisfacción de los usuarios.

Desde el punto de vista educativo este proyecto es justificable porque ayudará a los involucrados a conocer a fondo la problemática de esta empresa, si se trabajará con datos reales, y el producto será un aporte que es requerido por la empresa y base para otras investigaciones de esta índole.

Este estudio sirve sin duda para mejorar el servicio de distribución y aumentar la productividad de la empresa, permitiendo mejorar y satisfacer las necesidades de los usuarios.

1.6. Enfoque teórico

Es necesario comprender que es un SDE y que fallas posee este sistema, por lo que se describe de forma breve, que es un SDE, el tipo de fallas, localización y costos. Finalmente se habla sobre las pérdidas que poseen los SDE costos y mantenimiento de un SDE:

1.6.1. Sistemas de Distribución Eléctrico.

Un sistema de distribución eléctrica lo conforman todos los componentes y elementos que se encuentran típicamente por debajo de los 40 kV, según (Riobreio,

2004), define que los sistemas de distribución constituyen todos los elementos de transporte de energía eléctrica comprendidos después de las subestaciones primarias, donde la transmisión de potencia se reduce a nivel de distribución

Conjunto de instalaciones para la distribución de energía, conformada por líneas de subtransmisión, subestaciones, alimentadores primarios, transformadores de distribución, redes secundarias, acometidas y medidores de energía eléctrica en una determinada región (Proaño, 2015).

1.6.2. Componentes de un Sistema de Distribución

El sistema de distribución posee alimentadores primarios (EERSA a 13.8KV), transformadores de distribución monofásicos y trifásicos (EERSA de 13,8 kV en MT a 240/120V BT y de potencias típicas entre 100 kVA a 10 kVA) y la red de baja tensión (EERSA 240/120V) y finalmente acometidas y medidores (EERSA, 2009).

1.6.3. Subestaciones.

Es el conjunto de equipos de conexión, protección, conductores, barras, transformadores y otros equipos auxiliares, cuyas funciones las de transmitir, distribuir y transformar energía eléctrica, llevándola a ventajas adecuados para la utilización de la etapas subsiguientes para la interconexión de subestaciones a un nivel de más bajo voltaje. (Proaño, 2015)

1.6.4. Alimentador primario.

Son los encargados de llevar la energía eléctrica desde las subestaciones de distribución hasta los transformadores de distribución. Los conductores van soportados en poste cuando se trata de instalaciones aéreas y en ductos o directamente enterrados cuando se trata de instalaciones subterráneas (Freire, 2012).

Los componentes de un alimentador primario son: Troncal y Ramal.

Troncal, es el tramo de mayor capacidad del alimentador que transmite la energía eléctrica desde la subestación de distribución a los ramales (Freire, 2012).

Ramal, es la parte del alimentador primario energizado a través de un troncal, en el cual van conectados los transformadores de distribución y servicios particulares suministrados en medio voltaje. Normalmente son de calibre menor al troncal (Freire, 2012).

1.6.5. Qué es una falla en el Sistema de Distribución Eléctrico

Se entiende por fallo a todo cambio en el comportamiento de alguno de los componentes del sistema, o desviación no permitida de alguna de sus propiedades o parámetros característicos, de manera que no pueda satisfacer la función para la cual ha sido diseñado. (Blanke, Frei, Kraus, Patton, Staroswiecki, 2000, pp. 40-51)

1.6.6. Identificación de las Interrupciones

La información relacionada con cada una de las interrupciones que ocurran en la red eléctrica se identificará de la siguiente manera:

- Fecha y hora de inicio de cada interrupción.
- Identificación del origen de las interrupciones: internas o externas
- Ubicación e identificación de la parte del sistema eléctrico afectado por cada interrupción: circuito de bajo voltaje (BV), centro de transformación de medio voltaje a bajo voltaje (MV/BV), circuito de medio voltaje (MV), subestación de distribución (AV/MV), red de alto voltaje (AV).
- Identificación de la causa de cada interrupción.
- Relación de equipos que han quedado fuera de servicio por cada interrupción, señalando su respectiva potencia nominal.
- Número de Consumidores afectados por cada interrupción.
- Número total de Consumidores de la parte del sistema en análisis.
- Energía no suministrada.
- Fecha y hora de finalización de cada interrupción.

Esta información debe tener interrelación con las bases de datos, de tal manera que se permitirá identificar claramente a todos los Consumidores afectados por cada interrupción que ocurra en el sistema eléctrico (CONELEC, 2001).

1.6.7. Registro y Clasificación de las Interrupciones

En el registro, las interrupciones se pueden clasificar de acuerdo a los parámetros que se indican a continuación, los que deberán tener un código para efectos de agrupamiento y de cálculos:

a) Por su duración

- Breves, las de duración igual o menor a tres minutos.
- Largas, las de duración mayor a tres minutos.

b) Por su origen

- Externas al sistema de distribución.

- Otro Distribuidor
- Transmisor
- Generador
- Restricción de carga
- Baja frecuencia
- Otras

- Internas al sistema de distribución.

- Programadas
- No Programadas

c) Por su causa

- Programadas.

- Mantenimiento
- Ampliaciones
- Maniobras
- Otras

- No programadas (intempestivas, aleatorias o forzadas).

- Climáticas
- Ambientales

- Terceros
- Red de alto voltaje (AV)
- Red de medio voltaje (MV)
- Red de bajo voltaje (BV)
- Otras

d) Por el voltaje nominal

- Bajo voltaje
- Medio voltaje
- Alto voltaje (CONELEC, 2001)

1.6.8. Método de identificación de causas - efectos.

En el trabajo de investigación es importante conocer las causas que producen los efectos que son las fallas en el sistema de distribución, para esto es necesario aplicar el diagrama de causa-efecto, que se conoce también como el diagrama de Ishikawa, en este apartado detallaremos las características, su origen y aplicación.

Diagrama de Ishikawa.

El Diagrama de Ishikawa, conocido como Espina de Pescado, Causa-Efecto o Grandal, es aquel estructurado en forma de grafica un poco sencilla en la que se puede relacionar todo en la espina central ya que es signo de un pescado, pero todo se representa a través de un problema que se pueda solucionar (Cuatrecasas, 2010).

El diagrama causa-efecto es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema (Cuatrecasas, 2010).

Suele aplicarse a la investigación de las causas de un problema, mediante la incorporación de opiniones de un grupo de personas directa o indirectamente relacionadas con el mismo. Por ello, está considerada como una de las 7 herramientas básicas de la calidad, siendo una de las más utilizadas, sencillas y que ofrecen mejores resultados (Cuatrecasas, 2010).

Es importante aclarar que el diagrama causa-efecto no es una herramienta para resolver un problema, sino únicamente explicarlo, esto es, analizar sus causas (paso previo obligado si se quiere realmente corregirlo) (Cuatrecasas, 2010).

Cuando se utiliza?

El diagrama de causa y efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza grafica del diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales (Sociedad Latinoamericana para la Calidad., 2010).

El diagrama de causa y efecto se debe utilizar cuando se pueda contestar, “si” a una o a las dos preguntas siguientes:

1. ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?
2. ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

El uso de un diagrama de causa y efecto hace posible reunir todas estas ideas para su estudio desde diferentes puntos de vista.

Los diagramas de causa y efecto también pueden ser utilizados para otros propósitos diferentes al análisis de la causa principal (Sociedad Latinoamericana para la Calidad., 2010).

1.6.9. Tipo de fallas en Sistemas de Potencia

Uno de los tipos de falla más común en los sistemas de potencia es el cortocircuito, que implica sobre corrientes o desbalances en el voltaje, o ambas.

Cerca del 85% de las fallas a nivel mundial son monofásicas a tierra, el 5% involucra más de una fase y el 10% de las restantes son del tipo mecánicas. Se tendrá en consideración este aspecto para compararlo en este estudio a emprender.

Un caso particular en el análisis de fallas en sistemas de potencia es la ocurrencia de dos o más fallas en el mismo instante de tiempo, situación que puede ser resultado de algunos eventos, como la caída de descargas atmosféricas o accidentes causados por mala manipulación de los equipos por parte de los operarios. Usualmente solo se consideran dos fallas simultáneas, debido a la baja probabilidad de que ocurran más eventos en el mismo instante de tiempo (Rodríguez-Melian F. & Jaime-García, 2011).

1.6.10. Fallas Monofásicas sobre tramos.

- **Tramos trifásicos:** en este caso, se pierden las cargas alimentadas mediante los transformadores monofásicos (de una o dos fases en el primario) conectados a la fase que fallo. Para los transformadores trifásicos con conexión Δ y, que son los más utilizados en los sistemas de distribución de energía eléctrica, el voltaje en el secundario cambia quedando solo un voltaje monofásico con el nivel de tensión adecuado, mientras que los otros dos tendrán valores inferiores al nominal; entonces, solo se puede considerar en servicio la carga conectada mediante acometida fase-neutro a la fase con tensión adecuada. (Oscar Gómez Carmona, 2007)
- **Tramos bifásicos:** En este caso, la carga conectada mediante transformadores fases-fase no será atendida; la carga alimentada mediante transformadores fase-neutro o fase-tierra conectada a la fase en servicio será atendida. (Oscar Gómez Carmona, 2007)
- **Tramos monofásicos:** En este caso, se tendrá pérdida total de la carga.

1.6.11. Fallas Bifásicas.

Se pierde la carga alimentada por los transformadores bifásicos y monofásicos conectados a las fases en falla. En los tramos trifásicos una fase queda en funcionamiento, por lo tanto, la carga alimentada por transformadores fase-tierra o fase-neutro continuara siendo alimentada. (Oscar Gómez Carmona, 2007)

1.6.12. Fallas Trifásicas

Se pierde la falla conectada aguas abajo del punto de falla. Todo esto muestra que la diferencia central entre los análisis balanceado y desbalanceado es que el ultimo incorpora el importante hecho de que todas las fallas no necesariamente interrumpen toda la carga servida como asume el análisis balanceado; así, los resultados que se obtengan al aplicar estos análisis a un sistema desbalanceado serán diferentes (Oscar Gómez Carmona, 2007).

1.6.13. Identificación y localización de fallas

El diagnostico de fallas en las redes de distribución es de gran importancia incluso en las redes de media tensión y baja tensión. Del mismo modo, la identificación y localización de tales eventos es un importante factor para la calidad del servicio.

Para el diagnostico de fallas en tiempo real se realiza con algoritmos que consisten principalmente en el cálculo de la impedancia de la línea de falla, basados en parámetros de voltaje y la corriente registrados en el instante de falla. Se establece una relación entre la impedancia y la distancia de la falla, teniendo presente los parámetros de la línea (Sullivan et al., 1996). Este método es eficiente para los sistemas de transmisión porque permite detectar en un punto preciso la ocurrencia de la interrupción. Sin embargo, tal algoritmo no es aplicable a redes de distribución son sistemas con mayor complejidad, poseen más elementos y más entramados en su topología, en la cual, la distancia asociada con la impedancia estimada, puede coincidir con diferentes puntos de un sistema ramificado (Victor A. Gómez, 2012).

El análisis que se realiza en esta investigación es expost sobre los registros de fallas y con asociación a la base de datos técnica georreferenciada que ubica la coordenada x, y donde fue la ocurrencia de cada falla.

1.6.14. Operación y mantenimiento

Este factor es de suma importancia en la elección de equipos, prácticas de construcción y esquemas eléctricos, que deberán ser manejados y mantenidos por

un personal calificado que tendrá a su cargo la responsabilidad de garantizar la continuidad del servicio. Las tareas de mantenimiento y operación requieren, además de equipos y esquemas adecuados, prever los espacios suficientes en las estructuras aéreas. (Naranjo, 2006)

Además de los aspectos citados, debe ponerse en un compromiso aceptable cuando se eligen equipos y sistemas sofisticados que luego serán difíciles de reparar o sustituir, o que requieran un alto grado de calificación por parte del personal bajo el cual estarán a cargo. Esto incluye además la simplificación del 'stock' de repuestos. En cierto sentido, la normalización de prácticas de construcción y de los tipos de equipamiento tiene un efecto directo en los costos de operación y mantenimiento, que deben ser tomados en cuenta muy seriamente (Naranjo, 2006).

1.6.15. Costo de reparación de fallas

El costo de reparación de una falla es generalmente fácil de estimar. Las empresas de distribución de energía eléctrica conocen el coste de los repuestos, de los equipos así como el valor en libros del ítem que ha fallado. Los costes de los materiales, la mano de obra. Se conocen ya sea de la experiencia o de una estimación precisa (Robledo, 2000).

1.6.16. Costos en el Mantenimiento

El Mantenimiento está supeditado a Operaciones, en el sentido que el servicio al cliente se considera primordial. No por esto se debe considerar el Mantenimiento secundario, ya que la falta de mantenimiento repercute directamente en la calidad del servicio e incrementa injustificadamente los costos totales de la empresa. La confiabilidad de la planta está directamente relacionada con el nivel de mantenimiento (Robledo, 2000).

1.6.17. Determinación del ciclo de mantenimiento

Los objetivos de la determinación del ciclo de mantenimiento consisten en encontrar el intervalo que tenga como resultado los menores costos de operación y de mantenimiento para el sistema que se esté analizando.

El proceso de determinación del intervalo óptimo de mantenimiento se basa en el conocimiento y comprensión de la interacción de los siguientes puntos.

- El costo del mantenimiento preventivo, MP.
- El costo del mantenimiento correctivo, MC.
- Las consecuencias directas de una falla.
- Las consecuencias indirectas de una falla.

Mediante el análisis causal de fallas, se puede determinar el costo de mantenimiento y los impactos de las fallas. Para conseguir los costos mínimos para el operador de la SDE, se debe seleccionar un intervalo mínimo de mantenimiento. Para los elementos susceptibles de ser mantenidos se debe asumir que la probabilidad de falla se incrementa a medida que el equipo envejece y decrece después de que se halla efectuado un mantenimiento en forma adecuada. Por lo tanto se debe encontrar un intervalo de mantenimiento en el cual el costo de mantenimiento preventivo y correctivo sea mínimo. Ya que conocemos el costo del mantenimiento preventivo y el costo de una falla, el mínimo costo para el operador de la red puede ser determinado si conocemos cual es la probabilidad de falla de sistema a medida que este envejece.

La clave para determinar el intervalo óptimo de mantenimiento para un sistema o dispositivo, consiste primero, en entender que modos de falla pueden mejorar con un mantenimiento periódico, y segundo, en el establecer un modelo acertado del proceso de envejecimiento.

Se han desarrollado varios modelos para predecir el comienzo de varios modos de falla. Algunos modelos han sido aplicables a cualquier mantenimiento en forma genérica, mientras que otros solo han sido útiles para modos de falla específicos (Robledo, 2000).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de estudio

Para la investigación de este proyecto, se realizó los siguientes enfoques metodológicos, tales como:

- El estudio descriptivo se trabajó con los datos que están implicados en el área de operación y mantenimiento para conocer, describir y analizar los problemas detectados y generar sus posibles soluciones.
- Se aplicó una investigación correlacional donde se determinó las relaciones de causas y efectos en componentes del SDE. Buscando así el origen y problema de una falla y no solo sus efectos.
- Se usó la investigación explicativa, la cual se basó en tratar de descubrir, establecer y explicar las relaciones previstamente funcionales que existen entre las variables existentes.
- Se aplicó la investigación científica para la búsqueda intencionada de conocimientos y de soluciones a problemas.

Técnicas:

- La técnica que se aplicó para este estudio fue la investigación bibliográfica. Mediante esta técnica se obtuvo todo lo referente a fuentes de información para lo cual se aplicó los siguientes instrumentos tales como libros, revistas, artículos científicos, páginas web, etc.

2.2. Población y muestra

Para la realización de este estudio se tomó la base de datos del registro de fallas en el Sistema de Distribución Eléctrica de la zona urbana de la ciudad de Riobamba debido a que según un análisis inicial se conoce que esta presenta mayor frecuencia de fallas, con respecto al resto de las zonas que alimenta el SDE de la EERSA.

Esta base de datos pertenece al registro de reclamos de un año calendario (2015), debido que es el período en el cual realizamos este estudio.

2.3. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variable	Tipo	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Análisis causal de las fallas en el sistema de distribución eléctrica	Independiente	Son los factores comunes e importantes que se presentan en el SDE que afectan a los usuarios de EERSA. (Autores)	Causal de fallas	Quejas de los usuarios	Causa - efecto	Diagrama de Ishikawa.
Costos de operación y mantenimiento en el SDE de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.	Dependiente	Es el valor estimado de los recursos como materiales y mano de obra empleados para la atención de fallas en el SDE. (Autores)	Materiales y mano de obra para la operación y mantenimiento del SDE.	Recursos para la atención de reclamos: Costo de mano de obra, Costos de materiales	Estadística descriptiva.	Microsoft Excel. SPSS 20 Tablas dinámicas

Elaborado por: Los autores

2.4. Procedimientos

Los datos para la investigación fueron registrados por los trabajadores que conforman los grupos de operación y mantenimiento y el personal de guardia del departamento de quejas de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. información que fue puesta a nuestra disposición para el respectivo análisis.

La base de datos de los costos de mano de obra, materiales y los diagramas unifilares fueron facilitados por el departamento de planificación.

Los datos se adquirió de acuerdo a las necesidades de la investigación mediante se fue desarrollando la tesis.

Se identifican los tipos de reclamos presentes en el SDE de la EERSA en las cuatro subestaciones y sus respectivos alimentadores de la zona urbana de la ciudad de Riobamba. Procedimos a realizar los diagramas de causa-efecto obteniendo de esto las causas programadas y no programadas y las subcausas de cada una de estas.

Con las tablas unificadas se pudo determinar las causas y subcausas tanto externas como internas; programadas y no programadas.

Se realiza un análisis de frecuencias por tipo de fallas y por el causal de fallas.

Para el análisis de costos con las bases de datos de los precios de materiales y costos de mano de obra por grupos de trabajo se realiza los respectivos cálculos. El análisis de costos se los realiza para los diferentes alimentadores correspondientes a cada subestación de la zona urbana de la ciudad de Riobamba.

Con el análisis de frecuencias realizado por tipo de falla y por causal de fallas se obtuvo los costos de operación y mantenimiento.

Por su parte en el plan de mejoras se procede a dar acciones de mejora para los causales de falla de mayor frecuencia y mayor costo.

2.5. Procesamiento y análisis

La base de datos de quejas por fallas en el servicio de energía eléctrica registrado en el año 2015 fue emitida por el departamento de operación y mantenimiento de la empresa, la gestión se llevó a cabo previa la autorización del representante legal de la empresa.

Este registro fue la fuente objetiva para la realización del análisis, por lo que se obtuvo todos los datos inherentes respectivos.

Para el establecimiento de las causas se empleó la técnica de causa-efecto (diagrama de Ishikawa)

Se realizó un análisis estadístico mediante tablas dinámicas, ya que los datos a analizarse fueron numerosos debido a que la información fue de un año de todas las quejas por fallos en el sistema de distribución eléctrica que se presentan en la EERSA. Enfocándonos básicamente en la ciudad de Riobamba.

Para determinar los costos de operación y mantenimiento se basó en análisis estadístico descriptivo mediante la aplicación del Microsoft Excel 2013, esto partiendo de la información de precios de materiales y costos de OM del año 2015 emitido por la empresa.

Como se planteó el tema de investigación se tomó iniciativas para el análisis, basándonos en dar cumplimiento a los objetivos planteados.

Luego de realizar el análisis causal de fallas y determinar los costos de operación y mantenimiento el objetivo fue encontrar técnicas y métodos óptimos para elaborar un plan de mejoras en el SDE.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1. Análisis causal de fallas en el sistema de distribución eléctrica del EERSA.

Los resultados obtenidos mediante los análisis son ilustrados e interpretados mediante las cuales se obtuvo datos importantes que nos ayudó a la elaboración del plan de mejoras.

Mediante la aplicación de sistemas informáticos como son las tablas dinámicas se determinó la frecuencia de fallas y se identificó las causas y subcausas de cada falla, así también el análisis de los costos de operación y mantenimiento comprendiendo estas, a los costos de mano de obra y los costos de materiales

Tabla 2: Fallas identificadas en el SDE.

N°	Tipos de reclamos del SDE de la EERSA.
01	Alumbrado Público apagado en la noche
02	Alumbrado Público encendido en el día
03	Alumbrado Público intermitente
04	Cortocircuito en la Acometida / Medidor
05	Cortocircuito en la red
06	Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional
07	Falta de fase
08	Falta de servicio
09	Fluctuaciones de voltaje
10	Inspección
11	Inspección por artefactos quemados
12	Líneas rotas/ arrancadas
13	Poste chocado
14	Poste desplomado o en mal estado
15	Revisión del medidor
16	Trabajo Complementario
17	Trabajo Planillado
18	Trabajo Programado
19	Voltaje bajo
20	Voltaje alto

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 3: Causas unificadas en el Sistema de Distribución Eléctrica de la EERSA.

		CAUSAS	SUBCAUSAS
INTERNO	NO PROGRAMADOS	Ambientales	Árboles (sin incluir podas)
			Aves
			Materiales llevados por el viento (cometas, ramas, plásticos etc.)
			Contaminación salina
			Corrosión/sulfatación
			Deslizamiento de tierra/falla geológica
		Climáticas	Descargas Atmosféricas (Rayos)
			Lluvia
			Neblina o humedad
			Radiación Solar
			Viento Fuerte
		Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	Alteraciones técnicas en voltaje, corriente o frecuencia (sobrecarga, oscilación de potencia y variaciones de voltaje)
			Diseño, Instalación o construcción
			Falla de equipamiento, materiales y accesorios
			Falla humana
			Interferencia accidental (contactos, daños) por personal de la empresa o contratistas de las empresas.
			Mantenimiento de equipos y/o líneas de distribución.
		Terceros	Choques de vehículos
			Daño o interferencia accidental de particulares
			Daño o interferencia accidental por trabajos de otras empresas de servicios o sus contratistas
Daños o interferencia intencional			

Tabla 3: (continuación)

EXTERNAS	PROGRAMADAS		Falla de equipamiento, materiales y accesorios
			Fallas, errores de operación en equipamientos, instalaciones de consumidores o de otros concesionarios
		Otras	Desconocidas
			No Clasificadas
		Ampliaciones y mejoras	Programadas por mejoras o remodelaciones de las redes
			Programadas por ampliaciones
	Programadas por cambio de nivel de voltaje		
	Maniobras	Maniobras para localización de fallas y/o tentativas de restablecimiento de servicio.	
		Falla en operación de equipamientos	
		Operaciones sin tensión por seguridad característica restrictiva del equipamiento.	
	Mantenimiento	Programadas para mantenimiento correctivo	
		Programadas para mantenimiento preventivo	
		Programadas para transferencias de carga	
	NO PROGRAMADOS	Otra distribuidora	Interferencia accidental (contactos, daños) por personal de la empresa o contratistas de las empresas.
Otras		No Clasificadas	

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 4: Consolidación de causal de fallas en el año 2015

Año 2015																	
Subestación	Alimentadores	Externo				Interno										Total Interno	Total general
		No Programado		Total No Programado	Total Externo	No Programado					Total No Programado	Programado			Total Programado		
		Otra distribuidora	Otras			Ambientales	Climáticas	Otras	Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	Terceros		Ampliaciones y mejoras	Maniobras	Mantenimiento			
01	01	0	0	0	0	6	86	37	8	185	322	6	0	227	233	555	555
	02	0	0	0	0	10	76	33	19	168	306	4	0	186	190	496	496
	03	0	0	0	0	14	105	37	23	179	358	20	0	108	128	486	486
	04	0	0	0	0	3	38	4	4	47	96	2	0	38	40	136	136
	05	0	0	0	0	15	129	24	20	196	384	8	0	66	74	458	458
	06 CACHA	0	1	1	1	25	174	28	16	168	411	29	0	75	104	515	516
02	01	0	0	0	0	6	49	27	10	133	225	7	0	49	56	281	281
	02	0	0	0	0	17	126	28	9	238	418	8	0	74	82	500	500
	03	0	0	0	0	21	164	40	18	255	498	15	2	62	79	577	577
	04 GUANO	0		0	0	11	89	20	5	86	211	9	0	46	55	266	266
	06	0	0	0	0	2	10	3	1	13	29	0	0	19	19	48	48
	07	0	0	0	0	0	5	1	3	5	14	0	0	7	7	21	21

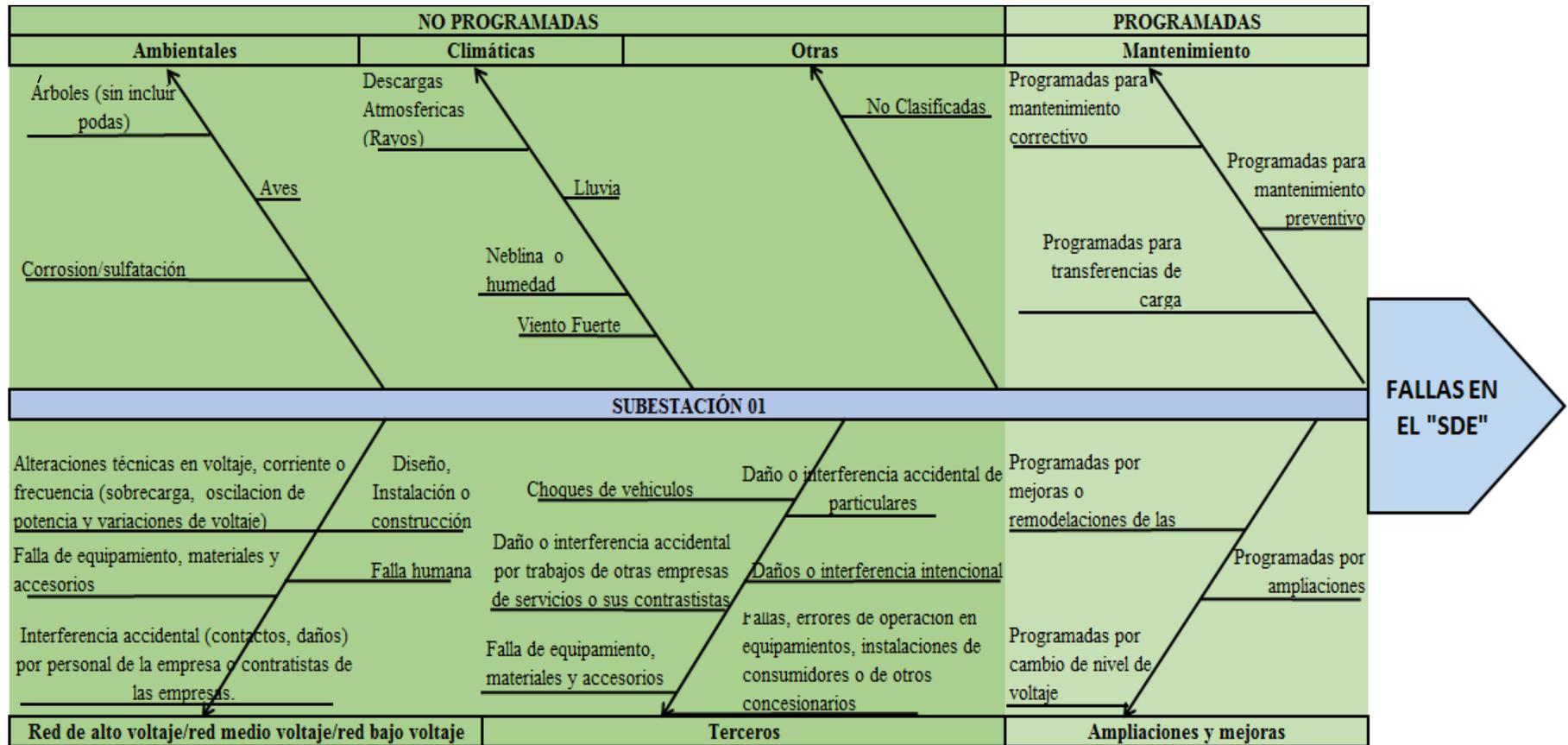
Tabla 4: (continuación)

03	01 SAN LUIS	0	0	0	0	26	218	41	31	212	528	25	0	113	138	666	666
	02	0	0	0	0	27	213	36	27	212	515	26	0	84	110	625	625
	03	0	0	0	0	21	80	30	11	153	295	5	0	39	44	339	339
	04 PENIPE	0	0	0	0	7	30	7	3	28	75	4	0	17	21	96	96
	05	0	0	0	0	23	189	28	16	283	539	12	1	118	131	670	670
04	01 SAN JUAN	0	0	0	0	21	202	31	24	203	481	18	0	93	111	592	592
	02 SAN ANDRES	0	0	0	0	10	73	12	7	60	162	5	0	44	49	211	211
	03 LOS ALAMOS	1	1	2	2	14	173	28	20	176	411	8	2	88	98	509	511
	04 RIOBAMBA NORTE	0	0	0	0	15	203	29	16	163	426	17	0	69	86	512	512
Total general		1	2	3	3	294	2432	524	291	3163	6704	228	5	1622	1855	8559	8562

Elaborado por: Los Autores.

3.1.1. Análisis causal de fallas en la Subestación 01 del SDE.

Ilustración 1: Diagrama de causa-efecto de la subestación 01.



Elaborado por: Los Autores.

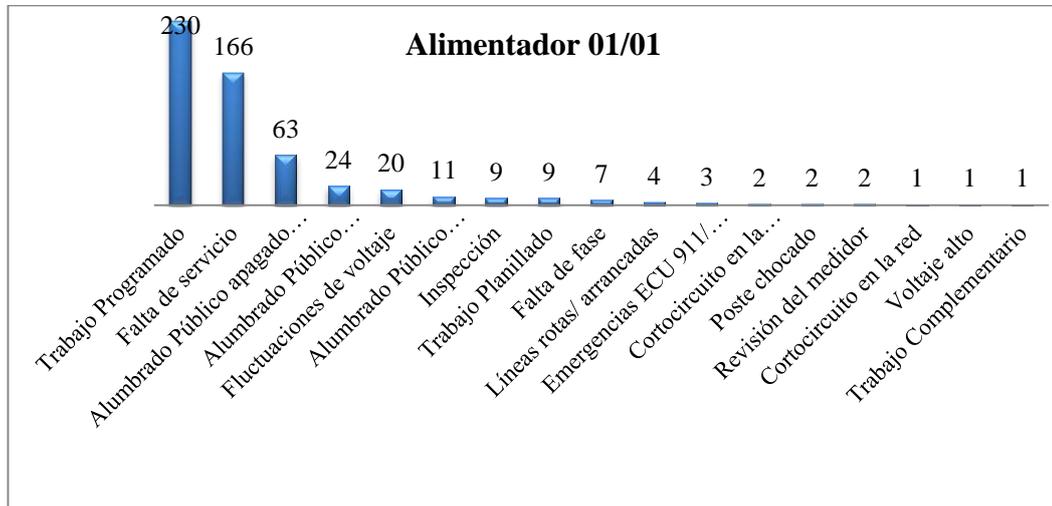
Tabla 5: Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 01

Alimentador	Alumbrado Público apagado en la noche	Alumbrado Público encendido en el día	Alumbrado Público intermitente	Cortocircuito en la Acometida / Medidor	Cortocircuito en la red	Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	Falta de fase	Falta de servicio	Fluctuaciones de voltaje	Inspección	Líneas rotas/ arrancadas	Poste chocado	Poste desplomado o en mal estado	Revisión del medidor	Trabajo Complementario	Trabajo Planillado	Trabajo Programado	Voltaje alto	Voltaje bajo	Total general
01	63	11	24	2	1	3	7	166	20	9	4	2	2	1	9	230	1			555
02	70	5	17		1	2	11	159	13	17	4	5		2	6	184				496
03	112	15	19		1	1	7	162	21	13	3	1	1	1	3	8	117		1	486
04	23	1	5	1	1		1	57	3	2	1	1		1	3	36				136
05	102	6	16		2		2	204	28	10	3	4	1	8	7	65				458
06 CACHA	122	20	19	1	1		5	205	11	14	7	2	3	9	2	95				516
Total general	492	58	100	4	7	6	33	953	96	65	22	15	4	4	24	35	727	1	1	2647

Elaborado por: Los Autores.

3.1.1.1. Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 01

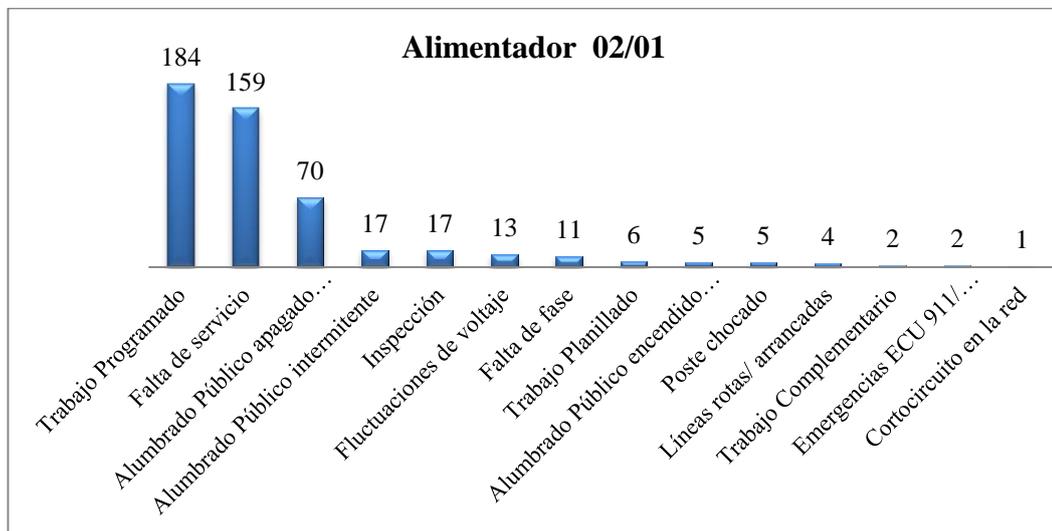
Ilustración 2: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 01/01.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 01/01 se determinó que los tipos de reclamo con mayor frecuencia registrada y atendida fueron los de trabajo programado, falta de servicio, y alumbrado público apagado en la noche.

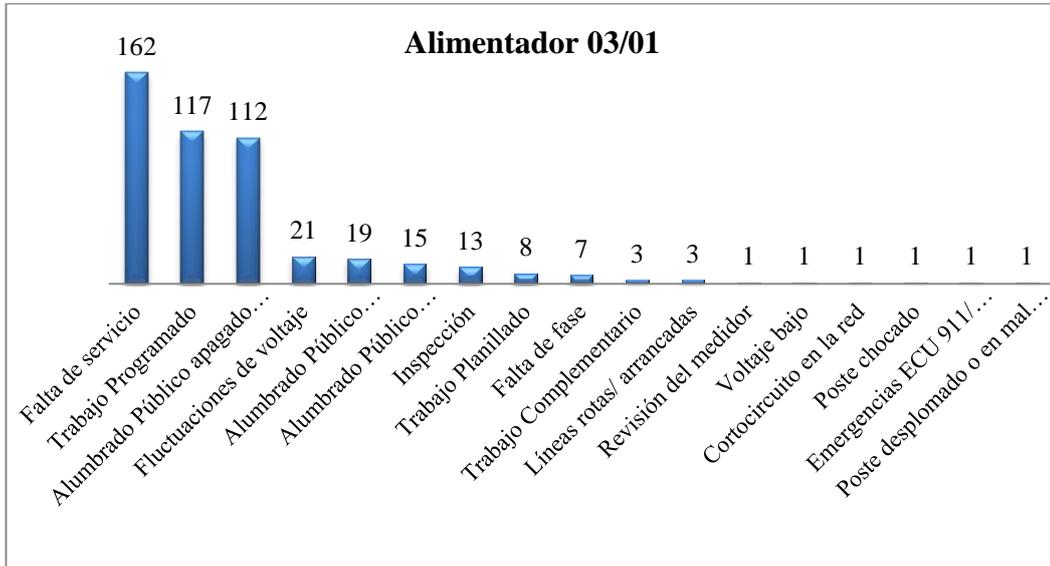
Ilustración 3: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 02/01



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En esta ilustración podemos ver que el trabajo programado, la falta de servicio y alumbrado público apagado en la noche son las fallas principales que se registró en el alimentador 02/01.

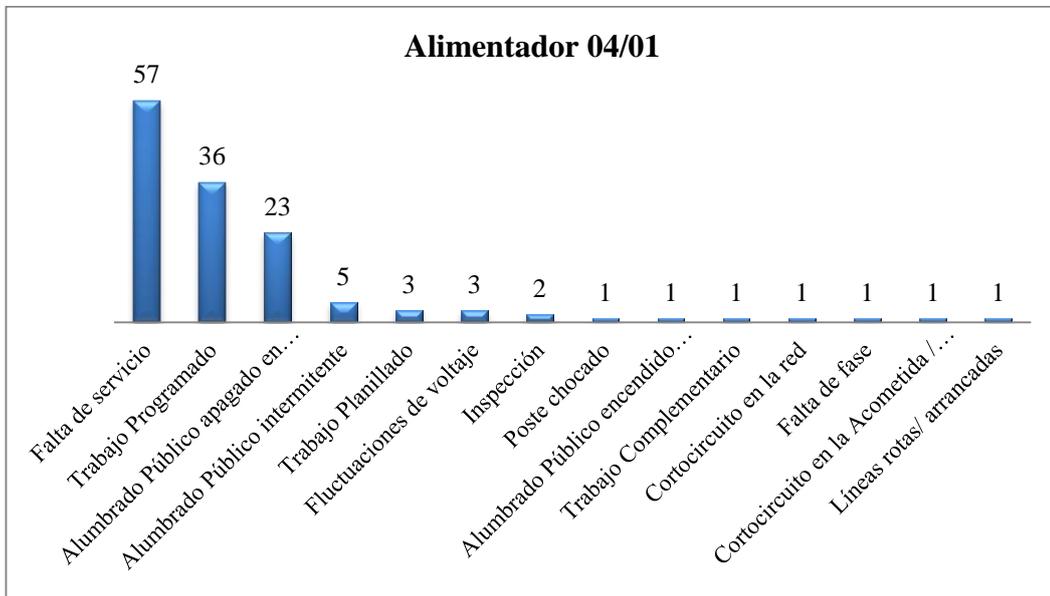
Ilustración 4: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03/01



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración del alimentador 03/01 nos indica que la falta de servicio, los trabajos programados, y el alumbrado público apagado en la noche, fueron las fallas que mayor frecuencia registraron en el SDE.

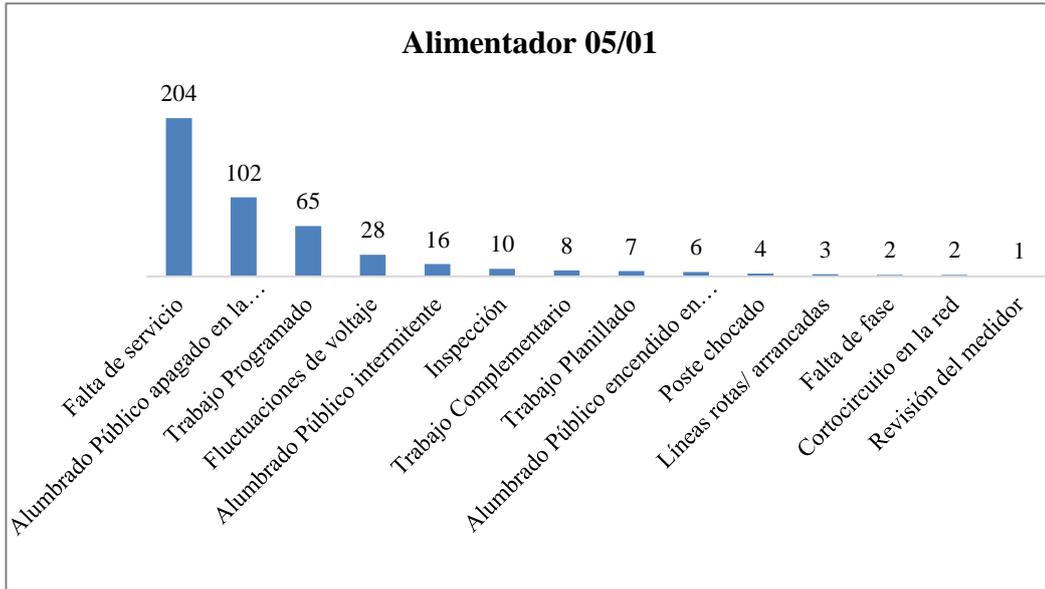
Ilustración 5: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 04/01



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: La falta de servicio así también el trabajo programado y el alumbrado público apagado en la noche fueron los reclamos de mayor ocurrencia, en el alimentador 04/01.

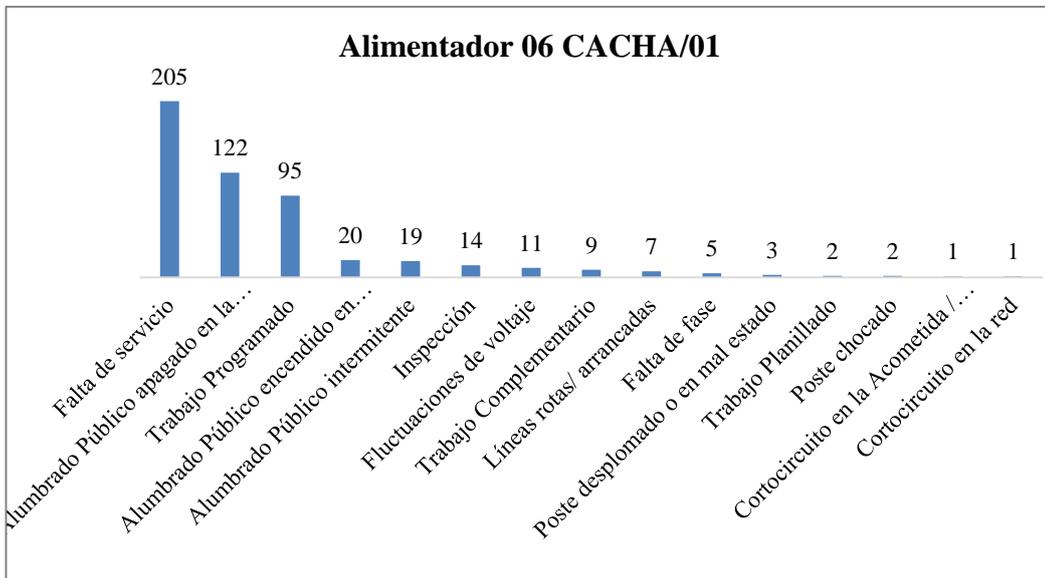
Ilustración 6: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 05/01.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: Al observar la ilustración del alimentador 05/01 se obtuvo que la falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche y los trabajos programados nos indican mayor frecuencia de fallas en el SDE.

Ilustración 7: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 06 CACHA/01.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: Al igual que en los demás alimentadores en el alimentador 06 CACHA/01 obtuvimos que, la falta de servicio, el alumbrado público y los trabajos programados fueron las fallas de mayor frecuencia.

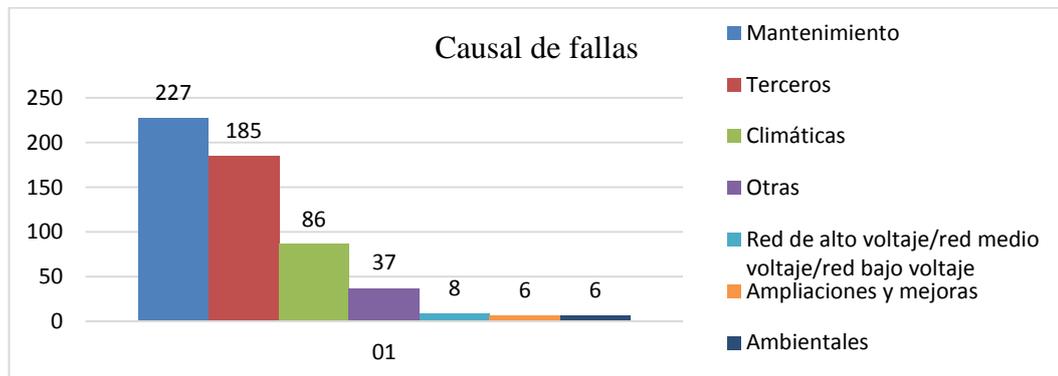
3.1.1.2. Frecuencia de causal de fallas en los alimentadores de la subestación 01.

Tabla 6: Causal de fallas en los alimentadores de la subestación 01.

ALIMENTADORES	Terceros	Mantenimiento	Climáticas	Otras	Red de alto voltaje/red medio	Ambientales	Ampliaciones y mejoras	Total general
01	185	227	86	37	8	6	6	555
02	168	186	76	33	19	10	4	496
03	179	108	105	37	23	14	20	486
04	47	38	38	4	4	3	2	136
05	196	66	129	24	20	15	8	458
06 CACHA	168	75	174	29	16	25	29	516
Total general	943	700	608	164	90	73	69	2647

Elaborado por: Los Autores.

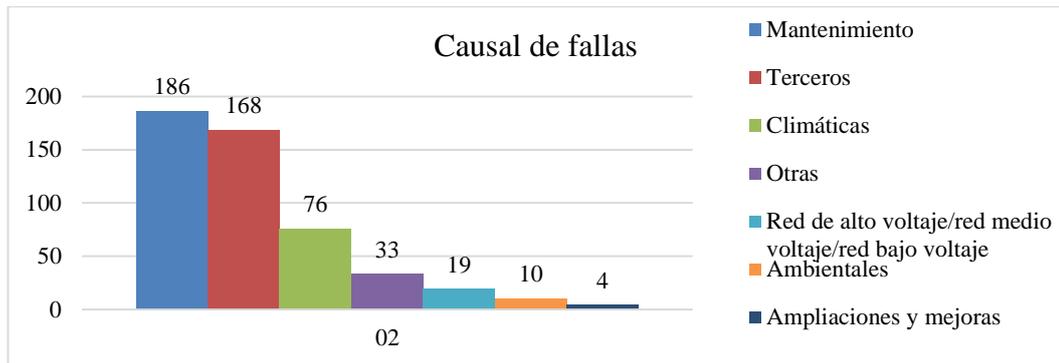
Ilustración 8: Causal de fallas en el alimentador 01/01.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis. En la ilustración se puede apreciar en detalle los causales de los reclamos registrados en el SDE de los cuales se pudo deducir que por causas programadas es decir por mantenimiento fueron los que con mayor frecuencia se han ocurrido; así también se denota que las causas por terceros y climáticas tienen gran cantidad de ocurrencia de las fallas en el alimentador 01/01.

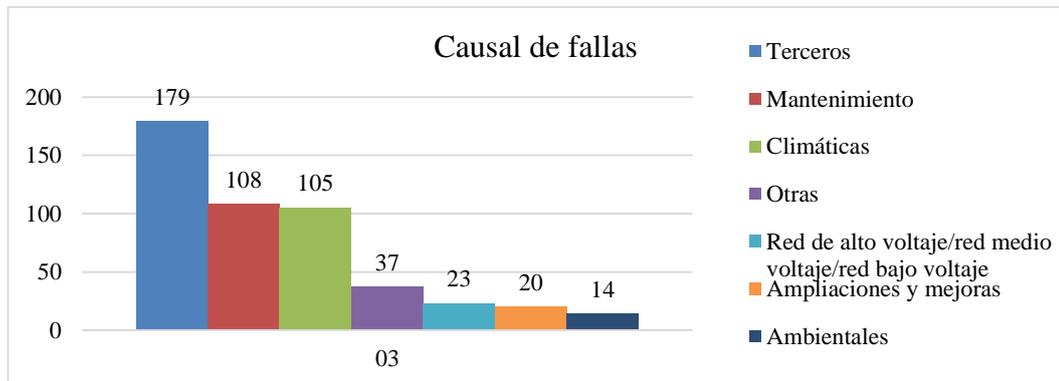
Ilustración 9: Causal de fallas en el alimentador 02/01.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 02/01 determinamos que como en el mismo caso anterior se registró la mayor frecuencia de fallas por causas de mantenimiento esto se dio por la aplicación de planes de corrección y prevención en el SDE. Seguidos también por causal de terceros y climáticos que fueron los más frecuentes en el registros de reclamos.

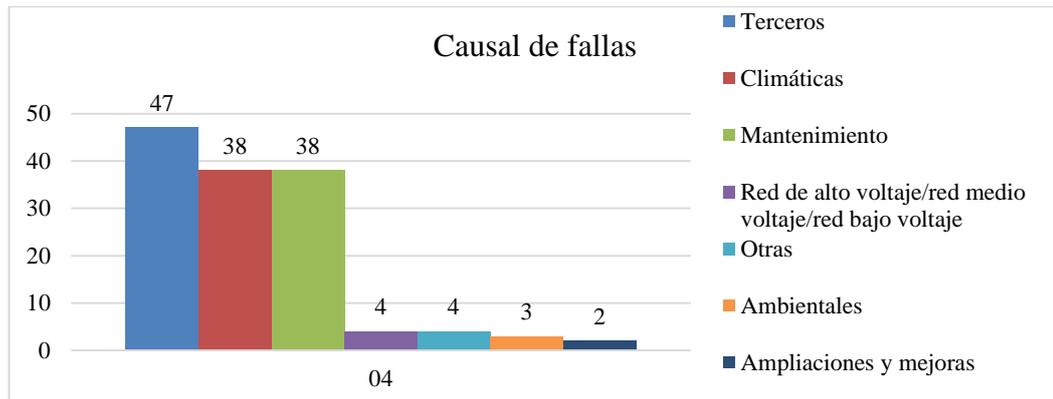
Ilustración 10: Causal de fallas en el alimentador 03/01.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración podemos observar que en el alimentador 03/01 las causas por las cuales se ocasionaron fallas con mayor frecuencia fueron por terceros esto indica que existió mayor interferencia accidental por las que se registraron las fallas y también se registró las causas por mantenimiento y climáticas que también representaron la mayor cantidad de reclamos.

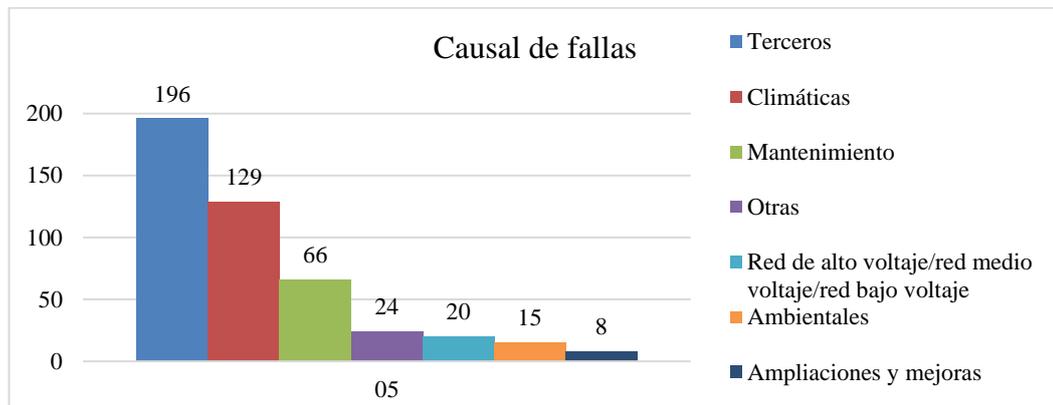
Ilustración 11: Causal de fallas en el alimentador 04/01.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el análisis causal del alimentador 04/01 como se aprecia en la ilustración las causas por las que se registraron mayor cantidad de fallas fue por terceros seguido por climáticas y mantenimiento tal como se viene describiendo en los demás alimentadores.

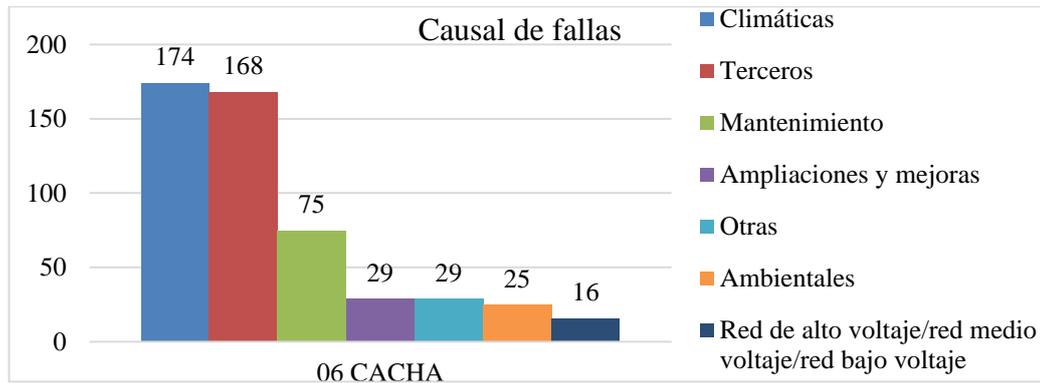
Ilustración 12: Causal de fallas en el alimentador 05/01.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 05/01 obtenemos los siguientes resultados, que indican que las causas por terceros, climáticas y mantenimiento fueron las que mayor frecuencia de fallas registraron en el SDE.

Ilustración 13: Causal de fallas en el alimentador 06 CACHA/01.

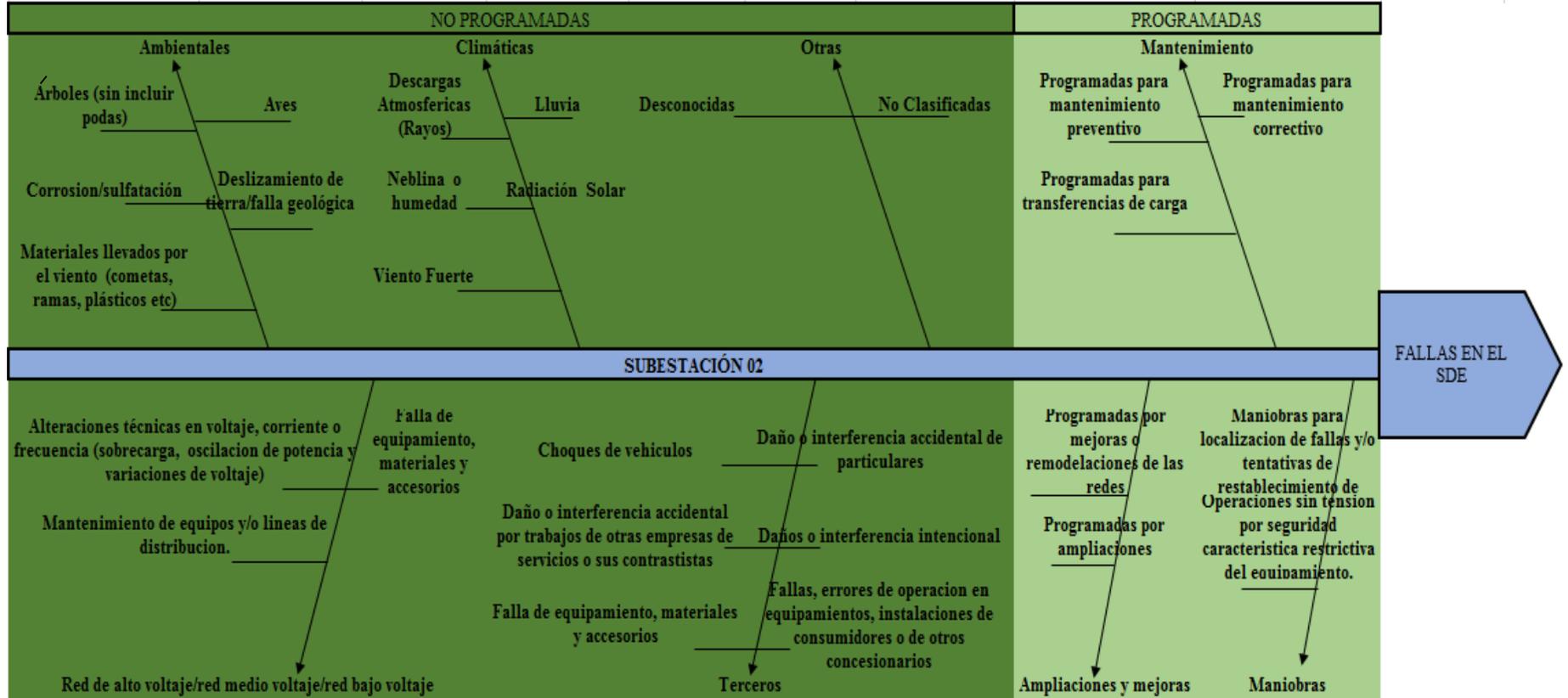


Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el análisis causal de fallas del alimentador 06 CACHA/01 obtenemos como causal de mayor frecuencia a las climáticas así también a terceros y mantenimiento los cuales se plasma en todos los alimentador como causas principales.

3.1.2. Análisis causal de fallas en la Subestación 02 del SDE

Ilustración 14: Diagrama de causa-efecto de la subestación 02.



Elaborado por: Los Autores.

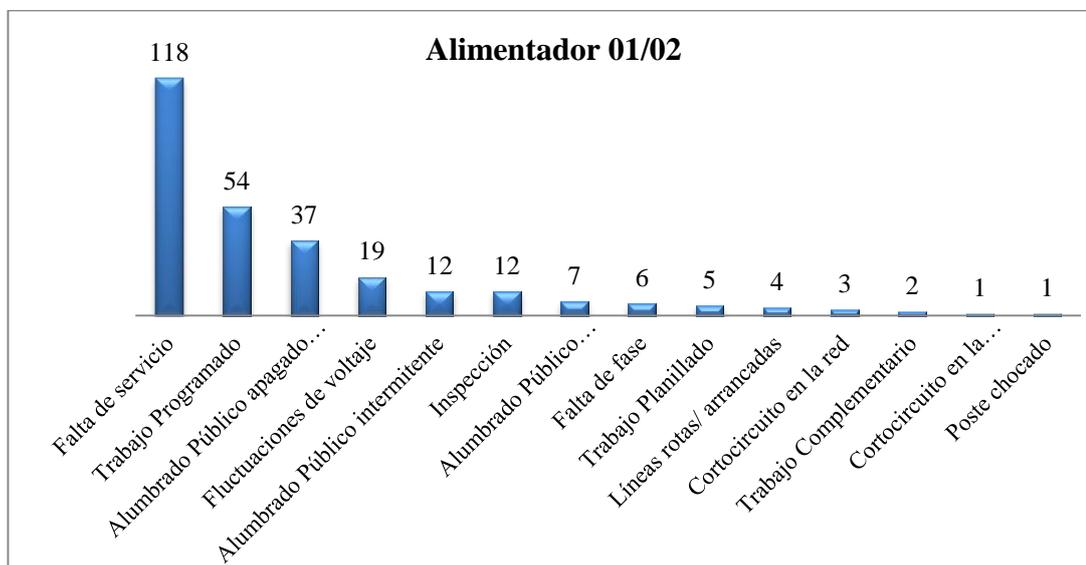
Tabla 7: Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 02.

ALIMENTADOR	Alumbrado Público apagado en la noche	Alumbrado Público encendido en el día	Alumbrado Público intermitente	Cortocircuito en la Acometida / Medidor	Cortocircuito en la red	Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	Falta de fase	Falta de servicio	Fluctuaciones de voltaje	Inspección	Líneas rotas/ arrancadas	Poste chocado	Poste desplomado o en mal estado	Revisión del medidor	Trabajo Complementario	Trabajo Planillado	Trabajo Programado	Total general
01/02	37	7	12	1	3		6	118	19	12	4	1			2	5	54	281
02/02	82	9	22	3	1	3	3	239	27	13	2	5	3		3	11	74	500
03/02	141	20	25	1	4	3	4	231	28	22	10	2		1	5	1	79	577
04 GUANO/02	47	5	3				6	119	8	15	2	7	2		7	3	42	266
06/02	4				1			21			1		1			1	19	48
07/02								13		1		1					6	21
Total general	311	41	62	5	9	6	19	741	82	63	19	16	6	1	17	21	274	1693

Elaborado por: Los Autores.

3.1.2.1. Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 02

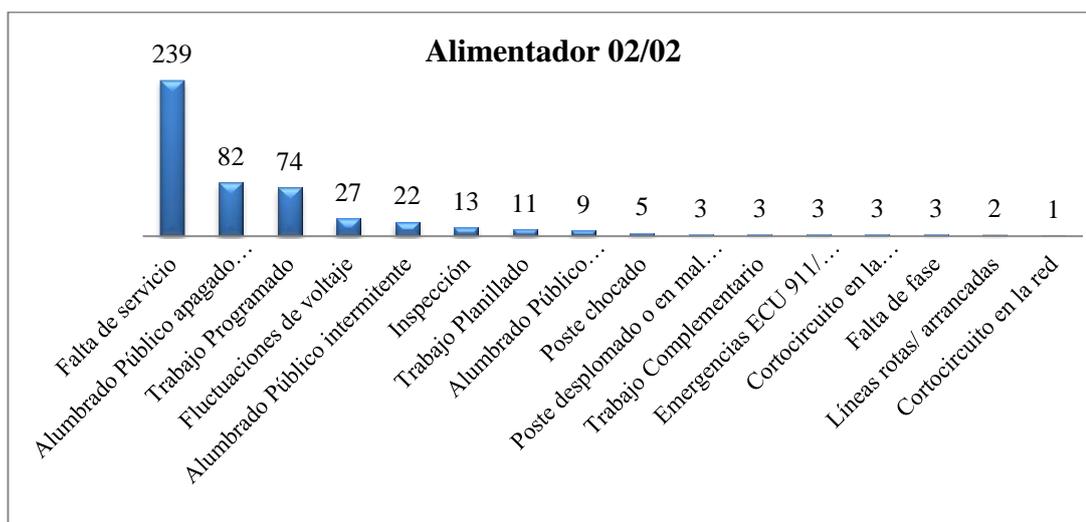
Ilustración 15: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 01/02



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración del alimentador 01/02 obtuvimos los datos de las fallas con mayor frecuencia como son la falta de servicio, el trabajo programado y alumbrado público apagado en la noche.

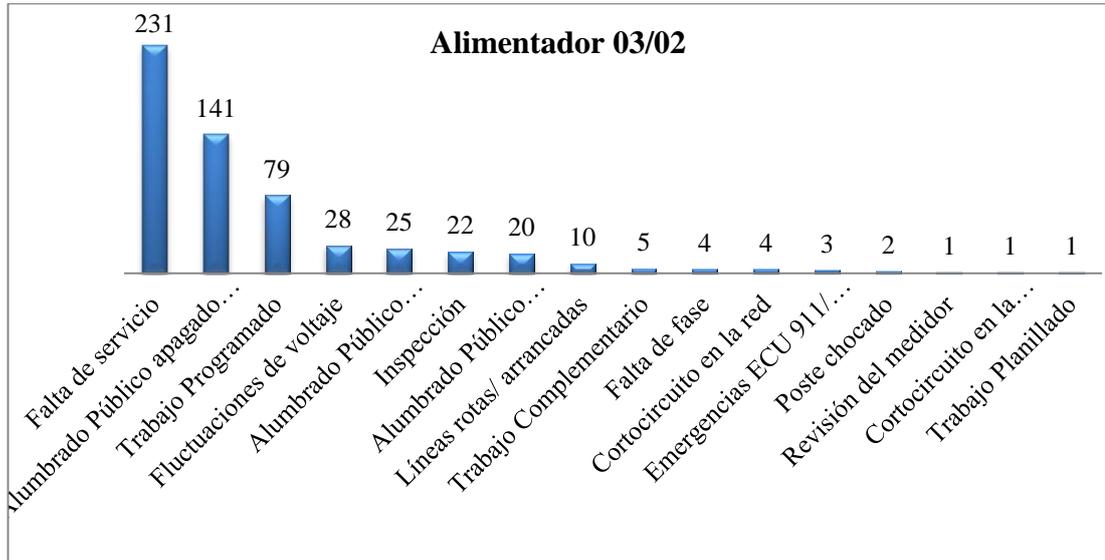
Ilustración 16: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 02/02



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: Las fallas principales encontradas en el SDE del alimentador 02/02 fueron la falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche y trabajos programados.

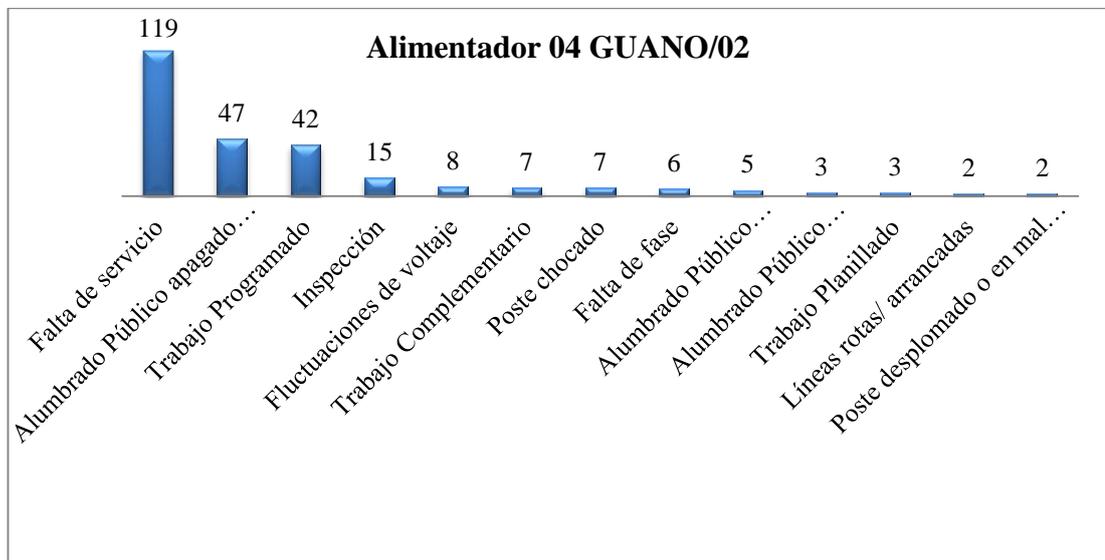
Ilustración 17: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03/02



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 03/02 se determinó que las fallas registradas en el SDE fueron por falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche y trabajos programados.

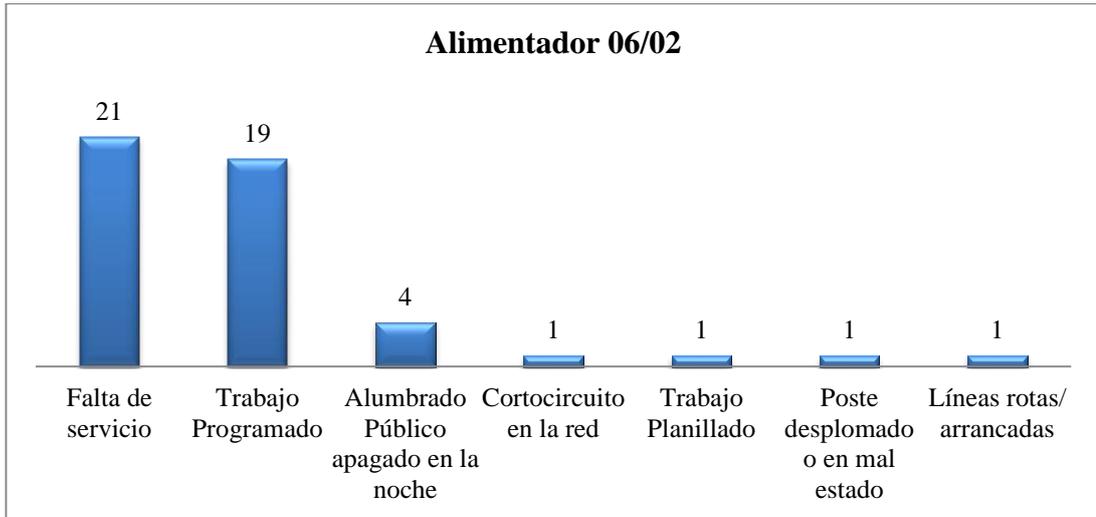
Ilustración 18: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 04 GUANO/02



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 04 GUANO/ 02 tal como en los otros alimentadores se encontró las fallas que fueron la falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche y los trabajos programados.

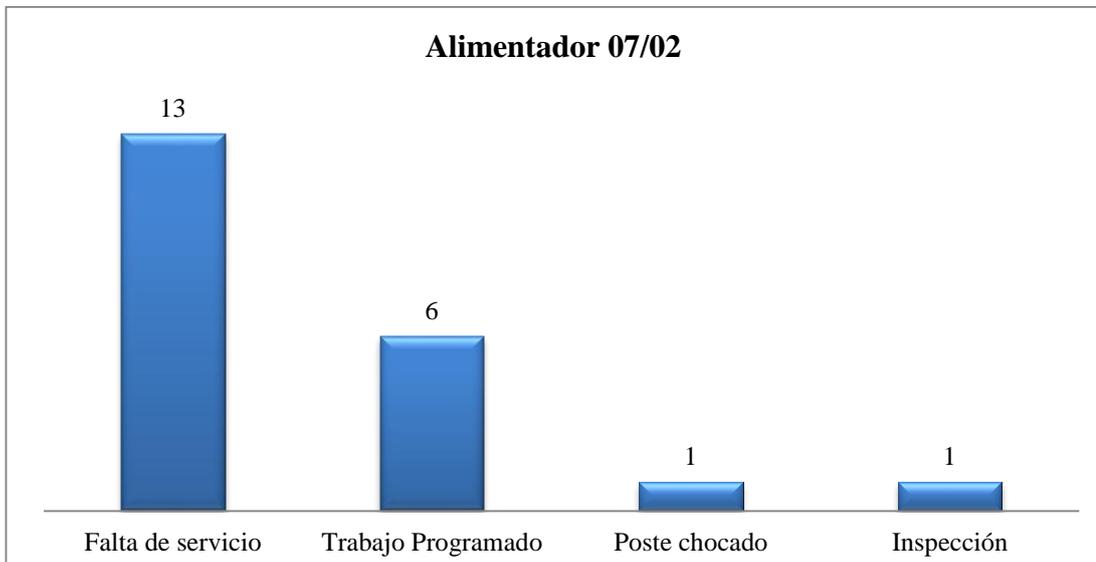
Ilustración 19: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 06/02



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 06/02 se obtuvo los tipos de reclamos con mayor frecuencia que fueron la falta de servicio y trabajos programados.

Ilustración 20: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 07/02



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: Así también en el análisis del alimentador 07/02 se obtuvo la falta de servicio y el trabajo programado como las fallas importantes por su frecuencia y fueron tomadas en cuenta en su análisis final.

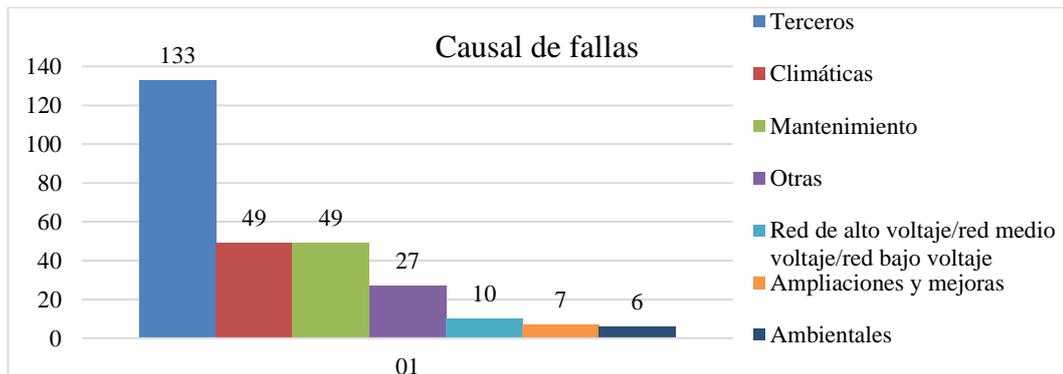
3.1.2.2. Frecuencia de causal de fallas en los alimentadores de la subestación 02.

Tabla 8: Causal de fallas en los alimentadores de la subestación 02.

ALIMENTADORES	Terceros	Climáticas	Mantenimiento	Otras	Ambientales	Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	Ampliaciones y mejoras	Maniobras	Total general
01	133	49	49	27	6	10	7		281
02	238	126	74	28	17	9	8		500
03	255	164	62	40	21	18	15	2	577
04 GUANO	86	89	46	20	11	5	9		266
06	13	10	19	3	2	1			48
07	5	5	7	1		3			21
Total general	730	443	257	119	57	46	39	2	1693

Elaborado por: Los Autores.

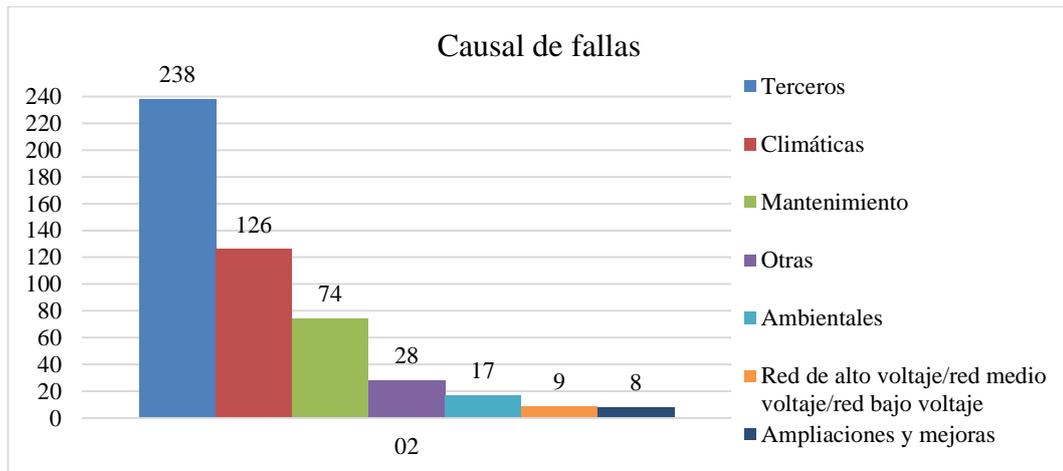
Ilustración 21: Causal de fallas en el alimentador 01/02.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: Como causas principales de las fallas registrada en el SDE obtuvimos a terceros, climáticas y mantenimiento quienes presentaron la gran cantidad de reclamos en el alimentador 01/02.

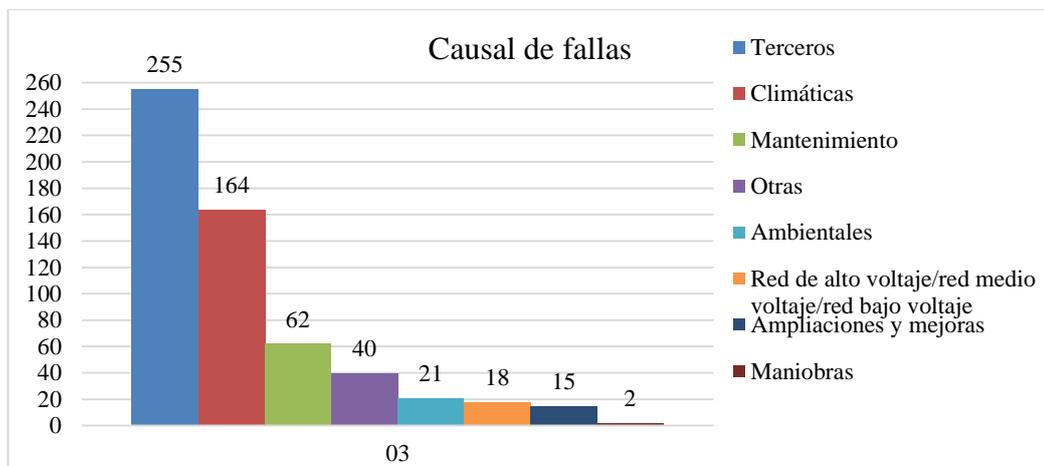
Ilustración 22: Causal de fallas en el alimentador 02/02.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración se observa que las causas por terceros, climáticas y por mantenimiento fueron por las que más fallas se registran en el alimentador 02/02

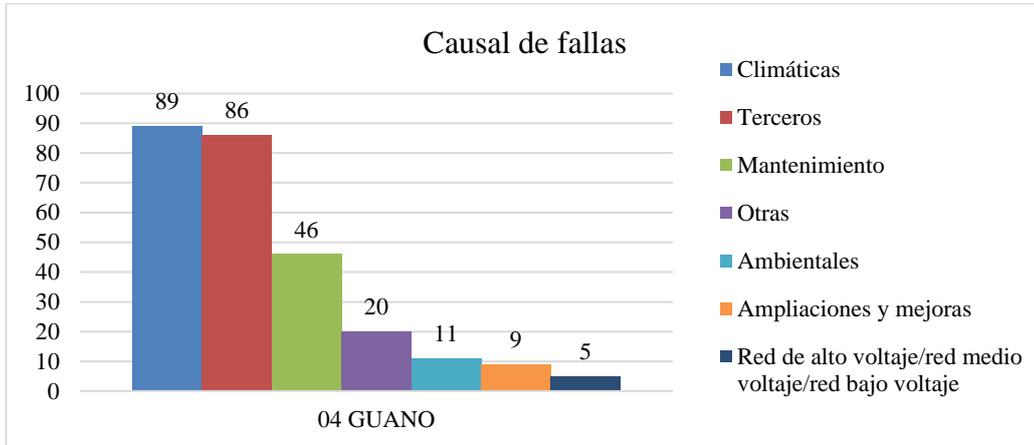
Ilustración 23: Causal de fallas en el alimentador 03/02.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el análisis de causas se obtiene que por terceros, climáticas y por mantenimiento fueron las causas que mayor cantidad de fallas ocasionaron en el alimentador 02/02.

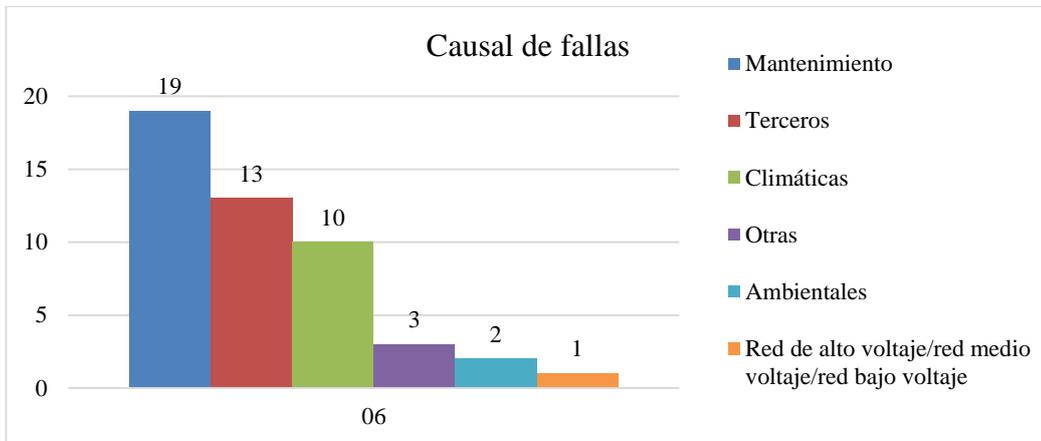
Ilustración 24: Causal de fallas en el alimentador 04 GUANO/02.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el causal de fallas del alimentador 04GUANO/02 se determinó que las causas climáticas, terceros y por mantenimiento se identificaron como los de mayor frecuencia.

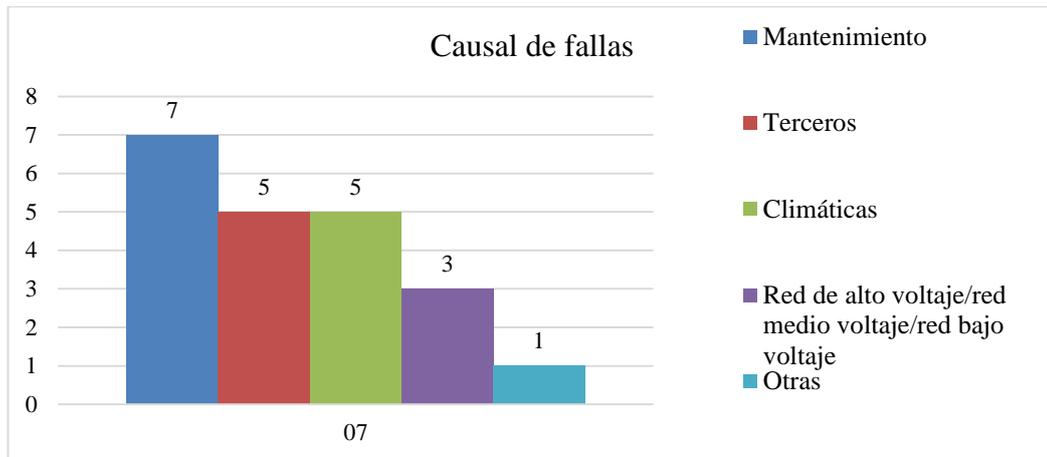
Ilustración 25: Causal de fallas en el alimentador 06/02.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el análisis de causas se obtuvo que por mantenimiento, terceros y climáticas fueron las causas que mayor cantidad de fallas ocasionaron en el alimentador 06/02.

Ilustración 26: Causal de fallas en el alimentador 07/02.

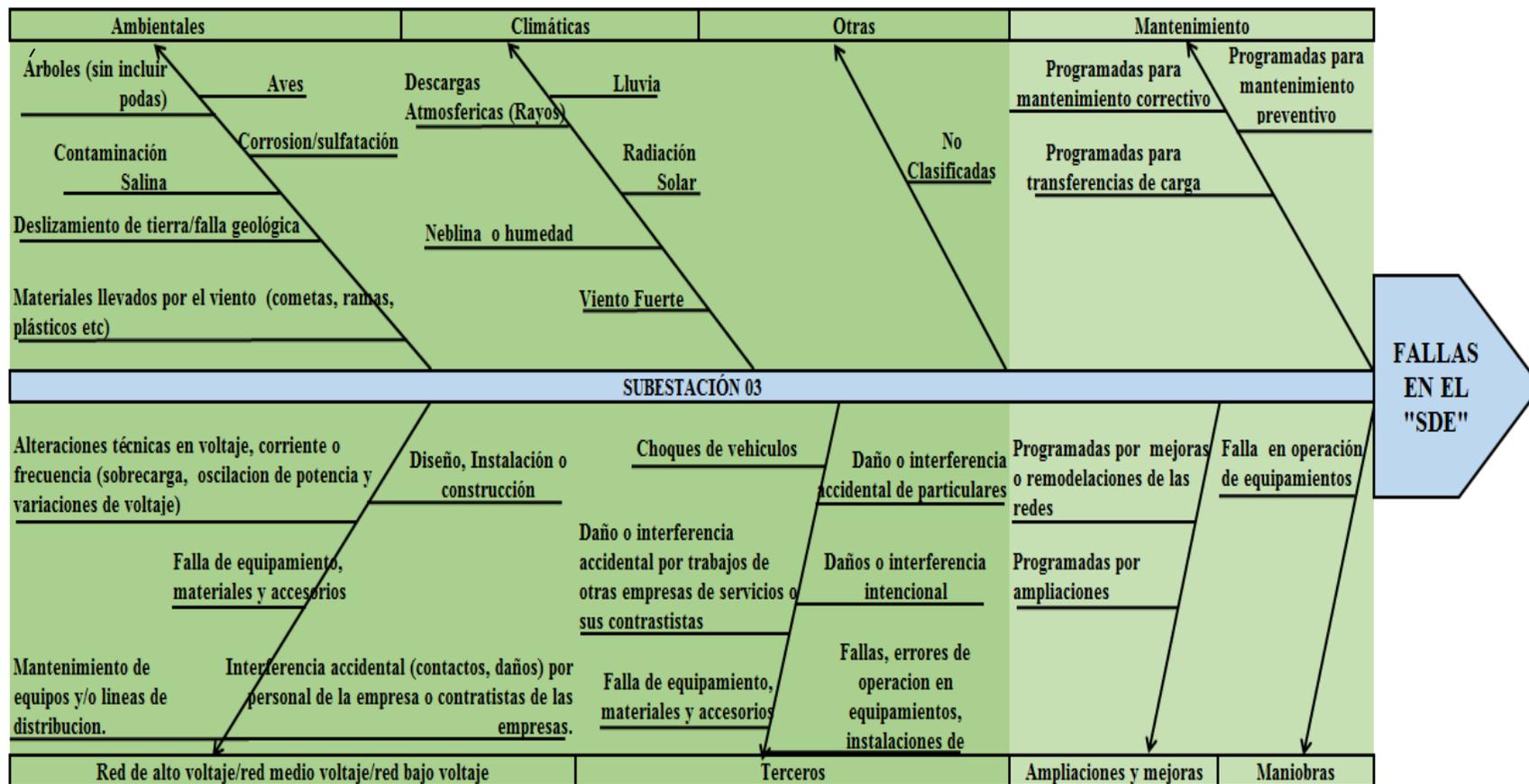


Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 07/02 fueron números imperceptibles por ende al final se obtuvo los mismos causales que los otros alimentadores pero en frecuencias muy bajas.

3.1.3. Análisis causal de fallas en la Subestación 03 del SDE.

Ilustración 27: Diagrama de causa-efecto de la subestación 03.



Elaborado por: Los Autores

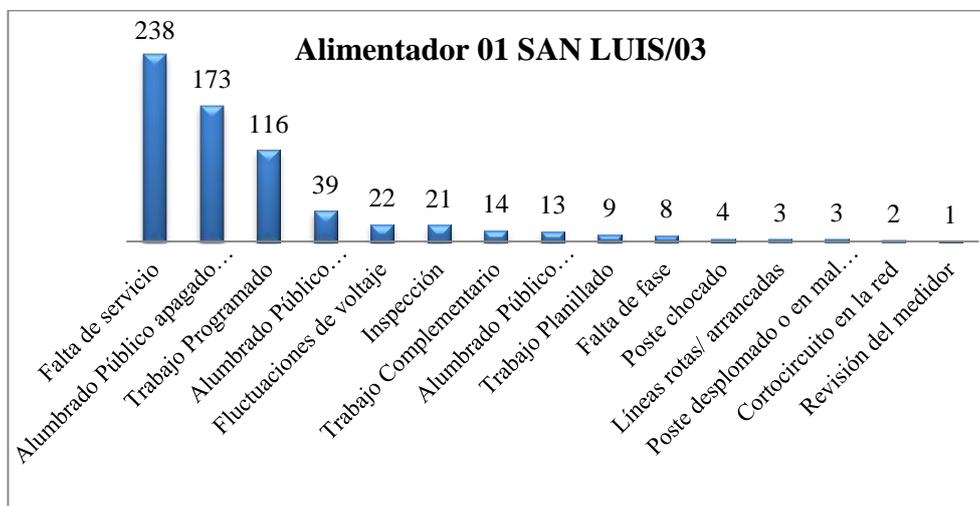
Tabla 9: Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 03

Alimentador	Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 03																
	Alumbrado Público apagado en la noche	Alumbrado Público encendido en el día	Alumbrado Público intermitente	Cortocircuito en la Acometida / Medidor	Cortocircuito en la red	Falta de fase	Falta de servicio	Fluctuaciones de voltaje	Inspección	Líneas rotas/ arrancadas	Poste chocado	Poste desplomado o en mal estado	Revisión del medidor	Trabajo Complementario	Trabajo Planillado	Trabajo Programado	Total general
01 SAN LUIS/03	173	13	39		2	8	238	22	21	3	4	3	1	14	9	116	666
02/03	172	7	25	1	2	7	257	12	18	4	2	2	1	15	5	95	625
03/03	64	5	15	1	1	5	157	23	14	3		1	2	1	3	44	339
04 PENIPE/03	8		2			3	49	2	7		1			1		23	96
05/03	155	12	24	1	2	12	277	26	16	9	4			5	9	118	670
Total general	572	37	105	3	7	35	978	85	76	19	11	6	4	36	26	396	2396

Elaborado por: Los Autores.

3.1.3.1. Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 03.

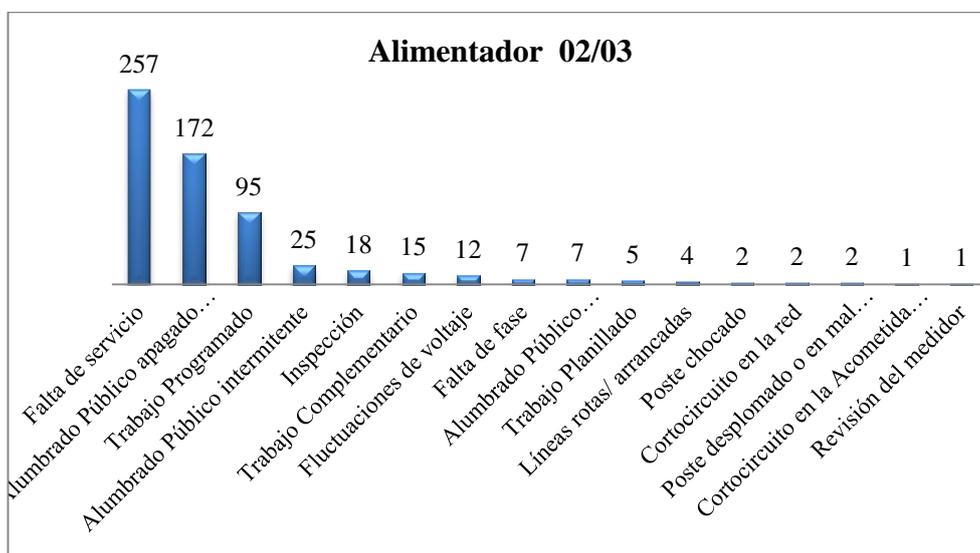
Ilustración 28: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 01 SAN LUIS/03



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 01 SAN LUIS/03 se determinó que los tipos de reclamo con mayor frecuencia registrada y atendida fueron los de falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche y trabajo programado.

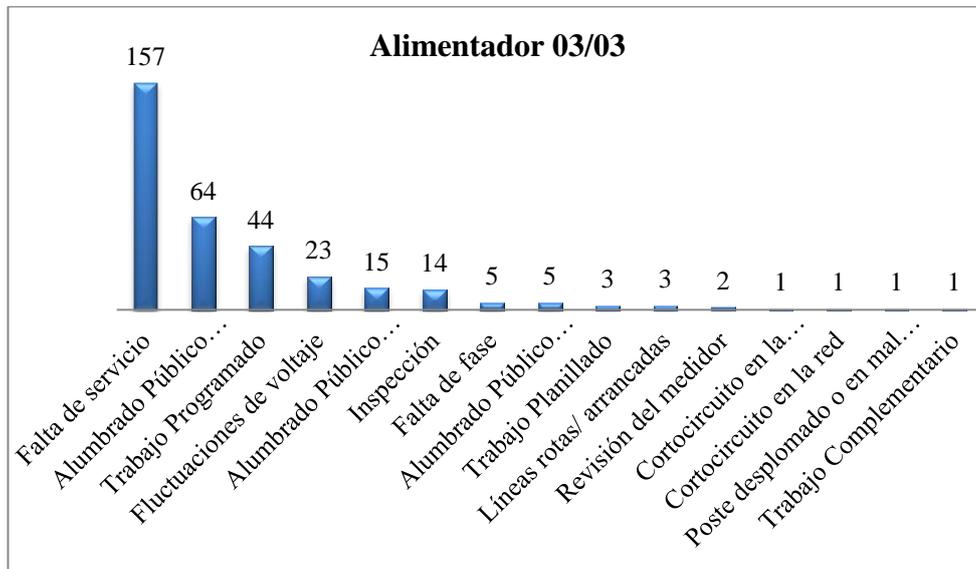
Ilustración 29: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 02/03



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: La falta de servicio así también el trabajo programado y el alumbrado público apagado en la noche fueron los reclamos de mayor ocurrencia, en el alimentador 04/01.

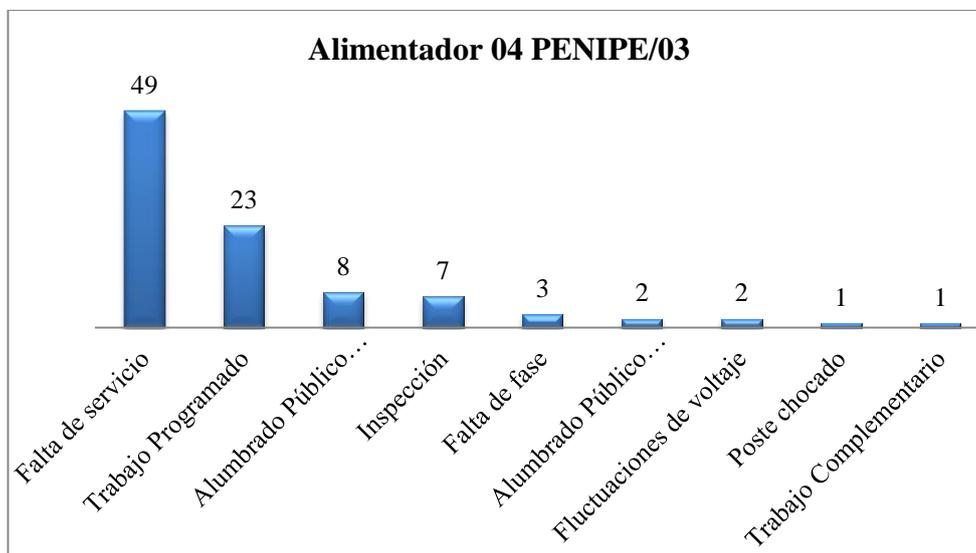
Ilustración 30: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03/03



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 03/03 se determinó que las fallas registradas en el SDE fueron por falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche y trabajos programados.

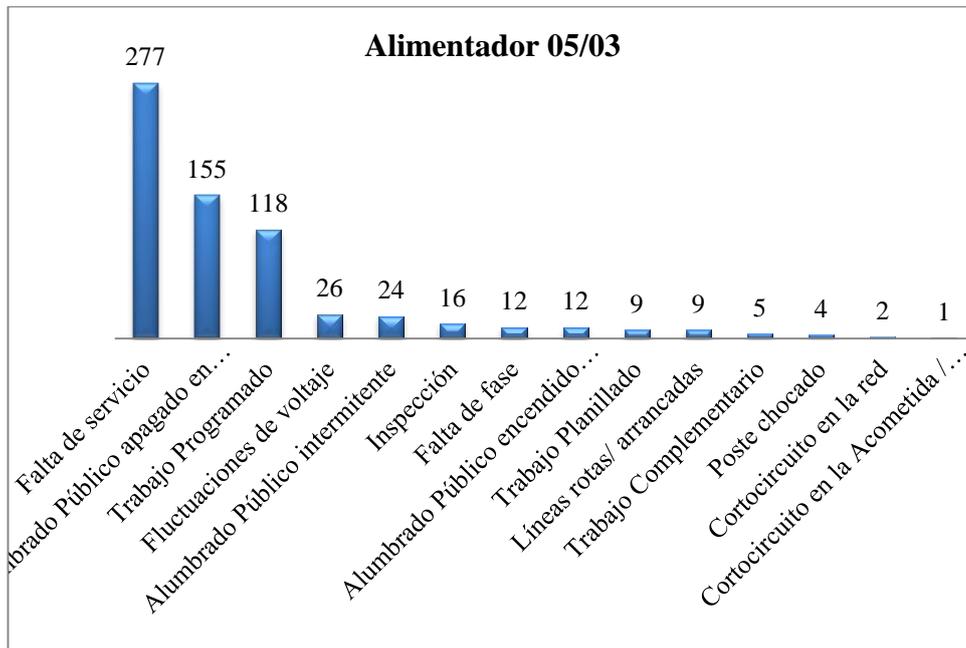
Ilustración 31: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 04 PENIPE/03



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración del alimentador 04 PENIPE/03 se puede determinar que las fallas importantes o de mayor frecuencia fueron por la falta de servicio y el de trabajo programados.

Ilustración 32: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 05/03



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: Al observar la ilustración del alimentador 05/03 se obtiene que la falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche y los trabajos programados indican mayor frecuencia de fallas registradas en el SDE.

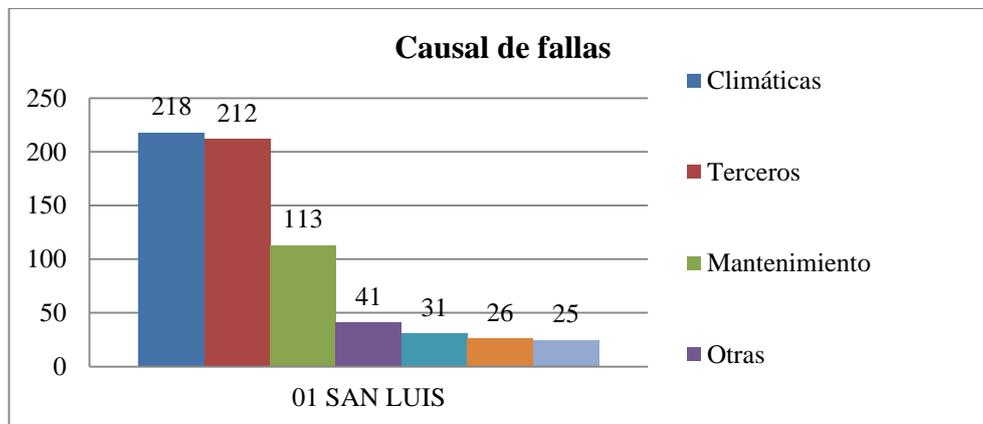
3.1.3.2. Frecuencia de causal de fallas en los alimentadores de la subestación 03

Tabla 10: Causal de fallas en los alimentadores de la subestación 03

Alimentador	Terceros	Climáticas	Mantenimiento	Otras	Ambientales	Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	Ampliaciones y mejoras	Maniobras	Total general
01 SAN LUIS	212	218	113	41	26	31	25		666
02	212	213	84	36	27	27	26		625
03	153	80	39	30	21	11	5		339
04 PENIPE	28	30	17	7	7	3	4		96
05	283	189	118	28	23	16	12	1	670
Total general	888	730	371	142	104	88	72	1	2396

Elaborado por: Los autores

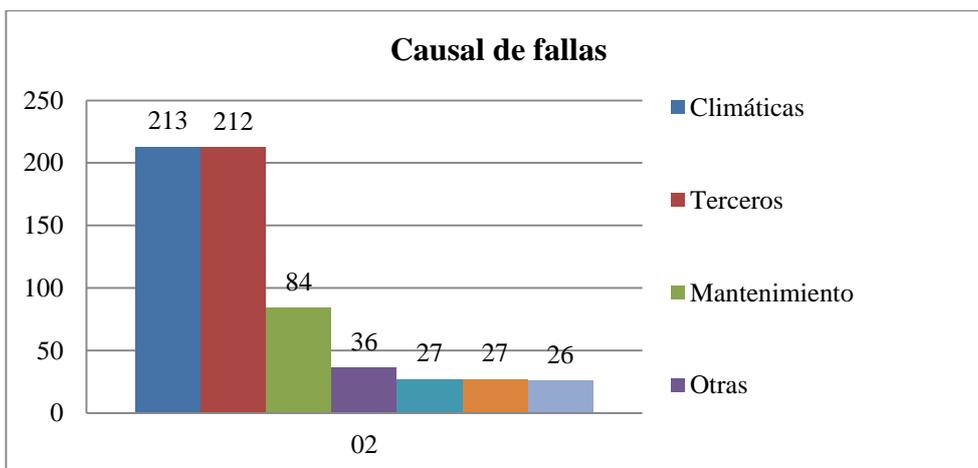
Ilustración 33: Causal de fallas en el alimentador 01 SAN LUIS/03



Elaborado por: Los autores

Análisis: En la ilustración que corresponde al alimentador 01 SAN LUIS/03 se pudo observar que las fallas se han producido con mayor frecuencia por las siguientes causas: climáticas, por terceros y por mantenimiento.

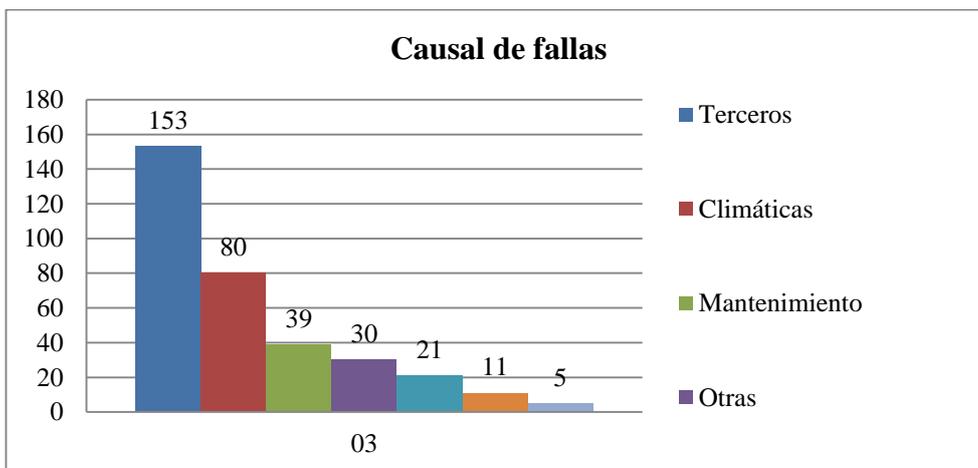
Ilustración 34: Causal de fallas en el alimentador 02/03



Elaborado por: Los autores

Análisis: En esta ilustración que corresponde al alimentador 02/03 se pudo observar que las causas con mayor frecuencia fueron las siguientes: climáticas, terceros y por mantenimiento.

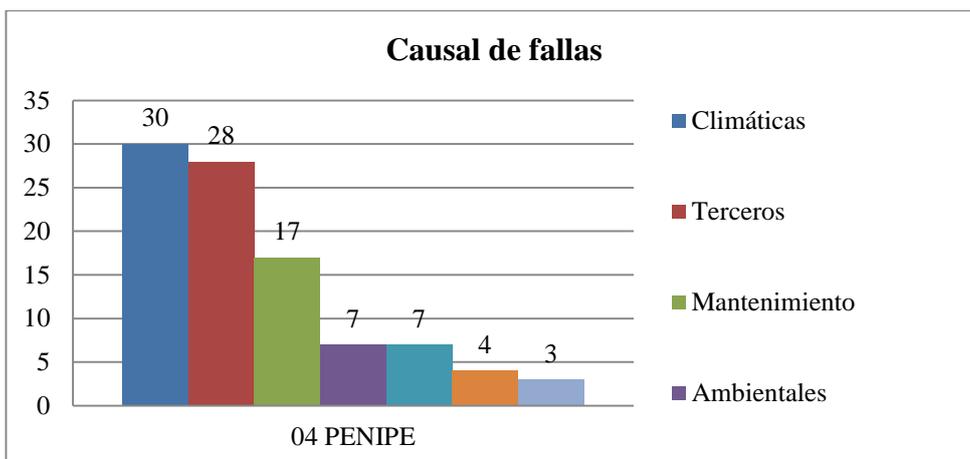
Ilustración 35: Causal de fallas en el alimentador 03/03



Elaborado por: Los autores

Análisis: En la ilustración correspondiente al alimentador 03/03 se pudo apreciar que los causales de fallas con mayor frecuencia fueron por terceros, climáticas y por mantenimiento.

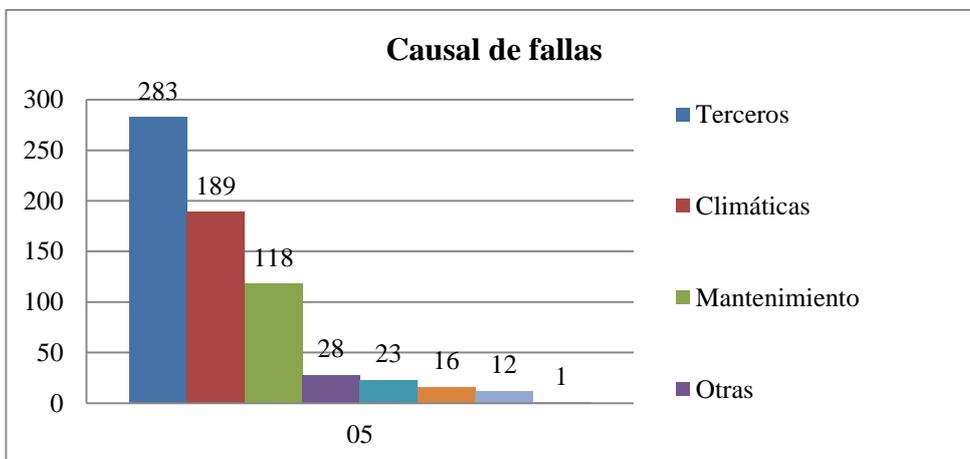
Ilustración 36: Causal de fallas en el alimentador 04 PENIPE/03



Elaborado por: Los autores

Análisis: En este alimentador correspondiente al 04 PENIPE/03 se pudo observar que los causales de fallas con mayor frecuencia fueron por causas climáticas, terceros y por mantenimiento. En este alimentador se pudo apreciar que no existe gran cantidad de fallas.

Ilustración 37: Causal de fallas en el alimentador 05/03

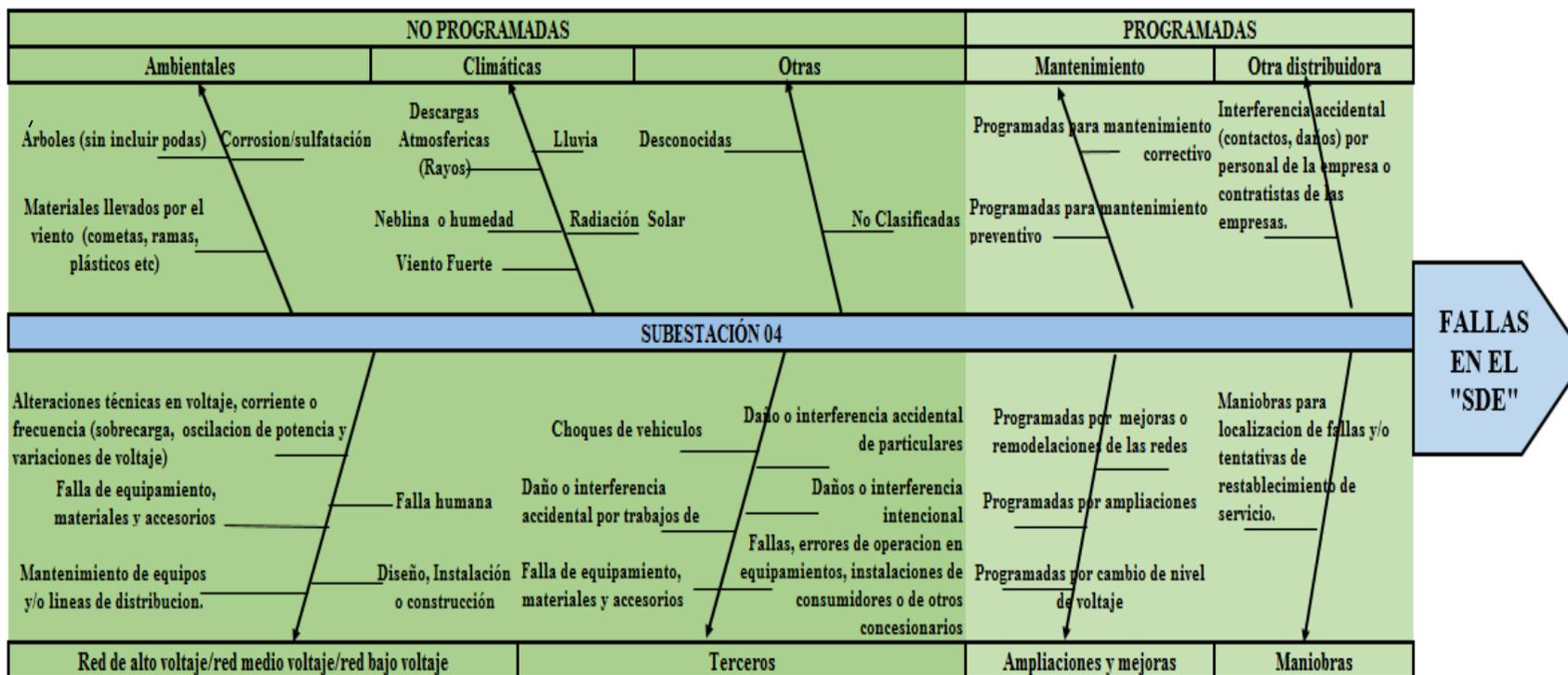


Elaborado por: Los autores

Análisis: En esta ilustración que corresponde al alimentador 05/03 se pudo observar claramente que las causas que producen fallas con mayor frecuencia fueron por terceros, por climáticas y por mantenimiento.

3.1.4. Análisis causal de fallas en la Subestación 04 del SDE.

Ilustración 38: Diagrama de causa-efecto de la subestación 04.



Elaborado por: Los Autores.

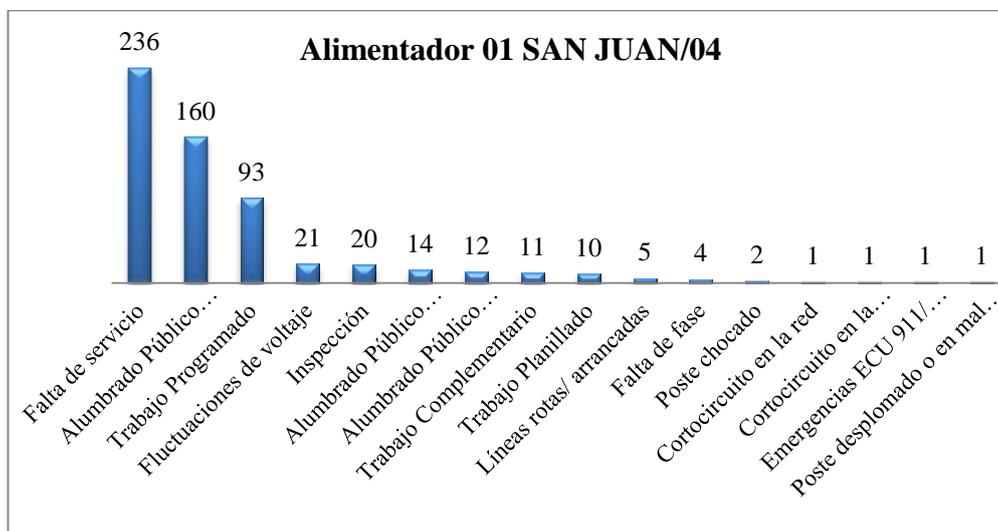
Tabla 11: Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 04.

ALIMENTADORES	Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 04.																		
	Alumbrado Público apagado en la noche	Alumbrado Público encendido en el día	Alumbrado Público intermitente	Cortocircuito en la Acometida / Medidor	Cortocircuito en la red	Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	Falta de fase	Falta de servicio	Fluctuaciones de voltaje	Inspección	Inspección por artefactos quemados	Líneas rotas/ arrancadas	Poste chocado	Poste desplomado o en mal estado	Trabajo Complementario	Trabajo Planillado	Trabajo Programado	Voltaie bajo	Total general
01 SAN JUAN/04	160	12	14	1	1	1	4	236	21	20		5	2	1	11	10	93		592
02 SAN ANDRES/04	39	1	11				3	91	5	6		6			5	5	39		211
03 LOS ALAMOS/04	152	9	18	1	3	3	5	181	15	14	1				6	7	96		511
04 RIOBAMBA NORTE/04	175	7	21		2	2	2	173	13	24		2	1		4	4	81	1	512
Total general	526	29	64	2	6	6	14	681	54	64	1	13	3	1	26	26	309	1	1826

Elaborado por: Los Autores.

3.1.4.1. Frecuencia de fallas en los alimentadores de la subestación 04

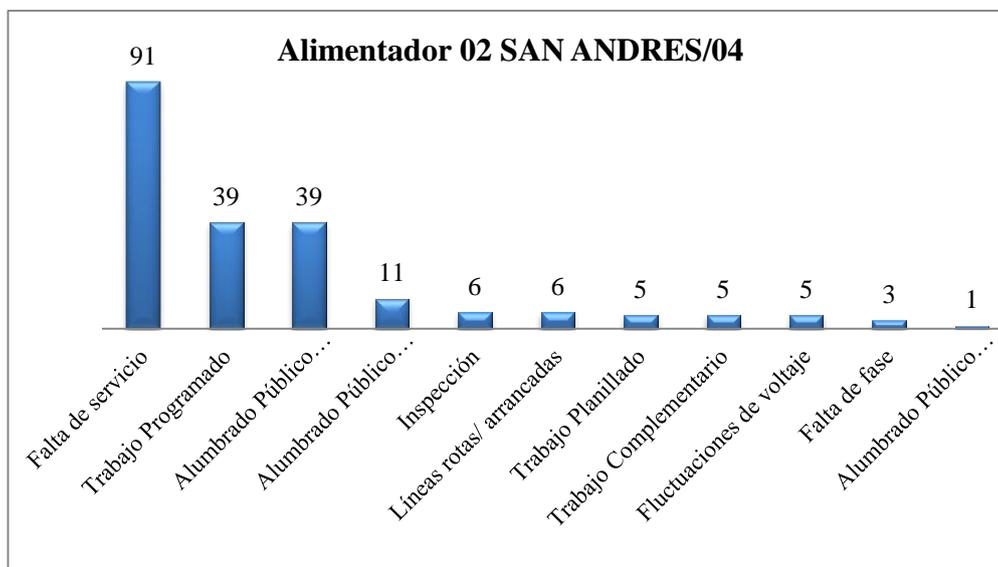
Ilustración 39: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 01 SAN JUAN/04



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: Las fallas principales encontradas en el SDE del alimentador 01 SAN JUAN/04 fueron: la falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche y trabajos programados.

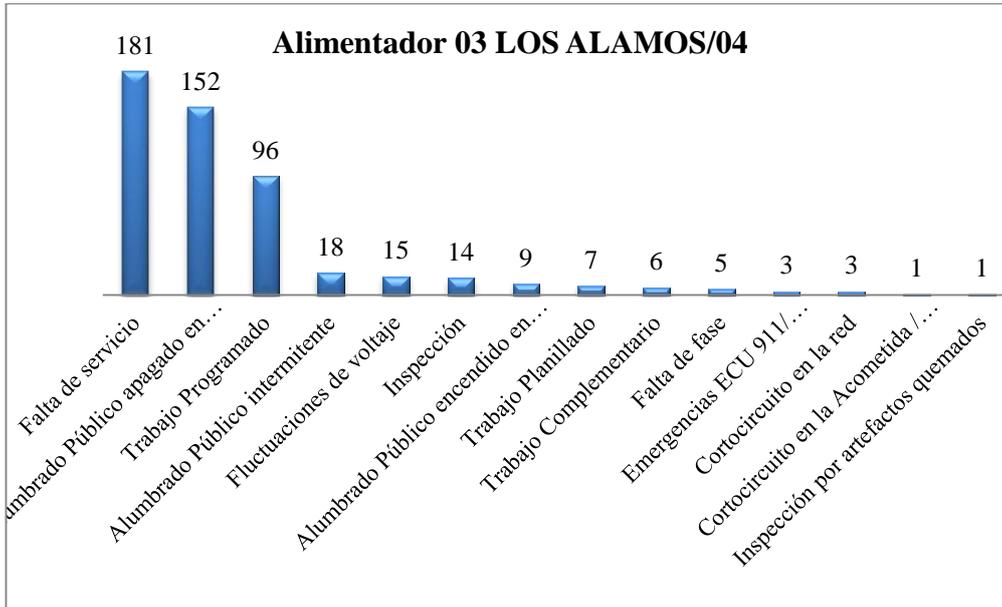
Ilustración 40: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 02 SAN ANDRES/04



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 02 SAN ANDRES/04 se indicó que la falta de servicio, trabajo programado y alumbrado público apagado en la noche fueron de mayor frecuencia.

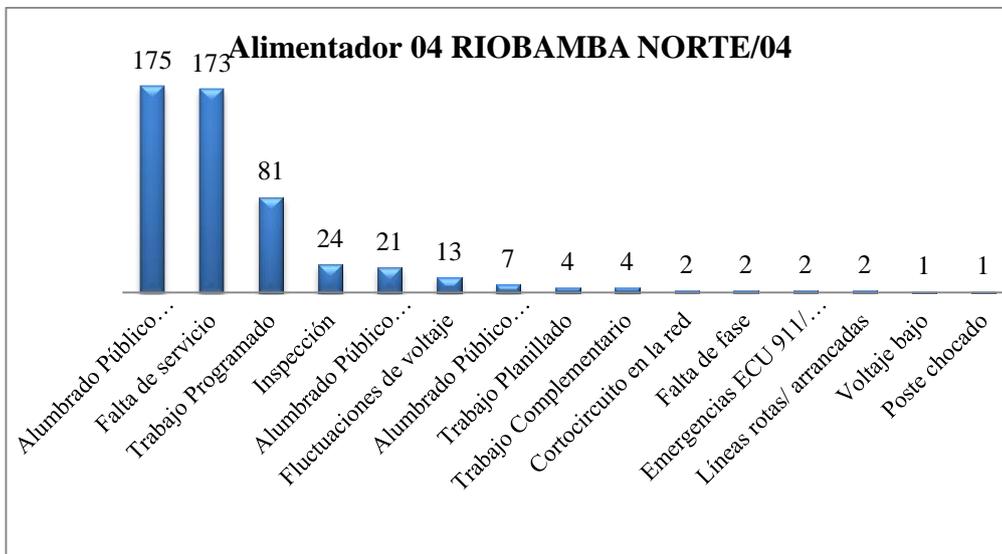
Ilustración 41: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03 LOS ALAMOS/04



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 03 LOS ALAMOS/04 se determinó que los tipos de reclamo con mayor frecuencia registrada y atendida fueron los de falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche y trabajo programado.

Ilustración 42: Frecuencia por tipo de fallas del alimentador 03 RIOBAMBA NORTE/04



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración del alimentador 04 RIOBAMBA NORTE/04 indica que alumbrado público apagado en la noche, la falta de servicio y los trabajos programados, fueron las fallas que mayor frecuencia registró en el SDE.

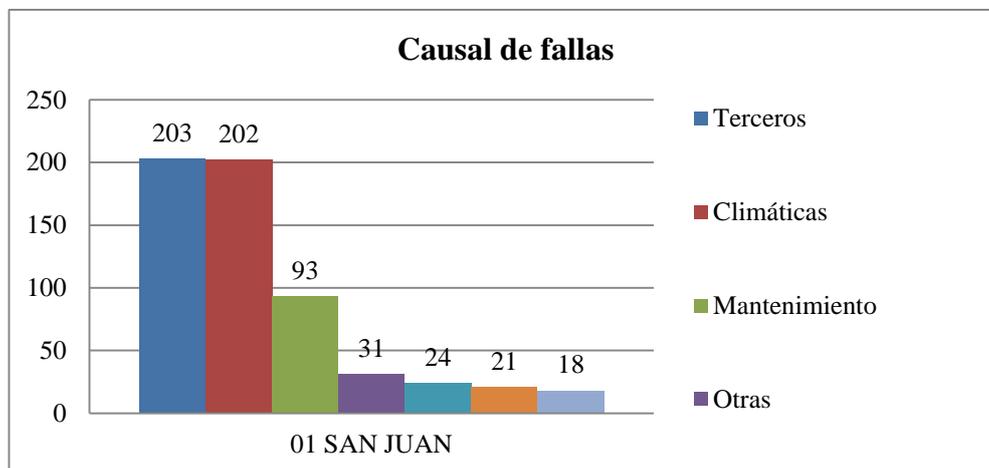
3.1.4.2. Frecuencia de causal de fallas en los alimentadores de la subestación 04.

Tabla 12: Causal de fallas en los alimentadores de la subestación 04

Alimentador	Climáticas	Terceros	Mantenimiento	Otras	Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaie	Ambientales	Ampliaciones y mejoras	Maniobras	Otra distribuidora	Total general
01 SAN JUAN	202	203	93	31	24	21	18			592
02 SAN ANDRES	73	60	44	12	7	10	5			211
03 LOS ALAMOS	173	176	88	29	20	14	8	2	1	511
04 RIOBAMBA NORTE	203	163	69	29	16	15	17			512
Total general	651	602	294	101	67	60	48	2	1	1826

Elaborado por: Los autores

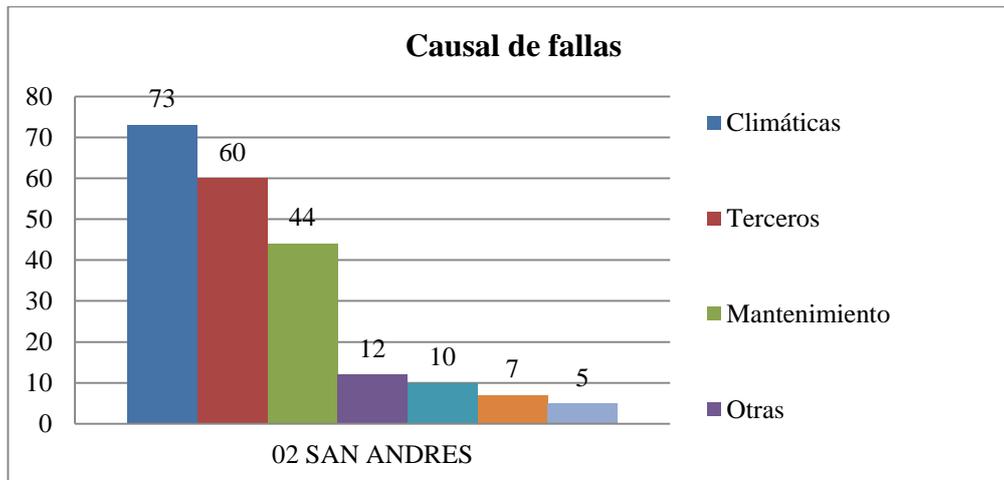
Ilustración 43: Causal de fallas en el alimentador 01 SAN JUAN/04



Elaborado por: Los autores

Análisis: En esta ilustración que corresponde al alimentador 01 SAN JUAN/04 se pudo observar que las fallas se dieron con mayor frecuencia por las siguientes causas: terceros, climáticas y por mantenimiento.

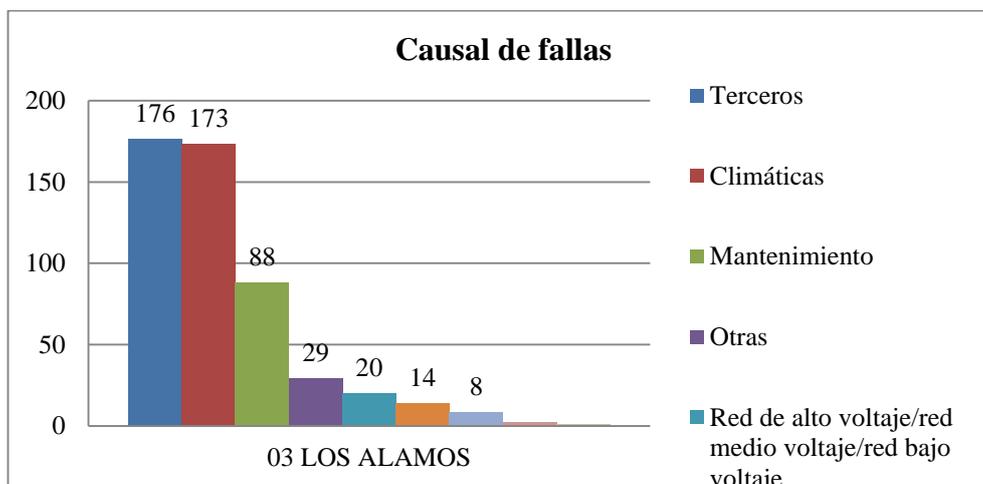
Ilustración 44: Causal de fallas en el alimentador 02 SAN ANDRES/04



Elaborado por: Los autores

Análisis: En la ilustración que corresponde al alimentador 02 SAN ANDRES/04 se puede ver que los causales de fallas que se presentaron con mayor frecuencia fueron por causas climáticas, por terceros y por mantenimiento.

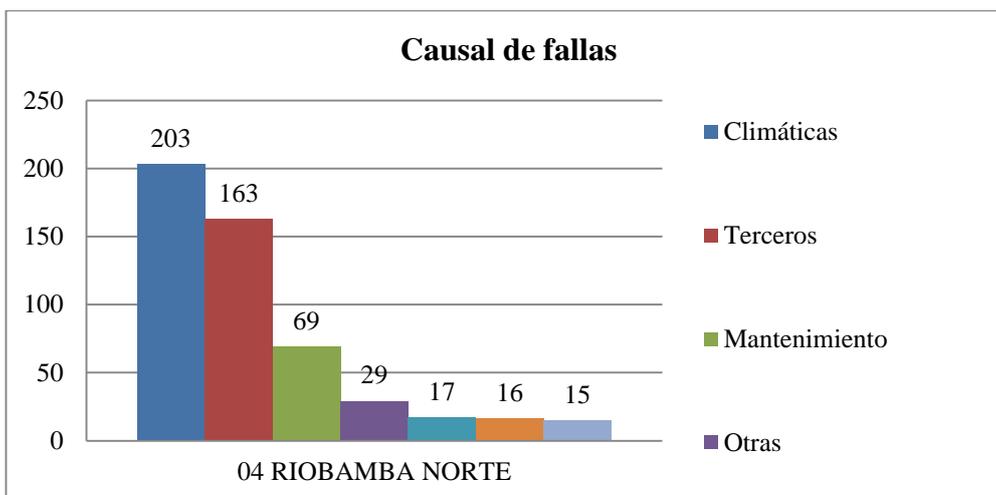
Ilustración 45: Causal de fallas en el alimentador 03 LOS ALAMOS/04



Elaborado por: Los autores

Análisis: En la ilustración correspondiente al alimentador 03 LOS ALAMOS/04 plasma que los causales de fallas con mayor frecuencia se produjo por terceros, climáticas y por mantenimiento.

Ilustración 46: Causal de fallas en el alimentador 04 RIOBAMBA NORTE/04



Elaborado por: Los autores

Análisis: En la ilustración correspondiente al alimentador 04 RIOBAMBA NORTE/04 se pudo apreciar que el causal de fallas con mayor frecuencia se dio por causas climáticas, por terceros y por mantenimiento.

3.1.5. Resultado final del análisis causal de fallas en el SDE.

En el análisis causal de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba se obtuvo los siguientes resultados como se indica en la tabla la frecuencia de cada una de las fallas y su porcentaje.

Tabla 13: Resultados del análisis de frecuencia total y el porcentaje de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.

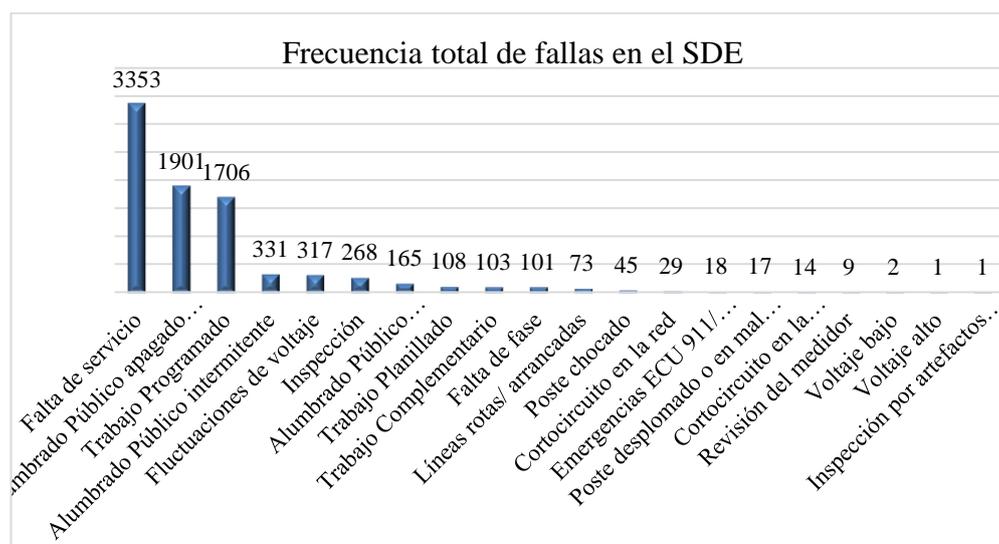
N°	TIPO DE RECLAMO	N° de frecuencia de fallas	Porcentaje %
01	Falta de servicio	3353	39%
02	Alumbrado Público apagado en la noche	1901	22%
03	Trabajo Programado	1706	20%
04	Alumbrado Público intermitente	331	4%
05	Fluctuaciones de voltaje	317	4%
06	Inspección	268	3%
07	Alumbrado Público encendido en el día	165	2%
08	Trabajo Planillado	108	1%
09	Trabajo Complementario	103	1%

Tabla 13: (continuación)

10	Falta de fase	101	1%
11	Líneas rotas/ arrancadas	73	1%
12	Poste chocado	45	1%
13	Cortocircuito en la red	29	0%
14	Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	18	0%
15	Poste desplomado o en mal estado	17	0%
16	Cortocircuito en la Acometida / Medidor	14	0%
17	Revisión del medidor	9	0%
18	Voltaje bajo	2	0%
19	Voltaje alto	1	0%
20	Inspección por artefactos quemados	1	0%
	Total general	8562	100%

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 47: Resultados del análisis de frecuencia total de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración de la frecuencia total de fallas se puede observar que por falta de servicio, alumbrado público apagado en la noche, y trabajos programados representa el gran porcentaje de reclamos registrados en el SDE, esto como resultado en los sectores urbanos de la ciudad de Riobamba.

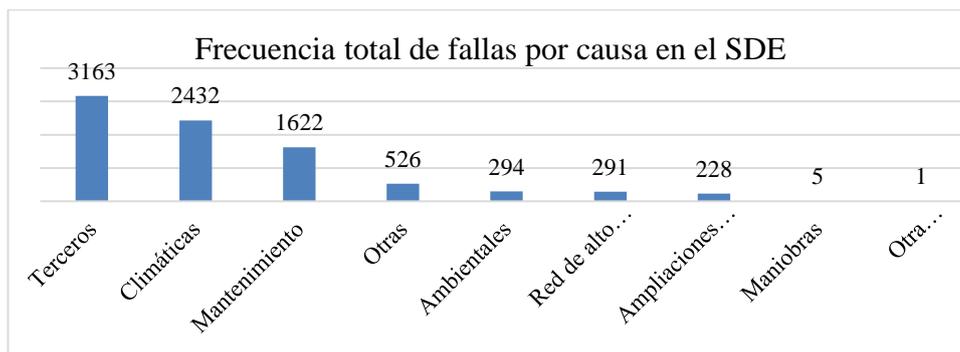
En la siguiente tabla se detalla la frecuencia de fallas por causal en el SDE en todos los alimentadores de la ciudad Riobamba en el sector urbano según el registro de la base de datos.

Tabla 14: Resultados del análisis causal de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.

N°	CAUSAL DE FALLAS	N° de frecuencia	Porcentaje %
01	Terceros	3163	37%
02	Climáticas	2432	28%
03	Mantenimiento	1622	19%
04	Otras	526	6%
05	Ambientales	294	3%
06	Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	291	3%
07	Ampliaciones y mejora	228	3%
08	Maniobras	5	0%
09	Otra distribuidora	1	0%
	Total general	8562	100%

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 48: Resultados del análisis causal de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración se puede observar las diferentes causas que provocan las fallas, que por los datos registrados tenemos las causas por terceros, climáticas y por mantenimiento esto por distintas subcausas, cada una que se registra.

3.2. Análisis de costos de operación y mantenimiento.

En este apartado se inicializa el informe del análisis de costos de operación y mantenimiento que se realizó con los mismos subestaciones y alimentadores que se realizó el análisis causal de fallas, esto con el fin de relacionar los resultados y de esto poder basarnos para la realización del plan de mejoras, según como se refleja en las relaciones con mayor frecuencia en costos y en fallas.

3.2.1. Análisis de costos de los alimentadores de la subestación 01.

Tabla 15: Costo de mano de obra por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 01

Tipo de reclamo	01/01	02/01	03/01	04/01	05/01	06 CACHA/01	Total general
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 1.309,79	\$ 3.163,27	\$ 5.025,15	\$ 695,05	\$ 2.715,34	\$ 3.784,18	\$ 16.692,79
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 304,79	\$ 119,45	\$ 587,96	\$ 15,45	\$ 142,10	\$ 980,28	\$ 2.150,03
Alumbrado Público intermitente	\$ 409,82	\$ 317,15	\$ 417,03	\$ 143,13	\$ 265,66	\$ 543,69	\$ 2.096,49
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 66,93			\$ 66,93		\$ 25,74	\$ 159,60
Cortocircuito en la red	\$ 15,45	\$ 6,18	\$ 15,45	\$ 18,53	\$ 45,31	\$ 61,78	\$ 162,69
Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	\$ 63,84	\$ 36,04	\$ 15,45				\$ 115,33
Falta de fase	\$ 202,85	\$ 1.285,08	\$ 210,06	\$ 92,67	\$ 72,08	\$ 267,72	\$ 2.130,47
Falta de servicio	\$ 3.785,76	\$ 4.573,63	\$ 4.473,28	\$ 2.261,24	\$ 6.157,30	\$ 8.251,37	\$ 29.502,58
Fluctuaciones de voltaje	\$ 614,74	\$ 467,49	\$ 705,01	\$ 176,08	\$ 911,29	\$ 236,83	\$ 3.111,44
Inspección	\$ 241,98	\$ 410,85	\$ 643,57	\$ 37,07	\$ 510,74	\$ 440,72	\$ 2.284,92
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 130,77	\$ 108,12	\$ 146,22	\$ 30,89	\$ 83,41	\$ 854,66	\$ 1.354,07
Poste chocado	\$ 365,55	\$ 119,45	\$ 30,89	\$ 25,74	\$ 947,33	\$ 329,51	\$ 1.818,47
Poste desplomado o en mal estado			\$ 25,74			\$ 133,86	\$ 159,60

Tabla 15: (continuación)

Revisión del medidor	\$ 65,90		\$ 36,04		\$ 23,68		\$ 125,62
Trabajo Complementario	\$ 463,37	\$ 128,71	\$ 940,12	\$ 51,49	\$ 765,07	\$ 1.833,91	\$ 4.182,68
Trabajo Planillado	\$ 318,18	\$ 1.063,69	\$ 1.468,37	\$ 131,80	\$ 457,19	\$ 143,13	\$ 3.582,36
Trabajo Programado	\$ 17.152,90	\$ 14.542,58	\$ 14.150,26	\$ 4.575,00	\$ 10.082,91	\$ 19.461,68	\$ 79.965,33
Voltaje alto	\$ 25,74						\$ 25,74
Voltaje bajo			\$ 20,59				\$ 20,59
Total general	\$ 25.538,37	\$ 26.341,68	\$ 28.911,20	\$ 8.321,08	\$ 23.179,43	\$ 37.349,07	\$ 149.640,82

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 16: Costo de los materiales por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 01

Tipo de reclamo	01/01	02/01	03/01	04/01	05/01	06 CACHA/01	Total general
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 321,60	\$ 386,16	\$ 1.233,56	\$ 502,12	\$ 1.349,85	\$ 1.297,50	\$ 5.090,79
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 3,92	\$ 11,77	\$ 98,61	\$ 3,92	\$ 23,55	\$ 101,68	\$ 243,46
Alumbrado Público intermitente	\$ 163,56	\$ 69,99	\$ 92,84	\$ 41,66	\$ 94,98	\$ 116,13	\$ 579,17
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 0,00			\$ 0,00		\$ 0,00	\$ 0,00
Cortocircuito en la red	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 2,81	\$ 2,81
Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00				\$ 0,00
Falta de fase	\$ 5,97	\$ 48,22	\$ 6,15	\$ 3,31	\$ 0,00	\$ 9,23	\$ 72,88
Falta de servicio	\$ 1.674,23	\$ 477,17	\$ 2.130,49	\$ 2.282,99	\$ 404,76	\$ 4.072,47	\$ 11.042,10
Fluctuaciones de voltaje	\$ 2,17	\$ 2,57	\$ 45,41	\$ 0,00	\$ 18,79	\$ 0,00	\$ 68,93
Inspección	\$ 2,57	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 6,62	\$ 195,07	\$ 204,25
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 3,08	\$ 3,08

Tabla 16: (continuación)

Poste chocado	\$ 195,07	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 1.318,87	\$ 171,80	\$ 1.685,74
Poste desplomado o en mal estado			\$ 0,00			\$ 477,17	\$ 477,17
Revisión del medidor	\$ 0,00		\$ 0,00		\$ 0,00		\$ 0,00
Trabajo Complementario	\$ 195,07	\$ 8,19	\$ 20,55	\$ 0,00	\$ 189,78	\$ 639,66	\$ 1.053,25
Trabajo Planillado	\$ 10,58	\$ 4.546,30	\$ 4.355,88	\$ 0,00	\$ 10,58	\$ 2.220,03	\$ 11.143,37
Trabajo Programado	\$ 1.373,13	\$ 5.274,59	\$ 5.315,08	\$ 645,43	\$ 8.224,76	\$ 12.789,40	\$ 33.622,40
Voltaje alto	\$ 0,00						\$ 0,00
Voltaje bajo			\$ 0,00				\$ 0,00
Total general	\$ 3.947,87	\$ 10.824,96	\$ 13.298,58	\$ 3.479,43	\$ 11.642,54	\$ 22.096,02	\$ 65.289,40

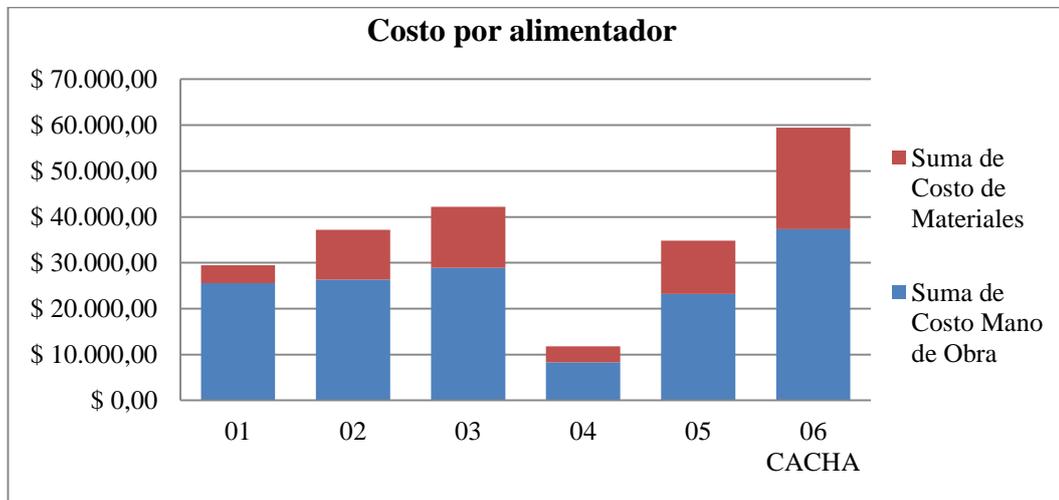
Elaborado por: Los Autores.

Tabla 17: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 01

Alimentador	Costo Mano de Obra	Costo de Materiales
01/01	\$ 25.538,37	\$ 3.947,87
02/01	\$ 26.341,68	\$ 10.824,96
03/01	\$ 28.911,20	\$ 13.298,58
04/01	\$ 8.321,08	\$ 3.479,43
05/01	\$ 23.179,43	\$ 11.642,54
06 CACHA/01	\$ 37.349,07	\$ 22.096,02
Total general	\$ 149.640,82	\$ 65.289,40

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 49: Costos de mano de obra y materiales en los alimentadores de la subestación 01



Elaborado por: Los Autores.

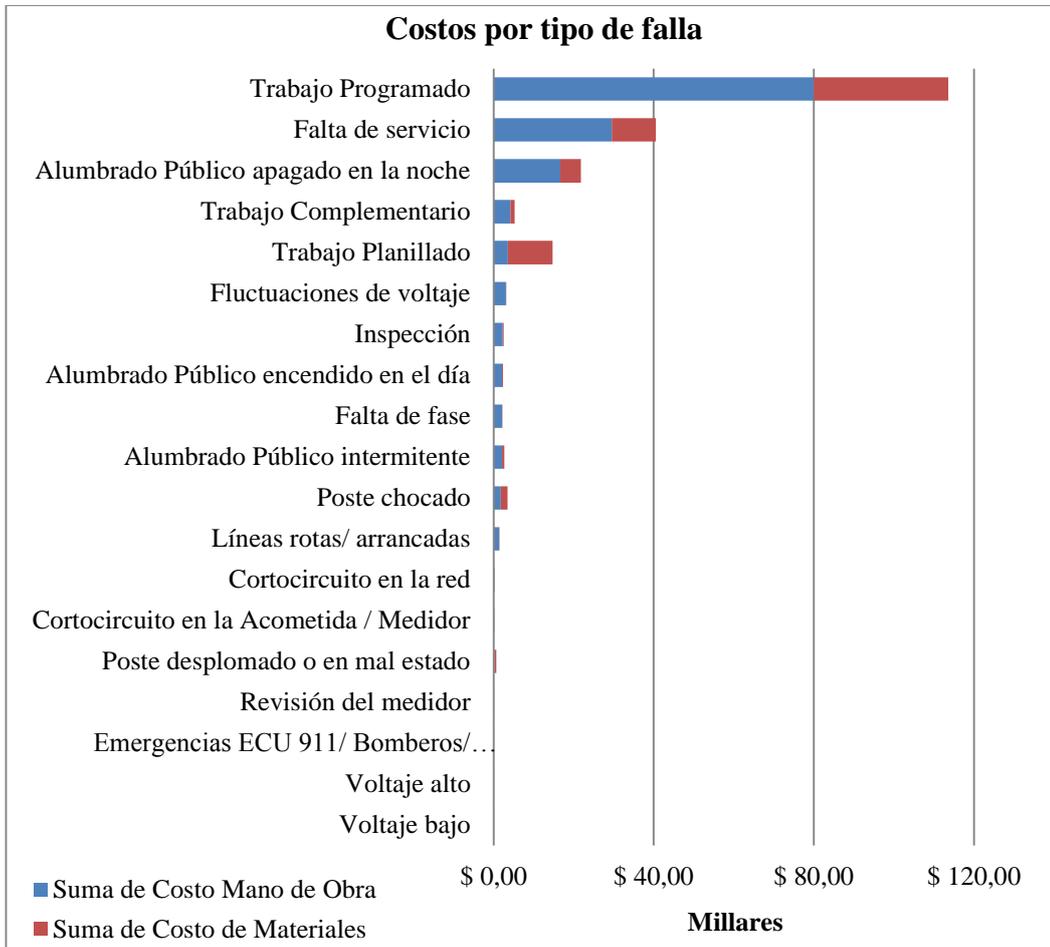
Análisis: En la ilustración se puede observar los costos tanto de mano de obra como de materiales fueron muy elevados en el alimentador 06 CACHA seguido por el alimentador 03 de la subestación 01. Además se puede ver que el costo de mano de obra es más elevado que el de los materiales en todos estos alimentadores.

Tabla 18: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 01

TIPO DE RECLAMOS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 16.692,79	\$ 5.090,79
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 2.150,03	\$ 243,46
Alumbrado Público intermitente	\$ 2.096,49	\$ 579,17
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 159,60	\$ 0,00
Cortocircuito en la red	\$ 162,69	\$ 2,81
Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	\$ 115,33	\$ 0,00
Falta de fase	\$ 2.130,47	\$ 72,88
Falta de servicio	\$ 29.502,58	\$ 11.042,10
Fluctuaciones de voltaje	\$ 3.111,44	\$ 68,93
Inspección	\$ 2.284,92	\$ 204,25
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 1.354,07	\$ 3,08
Poste chocado	\$ 1.818,47	\$ 1.685,74
Poste desplomado o en mal estado	\$ 159,60	\$ 477,17
Revisión del medidor	\$ 125,62	\$ 0,00
Trabajo Complementario	\$ 4.182,68	\$ 1.053,25
Trabajo Planillado	\$ 3.582,36	\$ 11.143,37
Trabajo Programado	\$ 79.965,33	\$ 33.622,40
Voltaje alto	\$ 25,74	\$ 0,00
Voltaje bajo	\$ 20,59	\$ 0,00
Total general	\$ 149.640,82	\$ 65.289,40

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 50: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 01



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En esta ilustración se puede ver que los trabajos programados fueron los que incurrieron en mayor cantidad de costos tanto de mano de obra como de materiales en los alimentadores de la subestación 01.

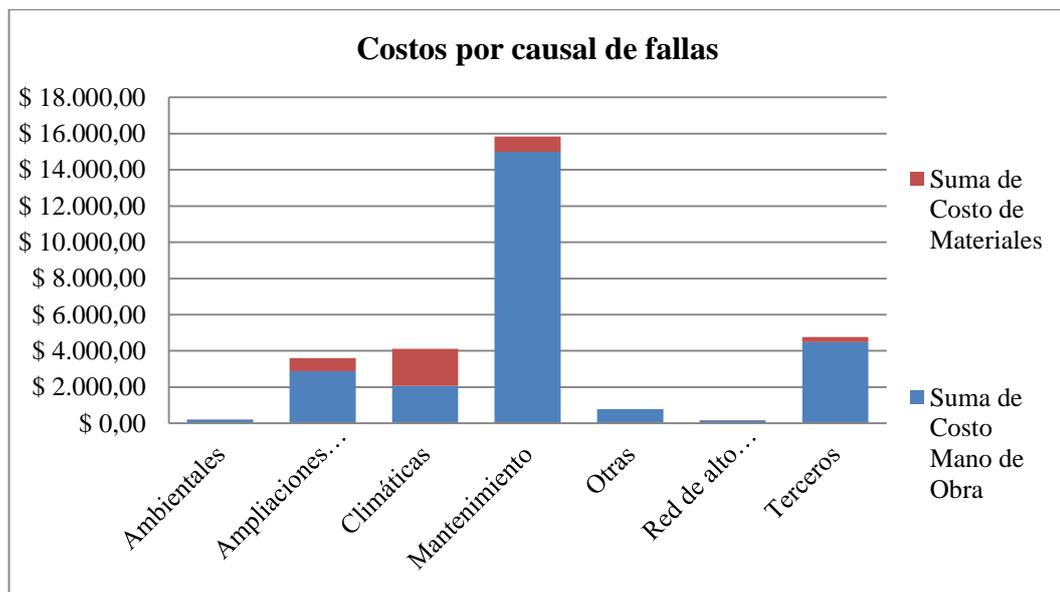
3.2.1.1. Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas de los alimentadores de la subestación 01

Tabla 19: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01/01

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 193,59	\$ 13,25
Ampliaciones y mejoras	\$ 2.872,89	\$ 722,72
Climáticas	\$ 2.063,54	\$ 2.052,26
Mantenimiento	\$ 14.985,36	\$ 856,06
Otras	\$ 774,34	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 167,36	\$ 14,17
Terceros	\$ 4.481,29	\$ 289,42
Total general	\$ 25.538,37	\$ 3.947,87

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 51: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01/01



Elaborado por: Los Autores.

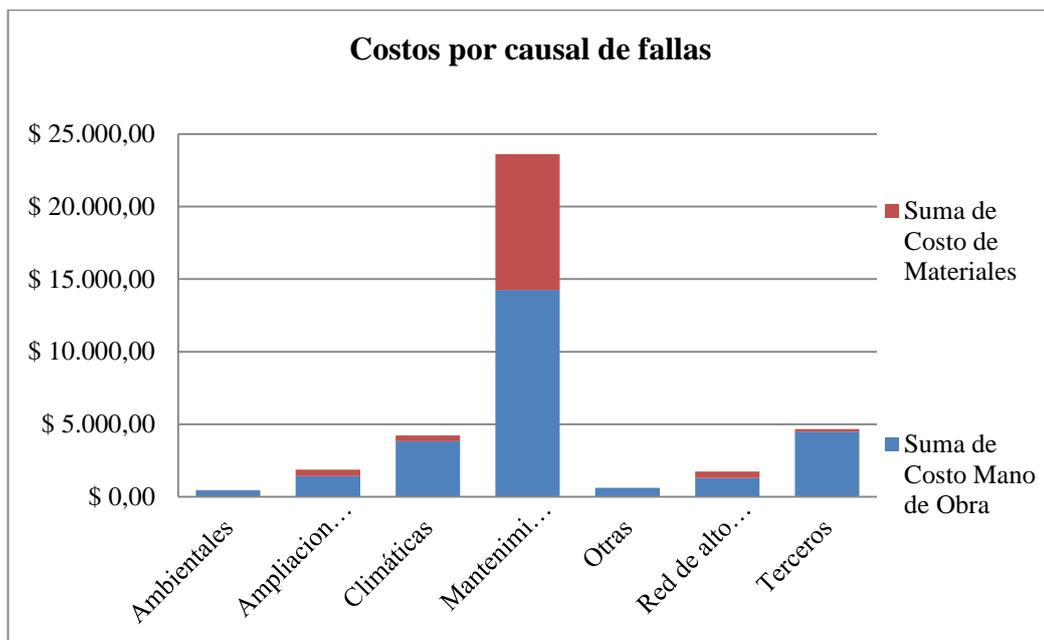
Análisis: El alimentador 01/01 se muestra tanto los costos de mano de obra como los de materiales, se puede ver que los costos fueron elevados por causa de mantenimiento.

Tabla 20: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/01

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 430,42	\$ 19,91
Ampliaciones y mejoras	\$ 1.431,30	\$ 448,19
Climáticas	\$ 3.820,91	\$ 394,50
Mantenimiento	\$ 14.250,03	\$ 9.361,11
Otras	\$ 606,50	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 1.306,72	\$ 432,33
Terceros	\$ 4.495,81	\$ 168,93
Total general	\$ 26.341,68	\$ 10.824,96

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 52: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/01



Elaborado por: Los Autores.

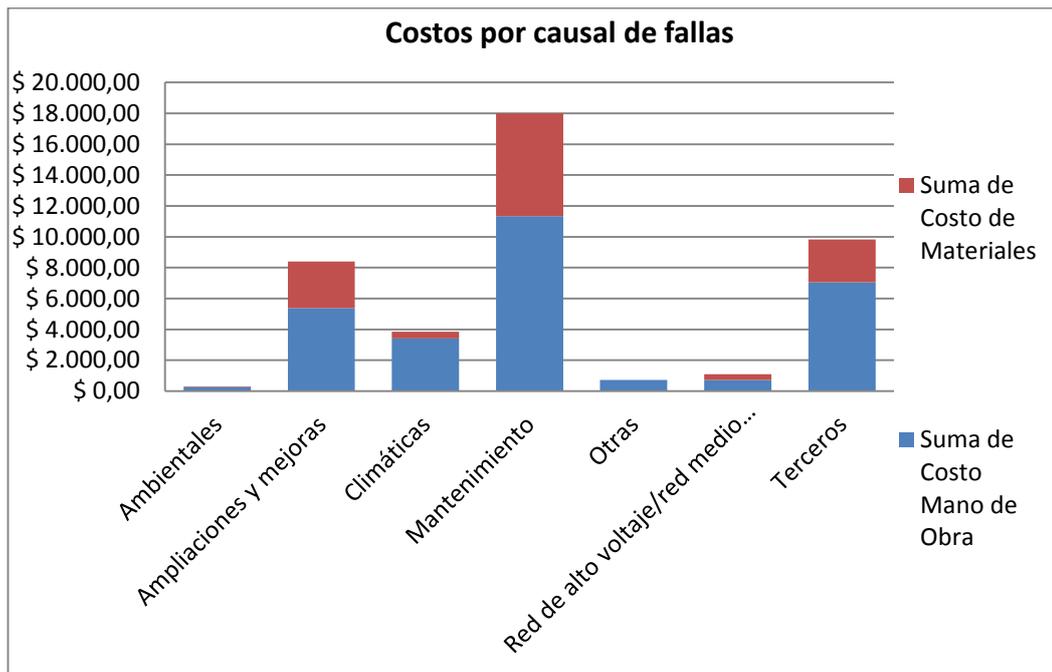
Análisis: En la ilustración del alimentador 02/01 se puede observar tanto los costos de mano de obra como los de materiales, las causas que incurrieron en mayores costos son por mantenimiento.

Tabla 21: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/01

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 279,05	\$ 25,66
Ampliaciones y mejoras	\$ 5.376,11	\$ 3.026,58
Climáticas	\$ 3.426,01	\$ 433,78
Mantenimiento	\$ 11.334,01	\$ 6.664,93
Otras	\$ 721,83	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 721,83	\$ 375,52
Terceros	\$ 7.052,36	\$ 2.772,10
Total general	\$ 28.911,20	\$ 13.298,58

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 53: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/01



Elaborado por: Los Autores.

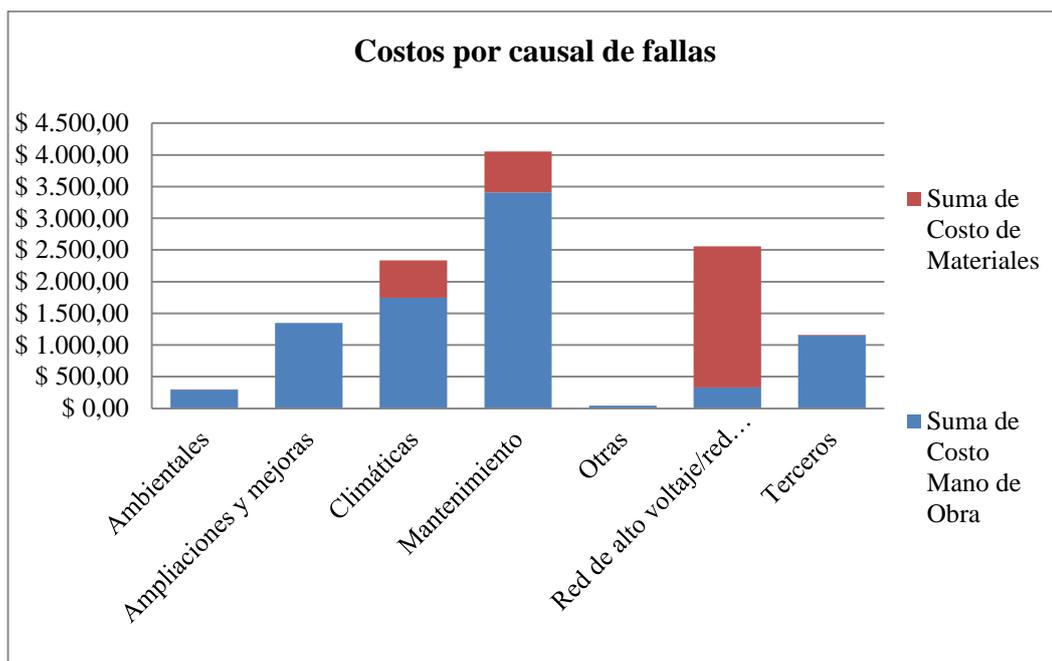
Análisis: En el alimentador 03/01 se puede observar los costos de mano de obra y materiales, las causa que incidieron en mayores costos tanto de mano de obra como de materiales fueron por mantenimiento, seguido por terceros, y luego por ampliaciones y mejoras.

Tabla 22: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04/01

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 293,47	\$ 6,00
Ampliaciones y mejoras	\$ 1.348,92	\$ 0,00
Climáticas	\$ 1.743,30	\$ 591,51
Mantenimiento	\$ 3.409,37	\$ 645,43
Otras	\$ 44,28	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 330,54	\$ 2.227,11
Terceros	\$ 1.151,21	\$ 9,37
Total general	\$ 8.321,08	\$ 3.479,43

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 54: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04/01



Elaborado por: Los Autores.

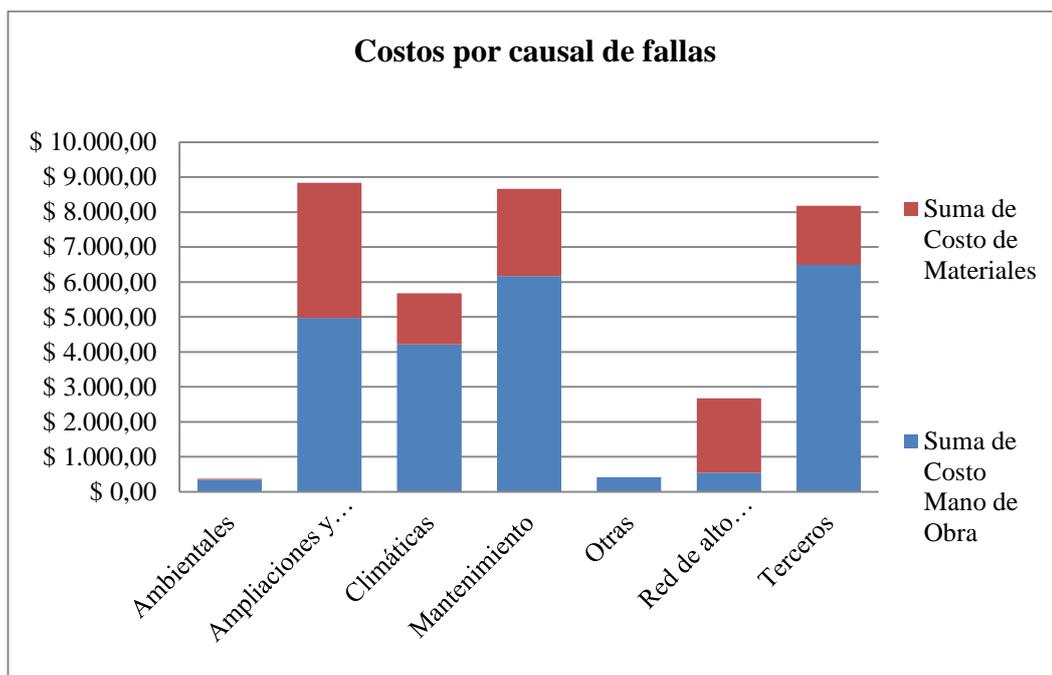
Análisis: En el alimentador 04/01 se puede observar que los costos en mayor cantidad se dieron por causas de mantenimiento seguido por red de alto voltaje / medio voltaje / bajo voltaje en este causal de fallas se puede ver que los costos de materiales son mayores a los de la mano de obra, por causas climáticas fue también que representó los costos elevados.

Tabla 23: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 05/01

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 349,07	\$ 24,81
Ampliaciones y mejoras	\$ 4.975,56	\$ 3.858,55
Climáticas	\$ 4.218,19	\$ 1.461,70
Mantenimiento	\$ 6.172,08	\$ 2.488,41
Otras	\$ 423,21	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 548,84	\$ 2.123,01
Terceros	\$ 6.492,49	\$ 1.686,06
Total general	\$ 23.179,43	\$ 11.642,54

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 55: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 05/01



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración del alimentador 05/01 se puede ver que las causas que incurrieron en mayores costos tanto de mano de obra como materiales fueron por ampliación y mejoras, mantenimiento, terceros y por climáticas.

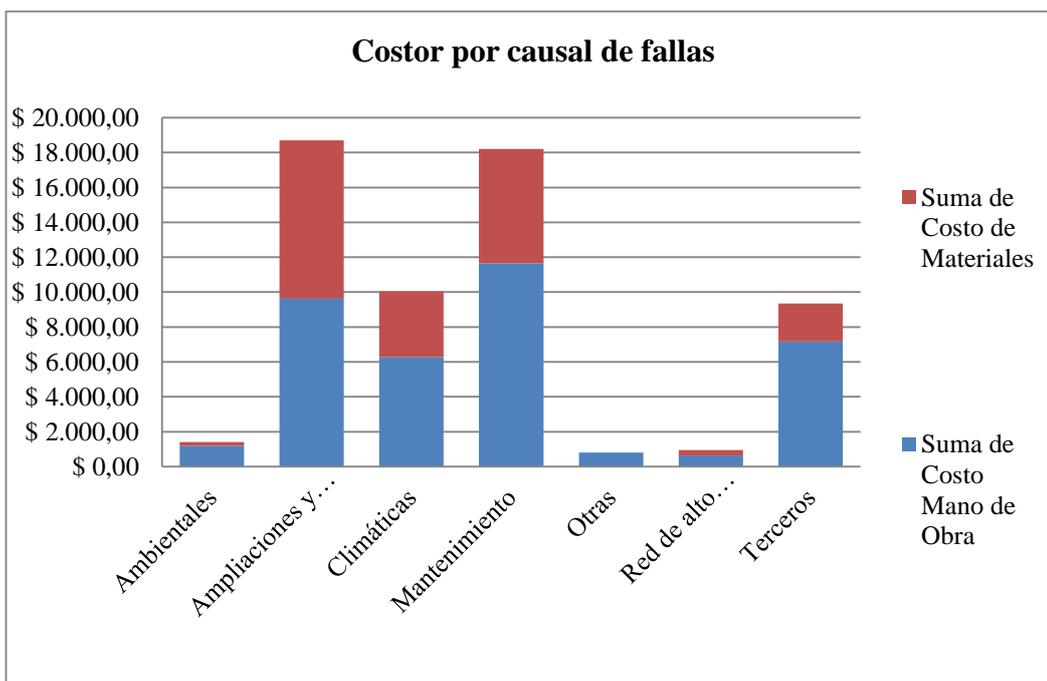
En este alimentador los costos de mano de obra fueron mayores a los de materiales en la mayoría de causales de fallas.

Tabla 24: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 06 CACHA/01

Etiquetas de fila	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 1.186,23	\$ 213,19
Ampliaciones y mejoras	\$ 9.625,72	\$ 9.072,00
Climáticas	\$ 6.273,69	\$ 3.768,97
Mantenimiento	\$ 11.648,24	\$ 6.552,62
Otras	\$ 806,26	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 634,30	\$ 319,27
Terceros	\$ 7.174,62	\$ 2.169,98
Total general	\$ 37.349,07	\$ 22.096,02

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 25: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 06 CACHA/01



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración del alimentador 06 CACHA se plasma que los costos fueron mayores por causas de ampliación y mejoras, por mantenimiento, climáticas, y terceros.

Este alimentador al igual que en la mayoría de alimentadores de esta subestación los costos por mano de obra fueron superiores a los costos por materiales.

3.2.2. Análisis de costos de los alimentadores de la subestación 02

Tabla 26: Costo me mano de obra por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 02

TIPOS DE RECLAMOS	01	02	03	04 GUANO	06	07	Total general
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 889,67	\$ 3.284,77	\$ 3.782,12	\$ 2.886,28	\$ 137,98		\$ 10.980,82
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 341,86	\$ 266,69	\$ 870,10	\$ 257,43			\$ 1.736,09
Alumbrado Público intermitente	\$ 212,29	\$ 593,11	\$ 569,43	\$ 74,14			\$ 1.448,97
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 494,26	\$ 60,75	\$ 39,13				\$ 594,14
Cortocircuito en la red	\$ 123,57	\$ 13,39	\$ 102,97		\$ 5,15		\$ 245,07
Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional		\$ 122,54	\$ 68,99				\$ 191,53
Falta de fase	\$ 183,29	\$ 176,08	\$ 1.072,96	\$ 261,55			\$ 1.693,87
Falta de servicio	\$ 3.021,24	\$ 10.246,59	\$ 6.009,71	\$ 4.338,35	\$ 680,64	\$ 297,55	\$ 24.594,07
Fluctuaciones de voltaje	\$ 464,23	\$ 974,10	\$ 887,61	\$ 603,41			\$ 2.929,35
Inspección	\$ 495,29	\$ 290,38	\$ 816,56	\$ 527,21		\$ 82,38	\$ 2.211,82
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 525,15	\$ 21,62	\$ 508,68	\$ 61,78	\$ 82,38		\$ 1.199,61
Poste chocado	\$ 1,03	\$ 133,86	\$ 1.312,88	\$ 925,71		\$ 25,74	\$ 2.399,22
Poste desplomado o en mal estado		\$ 108,12		\$ 51,49	\$ 20,59		\$ 180,20
Revisión del medidor			\$ 30,89				\$ 30,89
Trabajo Complementario	\$ 1.390,11	\$ 700,20	\$ 695,05	\$ 854,66			\$ 3.640,02
Trabajo Planillado	\$ 824,80	\$ 2.147,97	\$ 61,78	\$ 72,08	\$ 41,19		\$ 3.147,82
Trabajo Programado	\$ 7.023,65	\$ 8.050,27	\$ 10.720,30	\$ 9.866,67	\$ 1.624,88	\$ 614,74	\$ 37.900,51
Total general	\$ 15.990,42	\$ 27.190,45	\$ 27.549,17	\$ 20.780,75	\$ 2.592,81	\$ 1.020,41	\$ 95.124,01

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 27: Costo de los materiales por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 02

Etiquetas de fila	01/02	02/02	03/02	04 GUANO/02	06/02	07/02	Total general
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 118,13	\$ 1.057,35	\$ 984,28	\$ 568,00	\$ 6,25		\$ 2.734,01
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 127,72	\$ 36,69	\$ 208,17	\$ 456,57			\$ 829,16
Alumbrado Público intermitente	\$ 57,68	\$ 111,98	\$ 146,11	\$ 36,62			\$ 352,40
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 12,02	\$ 0,00	\$ 0,00				\$ 12,02
Cortocircuito en la red	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00		\$ 0,00		\$ 0,00
Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional		\$ 0,00	\$ 0,00				\$ 0,00
Falta de fase	\$ 15,09	\$ 16,37	\$ 765,68	\$ 2,98			\$ 800,13
Falta de servicio	\$ 205,56	\$ 4.985,90	\$ 1.924,91	\$ 175,09	\$ 37,45	\$ 2,68	\$ 7.331,59
Fluctuaciones de voltaje	\$ 11,40	\$ 0,00	\$ 5,39	\$ 3.481,30			\$ 3.498,09
Inspección	\$ 12,70	\$ 28,71	\$ 5,75	\$ 14,63		\$ 0,00	\$ 61,79
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 2.040,06	\$ 0,00	\$ 126,56	\$ 0,00	\$ 28,77		\$ 2.195,39
Poste chocado	\$ 0,00	\$ 3,68	\$ 195,07	\$ 390,13		\$ 0,00	\$ 588,88
Poste desplomado o en mal estado		\$ 0,00		\$ 0,00	\$ 0,00		\$ 0,00
Revisión del medidor			\$ 0,00				\$ 0,00
Trabajo Complementario	\$ 1.260,42	\$ 606,73	\$ 605,71	\$ 29,40			\$ 2.502,27
Trabajo Planillado	\$ 195,07	\$ 740,13	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00		\$ 935,20
Trabajo Programado	\$ 5.568,47	\$ 9.923,50	\$ 7.658,53	\$ 4.479,71	\$ 914,51	\$ 0,00	\$ 28.544,72
Total general	\$ 9.624,33	\$ 17.511,05	\$ 12.626,16	\$ 9.634,44	\$ 986,97	\$ 2,68	\$ 50.385,64

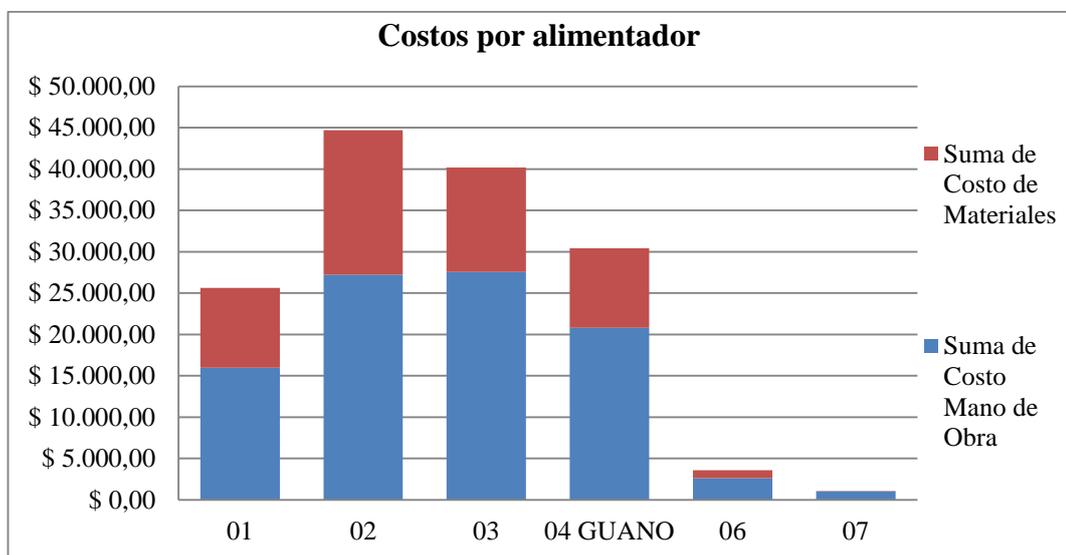
Elaborado por: Los Autores.

Tabla 28: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 02

Etiquetas de fila	Costo Mano de Obra	Costo de Materiales
01	\$ 15.990,42	\$ 9.624,33
02	\$ 27.190,45	\$ 17.511,05
03	\$ 27.549,17	\$ 12.626,16
04 GUANO	\$ 20.780,75	\$ 9.634,44
06	\$ 2.592,81	\$ 986,97
07	\$ 1.020,41	\$ 2,68
Total general	\$ 95.124,01	\$ 50.385,64

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 56: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 02



Elaborado por: Los Autores.

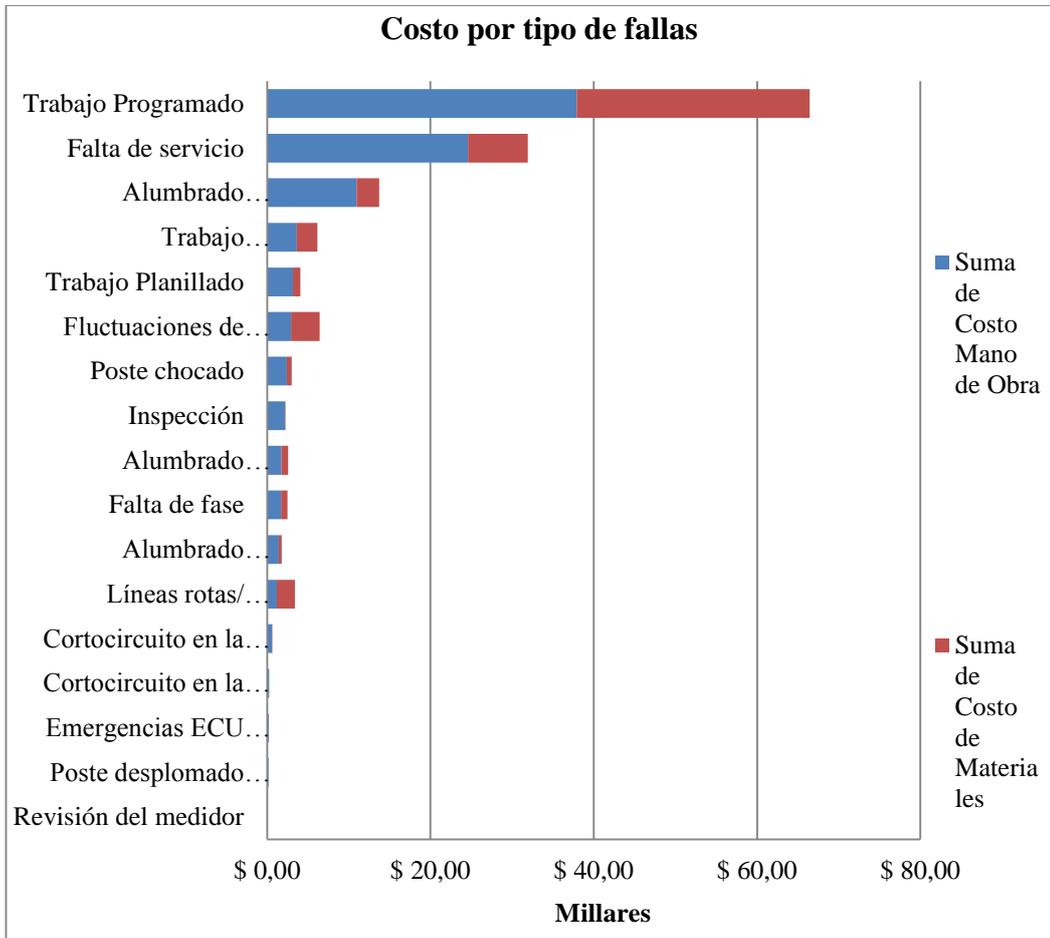
Análisis: En la ilustración de se plasma los costos de mano de obra como de materiales de cada alimentador de la subestación 02, en esta se puede observar que los alimentadores que incurrieron en mayores costos son el 02/02, el 03/02, el 04 GUANO/02 y el 01/02.

Tabla 29: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 02

TIPOS DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Revisión del medidor	\$ 30,89	\$ 0,00
Poste desplomado o en mal estado	\$ 180,20	\$ 0,00
Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	\$ 191,53	\$ 0,00
Cortocircuito en la red	\$ 245,07	\$ 0,00
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 594,14	\$ 12,02
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 1.199,61	\$ 2.195,39
Alumbrado Público intermitente	\$ 1.448,97	\$ 352,40
Falta de fase	\$ 1.693,87	\$ 800,13
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 1.736,09	\$ 829,16
Inspección	\$ 2.211,82	\$ 61,79
Poste chocado	\$ 2.399,22	\$ 588,88
Fluctuaciones de voltaje	\$ 2.929,35	\$ 3.498,09
Trabajo Planillado	\$ 3.147,82	\$ 935,20
Trabajo Complementario	\$ 3.640,02	\$ 2.502,27
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 10.980,82	\$ 2.734,01
Falta de servicio	\$ 24.594,07	\$ 7.331,59
Trabajo Programado	\$ 37.900,51	\$ 28.544,72
Total general	\$ 95.124,01	\$ 50.385,64

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 57: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 02



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En esta ilustración podemos ver que los trabajos programados fueron los que ocurrieron en mayor cantidad de costos tanto de mano de obra como de materiales en los alimentadores de la subestación 02.

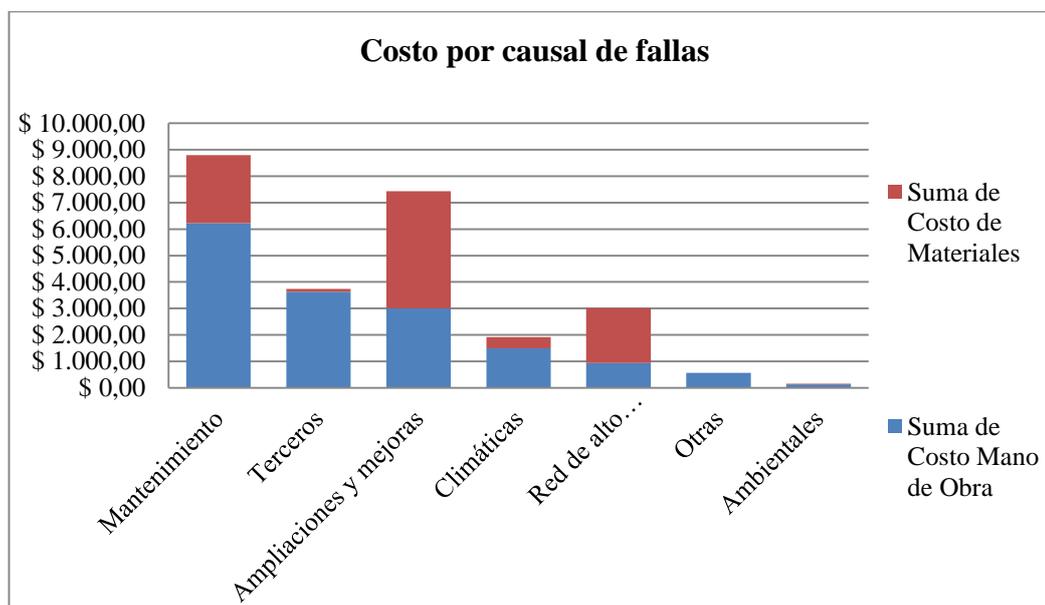
3.2.2.1. Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas de los alimentadores de la subestación 02

Tabla 30: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01/02

CAUSAL DE FALLAS	Costo Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 133,86	\$ 16,24
Ampliaciones y mejoras	\$ 3.004,69	\$ 4.422,84
Climáticas	\$ 1.496,94	\$ 421,62
Mantenimiento	\$ 6.223,56	\$ 2.575,71
Otras	\$ 562,22	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 940,12	\$ 2.074,72
Terceros	\$ 3.629,02	\$ 113,20
Total general	\$ 15.990,42	\$ 9.624,33

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 58: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01/02



Elaborado por: Los Autores.

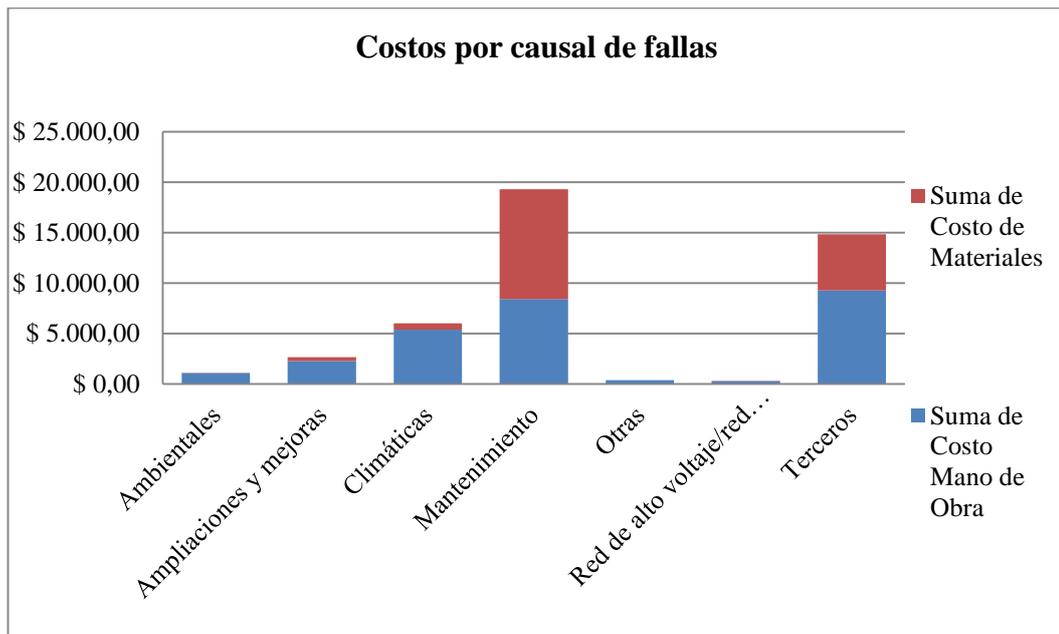
Análisis: La ilustración nos plasma cada una de las causas por las cuales se dio las fallas, indicándonos que por causas de mantenimiento, terceros y ampliación y mejoras se dieron los costos más altos. En la ilustración está plasmado tanto la mano de obra como de materiales.

Tabla 31: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/02

CAUSAL DE FALLAS	Costo Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 1.099,73	\$ 20,91
Ampliaciones y mejoras	\$ 2.301,40	\$ 357,75
Climáticas	\$ 5.375,15	\$ 657,56
Mantenimiento	\$ 8.439,51	\$ 10.887,22
Otras	\$ 391,29	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 296,56	\$ 15,19
Terceros	\$ 9.286,81	\$ 5.572,43
Total general	\$ 27.190,45	\$ 17.511,05

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 59: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/02



Elaborado por: Los Autores.

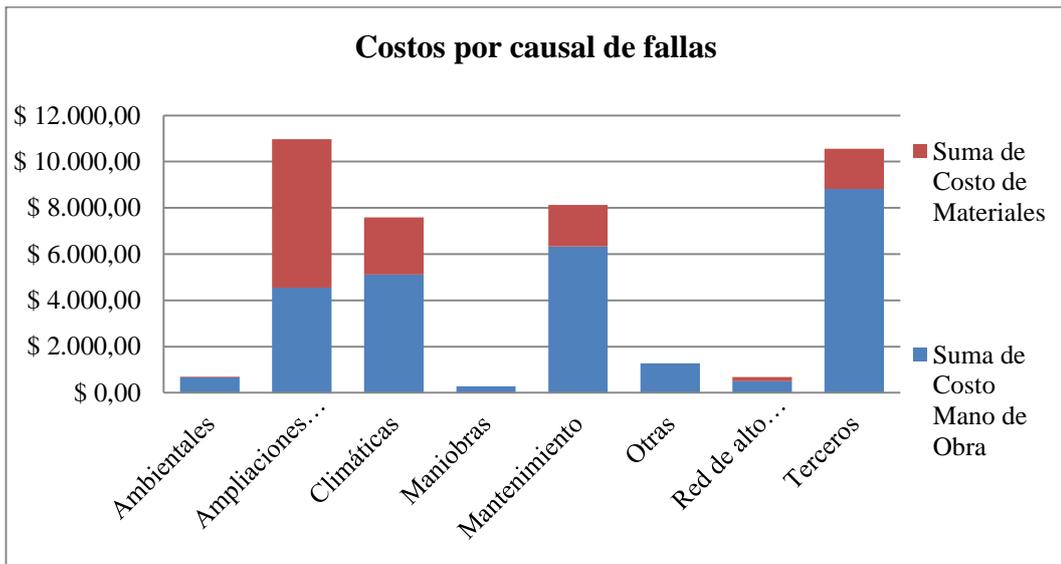
Análisis: En esta ilustración que pertenece al alimentador 02/02 nos muestra tanto los costos de mano de obra como de materiales, mostrándonos que las causas con mayor costo tanto de mano de obra como por materiales fueron por causa de mantenimiento y por causa de terceros.

Tabla 32: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/02

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 668,28	\$ 32,16
Ampliaciones y mejoras	\$ 4.554,40	\$ 6.422,28
Climáticas	\$ 5.120,16	\$ 2.464,99
Maniobras	\$ 282,72	\$ 0,00
Mantenimiento	\$ 6.333,74	\$ 1.791,15
Otras	\$ 1.271,69	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 500,44	\$ 180,78
Terceros	\$ 8.817,73	\$ 1.734,79
Total general	\$ 27.549,17	\$ 12.626,16

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 60: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/02



Elaborado por: Los Autores.

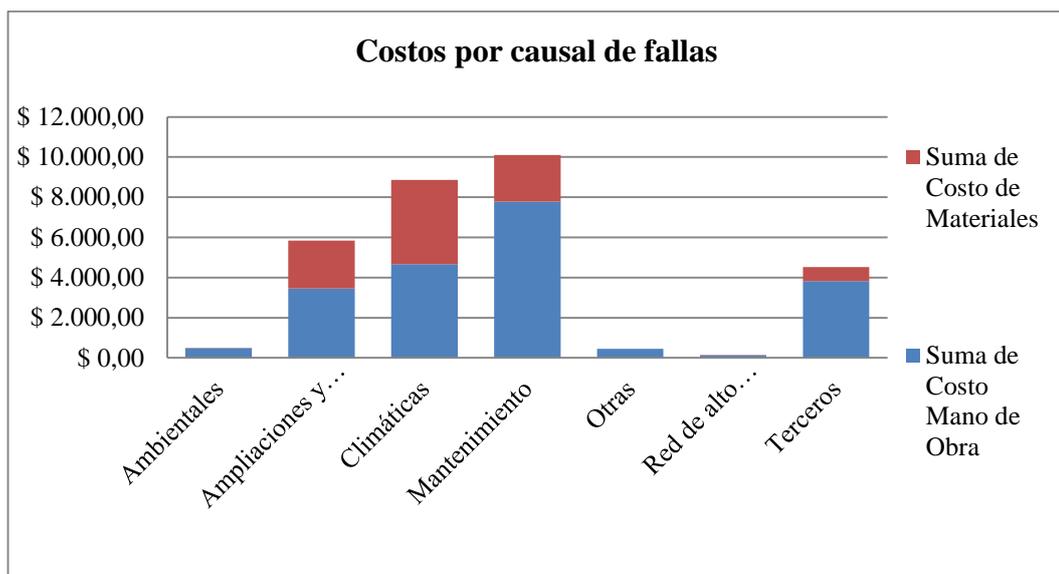
Análisis: Esta ilustración perteneciente al alimentador 03/02 se plasma que los costos fueron elevados por causa de ampliación y mejoras, por causas climáticas, por causas de mantenimiento y por causas de terceros. Los costos de mayor magnitud fueron los de mano de obra.

Tabla 33: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 GUANO/02

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 477,79	\$ 8,91
Ampliaciones y mejoras	\$ 3.454,67	\$ 2.391,00
Climáticas	\$ 4.657,56	\$ 4.208,08
Mantenimiento	\$ 7.780,48	\$ 2.313,17
Otras	\$ 452,04	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 133,86	\$ 12,49
Terceros	\$ 3.824,34	\$ 700,78
Total general	\$ 20.780,75	\$ 9.634,44

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 61: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 GUANO/02



Elaborado por: Los Autores.

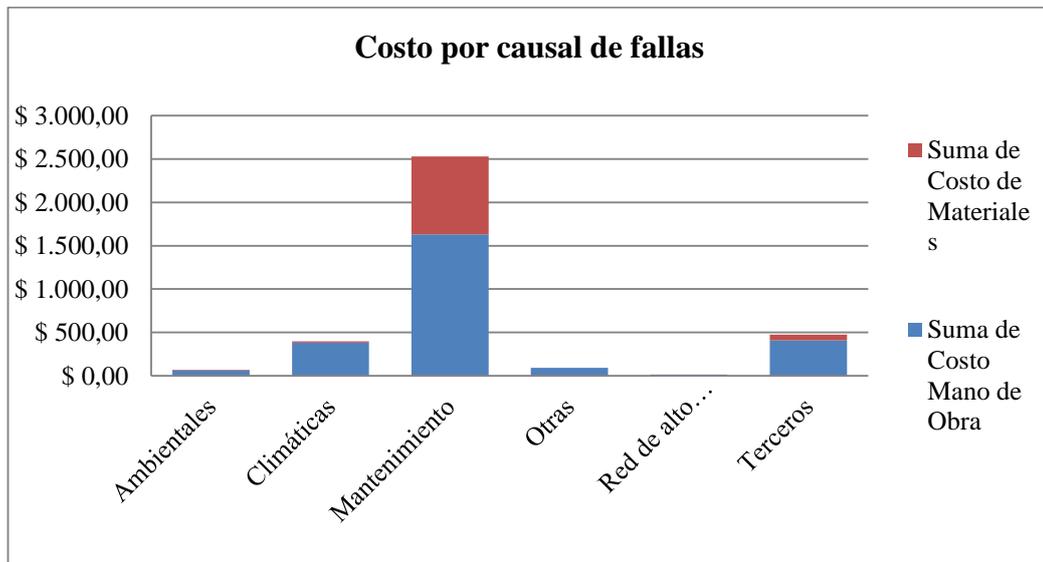
Análisis: La ilustración del alimentador 04 GUANO/02 nos muestra tanto los costos de mano de obra como de materiales siendo los más elevados por mano de obra. Las causas que tienen mayores costos fueron por causa de Ampliación y mejoras, por causas climáticas, por causas de mantenimiento y por causa de terceros.

Tabla 34: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 06/02

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 61,78	\$ 6,49
Climáticas	\$ 384,08	\$ 13,61
Mantenimiento	\$ 1.630,03	\$ 899,28
Otras	\$ 93,70	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 15,45	\$ 0,00
Terceros	\$ 407,76	\$ 67,60
Total general	\$ 2.592,81	\$ 986,97

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 62: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 06/02



Elaborado por: Los Autores.

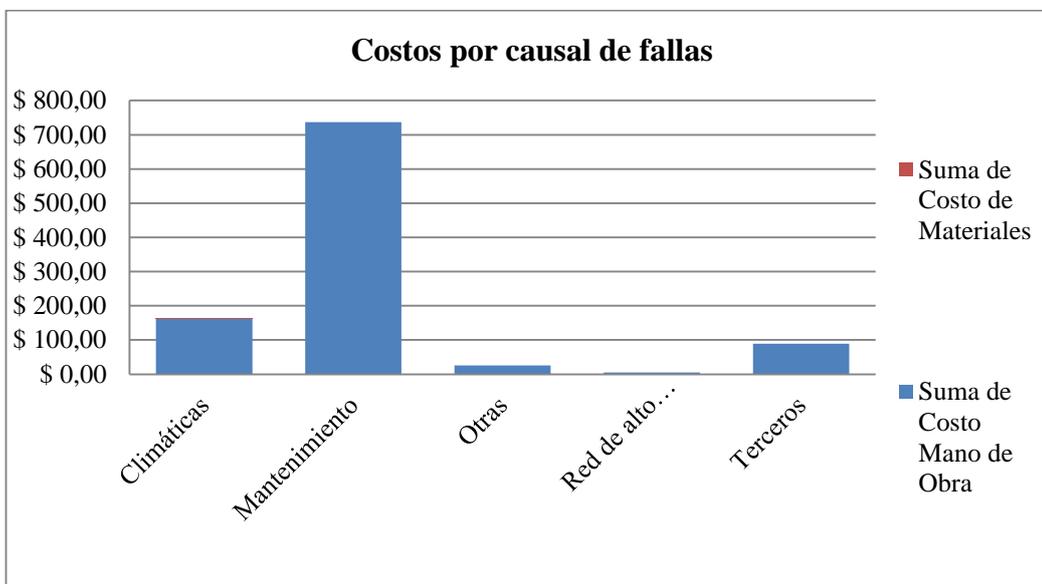
Análisis: En esta ilustración que pertenece al alimentador 06/02 nos muestra los costos de mano de obra y de materiales siendo los más elevados los de mano de obra. La única causa que tuvo mayor costo fue por mantenimiento, estando las otras causas en costos mínimos.

Tabla 35: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 07/02

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Climáticas	\$ 163,21	\$ 2,68
Mantenimiento	\$ 737,27	\$ 0,00
Otras	\$ 25,74	\$ 0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 5,15	\$ 0,00
Terceros	\$ 89,04	\$ 0,00
Total general	\$ 1.020,41	\$ 2,68

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 63: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 07/02



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En esta ilustración que pertenece al alimentador 07/02 se puede ver que los costos por materiales fueron prácticamente nulos. Las causa que más se ha presentado en este alimentador fueron por mantenimiento, los costos de las otras causas fallas son bajas.

3.2.3. Análisis de costos de los alimentadores de la subestación 03

Tabla 36: Costo de mano de obra por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 03

TIPO DE RECLAMO	01 SAN LUIS	02	03	04 PENIPE	05	Total general
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 5.415,24	\$ 4.318,60	\$ 1.706,23	\$ 147,25	\$ 3.570,00	\$ 15.157,32
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 417,03	\$ 319,21	\$ 212,12		\$ 439,69	\$ 1.388,05
Alumbrado Público intermitente	\$ 1.139,89	\$ 572,52	\$ 328,48	\$ 102,97	\$ 458,22	\$ 2.602,08
Cortocircuito en la Acometida / Medidor		\$ 30,89	\$ 10,30		\$ 46,34	\$ 87,53
Cortocircuito en la red	\$ 221,39	\$ 66,93	\$ 30,89		\$ 30,89	\$ 350,10
Falta de fase	\$ 217,83	\$ 144,16	\$ 215,21	\$ 217,27	\$ 350,10	\$ 1.144,57
Falta de servicio	\$ 9.385,77	\$ 8.786,65	\$ 4.689,57	\$ 1.523,18	\$ 6.707,18	\$ 31.092,35
Fluctuaciones de voltaje	\$ 1.024,56	\$ 402,62	\$ 670,34	\$ 139,01	\$ 697,11	\$ 2.933,64
Inspección	\$ 960,72	\$ 1.425,12	\$ 575,61	\$ 208,00	\$ 444,83	\$ 3.614,28
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 81,35	\$ 125,62	\$ 97,82		\$ 212,12	\$ 516,91
Poste chocado	\$ 211,09	\$ 901,00		\$ 3,09	\$ 1.579,57	\$ 2.694,75
Poste desplomado o en mal estado	\$ 77,23	\$ 87,53	\$ 30,89			\$ 195,64
Revisión del medidor	\$ 25,74	\$ 61,78	\$ 56,63			\$ 144,16
Trabajo Complementario	\$ 2.492,93	\$ 3.414,52	\$ 51,49	\$ 772,28	\$ 730,06	\$ 7.461,27
Trabajo Planillado	\$ 1.163,57	\$ 457,19	\$ 149,31		\$ 1.504,41	\$ 3.274,48
Trabajo Programado	\$ 23.105,65	\$ 25.447,21	\$ 8.452,88	\$ 7.072,04	\$ 17.773,81	\$ 81.851,59
Total general	\$ 45.939,98	\$ 46.561,53	\$ 17.277,77	\$ 10.185,09	\$ 34.544,34	\$ 154.508,72

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 37: Costo de los materiales por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 03

TIPO DE RECLAMO	01 SAN LUIS	02	03	04 PENIPE	05	Total general
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 1.065,22	\$ 1.124,62	\$ 1.108,97	\$ 33,78	\$ 1.156,29	\$ 4.488,87
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 191,79	\$ 18,86	\$ 3,92		\$ 289,53	\$ 504,10
Alumbrado Público intermitente	\$ 280,26	\$ 295,92	\$ 109,89	\$ 26,82	\$ 265,66	\$ 978,54
Cortocircuito en la Acometida / Medidor		\$ 0,00	\$ 0,00		\$ 12,70	\$ 12,70
Cortocircuito en la red	\$ 2,81	\$ 0,00	\$ 0,00		\$ 0,00	\$ 2,81
Falta de fase	\$ 0,00	\$ 2,98	\$ 25,36	\$ 23,45	\$ 10,60	\$ 62,40
Falta de servicio	\$ 3.082,30	\$ 1.543,83	\$ 4.412,25	\$ 153,81	\$ 469,05	\$ 9.661,24
Fluctuaciones de voltaje	\$ 2.232,73	\$ 3,37	\$ 19,05	\$ 0,00	\$ 4,85	\$ 2.260,01
Inspección	\$ 708,34	\$ 615,94	\$ 12,70	\$ 0,00	\$ 8,19	\$ 1.345,17
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 0,00	\$ 3,08	\$ 0,00		\$ 0,00	\$ 3,08
Poste chocado	\$ 0,00	\$ 195,07		\$ 0,00	\$ 884,17	\$ 1.079,23
Poste desplomado o en mal estado	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00			\$ 0,00
Revisión del medidor	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 12,70			\$ 12,70
Trabajo Complementario	\$ 2.866,00	\$ 3.004,05	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 511,37	\$ 6.381,43
Trabajo Planillado	\$ 630,19	\$ 2.220,03	\$ 0,00		\$ 34,03	\$ 2.884,25
Trabajo Programado	\$ 6.318,68	\$ 18.749,89	\$ 2.761,98	\$ 711,20	\$ 5.722,68	\$ 34.264,42
Total general	\$ 17.378,32	\$ 27.777,63	\$ 8.466,83	\$ 949,06	\$ 9.369,12	\$ 63.940,97

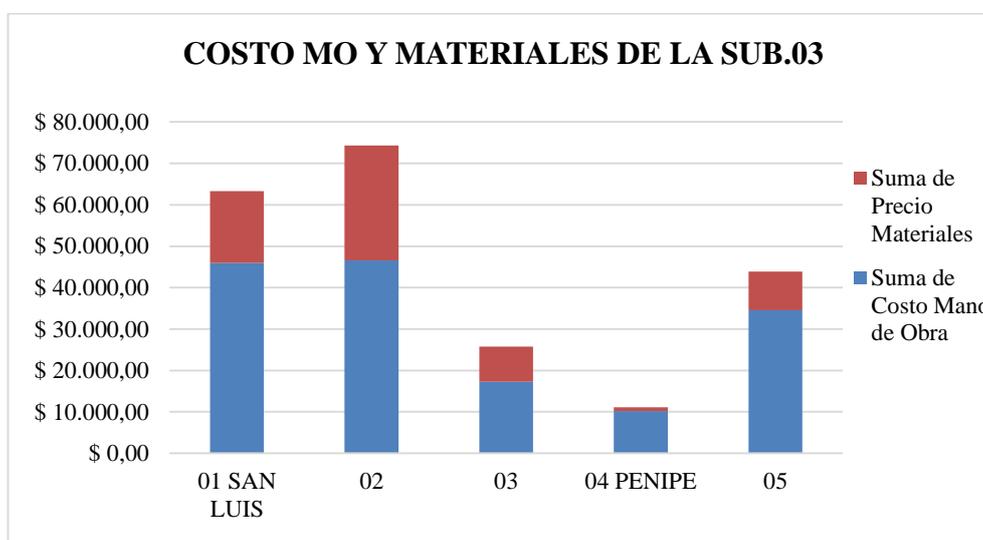
Elaborado por: Los Autores.

Tabla 38: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 03

ALIMENTADORES	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
01 SAN LUIS	\$ 45.939,98	\$ 17.378,32
02	\$ 46.561,53	\$ 27.777,63
03	\$ 17.277,77	\$ 8.466,83
04 PENIPE	\$ 10.185,09	\$ 949,06
05	\$ 34.544,34	\$ 9.369,12
Total general	\$ 154.508,72	\$ 63.940,97

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 64: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 03



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En los alimentadores de la subestación 03 obtenemos que, 01 SAN LUIS, 02, y 05 fueron los alimentadores con mayor cantidad de costos tanto de la mano de obra y materiales.

Tabla 39: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 03.

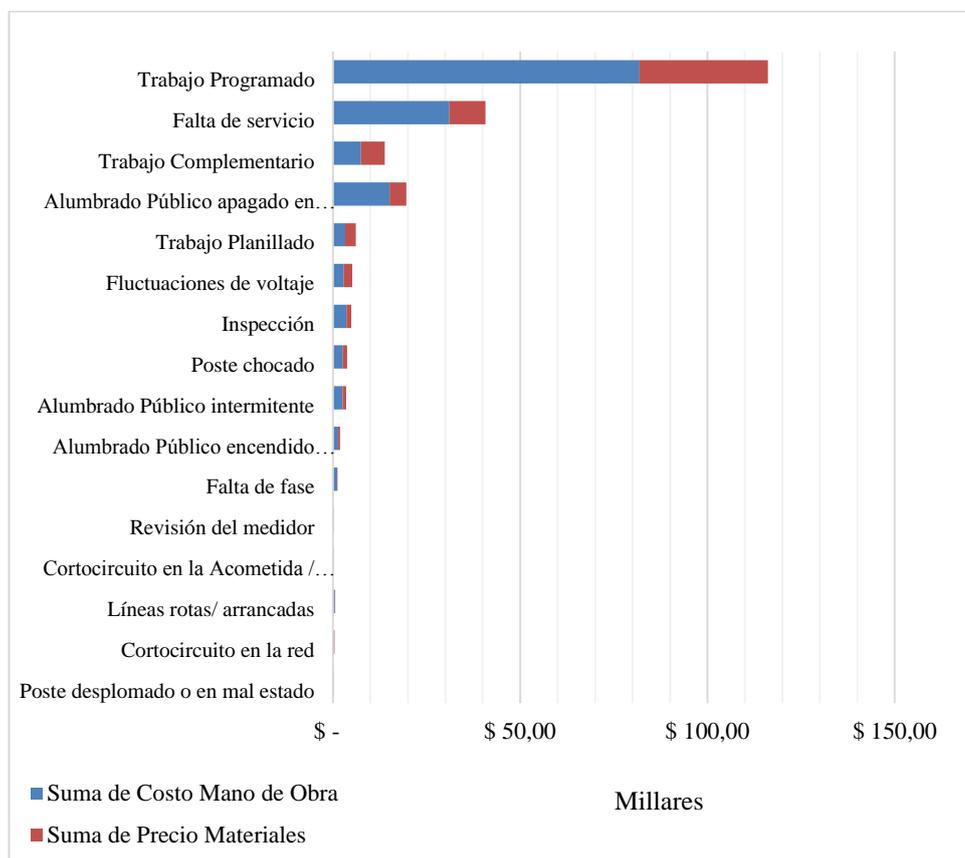
TIPO DE RECLAMO	Costo de Mano de Obra	Precio de Materiales
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 15.157,32	\$ 4.488,87
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 1.388,05	\$ 504,10
Alumbrado Público intermitente	\$ 2.602,08	\$ 978,54
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 87,53	\$ 12,70
Cortocircuito en la red	\$ 350,10	\$ 2,81
Falta de fase	\$ 1.144,57	\$ 62,40
Falta de servicio	\$ 31.092,35	\$ 9.661,24

Tabla 39: (continuación)

Fluctuaciones de voltaje	\$ 2.933,64	\$ 2.260,01
Inspección	\$ 3.614,28	\$ 1.345,17
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 516,91	\$ 3,08
Poste chocado	\$ 2.694,75	\$ 1.079,23
Poste desplomado o en mal estado	\$ 195,64	\$ -
Revisión del medidor	\$ 144,16	\$ 12,70
Trabajo Complementario	\$ 7.461,27	\$ 6.381,43
Trabajo Planillado	\$ 3.274,48	\$ 2.884,25
Trabajo Programado	\$ 81.851,59	\$ 34.264,42
Total general	\$ 154.508,72	\$ 63.940,97

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 65: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 03



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En esta ilustración podemos ver que los trabajos programados fueron los que ocurren en mayor cantidad de costos tanto de mano de obra como de materiales en los alimentadores de la subestación 03.

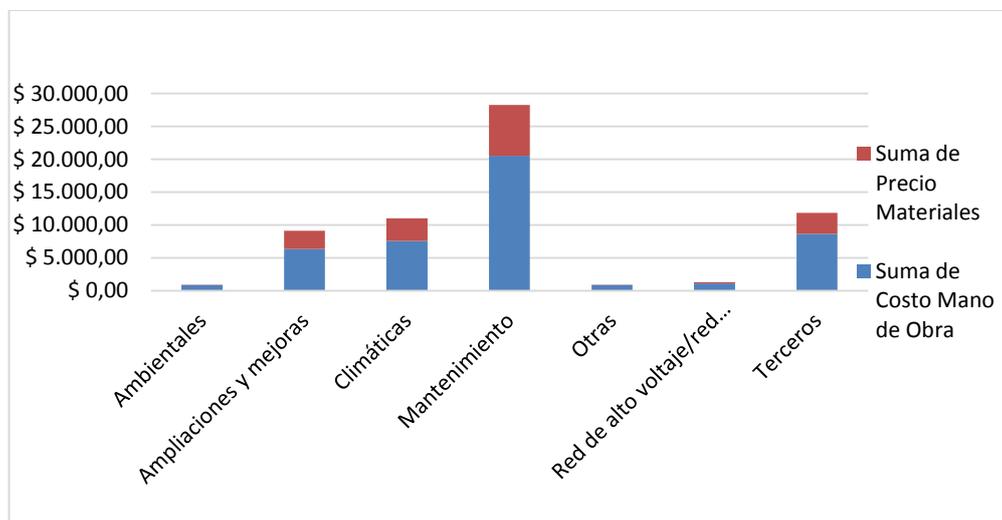
3.2.3.1. Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas de los alimentadores de la subestación 03.

Tabla 40: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01 SAN LUIS/03

CAUSAL DE FALLAS	Costo Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	865,99	47,43
Ampliaciones y mejoras	6361,54	2769,21
Climáticas	7584,75	3426,71
Mantenimiento	20530,55	7714,85
Otras	849,65	3,68
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	1102,39	196,69
Terceros	8645,11	3219,75
Total general	45939,98	17378,32

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 66: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01 SAN LUIS/03



Elaborado por: Los Autores.

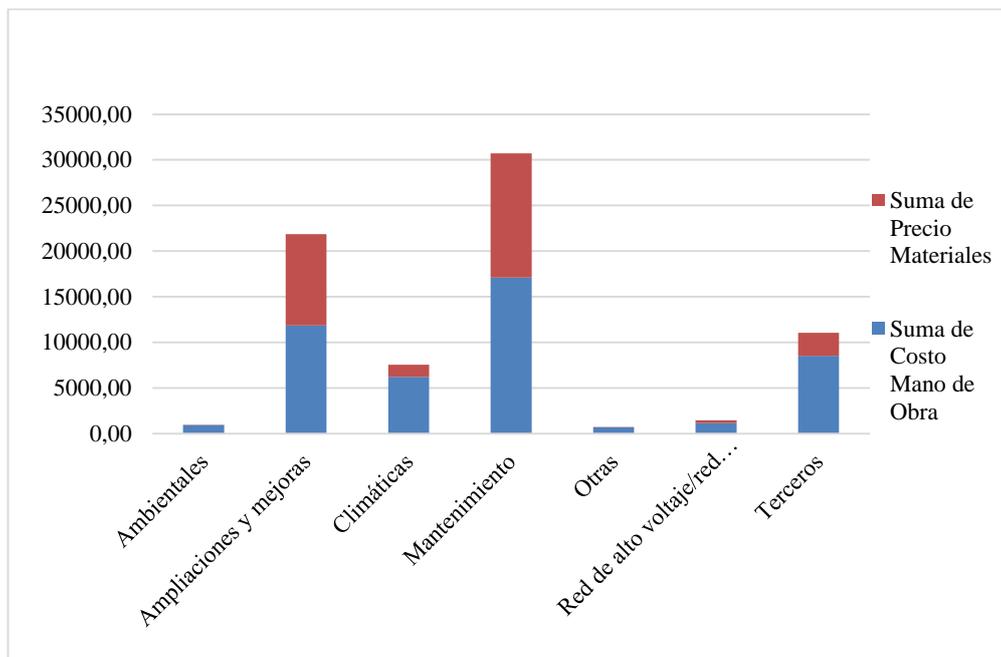
Análisis: La ilustración indica cada una de las causas por las cuales se dio las fallas en el alimentador 01 SAN LUIS/03, indicándonos que por causas de mantenimiento, terceros y ampliación y mejoras se dieron los costos más altos. En la ilustración está plasmado tanto la mano de obra como de materiales.

Tabla 41: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/03.

CAUSAL DE FALLAS	Costo Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	940,12	37,88
Ampliaciones y mejoras	11872,55	9983,50
Climáticas	6235,92	1308,25
Mantenimiento	17117,89	13605,42
Otras	718,93	12,70
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	1147,65	314,21
Terceros	8528,48	2515,67
Total general	46561,53	27777,63

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 67: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02/03



Elaborado por: Los Autores.

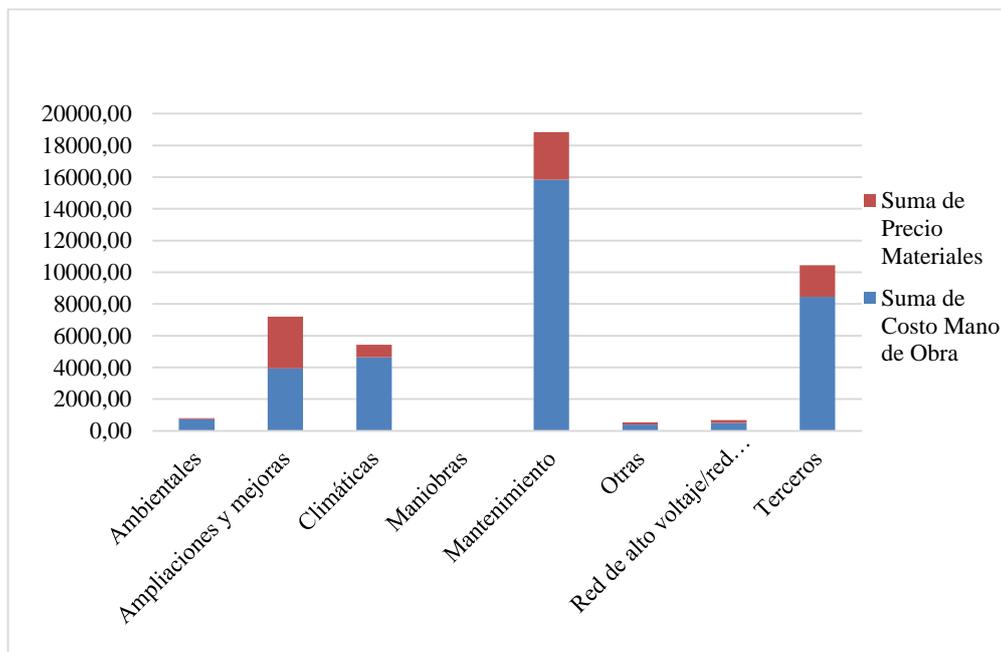
Análisis: Como podemos observar en la ilustración las causas por mantenimiento, terceros, climáticos, y por ampliaciones y mejora fueron los que representaron en gran cantidad los costos de operación

Tabla 42: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/03.

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	679,61	33,76
Ampliaciones y mejoras	1223,29	906,82
Climáticas	2194,31	930,81
Mantenimiento	6976,28	1318,49
Otras	574,58	0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	366,58	205,00
Terceros	5263,12	5071,93
Total general	17277,77	8466,83

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 68: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03/03.



Elaborado por: Los Autores.

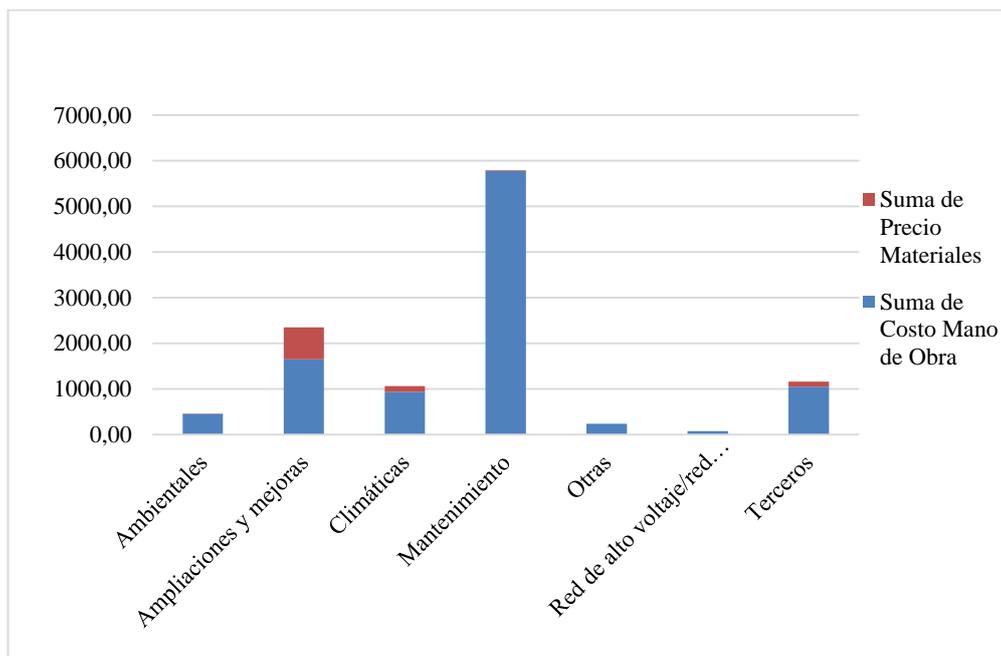
Análisis: Como podemos observar en la ilustración las causas por mantenimiento, terceros, climáticas, y por ampliaciones y mejora fueron los que representan en gran cantidad los costos de operación

Tabla 43: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 PENIPE/03.

CAUSAL DE FALLAS	Costo Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	453,07	2,17
Ampliaciones y mejoras	1652,68	695,50
Climáticas	936,90	124,73
Mantenimiento	5777,70	15,70
Otras	240,30	0,00
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	77,23	0,00
Terceros	1047,21	110,97
Total general	10185,09	949,06

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 69: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 PENIPE/03.



Elaborado por: Los Autores.

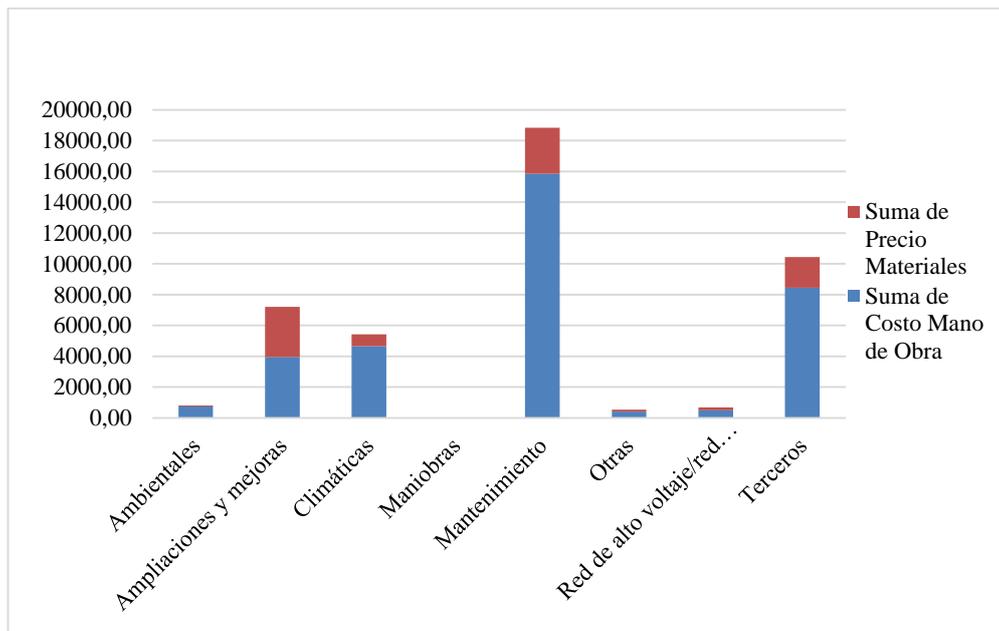
Análisis: En el análisis causal del alimentador 04 PENIPE/03 se pudo observar que por mantenimiento, ampliaciones y mejora, terceros y ambientales fueron aquellos que representaron costos representativos.

Tabla 44: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 05/03.

CAUSAL DE FALLAS	Costo Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	744,48	47,30
Ampliaciones y mejoras	3946,88	3256,27
Climáticas	4652,96	769,61
Maniobras	2,06	0,00
Mantenimiento	15847,16	2995,86
Otras	403,39	134,11
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	493,83	175,28
Terceros	8453,59	1990,69
Total general	34544,34	9369,12

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 70: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 05/03.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 05/03 se determina las causas de fallos que mayor costo que se genera en el manejo de las fallas esta fueron por mantenimiento, terceros, y ampliaciones y mejora.

3.2.4. Análisis de costos de los alimentadores de la subestación 04

Tabla 45: Costo de mano de obra por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 04

TIPOS DE FALLAS	01 SAN JUAN	02 SAN ANDRES	03 LOS ALAMOS	04 RIOBAMBA NORTE	Total general
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 4.728,08	\$ 1.315,97	\$ 4.775,79	\$ 4.780,94	\$ 15.600,78
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 569,43	\$ 30,89	\$ 376,87	\$ 338,77	\$ 1.315,97
Alumbrado Público intermitente	\$ 263,43	\$ 238,89	\$ 359,37	\$ 430,42	\$ 1.292,11
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 51,49		\$ 25,74		\$ 77,23
Cortocircuito en la red	\$ 30,89		\$ 118,42	\$ 46,34	\$ 195,64
Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	\$ 25,74		\$ 84,44	\$ 152,40	\$ 262,58
Falta de fase	\$ 437,63	\$ 125,62	\$ 156,52	\$ 30,89	\$ 750,66
Falta de servicio	\$ 8.008,87	\$ 4.142,62	\$ 7.391,25	\$ 6.606,65	\$ 26.149,40
Fluctuaciones de voltaje	\$ 704,32	\$ 164,75	\$ 463,37	\$ 483,96	\$ 1.816,41
Inspección	\$ 825,83	\$ 314,06	\$ 530,30	\$ 1.613,55	\$ 3.283,74
Inspección por artefactos quemados			\$ 44,28		\$ 44,28
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 257,43	\$ 187,41		\$ 51,49	\$ 496,32
Poste chocado	\$ 514,85			\$ 66,93	\$ 581,79
Poste desplomado o en mal estado	\$ 298,62				\$ 298,62
Trabajo Complementario	\$ 2.539,26	\$ 593,11	\$ 437,63	\$ 360,40	\$ 3.930,40
Trabajo Planillado	\$ 940,12	\$ 520,00	\$ 1.592,96	\$ 1.134,74	\$ 4.187,83
Trabajo Programado	\$ 17.821,18	\$ 7.817,55	\$ 14.359,30	\$ 22.751,43	\$ 62.749,45
Voltaje bajo				\$ 72,08	\$ 72,08
Total general	\$ 38.017,18	\$ 15.450,89	\$ 30.716,23	\$ 38.920,99	\$ 123.105,28

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 46: Costo de materiales por tipo de falla en los alimentadores de la subestación 04.

TIPOS DE FALLAS	01 SAN JUAN	02 SAN ANDRES	03 LOS ALAMOS	04	
				RIOBAMBA	Total general
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 824,58	\$ 273,41	\$ 1.053,19	\$ 954,78	\$ 3.105,95
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 38,73	\$ 3,92	\$ 37,50	\$ 18,86	\$ 99,02
Alumbrado Público intermitente	\$ 86,22	\$ 210,18	\$ 132,83	\$ 124,20	\$ 553,44
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ -		\$ -		\$ -
Cortocircuito en la red	\$ -		\$ 1,04	\$ 3,92	\$ 4,97
Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	\$ -		\$ -	\$ -	\$ -
Falta de fase	\$ 2.224,44	\$ -	\$ 12,63	\$ -	\$ 2.237,08
Falta de servicio	\$ 305,21	\$ 139,75	\$ 486,48	\$ 3.042,12	\$ 3.973,56
Fluctuaciones de voltaje	\$ 7,15	\$ -	\$ 20,05	\$ 3,22	\$ 30,42
Inspección	\$ 195,07	\$ -	\$ 6,73	\$ 719,16	\$ 920,96
Inspección por artefactos quemados			\$ -		\$ -
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 12,02	\$ 3,08		\$ -	\$ 15,09
Poste chocado	\$ 195,07			\$ -	\$ 195,07
Poste desplomado o en mal estado	\$ 195,07				\$ 195,07
Trabajo Complementario	\$ 2.885,48	\$ 5,22	\$ 688,99	\$ 406,43	\$ 3.986,13
Trabajo Planillado	\$ 4.535,85	\$ -	\$ 10,47	\$ 596,16	\$ 5.142,48
Trabajo Programado	\$ 7.814,40	\$ 2.801,02	\$ 5.079,45	\$ 5.887,83	\$ 21.582,71
Voltaje bajo				\$ -	\$ -
Total general	\$ 19.319,30	\$ 3.436,59	\$ 7.529,38	\$ 11.756,68	\$ 42.041,94

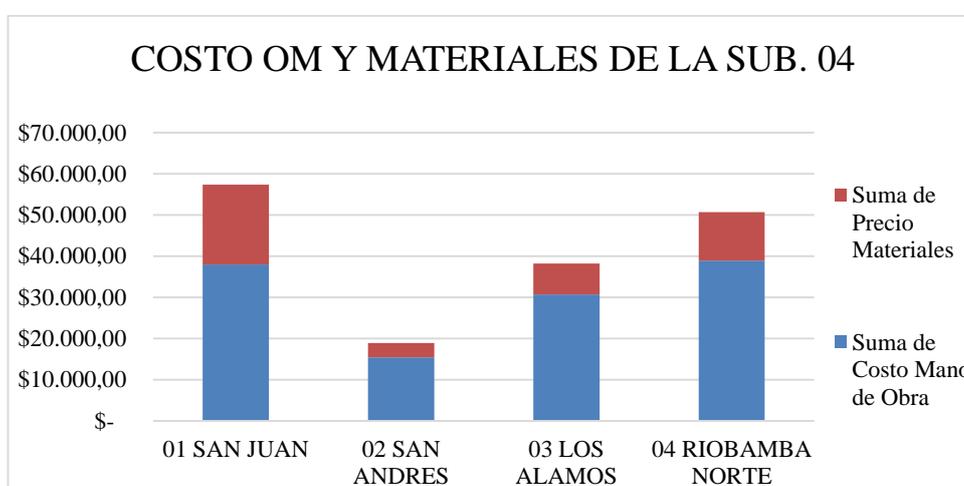
Elaborado por: Los Autores.

Tabla 47: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 04

ALIMENTADORES	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
01 SAN JUAN	\$ 38.017,18	\$ 19.319,30
02 SAN ANDRES	\$ 15.450,89	\$ 3.436,59
03 LOS ALAMOS	\$ 30.716,23	\$ 7.529,38
04 RIOBAMBA NORTE	\$ 38.920,99	\$ 11.756,68
Total general	\$ 123.105,28	\$ 42.041,94

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 71: Costos de mano de obra y materiales de los alimentadores de la subestación 04.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el análisis integral de costos de la subestación 04 obtenemos en los cuatro alimentadores los costos como se observa en la ilustración fueron tan importantes.

Tabla 48: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 04.

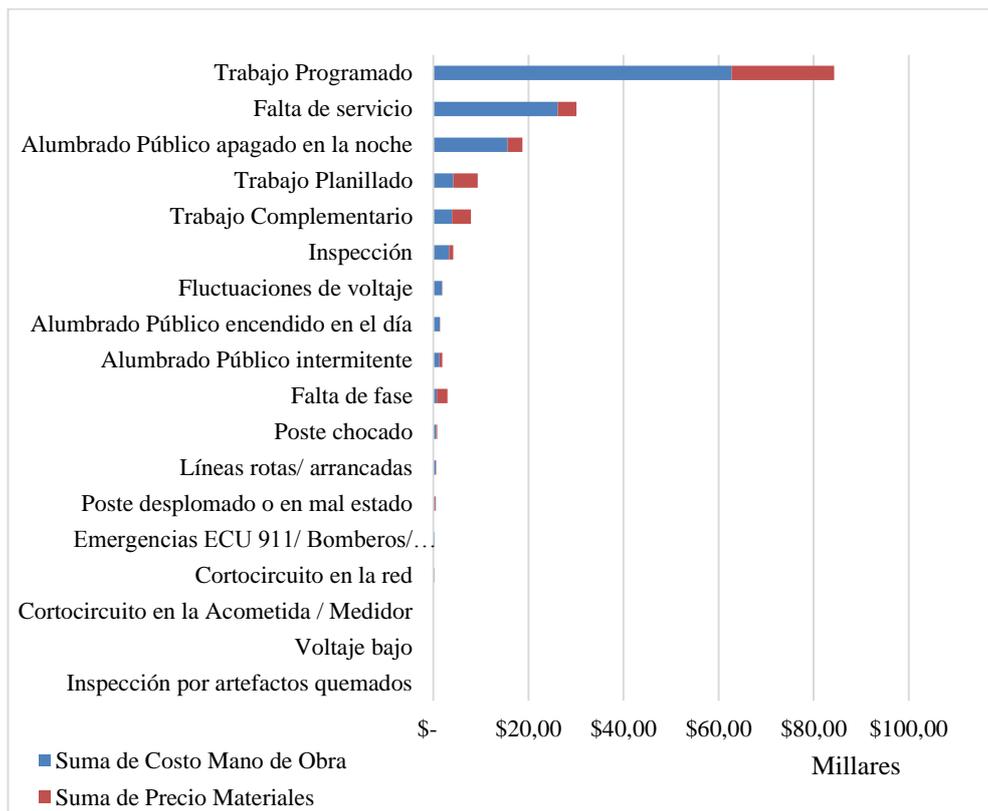
Tipo de reclamo	Costo Mano de Obra	Costo de Materiales
Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 15.600,78	\$ 3.105,95
Alumbrado Público encendido en el día	\$ 1.315,97	\$ 99,02
Alumbrado Público intermitente	\$ 1.292,11	\$ 553,44
Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 77,23	\$ -
Cortocircuito en la red	\$ 195,64	\$ 4,97
Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	\$ 262,58	\$ -

Tabla 48: (continuación)

Falta de fase	\$ 750,66	\$ 2.237,08
Falta de servicio	\$ 26.149,40	\$ 3.973,56
Fluctuaciones de voltaje	\$ 1.816,41	\$ 30,42
Inspección	\$ 3.283,74	\$ 920,96
Inspección por artefactos quemados	\$ 44,28	\$ -
Líneas rotas/ arrancadas	\$ 496,32	\$ 15,09
Poste chocado	\$ 581,79	\$ 195,07
Poste desplomado o en mal estado	\$ 298,62	\$ 195,07
Trabajo Complementario	\$ 3.930,40	\$ 3.986,13
Trabajo Planillado	\$ 4.187,83	\$ 5.142,48
Trabajo Programado	\$ 62.749,45	\$ 21.582,71
Voltaje bajo	\$ 72,08	\$ -
Total general	\$ 123.105,28	\$ 42.041,94

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 72: Costos de mano de obra y materiales por tipo de reclamo de los alimentadores de la subestación 04.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En esta ilustración podemos ver que los trabajos programados fueron los que incurrieron en mayor cantidad de costos tanto de mano de obra como de materiales en los alimentadores de la subestación 01.

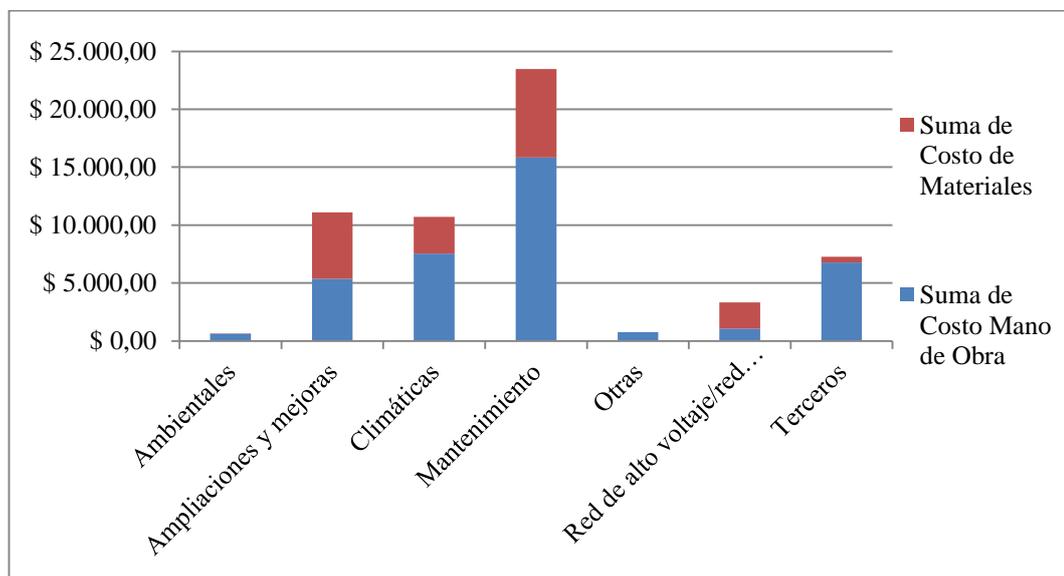
3.2.4.1. Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas de los alimentadores de la subestación 04.

Tabla 49: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01 SAN JUAN/04

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 637,39	\$ 28,74
Ampliaciones y mejoras	\$ 5.377,14	\$ 5.724,15
Climáticas	\$ 7.540,13	\$ 3.186,11
Mantenimiento	\$ 15.846,20	\$ 7.641,19
Otras	\$ 760,96	\$ -
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 1.079,19	\$ 2.254,00
Terceros	\$ 6.776,17	\$ 485,11
Total general	\$ 38.017,18	\$ 19.319,30

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 73: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 01 SAN JUAN/04.



Elaborado por: Los Autores.

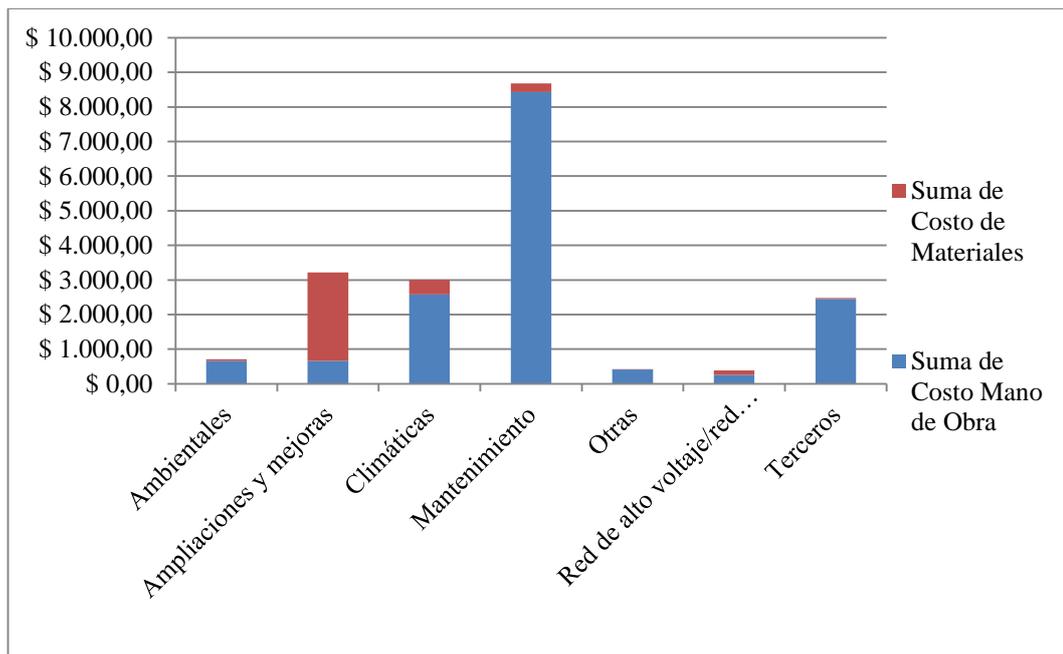
Análisis: Como se detalla en la ilustración tenemos las causas por mantenimiento que mayor costo representó seguido de ampliaciones y mejoras, terceros y climáticas en el alimentador 01 SAN JUAN/04.

Tabla 50: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02 SAN ANDRES/04

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 661,07	\$ 44,15
Ampliaciones y mejoras	\$ 659,01	\$ 2.559,07
Climáticas	\$ 2.580,45	\$ 427,47
Mantenimiento	\$ 8.428,55	\$ 247,18
Otras	\$ 408,79	\$ 8,19
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 258,46	\$ 122,80
Terceros	\$ 2.454,55	\$ 27,74
Total general	\$ 15.450,89	\$ 3.436,59

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 74: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 02 SAN ANDRES/04



Elaborado por: Los Autores.

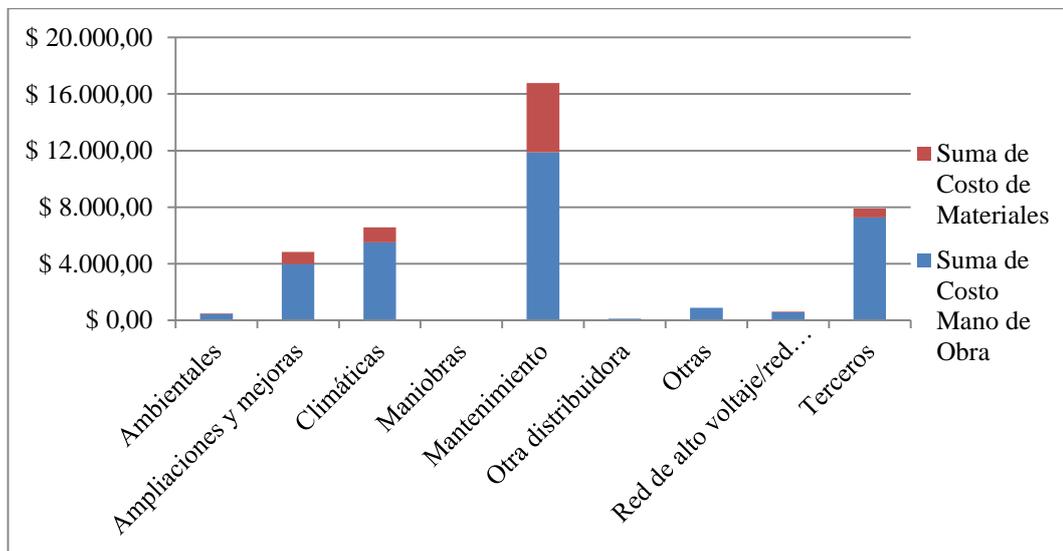
Análisis: En el alimentador 02 SAN ANDRES/04 la mayor cantidad de costos registrados por causal de fallas fueron por mantenimiento, climáticas, terceros y ampliaciones y mejora del SDE.

Tabla 51: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03 LOS ALAMOS/04.

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 452,04	\$ 50,32
Ampliaciones y mejoras	\$ 3.979,83	\$ 857,86
Climáticas	\$ 5.511,00	\$ 1.061,27
Maniobras	\$ 58,69	\$ -
Mantenimiento	\$ 11.885,93	\$ 4.889,40
Otra distribuidora	\$ 112,24	\$ -
Otras	\$ 872,16	\$ -
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 572,52	\$ 38,83
Terceros	\$ 7.271,81	\$ 631,70
Total general	\$ 30.716,23	\$ 7.529,38

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 75: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 03 LOS ALAMOS/04.



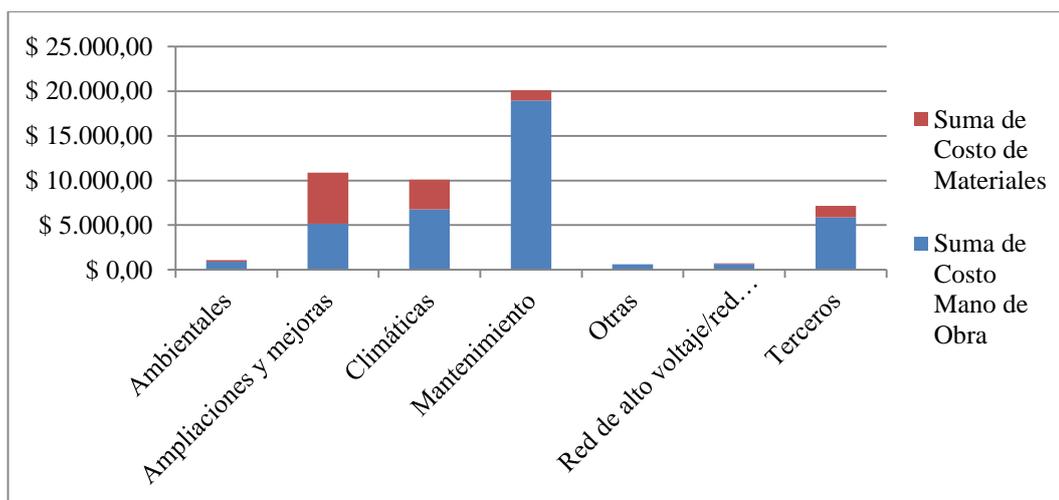
Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración del análisis de costos del alimentador 03 LOS ALAMOS/04 se define que por mantenimiento, terceros, climáticas y ampliaciones y mejora fueron las causas que representaron la gran cantidad de costos de operación y mantenimiento.

Tabla 52: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 RIOBAMBA NORTE/04.

CAUSAL DE FALLAS	Costo de Mano de Obra	Costo de Materiales
Ambientales	\$ 903,06	\$ 189,10
Ampliaciones y mejoras	\$ 5.168,11	\$ 5.695,73
Climáticas	\$ 6.760,04	\$ 3.343,16
Mantenimiento	\$ 18.939,44	\$ 1.169,29
Otras	\$ 635,33	\$ -
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 653,87	\$ 64,14
Terceros	\$ 5.861,14	\$ 1.295,27
Total general	\$ 38.920,99	\$ 11.756,68

Ilustración 76: Costos de mano de obra y materiales por causal de fallas del alimentador 04 RIOBAMBA NORTE/04.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En el alimentador 04 RIOBAMBA NORTE/04 se detalla que por causas por mantenimiento, ampliaciones y mejora, terceros y climáticos se registraron mayores costos de operación y mantenimiento del SDE.

3.2.5. Resultado final del análisis de costos de operación y mantenimiento por fallas del SDE.

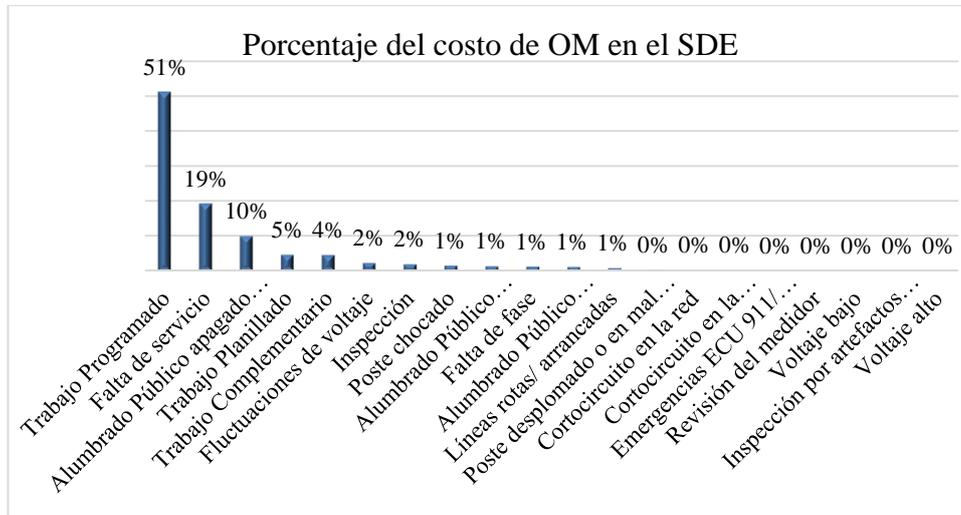
Como resultado final del análisis de costos de operación y mantenimiento se determina los costos por tipo de reclamo, esto tomando en cuenta el tiempo de atención de la falla y todos los recursos necesarios para su atención.

Tabla 53: Resultados del análisis de costos de operación y mantenimiento por fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.

N°	TIPO DE RECLAMO	COSTO OM	Porcentaje %
01	Trabajo Programado	\$ 380.481,13	51%
02	Falta de servicio	\$ 143.346,89	19%
03	Alumbrado Público apagado en la noche	\$ 73.851,33	10%
04	Trabajo Planillado	\$ 34.297,79	5%
05	Trabajo Complementario	\$ 33.137,45	4%
06	Fluctuaciones de voltaje	\$ 16.648,29	2%
07	Inspección	\$ 13.926,94	2%
08	Poste chocado	\$ 11.043,14	1%
09	Alumbrado Público intermitente	\$ 9.903,20	1%
10	Falta de fase	\$ 8.892,06	1%
11	Alumbrado Público encendido en el día	\$ 8.265,88	1%
12	Líneas rotas/ arrancadas	\$ 5.783,55	1%
13	Poste desplomado o en mal estado	\$ 1.506,30	0%
14	Cortocircuito en la red	\$ 964,10	0%
15	Cortocircuito en la Acometida / Medidor	\$ 943,22	0%
16	Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	\$ 569,43	0%
17	Revisión del medidor	\$ 313,38	0%
18	Voltaje bajo	\$ 92,67	0%
19	Inspección por artefactos quemados	\$ 44,28	0%
20	Voltaje alto	\$ 25,74	0%
	Total general	\$ 744.036,78	100%

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 77: Resultados del análisis de costos de operación y mantenimiento por fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración observamos los porcentajes con los costos de operación y mantenimiento, necesarios para la atención de las fallas. Por trabajos programados fueron previstos por la empresa se muestra con gran cantidad, seguidos por la falta de servicio y alumbrado público apagado en la noche.

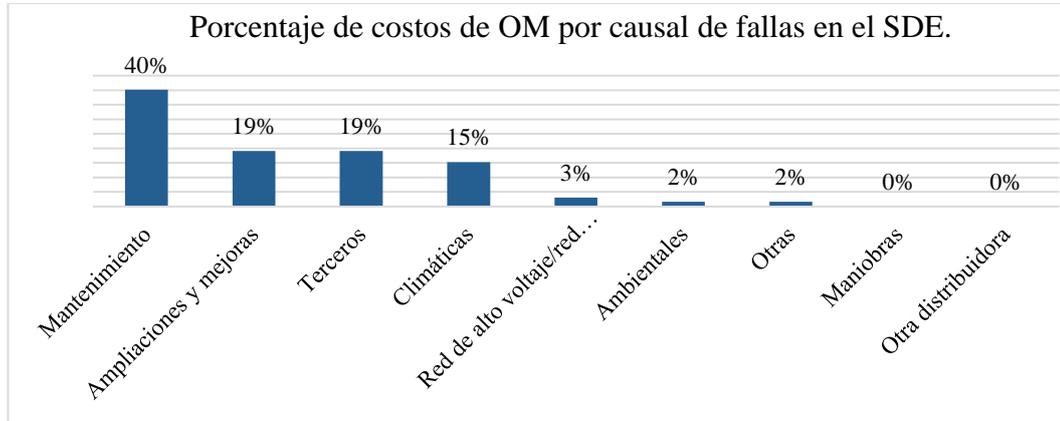
En la siguiente tabla se detalla el costo total de operación y mantenimiento por causal de fallas en el SDE en todos los alimentadores de la ciudad Riobamba en el sector urbano según el registro del año 2015 en la base de datos.

Tabla 54: Resultados del análisis de costos por causal de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.

CAUSAL DE FALLAS	Costo por causa	porcentaje %
Mantenimiento	\$ 298.925,86	40%
Ampliaciones y mejora	\$ 142.356,71	19%
Terceros	\$ 141.837,16	19%
Climáticas	\$ 113.788,59	15%
Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo voltaje	\$ 22.498,40	3%
Ambientales	\$ 12.378,48	2%
Otras	\$ 11.795,87	2%
Maniobras	\$ 343,48	0%
Otra distribuidora	\$ 112,24	0%
Total general	\$ 744.036,78	100%

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 78: Resultados del análisis de costos por causal de fallas en el SDE en la ciudad de Riobamba.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración observamos los porcentajes con los costos de operación y mantenimiento, estos costos comprenden el producto entre los costos de mano de obra y materiales, y se observa que los causales de fallas por mantenimiento que son actividades eminentemente importantes para la empresa, fueron los que representaron gran cantidad de costos seguidos por ampliaciones y mejora, terceros y las causas climáticas.

CAPÍTULO IV

4. DISCUSIÓN

El desarrollo de la discusión se basa en los resultados obtenidos en el análisis causal de fallas y costos de operación y mantenimiento. Este proyecto de investigación es de gran importancia para la EERSA. Así también para otras empresas a nivel nacional que inciden en el servicio de energía eléctrica.

Los resultados del análisis causal de fallas y costos de operación y mantenimiento reflejan la realidad en cuanto a la calidad del servicio. La falta de servicio es la falla con mayor frecuencia dándonos como resultado un 39% del total de las fallas registradas en el SDE en la ciudad de Riobamba, así también el alumbrado público apagado en la noche registra el 22 % del total de las fallas, seguido por los trabajos programados que registran un 20% del total de las fallas; representando estas tres fallas el 81% del total general de las fallas analizadas en el SDE en la ciudad de Riobamba.

Para esto se debe plantear alternativas óptimas de actuación con finalidad de lograr los resultados concretos que concientice la calidad del servicio técnico de la EERSA.

Específicamente el análisis fue comprobar las causas que generen efectos (fallas) para ello se incluyó el instrumento llamado diagrama de causa-efecto (Ishikawa) o también conocido como la espina de pescado.

Como causales de fallas de mayor frecuencia se determina a los siguientes: Causas por terceros con el 37%, siendo este el causal de mayor frecuencia en la ocurrencia de las fallas, así también las causas por climáticas que registra el 28 %, seguido del causal por mantenimiento que se trata de las actividades aplicadas por la empresa, este representa el 19%.

Con la asociación de causas con sus efectos basándonos en registros de reclamos consideramos que se ha dado un enfoque con mayor claridad a la problemática, y según los resultados obtenidos se establecen el requerimiento claro y oportuno de

estrategias optimas con la aplicación del plan de mejoras, confiado en que otras empresas en el país puedan diseñar y aplicar planes de mejora similares o mejorados.

Para el análisis causal de fallas y costos de operación y mantenimiento se basó en los lineamientos y pautas que buscan concientizar la calidad del servicio en la transmisión de energía eléctrica.

Se identifican las causas y subcausas por medio de la unificación de las mismas, y se identifican cada uno de los tipos de reclamo que son los indicadores de las fallas para el análisis respectivo. Se determina el análisis por sectores, es decir; agrupamos las causas y subcausas para las subestaciones 01, 02, 03 y 04, que corresponden a las parroquias urbanas de la ciudad de Riobamba.

Analizamos las ocurrencias de fallas y sus causales registradas en el año 2015 por cada uno de los alimentadores correspondientes a las subestaciones detalladas que son nuestra área de investigación.

El análisis de costos de operación y mantenimiento lo determinamos con objeto de plantear estrategias que conduzcan a la factibilidad de aplicación para mejorar la calidad del servicio técnico del SDE.

Es claro los resultados que, por la atención de las fallas representan cantidades apreciables que se requiere en su futuro planificar mejoras en la optimización de los recursos. Así también en los resultados determinamos la fuerza de asociación entre los costos y las fallas del SDE no son directamente proporcionales, es decir; si determinamos una falla con mayor frecuencia, los costos no tienen la misma significancia.

Un aspecto sumamente importante es el nivel de fiabilidad del plan de mejora que tiene en su diseño, se plantea y se pone a consideración de la empresa para su debida ejecución la cual conlleva un apoyo importante para el manejo de las fallas y por ende la gestión de la calidad del servicio.

4.1. Comprobación de la hipótesis.

4.1.1. Modelo estadístico

Ho: No existe relación entre las causas y las fallas en el SDE en el sector urbano de la ciudad de Riobamba.

Hi: Existe relación entre las causas y las fallas en el SDE en el sector urbano de la ciudad de Riobamba.

4.1.2. Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

Nivel de confianza = 95%

4.1.3. Criterios de decisión

Se rechaza Ho si $X^2_{\text{calculado}} > X^2_{\text{tabulado}}$.

Se rechaza Hi si $X^2_{\text{calculado}} < X^2_{\text{tabulado}}$.

4.1.4. Cálculos

- Grados de libertad (gl) = (número de filas - 1)*(número de columnas - 1)
 $Gl = (20 - 1) * (9 - 1); \quad Gl = 19 * 8; \quad \mathbf{Gl = 152}$
- X^2 tabulado = (INV.CHICUAD.CD (probabilidad; grados de libertad))
formula de Excel.

Tabla 55: Valor del Chi-cuadrado tabulado o de tabla.

Nivel de confianza =	95%
α =	5%
Grados de libertad =	152
Chi tabulado =	181,7702457

Elaborado por: Los Autores.

$$X^2_{\text{calculado}} = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{f_o - f_e}{f_e} \right)^2$$

Para el cálculo de esta fórmula se realizó en las siguientes tablas en spss-20 y Excel que se muestran a continuación.

Tabla 56: Frecuencias observadas y esperadas (tabla de contingencia) de la relación entre las fallas y las causas del SDE.

Tabla de contingencia Tipo de Reclamo * Causa												
			Causa									Total
			Ambientales	Ampliaciones y mejoras	Climáticas	Maniobras	Mantenimiento	Otra distribuidora	Otras	Red de alto voltaje/red medio voltaje/red bajo	Terceros	
Tipo de Reclamo	Alumbrado Público apagado en la noche	Observado	86	1	1349	0	3	0	114	141	207	1901
		Esperada	65,3	50,6	540,0	1,1	360,1	,2	116,8	64,6	702,3	1901,0
	Alumbrado Público encendido en el día	Observado	6	0	94	0	0	0	22	8	35	165
		Esperada	5,7	4,4	46,9	,1	31,3	,0	10,1	5,6	61,0	165,0
	Alumbrado Público intermitente	Observado	4	0	252	0	0	0	22	24	29	331
		Esperada	11,4	8,8	94,0	,2	62,7	,0	20,3	11,2	122,3	331,0
	Cortocircuito en la Acometida / Medidor	Observado	1	0	0	0	0	0	1	0	12	14
		Esperada	,5	,4	4,0	,0	2,7	,0	,9	,5	5,2	14,0
	Cortocircuito en la red	Observado	3	0	10	0	0	0	6	1	9	29
		Esperada	1,0	,8	8,2	,0	5,5	,0	1,8	1,0	10,7	29,0
		Observado	0	0	4	0	1	0	2	0	11	18

Tabla 56: (continuación)

Emergencias ECU 911/ Bomberos/ Policía Nacional	Esperada	,6	,5	5,1	,0	3,4	,0	1,1	,6	6,6	18,0
	Observado	2	0	26	0	0	0	11	8	54	101
Falta de fase	Esperada	3,5	2,7	28,7	,1	19,1	,0	6,2	3,4	37,3	101,0
	Observado	139	0	611	2	10	0	197	94	2300	3353
Falta de servicio	Esperada	115,1	89,3	952,4	2,0	635,2	,4	206,0	114,0	1238,7	3353,0
	Observado	30	0	26	0	0	0	28	7	226	317
Fluctuaciones de voltaje	Esperada	10,9	8,4	90,0	,2	60,1	,0	19,5	10,8	117,1	317,0
	Observado	18	0	36	0	16	0	80	2	116	268
Inspección	Esperada	9,2	7,1	76,1	,2	50,8	,0	16,5	9,1	99,0	268,0
	Observado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Inspección por artefactos quemados	Esperada	,0	,0	,3	,0	,2	,0	,1	,0	,4	1,0
	Observado	1	0	10	0	0	0	3	1	58	73
Líneas rotas/ arrancadas	Esperada	2,5	1,9	20,7	,0	13,8	,0	4,5	2,5	27,0	73,0
	Observado	0	1	0	0	1	0	6	0	37	45
Poste chocado	Esperada	1,5	1,2	12,8	,0	8,5	,0	2,8	1,5	16,6	45,0
	Observado	1	0	2	0	0	0	3	1	10	17
Poste desplomado o en mal estado	Esperada	,6	,5	4,8	,0	3,2	,0	1,0	,6	6,3	17,0
	Observado	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9
Revisión del medidor	Esperada	,3	,2	2,6	,0	1,7	,0	,6	,3	3,3	9,0
	Observado	0	17	4	0	79	0	1	1	1	103
Trabajo Complementario	Observado	0	17	4	0	79	0	1	1	1	103

Tabla 56: (continuación)

	Trabajo Planillado	Esperada	3,5	2,7	29,3	,1	19,5	,0	6,3	3,5	38,1	103,0	
		Observado	0	7	0	0	96	0	4	0	1	108	
	Trabajo Programado	Esperada	3,7	2,9	30,7	,1	20,5	,0	6,6	3,7	39,9	108,0	
		Observado	3	202	8	3	1416	1	26	3	44	1706	
	Voltaje alto	Esperada	58,6	45,4	484,6	1,0	323,2	,2	104,8	58,0	630,2	1706,0	
		Observado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	Voltaje bajo	Esperada	,0	,0	,3	,0	,2	,0	,1	,0	,4	1,0	
		Observado	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
	Total	Esperada	,1	,1	,6	,0	,4	,0	,1	,1	,7	2,0	
		Observado	294	228	2432	5	1622	1	526	291	3163	8562	
			Esperada	294,0	228,0	2432,0	5,0	1622,0	1,0	526,0	291,0	3163,0	8562,0

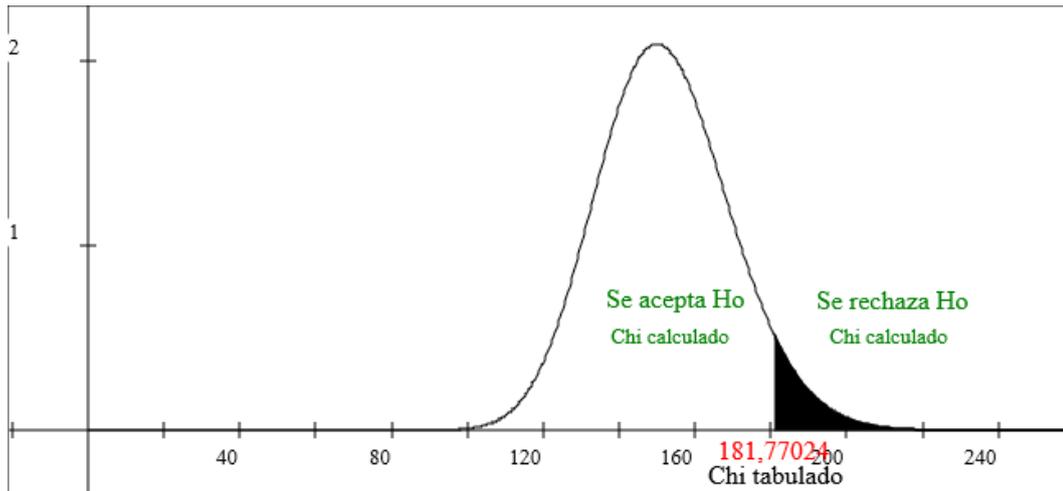
Elaborado por: Los Autores.

Tabla 57: Prueba Chi-cuadrado efectuado mediante el SPSS 20.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11248,850^a	152	,000
N de casos válidos	8562		

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 79: Prueba de hipótesis mediante la aplicación de la gráfica del Chi cuadrado.



Elaborado por: Los Autores.

4.1.5. Decisión

Rechazamos H_0 , y aceptamos H_1 esto quiere decir que si existe relación entre las causas y las fallas en el SDE en el sector urbano de la ciudad de Riobamba.

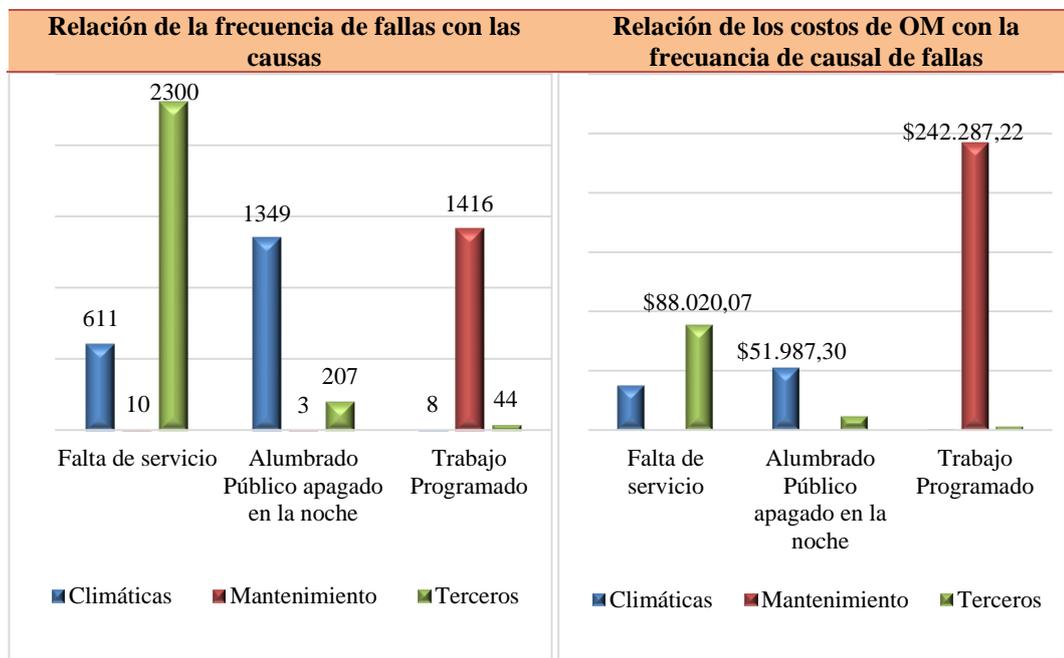
Como se muestra descriptivamente en la siguiente ilustración determinamos que existen relación entre el causal de fallas y los costos de operación y mantenimiento esto quiere decir, mientras mayor sea la frecuencia de fallas así también sean mayor la cantidad de veces que se presenten las causas, son más elevados los costos en el SDE.

Tabla 58: Relación descriptiva entre la frecuencia de causal de fallas con los costos de operación y mantenimiento.

Fallas de mayor frecuencia	Frecuencia de fallas	Costos de OM
Falta de servicio	2921	\$ 125.532,20
Alumbrado Público apagado en la noche	1559	\$ 63.757,51
Trabajo Programado	1468	\$ 245.896,35
Total general	5948	\$ 435.186,07

Elaborado por: Los Atores.

Ilustración 80: Comprobación descriptiva de la relación entre el causal de fallas y los costos de Operación y Mantenimiento.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: Con la aplicación de estadística descriptiva se demuestra que, existe la relación entre el análisis causal de fallas y los costos de operación y mantenimiento, posterior a la demostración de la relación entre la frecuencia de fallas y los causales que ocasionan estas en el Sistema de Distribución Eléctrica.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

En el presente análisis realizado en el sistema de distribución eléctrica de la empresa eléctrica Riobamba S.A. en la ciudad de Riobamba llegamos a determinar que las fallas con mayor frecuencia son: fallas por la falta de servicio, fallas por trabajos programados y fallas por alumbrado público apagado en la noche.

Con el análisis de las causas de fallas en cada alimentador de la zona urbano se ha visto que las fallas se dan con mayor frecuencia de causas por terceros, climáticas y mantenimiento.

Así también, en el análisis respectivo de los costos de operación y mantenimiento se determina que son las fallas que obtienen mayor frecuencia de ocurrencia las que presentan mayor cantidad de costo necesario para atender dichas fallas, y en el análisis de las causas se obtiene que, las causas por terceros, climáticas y mantenimiento representan altos costos de operación y mantenimiento teniendo en finalidad estas la relación entre las causas, las fallas y los costos.

Se concluye que; una vez conocido las fallas de mayor frecuencia y sus causales, se ha logrado determinar los costos necesarios de operación y mantenimiento para la atención de cada una de las fallas. Para proponer las acciones necesarias y óptimas y lograr con el objetivo de disminuir la frecuencia de las fallas se toma en cuenta aquellas que mayor frecuencia y costos de operación y mantenimiento generan en el SDE.

Para llevar a cabo el objeto principal se plantea el plan de mejoras en el manejo de las fallas en SDE y se propone las acciones óptimas de ejecución, esta puesta a consideración de la empresa para su respectiva ejecución.

5.2. Recomendaciones.

Resulta indispensable para la Empresa Eléctrica Riobamba S.A la implementación del plan de mejoras elaborado y planteado en el estudio para el Sistema de Distribución Eléctrica.

Todas las dependencias encargadas del SDE deberán velar activamente en el manejo del plan de mejoras, esto quiere decir comprometidos a mantener siempre vigente y emplear las modificaciones que se consideren necesarios en el plan, años tras años para el beneficio de actuales y futuras gestiones.

El CONELEC deberá hacer cumplir las gestiones para el mejoramiento de la calidad del servicio técnico en todas las empresas eléctricas del país, fomentando el control eficiente de las frecuencias y la duración de las interrupciones.

Debido al cambio de matriz energética la EERSA debe hacerse cargo de la reposición de las partes afectadas con eficiencia y oportuna para evitar los costos de las penalidades que le impone el ente regulador.

Según a lo establecido en la regulación de la CONELEC la empresa debe atender las fallas en un periodo determinando evitando que esta tenga prolongación del tiempo de interrupción del suministro de energía eléctrica.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1. Título de la propuesta

Elaboración de un plan de mejoras en el manejo de fallas para el área de operación y mantenimiento del sistema de distribución eléctrica de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. en la ciudad de Riobamba.

6.2. Introducción

Un SDE hoy en día requiere plantear mejoras en sus condiciones de operación que a su vez permitan disminuir los índices de pérdidas, y en consecuencia obtener un ahorro energético que beneficia a toda la colectividad, esto se logra mediante la gestión de un plan de mejora.

De esta forma se potencia su capacidad de crecer en la mejora continua de los procesos de operación y mantenimiento que rigen su actividad diaria. La mejora se produce cuando la empresa planifica el futuro tomando en cuenta el entorno cambiante que la envuelve

La planificación de la estrategia es el principal modo de conseguir una mejora continua en el servicio que presta a la sociedad. Para ello es necesario realizar el análisis de los causales de fallas y por ende determinar los costos en los procesos de operación y mantenimiento. Una vez realizado el análisis causal, es relativamente factible determinar la estrategia que debe seguirse para que se perciba en el servicio de forma significativa y representativa la mejora implantada.

6.3. Objetivos

General.

Elaborar un plan de mejora para el manejo de fallas del sistema de distribución eléctrica de la EERSA. En la ciudad de Riobamba.

Específicos.

- Elaborar estrategias de mejora para las fallas identificadas con las de mayor frecuencia.
- Establecer metas de mejora para cada objetivo planteado en las fallas a mejorar.
- Proponer acciones para el cumplimiento de cada uno de las metas.

6.4. Fundamentación Científico –Técnica

Para seguir un plan de mejoras, se debe tener claro ¿Qué es? y cómo se elabora, razón por la cual es indispensable una ampliación detallada de todos los factores intervinientes y conceptos de dicho Plan.

A continuación se describen claramente varios aspectos fundamentales:

6.4.1. Qué es y para qué sirve un Plan de mejora.

Planear significa proyectar; pensar ahora lo que se hará más adelante, programando con anticipación las acciones y actividades del grupo, organización o empresa de manera eficiente (estratégica) (SAGARPA, 2009).

El plan de mejora es un proceso mediante el cual determinamos hacia dónde dirigimos, con qué medios, siguiendo qué pasos y en cuánto tiempo. Las actividades de planeación incluyen necesariamente una cantidad considerable de pasos a darse y detalles a tomarse en cuenta para cada momento de la planeación (SAGARPA, 2009).

6.4.2. Pasos a seguir para la elaboración del plan de mejora

El plan de mejora está constituido por elementos básicos. La cantidad de aspectos a tratar y su orden será responsabilidad del quién lo está elaborando, él puede decidir qué aspectos incluir, sin dejar de respetar la secuencia lógica de la planeación (SAGARPA, 2009).

El plan de mejora consta de dos partes, la estratégica y la operativa:

- En la estratégica, se formulan los objetivos (general y particulares), las metas, los indicadores correspondientes y las actividades.
- En la operativa, se definen las acciones específicas o tareas, las fechas de realización, los recursos que requiere, y los responsables.

Para elaborar el plan de mejora, es necesario que se tengan a la mano los resultados del diagnóstico, sobre todo los factores de atención que se ratificaron en esta fase. Una vez que ya se tiene esto se procede a elaborar el plan con los miembros de la empresa, iniciando con la formulación de los objetivos (SAGARPA, 2009).

a) Definición de objetivos.

Un objetivo es un enunciado que expresa el resultado que queremos lograr, expresado cualitativamente (SAGARPA, 2009).

b) Definición de metas.

La meta es un enunciado que indica también un resultado, pero expresando la cantidad y tiempo y permite poner cuantitativamente lo que se quiere lograr en el objetivo (SAGARPA, 2009).

Una meta responde a tres preguntas básicas;

- Cuánto de qué se quiere lograr (en unidades numéricas, proporciones o porcentaje).
- Cuándo (expresado en fechas o periodos)
- Con qué características, son parámetros o rangos para calificar cierto resultado. (atributos de la meta).

c) Actividades del plan.

Después de que se formulan las metas, se deben de acordar las actividades a ejecutar para lograr esas metas. La pregunta que se debe enunciar es “Qué se debe hacer para lograr esas metas”. Con esta pregunta se podrán detectar una serie de actividades (SAGARPA, 2009).

d) Indicadores.

Un indicador es una variable que ayuda a medir los cambios que se producen en una situación determinada. También se puede decir que se utiliza para comparar los resultados cualitativos y cuantitativos efectivamente obtenidos, en la ejecución de un proyecto, programa, meta o actividad.

Los indicadores son los elementos básicos de las técnicas de control de gestión. Sirven como instrumento para el monitoreo y evaluación de la eficiencia, efectividad e impacto, de los objetivos, metas o actividades (SAGARPA, 2009).

6.5. Descripción de la propuesta

La propuesta se plantea y pasa a consideración de la empresa para su debida aplicación en gestiones futuras ya sea a corto, mediano o largo plazo.

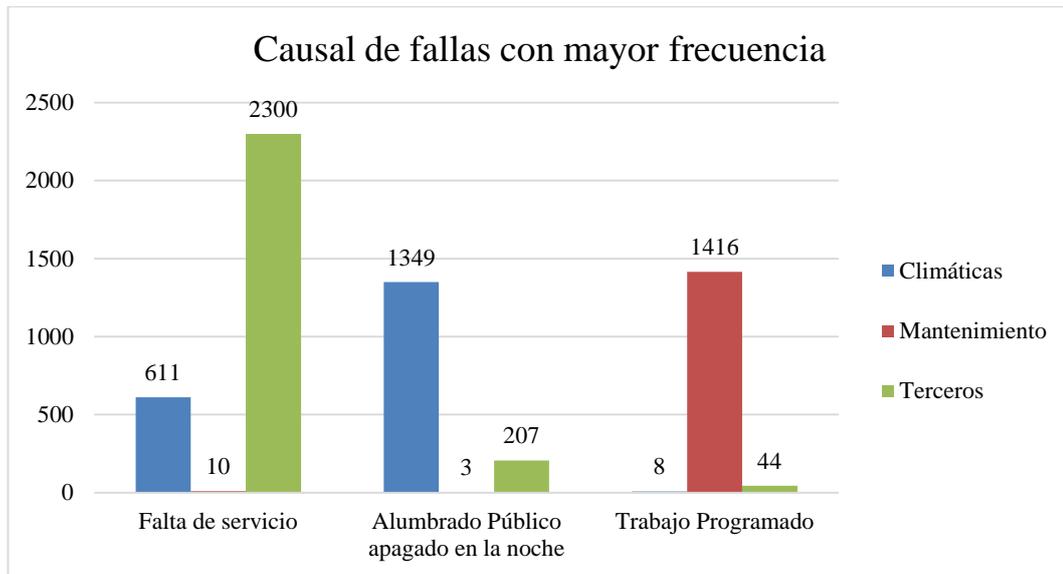
Este plan de mejora se realiza con la finalidad de disminuir la frecuencia de fallas en el SDE proponiendo acciones de mejora, en el manejo y la atención oportuna de las fallas.

Tabla 59: Análisis final del causal de fallas con mayor frecuencia en el SDE.

Fallas de mayor frecuencia	Climáticas	Mantenimiento	Terceros	Total general
Falta de servicio	611	10	2300	2921
Alumbrado Público apagado en la noche	1349	3	207	1559
Trabajo Programado	8	1416	44	1468
Total general	1968	1429	2551	5948

Elaborado por: Los Autores.

Ilustración 81: Análisis final del causal de fallas con mayor frecuencia en el SDE.



Elaborado por: Los Autores.

Análisis: En la ilustración podemos observar que, como se relacionan los causales con las fallas se determinó que: la falta de servicio se dio por causas por terceros, alumbrado público apagado en la noche se dio por causas climáticas y como se ilustra los trabajos programados se dieron por causas de mantenimiento de allí se definió los parámetros por mejorar y para ello se planteó las actividades de mejora.

Tabla 60: Propuesta de actividades para el plan de mejora en el SDE.

PLAN DE MEJORAS						
Datos informativos de la empresa						
Empresa u Organización:		Empresa Eléctrica Riobamba S.A. (EERSA)				
Actividad principal de la empresa:		Servicio de distribución de energía eléctrica				
Representante Legal:		Ing. Joel Rúaless	PERÍODO: Trimestre <input type="checkbox"/> Semestre <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/>			
Dirección:		Larrea 2260 y Primera Constituyente				
Teléfono:		+593 3 2 962940				
WEB Site:		www.eersa.com.ec / e-mail: e-mail@eersa.com.ec				
Objetivo: Disminuir la frecuencia de fallas en el Sistema de Distribución Eléctrica.						
CAUSA	SUBCAUSA	DESCRIPCIÓN	ACCIONES DE MEJORA	INDICADORES	META	
Terceros	Choques de vehículos	Esto se da por vehículos de particulares que chocan en su mayoría a postes, que pueden generar interrupciones al servicio de energía eléctrica a determinados sectores y daños a los bienes de la ERRSA.	Imponer sanciones acorde a lo establecido basados en remuneraciones	Registro de sanciones implantadas	0,5 %	
	Daño o interferencia accidental de particulares	Se da por terceras personas que al realizar sus actividades cotidianas pueden ocasionar daños en el SDE.	Imponer sanciones acorde a lo establecido basados en remuneraciones según sea su actividad accidental.	Registro de sanciones implantadas	3,0 %	

Tabla 60: (continuación)

	Daño o interferencia accidental por trabajos de otras empresas de servicios o sus contratistas	Estos daños en su mayoría se dan por terceras empresas que al estar realizando sus trabajos ocasionan daños accidentales que puedan ocasionar que ciertos sectores puedan ser interrumpidos por el servicio de electricidad.	Implementar reglamentos para las actividades de las empresas externas. Impartir inducciones socializando el reglamento para las actividades que tengan interferencia en la red de distribución eléctrica.	Certificados de inducción de Operación con intervención en el SDE.	1,0 %
	Daños o interferencia intencional	Se da por personas ajenas a la empresa que en su intención de realizar trabajos ilegales o algo similar ocasionan daños a los bienes de la EERSA y cortes de energía en ciertos sectores.	Establecer sanciones significantes basados en reglamentos internos de la empresa y que estas lleven a concienciar a las personas	Registro de sanciones implantadas	2,0%
	Falla de equipamiento, materiales y accesorios	Estas fallas se dan por equipos, materiales o accesorios que al ser manipulados por personas ajenas pueden ocasionar daños a estos.	Inspecciones periódicas de los equipos y elaborar un manual de manejo de equipos y materiales.	Registros de control de daños del equipamiento	2,0 %
	Fallas, errores de operación en equipamientos, instalaciones de consumidores o	Estas fallas se producen en lo general por personas que realizan trabajos en sus casas o al realizar instalaciones de otros servicios ajenos a los de la EERSA.	Implantar un permiso de función para los consumidores u otros concesionarios, esto debe imponerse como un	Registro de entrega de permisos	1,0%

Tabla 60: (continuación)

	de otros concesionarios		requisito para realizar sus acciones.		
Climáticas	Descargas Atmosféricas (Rayos)	Al presentarse este tipo de descargas interactúan con la energía eléctrica y se puede dar daños muy considerables en el SDE en lugares que los dispositivos de protección (pararrayos) estén obsoletos.	Inspección de los dispositivos de protección estos en periodos continuos, se debe conocer los periodos invernales para ello, implantar planes de mantenimiento preventivo en los dispositivos.	Registros de inspecciones	3,0 %
	Lluvia	Las lluvias en su mayoría causan fallas en el sistema de alumbrado público estas generando la falta de servicio en la noche por el deterioro de la luminaria, generando molestias a los usuarios.	Control de inventarios de las luminarias, gestión para el control de stocks, adquisición oportuna y necesaria, elaboración del plan de demanda.	Acta de entrega recepción en bodega	2,0 %
	Neblina o humedad	Al presentarse neblina o humedad los materiales y equipos que están expuestos a esto pueden presentar corrosión y sulfatación que podrían dañar a estos.	Inspectorías en periodos continuos de las conexiones y cambio de herrajes mediante planes de mantenimiento. Implementar medios protectores en las conexiones.	Plan de gestión de la implementación.	0,50 %

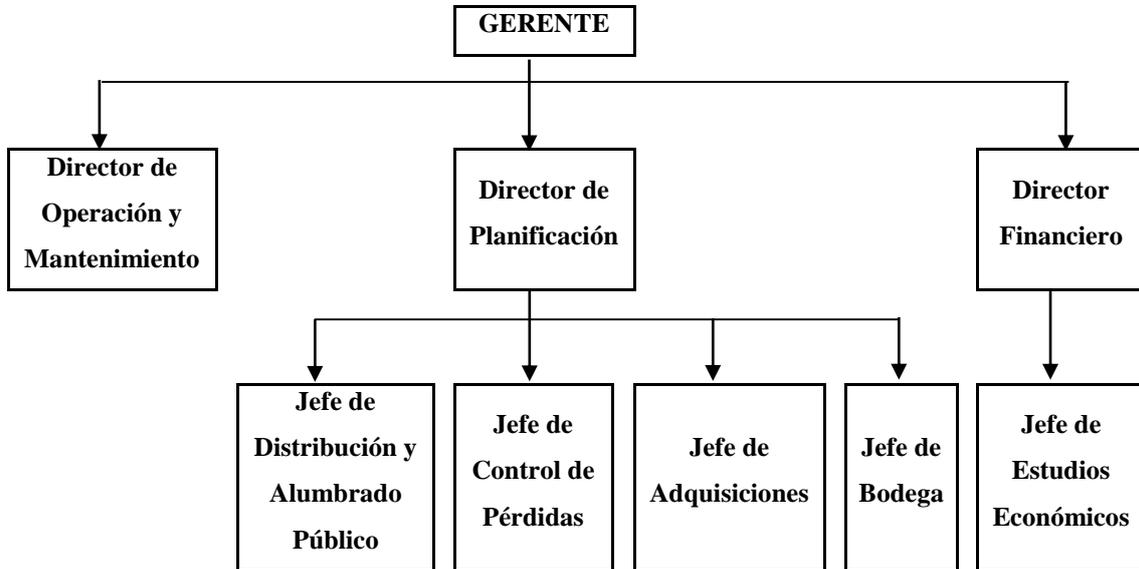
Tabla 60: (continuación)

	Viento Fuerte	Los vientos fuertes pueden ocasionar que las redes de distribución de energía eléctrica choque y cortos de energía y daños en los elementos del sistema.	Realizar cambios de herrajes y barras en las conexiones mediante planes de mantenimiento. Colocar separadores en redes juntas. Inspectorías periódicas de los alimentadores.	Plan de gestión de la implementación.	1,0 %
Mantenimiento	Programadas para mantenimiento correctivo	Son actividades que realiza la empresa para corregir los daños luego de haberse presentado y puede ser necesario reponer materiales o equipos que ya han cumplido con su vida útil, puede existir interrupciones de energía para los usuarios.	Análisis de eficiencia en los equipos de trabajo, ya sean estas los recursos necesarios para la gestión. Implementar la ingeniería de métodos en el proceso de operación y mantenimiento	Estudio de tiempos y movimientos en la operación del manejo de fallas	5,0%
	Programadas para mantenimiento preventivo	Este tipo de actividades se realiza antes que se presenten anomalías en el SDE, pero también puede presentar cortes de energía para el sector en el cual se realice el trabajo.	Evaluación de la eficiencia de los recursos de operación y mantenimiento, planificación en periodos de menos influencia al servicio de los consumidores.	Registro de control de actividades	5,0%

Elaborado por: Los Autores.

6.6. Diseño Organizacional.

Ilustración 82: Diagrama organizacional para el manejo de plan de mejoras.



Elaborado por: Los Autores.

6.7. Monitoreo y Evaluación de la propuesta

Para el monitoreo y evaluación de la propuesta describiremos una matriz en donde cumplen con los parámetros de evaluación, esto dando consigo la verificación del cumplimiento de cada una de las metas, lo cual obtendrá gran flexibilidad en su aplicación para cada fase, pudiendo esta ser mejorada continuamente para obtener resultados óptimos y representativos en los activos y recursos de la EERSA.

A continuación detallamos la matriz de seguimiento y evaluación del plan de mejoras, que abarca parámetros puntuales para llevar a cabo su debida aplicación.

Este plan de mejora y su respetivo seguimiento y evaluación, está puesta a consideración de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. y los departamentos quienes estén involucrados en el manejo y control del Sistema de Distribución Eléctrica, para su debida ejecución, quedando como investigadores exentos a inconformidades respecto a resultados obtenidos en su aplicación.

Tabla 61: Seguimiento del plan de mejoras.

SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MEJORAS					
EMPRESA/ORGANIZACIÓN: Empresa Eléctrica Riobamba S.A.		Cantón: Riobamba			
Fecha:	Responsable del seguimiento:	PERÍODO: Trimestre <input type="checkbox"/>	Semestre <input type="checkbox"/>	Año <input type="checkbox"/>	
FICHA DE OBSERVACIÓN					
Datos a mejorar con el plan		SEGUIMIENTO			
CAUSAS		CUMPLIDAS	EN EJECUCIÓN	NO INICIADAS	OBSERVACIÓN
Terceros	Choques de vehículos				
	Daño o interferencia accidental de particulares				
	Daño o interferencia accidental por trabajos de otras empresas de servicios o sus contratistas				
	Daños o interferencia intencional				
	Falla de equipamiento, materiales y accesorios				
	Fallas, errores de operación en equipamientos, instalaciones de consumidores o de otros concesionarios				
Climáticas	Descargas Atmosféricas (Rayos)				
	Lluvia				
	Neblina o humedad				
	Viento Fuerte				
Mantenimiento	Programadas para mantenimiento correctivo				
	Programadas para mantenimiento preventivo				
	Programadas para transferencias de carga				



Elaborado por: Los Autores.

VII BIBLIOGRAFÍA

- Anthony U. & Adoghe Caludius Ojo A. Awosope & Joseph C., E. (2013). Electrical Power and Energy Systems. *El Sevier*, 8-12.
- CONELEC. (2001). CALIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO DE DISTRIBUCION. En CONELEC, *REGULACION No. CONELEC – 004/01* (pág. 25).
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad*. Barcelona: Profit.
- Daniel Galvan Pérez & Gustavo Luengo Hurtado & Miguel Angel del Rey de la Torre. (2004). Nuevas alternativas en la gestión de activos para compañías de transporte y distribución de energía eléctrica en mercados liberalizados. 7-10.
- EERSA. (2009). BREVE RESEÑA HISTÓRICA. *Boletín Estadístico Volúmen I*, 17.
- Freire, B. (2012). *ANÁLISIS TÉCNICO DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR N.2 DE LA S/E OTAVALO, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA EMELNORTE S.A.* Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- Gil Linda & Jimenez Lorena. (2006). Causas de la falla de un cable de guarda de una Empresa Eléctrica. *UNEXPO*, 161-164.
- Manuel, D. R. (2010). *CALIDAD TOTAL*.
- Martha Bravo & Humberto Machado & Zenaida García & Alaín Álvarez & Isis Bonet & Norma E. Cabrera. (2006). Sistemas de diagnóstico para la estimación de secciones en fallos en sistemas eléctricos de potencia. *REDALYC*, 20-26.
- Naranjo, A. (2006). *Proyecto del Sistema de Distribución Electrico*. Caracas-Venezuela: Equinoccio.
- Oscar Gómez Carmona, C. (2007). Efectos del desbalance en las cargas sobre la valoración de confiabilidad de un sistema de distribución de energía eléctrica. *SCIELO*, 54-55.
- Proaño, A. L. (2015). *III Atlas del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2014*. Quito: Ediciones Cntinente.
- Riobreio, C. (2004). *Apuntes de distribucion electrica*. Quito: EPN.

- Robledo, O. (2000). OPTIMIZACIÓN DEL COSTO DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA: UNA APLICACIÓN A LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL. *REDALYC*, 13.
- Rodriguez-Melian F. & Jaime-García, D. (2011). DIAGNÓSTICO DE FALLOS Y CONDICIONES ANORMALES DE TRATRAJO EN LINEAS DE TRANSMISIÓN CON EL EMPLEO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES. *REDALYC*, 82-92.
- SAGARPA. (2009). "EL PLAN DE MEJORA Y SU GESTIÓN". *INCA RURAL*.
- Sociedad Latinoamericana para la Calidad. (2010). *Funación Caminando Utopías para la inclusión digital y laboral*. Obtenido de <http://www.caminandoutopias.org.ar/contenidos/notas/editorial/causa.pdf>
- Victor A. Gómez, R. A. (2012). Identificación y Localización de Fallas en Sistema de Distribución con Medidores de Calidad del Servicio de Energía Eléctrica. *SCIELO*, 109-116.

VIII APÉNDICES O ANEXOS.

Anexo 1: Costos de Mano de Obra de la EERSA.

GRUPOS	COSTO ANUAL MANO DE OBRA	NUMERO TRABAJAD.	COSTO MENSUAL	MANO DE OBRA POR DIA	M.O. PERSONA POR DIA	M.O. PERSONA POR HORA	M.O. GRUPO POR HORA
	(USD\$)		(USD\$)	(USD\$)	(USD\$)	(USD\$)	(USD\$)
GRUPO # 1	145.371,36	9	12.114,28	550,65	61,18	7,65	68,83
GRUPO # 2	130.484,76	8	10.873,73	494,26	61,78	7,72	61,78
GRUPO # 3	70.938,36	4	5.911,53	268,71	67,18	8,40	33,59
GRUPO # 4 - ALAUSI	100.711,56	6	8.392,63	381,48	63,58	7,95	47,69

Fuente: Costos de M.O. EERSA

Anexo 2: Precios de Materiales de la EERSA.

ORD	TIPO DE MATERIAL	DESCRIPCIÓN EERSA	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIOS PROMEDIO/2015	PRECIO 2015 + IVA
1	CABLES	CABLE DE HIERRO GALVANIZADO DE 3/8"	m	1,13	1,31
2	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO # 4	m	1,85	2,15
3	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 7 HILOS CALIBRE 2 AWG	m	3,00	3,48
4	CABLES	CABLE DE COBRE 8 AWG DESNUDO 7 HILOS	m	0,69	0,80
5	CABLES		m	4,20	4,88
6	CABLES		m	3,95	4,59
7	CABLES	CABLE ANTIFRAUDE DE ALUMINIO CUADRUPLIX # 4 SERIE 8000	m	1,65	1,92
8	CABLES	CABLE ANTIFRAUDE DE ALUMINIO DUPLEX # 4 SERIE 8000	m	0,78	0,91
9	CABLES	CABLE ANTIFRAUDE DE ALUMINIO DUPLEX # 6 SERIE 8000	m	0,69	0,80

10	CABLES	CABLE ANTIFRAUDE DE ALUMINIO TRIPLEX # 4 SERIE	m	1,44	1,67
11	CABLES	CABLE MULTIPLX ALUMINIO ANTIHURTO 3X6 600V	m	1,08	1,25
12	CABLES	CABLE AISLADO TRENZADO DE ALUMINIO 1 X 2 + 1 X 1/0	m	1,70	1,97
13	CABLES	CABLE AISLADO TRENZADO DE ALUMINIO 2 X 2 + 1 X 4 + 1 X 1/0	m	2,45	2,84
14	CABLES	CABLE AISLADO TRENZADO DE ALUMINIO 2*2 +1*1/0 AWG	m	3,07	3,56
15	CABLES	CABLE AISLADO TRENZADO DE ALUMINIO 2 X 2 + 1 X 1/0	m	2,24	2,60
16	CABLES		m	2,24	2,60
17	CABLES	CABLE AISLADO TRENZADO DE ALUMINIO 2X1/0 + 1X1/0 + 1X4 AWG	m	3,00	3,48
18	CABLES	CABLE AISLADO TRENZADO DE ALUMINIO 2 X 2/0 + 1 X 4 + 1 X 1/0	m	4,36	5,06
19	CABLES	CABLE AISLADO TRENZADO DE ALUMINIO 3X2 + 1X1/0 + 1X4 AWG	m	2,82	3,27
20	CABLES	CABLE AISLADO TRENZADO DE ALUMINIO 3 X 1/0 + 1 X 4 + 1 X 1/0	m	3,48	4,04
21	CABLES	CABLE AISLADO TRENZADO DE ALUMINIO 3 X 2/0 + 1 X 4 + 1 X 1/0	m	3,70	4,30
22	CABLES		m	5,00	5,81
23	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO AISLADO ASC# 1/0	m	0,88	1,02
24	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO AISLADO ASC# 2/0	m	1,26	1,46
25	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO AISLADO ASC# 3/0	m	1,54	1,79

26	CABLES		m	1,88	2,18
27	CABLES	ALAMBRE COBRE AISLADO # 14	m	0,19	0,22
28	CABLES	ALAMBRE COBRE AISLADO # 12 UNIPOLAR	m	0,29	0,34
29	CABLES	ALAMBRE COBRE AISLADO # 8 UNIPOLAR	m	0,84	0,98
30	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE COB. AISLADO TTU #2 2000 V. 7 HILOS	m	7,70	8,94
31	CABLES		m	5,28	6,13
32	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE COB. AISLADO TTU # 2/0 2000V. 7 HILOS	m	8,45	9,81
33	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE COB. AISLADO TTU # 3/0 2000V. 7 HILOS	m	10,57	12,27
34	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE COBRE AISLADO TTU # 4 2000 V. 7 HILOS	m	3,37	3,91
35	CABLES	CABLE DE COBRE AISLADO TTU # 6 2000 V. 7 HILOS	m	2,17	2,52
36	CABLES	ALAMBRE CONDUCTOR AISLADO COBRE UNIPOLAR +8	m	1,76	2,04
37	CABLES		m	15,30	17,76
38	CABLES	CABLE DE COBRE AISLADO # 14 FLEXIBLE	m	0,29	0,34
39	CABLES	CABLE DE COBRE AISLADO # 2 AWG XLPE 15 KV	m	6,21	7,21
40	CABLES		m	20,46	23,76
41	CABLES		m	25,60	29,72
42	CABLES		m	47,95	55,67
43	CABLES		m	0,53	0,62
44	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC # 1/0	m	0,51	0,59
45	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC # 2	m	0,32	0,37
46	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC # 2/0	m	0,87	1,01
47	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC # 3/0	m	1,09	1,27

48	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC # 4	m	0,20	0,23
49	CABLES		m	1,37	1,59
50	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR 1/0	m	0,87	1,01
51	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR 2	m	0,37	0,43
52	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR 2/0	m	1,10	1,28
53	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR 3/0	m	1,38	1,60
54	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR # 4	m	0,24	0,28
55	CABLES	CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR 4/0	m	1,74	2,02
56	CABLES		m	3,96	4,60
57	CABLES		m	2,49	2,89
58	CABLES		m	0,27	0,31
59	CABLES		m	0,17	0,20
60	CABLES	CONDUCTOR DE COBRE CONCENTRICO 3X10	m	2,40	2,79
61	CABLES	CONDUCTOR DE COBRE CONCENTRICO 3X12	m	1,30	1,51
62	FERRETERÍA		c/u	0,04	0,05
63	FERRETERÍA		c/u	0,01	0,01
64	FERRETERÍA		c/u	0,13	0,15
65	FERRETERÍA		c/u	0,10	0,12
66	FERRETERÍA		c/u	3,47	4,03
67	FERRETERÍA		c/u	15,86	18,42
68	FERRETERÍA		c/u	0,04	0,05
69	FERRETERÍA		c/u	0,01	0,01
70	FERRETERÍA		c/u	0,01	0,01
71	FERRETERÍA		c/u	0,02	0,02
72	FERRETERÍA		c/u	0,02	0,02
73	FERRETERÍA		c/u	0,05	0,06
74	FERRETERÍA	TORNILLO 5/32 X 1 1/2"	c/u	0,03	0,03
75	FERRETERÍA		c/u	66,25	76,92
76	FERRETERÍA		c/u	1,95	2,26
77	FERRETERÍA		c/u	6,92	8,03
78	FERRETERÍA		c/u	8,88	10,31
79	FERRETERÍA		c/u	10,80	12,54
80	FERRETERÍA		c/u	20,40	23,69
81	FERRETERÍA		c/u	26,70	31,00
82	FERRETERÍA		c/u	41,30	47,95

83	FERRETERÍA	TUBO DE 1/2 CONDUIT EMT	c/u	1,73	2,01
84	FERRETERÍA		c/u	12,80	14,86
85	FERRETERÍA		c/u	0,22	0,26
86	FERRETERÍA		c/u	0,49	0,57
87	FERRETERÍA		c/u	1,07	1,24
88	FERRETERÍA		c/u	1,43	1,66
89	FERRETERÍA		c/u	2,59	3,01
90	FERRETERÍA		c/u	8,26	9,59
91	FERRETERÍA		c/u	8,57	9,95
92	HERRAJES	ABRAZADERA DOBLE DE PLETINA 4 PERNOS DE 5 1/2	c/u	3,19	3,70
93	HERRAJES	ABRAZADERA DOBLE DE PLETINA, 4 PERNOS DE 6 1/2	c/u	3,47	4,03
94	HERRAJES	ABRAZADERA DOBLE PARA TRANSFORMADOR	c/u	7,83	9,09
95	HERRAJES		c/u	2,46	2,86
96	HERRAJES	ABRAZADERA SIMPLE DE 6 1/2 GALVANIZADA	c/u	2,68	3,11
97	HERRAJES	ABRAZADERA SIMPLE PARA TRANSFORMADOR	c/u	4,34	5,04
98	HERRAJES	BASTIDOR PARA SECUNDARIA DE UNA VIA	c/u	1,42	1,65
99	HERRAJES		c/u	3,11	3,61
100	HERRAJES	BASTIDOR PARA SECUNDARIA DE DOS VIAS	c/u	5,38	6,25
101	HERRAJES	BASTIDOR PARA SECUNDARIA DE TRES VIAS	c/u	9,57	11,11
102	HERRAJES	BASTIDOR PARA SECUNDARIA DE CUATRO VIAS.	c/u	9,12	10,59
103	HERRAJES	BASTIDOR PARA SECUNDARIA DE CINCO VIAS	c/u	11,10	12,89
104	HERRAJES	BRAZO PARA TENSOR FAROL 1,50 m.	c/u	9,11	10,58
105	HERRAJES	CRUCETA METALICA GALVANIZADA 3 MTS	c/u	39,04	45,33
106	HERRAJES		c/u	28,53	33,13
107	HERRAJES		c/u	29,31	34,03
108	HERRAJES		c/u	5,20	6,04
109	HERRAJES		c/u	6,61	7,67
110	HERRAJES	GRAPA DERIVACION, LINEA CALIENTE A. H. 8 1/0	c/u	6,38	7,41

111	HERRAJES		c/u	9,35	10,86
112	HERRAJES		c/u	2,05	2,38
113	HERRAJES	GRAPA TERMINAL DE BT LC-71B	c/u	2,51	2,91
114	HERRAJES	GRAPA TERMINAL DE A.T., CAT. PG. 57 PARA 10000	c/u	13,80	16,02
115	HERRAJES	GUARDACABO DE 3/8 LAMINA DE HIERRO GALV.	c/u	0,30	0,35
116	HERRAJES	GUARDACABO LAMINA DE HIERRO GALV. DE 5/8	c/u	1,17	1,36
117	HERRAJES	PERNO DE 5/8" X 2"	c/u	0,42	0,49
118	HERRAJES	PERNO DE OJO DE 5/8" 10" GALV.	c/u	3,96	4,60
119	HERRAJES	PERNO DE 5/8 * 10" ROSCA CORRIDA	c/u	1,15	1,34
120	HERRAJES	PERNO DE 5/8 * 16" ROSCA CORRIDA	c/u	1,80	2,09
121	HERRAJES	PERNO PIN PARA CRUCETA DE METAL	c/u	2,85	3,31
122	HERRAJES		c/u	1,65	1,92
123	HERRAJES	PERNO PIN TACHO	c/u	3,81	4,42
124	HERRAJES		c/u	4,15	4,82
125	HERRAJES	PERNO DE 5/8 X 13" U	c/u	1,87	2,17
126	HERRAJES	PIE AMIGO DE 1.8m PARA ESTRUCTURA ENVOLADO	c/u	19,08	22,15
127	HERRAJES	PIE AMIGO EN ANGULO DE 28"	c/u	7,35	8,53
128	HERRAJES	TUERCA DE OJO DE 5/8" GALV.	c/u	1,12	1,30
129	HERRAJES	VARILLA DE ANCLAJE DE 5/8X2,4MTS. GALV.	c/u	6,45	7,49
130	HERRAJES	VARILLA PUESTA A TIERRA COOPERWELD 5/8 X 6" (1.80)	c/u	13,63	15,83
131	LUMINARIAS		c/u	4,50	5,22
132	LUMINARIAS		c/u	10,90	12,66
133	LUMINARIAS		c/u	12,46	14,47
134	LUMINARIAS		c/u	20,62	23,94
135	LUMINARIAS		c/u	3,46	4,02
136	LUMINARIAS		c/u	3,19	3,70
137	LUMINARIAS		c/u	3,71	4,31
138	LUMINARIAS		c/u	11,21	13,02
139	LUMINARIAS		c/u	14,70	17,07
140	LUMINARIAS		c/u	5,38	6,25
141	LUMINARIAS		c/u	6,10	7,08
142	LUMINARIAS		c/u	7,70	8,94
143	LUMINARIAS		c/u	14,62	16,98
144	LUMINARIAS		c/u	3,38	3,92

145	LUMINARIAS		c/u	95,00	110,30
146	LUMINARIAS		c/u	89,00	103,34
147	LUMINARIAS		c/u	109,00	126,56
148	LUMINARIAS		c/u	102,00	118,43
149	LUMINARIAS		c/u	124,00	143,98
150	LUMINARIAS		c/u	116,68	135,48
151	LUMINARIAS		c/u	96,71	112,29
152	LUMINARIAS		c/u	103,50	120,17
153	LUMINARIAS	LUMINARIA SODIO 100W 220/240V SIN FOTOCELULA	c/u	75,51	87,67
154	LUMINARIAS	LUMINARIA SODIO 100W 220/240V CON FOTOCELULA	c/u	79,71	92,55
155	LUMINARIAS		c/u	122,90	142,70
156	LUMINARIAS		c/u	43,63	50,66
157	LUMINARIAS		c/u	92,80	107,75
158	LUMINARIAS		c/u	51,79	60,13
159	LUMINARIAS		c/u	100,80	117,04
160	LUMINARIAS		c/u	3,18	3,69
161	MATERIAL ELÉCTRICO	AISLADOR DE PORCELANA TIPO TENSOR ANSI 54-2	Unidad	2,58	3,00
162	MATERIAL ELÉCTRICO	AISLADOR DE SUSPENSION DE PORCELANA + 6" 52	Unidad	9,02	10,47
163	MATERIAL ELÉCTRICO	AISLADOR DE PORCELANA PIN 13.8 KV 55.4	Unidad	4,44	5,16
164	MATERIAL ELÉCTRICO	AISLADOR DE PORCELANA TIPO CARRETO DE 3" 53- 2	Unidad	0,60	0,70
165	MATERIAL ELÉCTRICO	AISLADOR DE SUSPENSION TIPO POLIMÉRICO DE 15 KV.	Unidad	13,75	15,97
166	MATERIAL ELÉCTRICO		100/Unidad	4,65	5,40
167	MATERIAL ELÉCTRICO		100/Unidad	5,05	5,86
168	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	8,10	9,40
169	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	7,74	8,99
170	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	8,10	9,40
171	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	8,10	9,40
172	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	7,74	8,99
173	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	10,92	12,68
174	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	13,12	15,23

175	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	4,45	5,17
176	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	14,16	16,44
177	MATERIAL ELÉCT.		Unidad	21,05	24,44
178	MATERIAL ELÉCTRICO	BASE SOCKET PARA MEDIDOR 3 FASES CLASE 20	Unidad	149,00	173,00
179	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	110,00	127,72
180	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	180,00	209,00
181	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	66,00	76,63
182	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	72,00	83,60
183	MATERIAL ELÉCTRICO	BASE SOCKET PARA MEDIDOR 3 FASES CLASE 200	Unidad	110,00	127,72
184	MATERIAL ELÉCTRICO	BREAKER MONOPOLAR DE 30 AMP.	Unidad	5,61	6,51
185	MATERIAL ELÉCTRICO	BREAKER MONOPOLAR DE 40 AMP.	Unidad	10,94	12,70
186	MATERIAL ELÉCTRICO	BREAKER MONOPOLAR DE 50 AMP.	Unidad	11,43	13,27
187	MATERIAL ELÉCTRICO	BREAKER BIPOLAR DE 60 AMP	Unidad	13,43	15,59
188	MATERIAL ELÉCTRICO	BREAKER BIPOLAR DE 63 AMP	Unidad	13,43	15,59
189	MATERIAL ELÉCTRICO	BREAKER BIFASICO DE 20 AMP PARA RIEL DIN	Unidad	8,80	10,22
190	MATERIAL ELÉCTRICO	PANEL PLASTICO PARA BREAKER BIPOLAR RIEL DIN	Unidad	1,77	2,06
191	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	24,80	28,80
192	MATERIAL ELÉCTRICO	CAJA DE PROTECCION HIBRIDA PARA MEDIDOR BIFASICO 240V	Unidad	28,18	32,72
193	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	32,40	37,62
194	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	33,60	39,01
195	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	32,40	37,62
196	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	63,66	73,92
197	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	0,52	0,60

198	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	9,37	10,88
199	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	11,15	12,95
200	MATERIAL ELÉCTRICO	CONECTOR DOBLE DENTADO, HERMETICO, AISLADO, CON TUERCA FUSIBLE PARA CONDUCTORES PREENSAMBLADOS, MODELO DP7	Unidad	2,90	3,37
201	MATERIAL ELÉCTRICO	CONECTOR DOBLE DENTADO, HERMETICO, AISLADO, CON TUERCA FUSIBLE PARA CONDUCTORES PREENSAMBLADOS, MODELO DP5/6	Unidad	3,08	3,58
202	MATERIAL ELÉCTRICO	CONECTOR DE COBRE PARA VARILLA COOPERWELD	Unidad	0,90	1,04
203	MATERIAL ELÉCTRICO	CONECTOR DE RANURA PARALELA LC-52-A ANDERSON	Unidad	1,87	2,17
204	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	3,33	3,87
205	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	3,42	3,97
206	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	1,10	1,28
207	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,05	2,38
208	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	24,20	28,10
209	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	1,10	1,28
210	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	32,00	37,16
211	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	5,99	6,96
212	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	5,57	6,47
213	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	8,48	9,85
214	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	4,80	5,57
215	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	3,33	3,87

216	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	7,56	8,78
217	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	7,20	8,36
218	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	8,48	9,85
219	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	5,99	6,96
220	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	4,49	5,21
221	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	7,05	8,19
222	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	8,23	9,56
223	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	5,32	6,18
224	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	3,80	4,41
225	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	3,30	3,83
226	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	3,17	3,68
227	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,85	3,31
228	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,85	3,31
229	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,42	2,81
230	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,43	2,82
231	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,65	3,08
232	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,65	3,08
233	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,65	3,08
234	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,57	2,98
235	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,31	2,68
236	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,31	2,68
237	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,27	2,64
238	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,21	2,57
239	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	18,00	20,90
240	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	0,30	0,35
241	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	38,50	44,70
242	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	0,25	0,29
243	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	11,00	12,77

244	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	7,08	8,22
245	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	100,81	117,05
246	MATERIAL ELÉCTRICO M		Unidad	19,89	23,09
247	MATERIAL ELÉCTRICO M	MEDIDOR BIFASICO ELECTRONICO CLASE 200	Unidad	121,17	140,69
248	MATERIAL ELÉCTRICO M	MEDIDOR BIFASICO ELECTRONICO CLASE 100	Unidad	22,26	25,85
249	MATERIAL ELÉCTRICO M		Unidad	542,65	630,07
250	MATERIAL ELÉCTRICO M		Unidad	270,00	313,50
251	MATERIAL ELÉCTRICO M	MEDIDOR TRIFASICO DIGITAL CLASE 20	Unidad	850,00	986,94
252	MATERIAL ELÉCTRICO M		Unidad	294,60	342,06
253	MATERIAL ELÉCTRICO M	MEDIDOR TRIFASICO CLASE 200	Unidad	357,24	414,79
254	MATERIAL ELÉCTRICO M	MEDIDOR TRIFASICO CLASE 100	Unidad	214,50	249,06
255	MATERIAL ELÉCTRICO M		Unidad	600,00	696,66
256	MATERIAL ELÉCTRICO M		Unidad	630,00	731,50
257	MATERIAL ELÉCTRICO M	MEDIDOR MONOFASICO 120V. 15/100 A.	Unidad	15,26	17,72
258	MATERIAL ELÉCTRICO M	MEDIDOR MONOFASICO 240V. 15/100 A.	Unidad	17,67	20,52
259	MATERIAL ELÉCTRICO M	MEDIDOR MONOFASICO 240V. CLASE 200 CON BASE SOCKET	Unidad	165,00	191,58
260	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	3,93	4,56
261	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	0,85	0,99
262	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	0,14	0,16
263	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	188,35	218,69
264	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	73,00	84,76
265	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	108,45	125,92
266	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	0,60	0,70

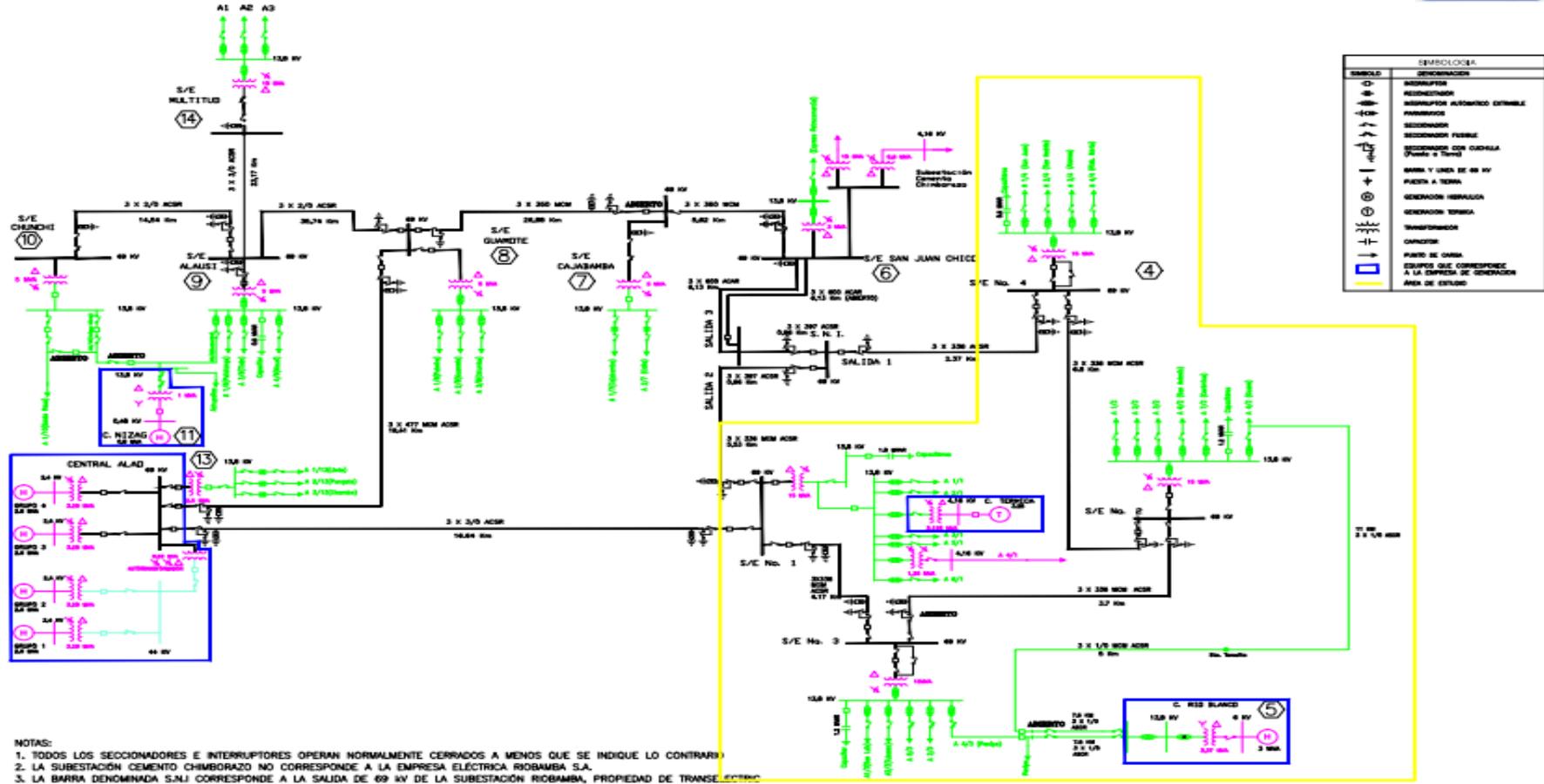
267	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	2,26	2,62
268	MATERIAL ELÉCTRICO		Unidad	5,60	6,50
269	POSTES	BLOQUE DE HORMIGON PARA ANCLAJE	c/u	11,06	12,84
270	POSTES		c/u	790,00	917,27
271	POSTES		c/u	480,00	557,33
272	POSTES		c/u	168,00	195,07
273	POSTES		c/u	147,96	171,80
274	POSTES		c/u	684,59	794,88
275	POSTES		c/u	513,44	596,16
276	POSTES		c/u	213,00	247,32
277	POSTES	POSTE DE HORMIGON DE 11 m. 500 KG.	c/u	185,34	215,20
278	POSTES		c/u	490,30	569,29
279	POSTES		c/u	635,63	738,03
280	POSTES	POSTE CIRCULAR DE PLASTICO CON FIBRA DE VIDRIO DE 18 MTS	c/u	3.570,56	4.145,79
281	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOF. 5 KVA CSP	c/u	819,00	950,94
282	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOF. 10 KVA. 13.800 KV. CSP	c/u	942,00	1.093,76
283	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOF. 15 KVA. 13.800 KV. CSP	c/u	1.102,00	1.279,54
284	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOF. 25 KVA 13.8 KVA CSP	c/u	1.379,00	1.601,16
285	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOF. DE 37,5 KVA. 13.8 KV CSP	c/u	1.757,00	2.040,06
286	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOF. 50 KVA. 13.800 KV. CSP	c/u	1.912,00	2.220,03
287	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR TRIFAS. 100 KVA 13200/120 DY-5	c/u	4.528,00	5.257,48
288	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR TRIFAS. 75 KVA 13200/120 DY-5	c/u	3.915,50	4.546,30
289	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR TRIFAS. 15KVA 13,8 KV.	c/u	2.242,00	2.603,20
290	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR TRIFAS. 30KVA 13,8 KV.	c/u	2.998,27	3.481,30
291	TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR TRIFAS. 50KVA 13200/208/120 DY	c/u	3.589,47	4.167,74

Fuente: Listado de materiales homologados EERSA.

Anexo 3: Diagrama unifilar de los sistemas de generación y subtransmisión del EERSA.

EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A.

DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS SISTEMAS DE GENERACION Y SUBTRANSMISION



Fuente: Diagrama unifilar 2015 EERSA.

Anexo 4: Aceptación de la Empresa para la realización del trabajo de investigación.



Empresa Eléctrica Riobamba S.A.



3055-GER-2015
Riobamba, 04 de Noviembre del 2015

Ingeniero
Rodrigo Briones
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

De mi consideración:

Me permito informar que he recibido el trabajo de titulación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Chimborazo Sr. William Marcelo Morocho Llucó y el Sr. Freddy Alberto Guevara Uvidia que tiene como título **"ANÁLISIS CAUSAL DE FALLAS Y COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A."**

Los temas que contemplan dicho trabajo de titulación están de acuerdo a nuestra expectativa sobre la modificación para el mejoramiento del Sistema de Distribución Eléctrico de la EERSA, por lo que se aprueba el trabajo de titulación y le manifiesto que la Empresa Eléctrica de Riobamba facilitará la información necesaria para realizar el trabajo de titulación, bajo las siguientes condiciones:

- Aceptamos de la propiedad intelectual es de la Universidad Nacional de Chimborazo, sin embargo el trabajo puntual podrá ser utilizado por nuestra empresa sin requerimiento de autorización alguna.
- Adicionalmente nos comprometemos a divulgar y/o publicar la cooperación de la Universidad Nacional de Chimborazo en la elaboración de los proyectos que se ejecuten conjuntamente, esto es en páginas web, seminarios, publicaciones, etc., cuando sea posible y de manera particular cuando se realice alguna presentación y/o divulgación del tema específico tratado.

En espera de una colaboración mutua en estos importantes estudios técnicos, aprovecho la oportunidad para expresarle mis deseos de éxitos en sus actuales funciones.

Cordialmente,


Ing. Joe Ruales P.
GERENTE EERSA (E)



Trabajamos para iluminar tu vida

Juan Larrea 2260 y Primera Constituyente.
Casilla 670. Telfs.: 2 962 939 / 2 960 283 / 2 961 966 / 2 964 622 / Fax: 2 968 216
WEB Site: www.eersa.com.ec / e-mail: e-mail@eersa.com.ec

Anexo 5: Resolución de la aprobación del tema de Investigación para su desarrollo y asignación del tribunal definitivo de grado.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
H. CONSEJO DIRECTIVO



Riobamba, 27 de enero del 2016
Oficio No. 062-HCD-2016

Señores

Ing. Vicente Soria

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Rodrigo Briones

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Carlos Bejarano

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Fredy Alberto Guevara Uvidía

Willian Marcelo Morocho Lluco

ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

Presente.-

De mi consideración:

Cumplo con el deber de informar a ustedes que el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en sesión ordinaria, de fecha 22 de enero de 2016, resolvió lo siguiente:

RESOLUCIÓN No. 134-HCD-22-01-2016. - Luego de recibir el informe de los señores; Ing. Vicente Soria DIR. DE LA CARRERA DE ING. INDUSTRIAL, Ing. Freddy Romero e Ing. Patricio Villacrés DOCENTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA; se procede a aprobar el Plan de Investigación con el tema: "ANÁLISIS CAUSAL DE FALLAS Y COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA ", realizado por los Sres. Fredy Alberto Guevara Uvidía y Willian Marcelo Morocho Lluco, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial.

RESOLUCIÓN No. 135-HCD-08-01-2016. - Designar a los señores: Ing. Vicente Soria PRESIDENTE DE TRIBUNAL, Ing. Rodrigo Briones DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN e Ing. Carlos Bejarano como MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO, del Proyecto de Investigación con el tema: "ANÁLISIS CAUSAL DE FALLAS Y COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA ", realizado por los Sres. Fredy Alberto Guevara Uvidía y Willian Marcelo Morocho Lluco, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial.

Particular que le comunico para los fines consiguientes.

Atentamente


Lic. Lorena Ortega

SECRETARIA DE FACULTAD

cc. Archivo



Anexo 6: Certificado de culminación y presentación del trabajo de investigación en la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.



Empresa Eléctrica Riobamba S.A.



CERTIFICACIÓN

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A., Certifica que: los señores Fredy Alberto Guevara Uvidia, portador de Cédula de Identidad N°. 060473402-0 y Willian Marcelo Morocho Llucoportador de Cédula de Identidad N°. 060352202-0, estudiantes de la Universidad Nacional de Chimborazo, de la Escuela de Ingeniería Industrial; elaboraron su trabajo de investigación con el tema: "ANÁLISIS CAUSAL DE FALLAS Y COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A. EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA", cumpliendo con las expectativas de la EERSA, en el cual los estudiantes demostraron capacidad, responsabilidad y eficiencia en el desarrollo de la investigación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Riobamba, 28 de julio de 2016.


Ing. Joe Ruales Parreño
GERENTE EERSA

Trabajamos para **iluminar** tu vida

Juan Larrea 2260 y Primera Constituyente.
Casilla 670. Telfs.: 2 962 939 / 2 960 283 / 2 961 966 / 2 964 622 / Fax: 2 968 216
WEB Site: www.eersa.com.ec / e-mail: e-mail@eersa.com.ec