



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“Diseño del Sistema de Distribución Primario de la Subestación sur de
la Empresa Eléctrica Milagro C.A. Basado en la Calidad de Servicio”**

TÓPICO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especialización: POTENCIA

PRESENTADO POR:

MAYRA SALAZAR ROMÁN

ROMMEL MERINO LEÓN

EDDY SANCLEMENTE ORDÓÑEZ

Guayaquil – Ecuador

2007

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro profundo agradecimiento al Ph. D. CRISTÓBAL MERA, Director de Tópico, por la gran colaboración prestada para la elaboración de este trabajo.

DEDICATORIA

A mi madre por el apoyo y la comprensión en cada una de mis decisiones, y a todos aquellos que creyeron en mí...

Mayra Salazar R.

A Dios por tener con vida a mis padres, hermanos y mí enamorada, y que puedan disfrutar de este mí mejor regalo...

Rommel Merino L.

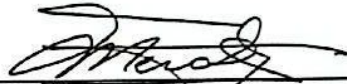
A mi madre y hermanos por el apoyo incondicional brindado a lo largo de estos años...

Eddy Sanclemente O.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



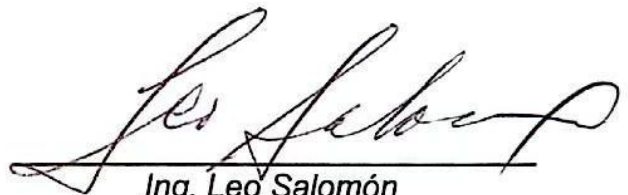
Ing. Holger Cevallos
SUBDECANO DE LA FIEC



PhD. Cristóbal Mera
DIRECTOR DE TÓPICO



Ing. Jorge Chiriboga
VOCAL PRINCIPAL




Ing. Leo Salomón
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Tópico de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Exámenes de Títulos Profesionales de la ESPOL)



Mayra Salazar Román



Rommel Merino León



Eddy Sanclemente Ordóñez

RESUMEN

Las falencias en las redes de distribución, se reflejan tanto en la duración como en la frecuencia de interrupciones del servicio eléctrico, actividad que perjudica y por ende causa molestia a los usuarios. Un sistema de distribución confiable se fundamenta en lograr el menor número de abonados sin servicio eléctrico en caso de presentarse algún tipo de falla.

Para conseguir confiabilidad ante fallas repentinas, una correcta coordinación de protecciones es indispensable, para evitar operaciones innecesarias en reconectores, seccionalizadores y otros dispositivos de protección; además de un servicio técnico adecuado y oportuno que cumpla con las leyes y reglamentos establecidos.

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1.....	1
CAPÍTULO 2.....	4
CAPÍTULO 3.....	26
CAPÍTULO 4.....	81

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA.....	V
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE DE CAPÍTULOS.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Presentación del Problema.....	1
1.2 Objetivos.....	3
CAPÍTULO 2.....	4
2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	4
2.1 Área de influencia.....	4
2.2 Subestación.....	6
2.3 Alimentadoras.....	9
2.3.1 <i>Capacidad térmica de los conductores de las Alimentadoras</i>	16
2.4 Transformadores de Distribución.....	18
2.5 Capacitores y Reguladores de Voltaje.....	19
2.5.1 <i>Capacitores</i>	19
2.5.2 <i>Reguladores de voltaje de Alimentadoras</i>	20
2.6 Cargas.....	21
CAPÍTULO 3.....	26
3 ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL.....	26
3.1 Cálculo de Voltaje.....	26
3.2 Balance de las Alimentadoras.....	30
3.3 Sistema de Protección.....	35
3.3.1 <i>Fusibles</i>	37
3.3.2 <i>Seccionadores</i>	38

3.4	Cargas/ Consumidores	38
3.5	Información Estadística de las Interrupciones.....	39
3.5.1	<i>Frecuencia de las Interrupciones</i>	41
3.5.2	<i>Duración de las Interrupciones</i>	43
3.5.3	<i>Energía no entregada y consumidores no servidos durante las interrupciones</i>	45
3.6	Evaluación de la Confiabilidad	46
3.6.1	<i>Análisis de los índices de Calidad según la Regulación del CONELEC</i>	49
3.7	Estudio de Cortocircuito.....	57
3.7.1	<i>Corrientes de Cortocircuito</i>	58
3.7.2	<i>Perfiles de Corriente</i>	60
3.7.3	<i>Diagnóstico de la Coordinación de las Protecciones Eléctricas</i>	66
3.8	Reglamento vigente de la calidad	76
CAPÍTULO 4	81
4	REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	81
4.1	Determinación de los Parámetros de Diseño.....	81
4.2	Rediseño del Sistema de Protecciones basado en Calidad del Servicio.....	86
4.3	Rediseño de la Topología del Sistema de Media Tensión Basado en la Calidad del Servicio. .	118
4.4	Resultados.....	118
4.5	Análisis de los resultados	121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		125
ANEXOS		129
ANEXO 1		130
ANEXO 2		131
ANEXO 3		152
ANEXO 4		165
ANEXO 5		178
ANEXO 6		185
ANEXO 7		204
ANEXO 8		210
ANEXO 9		228
ANEXO 10		234
ANEXO 11		235
ANEXO 12		250
ANEXO 13		251
ANEXO 14		255
BIBLIOGRAFÍA		258

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Información de las Alimentadoras	9
Tabla 2.2	Corriente máxima en los conductores con y sin viento	17
Tabla 2.3	Factor de corrección de emisividad	18
Tabla 2.4	Capacidad térmica de los conductores	18
Tabla 2.5	Número de transformadores por su capacidad	19
Tabla 2.6	Descripción de Capacitores del Sistema	20
Tabla 2.7	Datos de las Alimentadoras	21
Tabla 3.1	Variaciones de Voltajes permitidas por el CONELEC	27
Tabla 3.2	Promedio de los voltajes de la Subestación	28
Tabla 3.3	Promedio de Voltajes diarios en la Subestación en p.u.	28
Tabla 3.4	Corriente por fase y promedio en cada Alimentadora	31
Tabla 3.5	Porcentaje de desbalance por fase en las alimentadoras	31
Tabla 3.6	Factor de Utilización de las alimentadoras para máx. Carga	32
Tabla 3.7	Factor de Utilización de las alimentadoras para mín. Carga	32
Tabla 3.8	Densidad de Carga de las Alimentadoras	34
Tabla 3.9	Número de fusibles en cada Alimentadora	37
Tabla 3.10	Tipo de consumidores por Alimentadora	38
Tabla 3.11	Consumidores por Alimentadora	39
Tabla 3.12	Tipo de Fallas en Alimentadoras	41
Tabla 3.13	Energía Anual No Suplida debido a las Interrupciones	46
Tabla 3.14	Consumidores sin Servicio Eléctrico al Año por Alimentadora	46
Tabla 3.15	Tasas de falla y tiempos de reparación	48
Tabla 3.16	Tasas de fallas de transformadores y fusibles	48
Tabla 3.17	Límites de los índices de calidad de servicio técnico	49
Tabla 3.18	Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal instalado	50
Tabla 3.19	Tiempo Total de Interrupción por kVA nominal instalado	50
Tabla 3.20	Corrientes de carga en Condiciones Normales	57
Tabla 3.21	Impedancia del Sistema de Transmisión	58
Tabla 3.22	Impedancia del Sistema de Subtransmisión	58
Tabla 3.23	Corrientes de fallas en las Alimentadoras	59
Tabla 3.24	Tipos de fallas	59
Tabla 3.25	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S1 (FASE)	67
Tabla 3.26	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S2 (FASE)	67
Tabla 3.27	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S3 (FASE)	67
Tabla 3.28	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S4 (FASE)	68
Tabla 4.1	Tiempos de restauración – Primer y Segundo Semestre 2006	82
Tabla 4.2	Tendencia de falla de equipos de protección año 2006	83
Tabla 4.3	Valores Límites para SAIFI y SAIDI	84
Tabla 4.5	Índices de confiabilidad del Primer semestre del año 2006 (alternativa cero)	85
Tabla 4.6	Índices de confiabilidad del Segundo semestre del año 2006(alternativa cero)	86
Tabla 4.7	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S1-1	89
Tabla 4.8	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S2-1	91
Tabla 4.9	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S2 -3	91
Tabla 4.10	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S3-2	94
Tabla 4.11	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S3-3	94
Tabla 4.12	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S3-5	94
Tabla 4.13	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S5-3	98
Tabla 4.14	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S5-5	98
Tabla 4.15	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. B6-2	101
Tabla 4.16	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. B6-3	101
Tabla 4.17	Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. B9-Trayectoria 4 (FASE)	104
Tabla 4.18	Índices de Confiabilidad para Primer semestre (Alternativa 1)	119
Tabla 4.19	Índices de Confiabilidad para Segundo Semestre (Alternativa 1)	119
Tabla 4.20	Índices de Confiabilidad para Rediseño – Primer Semestre	119
Tabla 4.21	Índices de Confiabilidad para Rediseño –Segundo Semestre	120
Tabla 4. 22	Índices de Confiabilidad para Primer Semestre (Alternativa 3)	120
Tabla 4. 23	Índices de Confiabilidad para Segundo semestre (Alternativa 3)	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Área de concesión de la EEMCA y Subestación Sur	5
Figura 2.2	Diagrama Unifilar de la Subestación con sus Alimentadoras	8
Figura 2.3	Diagrama unifilar de Alimentadora S1	10
Figura 2.4	Diagrama unifilar de Alimentadora S2	11
Figura 2.5	Diagrama unifilar de Alimentadora S3	12
Figura 2.6	Diagrama unifilar de Alimentadora S5	13
Figura 2.7	Diagrama unifilar de Alimentadora B6	14
Figura 2.8	Diagrama unifilar de Alimentadora B9	15
Figura 2.9	Curva de Carga de la alimentadora S1	22
Figura 2.10	Curva de Carga de la alimentadora S2	22
Figura 2.11	Curva de Carga de la alimentadora S3	23
Figura 2.12	Curva de Carga de la alimentadora S5	23
Figura 2.13	Curva de Carga de la Alimentadora B6	24
Figura 2.14	Curva de Carga de la Alimentadora B9	25
Figura 3.1	Curva de Duración de Voltaje	29
Figura 3.2	Número de Interrupciones por Alim. Durante 8 años	42
Figura 3.3	Evolución de las Interrupciones en la Subestación Sur	43
Figura 3.4	Variación de la duración de las Interrupciones	44
Figura 3.5	Duración de Interrupciones por año en cada Alimentadora	45
Figura 3.6	SAIFI Alimentadoras de la subestación Sur año 2004	52
Figura 3.7	SAIDI Alimentadoras de la subestación Sur año 2004	52
Figura 3.8	CAIDI Alimentadoras de la subestación Sur año 2004	53
Figura 3.9	SAIFI Año 2004 O.C.C	54
Figura 3.10	SAIDI del año 2004 O.C.C	54
Figura 3.11	Subestación Sur vs. Verdigris Valley.	55
Figura 3.12	Energía no suministrada a los Abonados por cada alimentadora	56
Figura 3.13	Índice de corte de carga promedio del sistema por Alimentadora	56
Figura 3.14	Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora S1 (Falla Línea –Tierra)	60
Figura 3.15	Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora S1 (Falla Línea –Línea)	60
Figura 3.16	Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora S2 (Falla Línea a tierra)	61
Figura 3.17	Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora S2 (Falla línea a línea)	61
Figura 3.18	Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora S3 (Falla línea a tierra)	62
Figura 3.19	Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora S3 (Falla línea a línea)	62
Figura 3.20	Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora S5 (Falla línea a tierra)	63
Figura 3.21	Curva de Perfil de Corriente Mínimo en Alimentadora S5 (Falla línea a línea)	63
Figura 3.22	Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora B6 (Falla línea a tierra)	64
Figura 3.23	Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora B6 (Falla línea a línea)	64
Figura 3.24	Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora B9 (Falla línea a tierra)	65
Figura 3.25	Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora B9 (Falla línea a línea)	65
Figura 3.26	Curva del relé de sobrecorriente para protección de la barra de 13.8kV	69
Figura 3.27	Curvas de dispositivo de protección de Alim. S1 (FASE)	70
Figura 3.28	Curvas de dispositivo de protección de Alim. S2 (FASE)	71
Figura 3.29	Curvas de dispositivo de protección de Alim. S3 (FASE)	72
Figura 3.30	Curvas de dispositivo de protección de Alim. S4 (FASE)	73
Figura 3.31	Curvas de dispositivo de protección de Alim. S5 (FASE)	74
Figura 3.32	Curvas de relé de sobrecorriente para protección de las Alim. y barra a 13.8kV	75
Figura 4.1	Trayectoria 1 de la Alimentadora S1	89
Figura 4.2	Coordinación de protecciones S1- 1	90
Figura 4.3	Trayectorias 1 y 3 de la Alimentadora S2	91
Figura 4.4	Coordinación de protecciones S2- 1	92
Figura 4.5	Coordinación de protecciones S2-3	93
Figura 4.6	Trayectorias 2, 3 y 5 de la Alimentadora S3	94
Figura 4.7	Coordinación de protecciones S3- 2	95
Figura 4.8	Coordinación de protecciones S3-3	96
Figura 4.9	Coordinación de protecciones S3-5	97
Figura 4.10	Trayectorias 3 y 5 de la Alimentadora S5	98
Figura 4.11	Coordinación de protecciones S5-3	99
Figura 4.12	Coordinación de protecciones S5-5	100
Figura 4.13	Trayectorias 2 y 3 de la Alimentadora B6	101

Figura 4.14	Coordinación de protecciones B6-2.....	102
Figura 4.15	Coordinación de protecciones B6-3.....	103
Figura 4.16	Trayectoria 4 de la Alimentadora B9	104
Figura 4.17	Coordinación de protecciones B9-4.....	105
Figura 4.18	Reconectores sobre la Alimentadora S1.....	106
Figura 4.19	Coordinación de protecciones de Alimentadora S1.....	107
Figura 4.20	Reconectores sobre la Alimentadora S2.....	108
Figura 4.21	Coordinación de Protecciones de la Alimentadora S2	109
Figura 4.22	Reconectores sobre la Alimentadora S3.....	110
Figura 4.23	Coordinación de Protecciones de la Alimentadora S3	111
Figura 4.24	Reconectores sobre la Alimentadora S5.....	112
Figura 4.25	Coordinación de Protecciones de la Alimentadora S5	113
Figura 4.26	Reconectores sobre la Alimentadora B6	114
Figura 4.27	Coordinación de Protecciones de la Alimentadora B6	115
Figura 4.28	Reconectores sobre la Alimentadora B9	116
Figura 4.29	Coordinación de Protecciones de la Alimentadora B9	117
Figura 4.30	CAIDI de Alternativas 0, 1, 2 y 3 – Primer Semestre.....	123
Figura 4.31	CAIDI de Alternativas 0, 1, 2 y 3 – Segundo Semestre.....	124

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	130
ANEXO 2	131
ANEXO 3	152
ANEXO 4	165
ANEXO 5	178
ANEXO 6	185
ANEXO 7	204
ANEXO 8	210
ANEXO 9	228
ANEXO 10	234
ANEXO 11	235
ANEXO 12	250
ANEXO 13	251
ANEXO 14	255

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

En este proyecto se desea dar un aporte desde el punto de vista de la calidad de servicio eléctrico mediante conocimientos adquiridos durante la realización de este tópico, y de esta manera la subestación Sur de La Empresa Eléctrica Milagro C. A., preste un servicio de calidad a sus clientes.

1.1 Presentación del Problema

Los sistemas eléctricos a lo largo del mundo han cambiado sus estructuras como un intento de lograr sistemas de energía eléctrica más competitivos. La globalización de la industria y las nuevas tecnologías han aumentado la preocupación acerca de las deficiencias en la calidad de potencia alrededor del mundo. El término “Calidad de potencia eléctrica” abarca la calidad del producto (electricidad) y la calidad del servicio. Para que el usuario pueda gozar del servicio eléctrico es necesario que la energía eléctrica haya tenido

un recorrido previo por cada una de las etapas de Generación, Transmisión, Subtransmisión y Distribución.

En cada país existen regulaciones que tienen la finalidad de asegurar un nivel satisfactorio en la prestación de servicios eléctricos. En Ecuador, el control de calidad del servicio eléctrico lo realizan el CONELEC y el CENACE por medio de regulaciones que ambos establecen.

En este proyecto de tesis, se analiza el problema de la calidad del servicio eléctrico del sistema de distribución primario de la subestación Sur de la Empresa Eléctrica Milagro C. A. (EEMCA).

En un sistema de Potencia, la distribución consiste en llevar la energía eléctrica a los diferentes usuarios a niveles de voltajes razonables que les permita su correcta utilización. Los sistemas de Distribución constan de sistemas de distribución primarios, los cuales son redes eléctricas entre las subestaciones y los transformadores de distribución. Los sistemas de distribución primarios están constituidos por circuitos llamados alimentadoras, las cuales se originan en una barra de medio voltaje, en nuestro caso 13.8KV, y culminan energizando transformadores de distribución o sobre los herrajes ubicados en los postes a lo largo de la zona de concesión de la empresa distribuidora.

El Diseño del Sistema de Distribución Primario para la Subestación Sur de la Empresa Eléctrica Milagro C. A. basado en calidad de servicio, mediante el análisis de la frecuencia y duración de las interrupciones del servicio eléctrico, plantea un sistema de distribución primario capaz de dar mayor confiabilidad a los usuarios; para esto se ha tomado como referencia la regulación No. CONELEC –004/01 de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución, en la cual se encuentran los estándares mínimos de calidad y procedimientos técnicos de medición y evaluación a los que se deben de someter las Empresas Distribuidoras del Servicio Eléctrico.

1.2 Objetivos

Los objetivos de este trabajo se presentan a continuación:

1. Realizar un estudio del índice de duración y frecuencia de fallas del sistema de distribución actual de la subestación Sur.
2. Realizar la coordinación de protecciones del Nuevo Sistema de Distribución planteado
3. Diseñar un sistema de Distribución Primario, que presente mayor confiabilidad que el actual en la subestación Sur de la empresa Eléctrica Milagro.

CAPÍTULO 2

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La EEMCA., posee 14 subestaciones de distribución, que abarcan parte de las provincias, de Guayas 4396.97km², Bolívar 46.27km², Chimborazo 9.83km², Cañar 624.97km², Azuay 270.42km², y Los Ríos 198.31km². Dos subestaciones de la EEMCA, la subestación Sur y la Norte, son las que brindan servicio de energía eléctrica a la ciudad de Milagro. Este capítulo presenta la descripción de los componentes del sistema de distribución primario de la subestación Sur, la cual es objeto de estudio en este proyecto de tesis.

2.1 Área de influencia

La Subestación Sur, esta ubicada en el km 1 de la vía Virgen de Fátima-Milagro, cubre las zonas de: el área residencial del Ingenio Valdez; la

Universidad Estatal de Milagro (UNEMI); las ciudadelas: Dager, Los troncos, Bellavista, Cañaverales, Las Piñas, Nuevo Milagro, San Francisco, Rosa María y Willian Reyes; el centro de la ciudad, avenida Quito, y avenida del Tía, calles García Moreno, Colón, y 5 de Junio; además los alrededores de Milagro, avenidas Napo, Paquisha, Ecuador; y la zona del Chobo que es parte del cantón Yaguachi.

La figura 2.1 muestra el área de concesión de la EEMCA, y la subestación Sur.

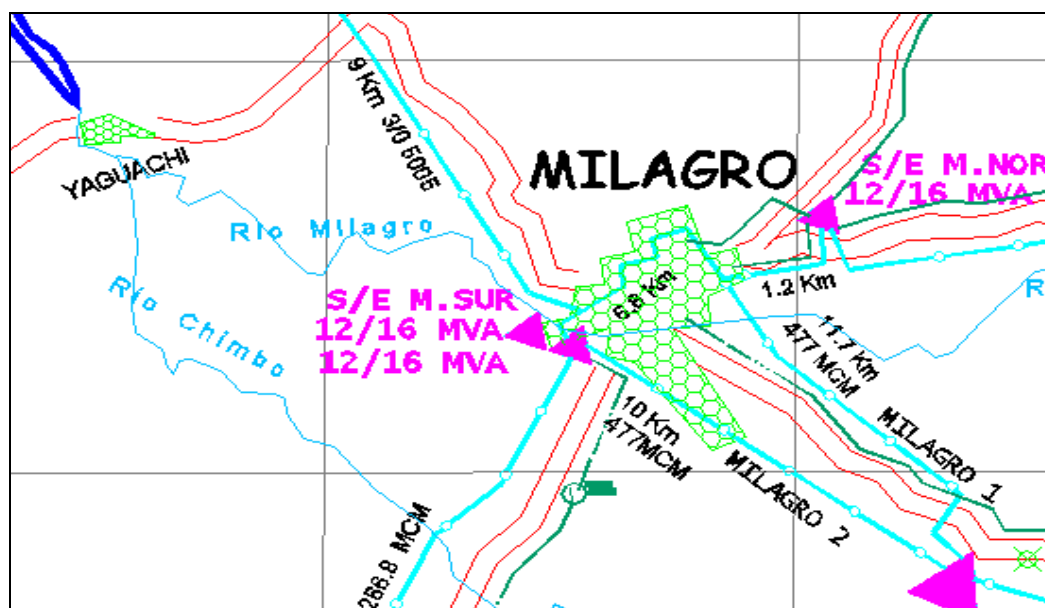


Figura 2.1 Área de concesión de la EEMCA y Subestación Sur

2.2 Subestación

La Subestación Sur tiene una configuración tipo Barra Principal y Transferencia, esta configuración brinda facilidad para hacer mantenimiento, tiene un costo razonable y el espacio utilizado es menor en relación a los otros tipos de configuraciones, pudiendo ser expandido sin mayor dificultad.

La alimentación para la subestación esta dada por dos líneas de Subtransmisión, que son parte del Sistema Nacional Interconectado, Milagro 1 y Milagro 2, la reducción de tensión de 69kV a 13.8kV se realiza mediante dos transformadores de poder de marca Mitsubishi y Yorkshire (anexo 13). La Figura 2.2 muestra el diagrama unifilar de la subestación Sur. En Milagro 1 se tiene un oil circuit breaker (OCB), B3, y Milagro 2 posee un interruptor en SF6, B1. A nivel de 69 kV, también sale una línea de subtransmisión que va desde la subestación Sur hacia la subestación Montero ubicada a aproximadamente 35km de distancia, en esta línea se tiene un OCB, B2. Las tres líneas de subtransmisión antes mencionadas, poseen tres seccionadores cada una, los cuales dan la posibilidad de dos trayectorias para transmitir los 69kV de Milagro 1 y Milagro 2 hacia los transformadores de poder, y hacia la subestación Montero.

Antes del transformador Yorkshire, a nivel de 69kV, se tiene un interruptor en SF6, B4, y luego del transformador un OCB, B5, este último a nivel de

13.8kV, de igual forma antes del transformador Mitsubishi, a nivel de 69kV, se tiene el OCB, B3, y luego del transformador un OCB, Barras, este último a nivel de 13.8 kV.

Luego del transformador Yorkshire, se tiene una barra de 13.8kV, de la cual parten tres alimentadoras, las cuales poseen los interruptores B6, B8, y B9; a continuación de B6 hay un seccionador normalmente cerrado y de B8 un seccionador normalmente abierto, de igual manera luego del transformador Mitsubishi, se tiene una barra de 13.8kV, de la cual parten cinco alimentadoras, las cuales poseen los interruptores S1, S2, S3, S4 y S5; a continuación de S1 hay un seccionador normalmente cerrado y de S4 un seccionador normalmente abierto.

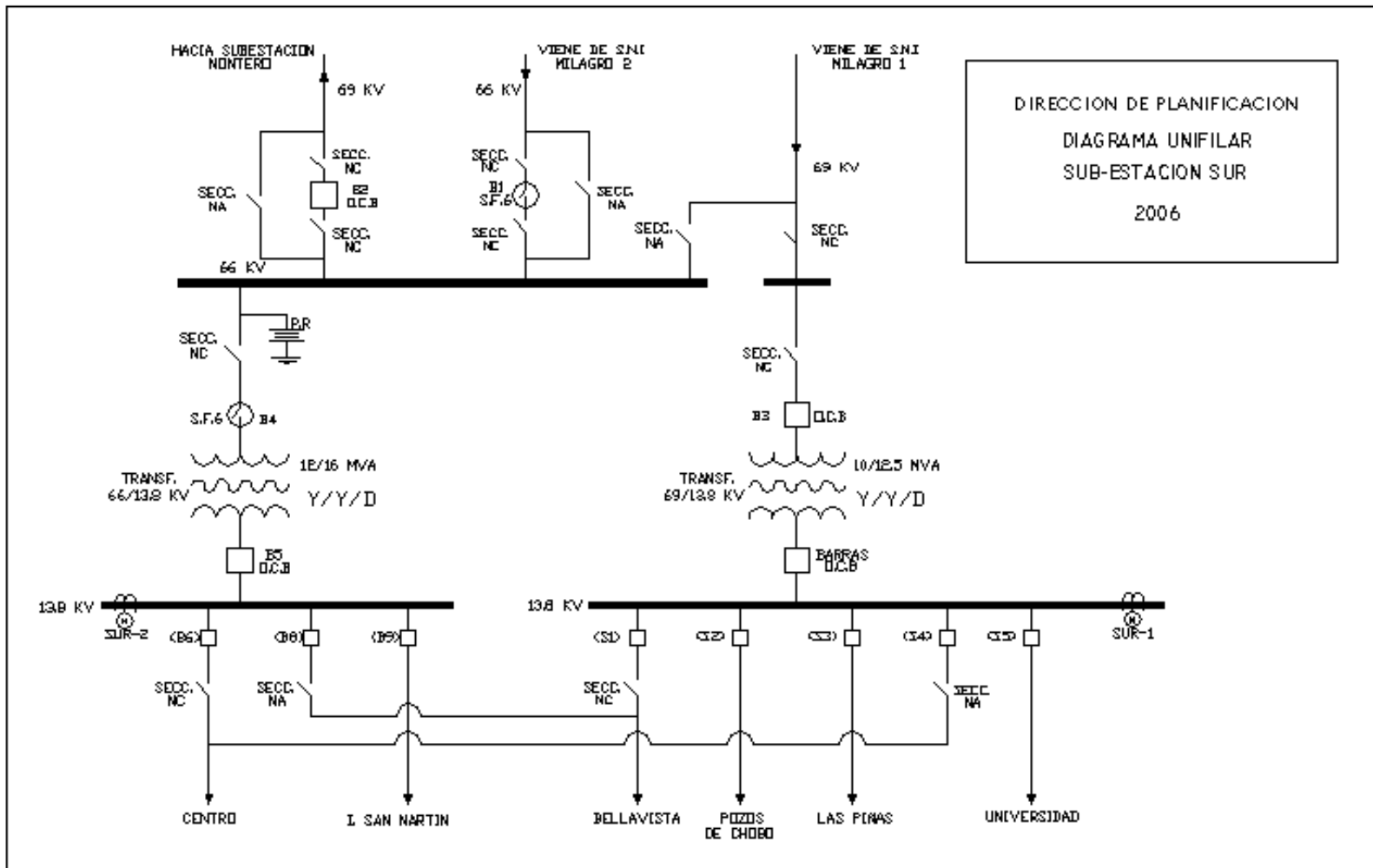


Figura 2.2 Diagrama Unifilar de la Subestación con sus Alimentadoras

2.3 Alimentadoras

El Sistema de Distribución Primario de la Subestación Sur, se modifica paulatinamente, de acuerdo al incremento del número de usuarios, en la actualidad se tienen seis alimentadoras de tipo radial, que son alimentadora S1, S2, S3, S5, B6, y B9; de las cuales dos poseen salidas alternas, B6 con la salida alterna S4 y S1 con la salida alterna B8, los diagramas unifilares de cada alimentadora se presentan en las figuras desde la 2.3 hasta la 2.8, el mapa de la ciudad de Milagro con las alimentadoras de la Subestación Sur se muestra en el Anexo 1.

La tabla 2.1 muestra el nombre, la longitud y la carga aproximada que posee cada una de las alimentadoras.

Tabla 2.1 Información de las Alimentadoras

Nombre de la Alimentadora	Longitud trifásica en km.	Longitud dos fases en km.	Longitud monofásica en km.	Capacidad instalada en MVA
Alimentadora S1	6,0936	0,0000	4,9320	3,6555
Alimentadora S2	10,1992	0,3254	4,3112	3,7025
Alimentadora S3	10,7343	0,0000	4,8205	3,0225
Alimentadora S5	1,9495	0,0000	1,7403	2,3830
Alimentadora B6	13,0179	0,6018	6,7903	6,6230
Alimentadora B9	9,1959	0,0000	4,2331	4,5800

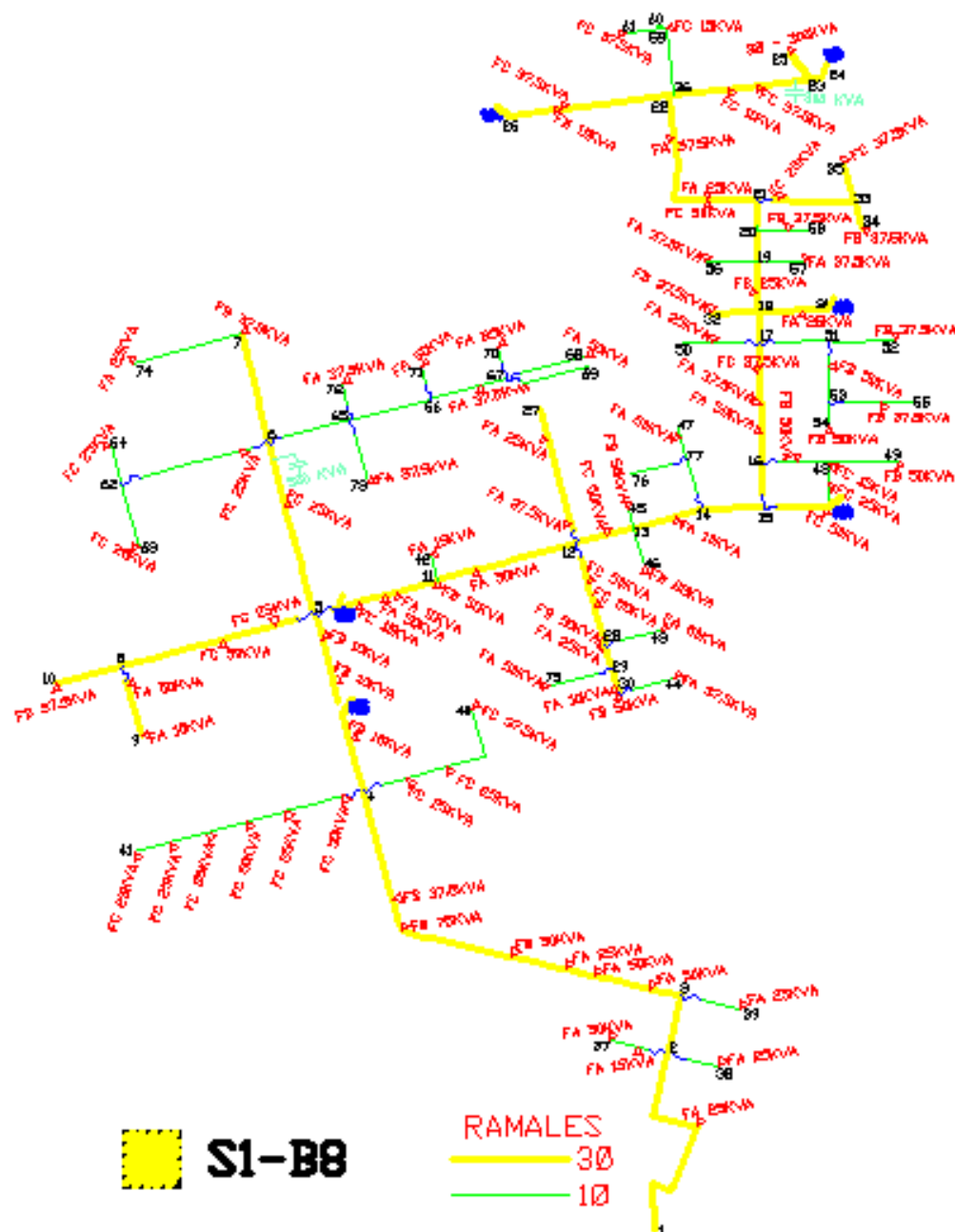


Figura 2.3 Diagrama unifilar de Alimentadora S1

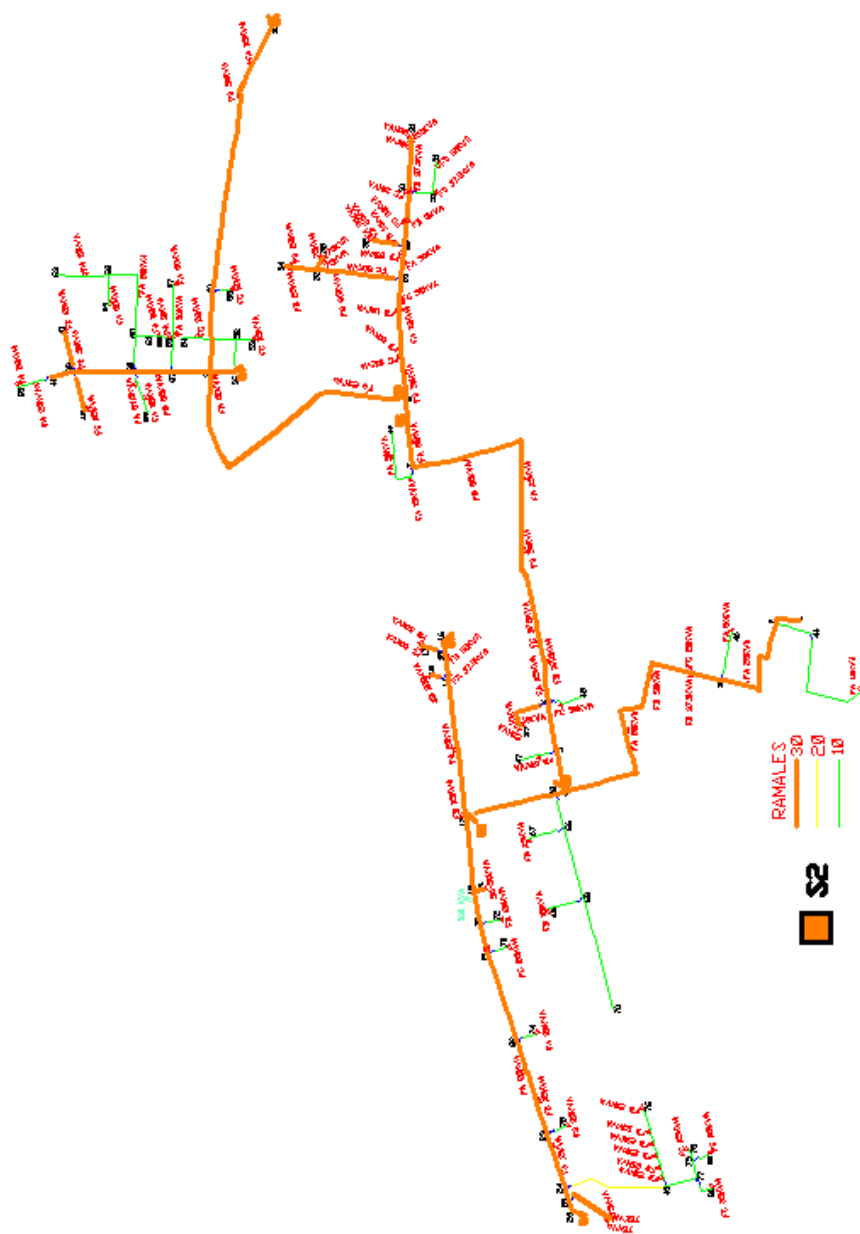


Figura 2.4 Diagrama unifilar de Alimentadora S2

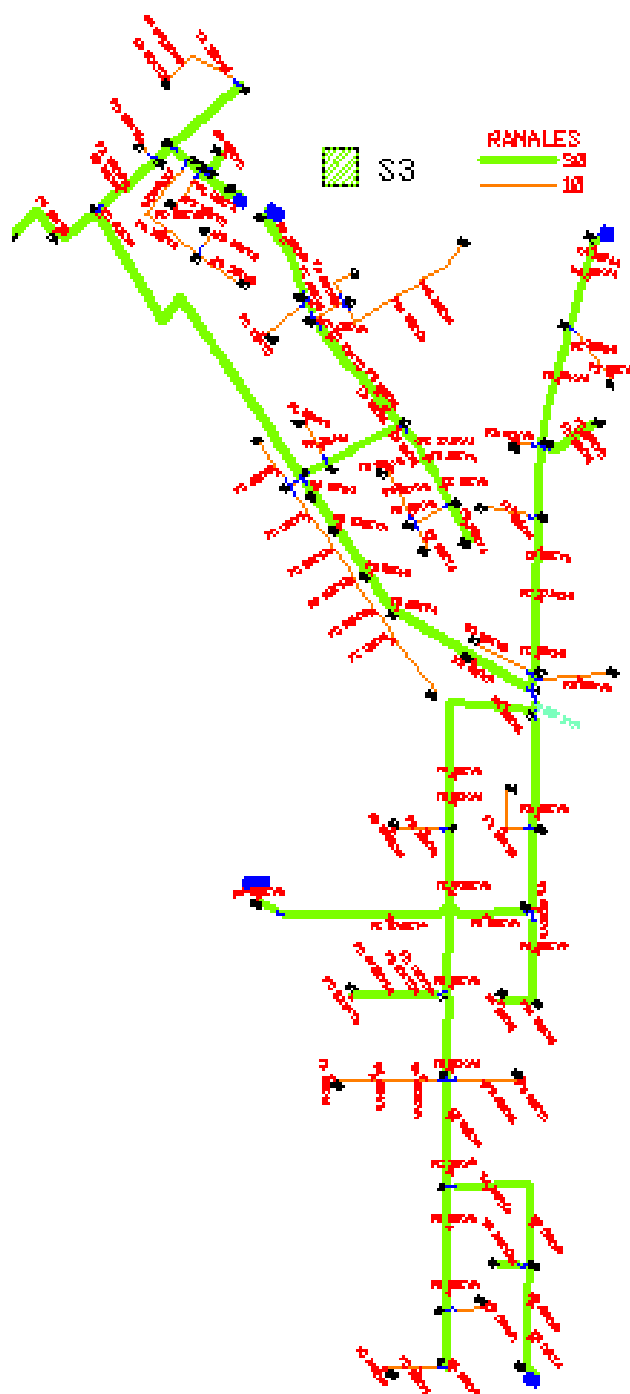


Figura 2.5 Diagrama unifilar de Alimentadora S3

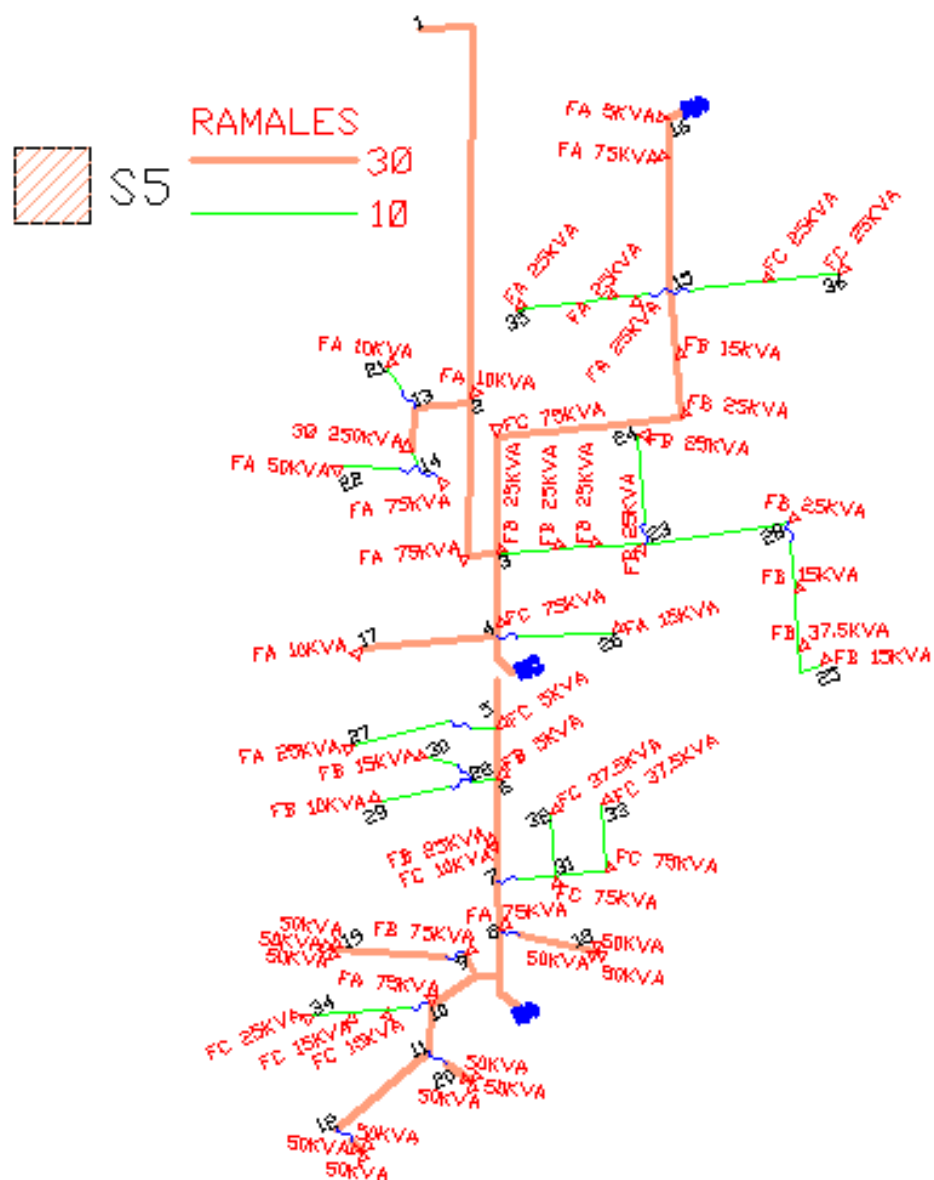


Figura 2.6 Diagrama unifilar de Alimentadora S5

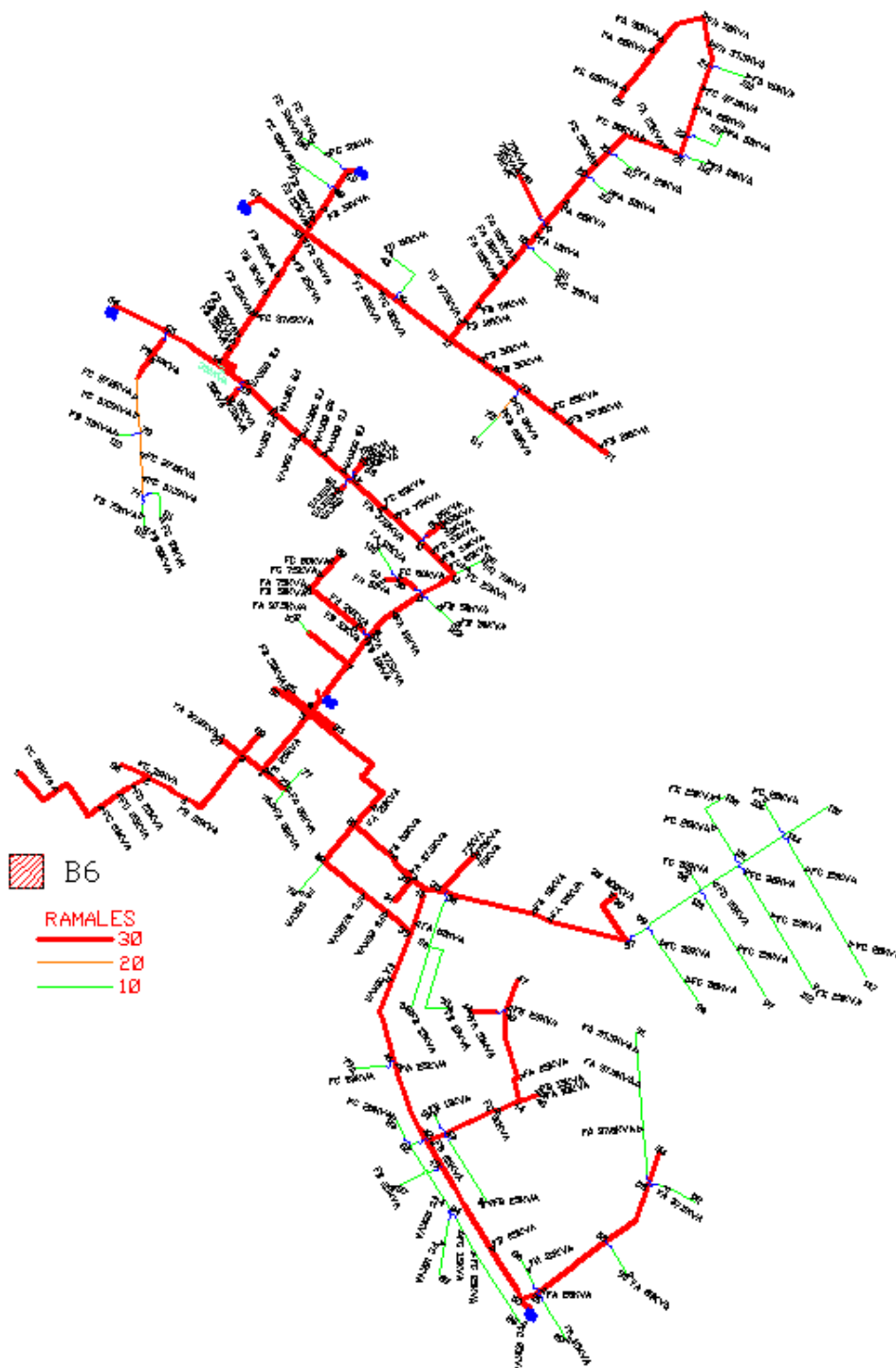


Figura 2.7 Diagrama unifilar de Alimentadora B6

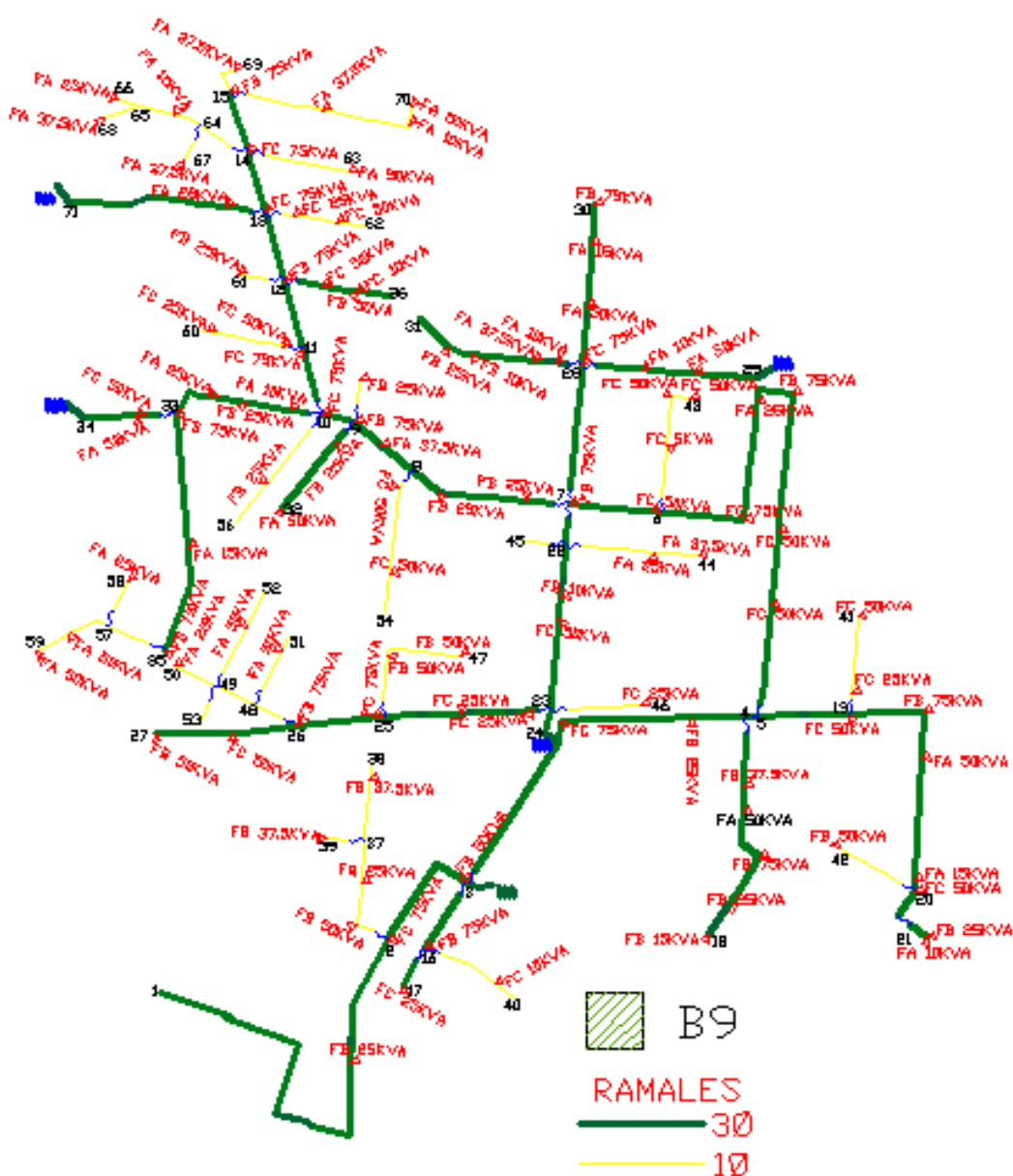


Figura 2.8 Diagrama unifilar de Alimentadora B9

2.3.1 Capacidad térmica de los conductores de las Alimentadoras

El efecto del calentamiento del conductor por el flujo de corriente es una de las principales consideraciones en la capacidad de transporte de los conductores aéreos. El calentamiento a relativas temperaturas altas por períodos de tiempo apreciable recuece el metal, lo que reduce su resistencia e incrementa la elongación. El incremento de la temperatura en un conductor depende del balance entre el calor que entra y el calor que sale. La pérdida de calor debido a la conducción metálica de los soportes es despreciable, por lo que es ignorada.

En este estudio, asumimos una temperatura ambiente de 40° C, la temperatura máxima de operación para conductores desnudos tensados está entre 70° C y 80° C. Nosotros asumiremos 75° C para mantener una variación 35° C y facilitar el cálculo. Los factores importantes que afectan la capacidad para una temperatura dada son:

- Velocidad del viento
- Emisividad de la superficie del conductor
- Presión atmosférica (afecta la capacidad con la altura)
- Temperatura ambiente

Se desprecia el calor que entra por efecto del sol.

El límite térmico de los conductores fue determinado usando las curvas presentadas en la referencia [1], en la cual se muestran las curvas de operación de la corriente en función de la temperatura de cada conductor para condiciones sin viento y con viento. Las corrientes máximas permitidas para una variación de 40° C, se muestran a continuación en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Corriente máxima en los conductores con y sin viento

Conductor	Capacidad Térmica (Amperios)	
	Corriente (Amperios) (Sin viento)	Corriente (Amperios) (Con viento 2 pies/s)
ACSR 266,8	295	410
2/0	170	270
1/0	160	240

La referencia [1] presenta las curvas para el factor de corrección debido a la emisividad, relacionando porcentajes de corriente con el diámetro del conductor, consideraremos una emisividad de 0.91 debido a que los conductores de las alimentadoras tienen más de dos años instalados y los factores de corrección son mostrados en la tabla 2.3. En la tabla 2.4, se tienen la capacidad térmica de los conductores de las alimentadoras considerando la presencia o ausencia de sol y viento; siendo el peor de los casos para la degradación la condición sin viento y con sol.

Tabla 2.3 Factor de corrección de emisividad

Conductor	Factor de Corrección	
	(Sin sol)	(Con sol)
ACSR 266,8	1,15	0,95
2/0	1,14	0,97
1/0	1,13	0,98

Tabla 2.4 Capacidad térmica de los conductores

Conductor	Capacidad Térmica (Amperios)			
	(Sin viento y sin sol)	(Sin viento y con sol)	(Con viento y sin sol)	(Con viento y con sol)
ACSR 266,8	339,25	280,25	471,5	389,5
2/0	193,8	164,9	307,8	261,9
1/0	180,8	156,8	271,2	235,2

2.4 Transformadores de Distribución

A lo largo de las alimentadoras se encuentran instalados transformadores aéreos monofásicos desde 5kVA hasta 75kVA y transformadores trifásicos de 50kVA, 250kVA y 300kVA. Estos transformadores utilizan como medio aislante el aceite y son del tipo convencional y autoprotegidos, referencia [2]. Los bancos de transformadores trifásicos están conectados en Δ -Y. El número de transformadores y su capacidad se detalla en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Número de transformadores por su capacidad

Alimentadora	Número de Transformadores y su Capacidad kVA									
	Transformadores Monofásicos							Transformadores trifásicos		
	5	10	15	25	37,5	50	75	50	250	300
S1	0	9	5	26	27	29	1	-	-	1
S2	1	7	3	34	7	28	6	1	1	-
S3	2	11	12	44	11	18	0	1	1	-
S5	2	4	8	15	3	13	11	-	1	-
B6	3	7	11	52	19	64	11	1	-	1
B9	1	9	4	27	10	36	21	-	-	-

2.5 Capacitores y Reguladores de Voltaje

Con el propósito de mejorar la regulación de voltaje en el sistema de distribución, existen varios métodos dependiendo del voltaje que va a ser mejorado, los costos, y la flexibilidad del sistema

2.5.1 Capacitores

La función de un banco de capacitores en las redes de distribución, es de entregar potencia reactiva hacia delante de una alimentadora en el punto en donde es conectado, además con su conexión se puede obtener:

- La reducción de la corriente en atraso.
- El incremento de voltaje en el punto de conexión del capacitor.
- La mejora de la regulación del voltaje
- La reducción de las pérdidas de sistema.

Sin embargo para poder aprovechar al máximo estos efectos es necesario que los capacitores sean conectados en el lugar más apropiado, y que este correctamente dimensionado, con esto evitamos el sobrevoltaje en el sistema durante el período de baja carga.

La tabla 2.6, presenta el número de capacitores, su localización y capacidad. Todos los capacitores del sistema de distribución son fijos, y de acuerdo con los datos proporcionados en subestación Sur la capacidad de los capacitores es 300kVA, referencia [3].

Tabla 2.6 Descripción de Capacitores del Sistema

Nombre de la Alimentadora	Número de Capacitores	Ubicación de C1 en Km.	Ubicación de C2 en Km.	Capacidad instalada en kVA
S1	2	1,9069	3,5626	600
S2	1	2,7451	*	300
S3	1	5,7427	*	300
S5	0	*	*	0
B6	2	0.020	3,3261	600
B9	0	*	*	0

2.5.2 Reguladores de voltaje de Alimentadoras

En las alimentadoras de la subestación Sur no se utilizan reguladores de voltaje empleando capacitores para elevar el voltaje en los puntos ubicados a las distancias expuestas en la tabla 2.6.

2.6 Cargas

La carga total de la subestación Sur está repartida a lo largo de sus seis Alimentadoras, mediante los transformadores de distribución. La Tabla 2.7, muestra las seis Alimentadoras, con una breve descripción de la capacidad, la carga instalada a cada alimentadora y la ubicación aproximada en la zona de concesión.

Tabla 2.7 Datos de las Alimentadoras

Nombre de la Alimentadora	Capacidad instalada en MVA	Carga máxima conectada en MW	Ubicación
S1	3,6465	3,3150	Bellavista
S2	3,7025	3,3320	Pozos Chobo
S3	3,0225	2,7171	Piñas
S5	2,3830	1.9800	UNEMI-Cdla. William Reyes
B6	6,6230	4,6361	Centro
B9	4,5800	4,1667	I. San Martín

En la tabla 2.7, se tiene la carga máxima de cada una de las Alimentadoras, que se presenta entre las 18 y 20 horas del día. Las figuras desde la 2.9 hasta la 2.14 muestran el estado de carga de cada Alimentadora durante un día de actividades normales (miércoles).

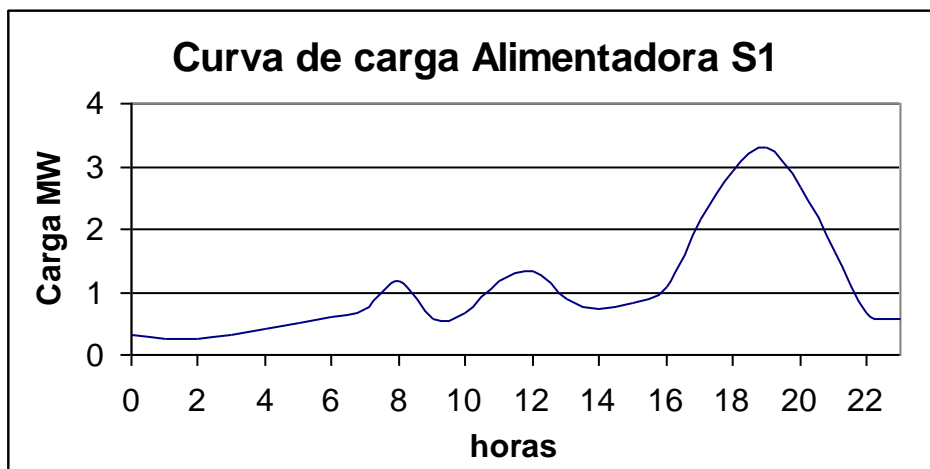


Figura 2.9 Curva de Carga de la alimentadora S1

La figura 2.9 muestra la curva de carga de la alimentadora S1, la cual cubre la ciudadela Bellavista, en este sector no se presenta actividad de tipo industrial ni comercial, únicamente pequeños negocios de comida, por lo que la carga se intensifica en las noches después de la jornada laboral.

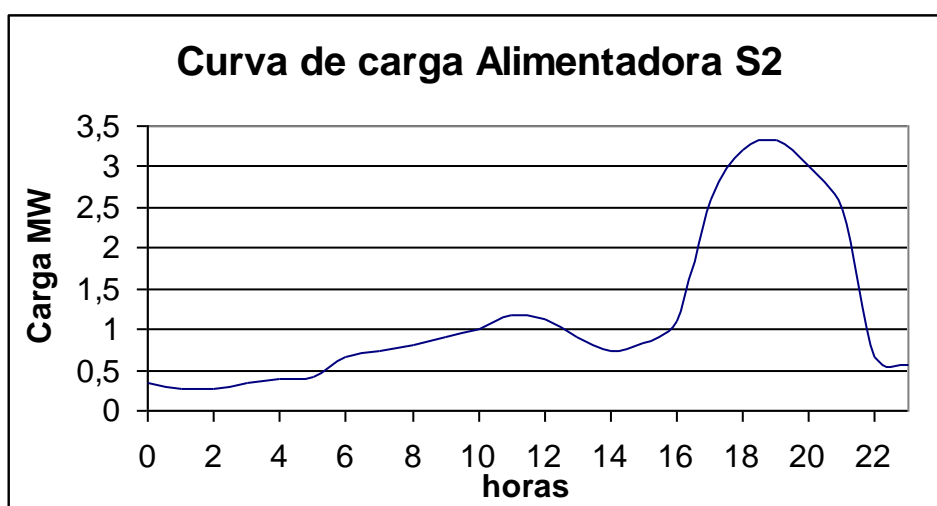


Figura 2.10 Curva de Carga de la alimentadora S2

La figura 2.10 muestra la curva de carga de la alimentadora S2, y esta cubre un sector rural llamado El Chobo perteneciente al cantón Yaguachi.

La figura 2.11 muestra la curva de carga de la alimentadora S3, esta posee solamente carga residencial.

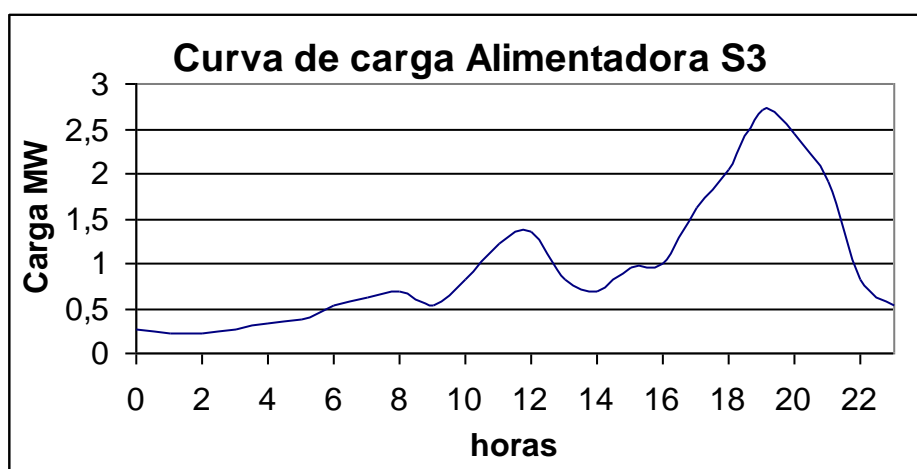


Figura 2.11 Curva de Carga de la alimentadora S3

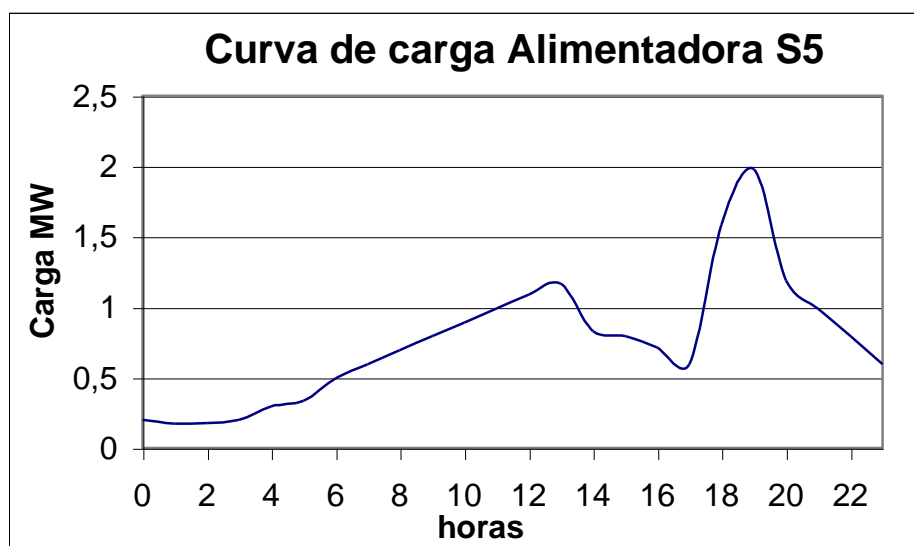


Figura 2.12 Curva de Carga de la alimentadora S5

La figura 2.12 presenta la curva de carga de la alimentadora S5, esta cubre la zona de la universidad de Milagro y la ciudadela William Reyes, además de pequeñas invasiones ubicadas a los alrededores, invasiones que aún no poseen medidores ni una instalación adecuada del servicio de electricidad, es considerada Urbana con una parte Rural.

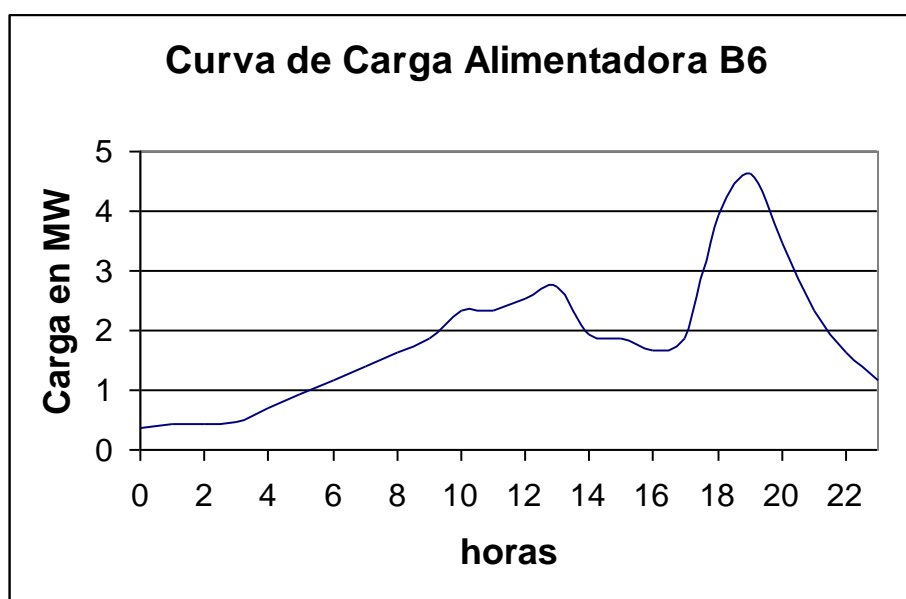


Figura 2.13 Curva de Carga de la Alimentadora B6

La figura 2.13 muestra la curva de carga de la alimentadora B6, la cual cubre parte del centro de Milagro, este sector presenta actividad comercial, como almacenes de ventas de electrodomésticos y boutiques.

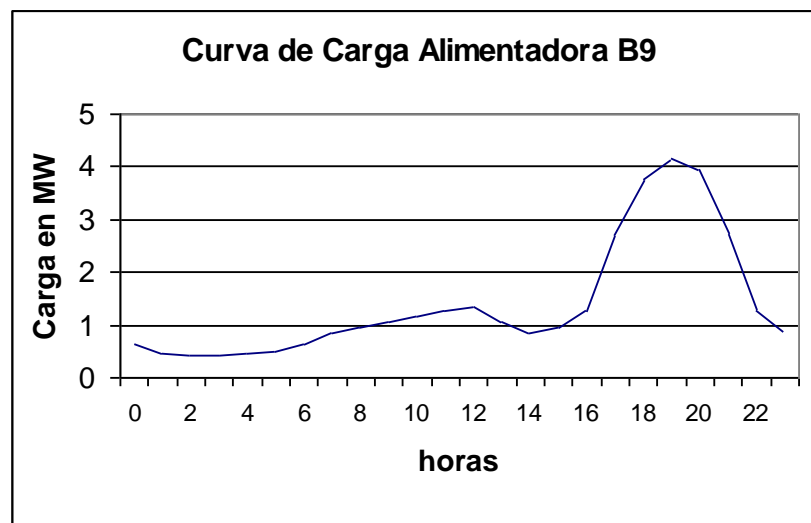


Figura 2.14 Curva de Carga de la Alimentadora B9

La figura 2.14 presenta la curva de carga de la alimentadora B9, la cual cubre parte del centro de milagro hasta la iglesia San Martín, ubicada cerca de ciudadela del Ingenio Valdez.

CAPÍTULO 3

3 ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL

En este capítulo se analiza el funcionamiento de la Subestación Sur, mediante métodos que permiten obtener información sobre el estado actual de la subestación. Además, se estudia y analiza la confiabilidad de la subestación tomando en consideración las estadísticas de fallas de los años 1999 hasta 2006 [Anexo 2], datos que proporcionó el Departamento de Operaciones de la EEMCA.

3.1 Cálculo de Voltaje

El cálculo del voltaje nos da a conocer las condiciones de sobre y bajo voltaje a lo largo de las Alimentadoras. Los puntos en los que se realizó el cálculo de voltaje y de caída de voltaje son todos aquellos de donde nace una ramificación de cada alimentadora.

Para que el Distribuidor en el punto de medición no cumpla con el nivel de voltaje establecido por la regulación del CONELEC, debe darse que durante el 5% o más del período de medición (7 días continuos) se tenga una variación de la magnitud del voltaje mayor a la permitida, la cual depende de la zona (Rural o Urbana) y de los niveles de voltajes nominales del Sistema, ver tabla 3.1.

Tabla 3.1 Variaciones de Voltajes permitidas por el CONELEC

Alto Voltaje	+/- 5,0%
Medio Voltaje	+/- 8,0%
Bajo Voltaje Urbano	+/- 8,0%
Bajo Voltaje Rural	+/- 10,0%

Para el caso del primario del sistema de distribución de la subestación Sur, la variación máxima en la magnitud de voltaje nominal, 13.2kV, es de $\pm 8,0\%$. De esta forma se controla que el voltaje se encuentre en el rango (0.9 a 1.08) p.u., o que no exceda los 14.26kV, ni esté por debajo de 12.14kV por un período de tiempo mayor al establecido por el CONELEC.

La tabla 3.2, muestra el promedio de voltaje de lunes a viernes, y el del fin de semana. La tabla 3.3, tomando como base el voltaje nominal, 13.2kV, muestra el promedio de voltajes diarios en por unidad, que se registraron en

una semana de operación normal de la subestación Sur, los mismo que están dentro del rango de variaciones establecido por el CONELEC en el 100% del período de medición. Los voltajes tanto máximo como mínimo registrados a lo largo de la semana fueron de 14.4kV y 13.7kV respectivamente. Lo cual indica que referente a niveles de voltaje, el distribuidor está cumpliendo con lo establecido en la regulación.

Tabla 3.2 Promedio de los voltajes de la Subestación

	p.u.	kV
Lunes- Viernes	1,0655	14,0641
Sábado- Domingo	1,0582	13,9682

Tabla 3.3 Promedio de Voltajes diarios en la Subestación en p.u.

Día	Voltaje de Operación
Lunes	1,0641
Martes	1,0651
Miércoles	1,0659
Jueves	1,0653
Viernes	1,0669
Sábado	1,0583
Domingo	1,0581

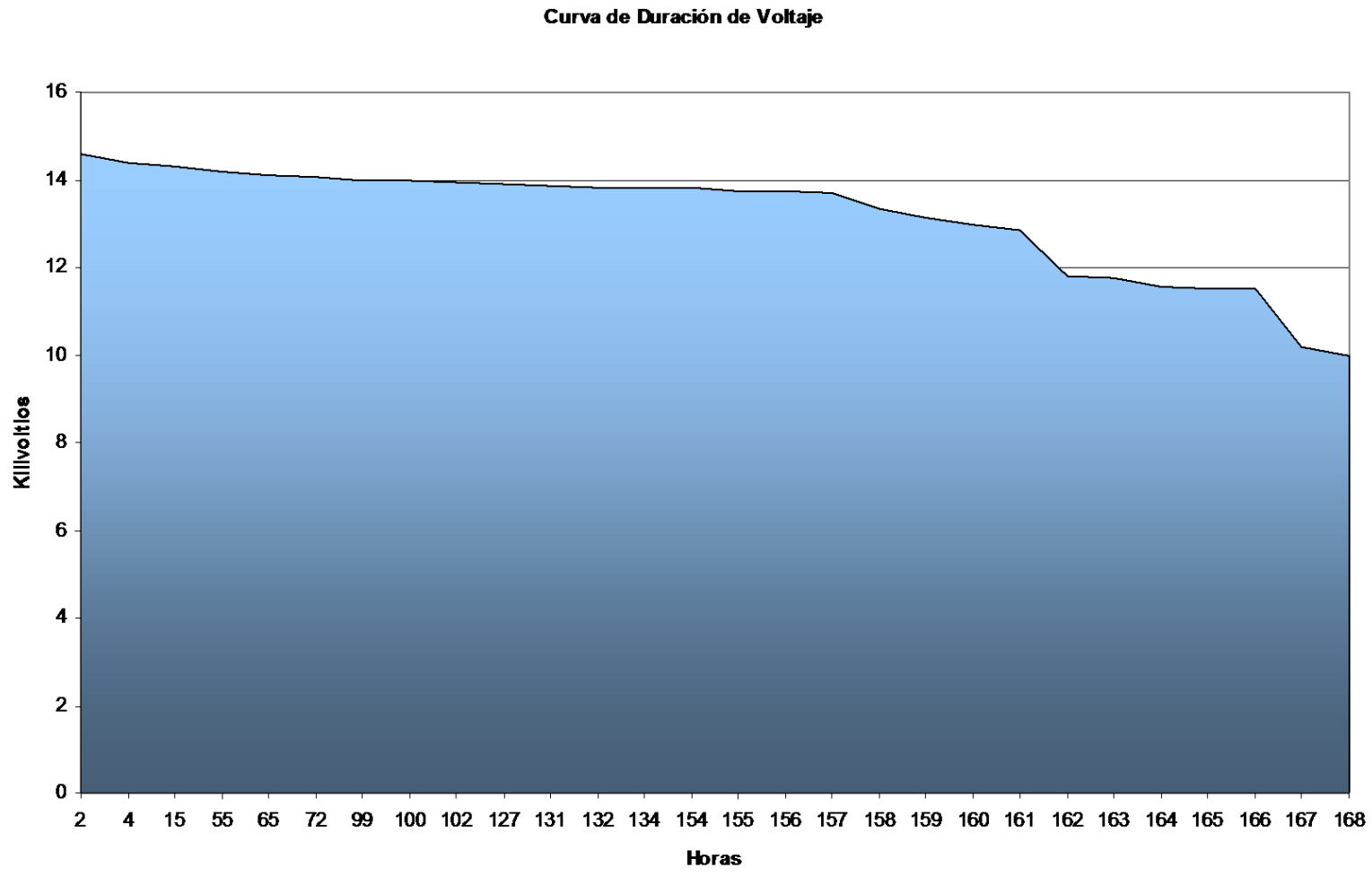


Figura 3.1 Curva de Duración de Voltaje

La figura 3.1, muestra la Curva de Duración de Voltaje de la subestación Sur, los datos de voltaje fueron medidos durante un periodo de 7 días continuos del mes de octubre del 2006. La tabla No.1 del anexo 3 presenta el voltaje en kV., % de voltaje nominal, tiempo de duración de voltaje en horas y % del tiempo de duración que se dieron en el periodo de medición mencionado.

La variación de voltaje admitido con respecto al valor nominal es de $\pm 8\%$ durante 5% del periodo de medición de 7 días continuos para nivel de medio voltaje, según lo señala la regulación No. CONELEC – 004/01 de la calidad de Servicio Eléctrico de Distribución, por lo tanto la subestación Sur cumple con lo estipulado en dicha regulación, ya que excede 14.26kV, 8% mas del nominal durante un 1.68% del periodo de medición; y se encuentra por debajo de 12.14KV., 8% menos del voltaje nominal durante un 2.49%, dando un total del 4.17 % de periodo de medición. Los perfiles de voltaje se muestran en el Anexo 3.

3.2 Balance de las Alimentadoras

En el Reglamento de Calidad de Servicio Eléctrico no se presenta un rango para el desbalance, en este estudio utilizamos un rango de $\pm 10\%$ del promedio de corriente (rango considerado por el departamento de Operaciones de la EEMCA.). La tabla 3.4, muestra las corrientes medidas en cada una de las fases de las alimentadoras y su promedio.

Tabla 3.4 Corriente por fase y promedio en cada Alimentadora

Alimentadora	S1	S2	S3	S5	B6	B9
Fase	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
A	122,4	159,2	88,8	20	162,4	123,2
B	104	173,6	99,2	42,4	200,8	189,6
C	99,2	192,8	114,4	19,2	222,4	202,4
Promedio	108,53	175,20	100,80	27,20	195,20	171,73

Considerando un rango de $\pm 10\%$, tenemos que: la alimentadora S1 esta varia en un $\pm 10.9A$, la S2 en un $\pm 17.5A$, la alimentadora S3 en un $\pm 10.1A$, la alimentadora S5 en un $\pm 2.7A$, la alimentadora B6 $\pm 19.5A$ y la alimentadora B9 en un $\pm 17.2A$.

Tabla 3.5 Porcentaje de desbalance por fase en las alimentadoras

Alimentadora	S1	S2	S3	S5	B6	B9
Fase	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
A	12,9	-9,1	-11,9	-26,5	-16,8	-28,3
B	-4,2	-0,9	-1,6	55,9	2,9	10,4
C	-8,6	10,1	13,5	-29,4	13,9	17,9

La tabla 3.5 presenta los porcentajes de desbalance de las fases de las alimentadoras de acuerdo a los valores de la tabla 3.4, la alimentadora S1 presenta un desbalance de 2.9% en la fase A, la alimentadora S2 de 0.05% en la fase B, la alimentadora S3 de -1.9% en la fase A y 3.5% en la fase C, la alimentadora S5 de -16.5% en la fase A, 45.9% en la B y -19.4% en la fase C, y por último la alimentadora B9 de -18.3% en la fase A, 0.4% en la

fase B y 7.9% en la fase C. Para calcular el factor de utilización de las alimentadoras, comparamos las corrientes durante condiciones de máxima y mínima carga con las corrientes del límite térmico de los conductores de las alimentadoras. La tabla 3.6 muestra el factor de utilización en porcentajes de cada una de las fases de las alimentadoras, para condiciones de máxima carga, mientras que la tabla 3.7 para condiciones de mínima carga.

Tabla 3.6 Factor de Utilización de las alimentadoras para máx. Carga

Factor de Utilización de las alimentadoras para máxima carga												
	S1		S2		S3		S5		B6		B9	
Fase	(A)	(%)	(A)	(%)	(A)	(%)	(A)	(%)	(A)	(%)	(A)	(%)
A	122,4	43,7	159,2	56,8	88,8	31,7	20	7,14	162,4	58	123,2	44
B	104	37,1	173,6	61,9	99,2	35,4	42,4	15,1	200,8	71,7	189,6	67,7
C	99,2	35,4	192,8	68,8	114,4	40,8	19,2	6,9	222,4	79,4	202,4	72,2

Tabla 3.7 Factor de Utilización de las alimentadoras para mín. Carga

Factor de Utilización de las alimentadoras para mínima carga												
	S1		S2		S3		S5		B6		B9	
Fase	(A)	(%)	(A)	(%)	(A)	(%)	(A)	(%)	(A)	(%)	(A)	(%)
A	46,4	16,6	107,2	38,3	40	14,3	8	2,9	86,4	30,8	81,6	29,1
B	40	14,3	112	40	49,6	17,7	17,6	6,3	96	34,3	84	30
C	39,2	14	124	44,3	54,4	19,4	6,4	2,3	69,6	24,8	76,8	27,4

Al comparar estas corrientes con las corrientes del límite térmico para condiciones climáticas sin viento y con sol obtenemos el factor de utilización de las alimentadoras.

Para condiciones de máxima carga la alimentadora B6 presenta el mayor factor de utilización en la fase C, 79.4%, y la alimentadora S5 presenta el

menor factor de utilización también en la fase C, 6.9%. Para condiciones de mínima carga la alimentadora S2 presenta el mayor factor de utilización en la fase C, 44.3%, y la alimentadora S5 presenta el menor factor de utilización también en la fase C, 2.3%. Los valores de los factores de utilización de los transformadores de distribución de las alimentadoras tanto para máxima como para mínima carga son mostrados en el anexo 13.

Durante máxima y mínima carga respectivamente, los transformadores de la alimentadora S1 operan en un rango del 70-80% y 20-30% de su capacidad; los transformadores en la alimentadora S2 operan en un rango del 90-140% y 60-90% de su capacidad; los transformadores de la alimentadora S3 operan en un rango del 60-85% y 30-50% de su capacidad; los transformadores de la alimentadora S5 operan en un rango del 10-51% y 7-25% de su capacidad; los transformadores de la alimentadora B6 operan en un rango del 60-80% y 30-35% de su capacidad; y los transformadores de la alimentadora B9 operan en un rango del 80-95% y 35-51% de su capacidad.

Con el propósito de analizar que tan cargadas están las alimentadoras, una respecto a la otra, llamaremos densidad de carga, al factor que relaciona la carga instalada en MVA con los Kilómetros de ramales trifásicos de cada una de alimentadoras. La densidad de carga, suele ser puesta en términos de kVA por 1000 pies, o kVA por millas cuadradas. Sin embargo, al no disponer

del área de cobertura de cada una de las alimentadoras, sino solo de la distancia de cada ramal trifásico, se limitó el cálculo de la densidad a los kilómetros que posee cada una de las alimentadoras.

La tabla 3.8, muestra las densidades de carga, las mismas que ayudan a diferenciar las zonas urbanas de las zonas rurales, debido a que mientras más alto sea la densidad, se tiene mayor concentración de consumidores en una determinada zona, cabe resaltar que la alimentadora S5, a pesar de ser tipo Rural/ Urbano, suministra energía a la universidad de Milagro, que esta localizada muy cerca a la subestación Sur; por esta razón se obtiene una densidad de 0,31MVA/ km, que es la más alta de todas.

Tabla 3.8 Densidad de Carga de las Alimentadoras

Nombre de la Alimentadora	Densidad MVA/ Km.
S1	0,16
S2	0,11
S3	0,08
S5	0,31
B6	0,14
B9	0,14

Esta información puede ser utilizada cuando se necesite liberar carga, o en el caso de reparaciones, ya que se puede dar preferencias a zonas con mayor densidad de carga, afectando a la menor cantidad de usuarios.

3.3 Sistema de Protección

Para el mejor funcionamiento de un sistema de distribución se deben de tomar en cuenta muchos factores entre estos económicos, ambientales, y técnicos. Un buen diseño de un sistema de protecciones deberá tener una adecuada operación de las protecciones durante las diferentes perturbaciones a las que este pueda ser expuesto, entre estas perturbaciones se puede tener las fallas de línea, sobrecargas del sistema, y fallas de equipos, además de las descargas atmosféricas y las interferencias de humanos y animales.

Para el diseño es importante conocer el comportamiento de las posibles corrientes para poder seleccionar y calibrar adecuadamente los equipos de protección de sobrecorriente del sistema de distribución

La subestación Sur dispone de relés electromecánicos y relés electrónicos para proteger las alimentadoras contra sobrecorrientes. La parte de barras a 69kV esta protegida por relés electromecánicos marca Westinghouse las

barras a 13.8kV y alimentadoras del transformador Yorkshire están protegidas por relés electromecánicos marca Reyrolle; las barras a 13.8kV, y alimentadoras del transformador Mitsubishi están protegidas por relés electrónicos ABB SPAA 341 C, referencia [4], y ABB SPAJ 140 C, referencia [5], respectivamente.

El relé SPAJ 140 C es un relé de protección de sobrecorriente y de falla a tierra, para la protección de cortocircuito y de falla a tierra en líneas radiales en sistemas eléctricos puestos a tierra sin resistencia, a través de una resistencia o a través de una impedancia. El relé incluye una unidad de protección contra falla del interruptor automático. Los ajustes de los relés de protección son mostrados en el anexo 14. La EEMCA, no posee los catálogos o manuales de los relés de protección de las barras de 69kV.

Básicamente en la subestación Sur, se dispone de los interruptores de potencia para proteger a los transformadores de poder, relés, interruptores y fusibles que protegen a los ramales monofásicos y trifásicos de las alimentadoras. Se dispone de interruptor de potencia Mitsubishi [6], para el lado de 69kV del transformador de poder de la misma marca; y otro South Wales switchgear, del cual no se tiene datos, para el lado de 69kV del transformador de poder Yorkshire. Para el lado de 13.8kV, se tienen interruptores marca Mitsubishi tipo VPR modelo C, referencia [7].

3.3.1 Fusibles

En la subestación Sur se utilizan cajas porta fusibles de 15kV de 100/200A con una capacidad de interrupción de 8.0KA simétricos y 12.0KA asimétricos.

La subestación no tiene información exacta y completa de las clases de todas las tiras fusibles del sistema, posee información solo de aquellas que están ubicadas en las troncales trifásicas, tienen tiras fusibles de 200K, 140K y 100K en la alimentadora S1, 40K y 25K luego de un reconector de la alimentadora S2, 50K en la alimentadora S3, 200K, 140K y 50K en la alimentadora B6, 50K en la alimentadora B9, la alimentadora S5 no posee fusibles en su troncal trifásica, la tabla 3.9 muestra la cantidad de fusibles en cada alimentadora.

Tabla 3.9 Número de fusibles en cada Alimentadora

Nombre de la Alimentadora	Número de Fusibles
S1	47
S2	40
S3	80
S5	17
B6	56
B9	76

3.3.2 Seccionadores

Los Seccionadores que están instalados en las alimentadoras de la Subestación Sur son switch sumergidos en aceite, de la marca Cooper Power con especificaciones de 15KV, 200A de operación normal y capacidad de interrupción de 1.6KA.

3.4 Cargas/ Consumidores

En la tabla 2.7, se muestran las cargas y la zona donde está localizada cada alimentadora. Mientras que la tabla 3.10 indica el tipo de Alimentadora de acuerdo a la población de la zona que esta cubre y la clase de tarifa de la mayor parte de los abonados. La tabla 3.11 nos indica el número de abonados por alimentadoras.

Tabla 3.10 Tipo de consumidores por Alimentadora.

Alimentadora	Tipo	Tarifa
S1	Urbana	Residencial
S2	Urbana/ Rural	Residencial/ Servicios
S3	Urbana	Residencial/ Servicios
S5	Urbana/ Rural	Servicios/ Residencial
B6	Urbana	Residencial/ Comercial
B9	Urbana	Comercial

Tabla 3.11 Consumidores por Alimentadora

Nombre de la Alimentadora	Consumidores	Ubicación	Carga conectada en MVA
S1	2000	Bellavista	3.3150
S2	2500	Pozos Chobo	3.3320
S3	2500	Piñas	2.7171
S5	600	Universidad	1.9800
B6	9456	Centro	4,6361
B9	4735	I. San Martín	4.1667

3.5 Información Estadística de las Interrupciones.

Acorde al CONELEC una interrupción es el corte parcial o total del suministro de electricidad a los consumidores del área de concesión del Distribuidor.

De las estadísticas de fallas desde 1999 hasta 2006 de las Alimentadoras de la subestación Sur, se obtuvo información para establecer el comportamiento de este sistema eléctrico, y de los problemas que suelen presentarse en el mismo y que afectan la prestación del servicio eléctrico de distribución.

Las interrupciones presentadas en las estadísticas de fallas, anexo 2, se produjeron debido a la falla o accionamiento de alguno de los siguientes componentes:

- Líneas, postes, aisladores.
- Transformadores de distribución, capacitores, switches.
- Fusibles, pararrayos

Las interrupciones externas al Sistema de Distribución, tales como las producidas en Sistema Nacional Interconectado, mantenimientos, baja frecuencia, otro distribuidor, restricción de carga, y ampliaciones de las alimentadoras, no son consideradas en el análisis de interrupciones de la subestación Sur.

La información relacionada con cada una de las interrupciones que ocurren en las alimentadoras de la Subestación Sur, debe tener interrelación con las bases de datos, de tal manera que permita identificar las causas y a todos los consumidores afectados por cada interrupción que ocurra en el sistema eléctrico, con la finalidad de prestar el servicio eléctrico a los Consumidores ubicados en su zona de Concesión, dentro de los niveles de calidad establecidos, en virtud de lo que señala la ley de Régimen del Sector Eléctrico.

Para observar el comportamiento de las interrupciones de suministro eléctrico basados en la Calidad de Servicio Técnico, se toman en cuenta:

- La frecuencia de la interrupción
- La duración de la interrupción.
- Energía no suplida durante las interrupciones
- Consumidores afectados durante la interrupción.

La tabla 3.12 nos indica las diferentes causas de fallas en cada una de las alimentadoras.

Tabla 3.12 Tipo de Fallas en Alimentadoras

Tipo de Fallas	Alimentadoras					
	S1	S2	S3	S5	B6	B9
Puente Volado	1	0	0	1	2	3
Fallas	3	3	5	3	11	7
Línea Arrancada	3	4	0	0	4	6
Por gallinazos	1	0	0	0	1	1
Falla trafo. distribución	1	0	0	0	0	0
Descargas atmosféricas	0	0	0	0	1	0
Cometas	0	7	0	0	1	4
Falla en Poste	0	2	3	1	3	3
Falla por árbol	0	2	1	0	2	2
Objetos (Otros)	0	0	0	1	2	1
Aisladores Fallados	0	3	0	0	6	5

3.5.1 Frecuencia de las Interrupciones

La alimentadora S5 está en servicio desde el 2005, y la alimentadora S2 desde el 2002; por tal motivo no existen estadísticas de fallas de estas

alimentadoras para los años de 1999 al 2004 para la alimentadora S5, ni para 1999 al 2001 para la alimentadora S2.

La figura 3.2 muestra el número de fallas que se han producido en cada una de las alimentadoras de la Subestación Sur, en los últimos ocho años, durante los cuales se han registrado un total de 123 interrupciones. Las alimentadoras con mayor número de interrupciones son S2, B6, y B9.

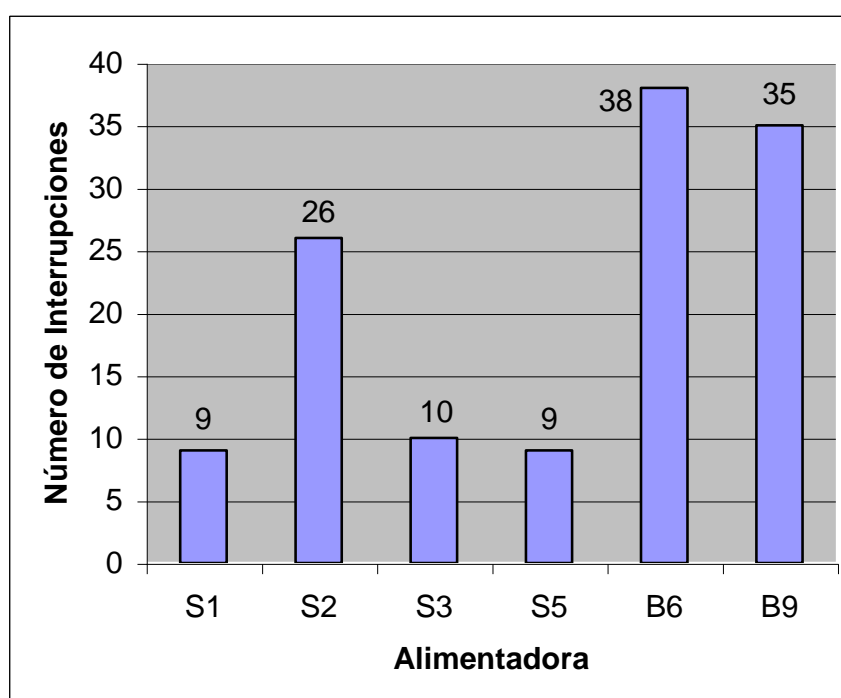


Figura 3.2 Número de Interrupciones por Alim. Durante 8 años

En la figura 3.3 se observa como han ido evolucionando las interrupciones del servicio eléctrico en la Subestación Sur. En la gráfica se puede observar una disminución para el año 2005, en el cual se registro la menor cantidad de

interrupciones, y muy probablemente se debe a un error en el registro de las mismas.

Como podemos observar la frecuencia de las interrupciones ha disminuido en los últimos años. En el año 2004, la alimentadora S2 pasó de 6 a 13 interrupciones, debido principalmente a cometas que se enredaron en las líneas de distribución.

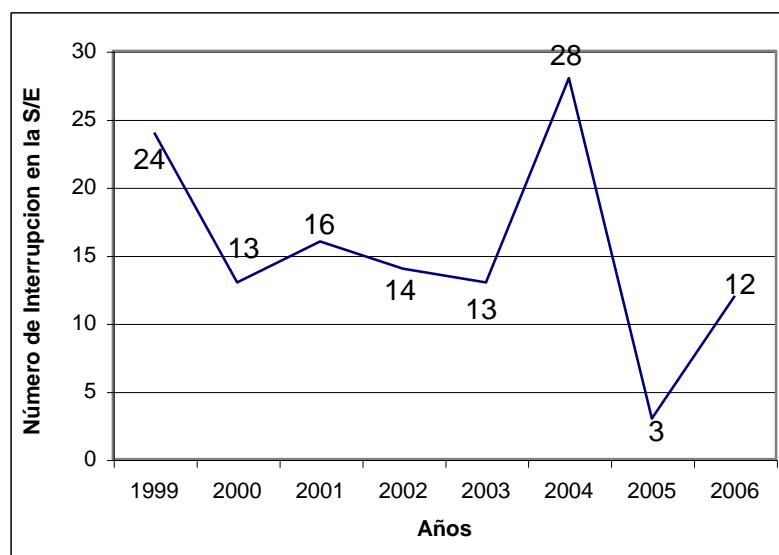


Figura 3.3 Evolución de las Interrupciones en la Subestación Sur

3.5.2 Duración de las Interrupciones

Acorde a la regulación del CONELEC, referente a la calidad del servicio eléctrico de distribución, las interrupciones por su duración pueden ser:

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

Basado en esto, las interrupciones que se han producido en la subestación Sur, con duración mayor a tres minutos, son consideradas como largas. Los espacios en blanco corresponden a períodos en los cuales aun no existían las alimentadoras, y los ceros se deben a falta de registros por parte del Distribuidor.

Se puede observar que la suma de la duración de las interrupciones en las alimentadoras S2 y B9 son las mayores, representando el 64.01% del tiempo total de las interrupciones; la alimentadora B6, representa el 19.07% mientras que el resto de alimentadoras no exceden 7% del tiempo total. En la figura 3.4, se tiene el comportamiento de la duración de las interrupciones anual para los últimos ocho años.

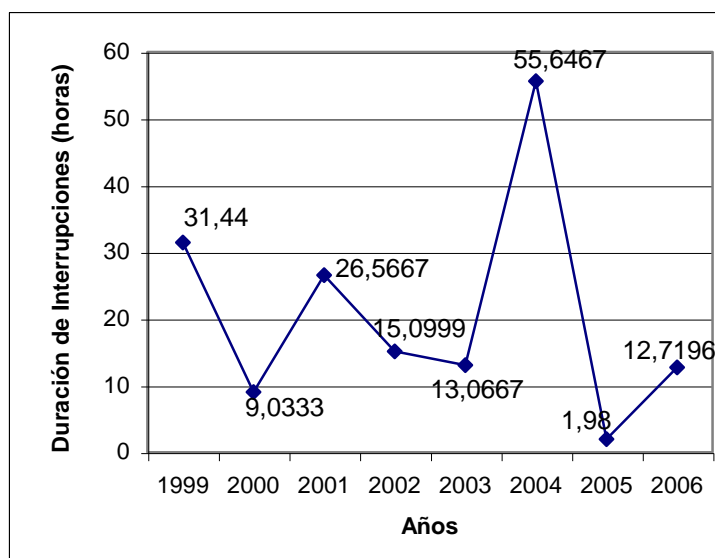


Figura 3.4 Variación de la duración de las Interrupciones

La figura 3.5 muestra las horas de interrupción por año de cada alimentadora.

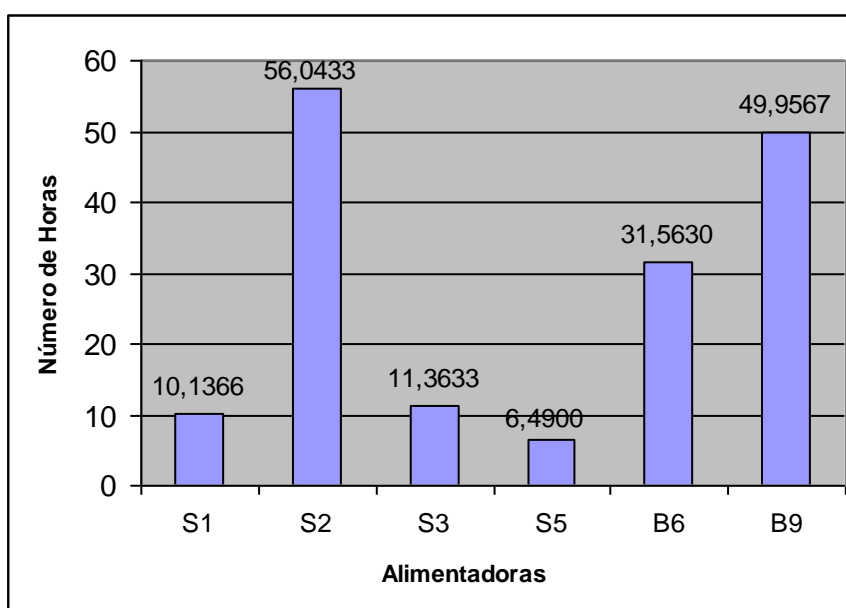


Figura 3.5 Duración de Interrupciones por año en cada Alimentadora

3.5.3 Energía no entregada y consumidores no servidos durante las interrupciones.

Las tablas 3.13 y 3.14 fueron facilitadas por el departamento de operaciones de la EEMCA, dichas tablas dan a conocer el valor de energía no suplida y consumidores sin servicio desde el año 1999 hasta el 2006.

Tabla 3.13 Energía Anual No Suplida debido a las Interrupciones

Energía Anual No Suplida en cada Alimentadora (MW)						
Año	S1	S2	S3	S5	B6	B9
1999	0,240	-	0,000	-	1,600	2,540
2000	0,190	-	2,717	-	3,080	2,950
2001	0,000	-	2,600	-	3,375	2,240
2002	2,950	1,880	0,000	-	3,500	2,396
2003	0,000	2,737	1,560	-	3,200	3,395
2004	1,875	2,070	1,265	-	2,816	2,350
2005	0,000	2,190	2,600	0,630	0,000	0,000
2006	1,015	1,560	1,250	1,570	4,636	2,940

Tabla 3.14 Consumidores sin Servicio Eléctrico al Año por Alimentadora

Consumidores sin Servicio Eléctrico por Año para cada Alimentadora						
Año	S1	S2	S3	S5	B6	B9
1999	145	-	0	-	3264	2885
2000	115	-	2500	-	6282	3353
2001	0	-	2393	-	6884	2549
2002	1780	1411	0	-	7139	2723
2003	0	2054	1436	-	6527	3858
2004	1132	1554	1164	-	5744	2668
2005	0	1644	2393	190	0	0
2006	613	1170	1150	474	9456	3340

3.6 Evaluación de la Confiabilidad

Se puede definir a la calidad de la energía como la ausencia de interrupciones, sobretensiones y deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje RMS suministrado al usuario; esto referido a la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico. Para su obtención es necesario mantener una atención continua, lo cual ha

aumentado en los últimos años debido al incremento de las cargas sensibles en los diferentes sistemas.

Las tasas de falla y tiempos de recuperación basados en experiencias operacionales para componentes de un sistema de distribución nos permiten establecer que tan confiable es el sistema. Al incorporar consideraciones de confiabilidad en los diseños de sistemas de distribución y en las posibles expansiones, operaciones y mantenimientos, el funcionamiento del sistema mejorará.

Para el análisis de tasas fallas consideramos tres, que son: la línea o conductor (circuito trifásico, de dos fases y monofásico), transformadores y fusibles. Las tasas de fallas de las líneas están relacionadas con la longitud del conductor de la alimentadora. Los valores de tasas de fallas de los transformadores y fusibles, nos dan a conocer el número de fallas producidas para periodos de un trimestre, semestre o año en los transformadores y fusibles instalados en la alimentadora. La tabla 3.15, nos muestra las tasas de fallas y tiempo de reparación de las troncales y ramales de cada Alimentadoras, y la tabla 3.16 las tasas de falla de los transformadores y fusibles, instalados en estas. Para mayores detalles ir al anexo 2.

Con la finalidad de medir la calidad del servicio que se entrega a los usuarios se han establecido varios índices orientados tanto a la carga como al consumidor, y están relacionados con la frecuencia y duración de las interrupciones que afectan a los usuarios (ANEXO 9):

Tabla 3.15 Tasas de falla y tiempos de reparación

Tasas de falla y tiempos de reparación para las Líneas de las Alimentadoras				
Troncal Principal			Ramal Monofásico	
Alimentador a	Tasa de Falla b (falla/ Km./ año)	Tiempo de reparación (min.)	Tasa de Falla b (falla/ Km./ año)	Tiempo de Reparación (min.)
S1	0,0615	158	0,1267	420
S2	0,3334	1868	0,4175	1495
S3	0,0582	236	0,1297	455
S5	0,2565	25	1,1493	364
B6	0,2113	1330	0,2762	545
B9	0,2311	1368	0,5315	1607

Tabla 3.16 Tasas de fallas de transformadores y fusibles

Año	TASAS DE FALLAS $\hat{\lambda}$ (fallas/ año) para	
	Transformadores	Fusibles
1999	0,0000	0,0000
2000	0,0000	0,0000
2001	0,0021	0,0000
2002	0,0000	0,0000
2003	0,0000	0,0034
2004	0,0000	0,0000
2005	0,0000	0,0000
2006	0,0000	0,0032
Promedio	0,0003	0,0008

3.6.1 Análisis de los índices de Calidad según la Regulación del CONELEC

De acuerdo a lo estipulado por el CONELEC en la regulación No. CONELEC 004/01 de la calidad del Servicio Eléctrico de Distribución, los índices de calidad se calculan para toda la red de distribución (R_d) y para cada alimentador primario de medio voltaje (A_j).

Los valores límites admisibles, para los índices de calidad del servicio técnico aplicables son los presentados en la tabla 3.17.

Tabla 3.17 Límites de los índices de calidad de servicio técnico

Indices	Lim FMIK	Lim TTIK
Red	4.0	8.0
Alimentador Urbano	5.0	10.0
Alimentador Rural	6.0	18.0

Los valores de FMIK y TTIK, para la red de la subestación y las alimentadoras se presentan en la tabla 3.18 y tabla 3.19 respectivamente, los índices fueron calculados considerando los datos de estadísticas de fallas presentados por la empresa [Anexo 2], no se calcularon índices para los años 1999, 2000, 2001, y 2002 porque los datos de estadísticas de fallas de estos años no proporcionan información de carga desconectada durante la

falla. Las letras Rd indican los índices para la red completa, las seis alimentadoras juntas.

Tabla 3.18 Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal instalado

Frecuencia Media de Interrupción por KVA nom. instalado (fallas/ KVA)							
Año	FMIKRd	FMIKS1	FMIKS2	FMIKS3	FMIKS5	FMIKB6	FMIKB9
2003	4,05	-	2,27	0,05	-	0,49	3,06
2004	5,42	1,97	7,25	2,33	-	1,13	3,57
2005	1,7	0,6	3,66	2,58	0,26	-	-
2006	0,73	-	0,98	-	-	1,54	3,05

Tabla 3.19 Tiempo Total de Interrupción por KVA nominal instalado

Tiempo Total de Interrupción por KVA nominal instalado (horas/ KVA)							
Año	TTIKRd	TTIKS1	TTIKS2	TTIKS3	TTIKS5	TTIKB6	TTIKB9
2003	22,44	-	2,91	0,05	-	0,53	1,56
2004	11,67	0,27	14,53	3,33	0	1,62	8,02
2005	1,61	0,17	6,69	1,61	0,11	0	0
2006	0,79	-	0,11	-	-	2	4,06

Los resultados muestran que, en los años 2003 y 2004, la red de la subestación Sur superó los límites de la frecuencia media de interrupción y tiempo total de interrupción, al igual que la alimentadora S2 durante el año 2004, además los índices de mayor valor se presentan en las alimentadoras S2 y B9.

Existen empresas internacionales a diferencia de empresas nacionales que calculan otros índices de confiabilidad los mismos que son mostrados

posteriormente, entre estas está la Oklahoma Corporation Comision (OCC). Los índices de confiabilidad para la subestación Sur en el año 2004, son comparados con los calculados por O.C.C. durante el mismo año [8], esta empresa posee un grupo de 15 empresas y tienen 730 mil usuarios.

- **Índices orientados al Consumidor**

Los índices orientados al consumidor son calculados, para todas las alimentadoras, tomando en consideración las estadísticas de falla del año 2004. Los cálculos se fundamentan en un caso base de estudio, para el cual se calculan: probabilidad de fallas, se estima el tiempo de restauración del servicio y se aplican las fórmulas expuestas anteriormente para los índices de confiabilidad, cálculos que se muestran en el Anexo 4. La figura 3.6 muestra el SAIFI de cada una de las alimentadoras, su promedio es de 3.18 interrupciones/ consumidor-año. El SAIFI más elevado lo presenta la alimentadora S2. La figura 3.7 muestra el SAIDI de cada una de las alimentadoras, y su promedio es de 12.66 Horas/ consumidor-año. El SAIDI más elevado lo presenta la alimentadora S2.

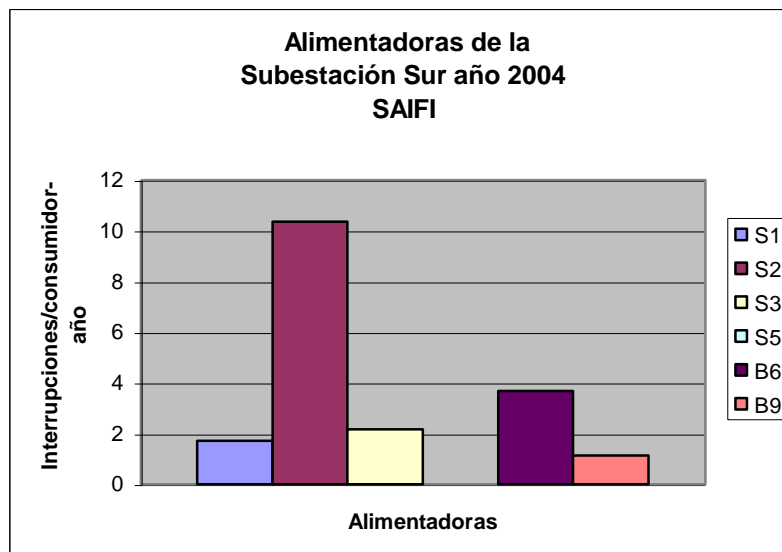


Figura 3.6 SAIFI Alimentadoras de la subestación Sur año 2004

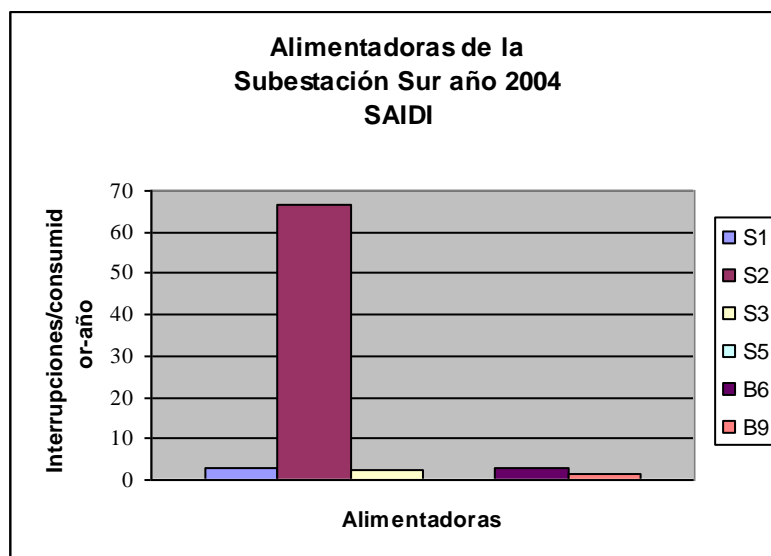


Figura 3.7 SAIDI Alimentadoras de la subestación Sur año 2004

La figura 3.8 muestra el CAIDI de cada una de las alimentadoras, siendo el valor promedio de 1.88 Horas/ consumidor-interrupción. El CAIDI más elevado lo presenta la alimentadora S2.

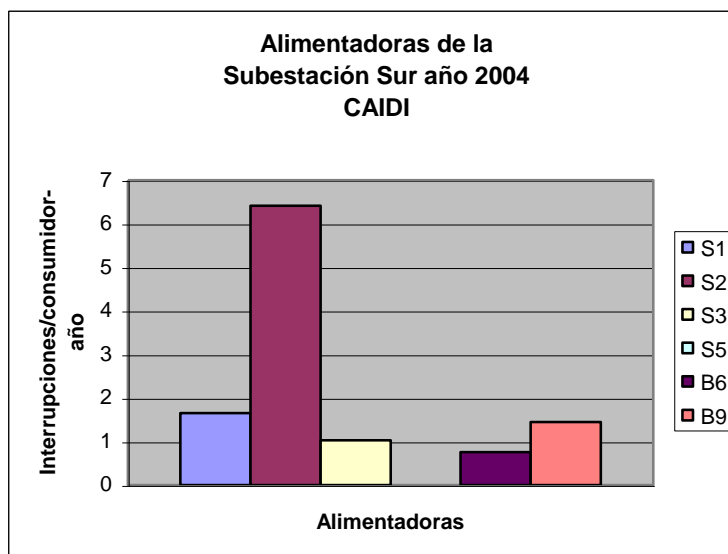


Figura 3.8 CAIDI Alimentadoras de la subestación Sur año 2004

La figura 3.9 muestra el SAIFI de cada una de las empresas de la OCC, resultados que dan un SAIFI promedio de 0.93 interrupciones/ consumidor-año. La Verdigris Valley es la empresa que presenta el SAIFI mas elevado del grupo de la OCC, 3 interrupciones/ consumidor-año. La figura 3.10 muestra el SAIDI de cada una de las empresas de la OCC, resultados que dan un SAIDI promedio de 2.64 Horas/ consumidor-año. La Verdigris Valley es la empresa que presenta el SAIDI mas elevado del grupo de la OCC, 410 minutos/ consumidores-año o 6.83 horas/ consumidor-año.

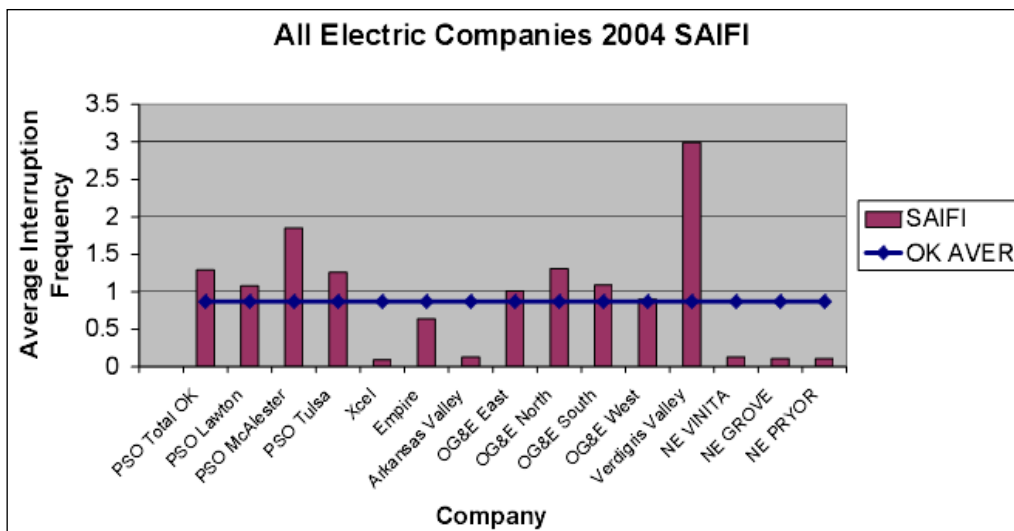


Figura 3.9 SAIFI Año 2004 O.C.C

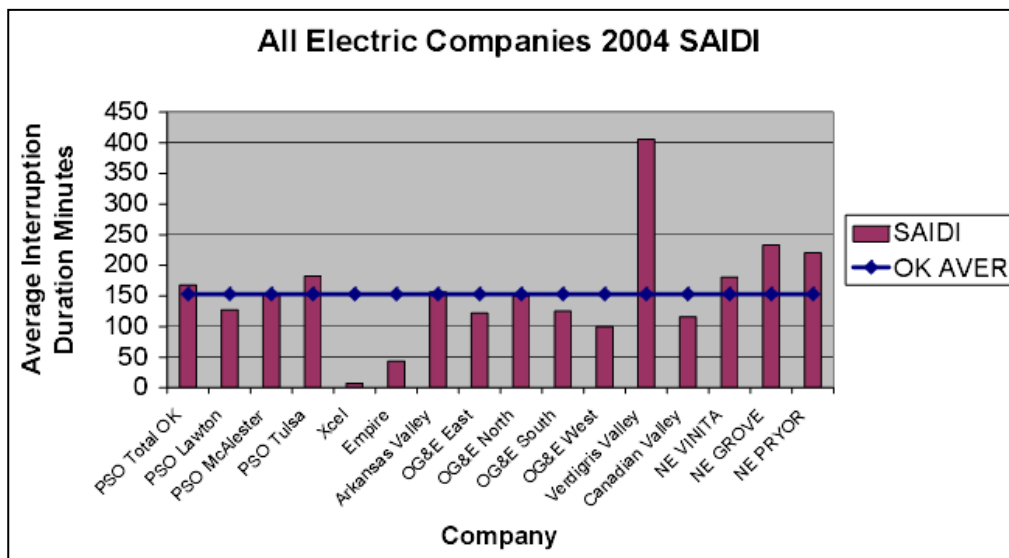


Figura 3.10 SAIDI del año 2004 O.C.C.

La figura 3.11 muestra la comparación de los índices de confiabilidad de la subestación Sur vs. los valores promedios de la OCC.

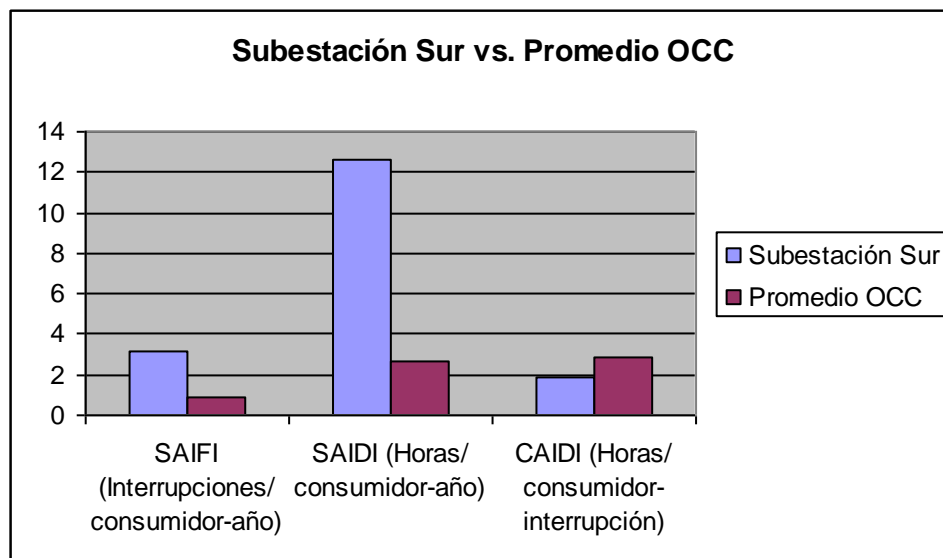


Figura 3.11 Subestación Sur vs. Verdigris Valley.

El CAIDI promedio de la OCC., se calculó dividiendo el SAIDI para el SAIFI, como lo indica su fórmula. Los índices de la subestación sur, SAIFI, SAIDI y CAIDI, superan a los calculados como promedio de la OCC, el SAIFI de la subestación sur es tres veces mayor al valor promedio de la OCC, el SAIDI es cuatro veces más, y el CAIDI es un 25% superior. Índices elevados de confiabilidad indican que el sistema es poco confiable.

- **Índices orientados a la carga**

Estos índices consideran, la carga promedio o energía total demandada en un cierto periodo de interés, mostrando un panorama aproximado de

insatisfacción por corte de carga además de la energía no suplida. No se comparó este tipo de índices de la subestación Sur con los de la OCC porque esta última no presenta estos valores dentro de su estudio de confiabilidad. Los cálculos detallados se muestran en el Anexo 4. La figura 3.12 muestra la energía no suplida por alimentadoras, y la 3.13 el índice de corte de carga.

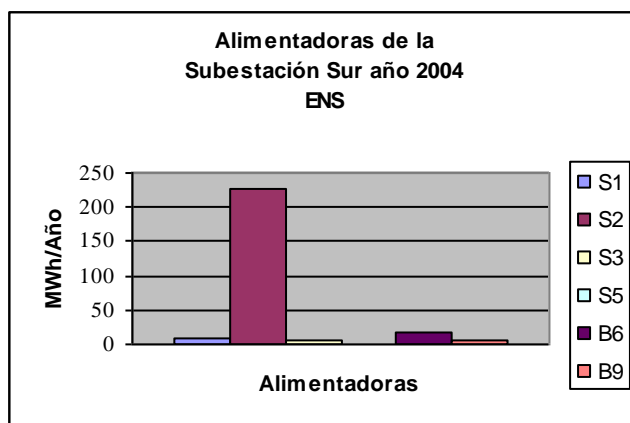


Figura 3.12 Energía no suministrada a los Abonados por cada alimentadora

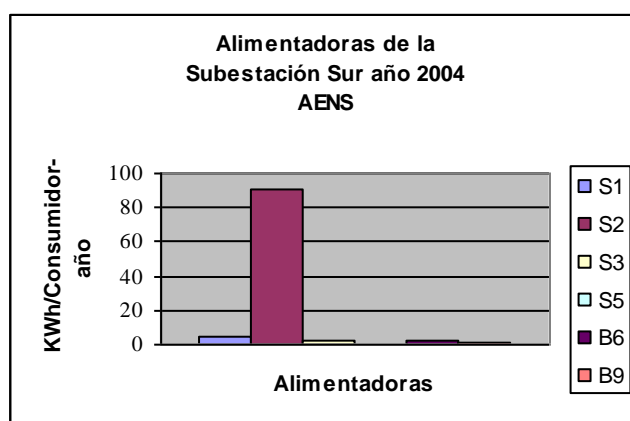


Figura 3.13 Índice de corte de carga promedio del sistema por Alimentadora

3.7 Estudio de Cortocircuito

Para evitar los efectos de las corrientes de fallas, es necesario calcular los diferentes valores que se pueden llegar a tenerse, y con esos resultados calibrar los dispositivos de protección del sistema. En la tabla 3.20 se muestran los valores de corrientes de carga máximas y mínimas que circulan en las Alimentadoras en condiciones normales.

Tabla 3.20 Corrientes de carga en Condiciones Normales

Alimentadora	I máx. (A)	I min. (A)
S1	123	40
S2	193	108
S3	115	40
S5	43	76.4
B6	223	70
B9	203	77

Para el estudio de cortocircuito se determinaron las impedancias de las diferentes partes del sistema ya que dependiendo de la impedancia que vea el sistema durante la falla, los valores de las corrientes cambiarán, además se selecciono 0Ω y 20Ω , como impedancias de falla. El cálculo de estas impedancias se encuentra el Anexo 5. Las tablas 3.21 y 3.22, muestran las impedancias de transmisión y subtransmisión, con base de 69kV y 100MVA

en ambos casos. Impedancias en Ω/Km . de las Alimentadoras son mostradas en el Anexo 5.

Tabla 3.21 Impedancia del Sistema de Transmisión

Impedancia del Sistema de Transmisión		
Secuencia	p. u.	Ohmios
Cero	0,0030+ j0,0352	0.1428+ j1.6759
Positiva	0,0038+ j0,0420	0.1809+ j1.9996
Negativa	0,0038+ j0,0426	0.1809+ j1.9996

Tabla 3.22 Impedancia del Sistema de Subtransmisión

Impedancia del Sistema de Subtransmisión		
Secuencia	p. u.	Ohmios
Cero	0,0007+ j0,02630	0,0333+ j1,2520
Positiva	0,0039+ j0,08310	0,1857+ j3,9564
Negativa	0,0039+ j0,08370	0,1857+ j3,9850

3.7.1 Corrientes de Cortocircuito

Las máximas corrientes de falla en cada una de las Alimentadoras, se obtuvieron durante las fallas de línea a tierra, cerca de la subestación, aproximadamente 800 m. desde la subestación, y más adelante fueron las corrientes de falla trifásica, esto se dio cuando el sistema tenía una impedancia de falla de 0Ω . En el caso de las mínimas corrientes de fallas, se las encontró durante las fallas de línea a línea, cuando el sistema tenía una

impedancia de falla de 20Ω . El cálculo de las corrientes de cortocircuito se encuentra detallado en el Anexo 6. La tabla 3.23, muestra los valores de corriente máxima de falla a lo largo de las troncales trifásicas de las seis Alimentadoras. La tabla 3.24, muestra los tipos de fallas que ocurren con mayor frecuencia en las Alimentadoras, además indica en que tipo de falla se tuvo la máxima y mínima corriente en las alimentadoras.

Tabla 3.23 Corrientes de fallas en las Alimentadoras

Alimentadora	I falla (kA)			
	Máxima con Z falla = 0Ω .		Mínima con Z falla = 20Ω	
	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica
S1	1,3116	1,8756	0,3674	0,3747
S2	1,3116	1,8756	0,3712	0,3786
S3	1,3007	1,9223	0,3672	0,3745
S5	1,3116	1,9018	0,30952	0,45809
B6	1,3613	2,0011	0,3688	0,3762
B9	1,3571	2,0628	0,31243	0,46865

Tabla 3.24 Tipos de fallas

Alimentadora	Corriente de falla	
	máxima	mínima
S1	Línea- Tierra	Línea- Línea
S2	Línea- Tierra	Línea- Línea
S3	Línea- Tierra	Línea- Línea
S5	Línea- Tierra	Línea- Línea
B6	Línea- Tierra	Línea- Línea
B9	Línea- Tierra	Línea- Línea

3.7.2 Perfiles de Corriente

Las figuras desde la 3.14 hasta la 3.25 muestran las curvas de perfil de corriente para falla máxima y mínima, en cada una de las alimentadoras.

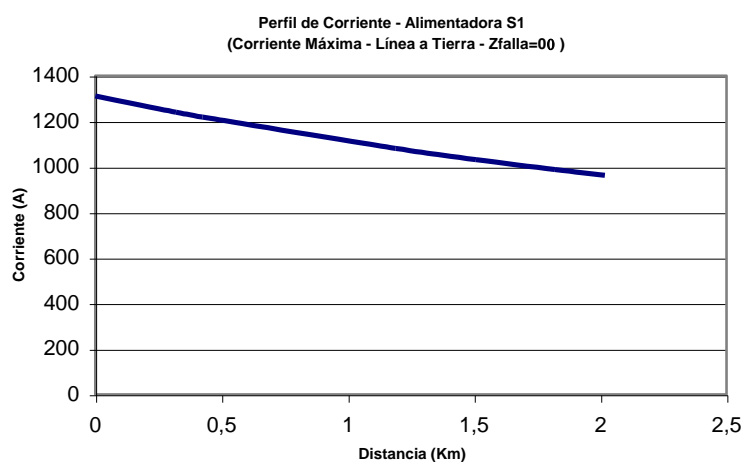


Figura 3.14 Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora S1 (Falla Línea –Tierra)

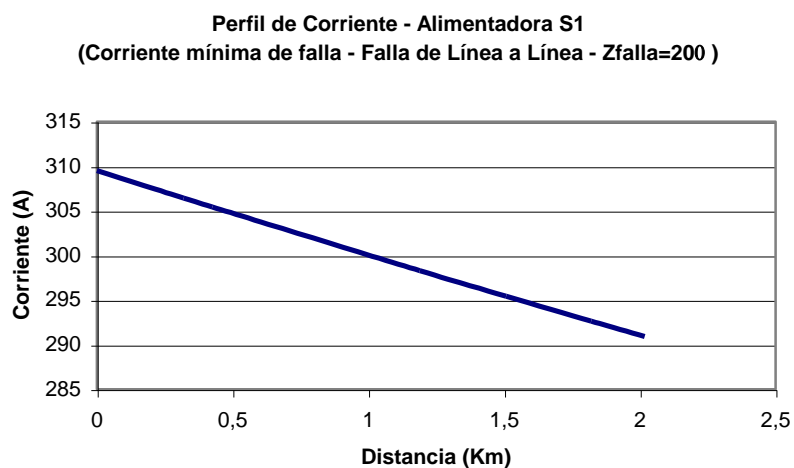


Figura 3.15 Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora S1 (Falla Línea –Línea)

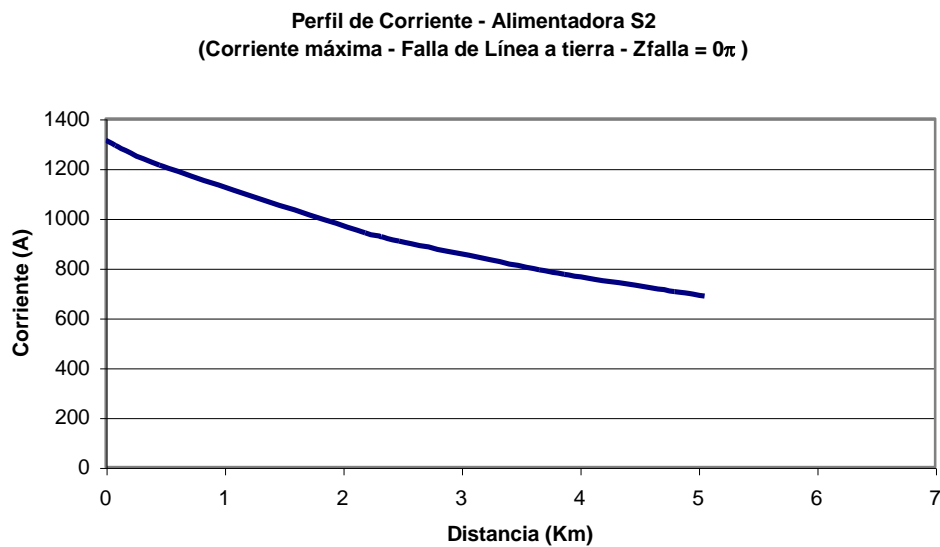


Figura 3.16 Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora S2 (Falla Línea a tierra)

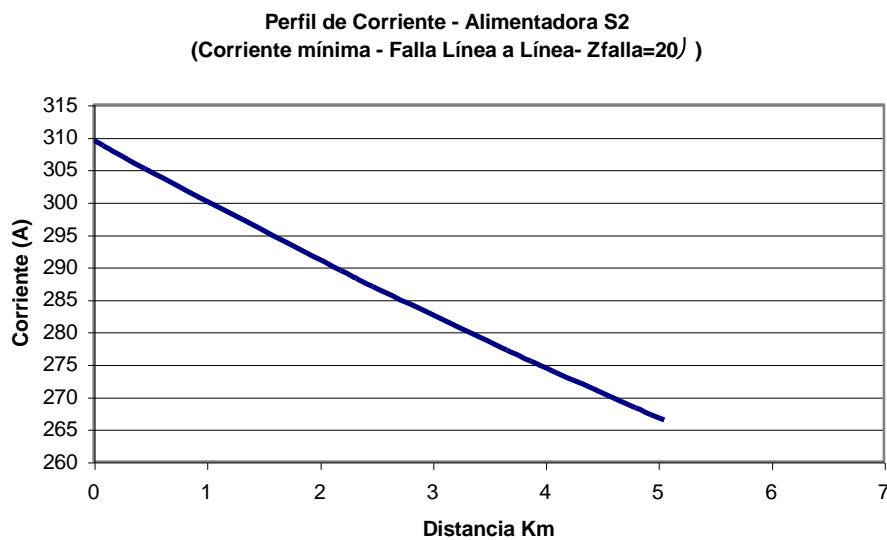


Figura 3.17 Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora S2 (Falla línea a línea)

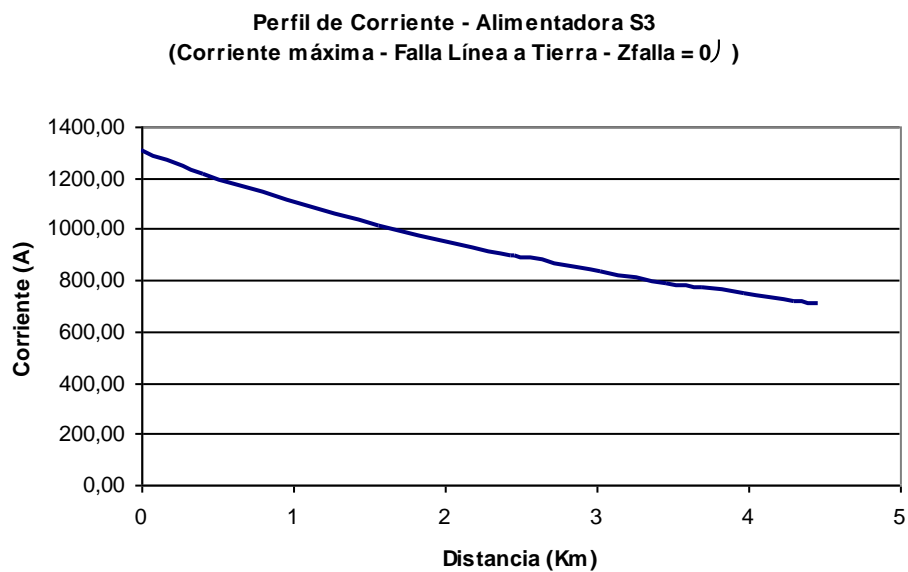


Figura 3.18 Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora S3 (Falla línea a tierra)

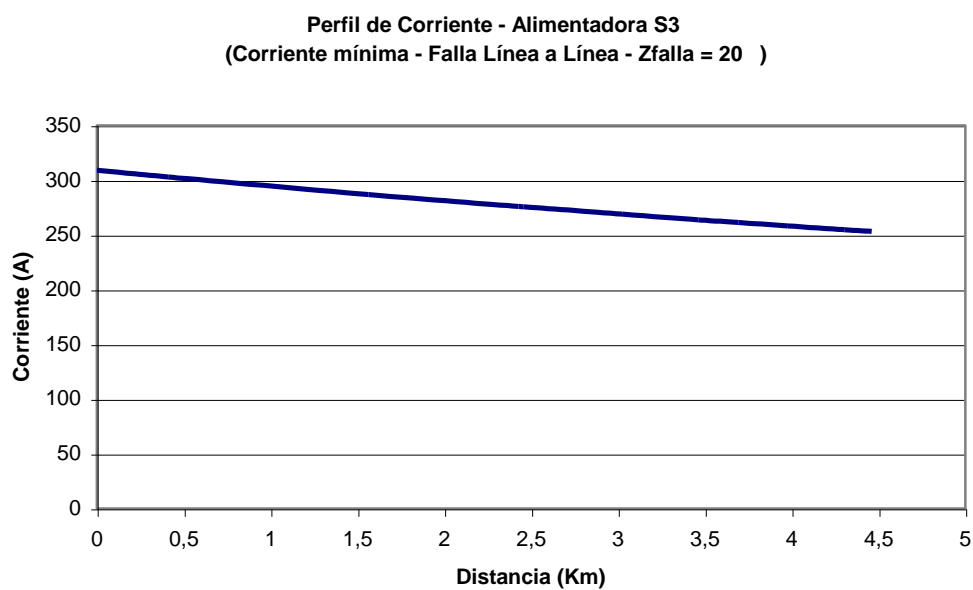


Figura 3.19 Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora S3 (Falla línea a línea)

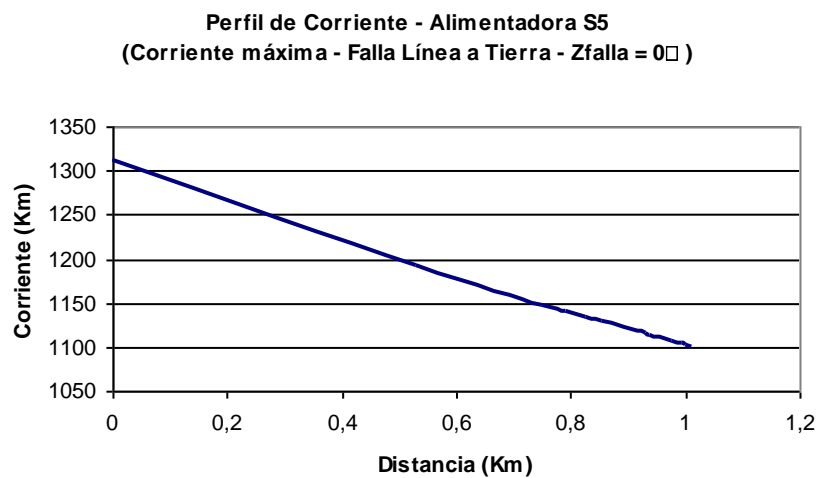


Figura 3.20 Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora S5 (Falla línea a tierra)

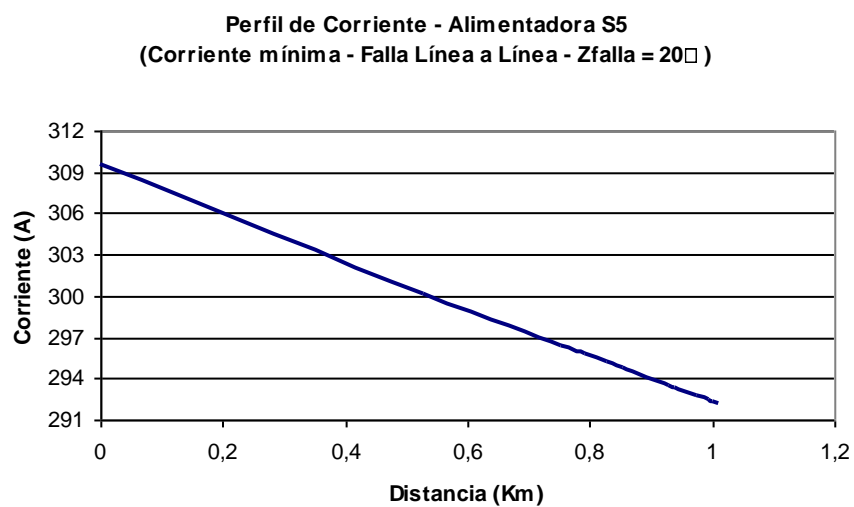


Figura 3.21 Curva de Perfil de Corriente Mínimo en Alimentadora S5 (Falla línea a línea)

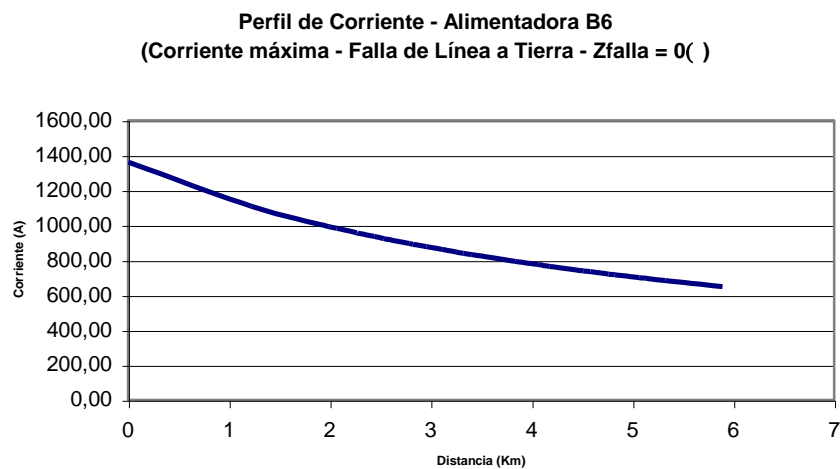


Figura 3.22 Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora B6 (Falla línea a tierra)

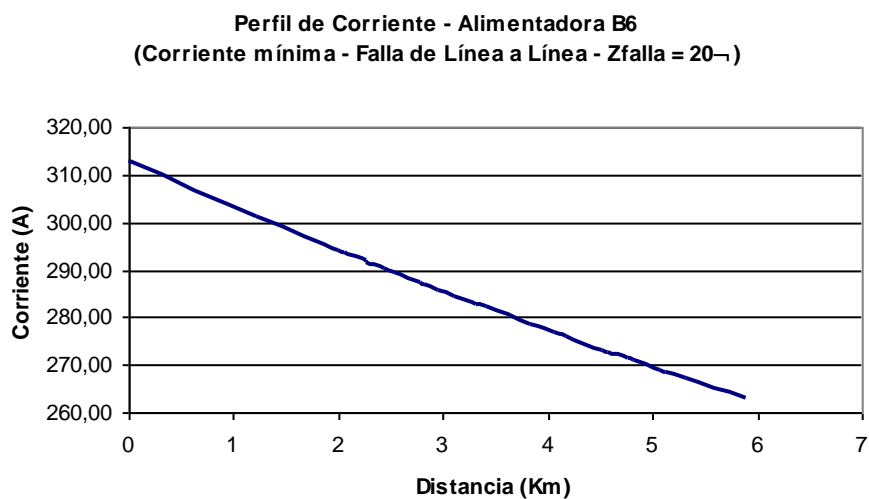


Figura 3.23 Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora B6 (Falla línea a línea)

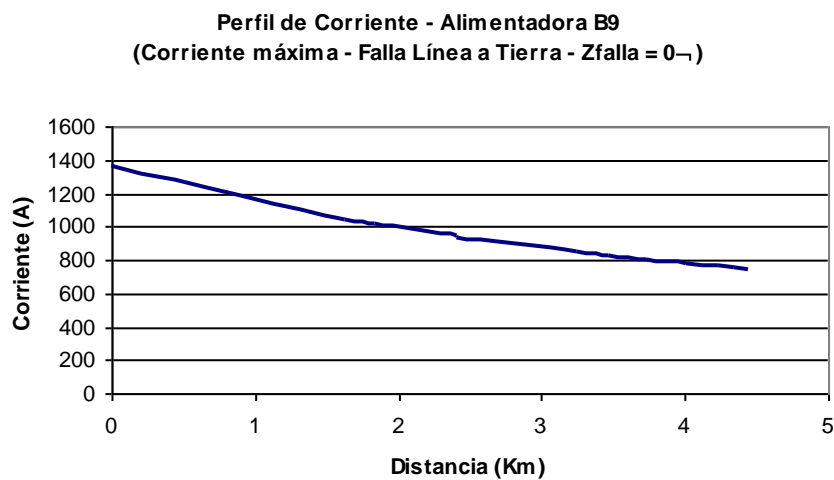


Figura 3.24 Curva de Perfil de Corriente Máxima en Alimentadora B9 (Falla línea a tierra)

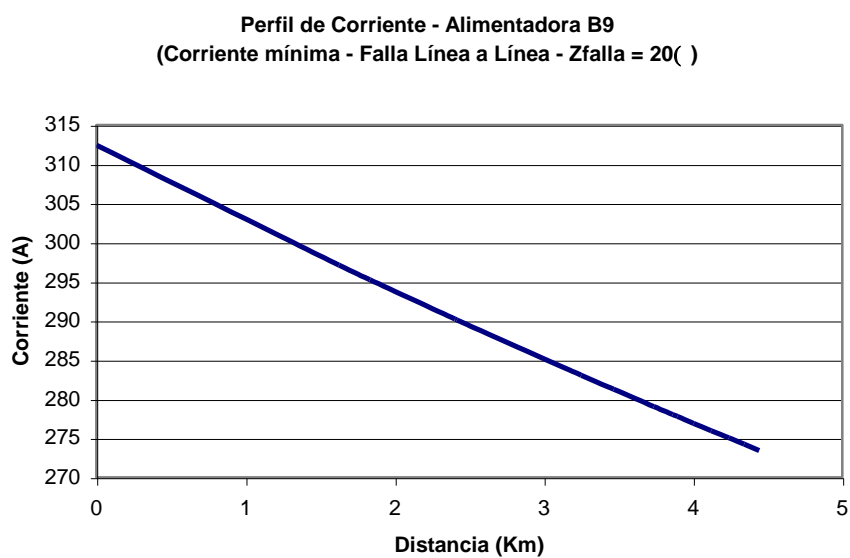


Figura 3.25 Curva de Perfil de Corriente Mínima en Alimentadora B9 (Falla línea a línea)

3.7.3 Diagnóstico de la Coordinación de las Protecciones Eléctricas

La EEMCA, utiliza el programa CYMTCC para realizar la coordinación de los dispositivos de protección contra sobre-corriente en función del tiempo para sistemas de distribución eléctrica, además no posee información actualizada de la coordinación de fusibles en sus alimentadoras pero se puede encontrar fusibles desde 40K hasta 200K que están ubicados en las troncales trifásicas aguas abajo del relé de sobrecorriente. Las figuras desde la 3.26 hasta la 3.29 presentan las curvas de las protecciones de las alimentadoras.

La coordinación se realiza entre dos dispositivos de protección del sistema ubicados de manera contigua, las columnas de gama de protección indican el intervalo de corrientes de cortocircuito para el cual el par de dispositivos coordina, y la columna de descripción el tiempo que demorará en fundirse el fusible ubicado aguas arriba luego de producirse la máxima corriente de cortocircuito en ese punto.

La figura 3.26 presenta la curva del relé de protección para barra de 13.8KV. Las tablas desde la 3.25 hasta la 3.28 presentan los reportes de la coordinación de protecciones realizada por la EEMCA para cada una de las alimentadoras.

Tabla 3.25 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S1 (FASE).

Reporte de coordinación de los dispositivos de protección				
Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amp.)		
100K	140K	0	0	El dispositivo aguas arriba funcionará primero.
140K	200K	234,99	2176,97	Falla a Tiempo = 0.3160 [sec.], Corriente = 2176.9651 [Amps]
200K	RELAY ABB SPAJ	0	0	El dispositivo aguas arriba funcionará primero.

Tabla 3.26 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S2 (FASE).

Reporte de coordinación de los dispositivos de protección				
Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
40K	RELAY ABB SPAJ	59,98	314,1	Falla a Tiempo = 0.4793 [sec], Corriente = 314.1008 [Amps]

Tabla 3.27 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S3 (FASE).

Reporte de coordinación de los dispositivos de protección				
Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
50K	65K	0	0	El dispositivo aguas arriba funcionará primero.
65K	RELAY ABB SPAJ	0	0	El dispositivo aguas arriba funcionará primero.

Tabla 3.28 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S4 (FASE).

Reporte de coordinación de los dispositivos de protección				
Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
50K	140K	120,02	1409,123	Falla a Tiempo = 0.2621 [sec], Corriente = 1409.1230 [Amps]
140K	200K	364,84	1431,4756	Falla a Tiempo = 0.9677 [sec], Corriente = 1431.4756 [Amps]
200K	RELAY ABB SPAJ	0	0	El dispositivo aguas arriba funcionará primero.

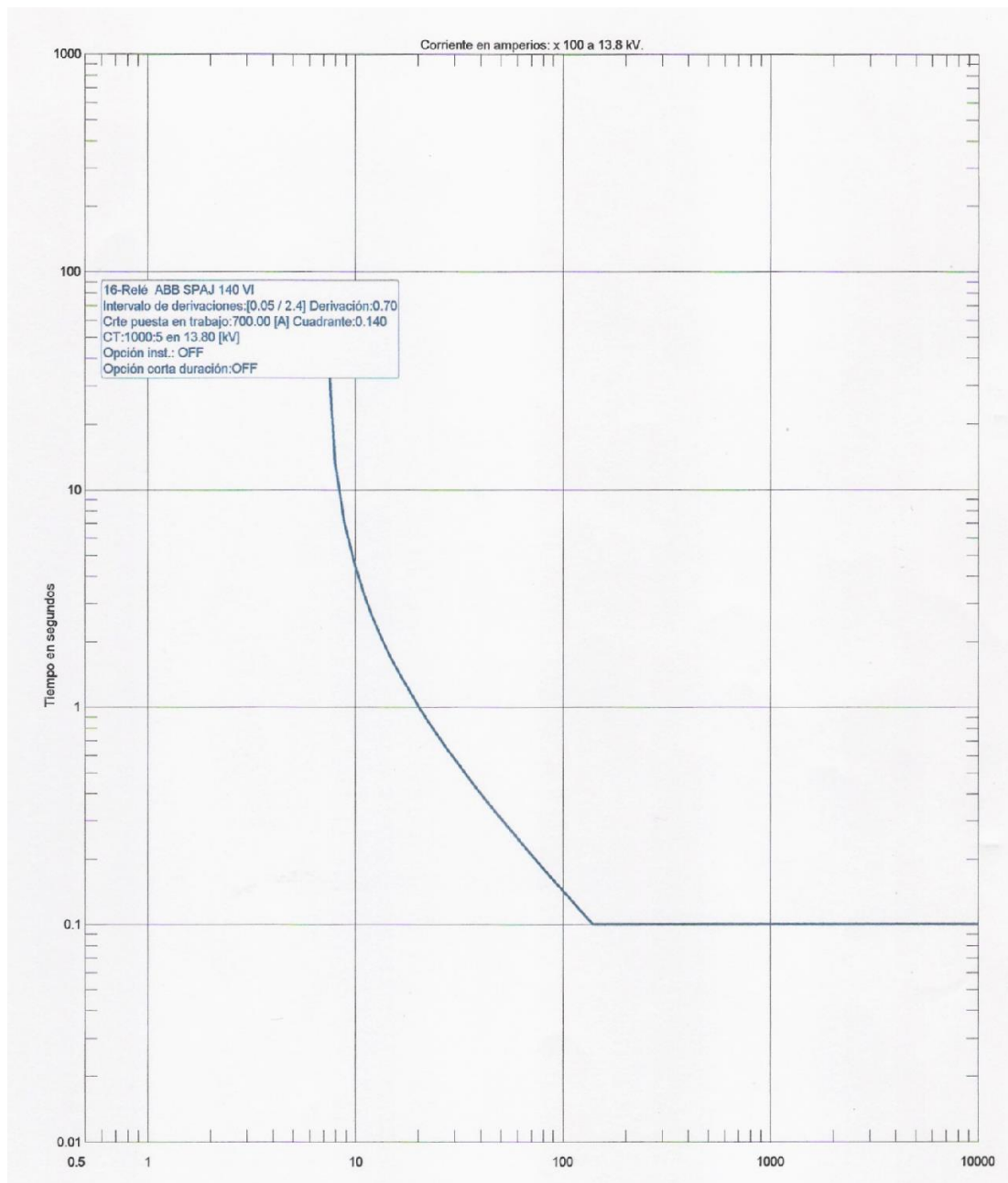


Figura 3.26 Curva del relé de sobrecorriente para protección de la barra de 13.8kV

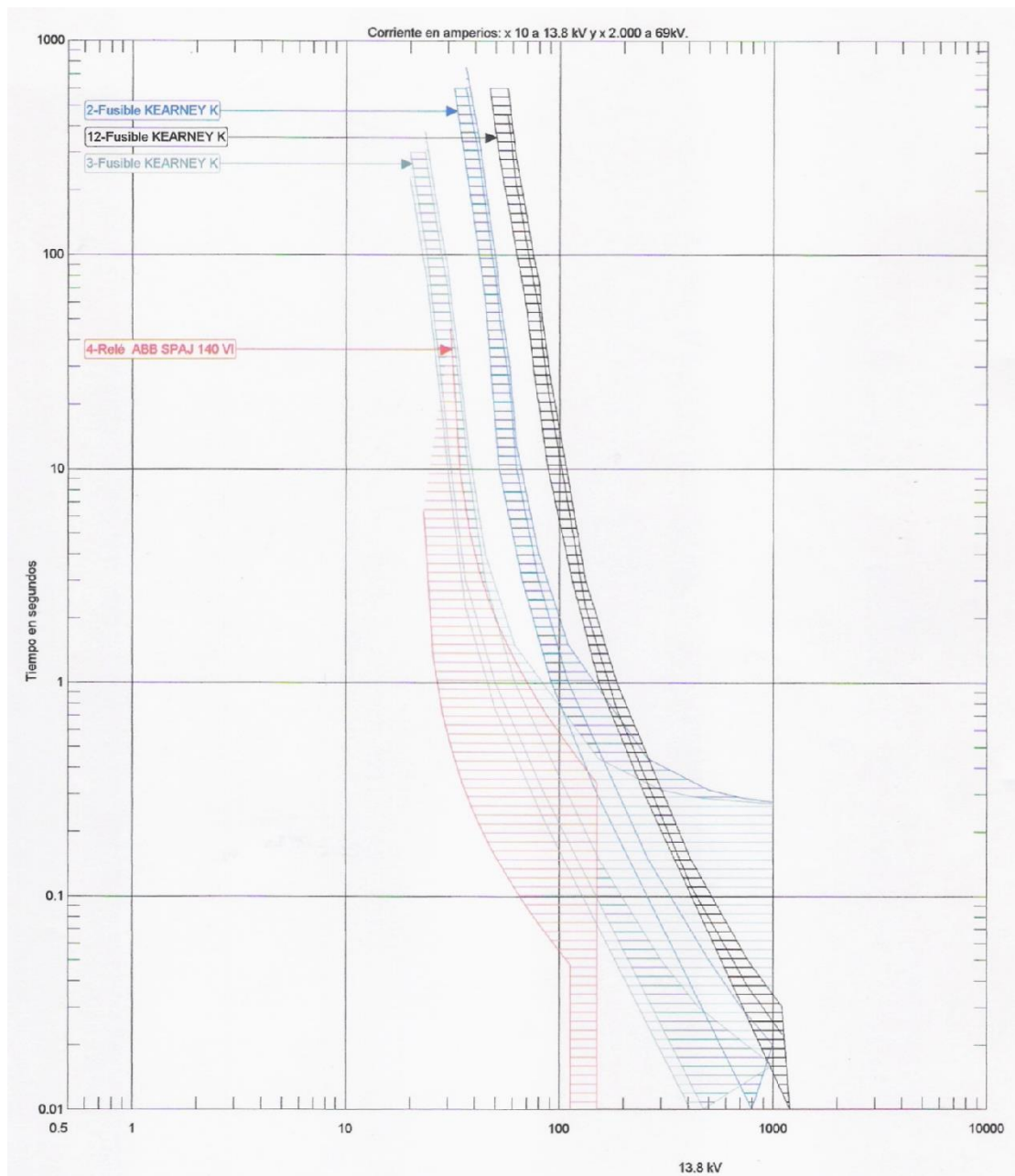


Figura 3.27 Curvas de dispositivo de protección de Alim. S1 (FASE)

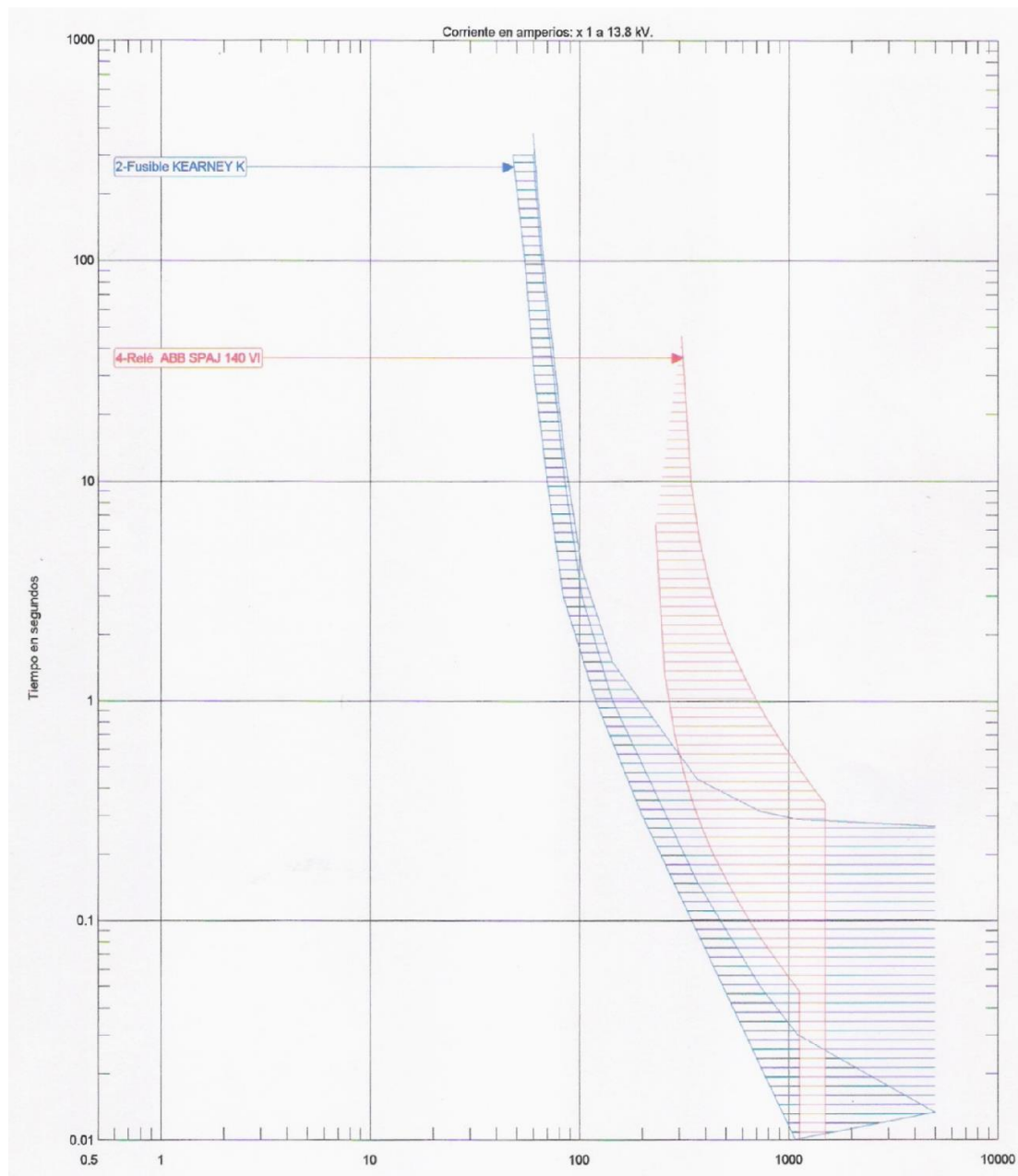


Figura 3.28 Curvas de dispositivo de protección de Alim. S2 (FASE)

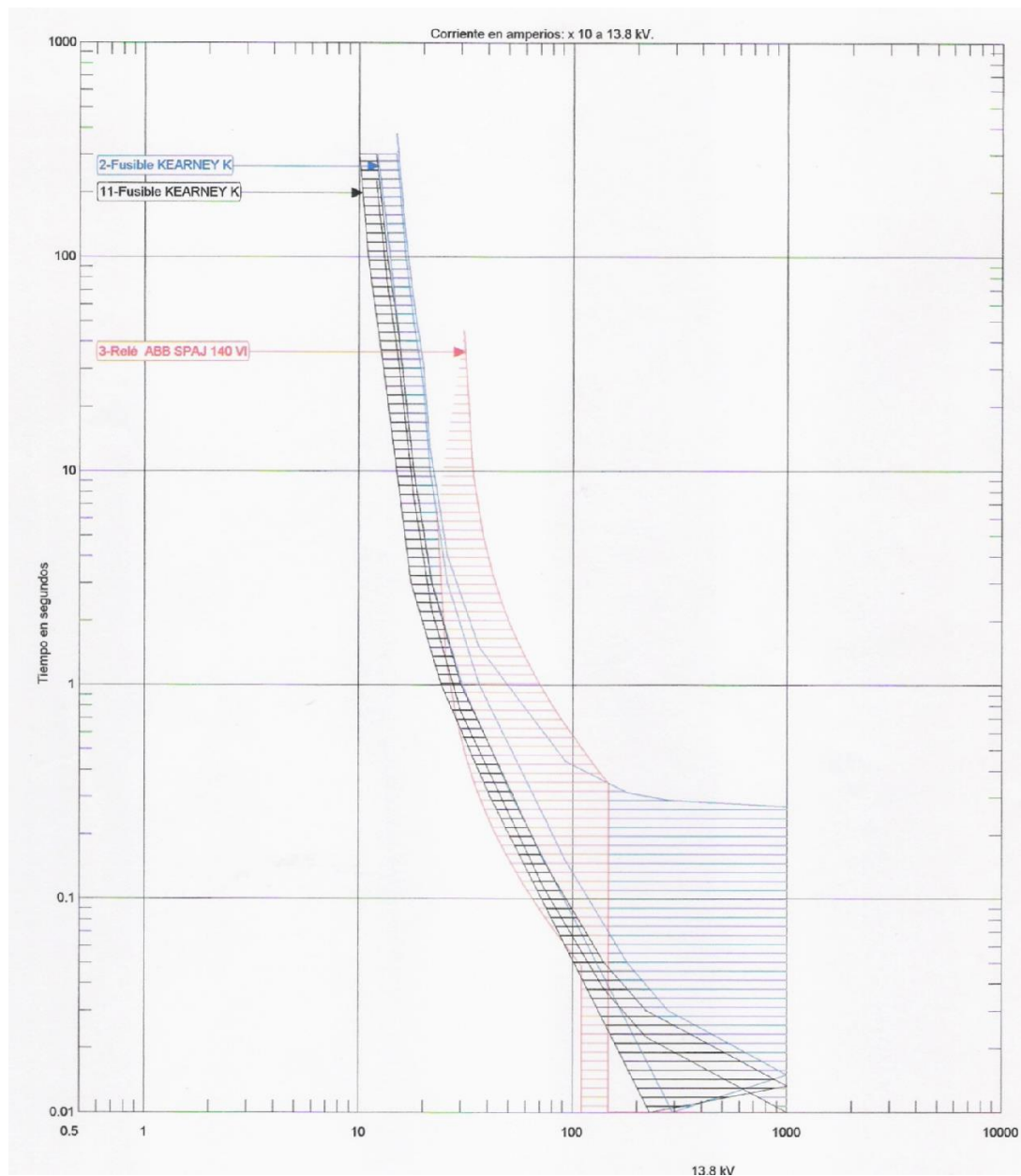


Figura 3.29 Curvas de dispositivo de protección de Alim. S3 (FASE)

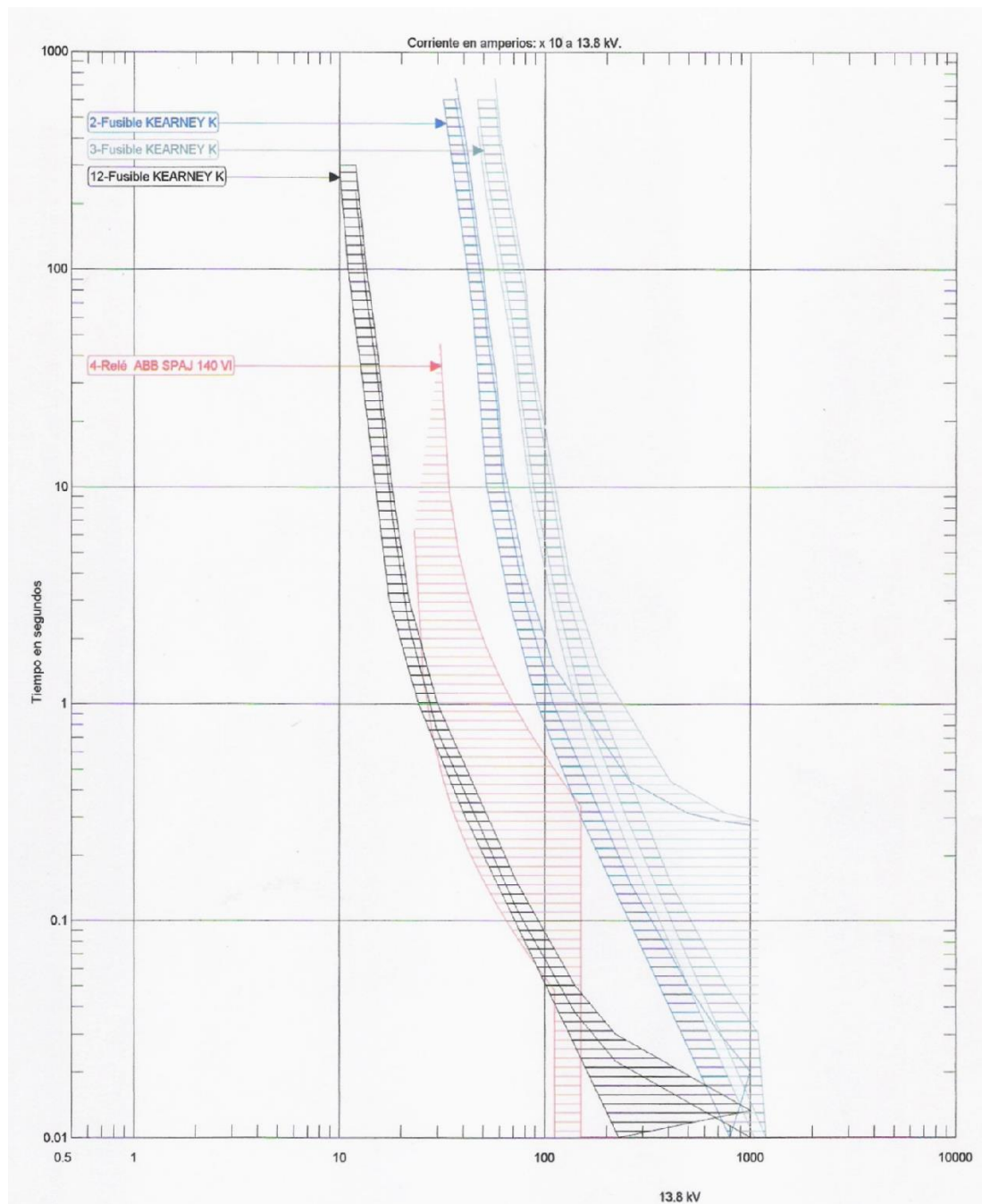


Figura 3.30 Curvas de dispositivo de protección de Alim. S4 (FASE)

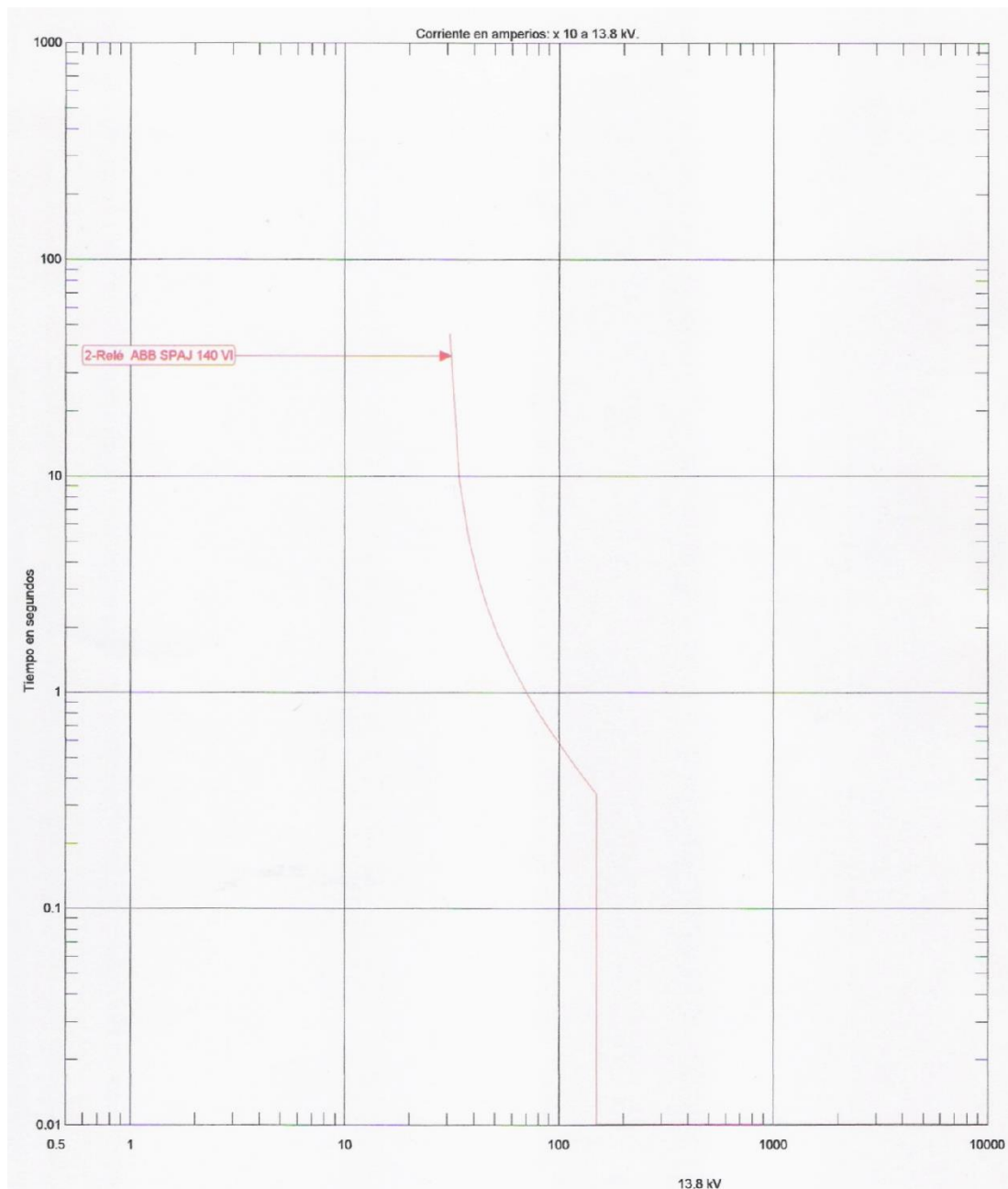


Figura 3.31 Curvas de dispositivo de protección de Alim. S5 (FASE)

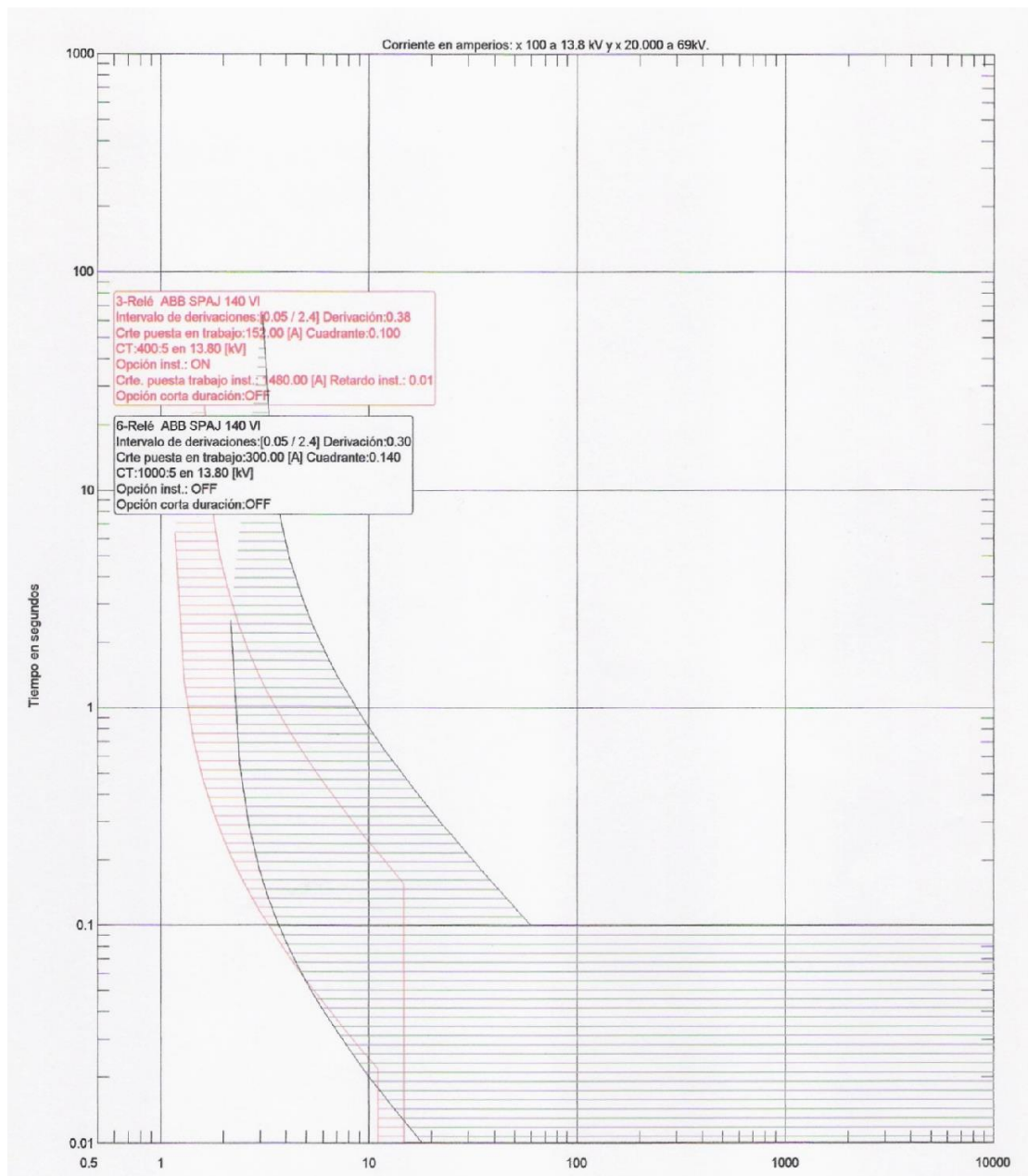


Figura 3.32 Curvas de relé de sobrecorriente para protección de las Alim. y barra a 13.8kV

La figura 3.27 presenta las curvas de operación de las protecciones de la alimentadora S1, el color negro, azul y verde corresponde a los fusible de 200K, 140K y 100K respectivamente, y la el rojo al relé electrónico. La figura 3.28 presenta las curvas para la S2, el color azul corresponde al fusible de 40K y el rojo al relé. La figura 3.29 da las curvas de la S3, el color azul, negro, y rojo representa al fusible de 65K, 50K y al relé respectivamente. La figura 3.30 muestra las curvas de la S4, el color verde, azul, negro y rojo representa al fusible de 200K, 140K, 50K y relé electrónico respectivamente. La figura 3.31 presenta las curvas de la alimentadora S5, el color rojo corresponde al relé. La curva del relé electrónico para la protección a tierra se presenta en la figura 3.32, el color negro representa la protección a tierra del relé de protección a barra de 13.8kV, y el color rojo la protección a tierra del relé de protección de las alimentadoras.

3.8 Reglamento vigente de la calidad

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reformas establecen que las empresas distribuidoras del servicio eléctrico deben de someterse a los estándares mínimos de calidad y procedimientos técnicos de medición y evaluación, lo cual será supervisado por en CONELEC, a través de los índices de calidad que se establecen en la regulación No. CONELEC-004/01 y que la empresa está obligada a entregar periódicamente.

Las empresas distribuidoras tiene la responsabilidad de prestar el servicio a los consumidores ubicados en su zona de concesión, dentro de los límites establecidos y estos serán medidos considerando:

Calidad del Producto

a.- Nivel de Voltaje: El CONELEC evalúa las variaciones de voltaje existentes en las redes del Distribuidor. El distribuidor debe efectuar pruebas mensuales de voltaje (V) en los puntos de entrega del 0,01% de los consumidores de su sistema, por un período mínimo de siete días continuos. El distribuidor efectúa pruebas de voltaje por pedido del CONELEC o a solicitud de los consumidores. Si como resultado de una solicitud escrita de los consumidores, se verifica que los valores de voltaje están fuera de los límites permitidos, el distribuidor podrá obtener del CONELEC un plazo definido para subsanar el desvío de los límites. Cumplido dicho plazo y si esto no se hubiere dado, será penalizado por el CONELEC, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo IV del Reglamento de Calidad de Servicio. Las variaciones de voltaje admitidas en los puntos de entrega de electricidad a los Consumidores, respecto al voltaje nominal son establecidas en las Regulaciones pertinentes.

b.- Perturbaciones de Voltaje: Las perturbaciones que se controlan son las

oscilaciones rápidas de voltaje, las distorsiones armónicas y cualquier otro parámetro que la experiencia demuestre que afecta la calidad del servicio. El distribuidor por su propia iniciativa, por reclamo de los consumidores o exigencia del CONELEC, efectuará las mediciones y estudios necesarios para determinar el origen y las magnitudes de las perturbaciones. Los procedimientos y metodología de medición y los límites permitidos para las perturbaciones, son regulados por el CONELEC. El distribuidor podrá suspender el Servicio a los Consumidores cuyas instalaciones produzcan perturbaciones en el sistema de distribución que excedan los límites permitidos, hasta que se eliminen las causas de tales perturbaciones.

c.- Factor de Potencia: El distribuidor puede efectuar mediciones del factor de potencia en períodos de integración horarios con el régimen de funcionamiento y cargas normales de las instalaciones de los Consumidores al nivel de voltaje primario y por un tiempo no menor a siete días. Si la estadística de las mediciones efectuadas demuestra que el factor de potencia es inferior a 0,92 en retraso o adelanto, en más del 5% del período evaluado, el Distribuidor, a mas de establecer los recargos por consumo de energía reactiva señalados en el Reglamento de Tarifas, notifica al Consumidor tal circunstancia, otorgándole un plazo para la corrección de dicho factor.

Si una vez transcurrido el plazo al que se refiere el inciso inmediato anterior, el Consumidor no hubiere corregido la anomalía, el Distribuidor esta

facultado a realizar, por sí o por medio de terceros, las instalaciones necesarias para corregir dicho factor a costo del Consumidor. Estas instalaciones deberán incluir el control automático correspondiente para la conexión y desconexión, de acuerdo a los requerimientos de la carga. Cualquiera sea el tipo de consumidor, cuando el valor medido del factor de potencia fuese inferior a 0,60, el Distribuidor, previa notificación, puede suspender el servicio hasta tanto el Consumidor modifique sus instalaciones a fin de superar dicho valor. De todas maneras el Distribuidor está obligado a instalar en su sistema los equipos de potencia reactiva que sean necesarios para mantener, en el punto de conexión al Sistema Nacional Interconectado, el factor de potencia dentro de los límites establecidos en el Reglamento de Despacho y Operación del Sistema Nacional Interconectado y el Manual de Despacho.

Calidad del Servicio Técnico

Frecuencia de Interrupciones: El Distribuidor debe instalar equipos (relés de frecuencia) que desconecten, en bloques, parte de sus cargas cuando la frecuencia del Sistema Nacional Interconectado (SNI) varíe fuera de los límites permitidos. Las etapas de las desconexiones serán establecidas por el CENACE.

Duración de Interrupciones: Los Distribuidores deben efectuar la recopilación de información relacionada con el registro de las interrupciones de Servicio y la determinación de los indicadores de continuidad de suministro. El registro de las interrupciones debe efectuarse mediante un sistema cuya metodología debe ser desarrollada hasta alcanzar los índices de calidad que se establezcan en las Regulaciones pertinentes.

En caso de producirse interrupciones generales intempestivas (apagones), que afecten la operación global del Sistema Nacional Interconectado (SNI) o la de un Distribuidor, se debe cumplir estrictamente con los procedimientos de reposición gradual del Servicio a ser determinados por el CENACE, a fin de que el voltaje y frecuencia permanezcan dentro de los rangos permitidos y no causen daños a los bienes de los Consumidores.

En el caso de que el Distribuidor no cumpla con los procedimientos de reposición establecidos por el CENACE y que por esta causa se produjeran daños y perjuicios en las instalaciones y equipos del Consumidor, éste podrá recurrir a las acciones señaladas en el artículo 5 (Defensa del consumidor) del Reglamento de Calidad de Servicio.

CAPÍTULO 4

4 REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

La finalidad de este capítulo es hacer un rediseño que permita aumentar la confiabilidad de la subestación Sur, por medio de la disminución del número y la duración de las interrupciones.

4.1 Determinación de los Parámetros de Diseño.

Los tiempos de restauración y maniobra manual, tasas de falla, y la probabilidad de que un equipo de protección no reconozca ni aisle la falla en su zona de protección, son los parámetros que se consideran para el cálculo de los índices de confiabilidad para el rediseño, para mayor información referirse al Anexo 2. La tabla 4.1 da los tiempos de restauración del servicio para el año 2006.

Tabla 4.1 Tiempos de restauración – Primer y Segundo Semestre 2006

Alimentadora	Primer semestre		Segundo Semestre	
	T en horas trifásico	T en horas monobásico	T en horas trifásico	T en horas monobásico
S1	0,65	0,32	0,73	0
S2	1,15	1,13	0,23	0,34
S3	0,22	0,75	0,32	1,48
S5	2,04	1	1,17	1,17
B6	0,33	0	0	0
B9	1,5	1,35	0,18	0,45

La tendencia de los equipos de protección a fallar es incorporada por el parámetro del equipo de protección “ q ”, la probabilidad de que un equipo de protección no reconozca ni aísle la falla en su zona de protección, está dada por la fórmula:

$$q = \frac{k}{j+k} = \frac{k}{n};$$

Donde:

k = número de operaciones inapropiadas

j = número de operaciones correctas.

n = número total de operaciones.

Consideramos 184 días para el primer semestre del 2006, y 181 días para el segundo semestre. El número de operaciones correctas para el primer semestre es de 183, ya que el sistema de protección operó incorrectamente un día de este semestre; consideramos lo antes expuesto también para el

segundo semestre. La tabla 4.2 muestra las tendencias de falla del sistema de protecciones del año 2006.

Tabla 4.2 Tendencia de falla de equipos de protección año 2006

	k	j	q
2006 – I Semestre	1	183	0.005
2006 – II Semestre	1	180	0.006

El sistema de protecciones de la subestación Sur tiene una probabilidad de falla de 0.005% para el primer semestre del año 2006 y 0.006% para el segundo semestre, estos porcentajes pequeños nos indican que se tiene un sistema de protecciones bastante confiable, sin embargo de acuerdo a el diagnostico de protecciones de la subestación, las curvas de los dispositivos de protección muestran que el sistema de protecciones no posee una adecuada coordinación.

Los costos que conlleva el rediseño son calculados mediante el Análisis Costo- Beneficio, el cual es un método que asocia un costo con la carga interrumpida (L), y la energía no suplida (E). Aquí se asume que los costos están asociados con los índices de confiabilidad.

En este trabajo se utiliza como referencia el documento del CEARE “Valor de la Confiabilidad en el Sistema Eléctrico”, referencia [9], este documento expone límites para los índices de confiabilidad SAIDI y SAIFI según el

ENRE (Entes Reguladores de Electricidad de Argentina) Los índices de confiabilidad son calculados semestralmente para el año 2006. La tabla 4.3 presenta los límites que utiliza el CEARE.

Tabla 4.3 Valores Límites para SAIFI y SAIDI

Índices de las calidades de referencia de la resolución ENRE 556/2001				
Áreas típicas de distribución	Calidad de Referencia 1		Calidad de Referencia 2	
	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI
Rural/ Urbana Baja densidad	4,2	8	2,4	4,4
Urbana	2,9	3,6	1,7	2

Si se considera solo carga y energía entonces el costo total anual según el método de Análisis Costo- Beneficio el costo total está dado por la fórmula:

$$C_T = \sum_i C_{l_i} \lambda_i L_i + \sum_i C_{e_i} E_i + C_{eu} \sum_i E_i + C_r$$

Donde:

$i = i$ -ésimo punto de carga o consumidor.

C_{l_i} = Costo al consumidor por KW de carga desconectada.

C_{e_i} y C_{eu} = Costo al consumidor y pérdida por KWh no suplida.

L_i = Carga desconectada.

E_i = Energía no suplida.

C_r = Costo de la mejora.

Los valores de Cl_i y Ce_i , mostrados en la tabla 4.4, son resultados globales de acuerdo al EPRI (2001), referencia [9], y Ce_u es considerado 0.09 US dólares por ser el valor del KWh. en nuestro país.

Tabla 4.4 Costos

	Residencial/ Urbano	Comercial/ Urbano
Cl_i	1.5	2.08
Ce_u	0,09	0,09
Ce_i	2	2,77

El cálculo de los índices de confiabilidad es mostrado en el anexo 7. Las tablas 4.5 y 4.6 presentan los resultados de los índices para el primer y segundo semestre, respectivamente, del año 2006 (alternativa cero).

Tabla 4.5 Índices de confiabilidad del Primer semestre del año 2006 (alternativa cero).

	S1	S2	S3	S5	B6	B9	Unidades
SAIFI	6,8	14,6	2,2	4,9	2,0	4,5	Interrupciones / consumidor-año Horas / consumidores-año Horas / consumidor-Interrupción
SAIDI	4,2	16,8	0,6	9,1	0,6	5,2	
CAIDI	0,6	1,1	0,3	1,8	0,3	1,2	
ASAI	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ASUI	0,0005	0,0019	0,0001	0,0010	0,0001	0,0006	
ENS	12,8	57,1	1,8	21,6	3,9	21,9	MWh/año
AENS	6,4	22,8	0,8	35,8	0,4	4,6	KWh/consumidor-año

Tabla 4.6 Índices de confiabilidad del Segundo semestre del año 2006(alternativa cero).

	S1	S2	S3	S5	B6	B9	Unidades
SAIFI	3,0	6,6	2,2	2,5	-	2,5	Interrupciones / consumidor-año Horas / consumidores-año Horas / consumidor-Interrupción
SAIDI	2,2	1,8	1,1	2,9	-	0,6	
CAIDI	0,7	0,3	0,5	1,2	-	0,2	
ASAI	1,0	1,0	1,0	1,0	-	1,0	
ASUI	0,0003	0,0002	0,0001	0,0003	-	0,0001	
ENS	6,8	6,1	2,9	6,9	-	2,5	MWh./año
AENS	3,4	2,4	1,3	11,4	-	0,5	KWh/consumidor-año

4.2 Rediseño del Sistema de Protecciones basado en Calidad del Servicio.

El Estudio de coordinación de protecciones tiene un impacto directo sobre la seguridad eléctrica de un sistema de distribución y de su funcionamiento continuo. En caso de presentarse una falla por sobrecorrientes, la protección deberá operar inmediatamente antes de que los cables o los equipos se dañen y sin que la falla se extienda a otras partes del sistema provocando daños mayores. El dispositivo que protege al circuito fallado deberá aislar la falla sin que las otras protecciones tengan que dispararse, y en caso de que esta protección no opere deberá hacerlo su respaldo.

Para lograr un funcionamiento óptimo del sistema de protección deben satisfacerse simultáneamente los requerimientos de selectividad, sensibilidad y velocidad, pero resulta imposible satisfacer en forma óptima los tres

requerimientos, puesto que la mayoría de las veces satisfacer más a un requerimiento significa satisfacer menos a los otros y todo esto en general depende de una buena selección de los dispositivos de protección, su ajuste y su coordinación.

Comparadas con redes de subtransmisión y transmisión, las redes de distribución son geográficamente extensas y se necesita un número elevado de dispositivos instalados de protección de diversos tipos y marcas para su funcionamiento óptimo. Es por ello que el volumen de información referida al sistema de protección de redes de distribución es de gran envergadura y muy difícil de administrar si no se cuenta con una herramienta computacional que permita simplificar el trabajo. Para el rediseño del sistema de protección se ha utilizado el programa CYMTCC, que es empleado por la EEMCA.

Se presentan tres alternativas, la primera, la segunda y la tercera las cuales son posibles rediseños que pueden ser implementados en este sistema de distribución de la EEMCA; adicionalmente se tomará como base la alternativa cero, que muestra las condiciones actuales del sistema.

En la primera alternativa se utilizan fusibles en toda la red y se los coordina con el relé de sobrecorriente que se encuentra en la subestación; ésta es la posibilidad mas barata y la que actualmente se emplea en el sistema de la

subestación Sur, la diferencia es que en la primera alternativa la selección de los fusibles ha sido hecha de acuerdo a las corrientes de carga y de cortocircuito actuales del sistema, anexo 8 y anexo 6 respectivamente. Las tablas desde la 4.7 hasta la 4.17, muestran el reporte de coordinación de las trayectorias seleccionadas para cada alimentadora y desde la figura 4.1 hasta la 4.17 muestran las trayectorias y coordinación de protecciones de cada alimentadora.

En la segunda alternativa se plantea el uso de la primera alternativa y además la transferencia de carga del punto B de la alimentadora S1, los puntos C y D de la alimentadora S2, y el D de la alimentadora B9.

En la tercera alternativa se añaden reconectores a la primera alternativa, en las partes más importantes del sistema dependiendo del número de usuarios que tenga cada trayectoria. Aquí las operaciones de los reconectadores electrónicos pueden ser programadas a través de control automático con numerosas características avanzadas, dependiendo del nivel de precisión elegido para coordinarse con los demás elementos de protección. Si el sistema requiere alguna modificación, es posible realizar cambios de forma sencilla en el software que se haya elegido, sin sacrificar precisión o estabilidad en el sistema.

Las figuras desde la 4.18 hasta la 4.29, muestran la ubicación de los reconectores y la coordinación de protección para la alternativa 3.

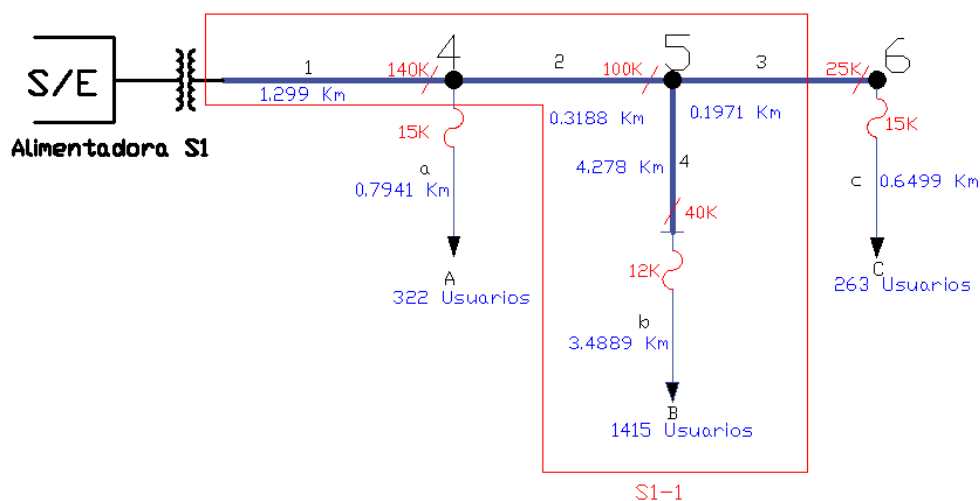


Figura 4.1 Trayectoria 1 de la Alimentadora S1

Tabla 4.7 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S1-1

Reporte de coordinación de los dispositivos de protección				
Dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
12K	40K	30	283,05	Falla a Tiempo = 0.3005 [sec], Corriente = 283.0494 [Amps]
40K	100K	94	696,93	Falla a Tiempo = 0.3528 [sec], Corriente = 696.9296 [Amps]
100K	140K	234,99	882,28	Falla a Tiempo = 0.8659 [sec], Corriente = 882.2849 [Amps]
140K	RELAY ABB SPAJ	364,84	983,7	Ninguna intersección hallada

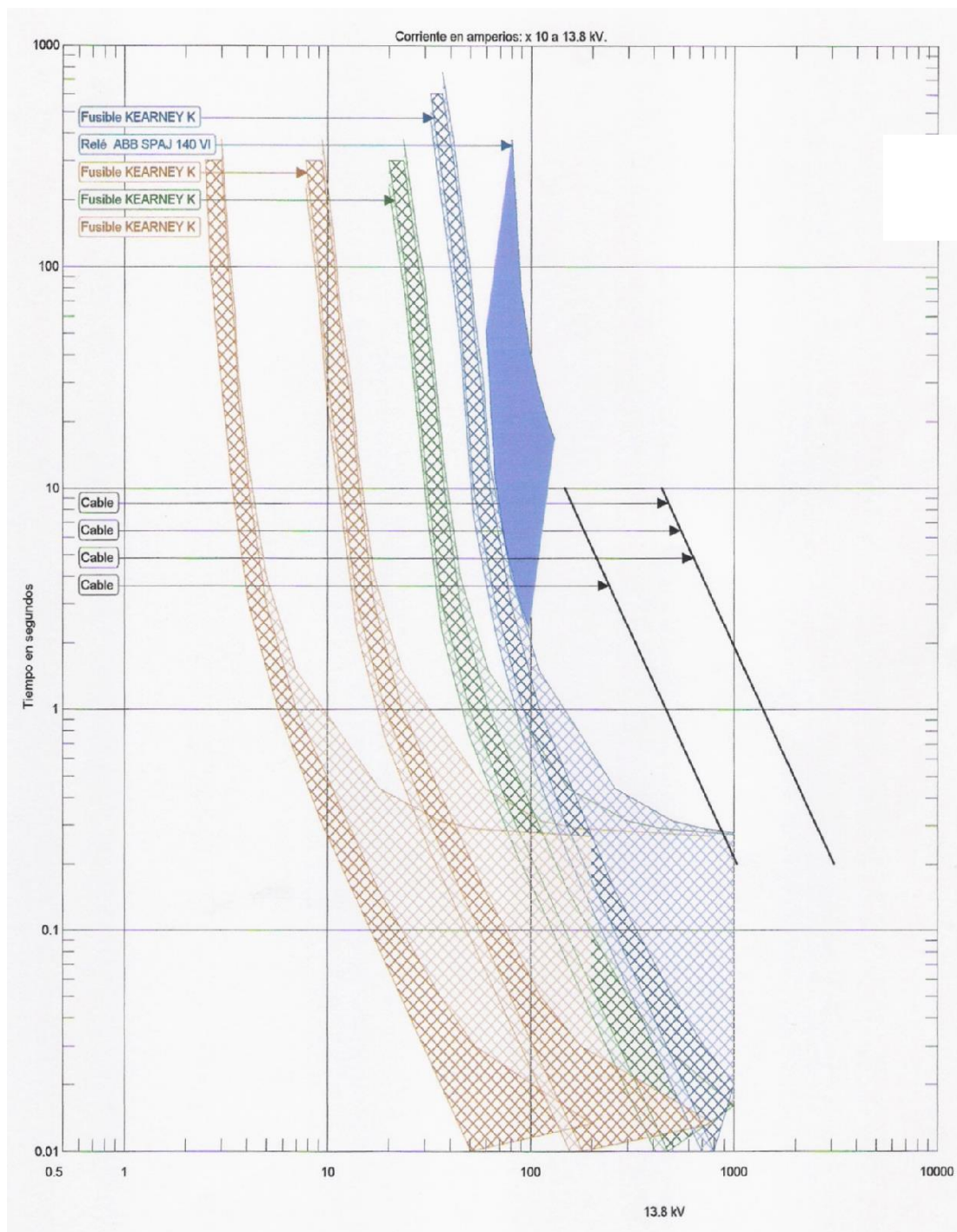


Figura 4.2 Coordinación de protecciones S1- 1

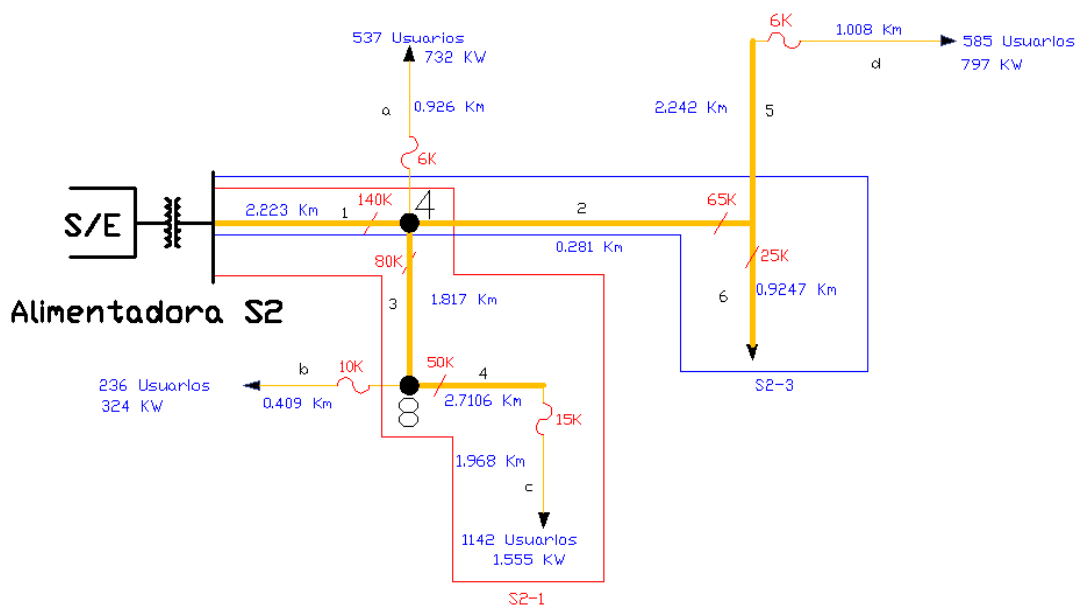


Figura 4.3 Trayectorias 1 y 3 de la Alimentadora S2

Tabla 4.8 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S2-1

Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
15K	50K	36,98	360,13	Falla a Tiempo = 0.3023 [sec], Corriente = 360.1333 [Amps]
50K	80K	120,02	349,66	Falla a Tiempo = 1.1554 [sec], Corriente = 349.6587 [Amps]
80K	140K	183,08	1203,05	Falla a Tiempo = 0.3870 [sec], Corriente = 1203.0542 [Amps]
140K	RELAY ABB SPAJ	364,84	983,7	Ninguna intersección hallada

Tabla 4.9 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S2 -3

Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
25K	65K	59,98	424,44	Falla a Tiempo = 0.3559 [sec], Corriente = 424.4364 [Amps]
65K	140K	149,94	1303,5	Falla a Tiempo = 0.3176 [sec], Corriente = 1303.4956 [Amps]
140K	RELAY ABB SPAJ	364,84	983,7	Ninguna intersección hallada

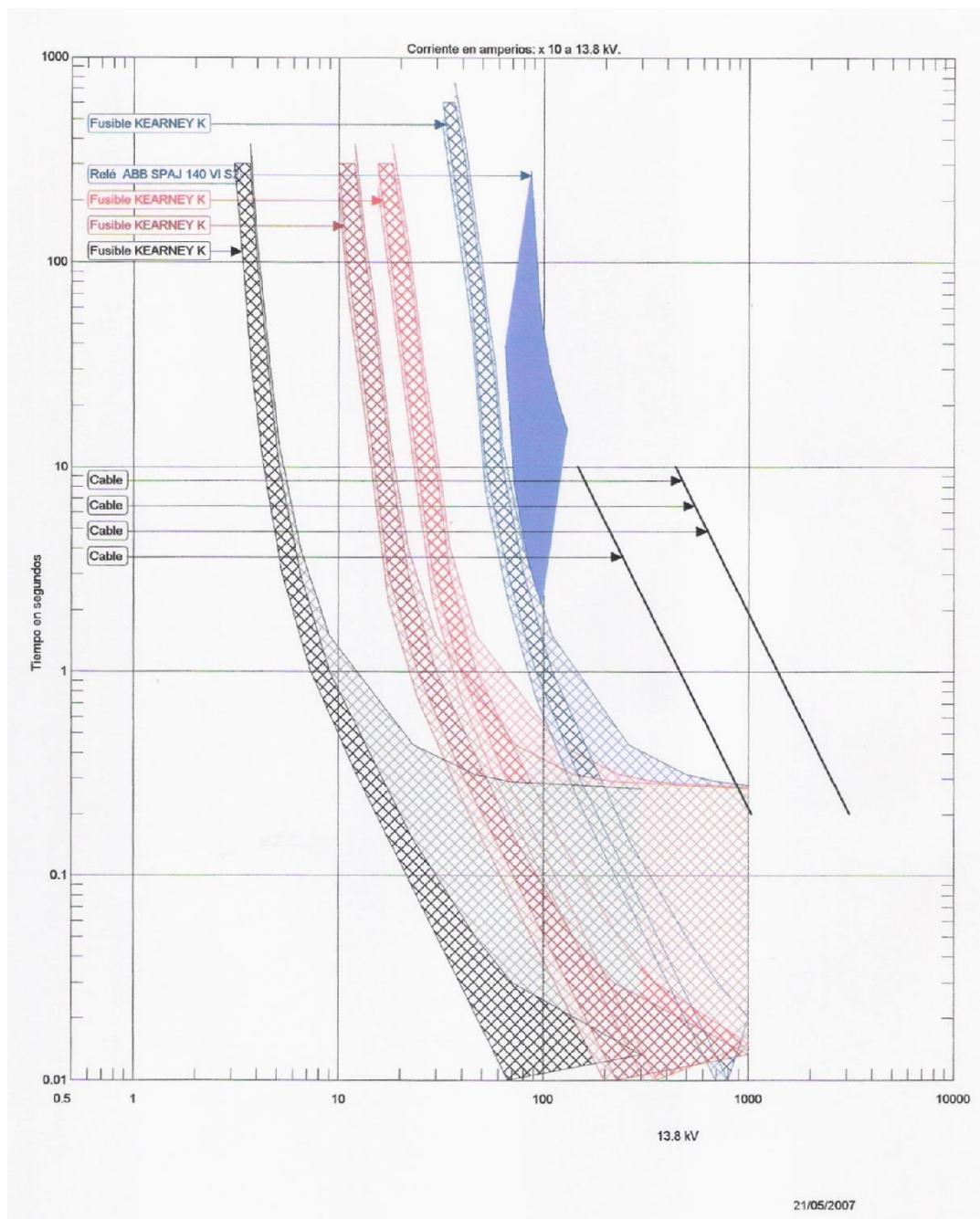


Figura 4.4 Coordinación de protecciones S2- 1

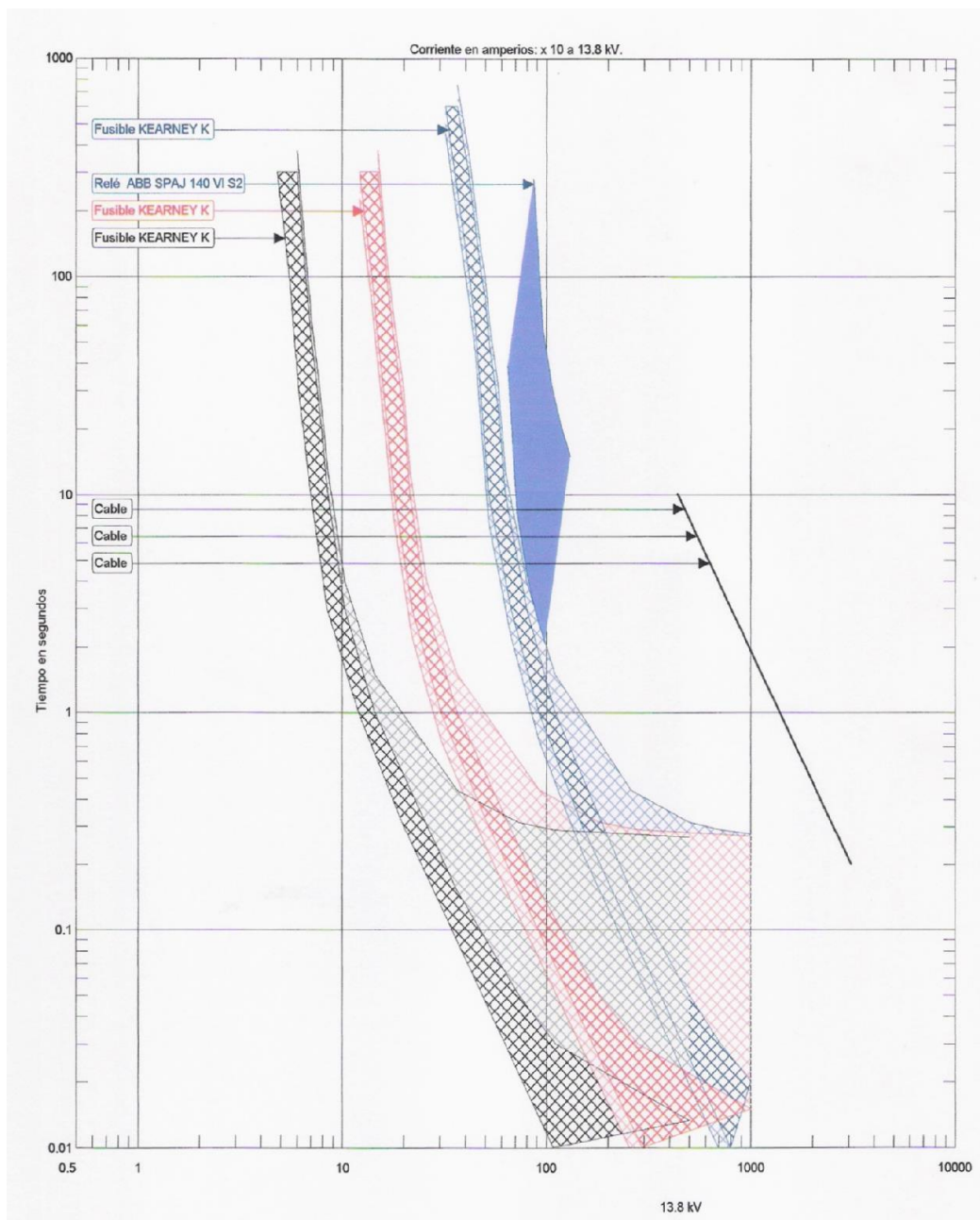


Figura 4.5 Coordinación de protecciones S2-3

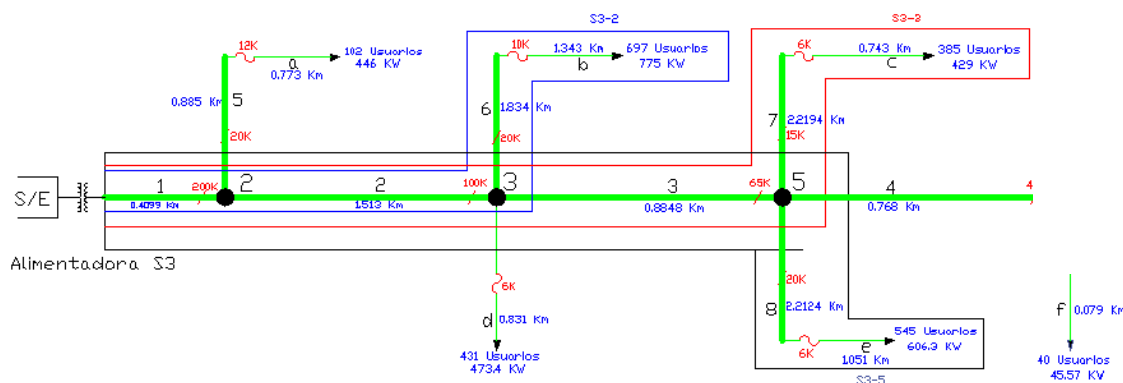


Figura 4.6 Trayectorias 2, 3 y 5 de la Alimentadora S3

Tabla 4.10 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S3-2

Dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
10K	20K	24,19	96,62	Falla a Tiempo = 0.6737 [sec], Corriente = 96.6175 A
20K	100K	47,51	829,67	Falla a Tiempo = 0.2375 [sec], Corriente = 829.6713 A
100K	200K	234,99	2176,97	Falla a Tiempo = 0.3160 [sec], Corriente = 2176.9651A
200K	RELAY SPAJ	570	983,7	Ninguna intersección hallada

Tabla 4.11 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S3-3

Dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
6K	15K	14,99	103,14	Falla a Tiempo = 0.3459 [sec], Corriente = 103.1350 [Amps]
15K	50K	36,98	488,33	Falla a Tiempo = 0.2594 [sec], Corriente = 488.3311 [Amps]
50K	100K	149,94	450,79	Falla a Tiempo = 1.0761 [sec], Corriente = 450.7892 [Amps]
100K	200K	234,99	2176,97	Falla a Tiempo = 0.3160 [sec], Corriente = 2176.9651 [Amps]
200K	RELAY SPAJ	570	983,7	Ninguna intersección hallada

Tabla 4.12 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S3-5

Dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
6K	20K	14,99	140,88	Falla a 0.2964 [sec], I= 140.8817A
20K	50K	47,51	459,46	Falla a 0.2976 [sec], I= 459.4576A
50K	100K	149,94	450,79	Falla a 1.0761 [sec], I= 450.7892A
100K	200K	234,99	2176,97	Falla a 0.3160 [sec], I= 2176.9651 ^a
200K	RELAY SPAJ	570	983,7	Ninguna intersección hallada

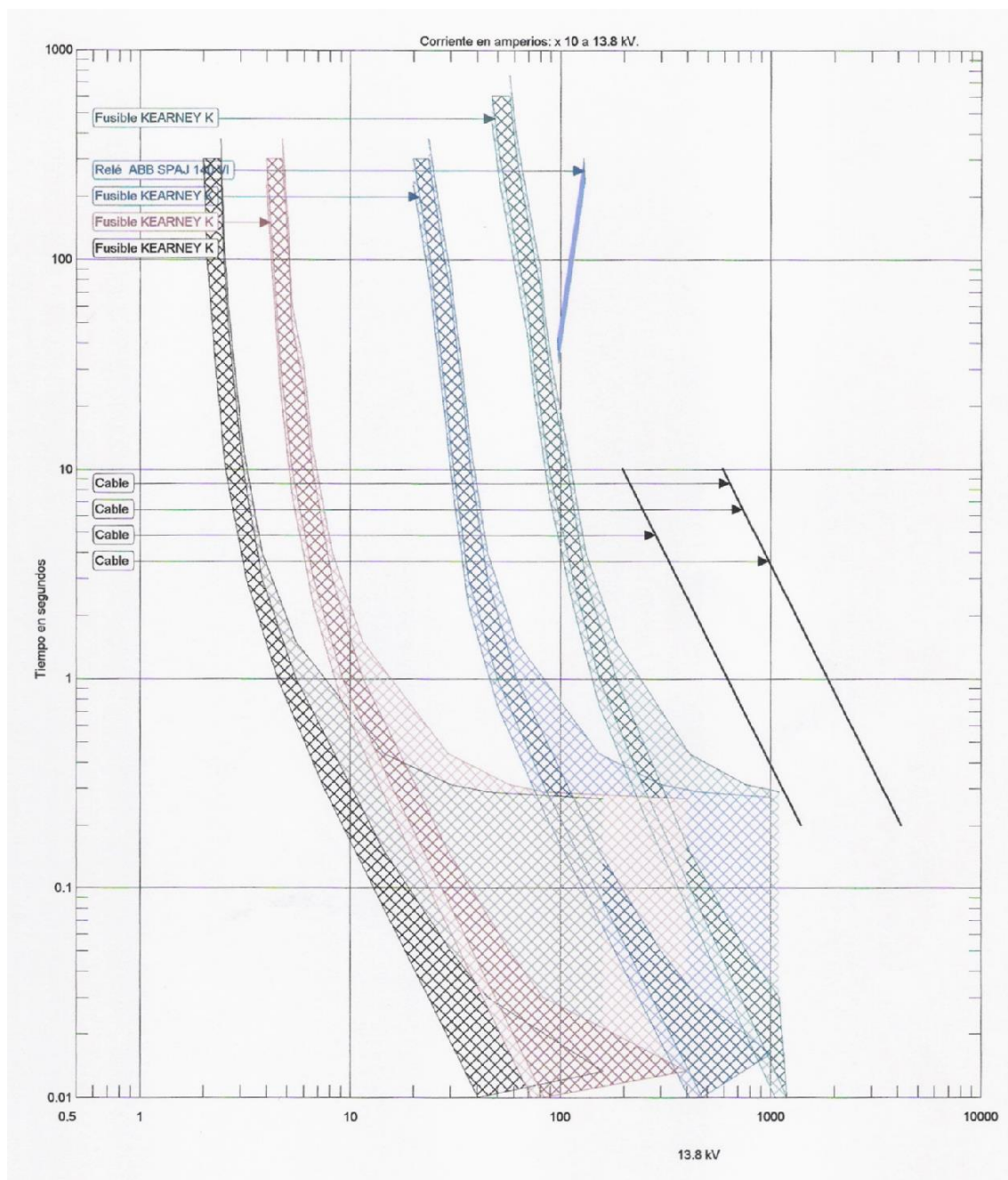


Figura 4.7 Coordinación de protecciones S3- 2

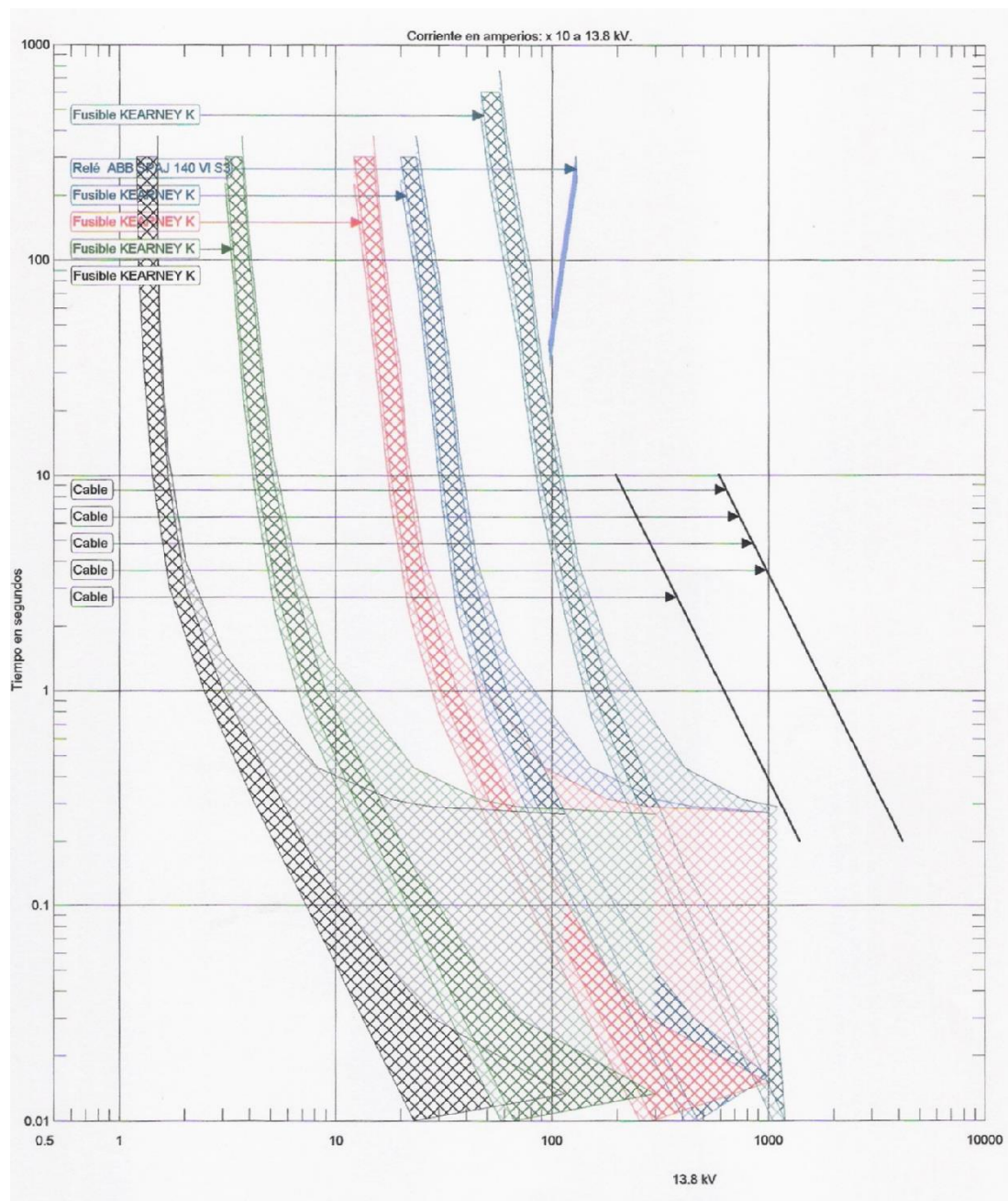


Figura 4.8 Coordinación de protecciones S3-3

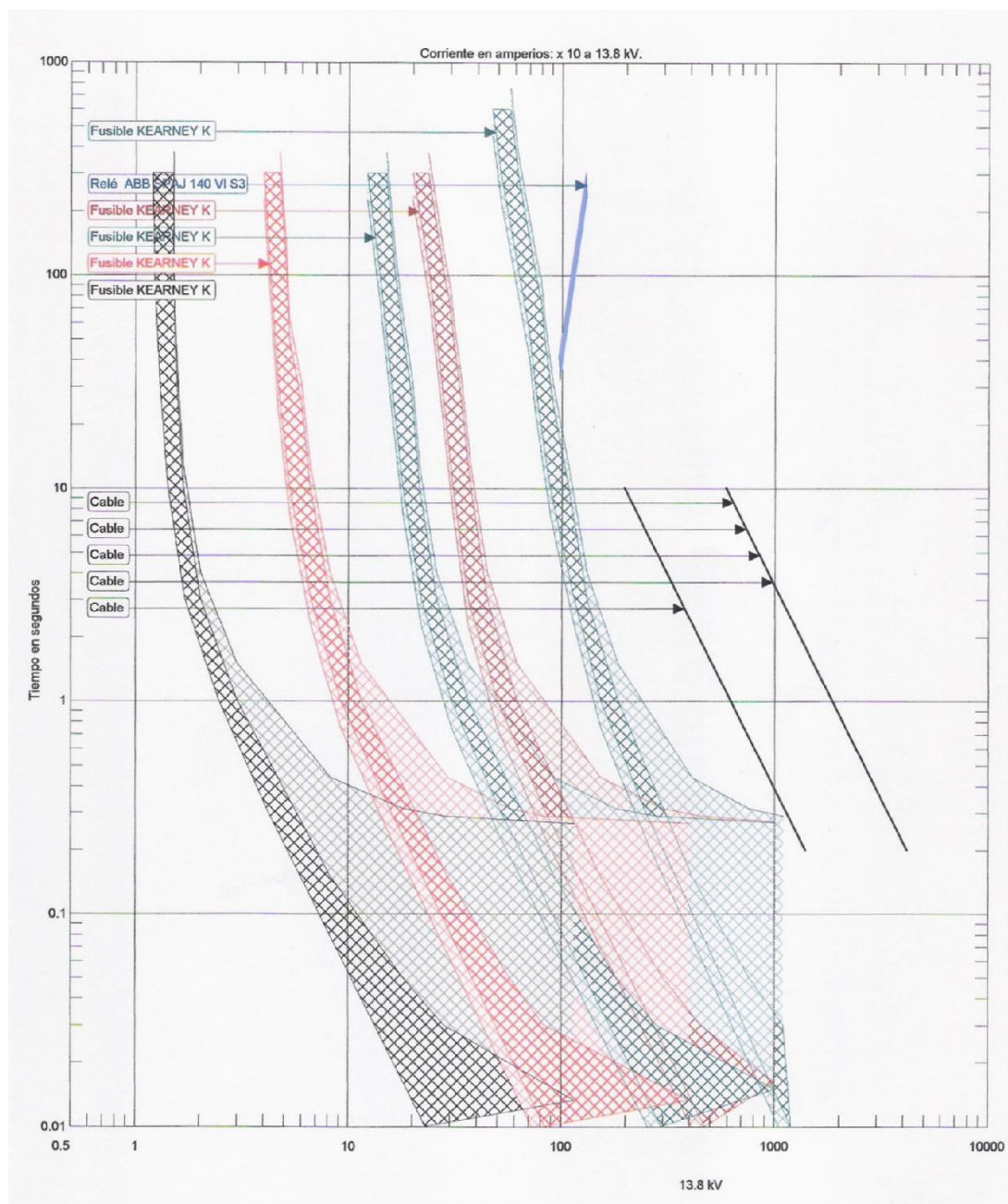


Figura 4.9 Coordinación de protecciones S3-5

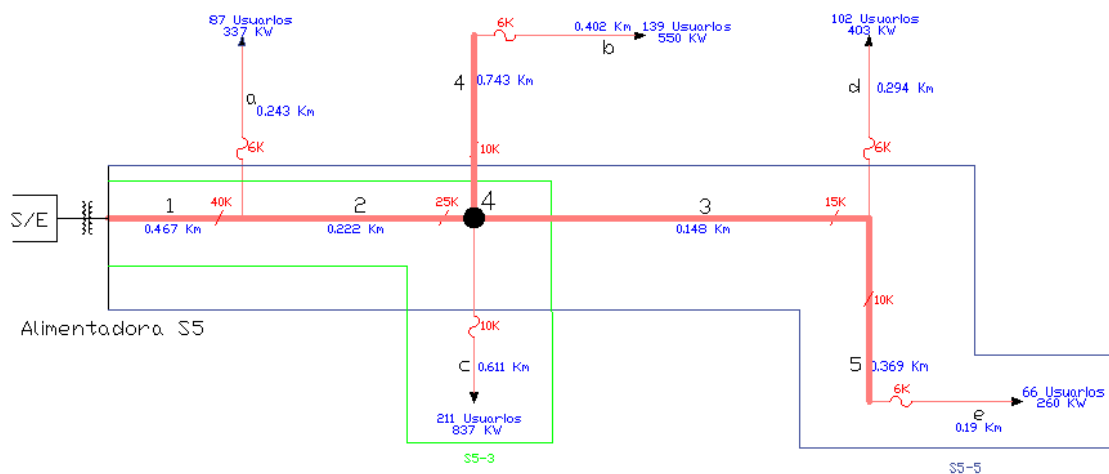


Figura 4.10 Trayectorias 3 y 5 de la Alimentadora S5

Tabla 4.13 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S5-3

Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
10K	25K	24,19	163,1	Falla a Tiempo = 0.3639 [sec], Corriente = 163.0995 [Amps]
25K	40K	59,98	170,02	Falla a Tiempo = 1.1453 [sec], Corriente = 170.0178 [Amps]
40K	RELAY ABB SPAJ	94	983,7	Ninguna intersección hallada

Tabla 4.14 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. S5-5

Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
6K	10K	14,99	42,11	Falla a Tiempo = 0.9294 [sec], Corriente = 42.1131 [Amps]
10K	15K	24,19	63,94	Falla a Tiempo = 1.1817 [sec], Corriente = 63.9406 [Amps]
15K	25K	36,98	103,12	Falla a Tiempo = 1.1972 [sec], Corriente = 103.1082 [Amps]
25K	40K	59,98	170,02	Falla a Tiempo = 1.1453 [sec], Corriente = 170.0178 [Amps]
40K	RELAY ABB SPAJ	94	983,7	Ninguna intersección hallada

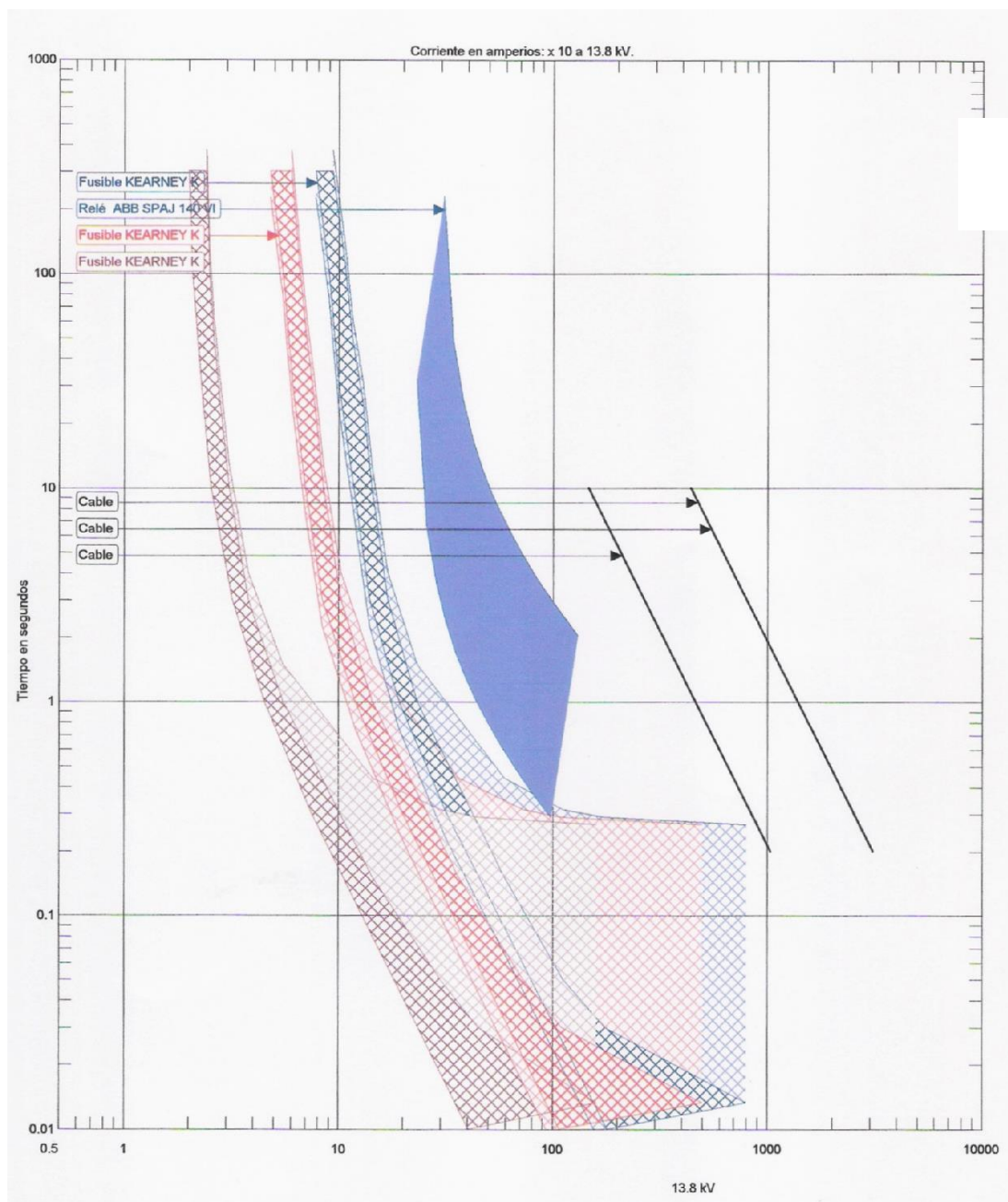


Figura 4.11 Coordinación de protecciones S5-3

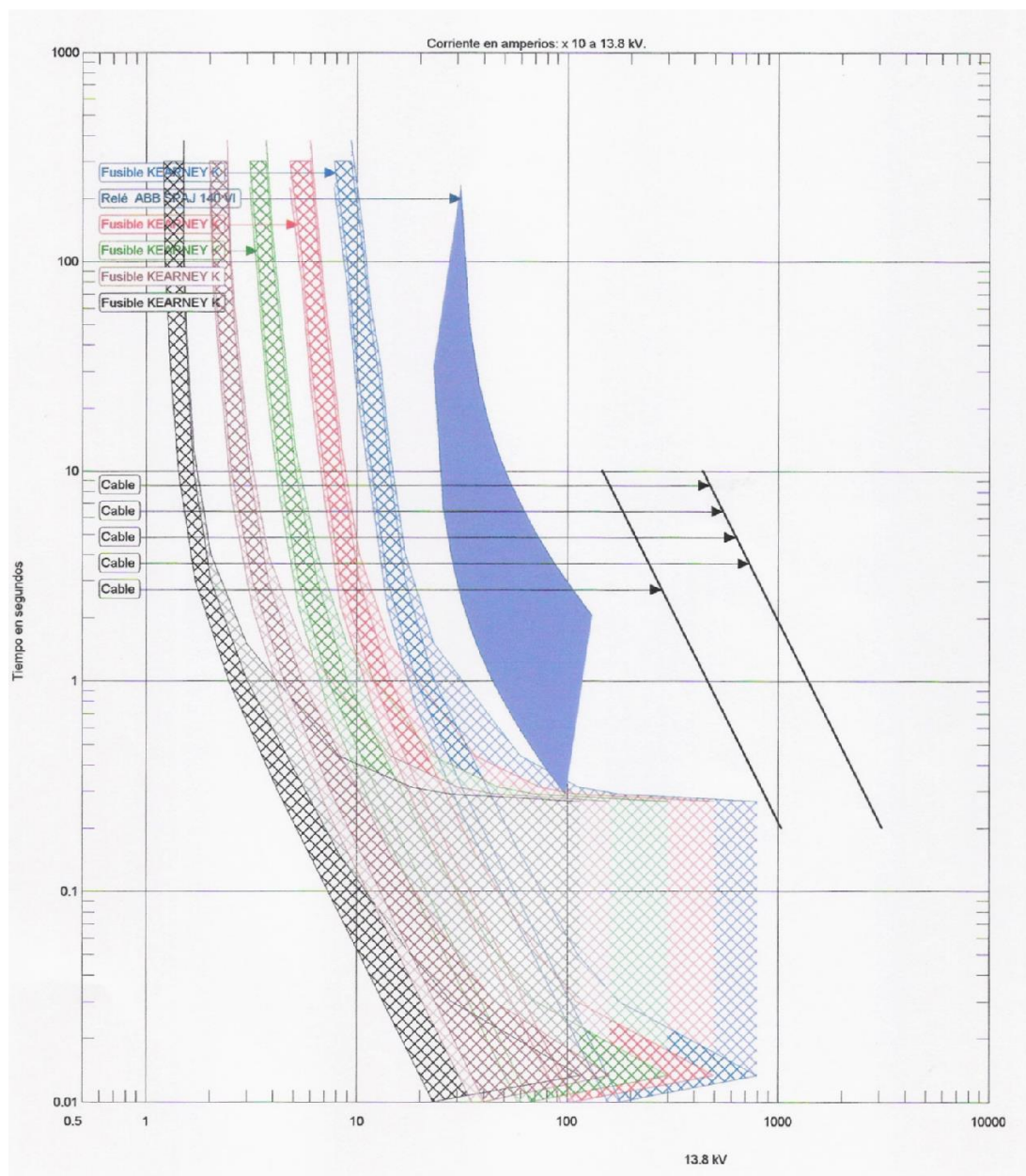


Figura 4.12 Coordinación de protecciones S5-5

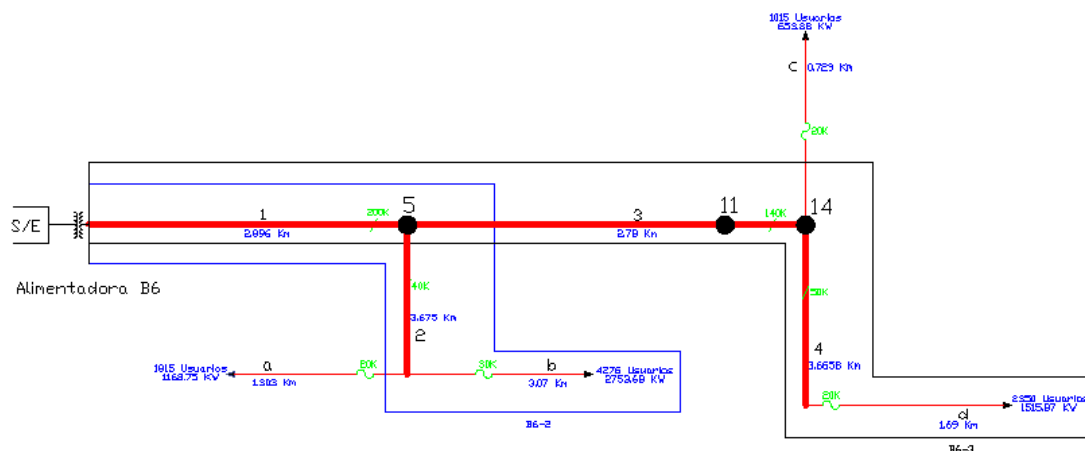


Figura 4.13 Trayectorias 2 y 3 de la Alimentadora B6

Tabla 4.15 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. B6-2

Reporte de coordinación de los dispositivos de protección				
Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
30K	40K	73,01	99,04	Falla a Tiempo = 25.5123 [sec], Corriente = 99.0398 [Amps]
40K	200K	94	2467,07	Falla a Tiempo = 0.2326 [sec], Corriente = 2467.0736 [Amps]
200K	RELAY ABB SPAJ	570	983,7	Ninguna intersección hallada

Tabla 4.16 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. B6-3

Reporte de coordinación de los dispositivos de protección				
Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
20K	50K	27,51	487,15	Falla a Tiempo = 0.2295 [sec], Corriente = 487.1493 [Amps]
50K	140K	64,84	831,48	Falla a Tiempo = 0.9677 [sec], Corriente = 831.4756 [Amps]
140K	200K	156,3	1586,48	Falla a Tiempo = 0.9785 [sec], Corriente = 1586.4756 [Amps]
200K	RELAY ABB SPAJ	120,02	983,7	Ninguna intersección hallada

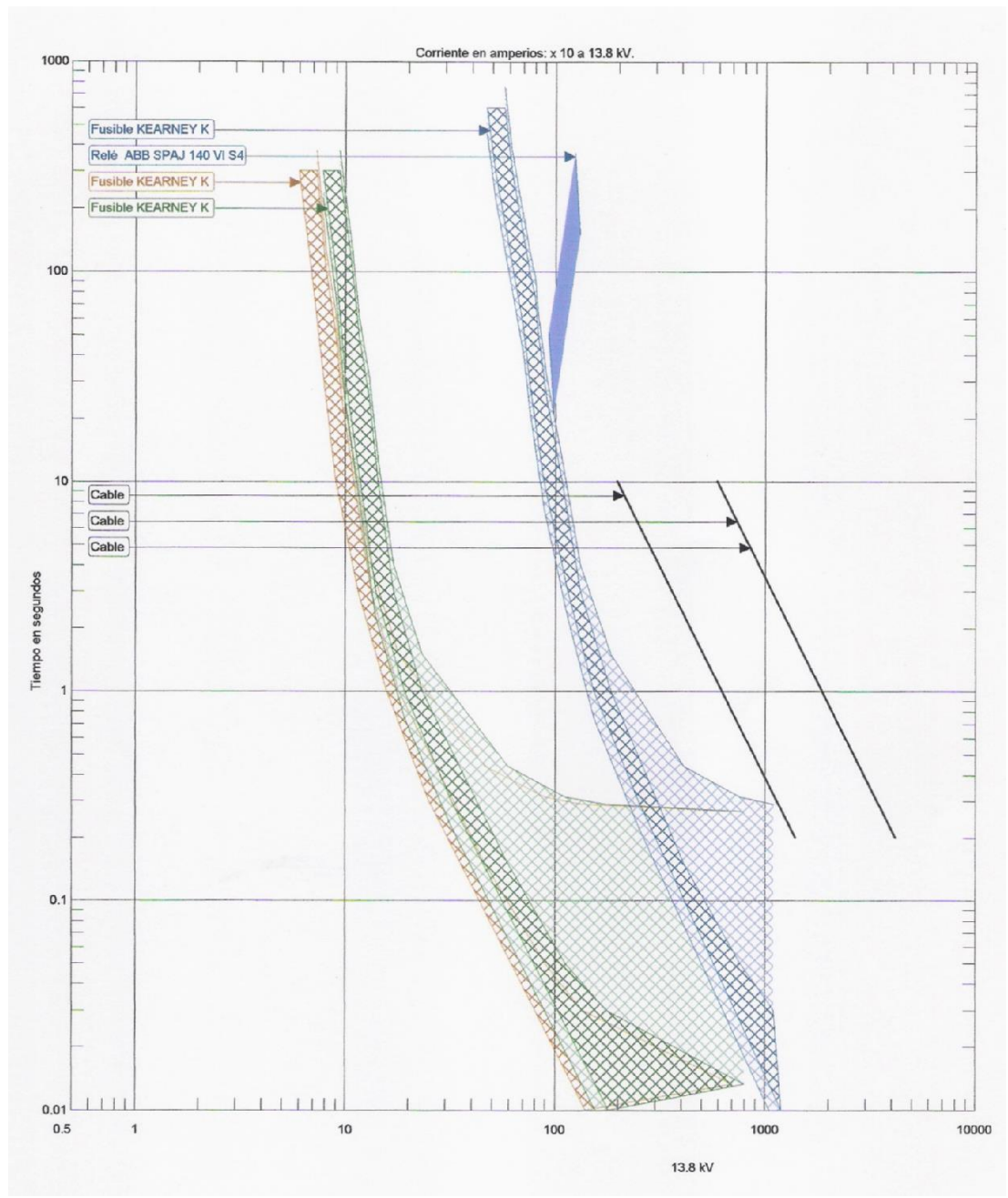


Figura 4.14 Coordinación de protecciones B6-2

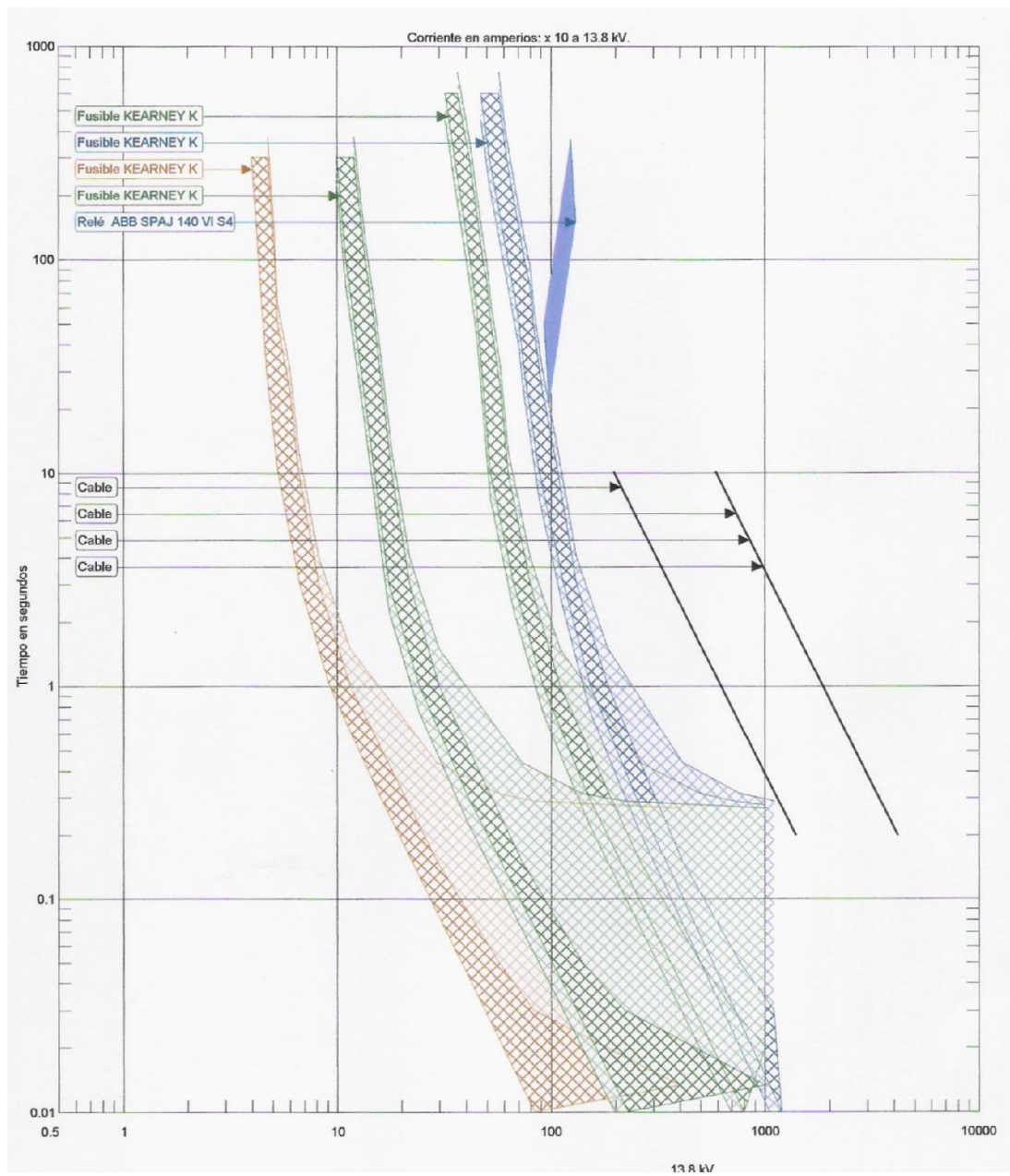


Figura 4.15 Coordinación de protecciones B6-3

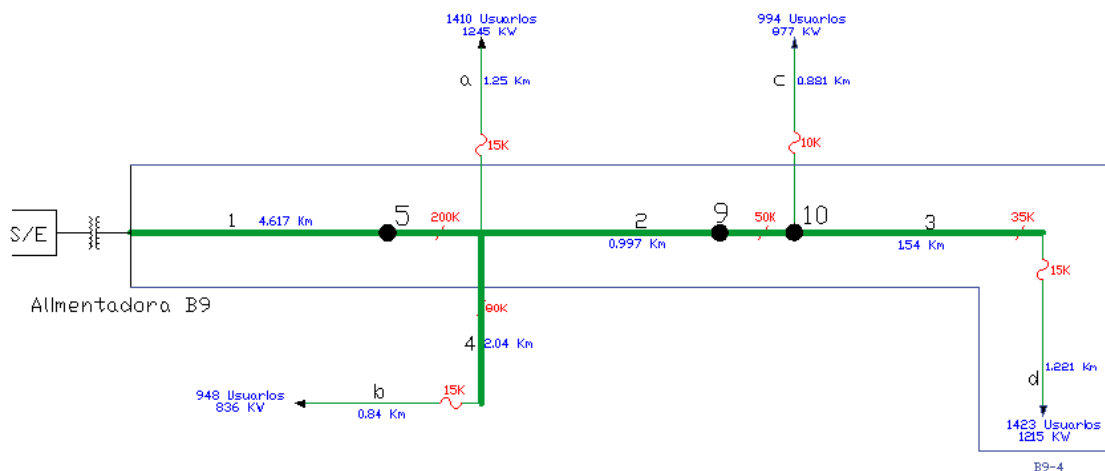


Figura 4.16 Trayectoria 4 de la Alimentadora B9

Tabla 4.17 Reporte de Coordinación de protecciones de Alim. B9- Trayectoria 4 (FASE)

Reporte de coordinación de los dispositivos de protección				
Nombres de los pares de dispositivos		Gama de protección		Descripción
Aguas abajo	Aguas arriba	(Amps)		
15K	35K	36,98	262,0263	Falla a Tiempo = 0.3605 [sec], Corriente = 262.0263 [Amps]
35K	50K	94	264,1699	Falla a Tiempo = 1.2172 [sec], Corriente = 264.1699 [Amps]
50K	200K	149,94	2412,6645	Falla a Tiempo = 0.2457 [sec], Corriente = 2412.6645 [Amps]

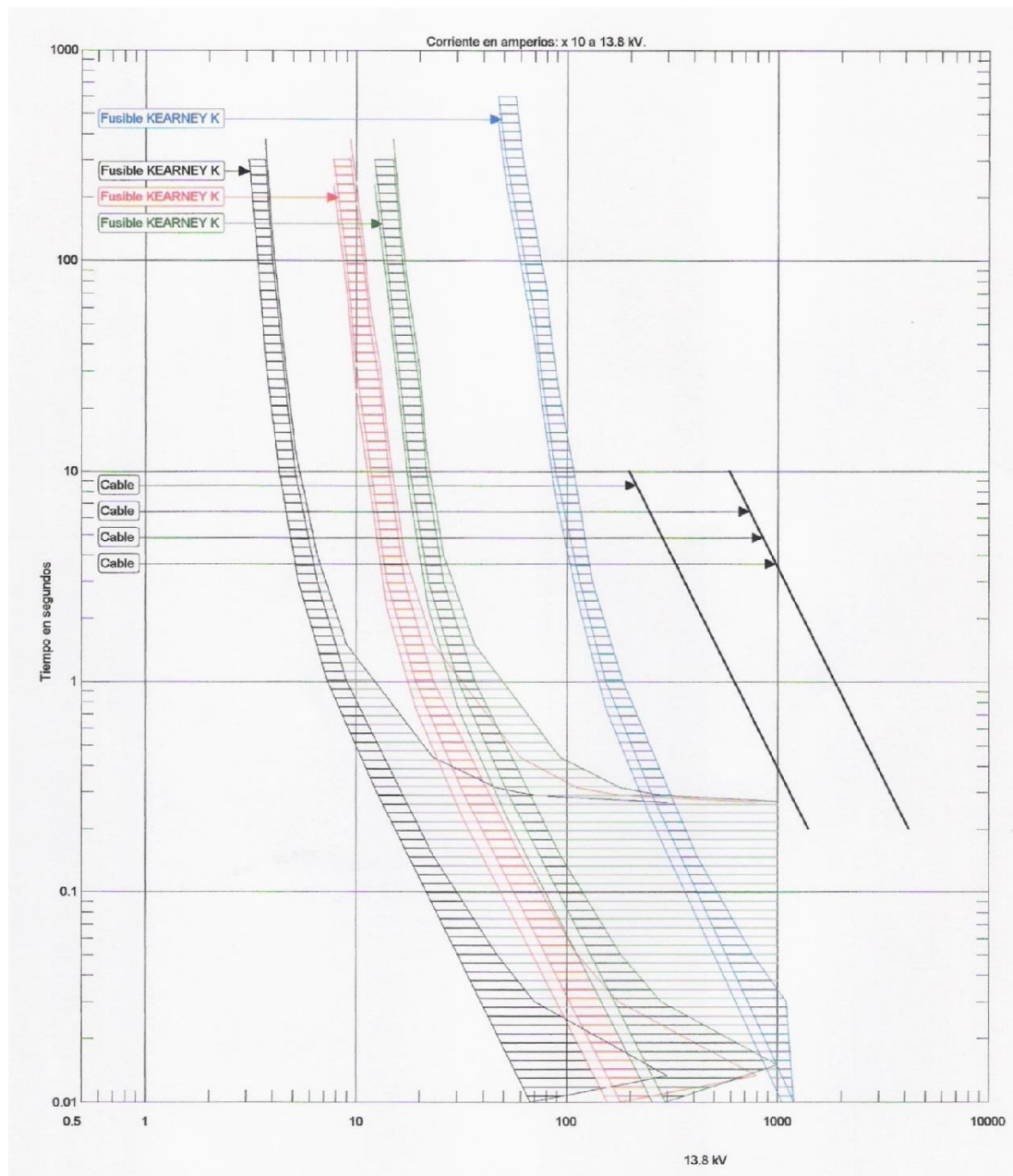


Figura 4.17 Coordinación de protecciones B9-4

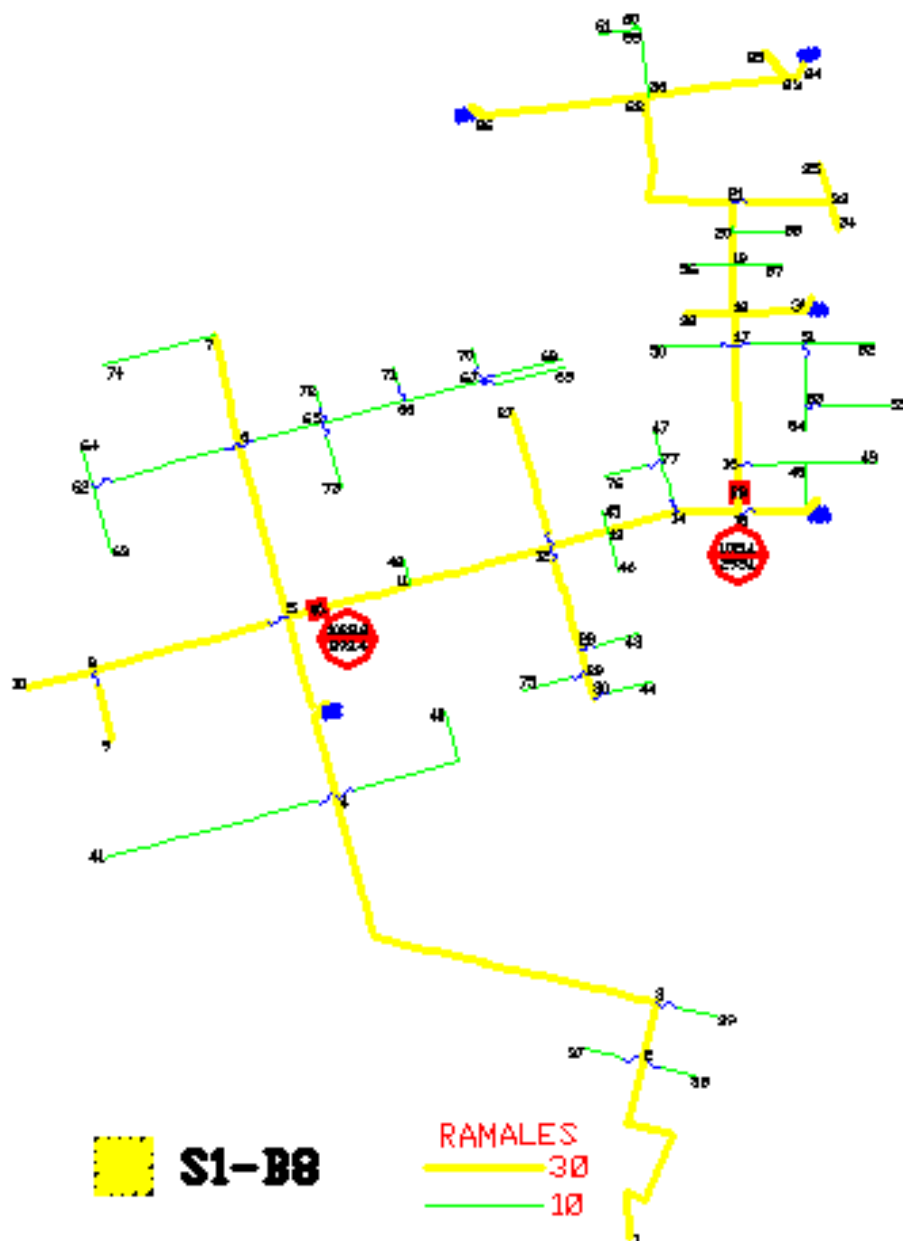


Figura 4.18 Reconectores sobre la Alimentadora S1

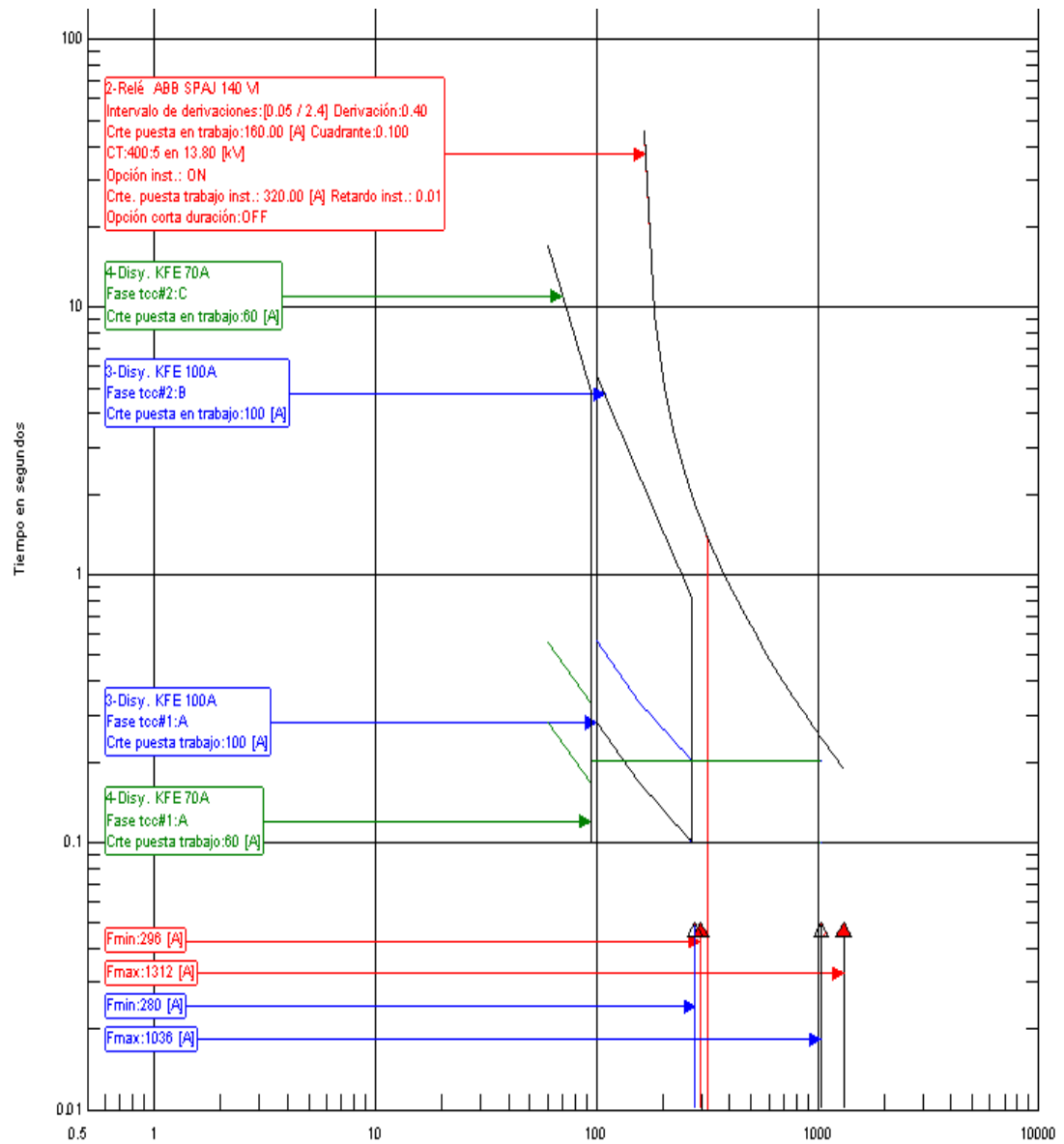


Figura 4.19 Coordinación de protecciones de Alimentadora S1

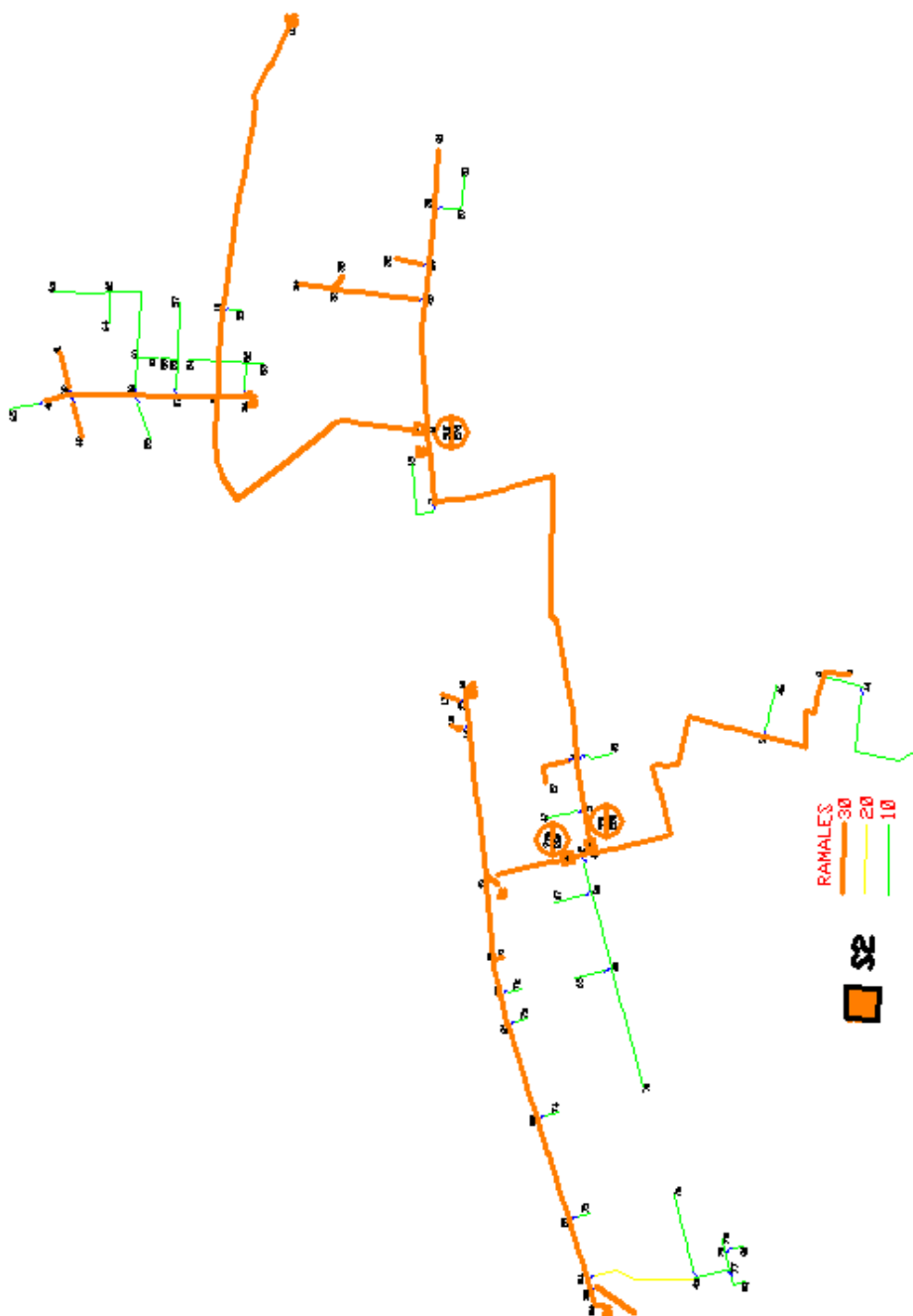


Figura 4.20 Reconectores sobre la Alimentadora S2

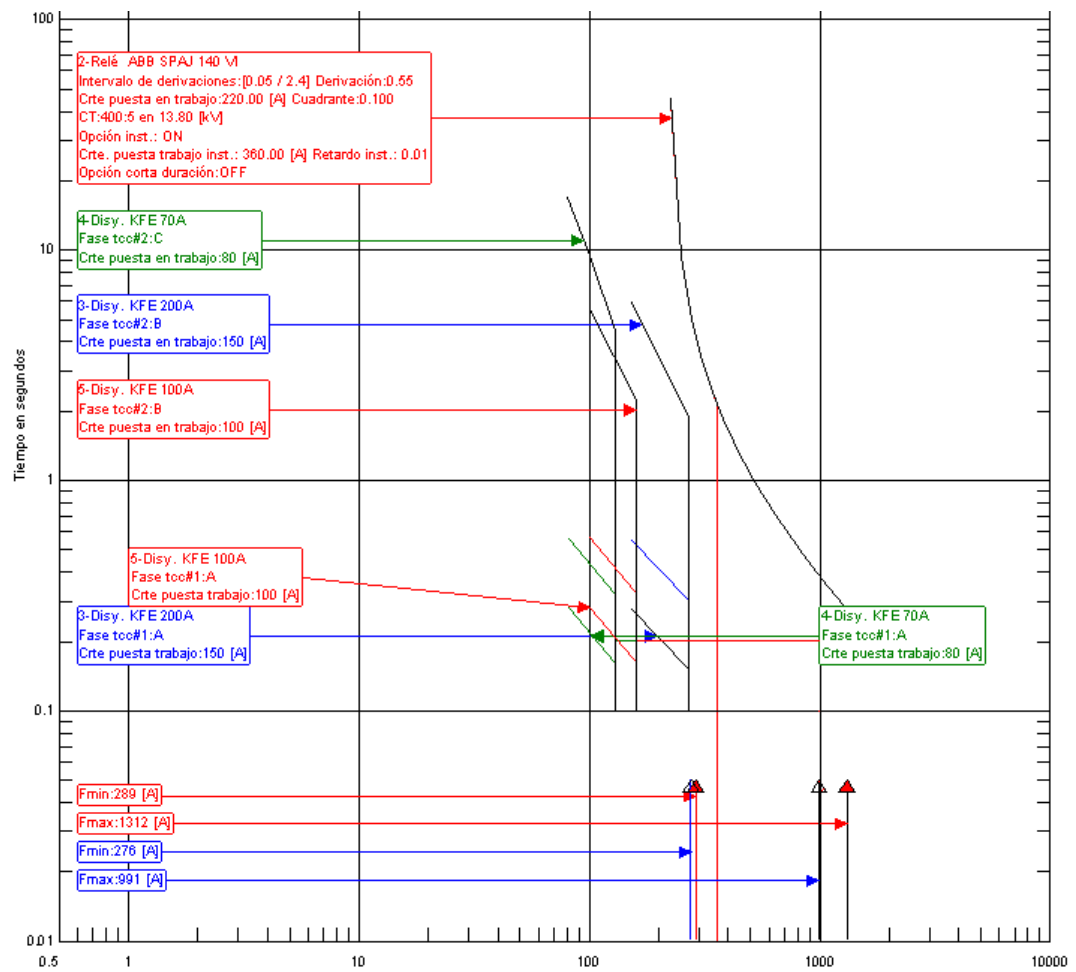


Figura 4.21 Coordinación de Protecciones de la Alimentadora S2

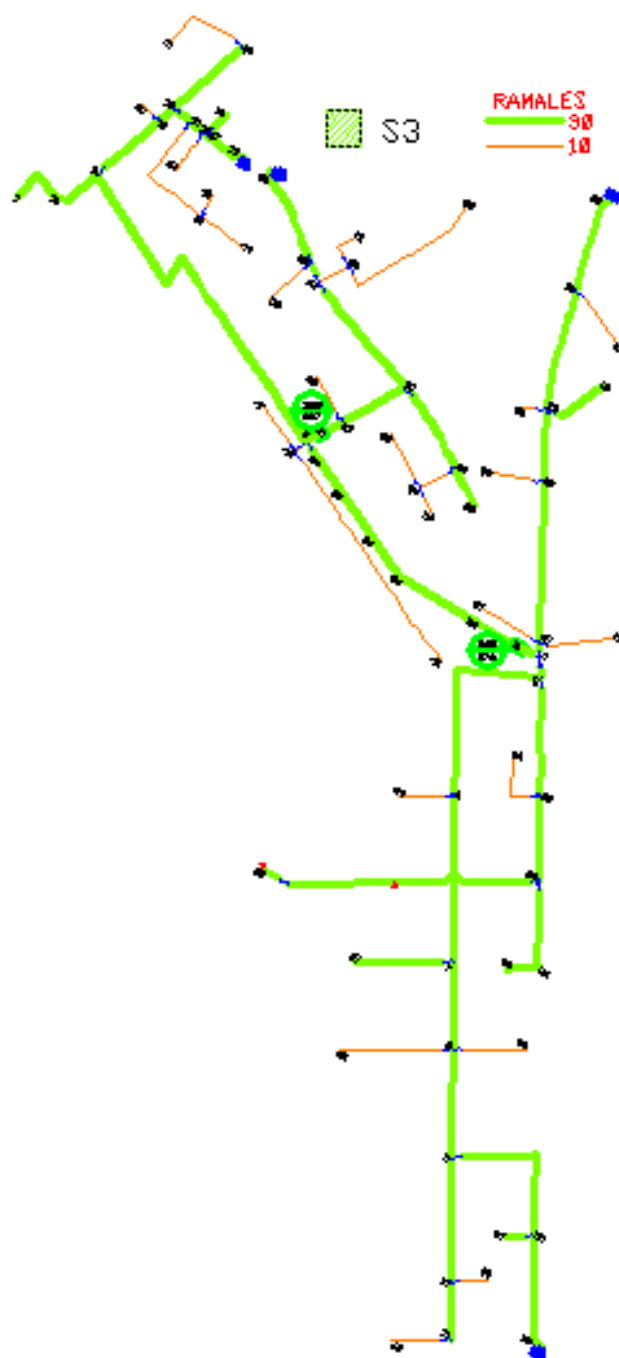


Figura 4.22 Reconectores sobre la Alimentadora S3

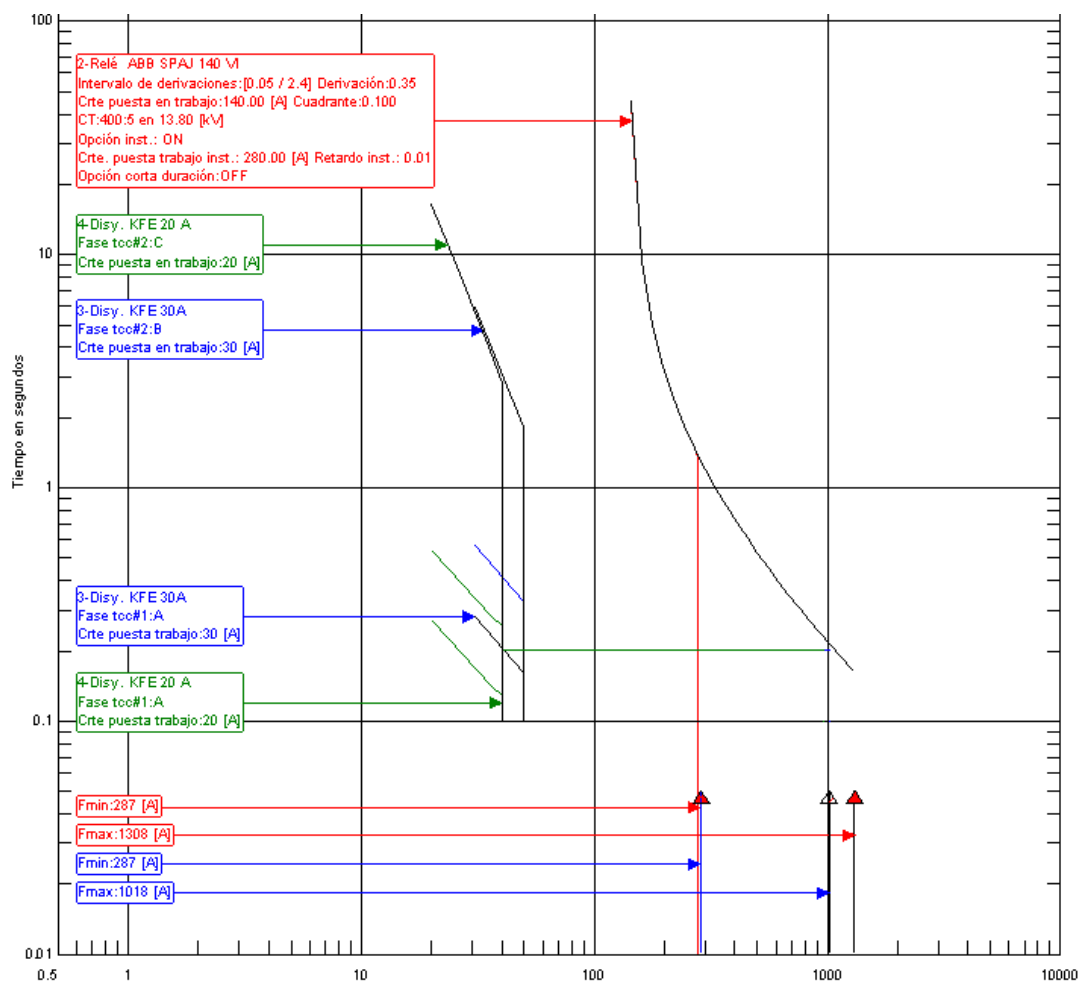


Figura 4.23 Coordinación de Protecciones de la Alimentadora S3

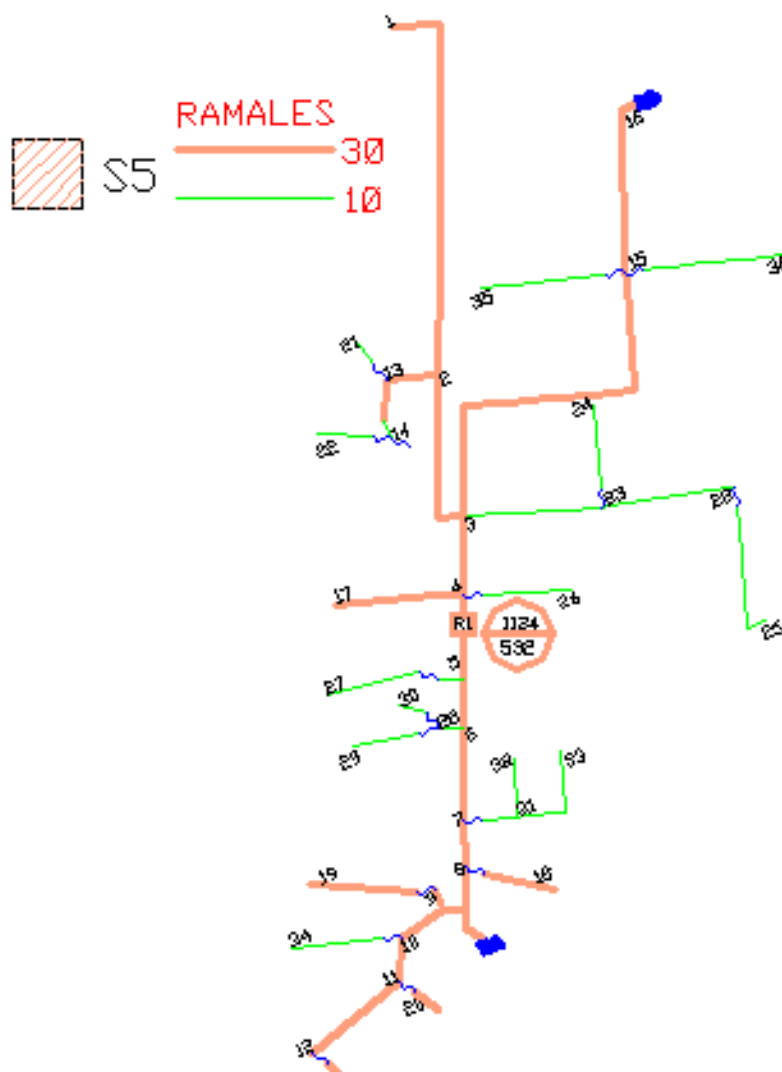


Figura 4.24 Reconectores sobre la Alimentadora S5

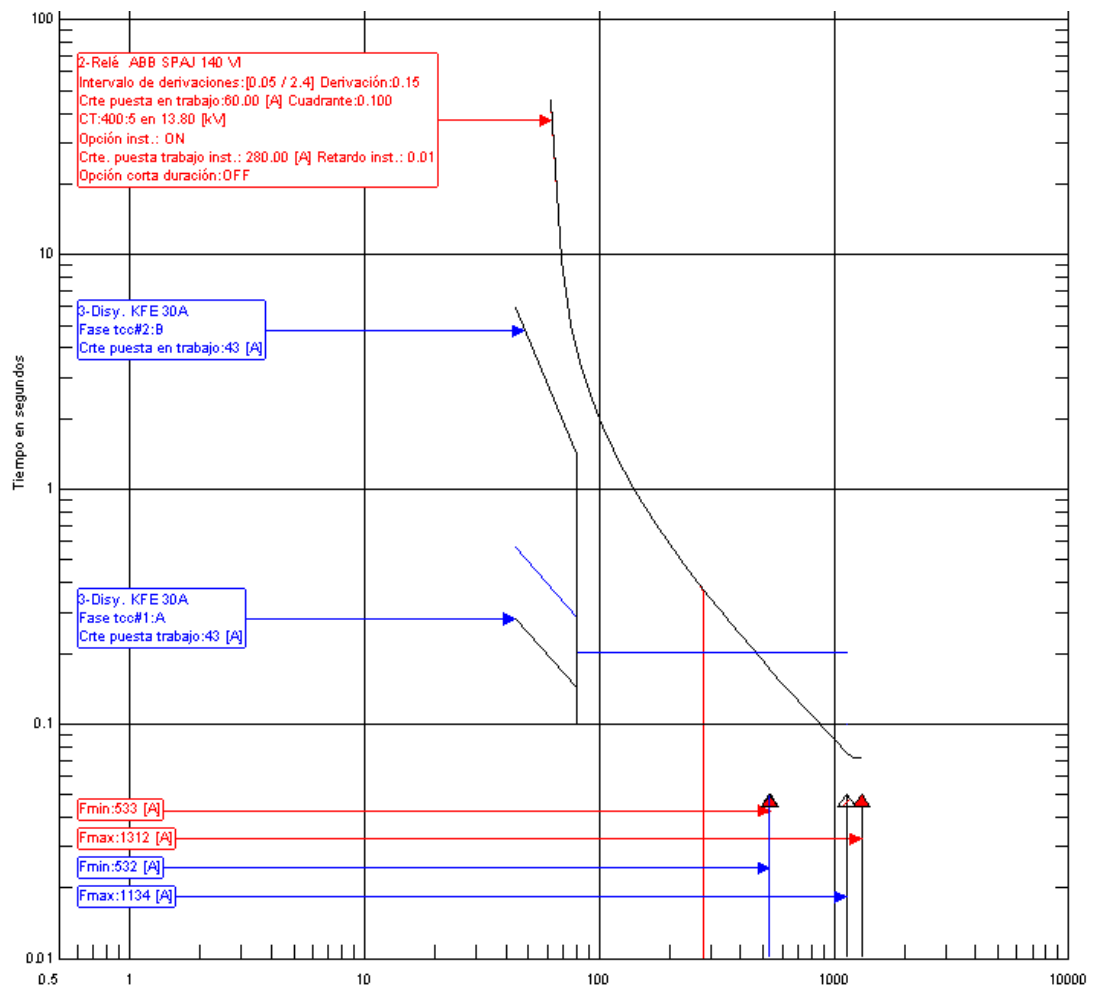


Figura 4.25 Coordinación de Protecciones de la Alimentadora S5

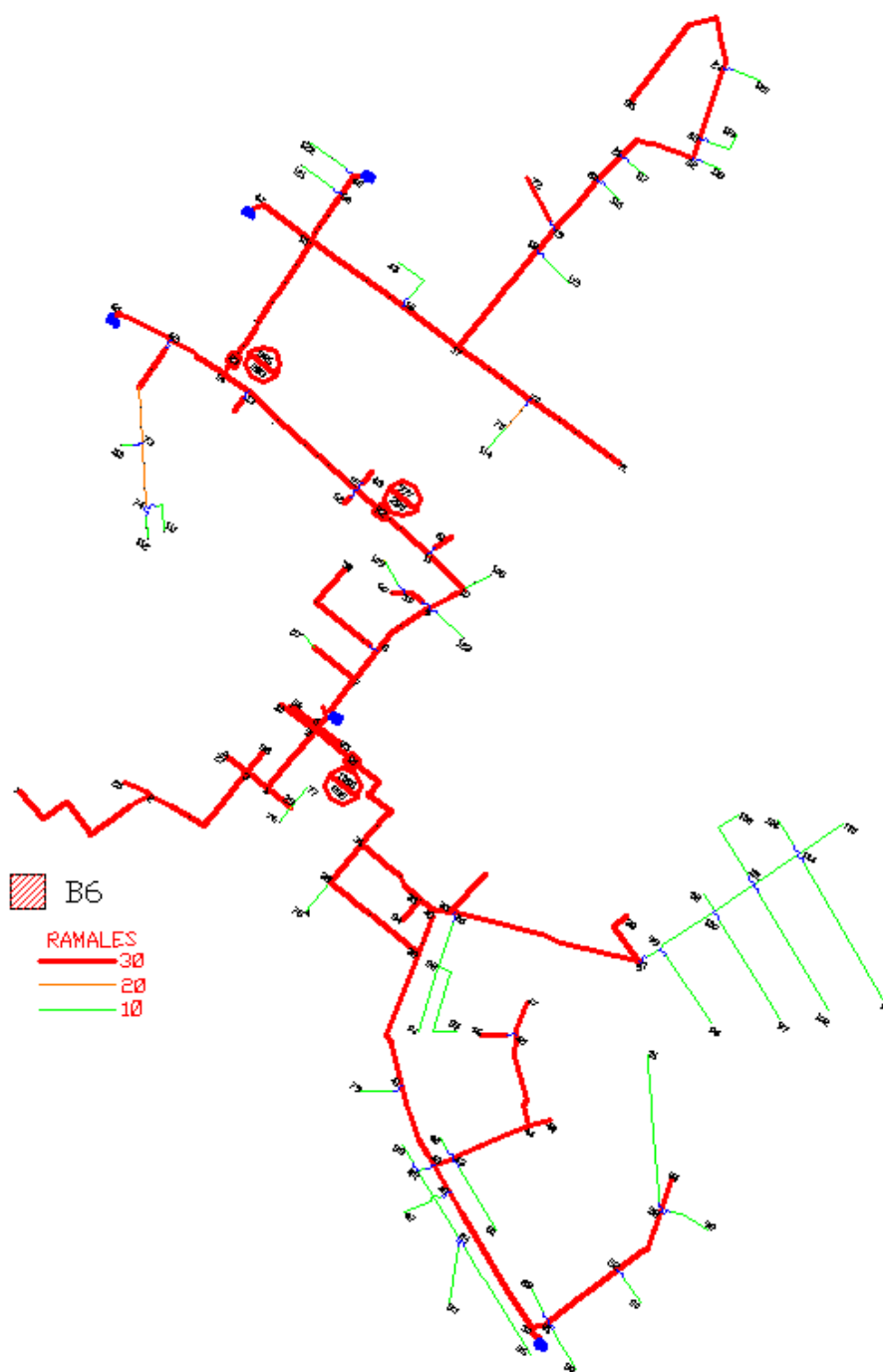


Figura 4.26 Reconectores sobre la Alimentadora B6

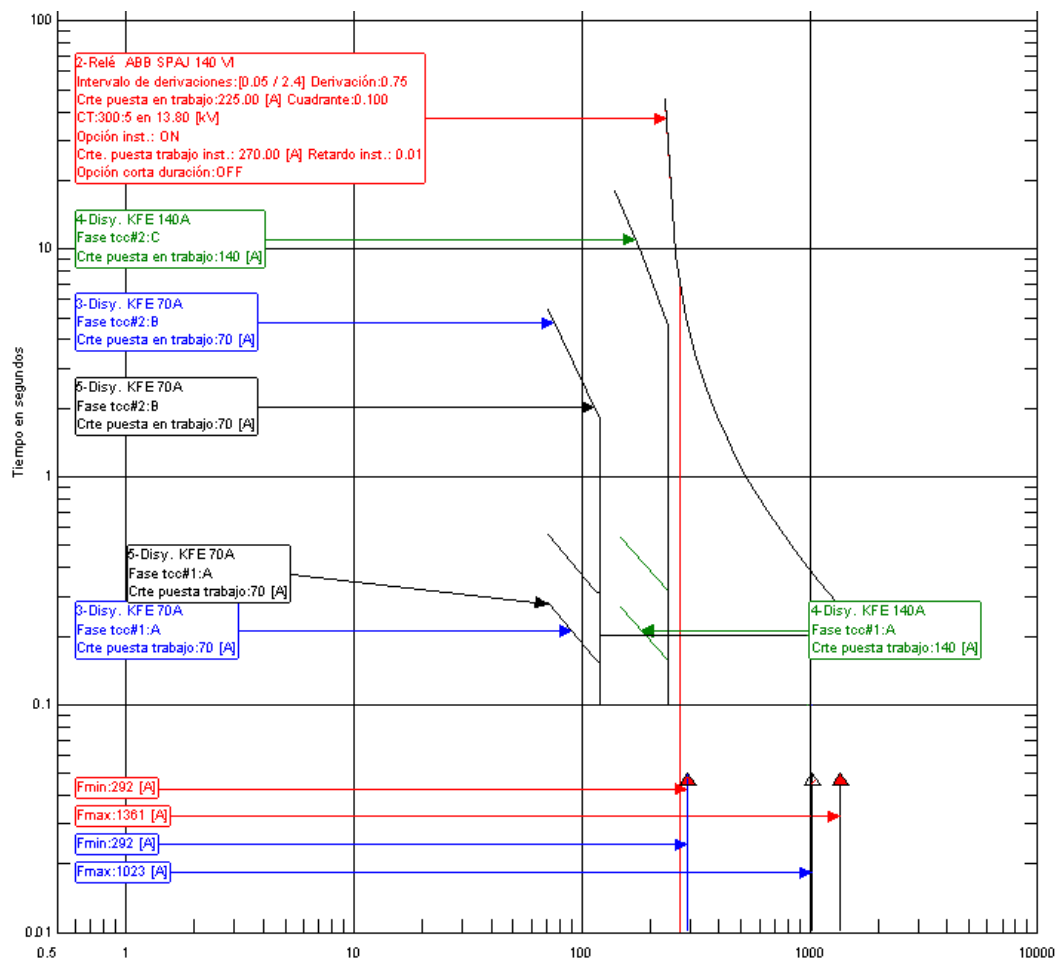


Figura 4.27 Coordinación de Protecciones de la Alimentadora B6

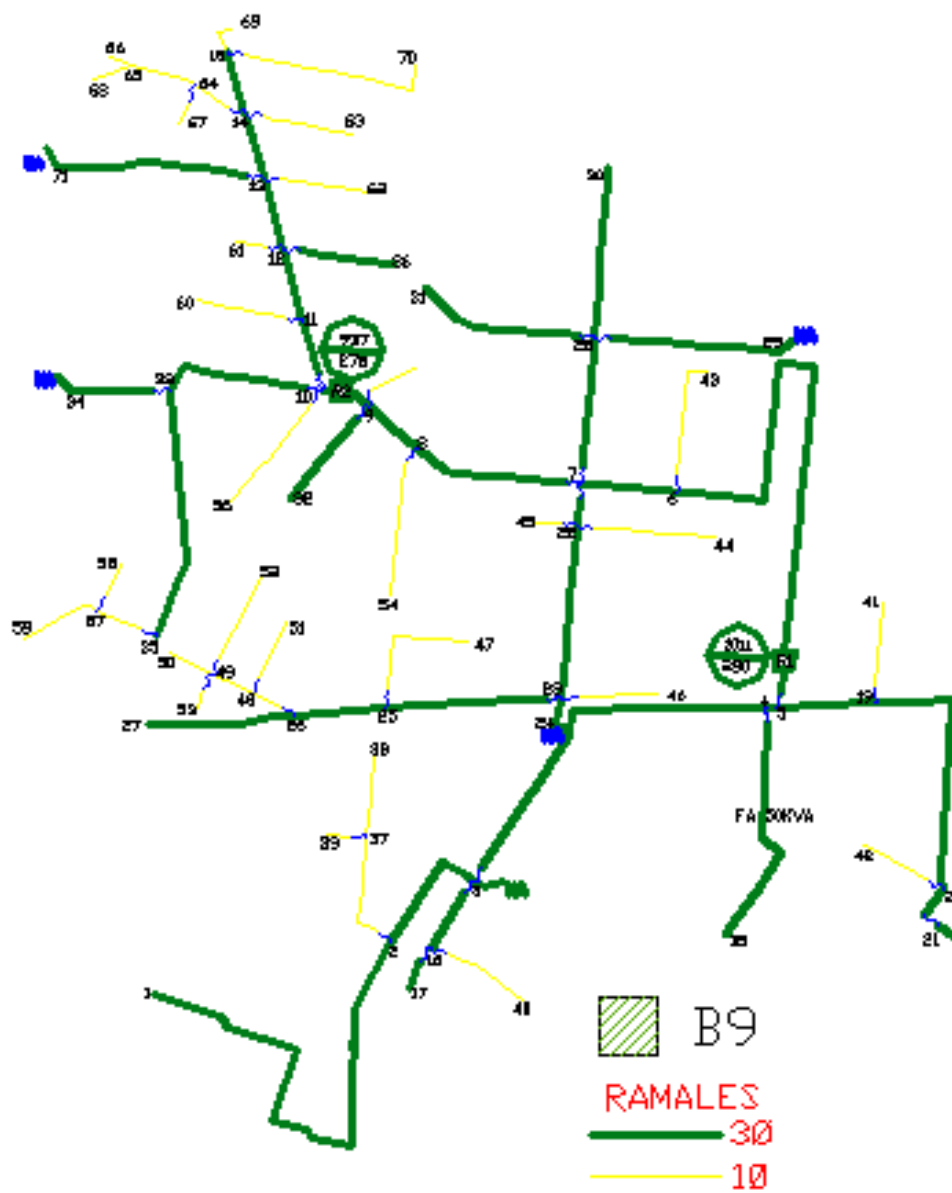


Figura 4.28 Reconectores sobre la Alimentadora B9

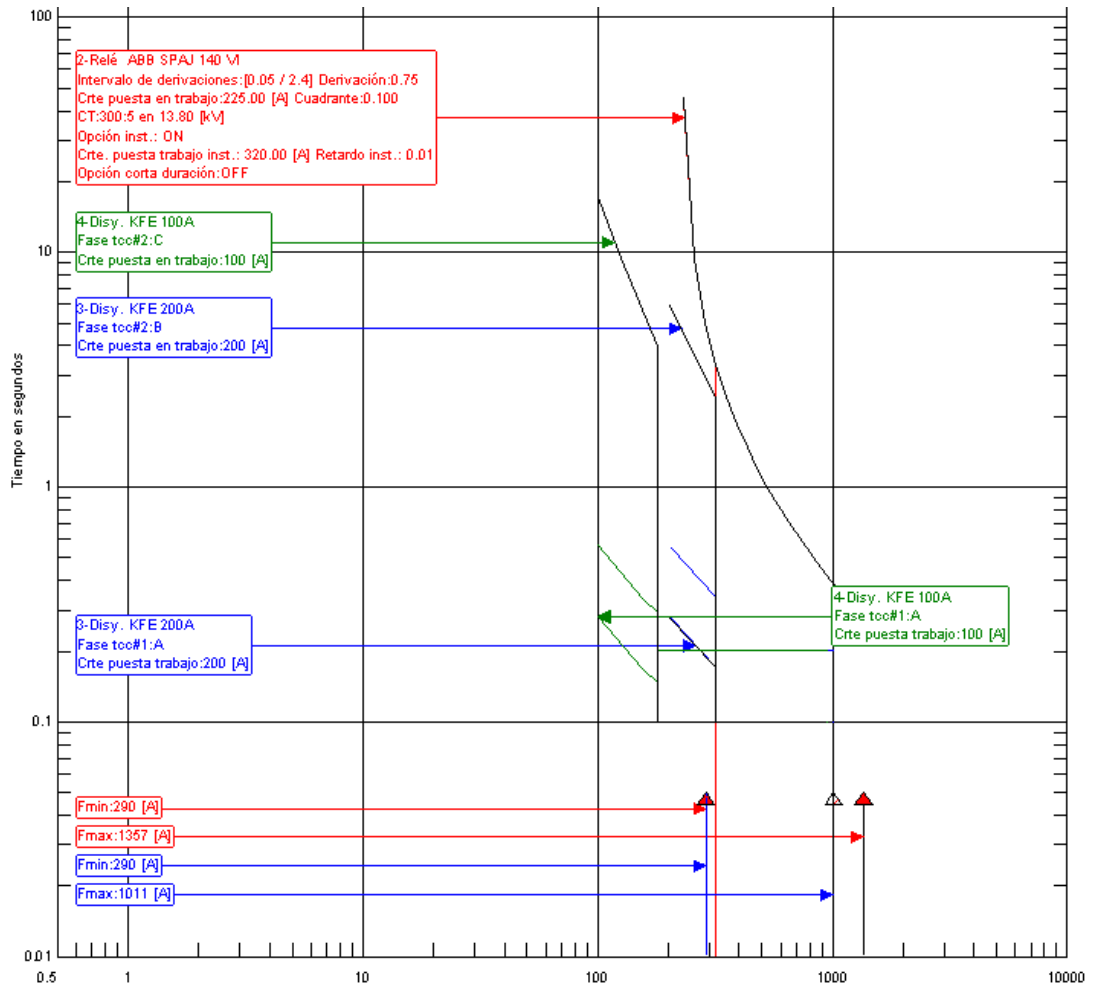


Figura 4.29 Coordinación de Protecciones de la Alimentadora B9

4.3 Rediseño de la Topología del Sistema de Media Tensión Basado en la Calidad del Servicio.

La subestación Sur no posee un sistema automatizado de monitoreo y control de fallas para la red de distribución, la función de seccionadores la realizan las cajas fusibles, toda apertura o cierre de estas cajas se realiza manualmente. Basándonos en esta limitación de la red de distribución planteamos la alternativa de transferir los puntos de carga con mayor número de usuarios entre alimentadoras cercanas, de tal forma que los usuarios conectados a estas partes del sistema permanecerán sin energía durante un tiempo menor. La transferencia de carga se realiza mediante la apertura y cierre de las cajas de fusibles ubicadas en los puntos de intersección entre las alimentadoras involucradas en la transferencia. El rediseño de la topología se muestra en el anexo 10, mientras que los índices considerando los cambios en el sistema de protecciones y la topología se presentan en el anexo 11.

4.4 Resultados

Las tablas 4.5 y 4.6 de la sección 4.1 presenta los índices de confiabilidad para la alternativa cero; las tablas desde la 4.18 hasta la 4.23 presentan los índices de confiabilidad para las demás alternativas.

Tabla 4.18 Índices de Confiabilidad para Primer semestre (Alternativa 1)

Alimentadora	SAIFI	CAIDI	SAIDI	ENS
S1	6,8	0,6	4,0	12200,0
S2	14,6	0,9	13,0	43600,0
S3	2,2	0,3	0,6	1700,0
S5	4,9	1,2	6,1	14500,0
B6	2,0	0,3	0,6	3800,0
B9	4,5	1,0	4,3	18100,0

Tabla 4.19 Índices de Confiabilidad para Segundo Semestre (Alternativa 1)

Alimentadora	SAIFI	CAIDI	SAIDI	ENS
S1	3,0	0,7	2,0	6200,0
S2	6,6	0,4	2,3	8000,0
S3	2,2	0,4	0,9	2500,0
S5	2,5	0,9	2,2	5300,0
B6	0,0	0,0	0,0	0,0
B9	2,5	0,3	0,8	3400,0

Tabla 4.20 Índices de Confiabilidad para Rediseño – Primer Semestre

	S1	S2	S3	S5	B6	B9	Unidades
SAIFI	6,8	14,6	2,2	4,9	2,0	4,5	Interrupciones / consumidor- semestre Horas / consumidores- semestre Horas / consumidor- Interrupción
SAIDI	3,6	8,0	0,6	6,1	0,6	3,6	
CAIDI	0,5	0,6	0,3	1,2	0,3	0,8	
ASAI	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ASUI	0,0004	0,0009	0,0001	0,0007	0,0001	0,0004	
ENS	10,8	28,1	1,7	14,5	3,8	15,1	MWh/ semestre
AENS	5,4	11,2	0,8	23,9	0,4	3,2	KWh/consumidor- semestre

Tabla 4.21 Índices de Confiabilidad para Rediseño –Segundo Semestre

	S1	S2	S3	S5	B6	B9	Unidades
SAIFI	3,0	6,6	2,2	2,5	-	2,5	Interrupciones / consumidor- semestre
SAIDI	1,7	3,1	0,9	2,2	-	1,0	Horas / consumidores- semestre
CAIDI	0,5	0,5	0,4	0,9	-	0,4	Horas / consumidor- Interrupción
ASAI	1,0	1,0	1,0	1,0	-	1,0	
ASUI	0,0002	0,0004	0,0001	0,0003	-	0,0001	
ENS	5,1	10,6	2,5	5,3	-	4,1	MWh/año
AENS	2,5	4,2	1,2	8,8	-	0,9	KWh/consumidor- semestre

Tabla 4. 22 Índices de Confiabilidad para Primer Semestre (Alternativa 3)

Alimentadora	SAIFI	CAIDI	SAIDI	ENS
S1	6,8	0,2	1,2	3500
S2	14,6	0,1	2	5700
S3	2,2	0,01	0,03	270
S5	4,9	1,1	5,3	12600
B6	2	0,1	0,2	1400
B9	4,5	0,6	2,5	10600

Tabla 4. 23 Índices de Confiabilidad para Segundo semestre (Alternativa 3)

Alimentadora	SAIFI	CAIDI	SAIDI	ENS
S1	3	0,2	0,6	1800
S2	6,6	0,03	0,23	780
S3	2,2	0,02	0,04	390
S5	2,5	0,7	1,8	4400
B6	0	0	0	0
B9	2,5	0,2	0,4	1600

En las tablas 4.18 hasta la 4.23, se puede observar que se mantienen los valores de SAIFI presentados para el primer y segundo semestre, esto es porque el SAIFI es un valor que no se puede predecir, debido a que no se

conoce cuando ocurrirá una interrupción, o cuantas interrupciones se producirán en un semestre o año de operación. Los cálculos de los índices mostrados en las tablas 4.20 y 4.21 se presentan en el anexo 11.

4.5 Análisis de los resultados

Los resultados del cálculo de índices de confiabilidad para los dos semestres del año 2006 (alternativa cero), dan a conocer que de acuerdo a los valores límites del CEARE, las alimentadoras presentan valores que sobrepasan los exceden los límites tomados como referencia para este trabajo. Los cambios en el sistema de protecciones y en la topología del sistema de media tensión, nos permiten obtener índices de confiabilidad de menor valor, los cuales están dentro de los límites planteados por el CEARE, asegurando un sistema más confiable.

Para analizar los resultados tomaremos en cuenta dos factores importantes, la confiabilidad (valores de índices de confiabilidad) y las consideraciones económicas.

Considerando la alternativa cero, el costo total del sistema de distribución de la subestación Sur para primer semestre del 2006 es de 465635.79 USD, y se tiene un costo por usuario de 21.66 USD; para el segundo semestre el

costo total es 141866.44 USD, y por usuario de 6.60 USD, los costos para el segundo semestre son menores debido a que se tuvieron menos interrupciones durante el segundo semestre del 2006.

La primera alternativa o alternativa 1 requiere un costo de reforzamiento de 12000 USD, con un costo total de 421964.79 USD, 19.63 USD por usuario; y para el segundo semestre un costo total de 154977.44 USD, permitiendo un costo de 7.21 USD por usuario; al implementar esta alternativa se tienen los índices de confiabilidad que se muestran en las tablas 4.18 y 4.19.

La segunda alternativa o alternativa 2 plantea el uso de los fusibles y la transferencia de carga en algunos puntos de las alimentadoras, lo cual requiere un costo de reforzamiento de 20000 USD, con un costo total de 29191.56 USD para el primer semestre 13.73 USD por usuario; y para el segundo semestre un costo total de 132681.14, y 6.17 USD por usuario; al implementar esta alternativa se tienen los índices de confiabilidad que se muestran en las tablas 4.20 y 4.21, los mismos que están dentro de los valores límites de SAIDI del CEARE.

La tercera alternativa o alternativa 3, consiste en la instalación de reconectadores con un costo de reforzamiento de 84000 USD. Para el primer semestre se tiene un costo total de 270424.86 USD, y 12.58 USD por usuario; y para el segundo semestre un costo total de 155819.44 USD, y un

costo de 7.25 USD por usuario; al implementar esta alternativa se tienen los índices de confiabilidad que se muestran en las tablas 4.22 y 4.23.

La alternativa 3 presenta el costo de reforzamiento mas elevado, pero disminuye el valor de los índices de confiabilidad, por lo que se tienen costos totales cercanos a los valores de la alternativa 2.

Para analizar las mejoras del sistema, comparamos el CAIDI de las alternativas presentadas. El CAIDI es un índice que presenta las horas sin servicio eléctrico por consumidor que resultaron de la interrupción, este valor se puede reducir mejorando el servicio técnico y aplicando lo presentado en las alternativas 1, 2 y 3. Las figuras 4.30 y 4.31, muestran los valores de CAIDI para el primer y segundo semestre de cada alternativa.

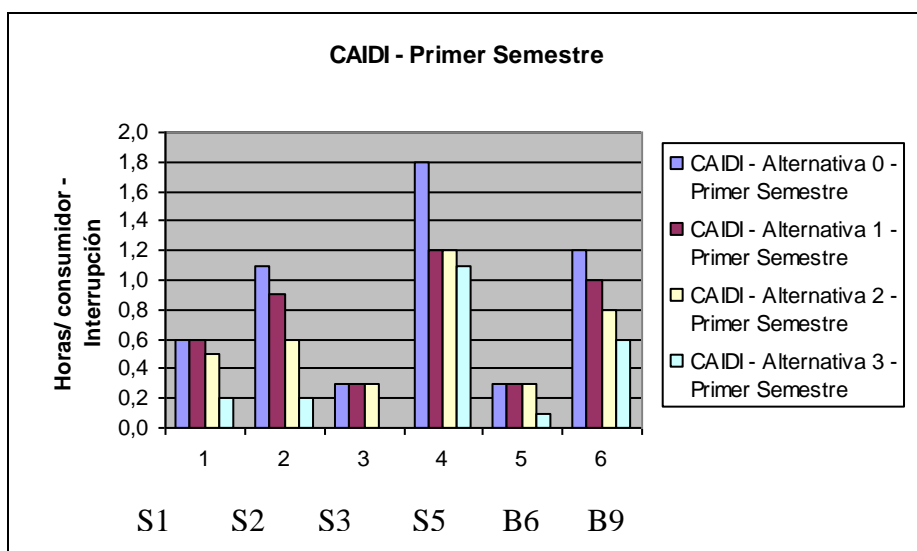


Figura 4.30 CAIDI de Alternativas 0, 1, 2 y 3 – Primer Semestre

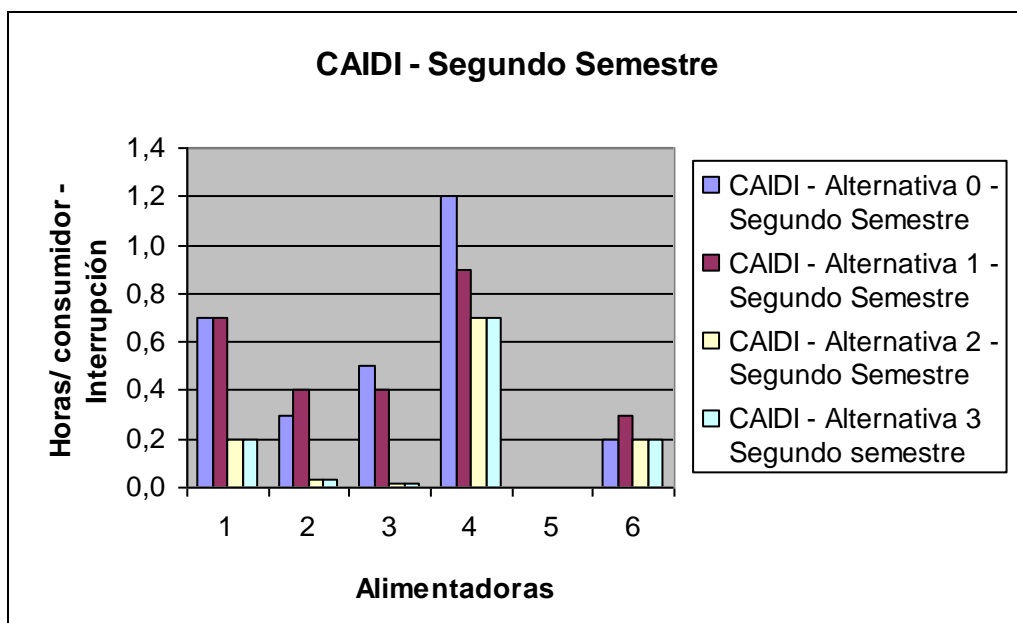


Figura 4.31 CAIDI de Alternativas 0, 1, 2 y 3 – Segundo Semestre

Las alternativas 2 y 3 son las que permiten brindar mayor confiabilidad a los usuarios, ya que plantean índices acordes con los valores límites del CEARE, la alternativa 3 presenta los valores de índices de confiabilidad mas bajos de las tres alternativas, pero el costo de reforzamiento mas elevado, por lo cual la alternativa 2 es la mas recomendable de implementar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La forma como se recopila la información relacionada a las interrupciones en el servicio eléctrico, no es lo suficientemente clara ni precisa para poder discernir las posibles causas que las producen, por lo cual se recomienda utilizar la tabla del ANEXO 12 para poder mantener un mejor almacenamiento de la información y poder obtener mejores resultados.

La Regulación del CONELEC establece como limite un voltaje $\pm 10\%$ del valor nominal (13.2kV), durante un tiempo no mayor al 5% del periodo de medición. El mayor voltaje registrado en la subestación Sur fue de 14.59 kV, un 10.53% mas del voltaje nominal, este se mantuvo durante un 1.19 % del periodo de medición; mientras que el menor voltaje fue de 10 kV, un 24.24% menos del voltaje nominal, el mismo que se mantuvo durante un 0.60 % del periodo de medición. Por lo tanto el voltaje en la subestación Sur se mantiene dentro de los límites dispuestos en la regulación.

La alimentadora S5 es la que posee mayor porcentaje de desbalance en sus fases, para la fase A -16.5%, fase B 45.9% y fase C -19.4%, se recomienda

balancear la alimentadora, o en caso de mantener el desbalance actual, que las cargas futuras sean conectadas a las fases C o A.

Con respecto al número de fallas registradas en las Alimentadoras B6, B9, ocasionadas por la gran cantidad de aisladores fallados, recomendamos que se realice un trabajo exhaustivo de verificación y cambio de aisladores en mal estado para así reducir el número de fallas. Además para la alimentadora S2 se recomienda que la empresa realice una campaña de información acerca de los problemas que causan las cometas al enredarse en las líneas de distribución, para evitar las interrupciones causadas por estos objetos.

De acuerdo a los valores de índices de confiabilidad, la alimentadora S3 y B6 son las que brindan mayor continuidad del servicio eléctrico, mientras que la alimentadora S2 es la que mayor interrupciones presenta.

La mayor corriente simétrica de falla en todas las alimentadoras fue la que se obtuvo durante la falla de línea a tierra cerca de la subestación, para puntos alejados de la subestación fue la corriente durante falla trifásica y la menor fue durante la falla de línea a línea. La mayor corriente de falla de línea a tierra se produjo en la alimentadora B6 y fue de 1361.29 amperios.

La subestación Sur posee un sistema de protecciones que no coordina, es necesario cambiar los ajustes de los relés de protección de las alimentadoras, puesto que de acuerdo a los ajustes actuales, al producirse una falla que genere una corriente en el orden de los 1000 amperios, el relé de protección de la alimentadora operará primero que los fusibles, por lo que se recomienda cambiar las tiras fusibles considerando los ratings adecuados para los fusibles tipo K que se implementan. La coordinación de protecciones que realiza la empresa no considera la capacidad del 150% de corriente continua del rating de los fusibles tipo K.

Se recomienda colocar un transformador de corriente de relación 1000:5 en lugar del de relación 400:5 en la alimentadora S3, para dar un mayor rango de corriente en los aparatos de medición, en caso de producirse una corriente de falla máxima.

Al implementar los cambios del rediseño, presentados en la segunda alternativa, se tiene un ahorro de 7.90 USD por usuario durante el primer semestre, que es cuando mayor número de interrupciones se tiene, y 0.53 USD para el segundo semestre, en comparación con el estado actual del sistema de la Subestación Sur.

ANEXOS

MAPA DE LA CIUDAD DE MILAGRO Y ALIMENTADORAS DE LA SUBESTACION SUR



ANEXO 2
ESTADISTICAS DE FALLA

REPORTES DE FALLAS DEL AÑO 1999											
			TIEMPO DE DESCONEXION				ALIMENTADOR				
FECHA			HORA	HORA	TOTAL	TOTAL	SUBESTACION	IDENTIFICACION	(MW)	(MWH)	CAUSAS
A	M	D	INICIAL	FINAL	(MIN.)	(HORAS)		Y VOLTAJE	DESC	DESC	
99	1	6	16H30	16H40	10	0.17	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	12.00	2.00	FALLA
99	1	17	07H34	08H50	76	1.27	MILAGRO SUR	B - 6	2.50	3.17	FALLA
99	1	19	11H05	11H30	15	0.25	MILAGRO SUR	B - 6	2.50	0.63	FALLA
99	1	19	12H00	12H34	34	0.57	CENTRAL DIESEL	AV. QUITO Y NARANJITO	0.60	0.34	FALLA
99	1	28	09H15	10H55	85	1.42	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1.50	2.13	FALLA
99	1	29	07H30	08H30	60	1.00	MILAGRO SUR	B - 6	2.50	2.50	FALLA
99	1	29	07H30	09H00	90	1.50	CENTRAL DIESEL	AV. QUITO Y NARANJITO	0.60	0.90	FALLA
99	1	29	08H00	08H45	45	0.75	MILAGRO SUR	B - 7	2.30	1.73	FALLA
99	1	29	12H11	15H10	179	2.98	MILAGRO SUR	B - 6	2.60	7.76	REPARACIONES
99	3	7	23H00	09H10	610	10.17	MILAGRO SUR	B - 9	2.50	25.42	FALLA
99	3	7	23H05	10H00	655	10.92	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	5.00	54.58	FALLA
99	3	7	23H05	02H34	209	3.48	MILAGRO SUR	B - 7	4.00	13.93	FALLA
99	3	9	19H27	19H35	8	0.13	MILAGRO SUR	B - 6	4.00	0.53	REPARACIONES
99	4	3	01H45	02H35	50	0.83	MILAGRO SUR	B - 7	3.00	2.50	FALLA
99	4	5	05H30	09H10	220	3.67	MILAGRO SUR	B - 7	3.00	11.00	FALLA
99	4	17	22H10	22H42	32	0.53	MILAGRO SUR	B - 6	3.50	1.87	FALLA
99	4	20	08H50	09H05	15	0.25	MILAGRO SUR	B - 9	3.50	0.88	FALLA

99	4	21	15H43	17H16	93	1.55	MILAGRO SUR	B - 6	3.50	5.43	REPARACIONES
99	4	21	16H14	17H54	100	1.67	MILAGRO SUR	B - 7	4.50	7.50	FALLA
99	4	25	16H30	16H50	20	0.33	MILAGRO SUR	B - 9	3.50	1.17	REPARACIONES
99	5	1	16H38	17H50	72	1.20	MILAGRO SUR	B - 6	0.50	0.60	FALLA
99	5	9	02H46	03H36	50	0.83	S. N. I.	MILAGRO I (69KV)	4.50	3.75	FALLA
99	5	12	11H20	14H16	184	3.07	MILAGRO SUR	B - 8	0.30	0.92	FALLA
99	5	18	17H45	18H00	15	0.25	MILAGRO SUR	B - 9	3.50	0.88	FALLA
99	5	23	20H35	21H05	30	0.50	S. N. I.	MILAGRO I (69KV)	8.50	4.25	FALLA
99	5	26	03H57	04H35	38	0.63	S. N. I.	MILAGRO I (69KV)	4.50	2.85	FALLA
99	5	29	16H45	17H45	60	1.00	MILAGRO SUR	B - 9	3.50	3.50	REPARACIONES
99	5	29	21H05	22H18	68	1.13	MILAGRO SUR	B - 9	4.50	5.10	FALLA
99	5	31	01H15	02H55	100	1.67	S. N. I.	MILAGRO I (69KV)	4.50	7.50	FALLA
99	6	2	13H55	14H48	53	0.88	MILAGRO SUR	B - 9	2.10	1.86	REPARACIONES
99	6	6	09H55	10H10	15	0.25	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	4.30	1.08	FALLA
99	6	17	05H57	06H07	10	0.17	MILAGRO SUR	B - 7	1.70	0.28	FALLA
99	6	18	10H00	10H27	27	0.45	MILAGRO SUR	B - 8	0.18	0.08	FALLA
99	6	19	20H45	11H00	135	2.25	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	6.00	13.50	FALLA
99	6	19	20H58	21H15	17	0.28	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	12.00	3.40	FALLA
99	6	21	16H22	17H18	56	0.93	CENTRAL DIESEL	ALIM. AV. QUITO	1.00	0.93	FALLA
99	6	26	07H07	07H15	8	0.13	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	12.00	1.60	FALLA
99	7	6	09H13	10H40	87	1.45	MILAGRO SUR	B - 9	2.60	3.77	FALLA
99	7	9	14H00	14H05	5	0.08	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	12.50	1.04	FALLA
99	7	9	14H00	15H10	70	1.17	MILAGRO SUR	B - 2 (6 9 KV)	6.00	7.00	FALLA
99	7	17	05H25	05H43	18	0.30	S. N. I.	MILA GRO I (69 KV)	4.50	1.35	FALLA

99	7	17	09H12	09H17	5	0.08	MILAGRO SUR	B - 7	3.00	0.25	FALLA
99	7	18	04H55	06H00	65	1.08	MILAGRO SUR	B - 9	3.50	3.79	FALLA
99	9	4	20H15	20H28	13	0.22	MILAGRO SUR	B - 6	4.00	0.87	FALLA
99	9	23	11H55	12H30	35	0.58	S . N . I.	MILAGRO I , II , III (69 KV)	32.00	18.67	FALLA
99	9	24	01H50	02H18	28	0.47	MILAGRO SUR	B - 6	2.00	0.93	FALLA
99	9	24	02H15	03H15	60	1.00	CENTRAL DIESEL	ALIM. NARANJITO	0.50	0.50	FALLA
99	9	24	02H45	04H07	82	1.37	MILAGRO SUR	B - 7	3.00	4.10	FALLA
99	9	24	09H53	10H05	12	0.20	CENTRAL DIESEL	ALIM. NARANJITO	0.50	0.10	FALLA
99	10	1	15H30	16H40	70	1.17	CENTRAL DIESEL	BARRAS (S/E C.D.)	0.70	0.82	FALLA
99	10	1	16H00	16H38	38	0.63	MILAGRO SUR	B-6	2.00	1.27	FALLA
99	10	1	19H00	19H52	52	0.87	CENTRAL DIESEL	BARRAS (S/E C.D.)	0.70	0.61	FALLA
99	10	14	15H22	15H57	35	0.78	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	10.00	5.83	FALLA
99	10	17	19H35	19H50	15	0.25	MILAGRO SUR	B - 7	2.20	0.55	FALLA
99	10	26	15H12	16H15	63	1.05	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	9.00	9.45	FALLA
99	10	29	01H45	02H05	20	0.33	MILAGRO SUR	B-2 (69 KV)	4.00	1.33	FALLA
99	11	21	17H37	18H30	57	0.99	MILAGRO SUR	B-6	2.00	1.90	FALLA
99	11	23	13H21	13H32	11	0.18	MILAGRO SUR	B - 7	3.00	0.55	FALLA
99	11	24	12H35	12H45	10	0.17	MILAGRO SUR	B-2 (69 KV)	14.00	2.33	FALLA
99	12	10	20H50	21H00	10	0.17	MILAGRO SUR	B-6	2.50	0.42	FALLA
99	12	11	08H48	09H00	12	0.20	MILAGRO SUR	B - 7	2.80	0.56	FALLA

REPORTE DE FALLAS AÑO 2000										
FECHA			TIEMPO DE DESCONEJION				ALIMENTADOR	CARGA DESCON.		OBSERVACIONES
AÑO	MES	DIA	HORA (SAL.)	HORA (ENT.)	TOTAL MINU.	SUBESTACION	IDENTIFICACION	(MW)	CAUSAS	
2000	1	3	02H10	03H10	60	MILAGRO SUR	B - 2 (69KV)	6.24	IF	FALLA
2000	1	4	02H00	02H51	51	MILAGRO SUR	B - 2 (69KV)	6	IF	FALLA
2000	1	20	19H23	19H55	38	MILAGRO SUR	B - 6	4.25	IF	LINEAS ARRANCADAS
2000	1	29	11H55	13H02	67	S. N. I.	MILAGRO I, II (69KV)	15	EF	FALLA EN PATIOS DEL S. N. I.
2000	2	4	19H48	20H05	17	S. N. I	MILAGRO I (69 KV)	9.40		FALLA
2000	2	6	12H25	12H55	30	MILAGRO SUR	B - 7	2.85		FALLA
2000	2	10	23H10	23H16	6	MILAGRO SUR	B - 6	2.5		FALLA
2000	2	12	10H25	11H00	35	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	13.6		FALLA FASE C DEL B - 2
2000	2	18	18H00	18H34	34	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	15		FALLA
2000	2	28	09H25	09H51	26	MILAGRO SUR	B - 6	3		LINEAS ARRANCADAS
2000	2	29	02H45	03H53	68	MILAGRO SUR	ALIM. YAGUACHI	1.4		FALLAS
2000	3	9	13H10	13H37	27	MILAGRO SUR	ALIM. YAGUACHI	0.80		FALLA
2000	3	15	15h00	15h12	12	MILAGRO SUR	ALIM. YAGUACHI	0.8		CAMBIO DE CAJA
2000	3	16	19H50	21H33	103	MILAGRO SUR	B - 6	4.5		CAMBIO DE AISLADOR
2000	3	16	19H58	21H34	96	CENTRAL DIESEL	NARANJITO	0.5		FALLA
2000	3	21	17H29	17H37	8	S.N.I	MILAGRO II (69 KV)	11		FALLA
2000	3	26	13H40	13H58	18	S.N.I	MILAGRO II (69 KV)	11		FALLA
2000	4	5	06h05	06h35	30	MILAGRO SUR	B - 7	3		FALLA
2000	4	8	6H44	7H30	46	MILAGRO SUR	B - 7	3		CAMBIO DE AISLADOR
2000	4	14	14H25	15H25	60	MILAGRO SUR	B - 9	3.5		FALLA POR COMETA

2000	4	17	15H46	16H35	44	CENTRAL DIESEL	ALIM. NARANJITO.	0.4		TRABAJOS.
2000	4	17	18H55	19H35	60	MILAGRO SUR	B - 9	2.8		FALLA
2000	4	19	14H40	15H12	32	MILAGRO SUR	B - 7	2.80		FALLA POR COMETA
2000	4	20	07H34	08H10	36	MILAGRO SUR	B - 7	4.3		FALLA DESCONOCIDA
2000	4	20	08H55	09H55	60	MILAGRO SUR	B - 9	3		CAMBIO DE AISLADORES
2000	4	26	11H16	11H50	34	MILAGRO SUR	B - 2 (69KV)	3		FALLA A NARANJAL
2000	4	28	20H15	20H30	15	MILAGRO SUR	B - 7	2.4		FALLA
2000	5	1	00H30	00H38	8	MILAGRO SUR	B - 7	2.5		FALLA
2000	5	2	05H45	07H20	95	MILAGRO SUR	B - 7	2.5		FALLA
2000	5	10	10H18	10H41	20	MILAGRO SUR	B - 6 , B - 8 , B - 9	8		SOBRE VOLTAGE EN EL S. N. I
2000	5	10	10H18	10H36	18	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	5.5		SOBRE VOLTAGE EN EL S. N. I
2000	5	10	10H18	10H40	22	MILAGRO SUR	B - 7	2.5		SOBRE VOLTAGE EN EL S. N. I
2000	5	10	20H58	21H15	17	MILAGRO SUR	B - 8	0.38		FALLA DE UN TRANSFORMADOR
2000	5	12	09H18	09H53	35	MILAGRO SUR	B - 7, B - 3	2.8		CORTE DE PALMA DE COCO
2000	6	2	14H05	14H46	41	MILAGRO SUR	B - 9	2.5		FALLA PUENTE VOLADO
2000	6	10	04H50	06H10	80	S. N. I.	MILAGRO I, II, III, (69 KV)	32.5		REPARAR PUNTO CALIENTE PATIOS S.N.I
2000	6	14	09H38	09H40	2	CENTRAL DIESEL	BARRAS (S/E. CENTAL DIESEL)	0.5		PARA APERTURA ALIM. AV. QUITO
2000	6	14	09H38	10H32	54	CENTRAL DIESEL	ALIM. AV. QUITO	0.5		DESBROCE SECTOR ESTADIO
2000	6	21	20H20	21H00	40	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	9.6		FALLA COMETA SOBRE LA LINEA
2000	6	22	05H50	06H00	10	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	9		FALLA
2000	6	28	03H57	04H17	20	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	4.5		POSTE DE LA LINEA (69 KV) CHOCADO
2000	6	28	08H06	09H25	79	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	2.6		POSTE DE LA LINEA (69 KV) CHOCADO
2000	7	7	15H34	16H00	26	CENTRAL DIESEL	BARRAS (S/E. CENTRAL DIESEL)	1.9		PAJARO EN PARA RAYO DE PILADORA

2000	7	14	06H17	06H32	15	MILAGRO SUR	B - 7	3		FALLA
2000	9	15	14H10	14H36	26	MILAGRO SUR	B - 6	1.8	IF	FALLA
2000	9	24	14H30	15H24	54	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	2.6	IF	FALLA
2000	9	26	18H20	18H38	18	MILAGRO SUR	B - 7	4	IF	FALLA
2000	10	20	18H50	20H05	75	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1.5	IF	FALLA POR CABLE ARRANCADO
2000	11	1	20H29	20H52	23	MILAGRO SUR	B - 7	5.2	IF	FALLA CABLE DE ANTENA SOBRE LA LINEA
2000	11	8	13H40	13H52	12	MILAGRO SUR	B - 6	3	IF	ANTENA SOBRE LA LINEA
2000	11	22	15H25	18H00	155	MILAGRO SUR	B - 7	2	IF	FALLA
2000	11	25	13H12	13H42	30	MILAGRO SUR	B - 7	2	IF	FALLA
2000	11	30	13H48	14H05	17	MILAGRO SUR	B - 2	8	IF	FALLA LINEA MONTERO NARANJAL
2000	12	1	16H50	18H30	100	MILAGRO SUR	YAGUACHI	2.4	IF	LINEA ARRANCADA
2000	12	7	15H43	15H56	13	MILAGRO SUR	B - 6	2.8	IF	FALLA EN CASTILLO DE LA CENTRAL DIESEL

REPORTE DE FALLA AÑO 2001											
FECHA			TIEMPO DE DESCONEXION				ALIMENTADOR	CARGA			
AÑO	MES	DIA	HOR (SAL)	HOR (ENT)	TOT MIN)	SUBESTACION	IDENTIFICACION	DESCONECTADA (MW)		CAUSAS	OBSERVACIONES
2001	1	8	22H38	22H50	12	MILAGRO SUR	B - 7	2.5		IF	DESCARGA ATMOSFERICA
2001	1	8	22H35	22H44	9	MILAGRO SUR	B - 6	3.5		IF	DESCARGA ATMOSFERICA
2001	1	12	11H58	12H08	10	MILAGRO SUR	B - 7	2.7		IF	FALLA
2001	1	30	12H50	13H54	64	S. N. I.	MILAGRO 2 (69KV)	17.2		IF	FALLA
2001	2	7	19H07	19H37	30	MILAGRO SUR	B - 7	2.7		IF	FALLA
2001	2	14	20H26	20H32	6	MILAGRO SUR	B - 7	2.7		IF	FALLA
2001	2	21	11H54	13H10	76	MILAGRO SUR	B - 6	2.8		IF	FALLA ALIM. AV.QUITO
2001	2	21	12H02	12H13	11	S.N.I	MILAGRO II (69 KV	11.5		IF	FALLA B - 6 AISLADOR EN MAL ESTADO

)				
2001	2	25	12H52	13H16	24	MILAGRO SUR	B - 6	2.5		IF	REAJUSTE DE PUENTES
2001	3	17	17H15	17H30	15	S. N. I.	MILAGRO II (69KV)	9.5	25.7	IF	FALLA POR DESCARGAS ATMOSFERICAS
2001	3	19	10H35	10H55	20	MILAGRO SUR	B - 6	2.3	6.2	IF	PALMA SOBRE LINEA
2001	3	24	10H34	11H47	73	MILAGRO SUR	B - 7	2.5	7.2	IF	FALLA
2001	3	26	11H40	12H20	40	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	6.7	17.6	IF	POR FALLA EN ALIMENTADOR B - 7
2001	3	26	11H40	13H34	114	MILAGRO SUR	B - 7	2.5	6.6	IF	AISLADORES EN MAL ESTADO
2001	3	28	00H10	00H30	102	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	11	29.7	IF	(**) FALLA EN TRAMO MILAGRO - KM26
2001	3	29	03H08	03H24	16	MILAGRO SUR	B - 7	3.3	10.2	IF	DESCARGAS ATMOSFERICAS
2001	3	30	02H40	03H00	20	MILAGRO SUR	B - 7	2.5	7.5	IF	DESCARGA ATMOSFERICA
2001	4	2	12H14	12H42	28	S. N. I .	MILAGRO I (69 KV)	6.7	17.6	IF	COMETA EN LAS LINEAS
2001	4	7	02H58	03H18	20	MILAGRO SUR	B - 7	2.8	8.7	IF	FALLA ALIM. YAGUACHI
2001	4	7	03H58	04H58	60	MILAGRO SUR	B - 7	2.8	8.7	IF	FALLA POR PALMAS
2001	4	7	22H55	01H52	177	MILAGRO SUR	B - 7	2.5	5.6	IF	AISLADORES EN MAL ESTADO
2001	4	11	07H45	09H10	85	S. N. I .	MILAGRO I (69 KV)	5.2	33.4	EF	FALLA EN PATIOS DEL S.N.I.
2001	4	11	07H45	09H09	84	S. N. I .	MILAGRO II (69 KV)	9.9	28.2	EF	FALLA EN PATIOS DEL S.N.I.
2001	4	11	23H50	01H15	85	MILAGRO SUR	B - 9	2.2	5.9	IF	COMETA EN LAS LINEAS
2001	4	14	23H38	01H22	104	MILAGRO SUR	B - 7	2.5	6.5	IF	COMETA EN LAS LINEAS
2001	4	14	10H40	11H06	26	S. N. I .	MILAGRO I (69 KV)	5.4	15.5	IF	CABLE DE ANTENA SOBRE LA LINEA
2001	4	14	20H18	20H55	37	MILAGRO SUR	B - 7	2.5	4.6	IF	REPARAR LINEA ARRANCADA
2001	4	20	04H20	05H12	52	MILAGRO SUR	B - 3	2.5	6.8	IF	FALLA
2001	4	20	18H45	19H45	60	MILAGRO SUR	B - 7	3.5	9.2	IF	POSTE CHOCADO
2001	4	29	18H55	20H03	68	MILAGRO SUR	B - 6	4	8.3	IF	AISLADORES EN MAL ESTADO
2001	5	5	12H53	14H44	111	MILAGRO SUR	B - 6	3.5	9.2	IF	MALLA SOBRE LA LINEA
2001	5	5	13H13	13H24	11	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	9.9	26.5	IF	POR FALLA EN ALIM. B - 6
2001	5	13	07H25	09H20	115	MILAGRO SUR	B - 9	1.9	6.4	IF	COMETA SOBRE LA LINEA
2001	5	15	02H40	07H32	472	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1.5	4.5	IF	FALLA SOBRECORRIENTE
2001	5	20	09H10	09H30	20	MILAGRO SUR	B - 7	2.7	9.1	IF	FALLA POR COMETAS

2001	6	2	17H55	18H17	23	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	5.1	13.8	IF	FALLA POR COMETAS
2001	6	5	22H18	23H00	42	MILAGRO SUR	B - 6	3.5	7.5	IF	FALLA POR COMETAS
2001	6	14	15H03	15H30	27	MILAGRO SUR	B - 7	5.6	18.3	IF	VARILLA DE CONST. SOBRE LA LINEA
2001	6	20	13H06	13H13	7	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	5	16.1	IF	ANTENA SOBRE LA LINEA
2001	6	22	15H33	15H50	17	S. N. I.	MILAGRO I, II (69 KV)	15	40.9	EF	PROBLEMAS CON TX S.N.I
2001	6	25	05H08	08H00	172	MILAGRO SUR	B - 9	2.2	6.9	IF	COMETA EN LA LINEA Y PTE. VOLADO
2001	7	20	07H00	08H42	102	MILAGRO SUR	B - 9	3	9.8	IF	AISLADOR EN MAL ESTADO
2001	7	25	04H50	08H43	233	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1.4	4.4	IF	ARBOL SOBRE LA LINEA
2001	8	23	22H15	22H23	8	S.N.I.	MILAGRO II (69KV)	9.7	21.9	IF	POR CONDICIONES ATMOSFERICAS (LLUVIAS)
2001	9	24	14H40	15H05	25	MILAGRO SUR	B - 7	3.5	11.3	IF	ANTENA SOBRE LA LÍNEA
2001	9	29	18H30	19H05	35	MILAGRO SUR	B - 6	4	10.6	IF	FALLA POR DESBALANCE
2001	9	30	18H40	19H05	25	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	8	21.0	IF	RAMAS SOBRE LA LÍNEA
2001	11	7	20H00	20H10	10	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	8	15.6	IF	FALLA POR MALEZA
2001	11	19	19H50	22H31	161	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1	1.9	IF	REPARACION DE CHICOTE
2001	11	23	15H18	16H33	75	MILAGRO SUR	B - 2	7.9	25.8	IF	FALLA EN ALIM. NARANJAL
2001	12	21	22H00	22H10	10	MILAGRO SUR	B - 9	1.2	2.7	IF	ANTENA SOBRE LAS LINEAS

REPORTE DE FALLAS AÑO 2002											
FECHA			TIEMPO DE DESCONEXION				ALIMENTADOR	CARGA DESCON.			OBSERVACIONES
AÑO	MES	DIA	HORA (SAL.)	HORA (ENT.)	TOTAL MINU.	SUBESTACION	IDENTIFICACION	(MW)	%	CAUSAS	
2002	1	11	08H40	08H55	15	MILAGRO SUR	ALIM. # 2	3	10.3	IF	CAMBIO DE CAJA EN MAL ESTADO
2002	1	11	08H40	11H22	162	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1.5	5.2	IF	PUNTO CALIENTE
2002	1	15	18H52	20H18	86	MILAGRO SUR	B - 9	4.3	8.9	IF	LINEA ARRANACADA
2002	1	15	19H45	21H31	106	MILAGRO SUR	ALIM. # 2	3	5.8	IF	LINEA ARRANACADA
2002	1	16	04H48	05H06	18	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	10.9	34.2	IF	FALLA POR LLUVIA

2002	1	16	07H51	08H42	51	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	7	24.1	IF	PARARRAYO EN MAL ESTADO
2002	1	25	14H28	14H52	24	CENTRAL DIESEL	ALIM. NARANJITO	1	3.2	IF	EN HOSPITAL DEL IESS MANIOBRAS
2002	1	27	09H38	09H45	7	MILAGRO SUR	B - 6	2.5	6.9	IF	REPARAR PUENTE VOLADO
2002	2	23	12H00	13H17	77	S. N. I.	MILAGRO I (69KV)	5.5	15.0	IF	POR DESCARGAS ATMOSFERICAS
2002	2	23	13H15	14H09	54	MILAGRO SUR	B - 2 (69KV)	4.4	12.0	IF	POR FALLA EN S/E MONTERO
2002	2	23	22H50	23H34	44	CENTRAL DIESEL	ALIM. A NARANJITO	1	2.4	IF	LINEAS ARRANCADAS
2002	3	12	08H17	08H37	20	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	10	29.9	IF	FALLA EN EL S.N.I
2002	5	9	06H20	06H40	20	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	2	6.2	IF	COMETA EN LA LINEA
2002	5	17	15H20	15H37	17	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	5.1	16.7	IF	FALLA POR FUERTES VENTARRONES
2002	5	22	15H30	16H07	37	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	2	6.5	IF	FALLA POR COMETAS
2002	6	3	19H45	20H05	20	MILAGRO SUR	YAGUACHI	2	3.9	IF	MANTENIMIENTO
2002	6	4	10H24	11H10	46	MILAGRO SUR	YAGUACHI	2	6.6	IF	CAMBIO DE CAJAS PORTAFUSIBLES
2002	6	15	00H30	00H40	10	MILAGRO SUR	B - 2	8	23.8	IF	FALLA EN TRAMO MONTERO NARANJAL
2002	6	15	10H10	10H15	5	MILAGRO SUR	B - 2	8	22.9	IF	FALLA MONTERO - NARANJAL (69 KV)
2002	6	20	19H05	19H35	30	MILAGRO SUR	B - 9	4.2	48.2	IF	LINEA ARRANCADA
2002	6	20	19H37	20H00	22	MILAGRO SUR	B - 8	3.6	7.5	IF	LINEA ARRANCADA
2002	7	13	01H00	12H08	668	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1.4	4.6	IF	PUENTE VOLADO
2002	7	16	00H20	02H03	103	S.N.I.	MILAGRO I, II, III (69 KV)	33	100.0	EF	FALLA EN EL S.N.I.
2002	7	16	02H03	09H05	428	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1.4	4.2	IF	PUENTE VOLADO
2002	7	16	09H10	11H40	150	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1.4	4.7	IF	REPARAR LINEA ARRANCADA
2002	8	29	08H24	09H08	44	MILAGRO SUR	YAGUACHI	1.5	5.2	IF	FALLA EN AISLADORES
2002	9	16	10H12	11H05	53	MILAGRO SUR	B - 9	1.875	3.5	IF	INTERCALAR POSTE
2002	9	28	11H52	12H05	13	MILAGRO SUR	B - 6, B - 8, B - 9	10.4	27.2	IF	GALLINAZO EN LA LINEA
2002	10	16	12:13	12:50	37	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	1.5	3.1	IF	RAMA SOBRE LA LINEA
2002	11	23	12:13	12:50	37	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	1.5	3.1	IF	RAMA SOBRE LA LINEA
2002	12	6	00H55	07H55	360	MILAGRO SUR	SALIDA · 2	2.4	6.6	IF	FALLA
2002	12	20	06H22	07H45	83	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	6.72	19	IF	MANTENIMIENTO

REPORTE DE FALLAS AÑO 2003									
FECHA	HORA	FECHA	HORA	TIEMPO	FALLA EN	FALLA EN	NIVEL DE	CLASIFICACION	CAUSA ORIGINAL DE LA FALLA
Desconexion	Desconexion	Conexión	Conexión	Falla (H)	S/E.	FALLA EN	VOLTAJE KV	DE LA FALLA	
09-Ene-03	11:48	09-Ene-03	12:10	0:22	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	69	IF	FALLA POR MALEZA
22-Ene-03	19:15	22-Ene-03	19:40	0:25	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	69	IF	FALLA POR MALEZA
23-Ene-03	12:14	23-Ene-03	13:03	1:11	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	69	IF	ANTENA DE TV. SOBRE LA LINEA
01-Feb-03	9:45	01-Feb-03	10:00	0:15	MILAGRO SUR	B - 6	13.8	IF	MANTENIMIENTO
04-Feb-03	19:00	04-Feb-03	19:58	0:58	MILAGRO SUR	B - 9	13.8	IF	LINEAS ARRANCADAS
17-Feb-03	13:40	17-Feb-03	14:55	1:05	MILAGRO SUR	B - 2	69	IF	ARBOL SOBRE LA LINEA
19-Feb-03	16:25	19-Feb-03	16:42	0:17	S. N. I.	MILAGRO II	69	IF	FALLA POR MALEZA
25-Feb-03	5:10	25-Feb-03	5:30	0:20	S. N. I.	MILAGRO II	69	IF	FALLA POR LLOVISNA
01-Mar-03	9:41	01-Mar-03	11:46	2:05	S.N.I.	MALAGRO I, II, III (69 KV	69	EF	POR INTERCONEXION CON COLOMBIA
09-Mar-03	20:11	09-Mar-03	20:44	0:43	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	IF	FALLA LINEA MONTERO-NARANJAL
18-Mar-03	5:55	18-Mar-03	6:24	0:29	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	IF	FALLA POR DESCARGAS ATMOSFERICAS
21-Mar-03	23:16	21-Mar-03	23:40	0:24	CENTRAL DIESEL	ALIM. NARANJITO	13.8	IF	LINEA ARRANCADA
06-Abr-03	20:10	06-Abr-03	20:30	0:20	MILAGRO SUR	B - 6	13.8	IF	CAJA FUSIBLE EN MAL ESTADO
12-Abr-03	10:56	12-Abr-03	11:46	0:50	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	IF	CAMBIO DE SWICH
30-Abr-03	19:10	30-Abr-03	20:20	1:10	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	IF	PUNTO FLOJO CAJA SECCIONADORA
30-Abr-03	22:00	30-Abr-03	22:30	0:30	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	IF	REPARACION DE PUENTE VOLADO
09-May-03	9:30	09-May-03	9:35	0:05	MILAGRO SUR	B - 9	13.8	IF	ABRIR SECCIONADORES

17-May-03	10:45	17-May-03	11:13	0:28	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	69	IF	FALLA
17-May-03	13:13	17-May-03	14:46	1:33	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	IF	FALLA
27-May-03	18:20	27-May-03	19:05	0:45	MILAGRO SUR	B - 9	13.8	IF	LINEA ARRANCADA
30-May-03	16:45	30-May-03	18:08	1:23	MILAGRO SUR	B - 9	13.8	IF	RAMA SOBRE LA LINEA
30-May-03	18:20	30-May-03	18:30	0:10	MILAGRO SUR	B - 9	13.8	IF	REPARAR PUENTE VOLADO
02-Jun-03	4:00	02-Jun-03	4:28	0:28	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	69	IF	FALLA POR COMETAS
04-Jun-03	4:40	04-Jun-03	5:18	0:38	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	69	IF	FALLA POR COMETAS
04-Jun-03	16:07	04-Jun-03	16:20	0:13	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	69	IF	FALLA B - 2 (69 KV)
04-Jun-03	16:06	04-Jun-03	17:25	1:19	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	IF	CAÑAS SOBRE LA LINEA
11-Jun-03	21:04	11-Jun-03	21:08	0:04	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	IF	FALLA POR COMETAS
26-Jun-03	14:48	26-Jun-03	15:48	1:00	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13.8	IF	PARA CERAR PUENTES
18-Ago-03	14:10	18-Ago-03	14:34	0:24	CENTRAL DIESEL	NARANJITO	13.8	IF	ACOMETIDA SOBRE LINEA DE ALTA
18-Ago-03	15:28	18-Ago-03	16:45	1:17	CENTRAL DIESEL	NARANJITO	13.8	IF	FALLA EN TRANSFORMADOR
05-Sep-03	6:30	05-Sep-03	8:56	2:26	2.433	MILAGRO SUR	B - 6	IF	FALLA
05-Sep-03	6:30	05-Sep-03	8:56	2:26	2.433	MILAGRO SUR	B - 8	IF	FALLA
05-Sep-03	6:30	05-Sep-03	8:56	2:26	2.433	MILAGRO SUR	B - 9	IF	FALLA
07-Sep-03	8:30	07-Sep-03	14:54	6:24	6.400	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	IF	FALLA
07-Sep-03	8:30	07-Sep-03	14:54	6:24	6.400	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	IF	FALLA
25-Sep-03	19:15	25-Sep-03	20:20	1:05	1.083	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	IF	FALLA
25-Sep-03	19:15	26-Sep-03	9:32	14:17	14.283	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	IF	FALLA
23-Oct-03	23:35	24-Oct-03	17:32	0:50	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	69	IF	(*) AISLADORES CONTAMINADOS POR LLUVIAS

29-Oct-03	14:30	29-Oct-03	14:55	0:25	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	IF	POR FALLA EN ALIM. MONTERO - NARANJAL
30-Oct-03	5:10	30-Oct-03	8:15	3:05	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	IF	POR POSTE CHOCADO
28-Nov-03	5:00	28-Nov-03	7:50	2:50	CENTRAL DIESEL	NARANJITO	13.8	IF	FALLA EN RAMAL A 100 CAMAS
28-Nov-03	19:22	28-Nov-03	19:42	0:20	CENTRAL DIESEL	NARANJITO	13.8	IF	LINEA FUERA DEL AISLADOR
28-Nov-03	21:06	28-Nov-03	21:16	0:10	CENTRAL DIESEL	NARANJITO	13.8	IF	LINEA FUERA DEL AISLADOR
25-Dic-03	20:02	26-Dic-03	12:05	1:22	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	69	IF	(***) POR CONTAMINACION EN AISLADORES
25-Dic-03	23:18	25-Dic-03	0:36	1:16	MILAGRO SUR	B - 6	13.8	IF	POSTE CHOCADO
27-Dic-03	11:25	27-Dic-03	12:05	0:40	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	IF	FALLA ALIM. MONTERO NARANJAL

REPORTE DE FALLAS AÑO 2004							
FECHA	TIEMPO	FALLA EN		NIVEL DE	No. De	CLASIFICACION	
Desconexion dd-	Duracion de la falla	S/E.	FALLA EN	VOLTAJE KV	Consumidores	DE LA FALLA	CAUSA ORIGINAL DE LA FALLA
mmm-aa	Horas		ALIMENTADOR		Afectados	FALLA	
05-Ene-04	0:23	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15747	IF	CABLE DE TV. SOBRE LA LINEA
07-Ene-04	1:04	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	FALLA
08-Ene-04	1:30	MILAGRO SUR	B - 9	13,8	4737	IF	ARBOL SOBRE LA LINEA
14-Ene-04	0:07	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15747	IF	FALLA
17-Ene-04	0:08	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	14109	IF	FALLA
13-Feb-04	0:12	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	FALLA POR MALEZA
13-Feb-04		S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69			(*) CAÑA SOBRE LA LINEA
14-Feb-04	9:13	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	14109	IF	ARBOL SOBRE LA LINEA
21-Feb-04	0:08	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	14109	IF	POR LLUVIAS

01-Mar-04	1:20	MILAGRO SUR	B - 9	13.8	4737	IF	POSTE CHOCADO
02-Mar-04	0:10	S.N.I	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	FALLA
04-Mar-04	8:10	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	5500	IF	AISLADOR EN MAL ESTADO
07-Mar-04	19:20	MILAGRO SUR	SALIDA # 2 (ALIM. CAMAL)	13.8	400	IF	LINEA ARRANCADA
09-Mar-04	0:35	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	5500	IF	INTERCALAR POSTE
13-Mar-04	2:01	MILAGRO SUR	SALIDA # 2 (ALIM. CAMAL)	13.8	400	IF	DESBROCE
14-Mar-04	2:47	MILAGRO SUR	B - 8	13.8	2895	IF	LINEA ARRANCADA
15-Mar-04	1:37	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	5500	IF	POSTE CHOCADO
20-Mar-04	1:17	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	5500	IF	FALLA
28-Mar-04	0:48	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	5500	IF	FALLA
12-Abr-04	1:20	S. N. I.	MILAGRO I, II, III (69 KV)	69		EF	FALLA EN TRANSELECTRIC
16-Abr-04	0:05	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	14109	IF	FALLA POR MALEZA
20-Abr-04	2:38	MILAGRO SUR	SALIDA · 2	13,8	5500	IF	LINEA ARRANCADA
03-May-04	0:47	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	1500	IF	FALLA POR COMETA EN LA LINEA
21-May-04	1:55	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	MALEZA EN LA LINEA
24-May-04	0:05	MILAGRO SUR	SALIDA # 3 LAS PIÑAS	13,8	1200	EF	BAJA FRECUENCIA
27-May-04	1:41	MILAGRO SUR	B - 8	13,8	2895	IF	FALLA EN PUNTA DE SALIDA
04-Jun-04	0:19	MILAGRO SUR	B - 6	13.8	9454	IF	CAÑA SOBRE LAS LINEAS
16-Jun-04	0:53	MILAGRO SUR	B - 6	13.8	9454	IF	FALLA EN CABLE AISLADO EN TERM. TERRESTRE
20-Jun-04	0:30	MILAGRO SUR	SALIDA 2	13.8	5700	IF	COMETA SOBRE LA LINEA
02-Jul-04	0:40	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	FALLA POR QUEMA DE CANTEROS
03-Jul-04	2:10	MILAGRO SUR	CAMAL	13,8	350	IF	POSTE CHOCADO

05-Jul-04	0:40	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	3000	IF	FALLA POR COMETAS
05-Jul-04	0:03	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	4500	EF	BAJA FRECUENCIA
07-Jul-04	0:11	MILAGRO SUR	B - 9	13,8	4737	IF	REPARAR PUENTE VOLADO
19-Jul-04	0:40	S.N.I	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	FALLA POR LLOVIZNAS
26-Jul-04	0:09	MILAGRO SUR	B - 9	13,8	4737	IF	REAJUSTE EN PUENTES
26-Jul-04	0:09	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	4000	IF	REAJUSTE EN PUENTES
02-Ago-04	0:20	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	FALLA POR LLOVISNA
03-Ago-04	0:17	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	POR QUEMA DE CANTEROS
03-Ago-04	0:39	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	(**) POR QUEMA DE CANTEROS
30-Ago-04	0:08	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	CAÑA SOBRE LA LINEA
31-Ago-04	0:30	MILAGRO SUR	SALIDA #2	13,8	6114	IF	COMETA SOBRE LAS REDES
02-Sep-04	0:18	MILAGRO SUR	B - 1 (69 KV)	69	14109	IF	(*) FALLA EN TRAMO MILAGRO - MONTERO
11-Sep-04	0:10	MILAGRO SUR	B - 6	13,8	9454	IF	PUENTE VOLADO
29-Sep-04	0:19	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	69	16000	IF	FALLA POR PRUEBAS EN S/E DEL INGENIO VALDEZ
04-Oct-04	1:25	MILAGRO SUR	B - 9	13,8	4737	IF	REPARAR LINEA ARRANCADA
13-Oct-04	0:29	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2800	IF	POR REMODELACION
14-Oct-04	0:37	MILAGRO SUR	B - 6	13,8	9454	IF	FALLA ALIM. CENTROPOLIS
16-Oct-04	0:10	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	1500	EF	BAJA FRECUENCIA
02-Nov-04	0:14	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	AVE SOBRE LA LINEA
08-Nov-04	1:09	MILAGRO SUR	BARRAS (TRANSF. MITSUBISHI)	13,8	6000	IF	POR ALTA TEMPERATURA BASE DE TRANSF.
08-Nov-04	0:30	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	1500	IF	REPARAR PUENTE VOLADO
08-Nov-04	0:23	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	1500	IF	BALANCEAR ALIMENTADOR
21-Nov-04	0:53	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	14109	IF	POR FALLA EN S/E. MONTERO

03-Dic-04	0:11	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	POR FALLA LINEA A L. GARAICOA
10-Dic-04	0:50	MILAGRO SUR	B - 6	13,8	9454	IF	LINEA ARRANCADA
11-Dic-04	0:27	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2147	IF	LINEA ARRANCADA
13-Dic-04	0:29	MILAGRO SUR	B - 9	13,8	4737	IF	CAMBIO DE PUENTE
14-Dic-04	0:30	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	13,8	15746	IF	CONTAMINACION DE AISLADORES POR LLOVISNA
14-Dic-04	1:55	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	IF	POR POSTE CHOCADO
15-Dic-04	2:40	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2147	IF	CAMBIO DE POSTE CHOCADO
19-Dic-04	0:12	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	1500	IF	CAMBIO DE CAJA PORTAFUSIBLE
21-Dic-04	0:18	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	FALLA

REPORTE DE FALLA PARA AÑO 2005							
FECHA	TIEMPO	FALLA EN		NIVEL DE	No. De	CLASIFICACION	
Desconexion dd- mmm-aa	Duracion de la falla Horas	S/E.	FALLA EN	VOLTAJE KV	Consumidores	DE LA FALLA	CAUSA ORIGINAL DE LA FALLA
			ALIMENTADOR (3)		Afectados	FALLA	
04-Ene-05	0:17	S. N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	PORLLOVISNAS
05-Ene-05	0:09	S. N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	POR LLOVISNAS
06-Ene-05	0:06	S. N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	(*) ARBOL SOBRE LA LINEA
07-Ene-05	0:25	MILAGRO SUR	SALIDA # 5	13,8	600	IF	POR REMODELACIONES
09-Ene-05	0:09	S. N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	(**) ARBOL SOBRE LA LINEA EN ALIM. B - 2 (69 KV)
21-Ene-05	1:14	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	IF	POR SOBRECORRIENTE
24-Ene-05	2:40	S. N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	CAÑA SOBRE LA LINEA 69 KV A L. GARAICOA
26-Ene-05	0:20	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2147	IF	LINEA ARRANCADA EN CHOBO
28-Ene-05	0:10	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	1500	EF	BAJA FRECUENCIA

28-Ene-05	0:10	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2147	EF	BAJA FRECUENCIA
10-Feb-05	0:56	MILAGRO SUR	B - 6	13,8	7900	IF	POSTE CHOCADO
18-Feb-05	0:04	MILAGRO - SUR	B - 6	13,8	7900	IF	PARA DESBROCE DE PALMAS
22-Feb-05	2:49	MILAGRO SUR	ALIM. SALIDA #2	13,8	5647	IF	UN ANIMAL EN LA CRUCETA SECTOR CHOBO
22-Feb-05	0:58	MILAGRO SUR	ALIM. SALIDA #2	13,8	5647	IF	COMETA EN LA CRUCETA CALLE URDANETA
22-Feb-05	1:05	MILAGRO SUR	ALIM. SALIDA #2	13,8	5647	IF	ARBOL SOBRE LA LINEA EN SECTOR EL CAMAL
17-Mar-05	0:05	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	1500	EF	BAJA FRECUENCIA
25-Mar-05	4:30	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	IF	POR PUENTE VOLADO
26-Mar-05	0:13	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	TORRENCIALES AGUACEROS
30-Mar-05	0:30	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	IF	ANTENA SOBRE LA LINEA
08-Abr-05	0:14	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	5647	IF	LINEA ARRANCADA
19-Abr-05	0:22	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	5647	IF	COMETA EN LA LINEA
21-Abr-05	0:07	MILSGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	IF	RAMA SOBRE LA LINEA
07-May-05	0:20	MILAGRO SUR	LAS PIÑAS	13,8	3500	IF	LINEAS ARRANCADAS
07-May-05	0:45	MILAGRO SUR	LAS PIÑAS	13,8	3500	IF	REPARACION LINEAS ARRANCADAS
19-May-05	0:31	MILAGRO SUR	ALIM. B - 6	13,8	9454	IF	CAMBIO DE AISLADOR EN MAL ESTADO
24-May-05	0:19	MILAGRO SUR	LAS PIÑAS	13,8	3500	IF	PARARRAYOS EN MAL ESTADO EN LA S/E
30-May-05	1:27	MILAGRO SUR	ALIM. B - 9	13,8	4737	IF	FALLA POR COMETAS
03-Jun-05	0:38	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	FALLA EN ALIM. VALDEZ - YAGUACHI (69 KV)
19-Jun-05	0:41	MILAGRO SUR	ALIM. LAS PIÑAS	13,8	1500	IF	POR POSTE CHOCADO
20-Jun-05	0:30	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2000	IF	RAMA SOBRE LA LINEA
22-Jun-05	0:37	MILAGRO SUR	ALIM. LAS PIÑAS	13,8	1500	IF	POR COMETA EN LA LINEA

28-Jun-05	0:16	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	POR CAIDA DE AVIONETA SOBRE LA LINEA (69 KV)
02-Jul-05	2:56	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	69		IF	(*) ARBOL SOBRE LA LINEA
12-Jul-05	0:05	MILAGRO SUR	SALIDAS # 1 (TIA), # 3 (PIÑAS)	13,8		EF	BAJA FRECUENCIA
09-Ago-05	1:15	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	FALLA EN PATIOS DEL S.N.I.
09-Ago-05	1:05	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	FALLA EN PATIOS DEL S.N.I.
14-Ago-05	0:15	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2147	IF	POR QUEMA DE CANTEROS
17-Ago-05	0:20	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2147	IF	FALLA SECTOR POZOS DE CHOBO
24-Ago-05	0:15	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	EF	BAJA FRECUENCIA
24-Ago-05	0:10	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2147	EF	BAJA FRECUENCIA
25-Ago-05	0:35	MILAGRO SUR	B - 9	13,8	4737	IF	CAMBIO DE CAJA EN MAL ESTADO
05-Sep-05	0:04	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	EF	POR BAJA FRECUENCIA
05-Sep-05	0:04	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	EF	POR BAJA FRECUENCIA
05-Sep-05	0:05	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	EF	POR BAJA FRECUENCIA
05-Sep-05	0:10	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	POR RAMA SOBRE LA LINEA
06-Sep-05	0:41	S. N. I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	CAÑA DE CONSTRUCCION SOBRE LA LINEA
07-Sep-05	0:03	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	EF	POR BAJA FRECUENCIA
07-Sep-05	0:03	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	EF	POR BAJA FRECUENCIA
07-Sep-05	0:08	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	EF	POR BAJA FRECUENCIA
07-Sep-05	0:08	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	EF	POR BAJA FRECUENCIA
09-Sep-05	0:15	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	14109	IF	FUNDAS PLASTICAS EN LAS LINEAS (69 KV)
28-Sep-05	0:08	S. N. I.	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	RAMA EN EN TRAMO SUR - MONTERO B-2 (69 KV)
28-Sep-05	0:43	MILAGRO SUR	B - 2 (69 KV)	69	14109	IF	CAÑAS SOBRE LA LINEA
06-Oct-05	0:28	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	IF	FALLA POR COMETAS

18-Oct-05	0:27	S.N.I	MILAGRO II (69 KV)	69	14109	IF	POR QUEMA DE CANTEROS
21-Oct-05	0:37	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	2147	IF	LINEA ARRANCADA
29-Oct-05	0:34	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	FALLA EN ELIM. L. GARAICOA
18-Nov-05	0:08	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	POR LLUVIA
03-Dic-05	0:43	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13.8	2000	EF	BAJA FRECUENCIA
03-Dic-05	0:43	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13.8	2500	EF	BAJA FRECUENCIA
07-Dic-05	0:16	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15747	IF	FALLA POR LLOVISNA
18-Dic-05	1:48	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	2147	IF	LINEA ARRANCADA
26-Dic-05	6:10	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	13.8	15747	IF	FALLA EN LINEA L. GARAICOA
27-Dic-05	8:43	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	2147	IF	FALLA
27-Dic-05	0:44	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8	2147	IF	FALLA AISLADOR EN MAL ESTADO

REPORTE DE FALLAS AÑO 2006							
FECHA	HORA	FALLA EN		NIVEL DE	No. De	CLASIFICACION	
Desconexion dd-	Conexión/Normalizacion	S/E.	FALLA EN	VOLTAJE KV	Consumidores	DE LA FALLA	CAUSA ORIGINAL DE LA FALLA
mmm-aa	hh:mm		ALIMENTADOR (3)		Afectados	FALLA	
14-Ene-06	19:17	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2147	IF	CAMBIO DE GRAPA DE LINEA CALIENTE
22-Ene-06	17:45	MILAGRO SUR	B-9	13,8	4737	IF	POR RAMA SOBRE LA LINEA
29-Ene-06	4:45	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	EF	PROBLEMAS EN PATIOS DEL S.N.I.
29-Ene-06	4:30	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	16109	EF	PROBLEMAS EN PATIOS DEL S.N.I.
30-Ene-06	11:30	MILAGRO SUR	B-2 (69 KV)	69	14109	IF	COMPRADORES DE MADERA CORTARON CAÑA
30-Ene-06	16:13	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	15746	IF	FALLA LINEA L. GARAICOA
06-Feb-06	10:09	MILAGRO	CAMAL -	13,8	2000	IF	RAMA SOBRE LA LINEA

		SUR	YAGUACHI				
09-Feb-06	17:47	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	69	22000	IF	POR FALLA EN LINEA (69 KV) L. GARAICOA
13-Feb-06	15:55	MILAGRO SUR	SALIDA # 3 (PINAS)	13,8	2500	IF	POR PAJARO SOBRE LA LINEA
21-Feb-06	15:24	MILAGRO SUR	SALIDA # 1 (CAMAL)	13,8	2000	EF	POR BAJA FRECUENCIA
23-Feb-06	11:26	MILAGRO SUR	SALIDA # 1 (CAMAL)	13,8	2000	IF	PARA REALIZAR REAJUSTE
06-Mar-06	14:00	MILAGRO SUR	SALIDA # 5 (UNIVERSIDAD)	13,8		IF	CONSTRUCCION DE VARIANTE
07-Mar-06	6:50	MILAGRO SUR	SALIDA # 5 (UNIVERSIDAD)	13,8		IF	POR MANIPULACION DE TERCEROS
12-Mar-06	9:55	MILAGRO SUR	SALIDA # 2 (TIA)	13,8		IF	POR COMETA EN LA LINEA
17-Mar-06	3:45	MILAGRO SUR	SALIDA # 2 (TIA)	13,8		IF	CAMBIO DE CAJA PORTAFUSIBLE
23-Mar-06	3:55	MILAGRO SUR	SALIDA # 2 (TIA)	13,8		IF	POR AGUACEROS EN LA ZONA
24-Mar-06	7:05	MILAGRO SUR	SALIDA # 1 (CAMAL)	13,8		IF	POR COMETAS
24-Mar-06	21:58	MILAGRO SUR	SALIDA # 2 (TIA)	13,8		IF	ANTENA SOBRE LA LINEA
24-Mar-06	23:24	MILAGRO SUR	SALIDA # 5 (UNIVERSIDAD)	13,8		IF	HOJAS DE ZING SOBRE LA LINEA SECTOR COCA COLA
29-Mar-06	18:44	MILAGRO SUR	B- 2 (69 KV)	69		IF	FALLA EN EQUIPO OCB FUGA DE ACEITE
29-Mar-06	18:42	S.N.I	MILAGRO II (69 KV)	69		IF	POR SOBRE CORRIENTE
31-Mar-06	13:58	S.N.I	MILAGRO I (69 KV)	69		IF	TRABAJOS EN SECCIONADORES TRIPOLARES
09-Abr-06	12:00	MILAGRO SUR	SALIDA # 2 (TIA)	13,8	2500	IF	POR COMETAS
11-Abr-06	23:38	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	IF	POR COMETAS
24-Abr-06	11:45	MILAGRO SUR	B - 6	13,8	1500	IF	COMETAS EN LAS LINEAS
24-Abr-06	22:10	S . N . I	MILAGRO I (69 KV)	69	22000	IF	FALLA LINEA NORTE L. GARAICOA (69 KV)
27-Abr-06	17:34	S . N . I	MILAGRO II (69 KV)	69	26000	IF	FALLA POR MALEZA
28-Abr-06	21:06	MILAGRO SUR	B - 9	13,8	3500	IF	LINEA ARRANCADA

05-May-06	22:00	MILAGRO SUR	SALIDA #2	13.8KV		IF	POR TORRENCIALES AGUACEROS
05-May-06	22:10	MILAGRO SUR	B - 9	13.8KV		IF	POR TORRENCIALES AGUACEROS
06-May-06	6:55	MILAGRO SUR	SALIDA #2	13.8KV		IF	POR COMETAS
09-May-06	12:45	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13.8KV		IF	POR CAMBIO DE POSTE
14-May-06	8:40	S.N.I.	MILAGRO I	69KV		IF	RAMAS DE CACAO EN CONTACTO CON LA LINEA
14-May-06	23:30	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13.8KV		IF	LINEA ARRANCADA
14-May-06	23:30	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13.8KV		IF	PARA REPARAR LIN. ARRANCADA EN SAL #1
21-May-06	7:35	MILAGRO SUR	SALIDA #1	13.8KV		EF	POR BAJA FRECUENCIA
29-May-06	16:45	MILAGRO SUR	SALIDA #5	13.8KV		IF	POR CAMBIO DE POSTE
02-Jun-06	15:42	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2500	EF	BAJA FRECUENCIA
11-Jul-06	16:11	S. N. I	MILAGRO II (69 KV)	69	28000	IF	POR QUEMA DE CANTEROS
20-Jul-06	11:40	MILAGRO SUR	SALIDA # 5	13,8	800	IF	PARA INTERCALAR POSTE
01-Ago-06	2:02	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2500	EF	POR BAJA FRECUENCIA
01-Ago-06	2:02	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	EF	POR BAJA FRECUENCIA
10-Ago-06	10:57	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	EF	BAJA FRECUENCIA
10-Ago-06	20:45	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2500	IF	FALLA POR COMETAS
14-Ago-06	10:00	S.N.I.	MILAGRO I - II - III (69 KV)	69	96000	IF	FALLA EN SISTEMA NACIONAL
21-Ago-06	13:48	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	IF	PUENTE VOLADO
21-Ago-06	20:34	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	28000	IF	POR POSTE 11MTS. PROXIMO A LA LINEA
23-Ago-06	13:24	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	28000	IF	POR NEUTRO DE ALIM. SALIDA 3 PROXIMO A LA LINEA A 69KV
23-Ago-06	17:17	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	IF	PARA CORREGIR NEUTRO PROXIMO A LINEA MILAGRO II
24-Ago-06	10-20	S.N.I.	MILAGRO II (69	69	28000	IF	(**) POR POSTE 11 MTS. CERCANO A

			KV)				LA LINEA
26-Ago-06	11:17	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	EF	POR BAJA FRECUENCIA
26-Ago-06	11:17	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	EF	BAJA FRECUENCIA
03-Sep-06	16:45	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69		EF	MANTENIMIENTO A CARGO DEL S. N. I.
03-Sep-06	16:19	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69		EF	MANTENIMIENTO A CARGO DEL S. N. I.
08-Sep-06	7:32	MILAGRO SUR	B - 9	13,8		IF	PARA INSTALAR CAJA PORTAFUSIBLE
08-Sep-06	14:30	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69		IF	MAQUINARIA MUNICIPAL TOCO LINEA (69 KV) COL. T. MILAGRO
10-Oct-06	16:12	MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	EF	BAJA FRECUENCIA
10-Oct-06	16:12	MILAGRO SUR	SALIDA # 3	13,8	2500	EF	BAJA FRECUENCIA
12-Oct-06	13:40	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2500	IF	CAÑA SOBRE LA LINEA SECTOR DE LA IGLESIA ESPIRITU SANTO
16-Oct-06	19:12	S.N.I.	MILAGRO I (69 KV)	69	22000	IF	CABLE DE ANTENA SOBRE LA LINEA EN MILAGRO 9 OCT. Y GUAYAQUIL
21-Oct-06	1:55	MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2500	IF	ALAMBRE SOBRE LA LINEA EN SECTOR POZOS DE CHOBO
22-Oct-06	22:55	MILAGRO SUR	B - 9	13,8	3500	IF	POR LINEA ARRANCADA
25-Oct-06	16:02	S.N.I.	MILAGRO II (69 KV)	69	19600	IF	POR QUEMA DE CANTEROS DE CAÑA DE AZUCAR
16-Nov-06		MILAGRO SUR	SALIDA # 1	13,8	2000	EF	BAJA FRECUENCIA
04-Dic-06		MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2500	EF	BAJA FRECUENCIA
13-Dic-06		MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2500	IF	RAMA SOBRE LA LINEA SECTOR DEL PUENTE PAQUISHA
19-Dic-06		S.N.I.	MILAGRO I	69	14109	IF	(*) POR PROBLEMAS EN DISYUNTOR DE ALIM A 13.8KV B - 6
23-Dic-06		MILAGRO SUR	SALIDA # 2	13,8	2500	IF	MAQUINARIA MUNICIPAL EN CONTACTO CON LA LINEA

ANEXO 3

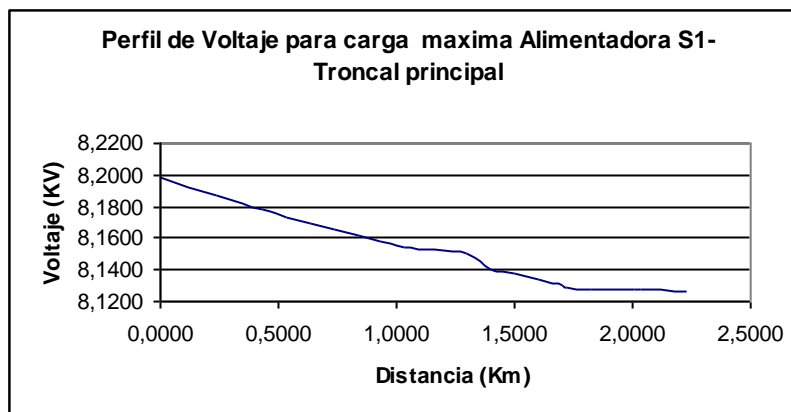
CURVA DE DURACIÓN DE VOLTAJE Y PERFILES DE VOLTAJE

TABLA No. 1
CURVA DE DURACIÓN DE VOLTAJE

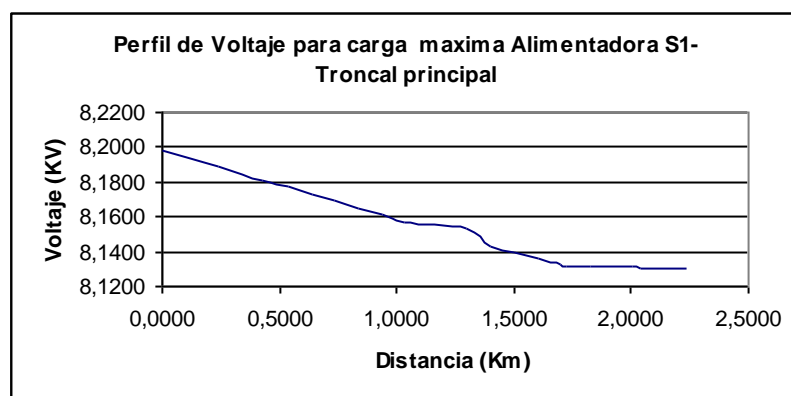
Voltaje (KV)	% de Voltaje nominal	Tiempo de Duración de Voltaje (Horas)	% de Tiempo de Duración
14,59	110,53	2	1,19
14,4	109,09	2	1,19
14,3	108,33	11	6,55
14,2	107,58	40	23,81
14,1	106,82	10	5,95
14,05	106,44	7	4,17
14	106,06	27	16,07
13,98	105,91	1	0,60
13,95	105,68	2	1,19
13,9	105,30	25	14,88
13,85	104,92	4	2,38
13,83	104,77	1	0,60
13,82	104,70	2	1,19
13,8	104,55	20	11,90
13,75	104,17	1	0,60
13,72	103,94	1	0,60
13,7	103,79	1	0,60
13,32	100,91	1	0,60
13,14	99,55	1	0,60
12,95	98,11	1	0,60
12,86	97,42	1	0,60
11,79	89,32	1	0,60
11,77	89,17	1	0,60
11,56	87,58	1	0,60
11,53	87,35	1	0,60
11,5	87,12	1	0,60
10,19	77,20	1	0,60
10	75,76	1	0,60

PERFILES DE VOLTAJE

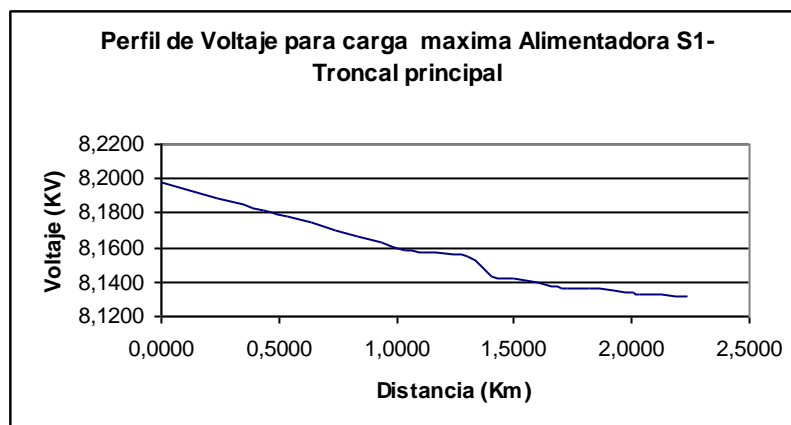
Perfil de Voltaje para carga máxima Alimentadora S1-Troncal principal FASE A



FASE B

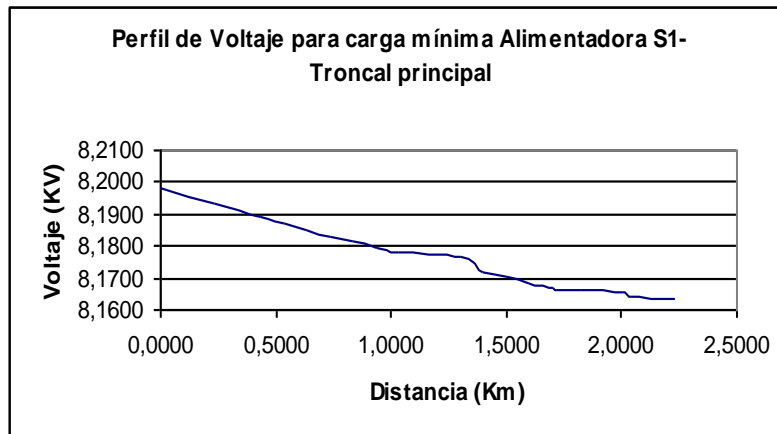


FASE C

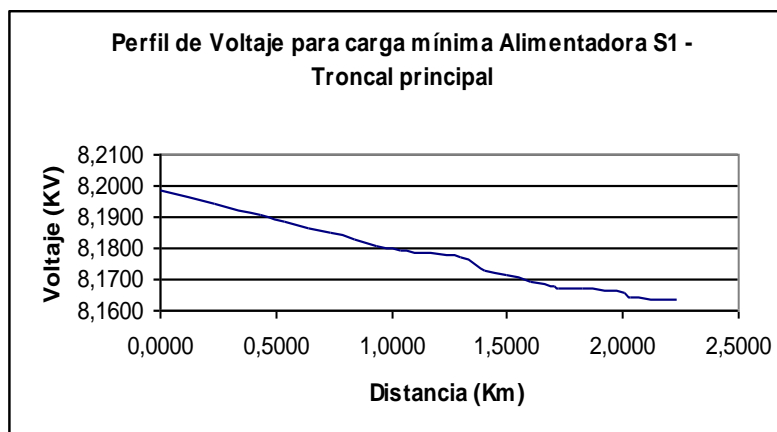


Perfil de Voltaje para carga mínima Alimentadora S1-Troncal principal

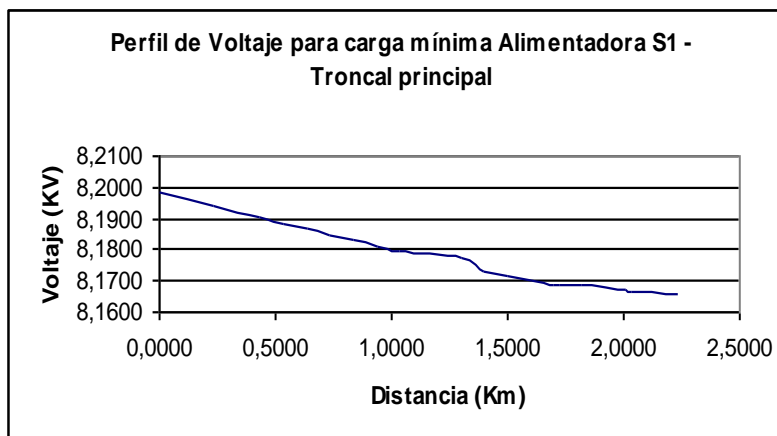
FASE A



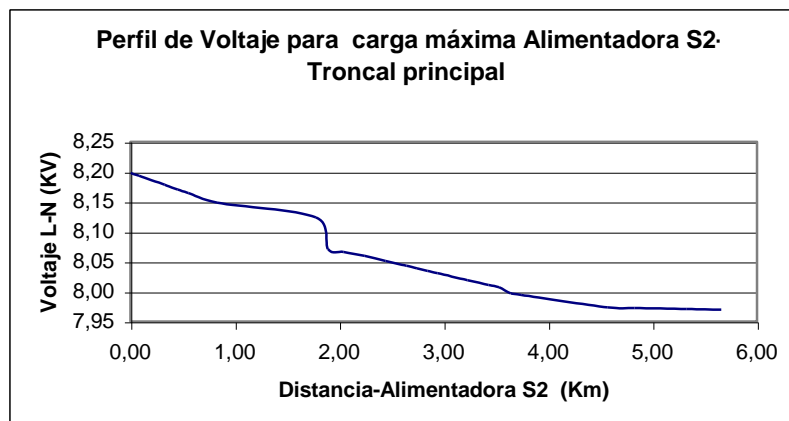
FASE B



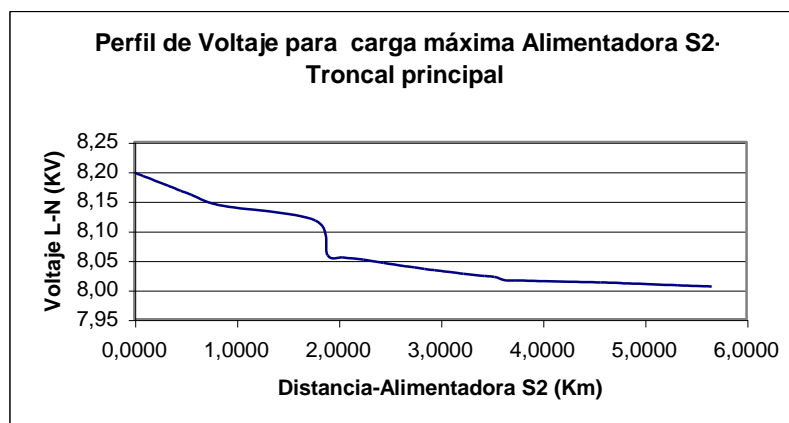
FASE C



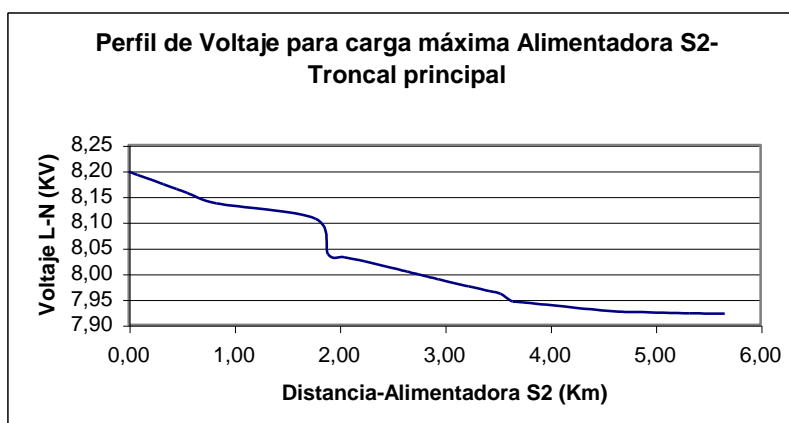
**Perfil de Voltaje para carga máxima Alimentadora S2-Troncal principal
FASE A**



FASE B

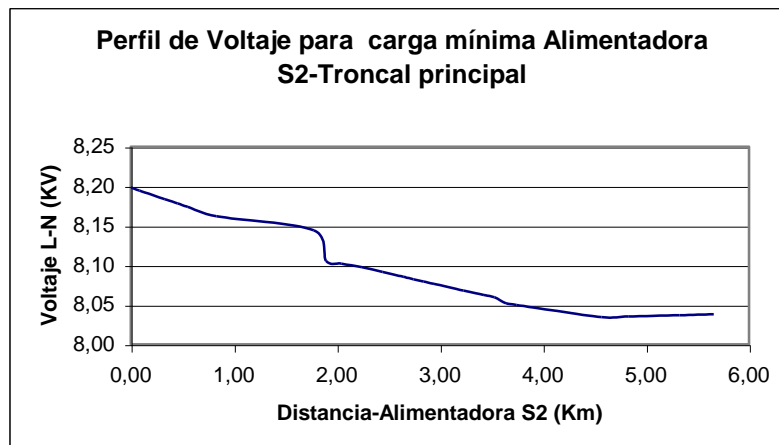


FASE C

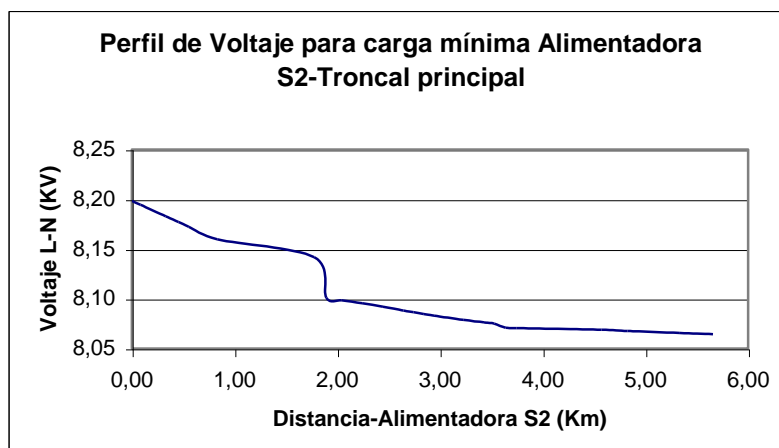


Perfil de Voltaje para carga mínima alimentadora S2-Troncal principal

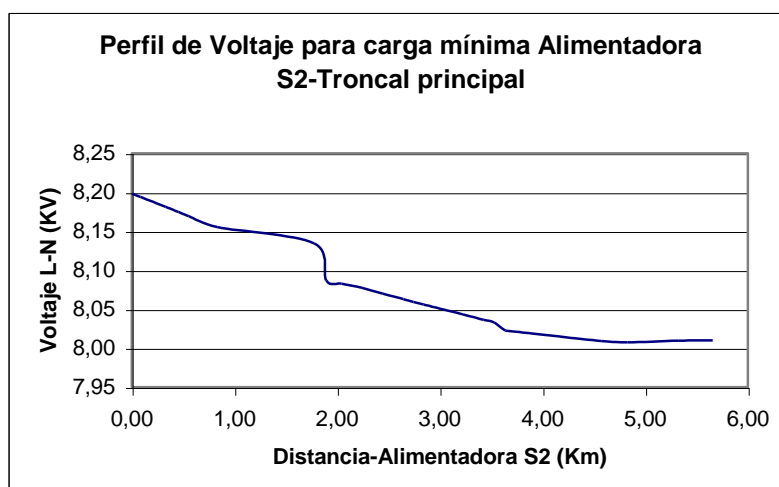
FASE A



FASE B

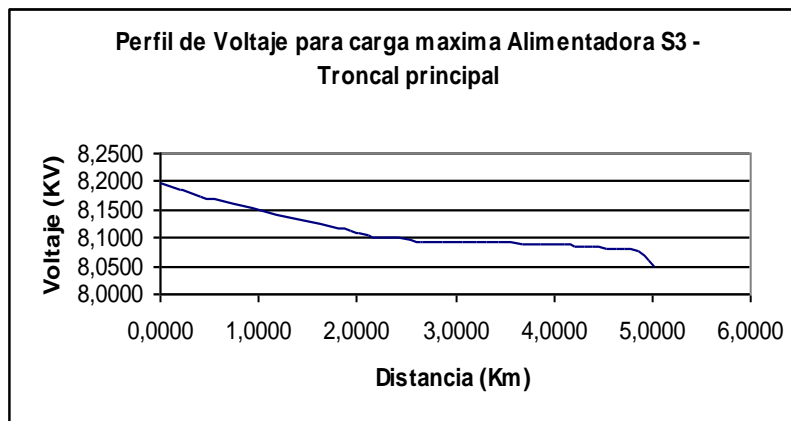


FASE C

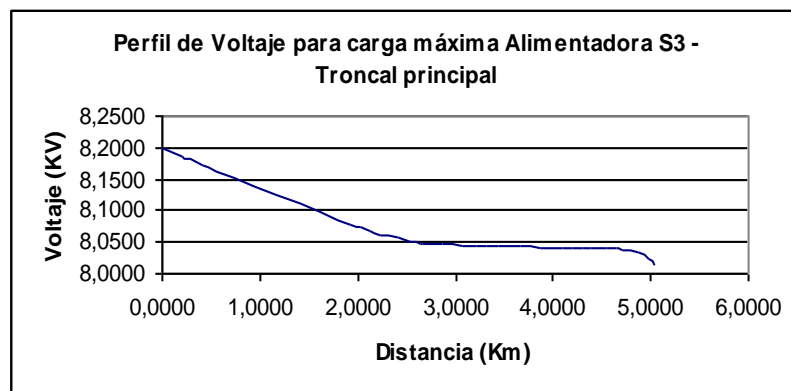


Perfil de Voltaje para carga máxima Alimentadora S3-Troncal principal

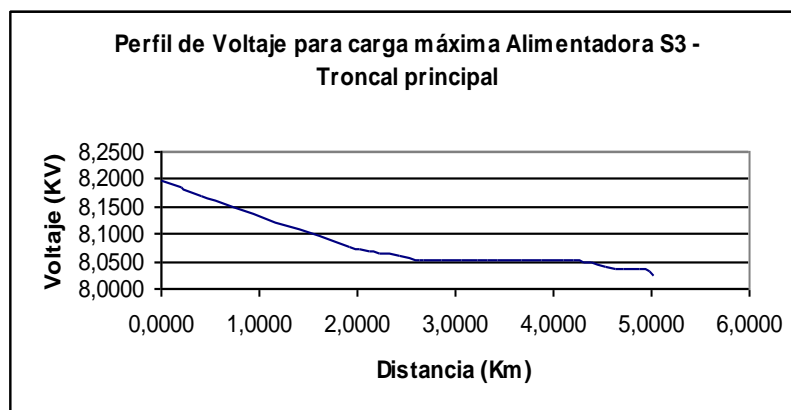
FASE A



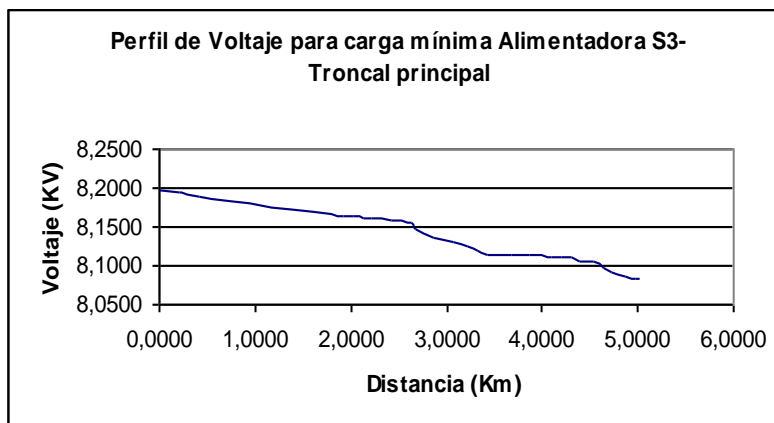
FASE B



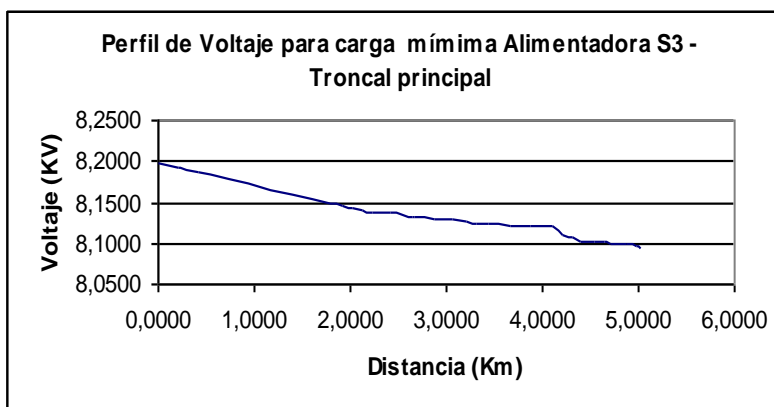
FASE C



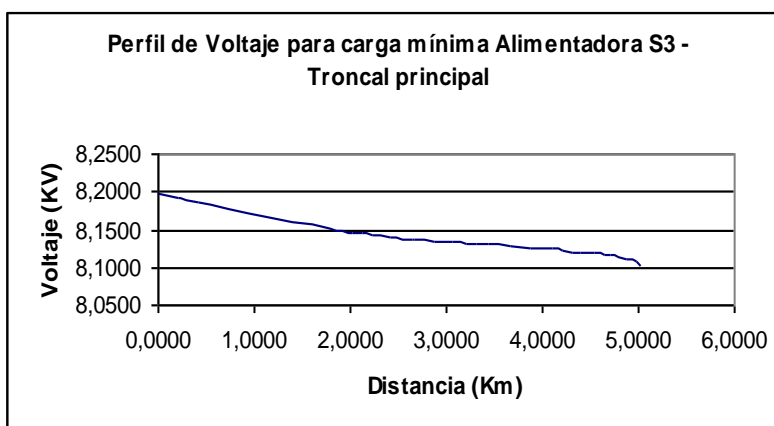
**Perfil de Voltaje para carga mínima Alimentadora S3-Troncal principal
FASE A**



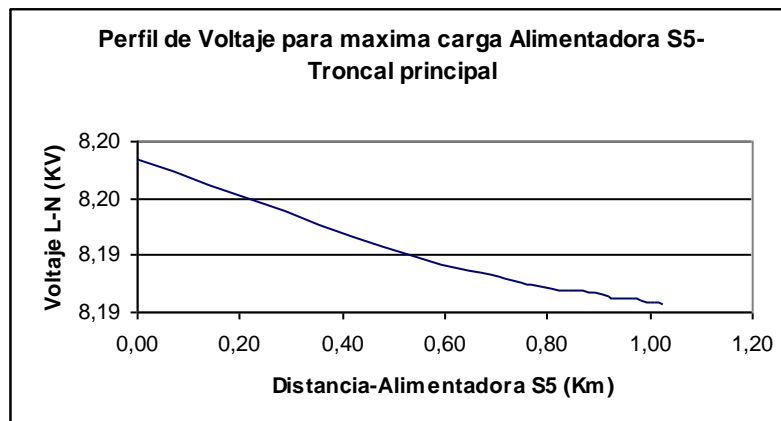
FASE B



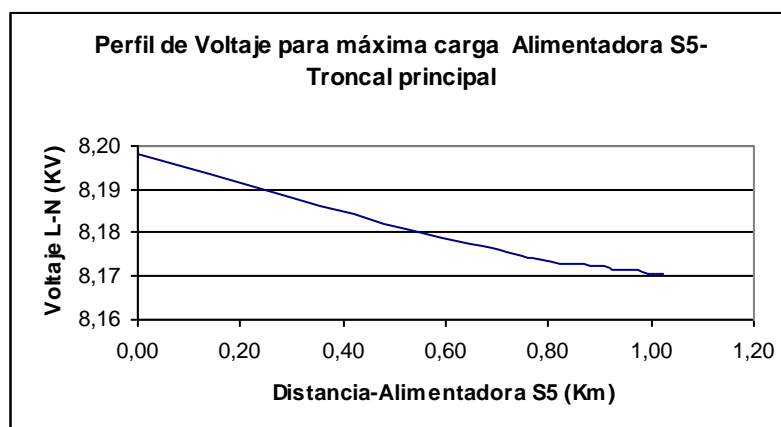
FASE C



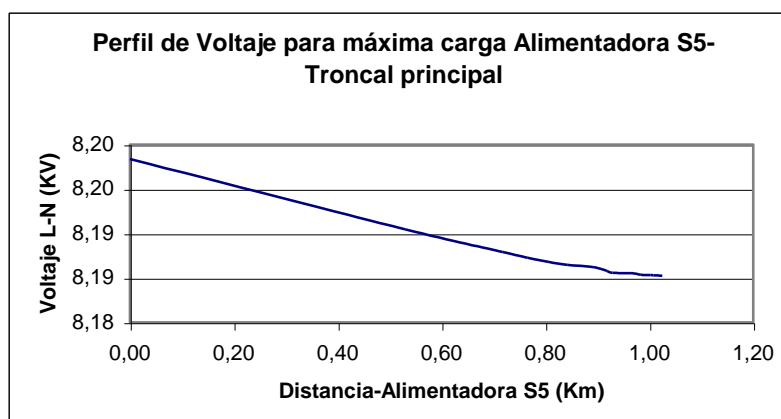
**Perfil de Voltaje para máxima carga Alimentadora S5-Troncal principal
FASE A**



FASE B

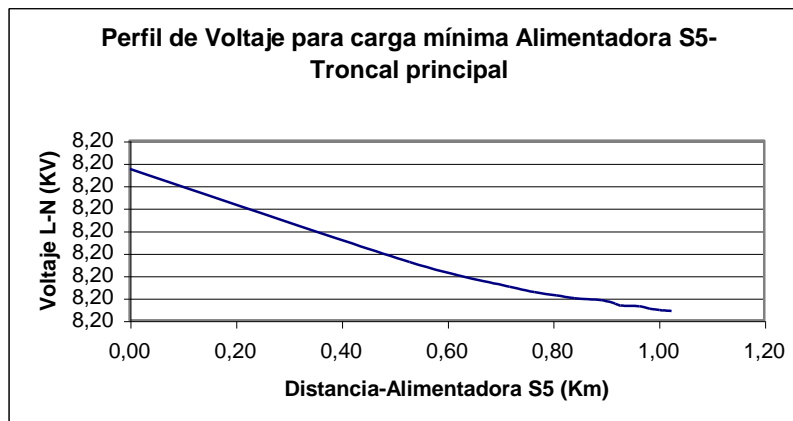


FASE C

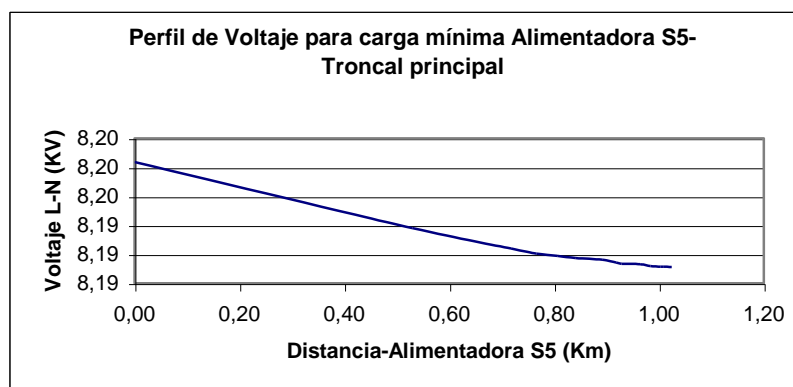


Perfil de Voltaje para carga mínima Alimentadora S5-Troncal principal

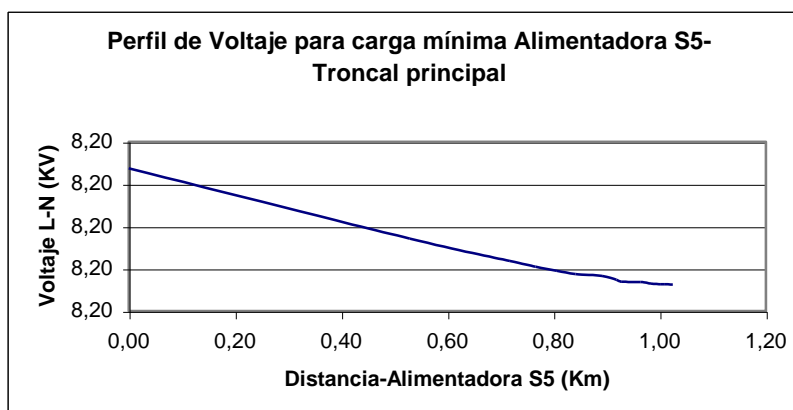
FASE A



FASE B

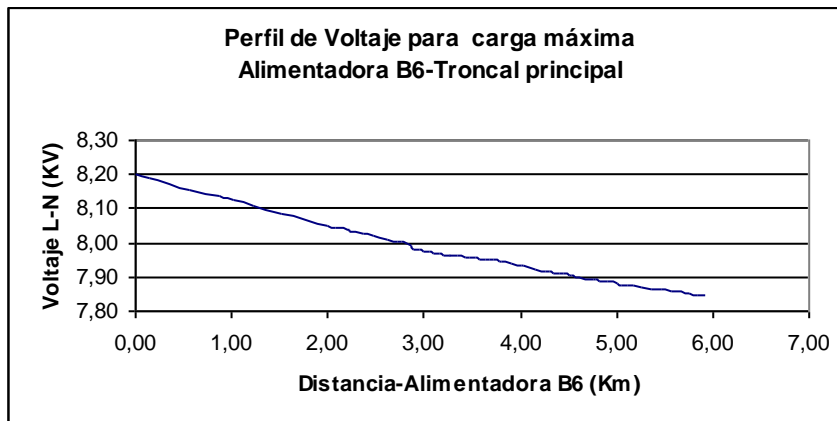


FASE C

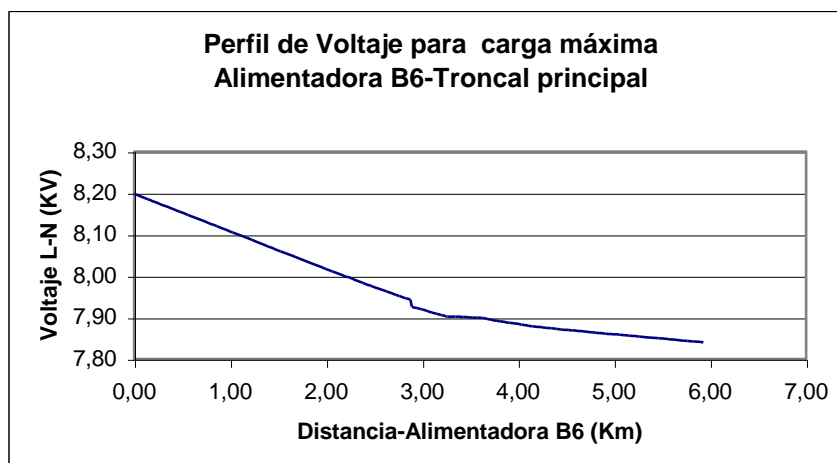


Perfil de Voltaje para carga máxima Alimentadora B6-Troncal principal

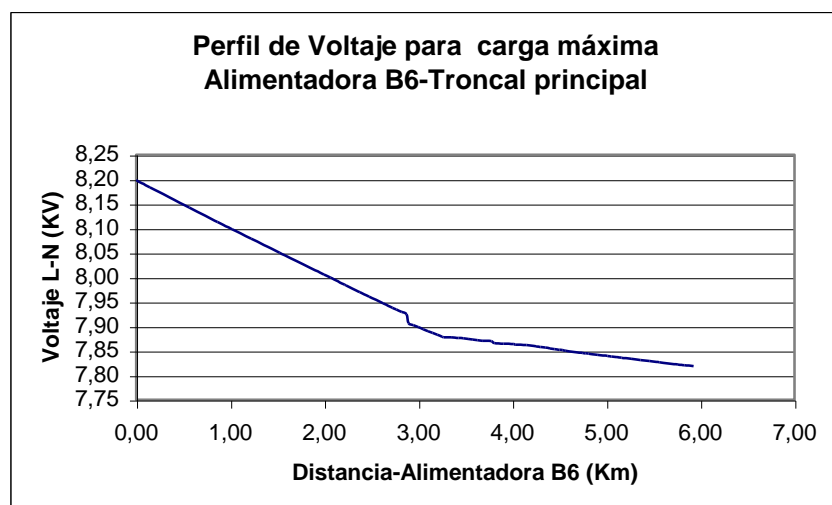
FASE A



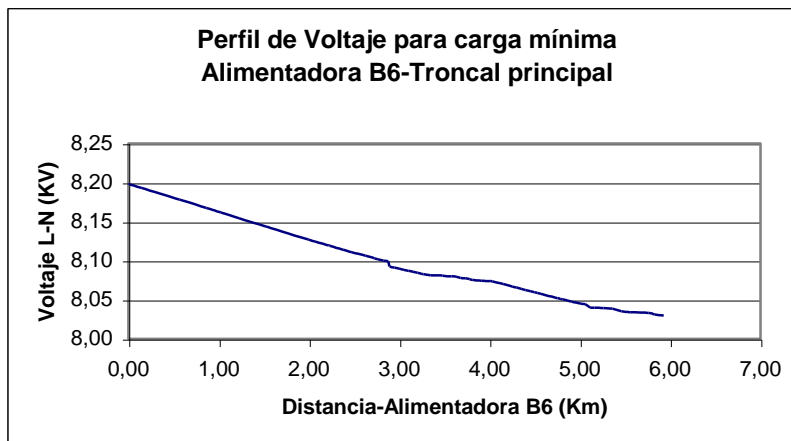
FASE B



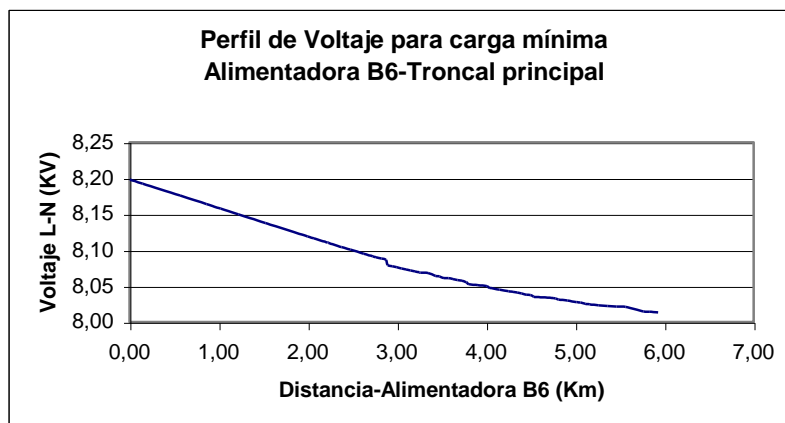
FASE C



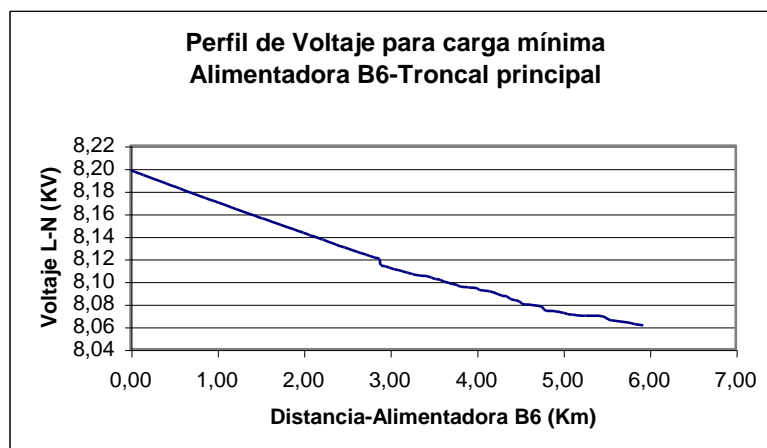
**Perfil de Voltaje para carga mínima Alimentadora B6-Troncal principal
FASE A**



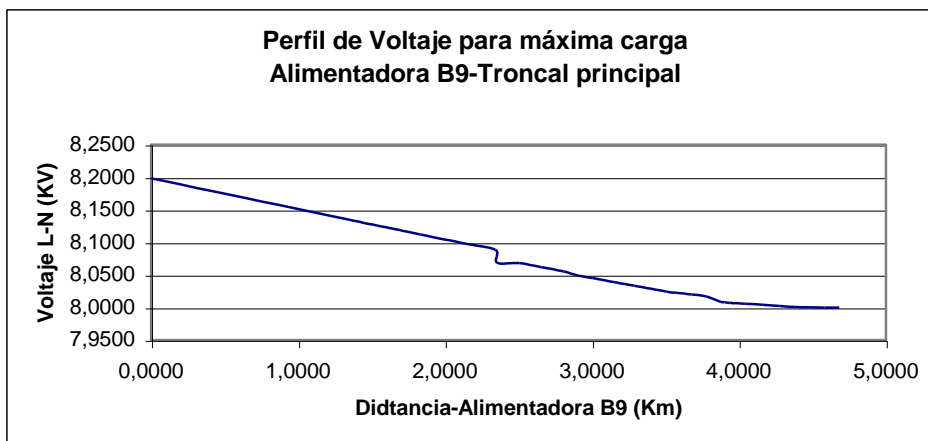
FASE B



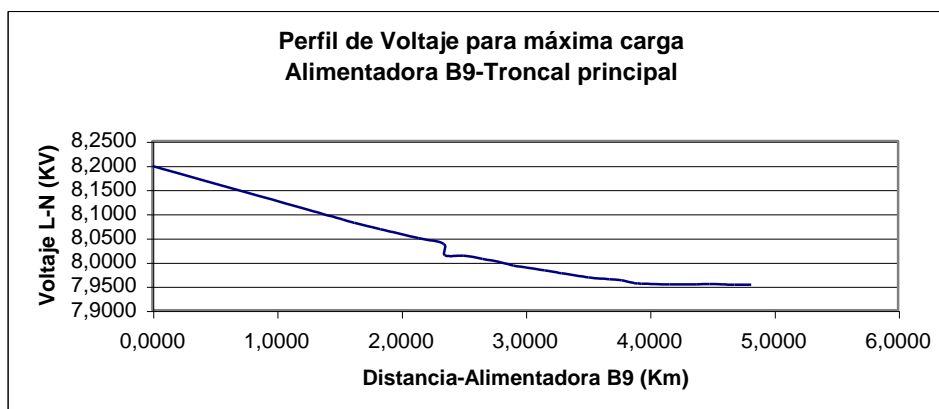
FASE C



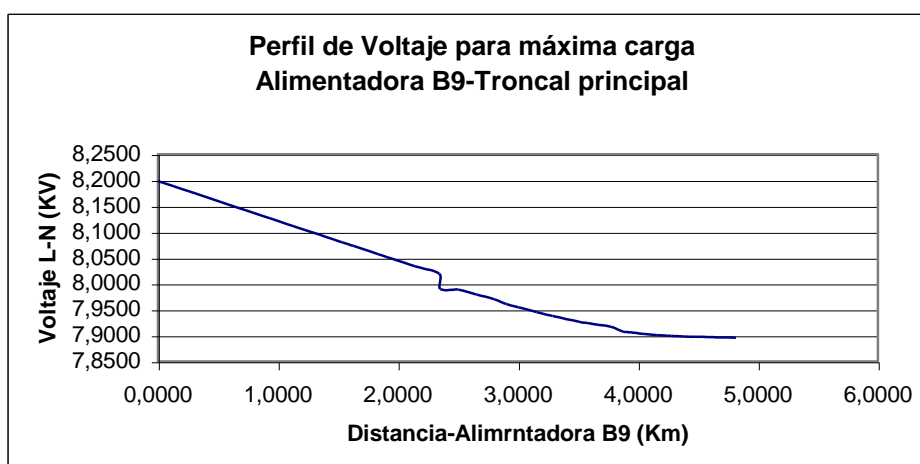
**Perfil de Voltaje para máxima carga Alimentadora B9-Troncal principal
FASE A**



FASE B

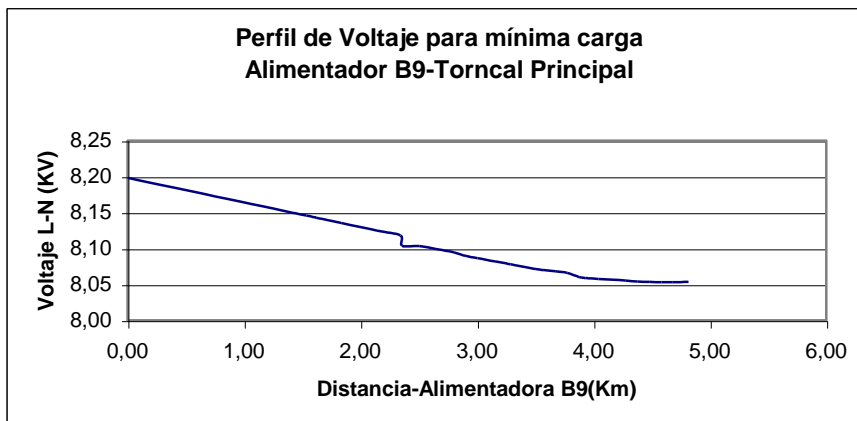


FASE C

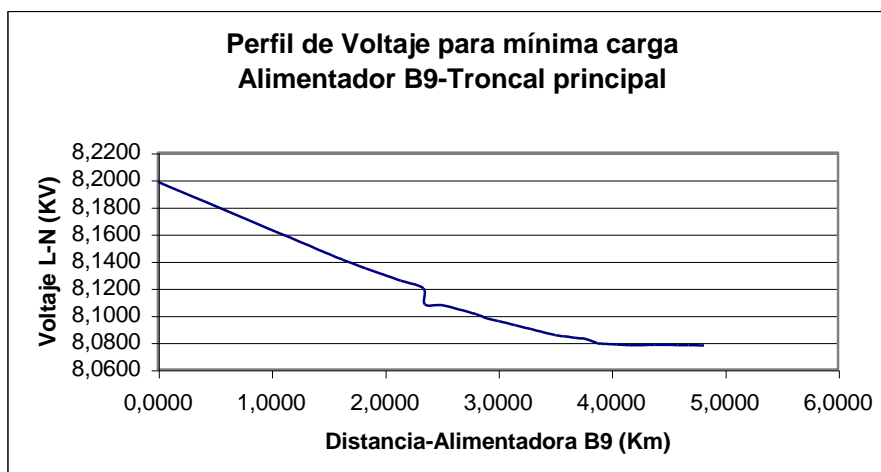


Perfil de Voltaje para mínima carga - Alimentadora B9

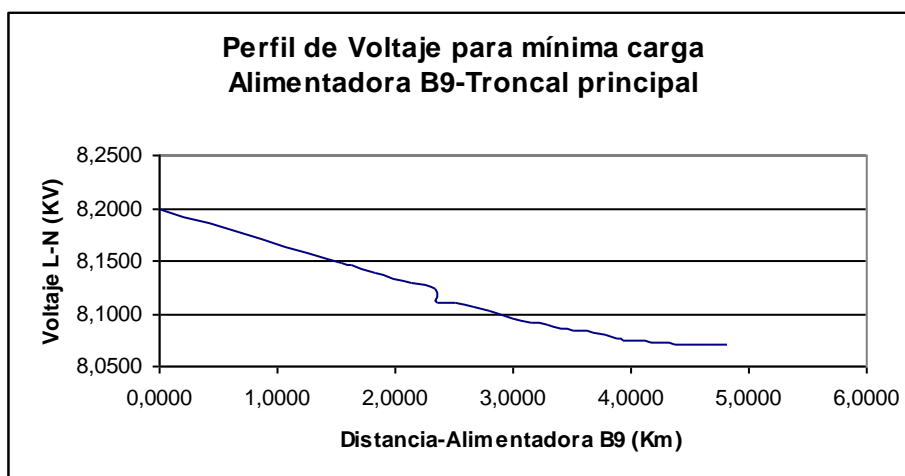
FASE A



FASE B



FASE C



ANEXO 4

CÁLCULO DE ÍNDICES DE CONFIABILIDAD PARA AÑO 2004

PASOS:

- 1. Elaboración de un diagrama unifilar de la alimentadora, el cual muestre puntos de carga (número de consumidores y carga media).**

En el diagrama se identifica la troncal trifásica, ramales monofásicos, y puntos de carga (número de consumidores y carga media) en cada alimentadora. Para nuestro estudio las troncales trifásicas están numeradas, los ramales monofásicos están nombrados con letras minúsculas, y los puntos de carga con letras mayúsculas iguales que las del ramal del cual se derivan. Las figuras 4.1, 4.3, 4.6, 4.13, 4.16 de la sección 4.2 del capítulo 4, muestran los diagramas unificares para el cálculo de los índices de confiabilidad para el año 2004 de las alimentadoras de la subestación Sur.

- 2. Calculo de tasas de falla, para la troncal trifásica y ramales monofásicos de cada una de las alimentadoras.**

La tabla 1 muestra las longitudes para la troncal trifásica (Longitud 3F), para los ramales monofásicos (Longitud 1F), al igual que el número de fallas durante el año 2004, en el circuito trifásico (Fallas 3F), y en el circuito monofásico (Fallas 1F). Las longitudes están dadas en Km.

Tabla 1. Longitud y números de fallas de alimentadoras

Alimentadora	Longitud 3F	Longitud 1F	Fallas 3F	Fallas 1F
S1	6,0936	4,932	1	1
S2	10,1992	4,3112	9	4
S3	10,7343	4,8205	2	2
B6	13,0179	6,7903	3	2
B9	9,1959	4,2331	0	4

Con los datos anteriores, y aplicando las fórmulas para el cálculo de la tasa de falla, obtenemos los resultados mostrados en la Tabla 2, para el circuito trifásico (b 3F), y para el monofásico (b 1F), las tasas de fallas están dadas en fallas / Km-año.

Tabla 2. Tasas de falla de alimentadoras

Alimentadora	b 3F	b 1F
S1	0,1641	0,2028
S2	0,8824	0,9278
S3	0,1863	0,4149
B6	0,2305	0,2945
B9	0,0000	0,9449

Luego, al multiplicar los valores de tasas de falla dados en fallas / Km-año, por Km de los tramos trifásicos y monofásicos de cada una de las alimentadoras tenemos los valores mostrados en las tablas desde la 3 hasta la 7.

Tabla 3. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S1.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla/año	hrs
1	4,617	0,7576	1,6833
2	0,997	0,1636	1,6833
3	1,54	0,2527	1,6833
4	2,04	0,3348	1,6833
a	1,25	0,2535	2,7833
b	0,84	0,1704	2,7833
c	0,881	0,1787	2,7833

Tabla 4. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S2.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla/año	hrs
1	2,223	1,9616	8,0000
2	0,281	0,2480	8,0000
3	1,817	1,6033	8,0000
4	2,7106	2,3918	8,0000
5	2,242	1,9783	8,0000
6	0,9247	0,8160	8,0000
a	0,926	0,8591	19,0000
b	0,409	0,3795	19,0000
c	1,968	1,8259	19,0000
d	1,008	0,9352	19,0000

Tabla 5. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S3.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla/año	hrs
1	0,4099	0,0764	0,5000
2	1,513	0,2819	0,5000
3	0,8848	0,1648	0,5000
4	0,768	0,1431	0,5000
5	0,885	0,1649	0,5000
6	0,834	0,1554	0,5000
7	2,2194	0,4135	0,5000
8	2,2124	0,4122	0,5000
a	0,773	0,3207	2,6600
b	1,343	0,5572	2,6600
c	0,743	0,3083	2,6600
d	0,831	0,3448	2,6600
e	1,051	0,4361	2,6600
f	0,079	0,0328	2,6600

Tabla 6. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora B6.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla/año	hrs
1	2,896	0,6675	0,8800
2	3,675	0,8471	0,8800
3	2,78	0,6408	0,8800
4	3,6658	0,8450	0,8800
a	1,303	0,3837	0,8300
b	3,07	0,9041	0,8300

c	0,729	0,2147	0,8300
d	1,69	0,4977	0,8300

Tabla 7. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora B9.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla/año	hrs
1	4,617	0,0000	0,0000
2	0,997	0,0000	0,0000
3	1,54	0,0000	0,0000
4	2,04	0,0000	0,0000
a	1,25	1,1811	1,5000
b	0,84	0,7937	1,5000
c	0,881	0,8325	1,5000
d	1,221	1,1537	1,5000

3. Estimación de los tiempos de restauración de cada uno de los componentes de las alimentadoras.

De las estadísticas de fallas de la subestación, se estimó el tiempo de restauración del servicio durante al año 2004. Estos valores fueron los mostrados en las tablas del punto 2 (r hrs).

4. Elaboración de tablas que muestren los valores de: tasa de falla (λ), tiempo de restauración (r) e indisponibilidad del servicio (U), para cada uno de los puntos de carga de las alimentadoras.

Tabla 8. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S1 de punto de carga A.

Componente fallado	Punto de carga A		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,7576	1,6833	1,2754
2	0,1636	0,5000	0,0818
3	0,2527	0,5000	0,1264
4	0,3348	0,5000	0,1674
a	0,2535	2,7833	0,7056
b	0,0059	0,5000	0,0029
c	0,0062	0,5000	0,0031
Total	1,7743	1,3315	2,3625

Tabla 9. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S1 de punto de carga B.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,7576	1,6833	1,2754
2	0,1636	1,6833	0,2754
3	0,2527	1,2500	0,3159
4	0,3348	1,6833	0,5635
a	0,0087	1,2500	0,0109
b	0,1704	2,7833	0,4741
c	0,0062	1,2500	0,0077
Total	1,6940	1,7255	2,9229

Tabla 10. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S1 de punto de carga C.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,7576	1,6833	1,2754
2	0,1636	1,6833	0,2754
3	0,2527	1,6833	0,4254
4	0,3348	1,0000	0,3348
a	0,0087	1,0000	0,0087
b	0,0059	1,0000	0,0059
c	0,1787	2,7833	0,4973
Total	1,7020	1,6585	2,8228

Tabla 11. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S2 de punto de carga A.

Componente fallado	Punto de carga A		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	1,9616	8,0000	15,6926
2	0,2480	0,5000	0,1240
3	1,6033	0,5000	0,8017
4	2,3918	0,5000	1,1959
5	1,9783	0,5000	0,9892
6	0,8160	0,5000	0,4080
a	0,8591	19,0000	16,3237
b	0,0131	0,5000	0,0065
c	0,0630	0,5000	0,0315
d	0,0323	0,5000	0,0161
Total	9,9665	3,5709	35,5892

Tabla 12. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S2 de punto de carga B.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	1,9616	8,0000	15,6926
2	0,2480	0,5000	0,1240
3	1,6033	8,0000	12,8266
4	2,3918	0,5000	1,1959
5	1,9783	0,5000	0,9892
6	0,8160	0,5000	0,4080
a	0,0296	0,5000	0,0148
b	0,3795	19,0000	7,2099
c	0,0630	0,5000	0,0315
d	0,0323	0,5000	0,0161
Total	9,5033	4,0521	38,5086

Tabla 13. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S2 de punto de carga C.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	1,9616	8,0000	15,6926
2	0,2480	2,0000	0,4959
3	1,6033	8,0000	12,8266
4	2,3918	8,0000	19,1347
5	1,9783	2,0000	3,9567
6	0,8160	2,0000	1,6319
a	0,0296	2,0000	0,0593
b	0,0131	2,0000	0,0262
c	1,8259	19,0000	34,6923
d	0,0323	2,0000	0,0645
Total	10,8999	8,1267	88,5806

Tabla 14. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S2 de punto de carga D.

Componente fallado	Punto de carga D		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	1,9616	8,0000	15,6926
2	0,2480	8,0000	1,9836
3	1,6033	1,2500	2,0042
4	2,3918	1,2500	2,9898

5	1,9783	8,0000	15,8267
6	0,8160	8,0000	6,5276
a	0,0296	1,2500	0,0371
b	0,0131	1,2500	0,0164
c	0,0630	1,2500	0,0787
d	0,9352	19,0000	17,7692
Total	10,0399	6,2676	62,9259

Tabla 15. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S3 de punto de carga A.

Componente fallado	Punto de carga A		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0764	0,5000	0,0382
2	0,2819	0,5000	0,1409
3	0,1648	0,5000	0,0824
4	0,1431	0,5000	0,0715
5	0,1649	0,5000	0,0824
6	0,1554	0,5000	0,0777
7	0,4135	0,5000	0,2067
8	0,4122	0,5000	0,2061
a	0,3207	2,6600	0,8531
b	0,0192	0,5000	0,0096
c	0,0106	0,5000	0,0053
d	0,0119	0,5000	0,0059
e	0,0150	0,5000	0,0075
f	0,0011	0,5000	0,0006
Total	2,1896	0,8130	1,7800

Tabla 16. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S3 de punto de carga B.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0764	0,5000	0,0382
2	0,2819	0,5000	0,1409
3	0,1648	1,0000	0,1648
4	0,1431	1,0000	0,1431
5	0,1649	1,0000	0,1649
6	0,1554	0,5000	0,0777
7	0,4135	1,0000	0,4135
8	0,4122	1,0000	0,4122
a	0,0111	1,0000	0,0111
b	0,5572	2,6600	1,4822
c	0,0106	1,0000	0,0106
d	0,0119	1,0000	0,0119
e	0,0150	1,0000	0,0150
f	0,0011	1,0000	0,0011
Total	2,4029	1,2781	3,0710

Tabla 17. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S3 de punto de carga C.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0764	0,5000	0,0382
2	0,2819	0,5000	0,1409
3	0,1648	0,5000	0,0824
4	0,1431	1,2500	0,1788
5	0,1649	1,2500	0,2061
6	0,1554	1,2500	0,1942
7	0,4135	0,5000	0,2067
8	0,4122	1,2500	0,5152
a	0,0111	1,2500	0,0138
b	0,0192	1,2500	0,0240
c	0,3083	2,6600	0,8200
d	0,0119	1,2500	0,0149
e	0,0150	1,2500	0,0188
f	0,0011	1,2500	0,0014
Total	2,1625	1,1262	2,4354

Tabla 18. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S3 de punto de carga D.

Componente fallado	Punto de carga D		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0764	0,5000	0,0382
2	0,2819	0,5000	0,1409
3	0,1648	0,5000	0,0824
4	0,1431	0,5000	0,0715
5	0,1649	0,5000	0,0824
6	0,1554	0,5000	0,0777
7	0,4135	0,5000	0,2067
8	0,4122	0,5000	0,2061
a	0,0111	0,5000	0,0055
b	0,0192	0,5000	0,0096
c	0,0106	0,5000	0,0053
d	0,3448	2,6600	0,9171
e	0,0150	0,5000	0,0075
f	0,0011	0,5000	0,0006
Total	2,1978	0,8389	1,8436

Tabla 19. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S3 de punto de carga E.

Componente fallado	Punto de carga E		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0764	0,5000	0,0382
2	0,2819	0,5000	0,1409
3	0,1648	0,5000	0,0824
4	0,1431	1,0000	0,1431
5	0,1649	1,0000	0,1649
6	0,1554	1,0000	0,1554
7	0,4135	1,0000	0,4135
8	0,4122	0,5000	0,2061
a	0,0111	1,0000	0,0111
b	0,0192	1,0000	0,0192
c	0,0106	1,0000	0,0106
d	0,0119	1,0000	0,0119
e	0,4361	2,6600	1,1599
f	0,0011	1,0000	0,0011
Total	1,8649	0,7492	1,3972

Tabla 20. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S3 de punto de carga F.

Componente fallado	Punto de carga F		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0764	0,5000	0,0382
2	0,2819	0,5000	0,1409
3	0,1648	0,5000	0,0824
4	0,1431	0,5000	0,0715
5	0,1649	2,0000	0,3298
6	0,1554	2,0000	0,3107
7	0,4135	2,0000	0,8269
8	0,4122	2,0000	0,8243
a	0,0111	2,0000	0,0221
b	0,0192	2,0000	0,0384
c	0,0106	2,0000	0,0213
d	0,0119	2,0000	0,0238
e	0,0150	2,0000	0,0301
f	0,0328	2,6600	0,0872
Total	1,8649	1,4642	2,7305

Tabla 21. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B6 de punto de carga A.

Componente fallado	Punto de carga A		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,6675	0,8800	0,5874
2	0,8471	0,8800	0,7454
3	0,6408	0,5000	0,3204
4	0,8450	0,5000	0,4225
a	0,3837	0,8300	0,3185
b	0,0312	0,5000	0,0156
c	0,0074	0,5000	0,0037
d	0,0172	0,5000	0,0086
Total	3,4399	0,7041	2,4221

Tabla 22. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B6 de punto de carga B.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,6675	0,8800	0,5874
2	0,8471	0,8800	0,7454
3	0,6408	0,5000	0,3204
4	0,8450	0,5000	0,4225
a	0,0132	0,5000	0,0066
b	0,9041	0,8300	0,7504
c	0,0074	0,5000	0,0037
d	0,0172	0,5000	0,0086
Total	3,9423	0,7217	2,8451

Tabla 23. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B6 de punto de carga C.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,6675	0,8800	0,5874
2	0,8471	0,5000	0,4235
3	0,6408	0,8800	0,5639
4	0,8450	0,5000	0,4225
a	0,0132	0,5000	0,0066
b	0,0312	0,5000	0,0156
c	0,2147	0,8300	0,1782
d	0,0172	0,5000	0,0086
Total	3,2767	0,6733	2,2063

Tabla 24. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B6 de punto de carga D.

Componente fallado	Punto de carga D		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,6675	0,8800	0,5874
2	0,8471	1,0000	0,8471
3	0,6408	0,8800	0,5639
4	0,8450	0,8800	0,7436
a	0,0132	1,0000	0,0132
b	0,0312	1,0000	0,0312
c	0,0074	1,0000	0,0074
d	0,4977	0,8300	0,4131
Total	3,5499	0,9034	3,2069

Tabla 25. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B9 de punto de carga A.

Componente fallado	Punto de carga A		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,5000	0,0000
3	0,0000	0,5000	0,0000
4	0,0000	0,5000	0,0000
a	1,1811	1,5000	1,7717
b	0,0274	0,5000	0,0137
c	0,0287	0,5000	0,0144
d	0,0398	0,5000	0,0199
Total	1,2770	1,4249	1,8196

Tabla 26. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B9 de punto de carga B.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,5000	0,0000
3	0,0000	0,5000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000
a	0,0407	0,5000	0,0204
b	0,7937	1,5000	1,1906
c	0,0287	0,5000	0,0144
d	0,0398	0,5000	0,0199
Total	0,9030	1,3790	1,2452

Tabla 27. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B9 de punto de carga C.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,5000	0,0000
4	0,0000	0,5000	0,0000
a	0,0407	1,0000	0,0407
b	0,0274	1,0000	0,0274
c	0,8325	1,5000	1,2487
d	0,0398	1,0000	0,0398
Total	0,9404	1,4426	1,3566

Tabla 28. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B9 de punto de carga D.

Componente fallado	Punto de carga D		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,5000	0,0000
a	0,0407	1,5000	0,0611
b	0,0274	1,5000	0,0411
c	0,0287	1,5000	0,0431
d	1,1537	1,5000	1,7306
Total	1,2506	1,5000	1,8759

5. Aplicación de las fórmulas para el cálculo de los índices de confiabilidad.

Reemplazando los valores mostrados en las tablas anteriores, en las formulas para el cálculo de los índices de confiabilidad, tenemos los resultados de la tabla 29.

Tabla 29. Índices de confiabilidad de las alimentadoras de la Subestación Sur para el año 2004

	S1	S2	S3	B6	B9	Unidades
SAIFI	1,708	10,3663	2,1733	3,6769	1,1248	Interrupciones / consumidor-año
SAIDI	2,8195	66,4681	2,2295	2,7852	1,626	Horas / consumidores-año
CAIDI	1,6508	6,4119	1,0259	0,7575	1,4455	Horas / consumidor-Interrupción
ASAI	0,9997	0,9924	0,9997	0,9997	0,9998	
ASUI	0,0003	0,0076	0,0003	0,0003	0,0002	
ENS	8,6003	226,4229	5,9386	16,9692	6,7754	MWh/año
AENS	4,3001	90,5692	2,7494	1,7945	1,4189	KWh/consumidor-año

ANEXO 5

CALCULO DE IMPEDANCIAS DE SECUENCIA

TRANSFORMADOR MITSUBISHI

SECUENCIA POSITIVA Y NEGATIVA

$$KV_S = 13.8KV$$

$$MVA_T = 12MVA$$

$$KW_{NL} = 9.09MW - 9.07MW = 20KW$$

$$KW_{TOT} = 600KW$$

$$Z_{T\%} = 9.06$$

$$Z_{1T} = \frac{KV_S^2}{MVA_T} \left[\frac{KW_{TOT} - KW_{NL}}{1000 \times MVA_T} + j \sqrt{\left(\frac{Z_{T\%}}{100} \right)^2 - \left(\frac{KW_{TOT} - KW_{NL}}{1000 \times MVA_T} \right)^2} \right]$$

$$Z_{1T} = \frac{(13.8)^2}{12} \left[\frac{600 - 20}{1000 \times 12} + j \sqrt{\left(\frac{9.06}{100} \right)^2 - \left(\frac{600 - 20}{1000 \times 12} \right)^2} \right]$$

$$Z_{1T} = 0.7670 + j1.2161\Omega$$

SECUENCIA CERO

El conductor, utilizado como neutro es un cable de cobre No.8.

$$Z_{0T} = K_1 Z_{1T} + 3Z_N$$

$$K_1 = 0.9$$

$$Z_{1T} = 0.4767 + j0.7558\Omega / Km$$

$$R_N = 1.766\Omega / Km$$

$$X_L = 2\pi 60 \times 2 \times 10^{-7} \times 10^3 \ln \frac{Deq}{D_s^b}$$

$$X_L = 2\pi 60 \times 2 \times 10^{-7} \times 10^3 \ln \frac{7.04}{\sqrt[3]{3.52 \times (7.04)^2}}$$

$$X_L = 0.1297\Omega / millas = 0.0806\Omega / Km$$

$$Z_N = 1.766 + j0.0806\Omega / Km$$

$$Z_{0T} = (0.9) \times (0.4767 + j0.7558) + 3(1.766 + j0.0806)$$

$$Z_{0T} = 5.7270 + j0.9220\Omega / Km$$

TRANSFORMADOR YORKSHIRE

SECUENCIA POSITIVA Y NEGATIVA

$$KV_S = 13.8KV$$

$$MVA_T = 12MVA$$

$$KW_{NL} = 8.73MW - 8.7MW = 30KW$$

$$KW_{TOT} = 600KW$$

$$Z_{T\%} = 7.78$$

$$Z_{IT} = \frac{KV_S^2}{MVA_T} \left[\frac{KW_{TOT} - KW_{NL}}{1000 \times MVA_T} + j \sqrt{\left(\frac{Z_{T\%}}{100} \right)^2 - \left(\frac{KW_{TOT} - KW_{NL}}{1000 \times MVA_T} \right)^2} \right]$$

$$Z_{IT} = \frac{(13.8)^2}{12} \left[\frac{600 - 30}{1000 \times 12} + j \sqrt{\left(\frac{7.78}{100} \right)^2 - \left(\frac{600 - 30}{1000 \times 12} \right)^2} \right]$$

$$Z_{IT} = 0.7538 + j0.97791\Omega$$

SECUENCIA CERO

El conductor, utilizado como neutro es un cable de cobre No.8.

$$Z_{0T} = K_1 Z_{IT} + 3Z_N$$

$$K_1 = 0.9$$

$$Z_{IT} = 0.4685 + j0.6078\Omega / Km$$

$$R_N = 1.766\Omega / Km$$

$$X_L = 2\pi 60 \times 2 \times 10^{-7} \times 10^3 \ln \frac{D_{eq}}{D_s^b}$$

$$X_L = 2\pi 60 \times 2 \times 10^{-7} \times 10^3 \ln \frac{7.04}{\sqrt[3]{3.52 \times (7.04)^2}}$$

$$X_L = 0.1297\Omega / millas = 0.0806\Omega / Km$$

$$Z_N = 1.766 + j0.0806\Omega / Km$$

$$Z_{0T} = (0.9) \times (0.4685 + j0.6078) + 3(1.766 + j0.0806)$$

$$Z_{0T} = 5.7197 + j0.7888\Omega / Km$$

SISTEMA DE TRANSMISION/ SUBTRANSMISIÓN

SECUENCIA POSITIVA, NEGATIVA Y CERO

Para transmisión, con bases 230KV y 100MVA:

$$Z_0 = 0.0030 + j0.0352 p.u.$$

$$Z_1 = 0.0038 + j0.0420 p.u.$$

$$Z_2 = 0.0038 + j0.0426 p.u.$$

$$Z_{base} = \frac{(230)^2}{100} = 529 \Omega$$

$$Z_0 = 1.587 + j18.6208 \Omega$$

$$Z_1 = 2.0102 + j22.218 \Omega$$

$$Z_2 = 2.0102 + j22.5354 \Omega$$

Para Subtransmisión, con bases 69KV y 100MVA:

$$Z_0 = 0.0007 + j0.0263 p.u.$$

$$Z_1 = 0.0039 + j0.0831 p.u.$$

$$Z_2 = 0.0039 + j0.0837 p.u.$$

$$Z_{base} = \frac{(69)^2}{100} = 47.61 \Omega$$

$$Z_0 = 0.0333 + j1.2521 \Omega$$

$$Z_1 = 0.1857 + j3.9564 \Omega$$

$$Z_2 = 0.1857 + j3.9850 \Omega$$

IMPEDANCIA DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Formula # 1:

$$Z_{1T} = \frac{kV_S^2}{MVA_T} \left[\frac{kW_{TOT} - kW_{NL}}{1000 \times MVA_T} + j \sqrt{\left(\frac{Z_{T\%}}{100} \right)^2 - \left(\frac{kW_{TOT} - kW_{NL}}{1000 \times MVA_T} \right)^2} \right]$$

Formula # 2: $Z_{OT} = K_1 Z_{1T} + 3Z_N$;

Donde:

Z_{1T} : Impedancia de secuencia positiva en Ω .

Z_{OT} : Impedancia de secuencia cero en Ω/Km .

Z_N : Impedancia del neutro en Ω , considerando 10 metros de longitud del conductor empleado como neutro, en este caso es un cable de cobre No.8.

K_1 : es un factor que equivale a 0.9 por ser un transformador trifásico.

kV_S : Voltaje fase – fase, en kV, nominal del transformador en el lado secundario del transformador trifásico.

MVA_T : Capacidad nominal del transformador trifásico en MVA.

kW_{NL} : Pérdidas sin carga del transformador trifásico en kW.

kW_{TOT} : Pérdidas totales del transformador trifásico en kW.

$Z_{T\%}$: Impedancia de fuga del transformador en porcentaje.

De acuerdo a los datos de placa de cada transformador de potencia, datos proporcionados por la empresa eléctrica de Milagro, y aplicando las formulas correspondientes, tenemos las impedancias de los transformadores de poder, que se muestran en la tabla siguiente.

IMPEDANCIAS DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA

	T. Mitsubishi	T. Yorkshire
Secuencia +/- (ohmios)	0,7670+ j1,2161	0,7538+ j0,9771
Secuencia Cero (ohmios/ Km.)	1.2201+ j1.11867	1.2082+ j0,9043

IMPEDANCIA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y SUBTRANSMISIÓN

La información de las impedancias de las líneas de Transmisión y de Subtransmisión es comúnmente utilizada en el estudio de fallas de sistemas de distribución, con la finalidad de determinar la impedancia equivalente de la fuente del sistema.

Las siguientes tablas, muestran las impedancias de Transmisión y Subtransmisión, con base de 69kV y 100MVA en ambos casos.

IMPEDANCIA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Impedancia del Sistema de Transmisión		
Secuencia	p. u.	Ohmios
Cero	0,0030+ j0,0352	0.1428+ j1.6759
Positiva	0,0038+ j0,0420	0.1809+ j1.9996
Negativa	0,0038+ j0,0426	0.1809+ j1.9996

IMPEDANCIA DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN

Impedancia del Sistema de Subtransmisión		
Secuencia	p. u.	Ohmios
Cero	0,0007+ j0,02630	0,0333+ j1,2520
Positiva	0,0039+ j0,08310	0,1857+ j3,9564
Negativa	0,0039+ j0,08370	0,1857+ j3,9850

IMPEDANCIA DE LAS ALIMENTADORAS

Las impedancias de secuencia de las Alimentadoras se muestran en la siguiente tabla, y se las ha calculado por medio de las siguientes fórmulas:

$$\text{Formula \# 1: } Z_{11} = R_{\phi} + j0.2794 \frac{f}{60} \log \frac{GMD_{\phi}}{GMR_{\phi}} [\Omega / \text{millas}]$$

$$\text{Formula \# 2: } Z_{\phi N} = 0.0954 \frac{f}{60} + j0.2794 \frac{f}{60} \log \frac{De}{GMD_{\phi N}}$$

$$\text{Formula \# 3: } Z_{NN} = R_N + 0.0954 \frac{f}{60} + j0.2794 \frac{f}{60} \log \frac{De}{GMR_N}$$

$$\text{Formula \# 4: } De = 2160 \sqrt{\frac{\rho}{f}} \text{ pies}$$

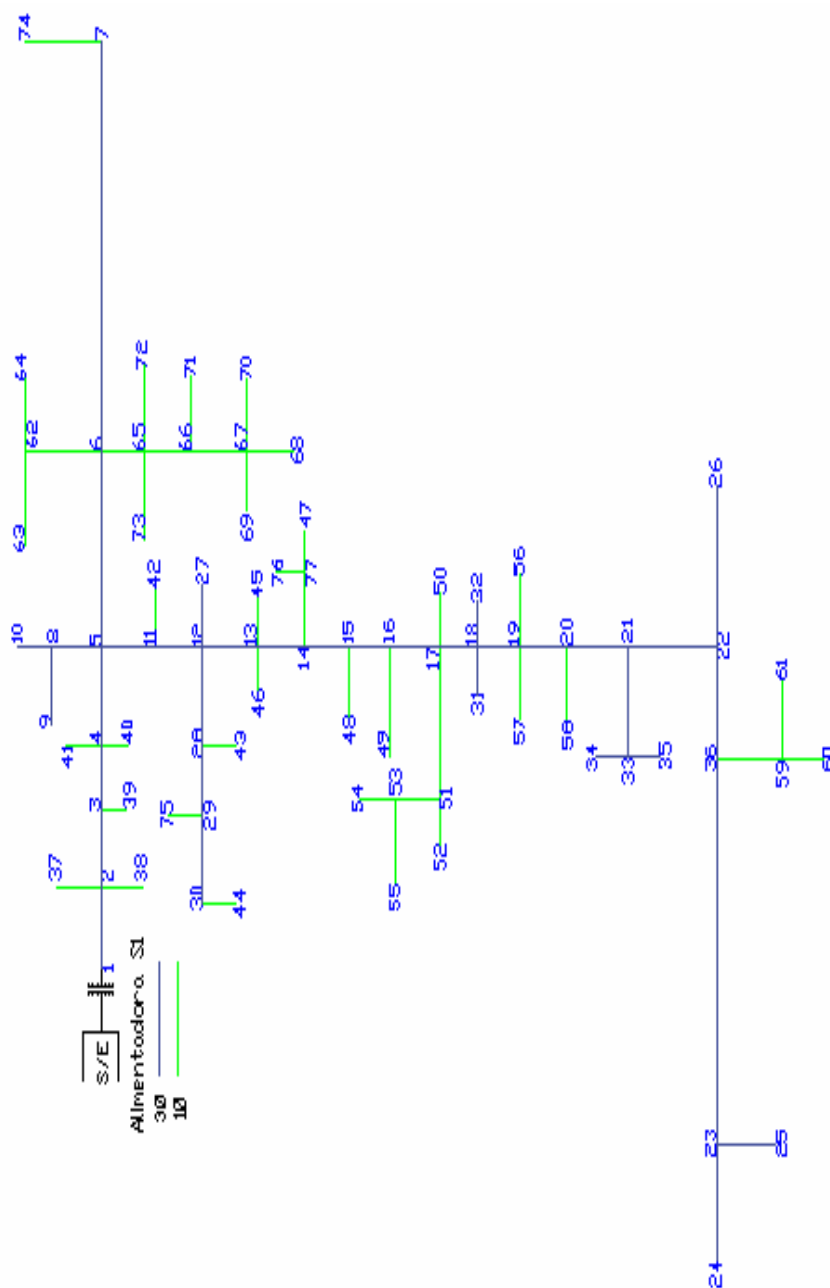
IMPEDANCIAS EN Ω /KM. DE LAS ALIMENTADORAS.

	SECUENCIA	TRIFÁSICO	DOS FASES	MONOFÁSICO
Alimentadora S1, conductor 266.8 ACSR y neutro 1/0	Cero	0,1692+ j2,5058	*	0,1435+ j2,5631
	Positiva	0,2381+ j0,4004	*	0,2381+ j0,3854
	Negativa	0,2381+ j0,4005	*	0,2381+ j0,3855
Alimentadora S2 conductor 266.8 ACSR y neutro 1/0	Cero	0,1692+ j2,5058	0,1623+ j2,5125	0,1435+ j2,5631
	Positiva	0,2381+ j0,4004	0,2381+ j0,4052	0,2381+ j0,3854
	Negativa	0,2381+ j0,4005	0,2381+ j0,4053	0,2381+ j0,3855
Alimentadora S3, conductor 2/0 Y neutro 1/0	Cero	0,4751+ j2,5215	*	0,4356+ j2,5868
	Positiva	0,5301+ j0,3901	*	0,5301+ j0,3901
	Negativa	0,5301+ j0,3902	*	0,5301+ j0,3902
Alimentadora S5, conductor 1/0 y neutro #2 ACSR	Cero	0,5764+ j2,3746	*	0,5516+ j2,4192
	Positiva	0,6538+ j0,4234	*	0,6538+ j0,4234
	Negativa	0,6538+ j0,4235	*	0,6538+ j0,4235
Alimentadora B6, conductor 266.8 ACSR y neutro 1/0	Cero	0,1692+ j2,5058	0,1623+ j2,5125	0,1435+ j2,5631
	Positiva	0,2381+ j0,4004	0,2381+ j0,4052	0,2381+ j0,3854
	Negativa	0,2381+ j0,4005	0,2381+ j0,4053	0,2381+ j0,3855
Alimentadora B9, conductor 266.8 ACSR y neutro 1/0	Cero	0,1692+ j2,5058	*	0,1435+ j2,5631
	Positiva	0,2381+ j0,4004	*	0,2381+ j0,3854
	Negativa	0,2381+ j0,4005	*	0,2381+ j0,3855

ANEXO 6

CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

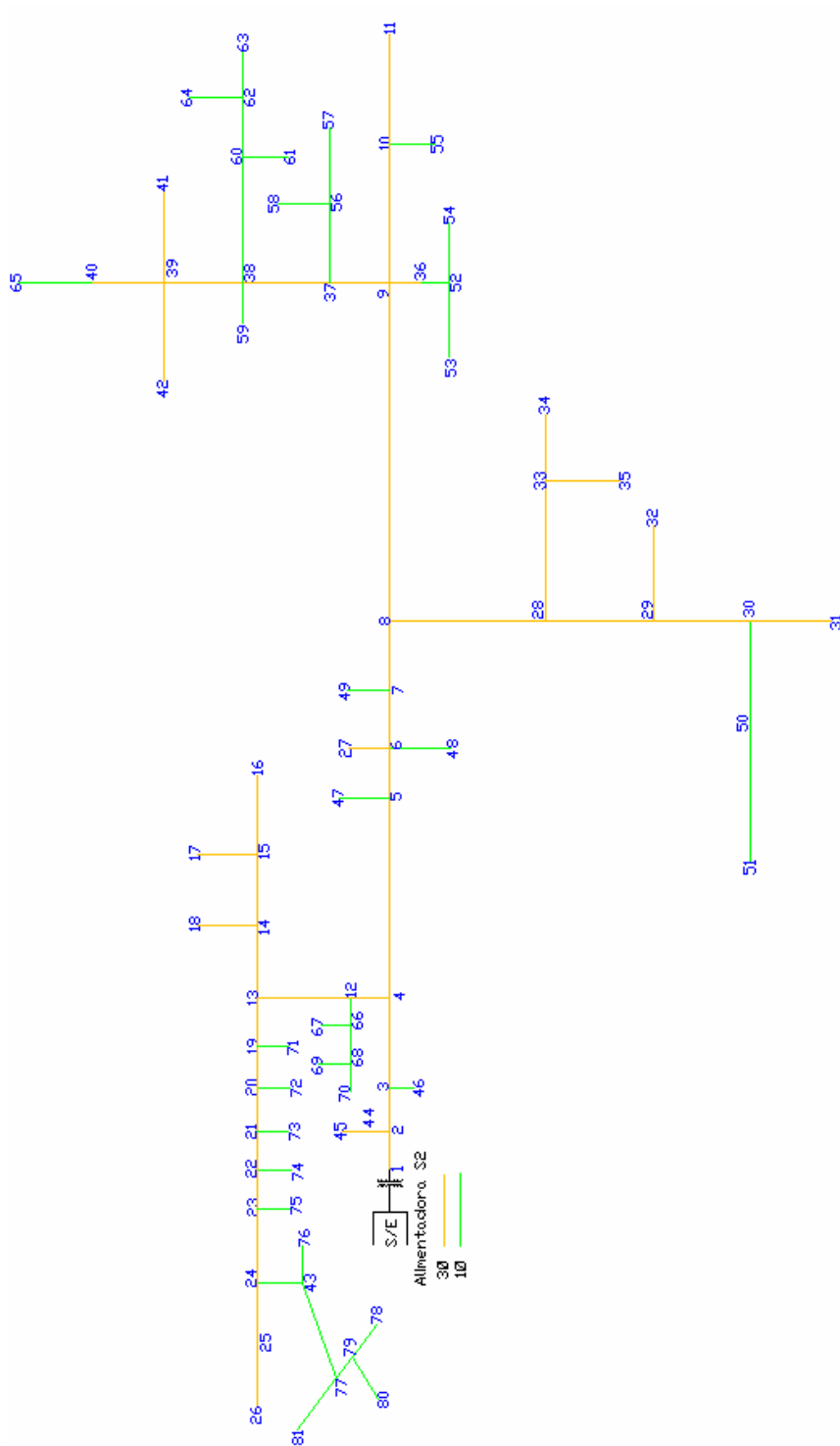
Alimentadora S1



CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA $Z_{falla} = 0 \Omega$												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø Asimetrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud
1	1129,09	6,33	1637,18	564,54	6,33	824,23	1311,60	5,02	1875,59	1307,49	1,92	1412,09
2	1107,96	6,03	1606,54	553,98	6,03	808,81	1240,39	5,03	1773,75	1230,41	2,11	1328,84
3	1101,14	5,95	1596,65	550,57	5,95	803,83	1218,54	5,03	1742,51	1208,17	2,18	1304,83
4	1054,03	5,40	1528,35	527,02	5,40	769,44	1080,77	5,04	1545,50	1080,33	2,69	1274,78
5	1035,46	5,21	1501,42	517,73	5,21	755,89	1032,07	5,04	1475,86	1039,23	2,94	1226,29
6	1017,80	5,04	1475,81	508,90	5,04	742,99	988,30	5,05	1413,27	1003,66	3,20	1184,32
7	1006,97	4,94	1460,11	503,49	4,94	735,09	962,61	5,05	1376,54	983,30	3,37	1160,30
8	1015,72	5,02	1472,80	507,86	5,02	741,48	983,30	5,05	1406,12	999,68	3,23	1179,62
9	1008,81	4,96	1462,77	504,40	4,96	736,43	966,91	5,05	1382,68	986,69	3,34	1164,29
10	1009,02	4,96	1463,08	504,51	4,96	736,58	967,40	5,05	1383,38	987,07	3,34	1164,75
11	1022,77	5,09	1483,02	511,39	5,09	746,62	1000,38	5,04	1430,55	1013,37	3,12	1195,77
12	1039,17	5,25	1506,80	519,59	5,25	758,60	1041,57	5,04	1489,44	1047,11	2,89	1235,59
13	1033,22	5,19	1498,17	516,61	5,19	754,25	1026,38	5,04	1467,72	1034,54	2,97	1220,75
14	1027,33	5,13	1489,63	513,67	5,13	749,95	1011,63	5,04	1446,63	1022,47	3,05	1206,52
15	1021,12	5,07	1480,62	510,56	5,07	745,42	996,35	5,04	1424,77	1010,12	3,15	1191,94
16	1016,58	5,03	1474,04	508,29	5,03	742,10	985,35	5,05	1409,06	1001,31	3,22	1181,55
17	1005,11	4,93	1457,41	502,55	4,93	733,73	958,27	5,05	1370,33	979,90	3,40	1156,28
18	1002,15	4,90	1453,12	501,07	4,90	731,57	951,43	5,05	1360,55	974,54	3,45	1149,96
19	997,47	4,86	1446,33	498,74	4,86	728,15	940,75	5,05	1345,27	966,23	3,53	1256,09
20	994,47	4,84	1441,97	497,23	4,84	725,96	933,95	5,05	1335,55	960,96	3,59	1249,25
21	991,64	4,81	1437,87	495,82	4,81	723,90	927,62	5,05	1326,49	956,07	3,64	1242,90
22	974,47	4,67	1412,99	487,24	4,67	711,36	890,26	5,05	1273,07	927,53	3,98	1205,79
23	963,27	4,59	1396,74	481,64	4,59	703,19	866,84	5,05	1239,58	909,87	4,22	1182,83
24	962,30	4,58	1395,33	481,15	4,58	702,48	864,84	5,05	1236,73	908,37	4,24	1180,88
25	960,49	4,56	1392,71	480,24	4,56	701,16	861,14	5,06	1231,42	905,59	4,28	1177,26
26	960,02	4,56	1392,03	480,01	4,56	700,81	860,18	5,06	1230,05	904,87	4,30	1176,33
27	1025,30	5,11	1486,68	512,65	5,11	748,47	1006,59	5,04	1439,43	1018,39	3,08	1201,70
28	1028,51	5,14	1491,34	514,26	5,14	750,81	1014,56	5,04	1450,81	1024,86	3,04	1209,33
29	1025,98	5,12	1487,67	512,99	5,12	748,96	1008,27	5,04	1441,82	1019,74	3,07	1203,30
30	1023,55	5,10	1484,15	511,78	5,10	747,20	1002,30	5,04	1433,29	1014,91	3,11	1197,60
31	995,49	4,84	1443,47	497,75	4,84	726,71	936,27	5,05	1338,86	962,76	3,57	1251,58
32	997,61	4,86	1446,54	498,81	4,86	728,26	941,07	5,05	1345,73	966,48	3,53	1256,42

CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA $Z_{falla} = 20 \Omega$												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø Asimétrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud
1	367,35	0,34	532,66	309,52	0,64	451,90	371,15	0,29	530,75	1072,83	7,56	1158,66
2	365,50	0,34	529,97	306,43	0,65	447,39	368,38	0,30	526,79	1053,70	7,27	1137,99
3	364,89	0,35	529,08	305,43	0,65	445,92	367,46	0,31	525,47	1047,51	7,18	1131,31
4	360,51	0,36	522,73	298,30	0,67	435,52	360,70	0,35	515,80	1004,53	6,64	1185,35
5	358,70	0,36	520,11	295,42	0,68	431,31	357,83	0,36	511,70	987,49	6,45	1165,24
6	356,93	0,37	517,55	292,63	0,68	427,24	355,00	0,38	507,65	971,22	6,29	1146,04
7	355,83	0,37	515,95	290,90	0,69	424,71	353,21	0,39	505,09	961,22	6,20	1134,24
8	356,72	0,37	517,25	292,30	0,68	426,76	354,66	0,38	507,17	969,30	6,27	1143,78
9	356,02	0,37	516,23	291,19	0,69	425,14	353,52	0,38	505,53	962,92	6,21	1136,24
10	356,04	0,37	516,26	291,23	0,69	425,19	353,55	0,38	505,58	963,11	6,21	1136,47
11	357,44	0,37	518,28	293,42	0,68	428,39	355,81	0,37	508,81	975,81	6,34	1151,45
12	359,06	0,36	520,64	296,00	0,68	432,16	358,41	0,36	512,53	990,90	6,49	1169,26
13	358,48	0,36	519,79	295,07	0,68	430,80	357,48	0,36	511,20	985,43	6,43	1162,80
14	357,89	0,36	518,94	294,14	0,68	429,45	356,54	0,37	509,86	980,01	6,38	1156,41
15	357,27	0,37	518,04	293,16	0,68	428,01	355,54	0,37	508,42	974,28	6,32	1149,65
16	356,81	0,37	517,37	292,44	0,68	426,96	354,80	0,38	507,37	970,09	6,28	1144,71
17	355,64	0,37	515,67	290,60	0,69	424,28	352,90	0,39	504,65	959,50	6,18	1132,21
18	355,33	0,37	515,23	290,12	0,69	423,58	352,40	0,39	503,93	956,76	6,15	1128,97
19	354,85	0,37	514,53	289,37	0,69	422,48	351,61	0,39	502,80	952,43	6,11	1128,15
20	354,53	0,37	514,07	288,88	0,69	421,77	351,09	0,40	502,06	949,64	6,09	1123,53
21	354,23	0,37	513,64	288,42	0,69	421,09	350,61	0,40	501,37	947,02	6,07	1123,12
22	352,41	0,38	510,99	285,61	0,70	416,98	347,59	0,41	497,05	931,07	5,93	1120,39
23	351,19	0,38	509,22	283,74	0,70	414,27	345,56	0,42	494,15	920,63	5,85	1119,82
24	351,08	0,38	509,07	283,58	0,70	414,03	345,38	0,43	493,90	919,72	5,84	1119,64
25	350,88	0,38	508,78	283,28	0,70	413,59	345,05	0,43	493,42	918,03	5,83	1119,44
26	350,83	0,38	508,70	283,20	0,71	413,47	344,96	0,43	493,30	917,59	5,83	1119,27
27	357,69	0,36	518,65	293,82	0,68	428,98	356,22	0,37	509,39	978,13	6,36	1154,20
28	358,01	0,36	519,11	294,33	0,68	429,72	356,73	0,37	510,13	981,09	6,39	1157,69
29	357,76	0,36	518,75	293,93	0,68	429,13	356,33	0,37	509,55	978,76	6,37	1154,94
30	357,51	0,36	518,40	293,54	0,68	428,57	355,94	0,37	508,99	976,53	6,34	1152,30
31	354,64	0,37	514,23	289,05	0,69	422,01	351,27	0,40	502,31	950,59	6,10	1123,77
32	354,86	0,37	514,55	289,39	0,69	422,51	351,63	0,39	502,83	952,56	6,12	1123,33

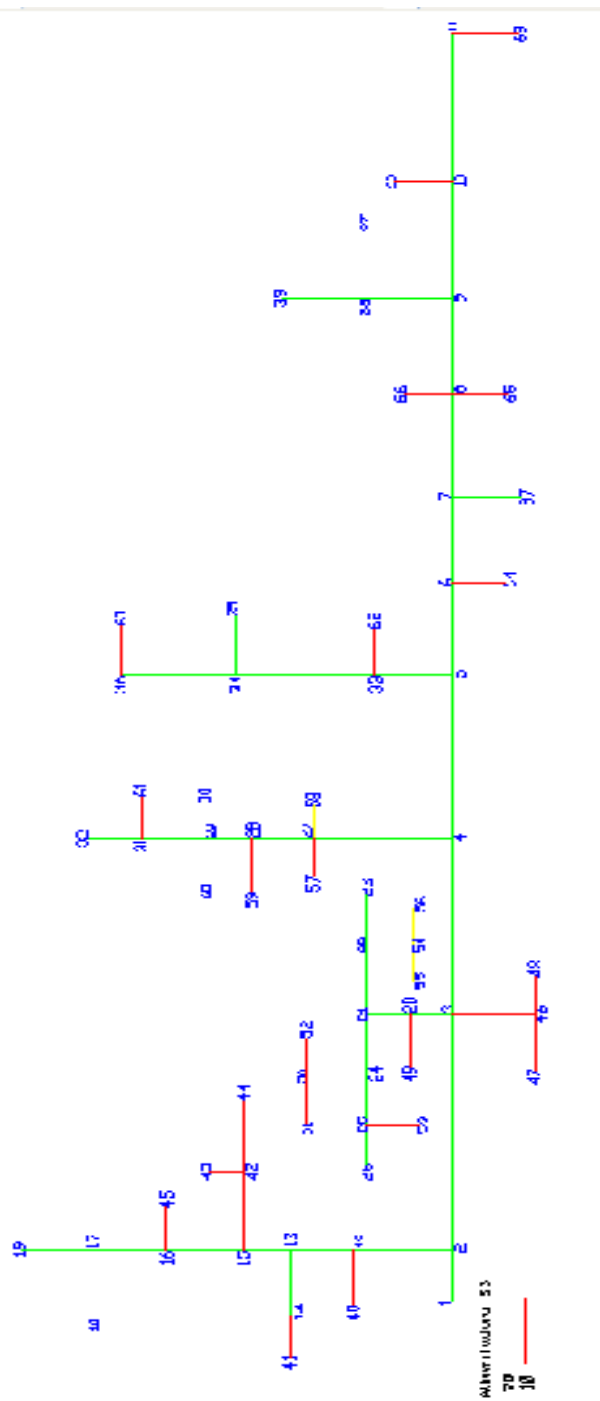
Alimentadora S2



CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA $Z_{falla} = 0 \Omega$												
	If 3Ø	X/R	If 3Ø □ Asimetrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
Nodo	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud
1	1129,09	6,33	1671,05	564,54	6,33	807,30	1311,60	5,02	1875,59	1307,49	1,92	1438,24
2	1123,48	6,25	1662,76	561,74	6,25	803,29	1292,17	5,02	1847,81	1285,72	1,97	1414,29
3	1099,27	5,92	1626,91	549,63	5,92	785,98	1212,62	5,03	1734,05	1202,26	2,19	1322,48
4	997,62	4,86	1376,71	498,81	4,86	713,30	941,07	5,05	1345,73	966,48	3,53	1256,42
5	990,64	4,80	1367,08	495,32	4,80	708,31	925,39	5,05	1323,31	954,36	3,66	1240,67
6	982,77	4,74	1356,23	491,39	4,74	702,68	908,09	5,05	1298,58	941,10	3,81	1223,43
7	924,62	4,31	1275,98	462,31	4,31	661,10	791,37	5,06	1131,65	853,67	5,26	1178,06
8	914,90	4,24	1262,57	457,45	4,24	654,16	773,59	5,06	1106,23	840,51	5,58	1159,90
9	874,55	3,99	1136,92	437,28	3,99	625,30	704,29	5,07	1007,14	789,10	7,33	1167,87
10	863,98	3,93	1123,18	431,99	3,93	617,75	687,26	5,07	982,79	776,37	7,95	1149,03
11	830,57	3,75	1079,74	415,28	3,75	593,86	636,17	5,07	909,72	737,74	10,64	1121,36
12	996,15	4,85	1295,00	498,08	4,85	712,25	937,76	5,05	1340,99	963,91	3,56	1253,08
13	981,35	4,73	1354,26	490,68	4,73	701,67	905,01	5,05	1294,16	938,74	3,84	1220,37
14	958,08	4,55	1322,15	479,04	4,55	685,03	856,24	5,06	1224,42	901,91	4,34	1172,49
15	954,29	4,52	1316,92	477,14	4,52	682,32	848,59	5,06	1213,48	896,19	4,43	1165,05
16	953,81	4,51	1316,25	476,90	4,51	681,97	847,62	5,06	1212,09	895,47	4,44	1164,11
17	951,63	4,50	1313,25	475,81	4,50	680,42	843,27	5,06	1205,87	892,22	4,50	1159,88
18	955,31	4,53	1318,33	477,65	4,53	683,05	850,64	5,06	1216,41	897,72	4,41	1167,04
19	969,91	4,64	1338,48	484,96	4,64	693,49	880,63	5,05	1259,30	920,26	4,07	1196,33
20	964,74	4,60	1331,33	482,37	4,60	689,79	869,86	5,05	1243,90	912,14	4,19	1185,78
21	959,96	4,56	1324,75	479,98	4,56	686,37	860,06	5,06	1229,89	904,78	4,30	1176,22
22	945,85	4,46	1305,27	472,93	4,46	676,28	831,84	5,06	1189,53	883,70	4,65	1148,81
23	931,19	4,35	1285,04	465,60	4,35	665,80	803,65	5,06	1149,22	862,76	5,05	1190,61
24	922,72	4,30	1273,35	461,36	4,30	659,74	787,85	5,06	1126,63	851,06	5,32	1174,47
25	920,75	4,28	1270,63	460,37	4,28	658,33	784,22	5,06	1121,44	848,38	5,38	1170,76
26	919,06	4,27	1268,31	459,53	4,27	657,13	781,14	5,06	1117,03	846,10	5,44	1167,61

CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA Zfalla =20 Ω												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø □Asimetrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud
1	367,35	0,34	374,70	309,52	0,64	315,71	371,15	0,29	378,58	1072,83	7,56	1630,71
2	366,87	0,34	374,20	308,71	0,65	314,88	370,43	0,29	377,84	1067,77	7,48	1623,00
3	364,72	0,35	372,01	305,15	0,65	311,25	367,21	0,31	374,55	1045,80	7,16	1589,62
4	354,86	0,37	361,96	289,39	0,69	295,18	351,63	0,39	358,66	952,56	6,12	1438,37
5	354,13	0,37	361,21	288,26	0,69	294,02	350,43	0,40	357,44	946,09	6,06	1428,60
6	353,30	0,38	360,36	286,97	0,70	292,71	349,06	0,41	356,04	938,79	6,00	1417,57
7	346,81	0,39	353,75	277,18	0,72	282,72	338,19	0,46	344,96	884,41	5,59	1335,46
8	345,67	0,40	352,58	275,49	0,72	281,00	336,25	0,47	342,97	875,26	5,53	1321,64
9	340,73	0,41	347,55	268,31	0,74	273,68	327,76	0,51	334,32	837,02	5,29	1263,90
10	339,38	0,41	346,17	266,39	0,75	271,71	325,43	0,52	331,94	826,95	5,24	1248,69
11	334,96	0,42	341,66	260,17	0,76	265,37	317,73	0,56	324,09	794,94	5,08	1200,36
12	354,71	0,37	361,80	289,15	0,69	294,94	351,38	0,40	358,41	951,20	6,10	1436,32
13	353,14	0,38	360,21	286,74	0,70	292,47	348,81	0,41	355,79	937,47	5,99	1415,57
14	350,61	0,38	357,63	282,88	0,71	288,53	344,60	0,43	351,50	915,78	5,81	1382,83
15	350,19	0,38	357,20	282,24	0,71	287,88	343,90	0,43	350,78	912,24	5,78	1377,48
16	350,14	0,38	357,14	282,16	0,71	287,80	343,81	0,43	350,69	911,79	5,78	1376,80
17	349,90	0,38	356,89	281,79	0,71	287,43	343,40	0,44	350,27	909,75	5,77	1373,72
18	350,31	0,38	357,31	282,41	0,71	288,06	344,09	0,43	350,97	913,19	5,79	1378,92
19	351,91	0,38	358,95	284,85	0,70	290,55	346,77	0,42	353,70	926,82	5,90	1399,50
20	351,35	0,38	358,37	283,99	0,70	289,67	345,83	0,42	352,74	921,99	5,86	1392,21
21	350,82	0,38	357,84	283,19	0,71	288,86	344,95	0,43	351,85	917,54	5,82	1385,49
22	349,25	0,39	356,23	280,81	0,71	286,43	342,31	0,44	349,16	904,34	5,73	1365,56
23	347,57	0,39	354,53	278,31	0,72	283,88	339,49	0,46	346,28	890,59	5,63	1344,79
24	346,59	0,39	353,52	276,85	0,72	282,39	337,82	0,46	344,57	882,62	5,57	1332,76
25	346,36	0,39	353,29	276,51	0,72	282,04	337,42	0,47	344,17	880,76	5,56	1329,95
26	346,16	0,39	353,08	276,21	0,72	281,74	337,09	0,47	343,83	879,18	5,55	1327,56
27	352,47	0,38	359,52	285,70	0,70	291,41	347,69	0,41	354,64	931,59	5,94	1406,70
28	343,58	0,40	350,45	272,42	0,73	277,87	332,67	0,49	339,32	858,78	5,42	1296,76
29	343,02	0,40	349,88	271,62	0,73	277,05	331,72	0,49	338,35	854,50	5,40	1290,30
30	342,77	0,40	349,62	271,25	0,73	276,67	331,28	0,50	337,90	852,53	5,38	1287,31
31	342,51	0,40	349,36	270,87	0,73	276,29	330,83	0,50	337,44	850,52	5,37	1284,28
32	342,49	0,40	349,34	270,85	0,73	276,27	330,81	0,50	337,42	850,42	5,37	1284,14
33	342,15	0,40	348,99	270,35	0,74	275,76	330,21	0,50	336,82	847,78	5,36	1280,15

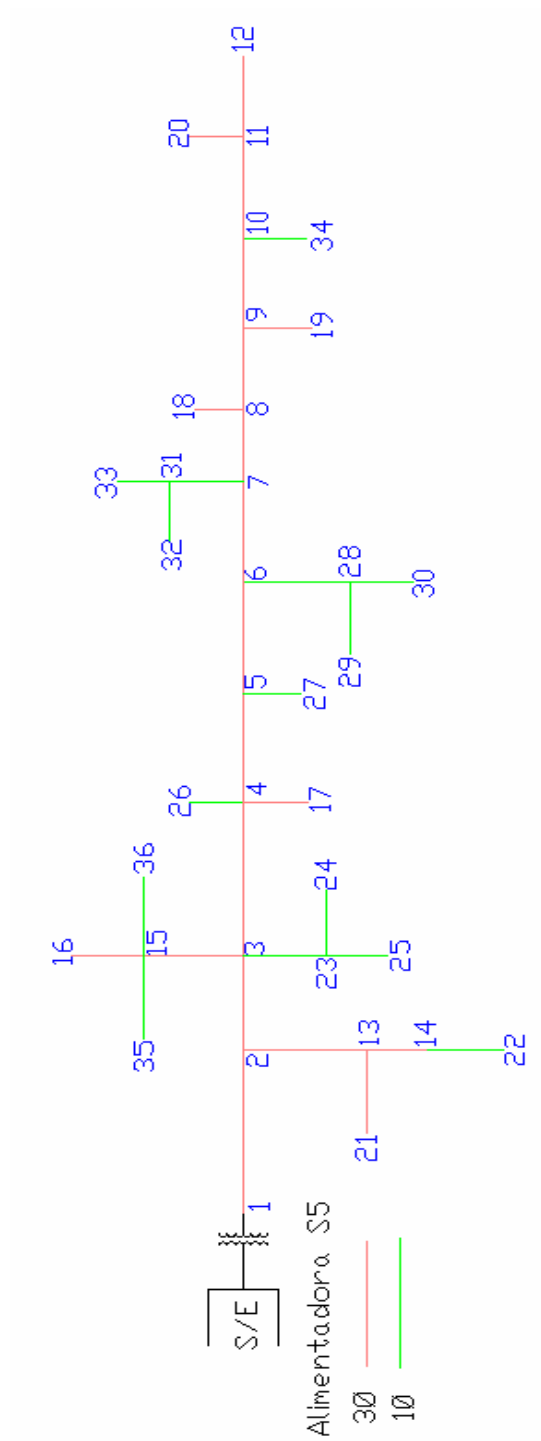
Alimentadora S3



CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA $Z_{falla} = 0 \Omega$												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø □ Asimétrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		
1	1124,71	6,35	1653,33	562,36	6,35	832,29	1307,69	5,04	1922,30	1303,62	1,03	1538,27
2	1095,53	5,45	1610,43	547,76	5,45	810,69	1213,89	4,61	1784,41	1205,88	1,09	1422,94
3	1018,04	3,98	1323,45	509,02	3,98	651,55	1009,04	3,89	1483,28	1018,12	1,41	1323,56
4	964,55	3,37	1253,91	482,27	3,37	617,31	895,13	3,58	1217,37	922,29	1,88	1263,54
5	962,80	3,35	1251,64	481,40	3,35	616,19	891,70	3,57	1212,71	919,45	1,90	1259,65
6	930,01	3,06	1209,02	465,01	3,06	595,21	830,43	3,42	1129,38	868,88	2,46	1303,32
7	905,72	2,88	1086,87	452,86	2,88	579,66	788,37	3,33	1072,18	834,21	3,20	1251,32
8	893,34	2,80	1072,01	446,67	2,80	571,74	767,91	3,28	1044,36	817,30	3,80	1291,34
9	878,34	2,70	1054,00	439,17	2,70	562,13	743,94	3,23	1011,75	797,42	4,96	1355,61
10	861,65	2,60	1033,98	430,83	2,60	551,46	718,27	3,18	976,85	776,02	7,62	1319,24
11	853,93	2,56	1024,72	426,97	2,56	546,52	706,73	3,16	961,15	766,35	6,81	1302,80
12	1080,62	5,08	1588,52	540,31	5,08	799,66	1169,95	4,44	1719,83	1163,12	0,76	1372,48
13	1077,05	5,00	1583,26	538,52	5,00	797,01	1159,76	4,40	1704,85	1153,44	0,76	1361,05
14	1060,44	4,66	1558,84	530,22	4,66	784,72	1114,18	4,23	1637,84	1111,06	0,80	1311,05
15	1072,82	4,91	1577,04	536,41	4,91	793,89	1147,90	4,35	1687,41	1142,26	0,77	1347,87
16	1069,82	4,85	1572,63	534,91	4,85	791,67	1139,59	4,32	1675,19	1134,50	0,78	1338,71
17	1068,95	4,83	1571,36	534,48	4,83	791,03	1137,21	4,32	1671,70	1132,29	0,78	1336,10
18	1068,06	4,81	1570,04	534,03	4,81	790,36	1134,75	4,31	1668,08	1130,00	0,78	1333,40
19	1063,07	4,71	1562,72	531,54	4,71	786,67	1121,22	4,26	1648,20	1117,52	0,80	1318,67
20	1013,52	3,92	1317,57	506,76	3,92	648,65	998,67	3,86	1468,04	1009,24	0,96	1312,01
21	999,48	3,74	1299,33	499,74	3,74	639,67	967,40	3,77	1422,08	982,68	1,03	1277,48
22	933,76	3,57	1213,89	466,88	3,57	597,61	906,23	3,53	1232,47	923,11	1,01	1200,04
23	927,77	3,50	1206,10	463,88	3,50	593,77	893,31	3,50	1214,91	911,99	1,05	1185,59
24	977,27	3,49	1270,45	488,63	3,49	625,45	920,59	3,65	1252,00	943,44	1,16	1292,51
25	973,81	3,46	1265,96	486,91	3,46	623,24	913,58	3,63	1242,47	937,61	1,18	1284,52
26	954,68	3,27	1241,08	477,34	3,27	610,99	876,00	3,53	1191,36	906,46	1,34	1241,86
27	963,27	3,35	1252,25	481,63	3,35	616,49	892,61	3,57	1213,96	920,21	1,26	1260,69
28	937,31	3,12	1218,50	468,66	3,12	599,88	843,59	3,45	1147,28	879,73	1,54	1319,59
29	926,50	3,03	1204,45	463,25	3,03	592,96	824,18	3,41	1120,88	863,73	1,70	1295,60
30	918,28	2,97	1101,94	459,14	2,97	587,70	809,79	3,38	1101,31	851,88	1,84	1277,81
31	908,27	2,90	1089,92	454,13	2,90	581,29	792,65	3,34	1078,00	837,74	2,07	1256,61
32	895,74	2,81	1074,89	447,87	2,81	573,28	771,83	3,29	1049,69	820,54	2,44	1296,46
33	944,51	3,18	1133,41	472,25	3,18	604,48	856,83	3,49	1165,29	890,64	1,45	1335,97
34	931,65	3,08	1117,98	465,82	3,08	596,25	833,35	3,43	1133,36	871,29	1,62	1306,94
35	891,96	2,79	1070,36	445,98	2,79	570,86	765,67	3,28	1041,31	815,45	2,59	1223,17
36	918,67	2,97	1102,41	459,34	2,97	587,95	810,46	3,38	1102,23	852,43	1,84	1278,65
37	891,96	2,79	1070,36	445,98	2,79	570,86	765,67	3,28	1041,31	815,45	2,59	1288,41
38	856,21	2,57	1027,46	428,11	2,57	547,98	710,12	3,16	965,76	769,20	6,19	1307,63
39	842,83	2,50	1011,39	421,41	2,50	539,41	690,48	3,12	939,05	752,68	6,80	1279,55

Nodo	CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA $Z_{falla} = 20 \Omega$											
	If 3Ø		If 3Ø Asimétrica	If L-L		If L-L Asimétrica	If L-T		If L-T Asimétrica	If LL-T		If LL-T Asimétrica
	Magnitud	X/R		Magnitud	X/R		Magnitud	X/R		Magnitud	X/R	
1	367,2	0,34	539,79	309,16	0,65	457,55	371,07	0,29	545,47	1069,05	7,6	1261,48
2	363,02	0,34	533,63	303	0,65	448,44	365,6	0,31	537,43	1041,99	6,53	1229,55
3	351,72	0,36	457,23	286,93	0,65	367,27	350,58	0,36	515,36	969,4	4,82	1260,22
4	343,67	0,36	446,77	275,95	0,66	353,22	339,71	0,39	462	918,67	4,11	1258,58
5	343,41	0,36	446,43	275,6	0,66	352,76	339,34	0,39	461,51	917,01	4,09	1256,3
6	338,34	0,37	439,84	268,87	0,66	344,16	332,43	0,42	452,11	885,67	3,76	1328,51
7	334,51	0,37	401,41	263,88	0,66	337,77	327,19	0,43	444,98	862,34	3,55	1293,51
8	332,53	0,37	399,03	261,33	0,66	334,51	324,47	0,44	441,28	850,42	3,46	1343,66
9	330,1	0,38	396,12	258,24	0,66	330,54	321,14	0,45	436,75	835,93	3,35	1421,07
10	327,37	0,38	392,84	254,78	0,66	326,12	317,38	0,46	431,63	819,78	3,23	1393,62
11	326,09	0,38	391,3	253,18	0,66	324,07	315,62	0,47	429,24	812,29	3,18	1380,89
12	360,87	0,35	530,47	299,89	0,65	443,83	362,77	0,32	533,28	1028,12	6,1	1213,18
13	360,35	0,35	529,71	299,14	0,65	442,73	362,09	0,32	532,27	1024,78	6,01	1209,24
14	357,94	0,35	526,17	295,69	0,65	437,62	358,9	0,33	527,58	1009,25	5,61	1190,92
15	359,74	0,35	528,81	298,26	0,65	441,42	361,28	0,32	531,08	1020,83	5,9	1204,58
16	359,3	0,35	528,17	297,64	0,65	440,5	360,71	0,32	530,24	1018,03	5,83	1201,27
17	359,18	0,35	527,99	297,46	0,65	440,23	360,54	0,32	529,99	1017,22	5,81	1200,32
18	359,05	0,35	527,8	297,27	0,65	439,96	360,37	0,33	529,74	1016,38	5,79	1199,33
19	358,32	0,35	526,73	296,23	0,65	438,43	359,41	0,33	528,33	1011,72	5,67	1193,83
20	351,04	0,36	456,36	286	0,65	366,08	349,68	0,36	514,03	965,13	4,75	1254,67
21	348,95	0,36	453,64	283,12	0,65	362,39	346,86	0,37	509,88	951,86	4,54	1237,41
22	342,85	0,38	445,71	273,62	0,68	350,23	340,26	0,39	462,75	893,29	4,38	1161,28
23	341,86	0,38	444,42	272,31	0,68	348,56	338,91	0,39	460,92	887,56	4,31	1153,83
24	345,61	0,36	449,29	278,56	0,66	356,56	342,34	0,38	465,58	930,78	4,25	1275,17
25	345,08	0,36	448,61	277,85	0,66	355,65	341,62	0,39	464,61	927,49	4,21	1270,67
26	342,16	0,36	444,81	273,93	0,66	350,63	337,65	0,4	459,2	909,26	4	1245,69
27	343,48	0,36	446,52	275,69	0,66	352,89	339,44	0,39	461,64	917,45	4,09	1256,91
28	339,48	0,37	441,32	270,37	0,66	346,07	333,99	0,41	454,22	892,66	3,83	1338,99
29	337,79	0,37	439,12	268,15	0,66	343,24	331,68	0,42	451,09	882,3	3,73	1323,45
30	336,5	0,37	403,8	266,47	0,66	341,08	329,91	0,42	448,68	874,42	3,66	1311,63
31	334,91	0,37	401,89	264,41	0,66	338,44	327,74	0,43	445,73	864,79	3,57	1297,18
32	332,91	0,37	399,49	261,83	0,66	335,14	325	0,44	442	852,73	3,47	1347,31
33	340,59	0,37	408,71	271,85	0,66	347,96	335,51	0,41	456,3	899,54	3,9	1349,32
34	338,59	0,37	406,31	269,21	0,66	344,59	332,78	0,42	452,58	887,24	3,77	1330,86
35	332,31	0,37	398,77	261,05	0,66	334,14	324,17	0,44	440,87	849,08	3,45	1273,63
36	336,56	0,37	403,87	266,55	0,66	341,18	330	0,42	448,8	874,79	3,66	1312,19

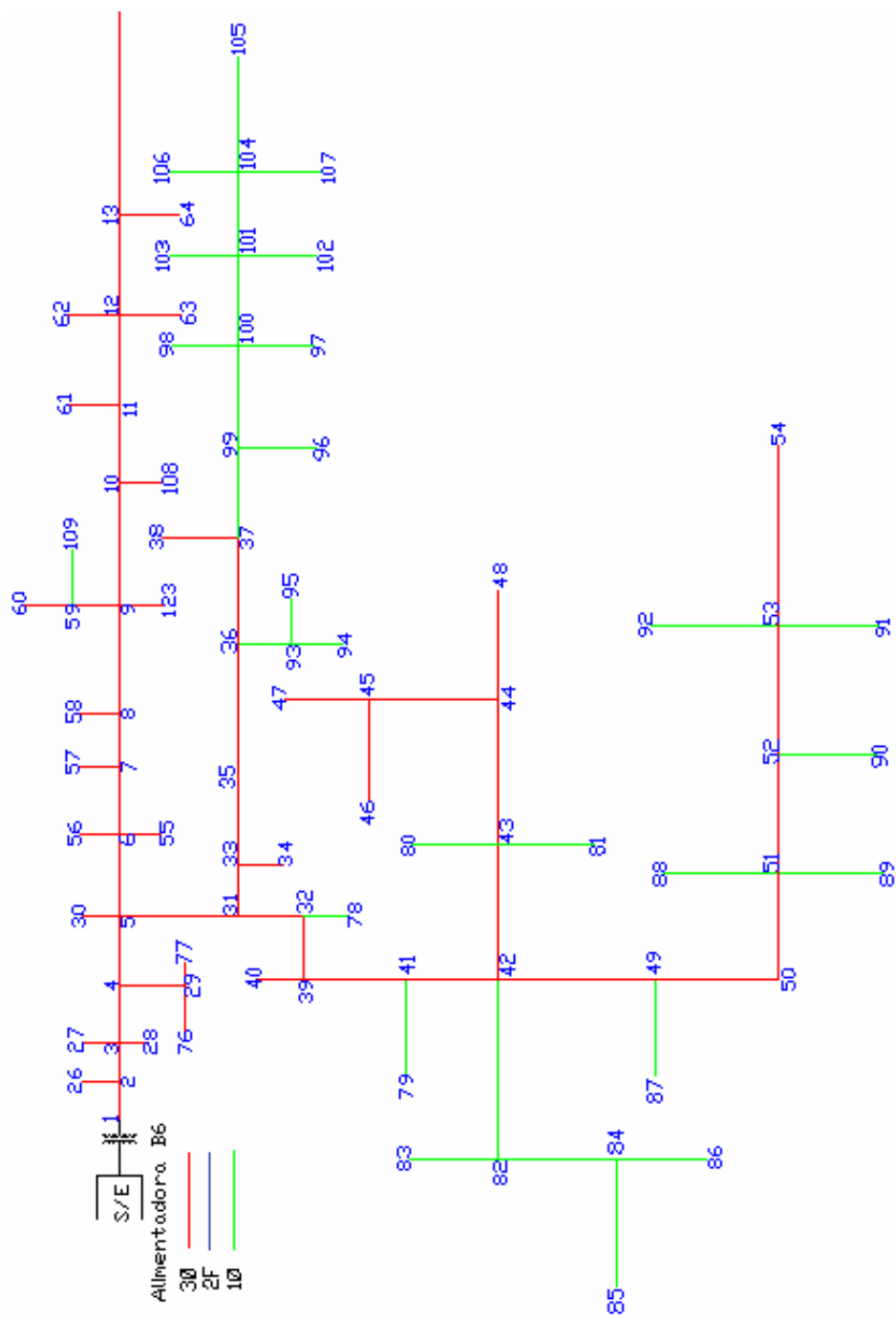
Alimentadora S5



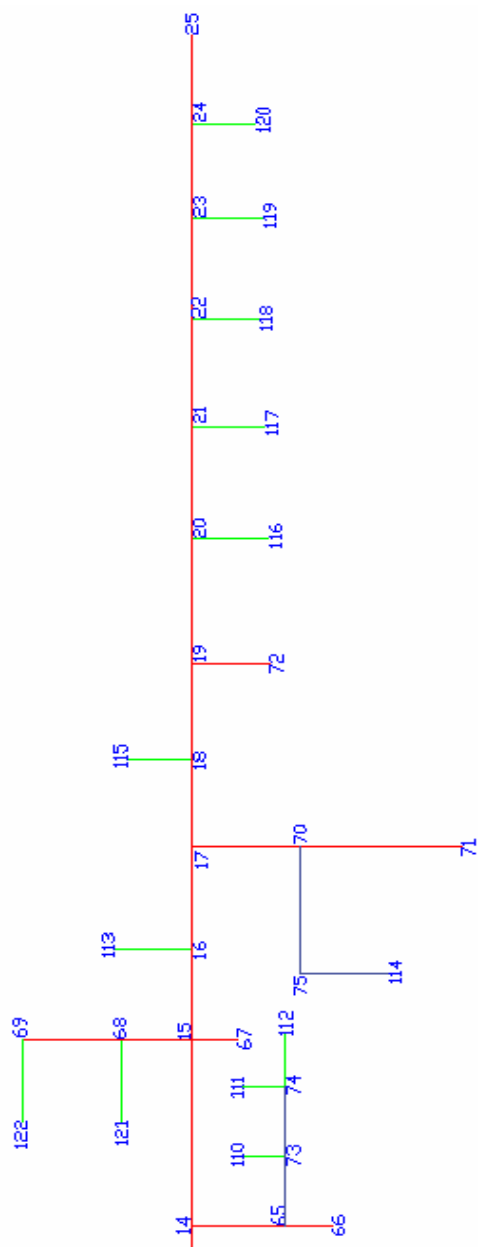
CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA $Z_{falla} = 0 \Omega$												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø Asimétrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud
1	1129,09	6,33	1671,05	564,54	6,33	835,53	1311,60	5,02	1901,82	1307,49	1,92	1634,36
2	1086,92	5,00	1521,68	543,46	5,00	804,32	1192,22	4,31	1728,71	1184,97	2,43	1481,22
3	1069,65	4,61	1497,51	534,83	4,61	791,54	1148,07	4,10	1664,70	1142,30	2,67	1427,88
4	1066,54	4,55	1493,15	533,27	4,55	789,24	1140,36	4,06	1653,53	1134,97	2,72	1418,71
5	1063,84	4,49	1489,38	531,92	4,49	787,24	1133,76	4,03	1643,96	1128,71	2,76	1410,89
6	1061,87	4,45	1486,62	530,94	4,45	785,78	1128,97	4,01	1637,00	1124,18	2,79	1405,23
7	1056,01	4,34	1478,42	528,01	4,34	781,45	1114,88	3,95	1616,58	1110,94	2,89	1388,68
8	1055,24	4,33	1477,34	527,62	4,33	780,88	1113,05	3,94	1613,92	1109,23	2,90	1386,53
9	1052,52	4,28	1473,52	526,26	4,28	778,86	1106,60	3,91	1604,58	1103,21	2,95	1379,01
10	1051,08	4,26	1471,51	525,54	4,26	777,80	1103,22	3,90	1599,67	1100,05	2,98	1375,07
11	1050,69	4,25	1470,96	525,34	4,25	777,51	1102,30	3,90	1598,34	1099,20	2,98	1374,00
12	1049,84	4,23	1469,77	524,92	4,23	776,88	1100,31	3,89	1595,45	1097,35	3,00	1371,68
13	1081,46	4,87	1514,04	540,73	4,87	800,28	1177,99	4,24	1708,09	1171,10	2,50	1463,87
14	1079,44	4,82	1511,22	539,72	4,82	798,79	1172,80	4,21	1700,56	1166,06	2,53	1457,58
15	1029,59	3,91	1441,43	514,80	3,91	761,90	1054,41	3,70	1528,90	1055,11	3,39	1318,89
16	1013,97	3,70	1419,56	506,99	3,70	750,34	1020,79	3,58	1480,15	1024,65	3,74	1280,82
17	1063,60	4,49	1489,04	531,80	4,49	787,06	1133,16	4,03	1643,09	1128,15	2,77	1410,18
18	1054,37	4,31	1476,12	527,18	4,31	780,23	1110,98	3,93	1610,92	1107,29	2,92	1384,11
19	1051,64	4,27	1472,30	525,82	4,27	778,22	1104,55	3,91	1601,60	1101,29	2,97	1376,61
20	1050,30	4,24	1470,42	525,15	4,24	777,22	1101,39	3,89	1597,02	1098,35	2,99	1372,94
21	0	0	0	0	0	0	1169,94	4,20	1696,41	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	1158,74	4,15	1680,18	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	1113,62	3,95	1614,74	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	1087,36	3,84	1576,67	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	1065,29	3,76	1544,67	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	1128,43	4,01	1636,22	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	1125,99	4,00	1632,69	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	1122,58	3,98	1627,75	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	1120,92	3,98	1625,33	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	1119,71	3,97	1623,58	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	1102,31	3,90	1598,35	0	0	0

CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA Zfalla = 20 Ω												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø □Asimetrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud
1	367,35	0,34	543,68	309,52	0,64	458,09	371,15	0,29	538,17	1072,83	7,56	1341,04
2	1086,92	5,00	1521,68	543,46	5,00	804,32	1192,22	4,31	1728,71	1184,97	2,43	1481,22
3	1069,65	4,61	1497,51	534,83	4,61	791,54	1148,07	4,10	1664,70	1142,30	2,67	1427,88
4	1066,54	4,55	1493,15	533,27	4,55	789,24	1140,36	4,06	1653,53	1134,97	2,72	1418,71
5	1063,84	4,49	1489,38	531,92	4,49	787,24	1133,76	4,03	1643,96	1128,71	2,76	1410,89
6	1061,87	4,45	1486,62	530,94	4,45	785,78	1128,97	4,01	1637,00	1124,18	2,79	1405,23
7	1056,01	4,34	1478,42	528,01	4,34	781,45	1114,88	3,95	1616,58	1110,94	2,89	1388,68
8	1055,24	4,33	1477,34	527,62	4,33	780,88	1113,05	3,94	1613,92	1109,23	2,90	1386,53
9	1052,52	4,28	1473,52	526,26	4,28	778,86	1106,60	3,91	1604,58	1103,21	2,95	1379,01
10	1051,08	4,26	1471,51	525,54	4,26	777,80	1103,22	3,90	1599,67	1100,05	2,98	1375,07
11	1050,69	4,25	1470,96	525,34	4,25	777,51	1102,30	3,90	1598,34	1099,20	2,98	1374,00
12	1049,84	4,23	1469,77	524,92	4,23	776,88	1100,31	3,89	1595,45	1097,35	3,00	1371,68
13	1081,46	4,87	1514,04	540,73	4,87	800,28	1177,99	4,24	1708,09	1171,10	2,50	1463,87
14	1079,44	4,82	1511,22	539,72	4,82	798,79	1172,80	4,21	1700,56	1166,06	2,53	1457,58
15	1029,59	3,91	1441,43	514,80	3,91	761,90	1054,41	3,70	1528,90	1055,11	3,39	1318,89
16	1013,97	3,70	1419,56	506,99	3,70	750,34	1020,79	3,58	1480,15	1024,65	3,74	1280,82
17	1063,60	4,49	1489,04	531,80	4,49	787,06	1133,16	4,03	1643,09	1128,15	2,77	1410,18
18	1054,37	4,31	1476,12	527,18	4,31	780,23	1110,98	3,93	1610,92	1107,29	2,92	1384,11
19	1051,64	4,27	1472,30	525,82	4,27	778,22	1104,55	3,91	1601,60	1101,29	2,97	1376,61
20	1050,30	4,24	1470,42	525,15	4,24	777,22	1101,39	3,89	1597,02	1098,35	2,99	1372,94
21	0	0	0	0	0	0	1169,94	4,20	1696,41	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	1158,74	4,15	1680,18	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	1113,62	3,95	1614,74	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	1087,36	3,84	1576,67	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	1065,29	3,76	1544,67	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	1128,43	4,01	1636,22	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	1125,99	4,00	1632,69	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	1122,58	3,98	1627,75	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	1120,92	3,98	1625,33	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	1119,71	3,97	1623,58	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	1102,31	3,90	1598,35	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	1088,82	3,84	1578,79	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	1076,73	3,80	1561,26	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	1076,96	3,80	1561,60	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	1023,99	3,60	1484,79	0	0	0

Alimentadora B6



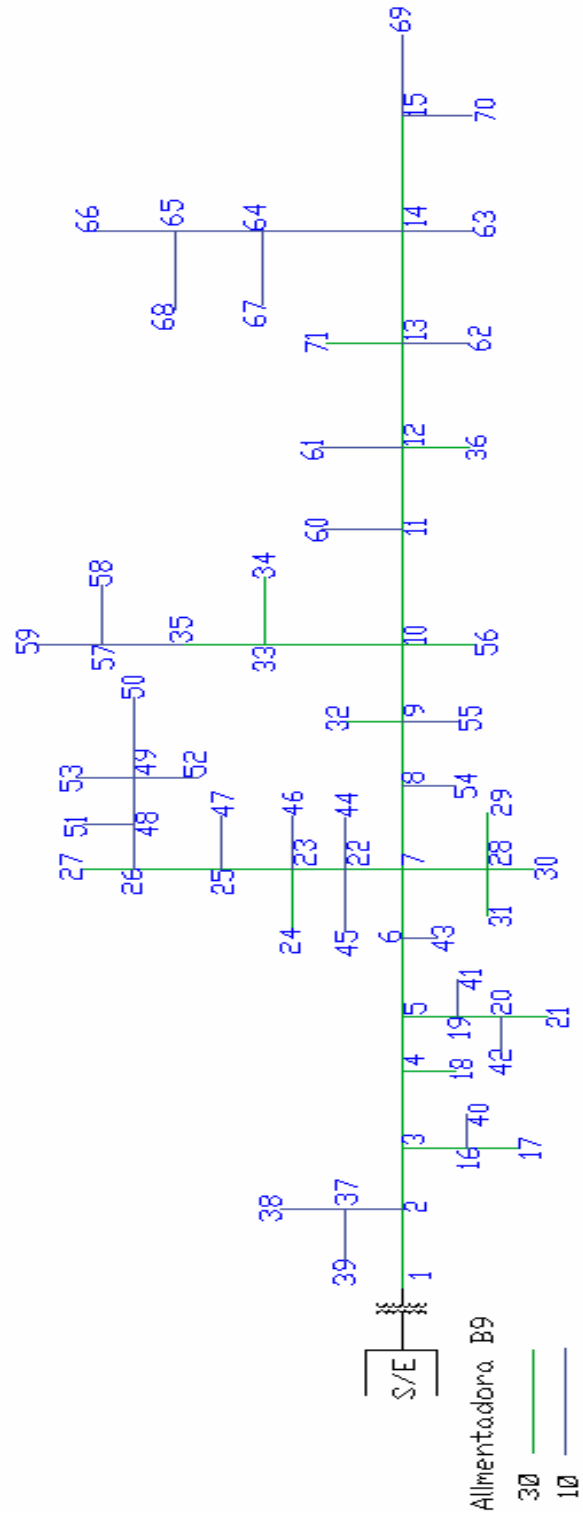
Alimentadora B6



CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA $Z_{falla} = 0 \Omega$												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø Asimétrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud
1	1167,22	6,19	1750,83	583,61	6,19	875,41	1361,29	4,88	2001,09	1350,18	1,93	1512,20
2	1084,91	5,26	1594,82	542,46	5,26	797,41	1108,47	4,93	1618,36	1101,50	2,76	1310,79
3	1038,22	4,85	1515,80	519,11	4,85	757,90	991,90	4,95	1448,17	1006,41	3,43	1278,14
4	1034,11	4,81	1499,47	517,06	4,81	749,73	982,40	4,95	1424,48	999,00	3,49	1268,72
5	1022,79	4,72	1472,81	511,39	4,72	736,41	956,75	4,95	1377,72	979,18	3,69	1253,35
6	1022,15	4,72	1471,89	511,07	4,72	735,95	955,33	4,95	1375,67	978,09	3,71	1251,95
7	1013,24	4,65	1459,07	506,62	4,65	729,53	935,76	4,96	1338,14	963,16	3,87	1242,47
8	1007,89	4,61	1441,29	503,95	4,61	720,64	924,25	4,96	1321,68	954,43	3,98	1173,95
9	994,32	4,51	1421,88	497,16	4,51	710,94	895,77	4,96	1280,95	933,01	4,27	1222,25
10	992,27	4,50	1418,94	496,13	4,50	709,47	891,55	4,96	1274,91	929,86	4,32	1227,41
11	985,34	4,45	1409,03	492,67	4,45	704,51	877,48	4,97	1254,79	919,37	4,48	1231,95
12	977,26	4,39	1387,70	488,63	4,39	693,85	861,40	4,97	1231,81	907,43	4,68	1243,18
13	966,33	4,32	1372,19	483,17	4,32	686,10	840,20	4,97	1201,49	891,75	4,97	1257,36
14	962,23	4,30	1356,74	481,11	4,30	678,37	832,39	4,97	1190,32	885,98	5,09	1258,10
15	941,15	4,16	1308,20	470,58	4,16	654,10	793,55	4,98	1134,78	857,38	5,77	1226,05
16	930,35	4,10	1283,88	465,17	4,10	641,94	774,42	4,98	1107,43	843,30	6,18	1231,22
17	924,99	4,07	1267,24	462,50	4,07	633,62	765,13	4,99	1094,13	836,46	6,40	1221,23
18	909,71	3,98	1237,21	454,86	3,98	618,60	739,27	4,99	1057,15	817,37	7,10	1201,54
19	906,61	3,97	1232,99	453,30	3,97	616,49	734,13	4,99	1049,81	813,57	7,26	1204,09
20	898,58	3,92	1222,06	449,29	3,92	611,03	721,01	4,99	1031,04	803,85	7,70	1205,77
21	895,92	3,91	1218,45	447,96	3,91	609,23	716,73	4,99	1024,92	800,67	7,85	1209,01
22	885,29	3,85	1203,99	442,64	3,85	601,99	699,83	5,00	1000,76	788,09	8,53	1197,89
23	882,88	3,84	1191,89	441,44	3,84	595,95	696,07	5,00	995,39	785,28	8,70	1209,33
24	874,47	3,80	1171,79	437,23	3,80	585,89	683,08	5,00	976,80	775,54	9,33	1194,33
25	851,40	3,68	1132,36	425,70	3,68	566,18	648,68	5,01	927,61	749,53	11,57	1176,76
26	1080,03	5,21	1620,05	540,02	5,21	810,02	1095,50	4,93	1566,57	1090,48	2,82	1712,06
27	1037,28	4,84	1524,81	518,64	4,84	762,40	989,72	4,95	1454,89	1004,71	3,44	1577,39
28	1034,16	4,81	1509,88	517,08	4,81	754,94	982,51	4,95	1434,46	999,08	3,49	1568,56
29	1007,22	4,61	1460,47	503,61	4,61	730,24	922,82	4,96	1347,31	953,35	3,99	1496,76
30	1016,35	4,67	1463,54	508,17	4,67	731,77	942,53	4,95	1366,67	968,31	3,81	1520,25
31	994,69	4,51	1432,35	497,35	4,51	716,18	896,53	4,96	1291,00	933,58	4,26	1465,73

CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA Zfalla = 20 Ω												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø □Asimetrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		
1	368,81	0,33	553,21	312,79	0,62	469,19	372,42	0,28	547,46	1098,19	7,32	1229,97
2	361,77	0,35	531,80	301,10	0,65	442,62	361,77	0,34	528,18	1101,50	2,76	1310,79
3	357,40	0,36	521,80	294,10	0,67	429,38	354,83	0,37	518,05	1006,41	3,43	1278,14
4	357,00	0,36	517,65	293,47	0,67	425,53	354,19	0,38	513,57	999,00	3,49	1268,72
5	355,89	0,36	512,48	291,72	0,67	420,07	352,39	0,39	507,43	979,18	3,69	1253,35
6	355,83	0,36	512,39	291,62	0,67	419,93	352,28	0,39	507,29	978,09	3,71	1251,95
7	354,94	0,36	511,11	290,23	0,68	417,93	350,83	0,40	501,69	963,16	3,87	1242,47
8	354,40	0,37	506,80	289,39	0,68	413,82	349,95	0,40	500,43	954,43	3,98	1173,95
9	353,02	0,37	504,81	287,24	0,68	410,75	347,66	0,41	497,16	933,01	4,27	1222,25
10	352,80	0,37	504,51	286,91	0,68	410,28	347,31	0,41	496,65	929,86	4,32	1227,41
11	352,08	0,37	503,48	285,80	0,69	408,69	346,11	0,42	494,94	919,37	4,48	1231,95
12	351,23	0,37	498,75	284,50	0,69	403,98	344,69	0,43	492,91	907,43	4,68	1243,18
13	350,07	0,38	497,09	282,72	0,69	401,46	342,74	0,44	490,12	891,75	4,97	1257,36
14	349,62	0,38	492,97	282,05	0,70	397,69	342,00	0,44	489,05	885,98	5,09	1258,10
15	347,30	0,38	482,75	278,55	0,70	387,19	338,07	0,46	483,44	857,38	5,77	1226,05
16	346,08	0,39	477,59	276,73	0,71	381,89	335,99	0,47	480,47	843,30	6,18	1231,22
17	345,47	0,39	473,29	275,83	0,71	377,88	334,95	0,48	478,97	836,46	6,40	1221,23
18	343,69	0,39	467,42	273,21	0,72	371,57	331,90	0,49	474,62	817,37	7,10	1201,54
19	343,32	0,39	466,92	272,67	0,72	370,84	331,27	0,49	473,72	813,57	7,26	1204,09
20	342,37	0,40	465,62	271,28	0,72	368,94	329,62	0,50	471,36	803,85	7,70	1205,77
21	342,05	0,40	465,19	270,82	0,72	368,31	329,07	0,50	470,58	800,67	7,85	1209,01
22	340,76	0,40	463,43	268,95	0,73	365,77	326,84	0,52	467,38	788,09	8,53	1197,89
23	340,46	0,40	459,62	268,52	0,73	362,50	326,33	0,52	466,65	785,28	8,70	1209,33
24	339,42	0,40	454,82	267,03	0,73	357,82	324,52	0,53	464,07	775,54	9,33	1194,33
25	336,48	0,41	447,52	262,86	0,74	349,61	319,42	0,55	456,77	749,53	11,57	1176,76
26	361,32	0,35	541,98	300,38	0,65	450,58	361,08	0,34	516,34	1090,48	2,82	1712,06
27	357,31	0,36	525,24	293,95	0,67	432,11	354,69	0,38	521,39	1004,71	3,44	1577,39
28	357,01	0,36	521,23	293,47	0,67	428,47	354,20	0,38	517,13	999,08	3,49	1568,56
29	354,33	0,37	513,79	289,28	0,68	419,46	349,84	0,40	510,76	953,35	3,99	1496,76
30	355,25	0,36	511,56	290,71	0,67	418,63	351,34	0,39	509,44	968,31	3,81	1520,25
31	353,05	0,37	508,40	287,30	0,68	413,71	347,73	0,41	500,72	933,58	4,26	1465,73

Alimentadora B9



CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA $Z_{falla} = 0 \Omega$												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø Asimetrica	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud	Magnitud		Magnitud
1	1162,54	6,21	1627,56	581,27	6,21	871,91	1357,08	4,90	2062,76	1346,06	1,92	1655,65
2	1056,36	5,05	1478,91	528,18	5,05	744,74	1042,26	4,95	1584,23	1045,52	3,07	1285,99
3	1044,07	4,94	1461,69	522,03	4,94	736,07	1012,19	4,95	1538,53	1021,37	3,25	1256,29
4	1011,67	4,68	1416,34	505,84	4,68	713,23	937,96	4,97	1425,70	963,70	3,81	1252,81
5	1011,03	4,68	1415,44	505,51	4,68	712,77	936,55	4,97	1423,56	962,62	3,82	1251,41
6	966,98	4,36	1353,77	483,49	4,36	681,72	845,94	4,98	1353,50	894,79	4,83	1315,34
7	956,09	4,29	1338,52	478,04	4,29	674,04	825,14	4,98	1320,22	879,43	5,14	1292,77
8	942,94	4,21	1320,12	471,47	4,21	664,78	800,79	4,99	1281,26	861,51	5,55	1266,42
9	936,98	4,17	1311,77	468,49	4,17	660,57	790,00	4,99	1264,00	853,57	5,76	1254,75
10	935,40	4,16	1309,57	467,70	4,16	659,46	787,18	4,99	1259,49	851,50	5,82	1251,70
11	930,21	4,13	1302,29	465,10	4,13	655,80	777,95	4,99	1244,73	844,71	6,01	1241,72
12	924,72	4,10	1294,60	462,36	4,10	651,93	768,33	4,99	1229,33	837,63	6,23	1231,31
13	919,33	4,07	1287,06	459,66	4,07	648,13	759,02	5,00	1214,43	830,76	6,45	1221,22
14	914,64	4,04	1280,50	457,32	4,04	644,82	751,01	5,00	1201,62	824,86	6,66	1212,55
15	910,01	4,01	1274,01	455,00	4,01	641,56	743,19	5,00	1189,10	819,09	6,87	1204,06
16	1036,73	4,88	1451,42	518,36	4,88	730,89	994,76	4,96	1591,62	1007,60	3,37	1309,88
17	1033,74	4,86	1447,24	516,87	4,86	728,79	987,78	4,96	1580,45	1002,13	3,42	1302,77
18	990,28	4,52	1386,39	495,14	4,52	698,15	892,52	4,97	1428,04	929,41	4,25	1208,24
19	999,08	4,59	1398,71	499,54	4,59	704,35	910,90	4,97	1457,44	943,20	4,06	1226,16
20	983,44	4,47	1376,82	491,72	4,47	693,33	878,56	4,98	1405,70	918,99	4,41	1194,69
21	980,33	4,45	1372,47	490,17	4,45	691,14	872,29	4,98	1395,67	914,32	4,49	1188,62
22	955,46	4,29	1337,65	477,73	4,29	673,60	823,96	4,98	1318,34	878,57	5,16	1300,28
23	939,67	4,19	1315,53	469,83	4,19	662,47	794,84	4,99	1271,75	857,13	5,67	1268,56
24	937,91	4,18	1313,07	468,95	4,18	661,22	791,67	4,99	1266,67	854,80	5,73	1265,10
25	926,63	4,11	1297,28	463,32	4,11	653,28	771,67	4,99	1234,68	840,09	6,15	1243,33
26	920,02	4,07	1288,03	460,01	4,07	648,62	760,21	4,99	1216,34	831,64	6,42	1230,83
27	909,60	4,01	1273,45	454,80	4,01	641,27	742,51	5,00	1188,02	818,59	6,89	1211,51
28	944,87	4,22	1322,82	472,44	4,22	666,14	804,31	4,99	1286,90	864,10	5,49	1278,87
29	931,04	4,14	1303,45	465,52	4,14	656,38	779,42	4,99	1247,07	845,78	5,98	1251,76
30	932,28	4,14	1305,19	466,14	4,14	657,25	781,61	4,99	1250,58	847,40	5,93	1254,15
31	931,21	4,14	1303,69	465,60	4,14	656,50	779,72	4,99	1247,56	846,01	5,97	1252,09
32	928,29	4,12	1299,60	464,14	4,12	654,44	774,57	4,99	1239,32	842,22	6,08	1246,48
33	922,01	4,08	1290,82	461,01	4,08	650,02	763,65	4,99	1221,83	834,17	6,34	1234,58
34	915,01	4,04	1281,01	457,50	4,04	645,08	751,64	5,00	1202,62	825,32	6,64	1221,48
35	904,16	3,98	1265,82	452,08	3,98	637,43	733,44	5,00	1173,50	811,88	7,16	1201,59
36	0	0	0	0	0	0	754,71	5,00	1207,54	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	1016,54	4,96	1626,47	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	998,36	4,97	1597,37	0	0	0

CORRIENTES DE FALLA EN A PARA IMPEDANCIA DE FALLA $Z_{falla} = 20 \Omega$												
Nodo	If 3Ø	X/R	If 3Ø	If L-L	X/R	If L-L Asimétrica	If L-T	X/R	If L-T Asimétrica	If LL-T	X/R	If LL-T Asimétrica
	Magnitud		Asimétrica									
1	368,66	0,33	516,12	312,43	0,63	468,65	372,33	0,28	565,95	1101,94	7,36	1355,39
2	359,34	0,35	503,08	297,09	0,66	418,90	358,08	0,36	544,28	1005,37	6,21	1236,60
3	358,17	0,36	501,44	295,22	0,67	416,26	356,21	0,37	541,44	994,07	6,11	1222,71
4	354,98	0,37	496,98	290,20	0,68	409,18	351,04	0,39	533,59	964,18	5,85	1253,44
5	354,92	0,37	496,89	290,10	0,68	409,04	350,94	0,39	533,43	963,59	5,85	1252,66
6	350,33	0,38	490,46	283,03	0,69	399,07	343,32	0,43	549,32	922,64	5,55	1356,28
7	349,14	0,38	488,80	281,23	0,70	396,54	341,33	0,44	546,13	912,46	5,48	1341,32
8	347,69	0,38	486,76	279,05	0,70	393,45	338,87	0,46	542,19	900,14	5,41	1323,21
9	347,02	0,39	485,82	278,04	0,71	392,04	337,73	0,46	540,37	894,54	5,37	1314,97
10	346,84	0,39	485,57	277,78	0,71	391,67	337,43	0,46	539,89	893,06	5,36	1312,80
11	346,25	0,39	484,75	276,90	0,71	390,43	336,42	0,47	538,28	888,17	5,33	1305,61
12	345,62	0,39	483,87	275,97	0,71	389,11	335,35	0,47	536,56	883,01	5,30	1298,02
13	345,00	0,39	482,99	275,04	0,71	387,81	334,29	0,48	534,86	877,93	5,27	1290,55
14	344,45	0,39	482,23	274,24	0,72	386,68	333,35	0,48	533,36	873,50	5,25	1284,05
15	343,90	0,39	481,47	273,44	0,72	385,55	332,42	0,49	531,86	869,13	5,23	1277,62
16	357,46	0,36	500,45	294,10	0,67	414,68	355,07	0,37	568,11	987,32	6,05	1283,51
17	357,17	0,36	500,04	293,64	0,67	414,03	354,60	0,38	567,36	984,57	6,02	1279,94
18	352,79	0,37	493,91	286,80	0,69	404,39	347,44	0,41	555,90	944,34	5,70	1227,64
19	353,70	0,37	495,18	288,21	0,68	406,37	348,94	0,41	558,30	952,52	5,76	1238,27
20	352,08	0,37	492,91	285,70	0,69	402,84	346,25	0,42	554,00	937,99	5,66	1219,38
21	351,75	0,37	492,45	285,20	0,69	402,13	345,70	0,42	553,13	935,09	5,64	1215,62
22	349,07	0,38	488,70	281,13	0,70	396,39	341,22	0,44	545,95	911,88	5,48	1349,58
23	347,32	0,39	486,25	278,50	0,71	392,68	338,25	0,46	541,20	897,07	5,39	1327,66
24	347,12	0,39	485,97	278,20	0,71	392,26	337,91	0,46	540,66	895,41	5,38	1325,21
25	345,84	0,39	484,17	276,29	0,71	389,57	335,73	0,47	537,16	884,81	5,31	1309,52
26	345,08	0,39	483,11	275,16	0,71	387,98	334,42	0,48	535,08	878,58	5,28	1300,30
27	343,86	0,39	481,40	273,37	0,72	385,45	332,33	0,49	531,73	868,75	5,22	1285,74
28	347,90	0,38	487,06	279,37	0,70	393,91	339,24	0,45	542,78	901,95	5,42	1334,89
29	346,34	0,39	484,88	277,04	0,71	390,62	336,59	0,47	538,54	888,95	5,34	1315,65
30	346,48	0,39	485,08	277,25	0,71	390,92	336,83	0,47	538,92	890,12	5,34	1317,38
31	346,36	0,39	484,91	277,07	0,71	390,67	336,62	0,47	538,59	889,12	5,34	1315,89
32	346,03	0,39	484,44	276,57	0,71	389,97	336,05	0,47	537,68	886,37	5,32	1311,82
33	345,31	0,39	483,43	275,50	0,71	388,46	334,82	0,48	535,71	880,46	5,29	1303,08
34	344,49	0,39	482,29	274,30	0,72	386,77	333,42	0,48	533,48	873,85	5,25	1293,30
35	343,21	0,40	480,50	272,43	0,72	384,12	331,22	0,49	529,96	863,60	5,20	1278,12
36	0	0	0	0	0	0	333,78	0,48	534,05	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	356,51	0,37	570,42	0	0	0

ANEXO 7

CALCULO DE INDICES DE CONFIABILIDAD PARA AÑO 2006

PASOS:

1. **Elaboración de un diagrama unifilar de la alimentadora, el cual muestre puntos de carga (número de consumidores y carga media).**

Al igual que en el anexo 4, con las mismas características y descripción, se utilizan los diagramas de las figuras 4.1, 4.3, 4.6, 4.13, 4.16.

2. **Calculo de tasas de falla, para la troncal trifásica y ramales monofásicos de cada una de las alimentadoras.**

La tabla 1 muestra las longitudes para la troncal trifásica (Longitud 3F), para los ramales monofásicos (Longitud 1F), al igual que el número de fallas durante el primer y segundo semestre del año 2006, en el circuito trifásico (Fallas 3F), y en el circuito monofásico (Fallas 1F). Las longitudes están dadas en Km.

Tabla 1. Longitud y números de fallas de alimentadoras

Alimentadora	Longitud 3F	Longitud 1F	Primer Semestre 2006		Segundo Semestre 2006	
			Fallas 3F	Fallas 1F	Fallas 3F	Fallas 1F
S1	6,0936	4,932	2	2	1	0
S2	10,1992	4,3112	6	4	2	4
S3	10,7343	4,8205	1	1	1	1
S5	1,9495	1,7403	2	2	1	1
B6	13,0179	6,7903	1	0	0	0
B9	9,1959	4,2331	2	1	1	1

Con los datos anteriores, y aplicando las fórmulas para el cálculo de la tasa de falla, obtenemos los resultados mostrados en la Tabla 2, para el circuito trifásico (b 3F), y para el monofásico (b 1F), las tasas de fallas están dadas en fallas / Km-semester.

Tabla 2. Tasas de falla de alimentadoras

Alimentadora	Primer Semestre 2006		Segundo Semestre 2006	
	b 3F	b 1F	b 3F	b 1F
S1	0,66	0,81	0,33	0
S2	1,18	1,86	0,39	1,86
S3	0,19	0,41	0,19	0,41
S5	2,05	2,3	1,03	1,15
B6	0,15	0	0	0
B9	0,43	0,47	0,22	0,47

Luego, al multiplicar los valores de tasas de falla dados en fallas / Km-semester, por Km de los tramos trifásicos y monofásicos de cada una de las alimentadoras tenemos los valores de las tablas desde la 3 hasta la 7.

Tabla 3. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S1- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	4,617	3,0472	0,6500
2	0,997	0,6580	0,6500
3	1,54	1,0164	0,6500
4	2,04	1,3464	0,6500
a	1,25	1,0125	0,3200
b	0,84	0,6804	0,3200
c	0,881	0,7136	0,3200

Tabla 4. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S1- Segundo semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	4,617	1,5236	0,7300
2	0,997	0,3290	0,7300
3	1,54	0,5082	0,7300
4	2,04	0,6732	0,7300
a	1,25	0,0000	0,0000
b	0,84	0,0000	0,0000
c	0,881	0,0000	0,0000

Tabla 5. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S2- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	2,223	2,6231	1,1500
2	0,281	0,3316	1,1500
3	1,817	2,1441	1,1500
4	2,7106	3,1985	1,1500
5	2,242	2,6456	1,1500
6	0,9247	1,0911	1,1500
a	0,926	1,7224	1,1300
b	0,409	0,7607	1,1300
c	1,968	3,6605	1,1300
d	1,008	1,8749	1,1300

Tabla 6. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S2- Segundo semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	2,223	0,8670	0,2300
2	0,281	0,1096	0,2300
3	1,817	0,7086	0,2300
4	2,7106	1,0571	0,2300
5	2,242	0,8744	0,2300
6	0,9247	0,3606	0,2300
a	0,926	1,7224	0,3400
b	0,409	0,7607	0,3400
c	1,968	3,6605	0,3400
d	1,008	1,8749	0,3400

Tabla 7. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S3- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	0,4099	0,0779	0,2200
2	1,513	0,2875	0,2200
3	0,8848	0,1681	0,2200
4	0,768	0,1459	0,2200
5	0,885	0,1682	0,2200
6	0,834	0,1585	0,2200
7	2,2194	0,4217	0,2200
8	2,2124	0,4204	0,2200
a	0,773	0,3169	0,7500
b	1,343	0,5506	0,7500
c	0,743	0,3046	0,7500
d	0,831	0,3407	0,7500
e	1,051	0,4309	0,7500
f	0,079	0,0324	0,7500

Tabla 8. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S3- Segundo semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	0,4099	0,0779	0,3200
2	1,513	0,2875	0,3200
3	0,8848	0,1681	0,3200
4	0,768	0,1459	0,3200
5	0,885	0,1682	0,3200
6	0,834	0,1585	0,3200
7	2,2194	0,4217	0,3200
8	2,2124	0,4204	0,3200
a	0,773	0,3169	1,4800
b	1,343	0,5506	1,4800
c	0,743	0,3046	1,4800
d	0,831	0,3407	1,4800
e	1,051	0,4309	1,4800
f	0,079	0,0324	1,4800

Tabla 9. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S5- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	0,467	0,9574	2,0400
2	0,222	0,4551	2,0400
3	0,148	0,3034	2,0400

4	0,743	1,5232	2,0400
5	0,369	0,7565	2,0400
a	0,243	0,5589	1,0000
b	0,402	0,9246	1,0000
c	0,611	1,4053	1,0000
d	0,294	0,6762	1,0000
e	0,19	0,4370	1,0000

Tabla 10. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S5- Segundo semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	0,467	0,4810	1,1700
2	0,222	0,2287	1,1700
3	0,148	0,1524	1,1700
4	0,743	0,7653	1,1700
5	0,369	0,3801	1,1700
a	0,243	0,2795	1,1700
b	0,402	0,4623	1,1700
c	0,611	0,7027	1,1700
d	0,294	0,3381	1,1700
e	0,19	0,2185	1,1700

Tabla 11. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora B6- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	2,896	0,4344	0,3300
2	3,675	0,5513	0,3300
3	2,78	0,4170	0,3300
4	3,6658	0,5499	0,3300
a	1,303	0,0000	0,0000
b	3,07	0,0000	0,0000
c	0,729	0,0000	0,0000
d	1,69	0,0000	0,0000

Tabla 12. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora B9- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	4,617	1,9853	1,1500

2	0,997	0,4287	1,1500
3	1,54	0,6622	1,1500
4	2,04	0,8772	1,1500
a	1,25	0,5875	1,3500
b	0,84	0,3948	1,3500
c	0,881	0,4141	1,3500
d	1,221	0,5739	1,3500

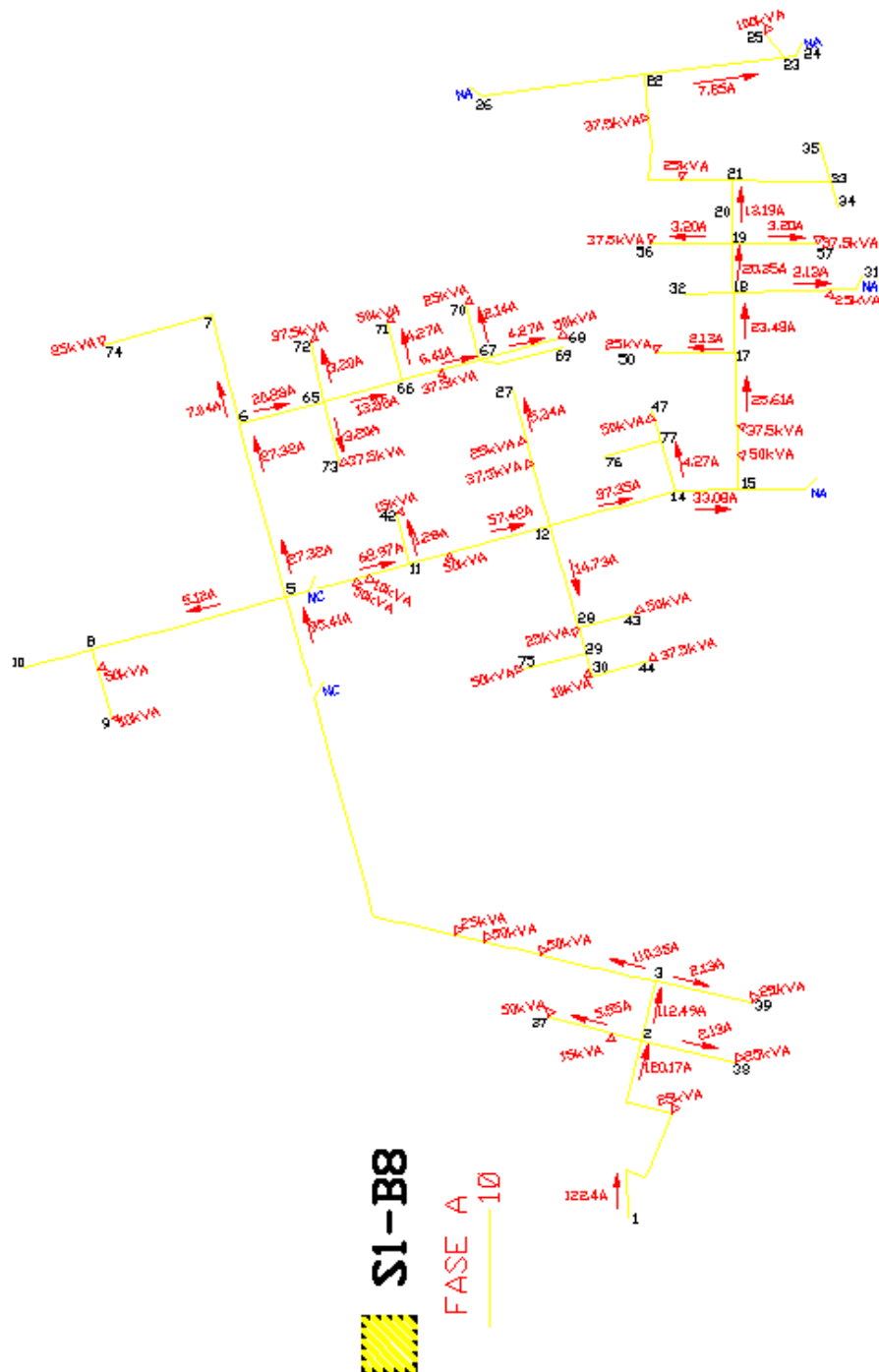
Tabla 13. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora B9- Segundo semestre año 2006.

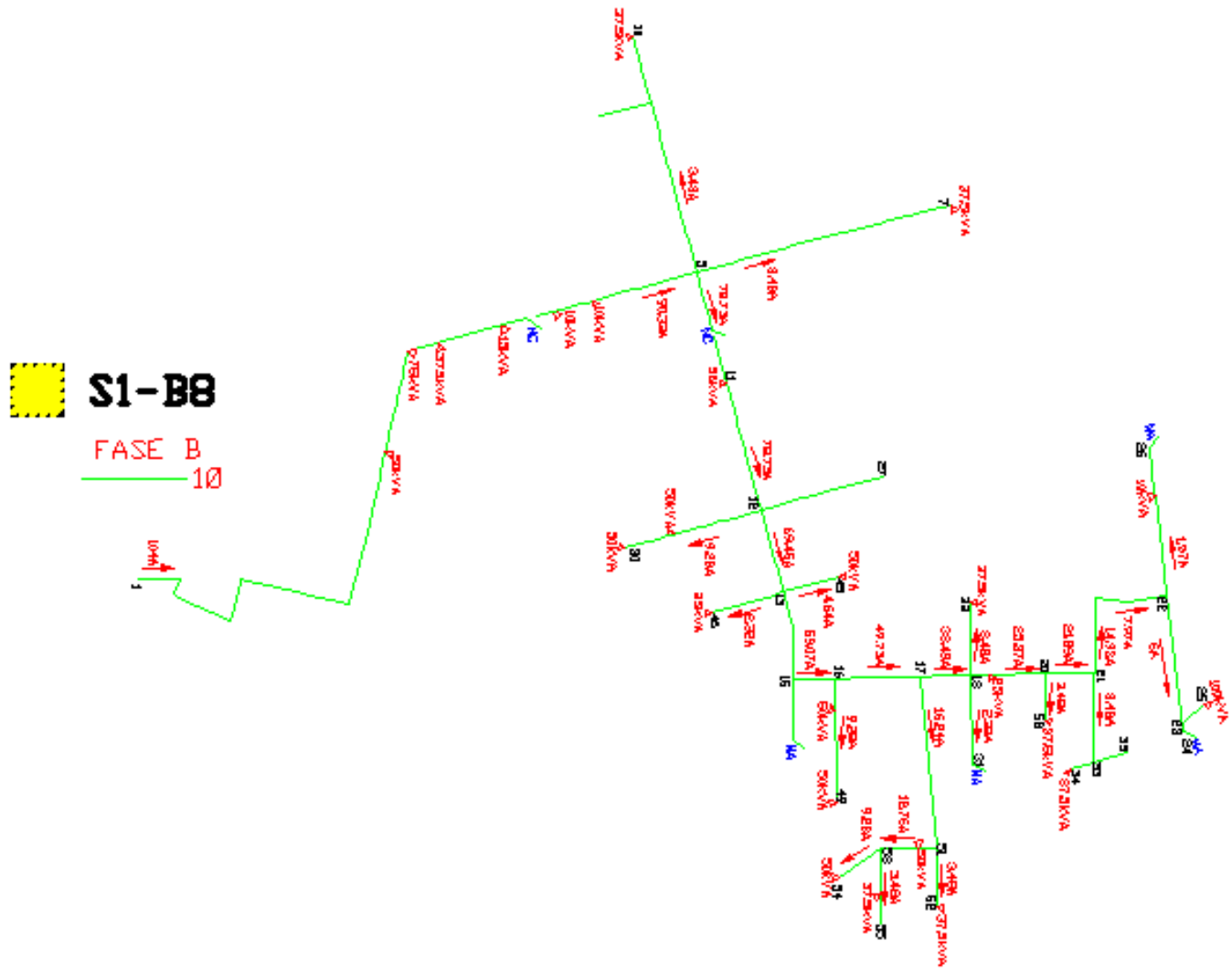
Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	4,617	1,0157	0,1800
2	0,997	0,2193	0,1800
3	1,54	0,3388	0,1800
4	2,04	0,4488	0,1800
a	1,25	0,5875	0,4500
b	0,84	0,3948	0,4500
c	0,881	0,4141	0,4500
d	1,221	0,5739	0,4500

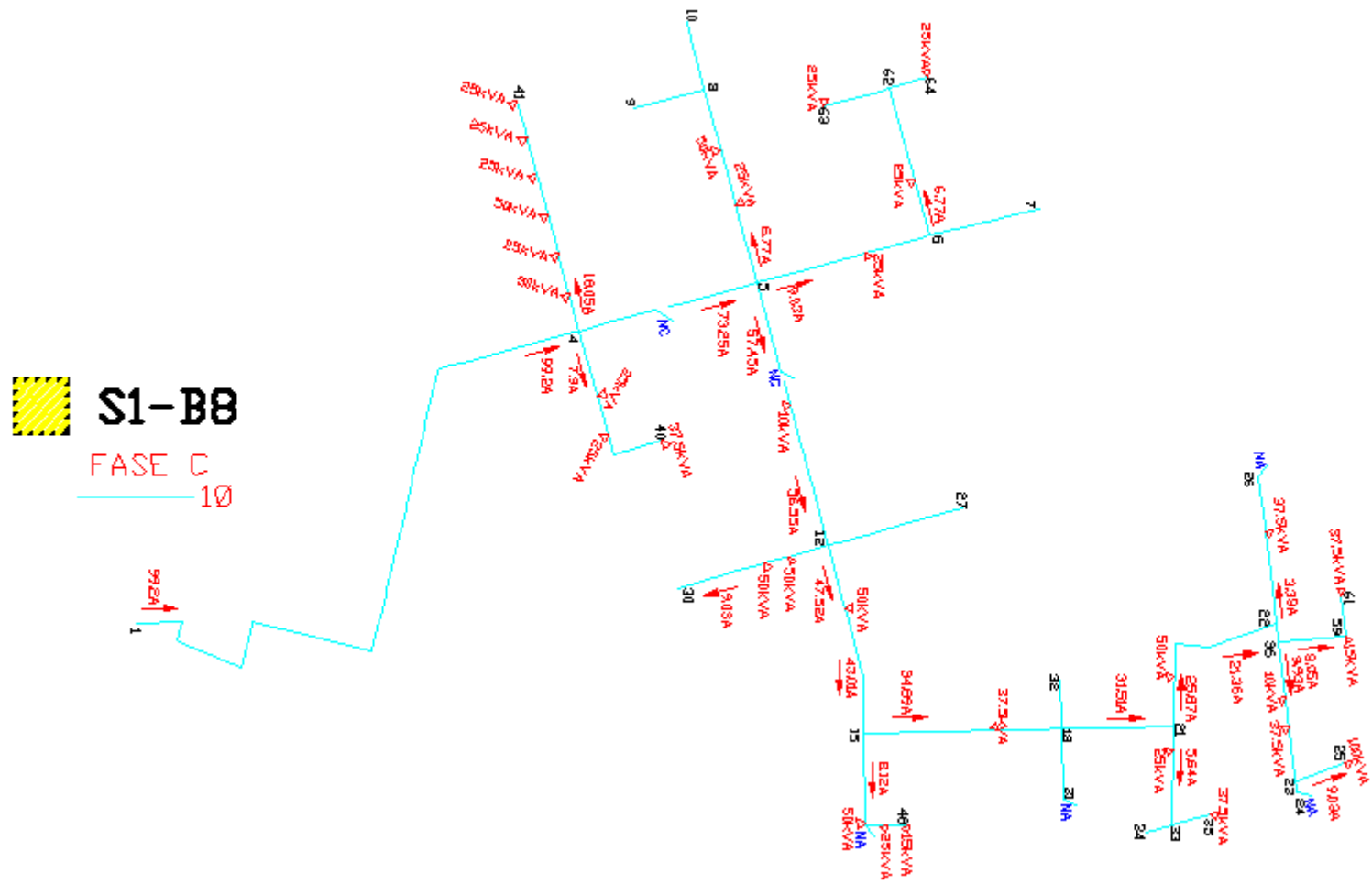
3. Estimación de los tiempos de restauración de cada uno de los componentes de las alimentadoras.

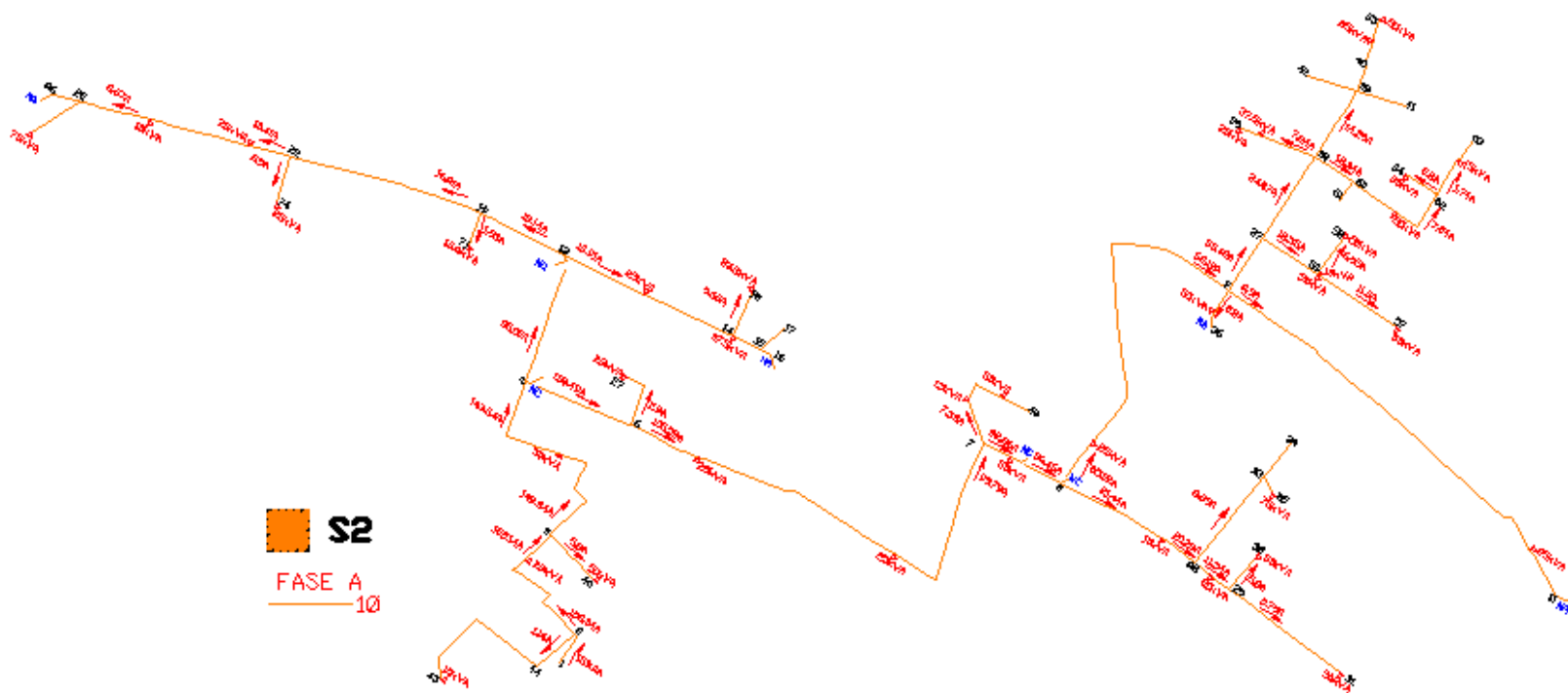
De las estadísticas de fallas de la subestación, se estimó el tiempo de restauración del servicio durante los semestres del año 2006. Estos valores fueron los mostrados en las tablas del punto 2 (r hrs).

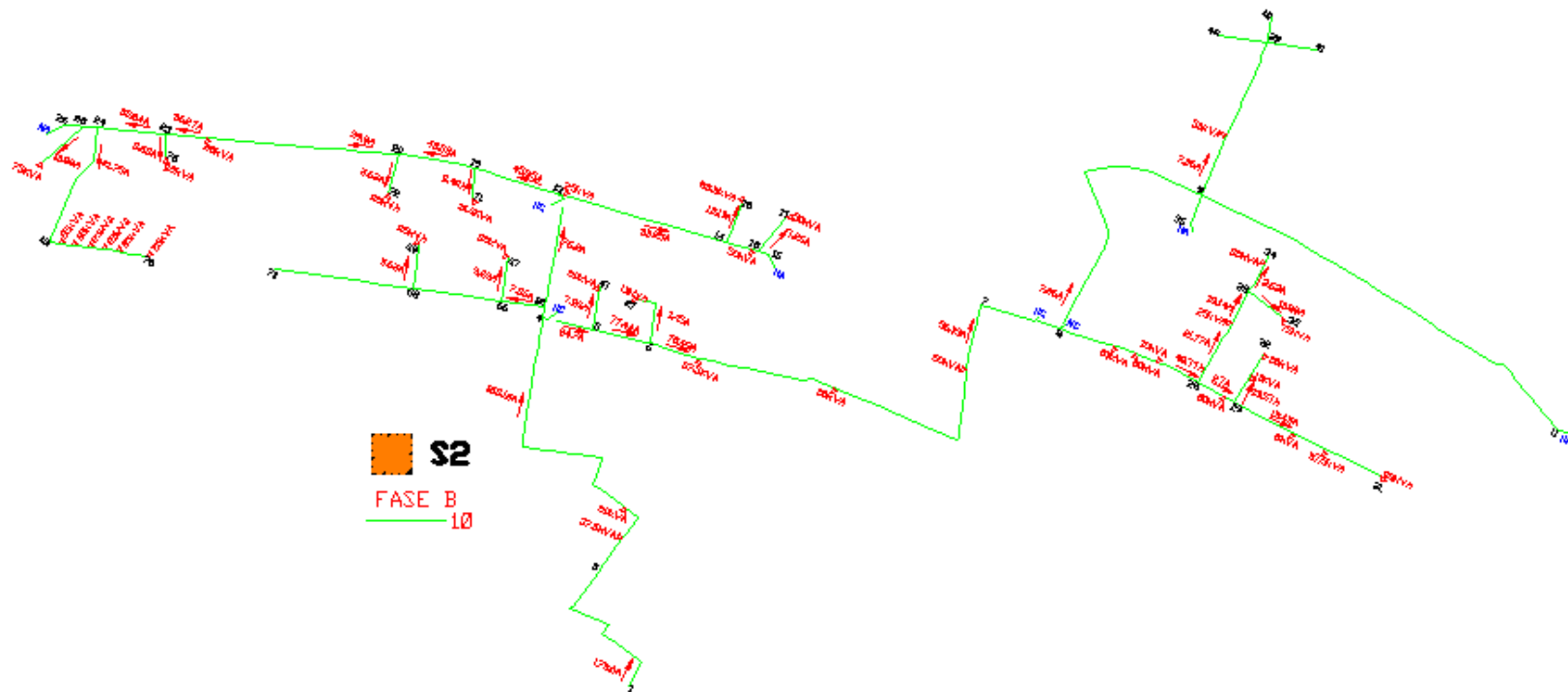
ANEXO 8 CORRIENTES DE CARGA POR ALIMENTADORA

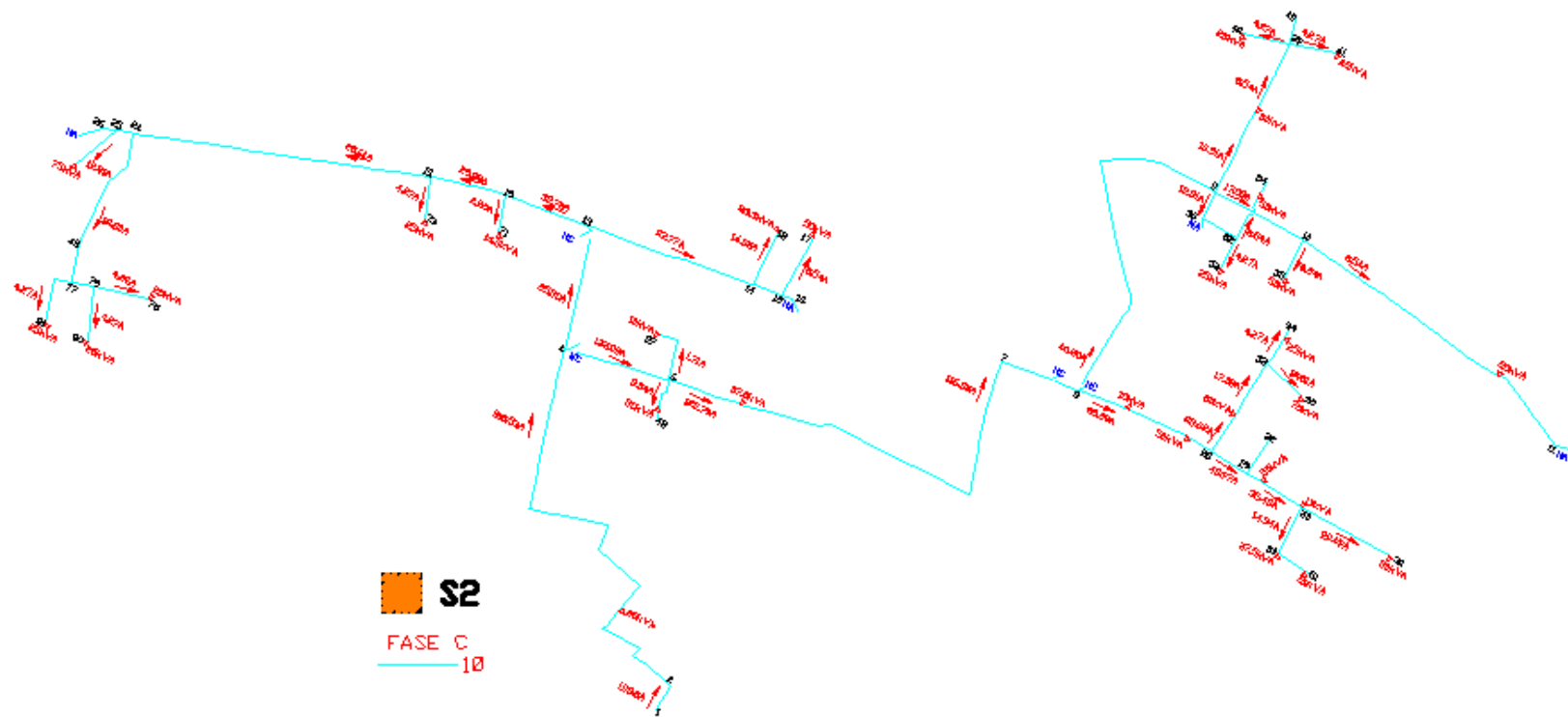


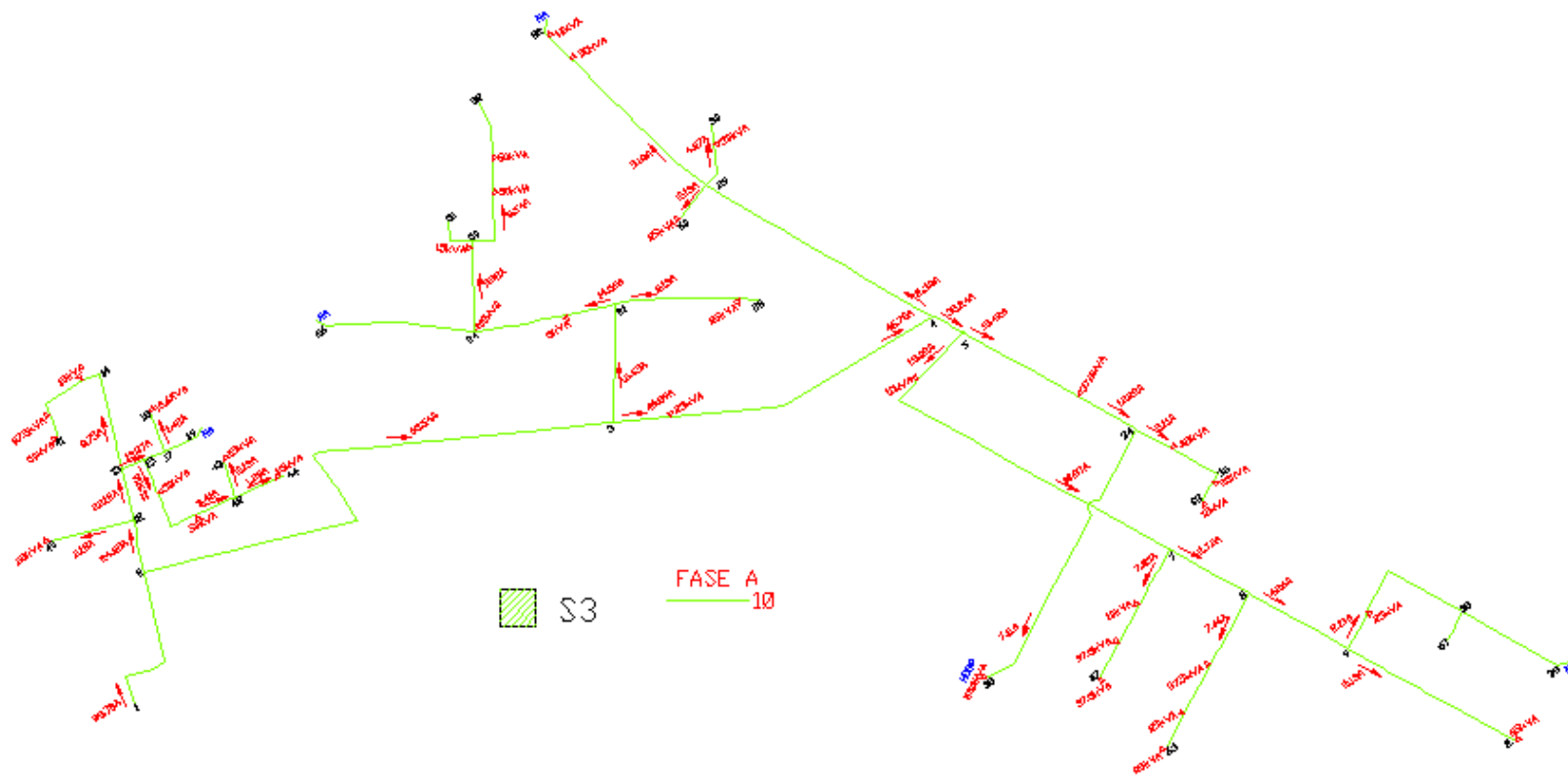




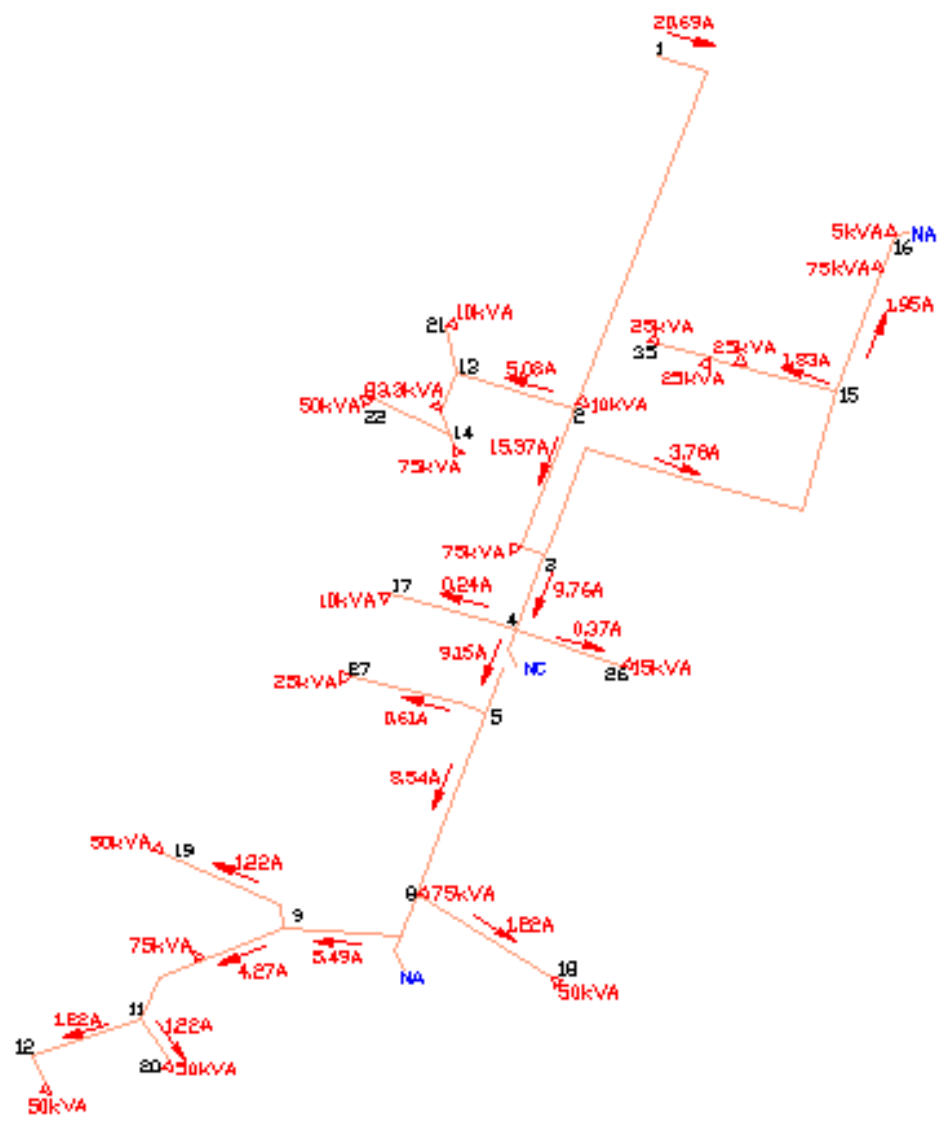




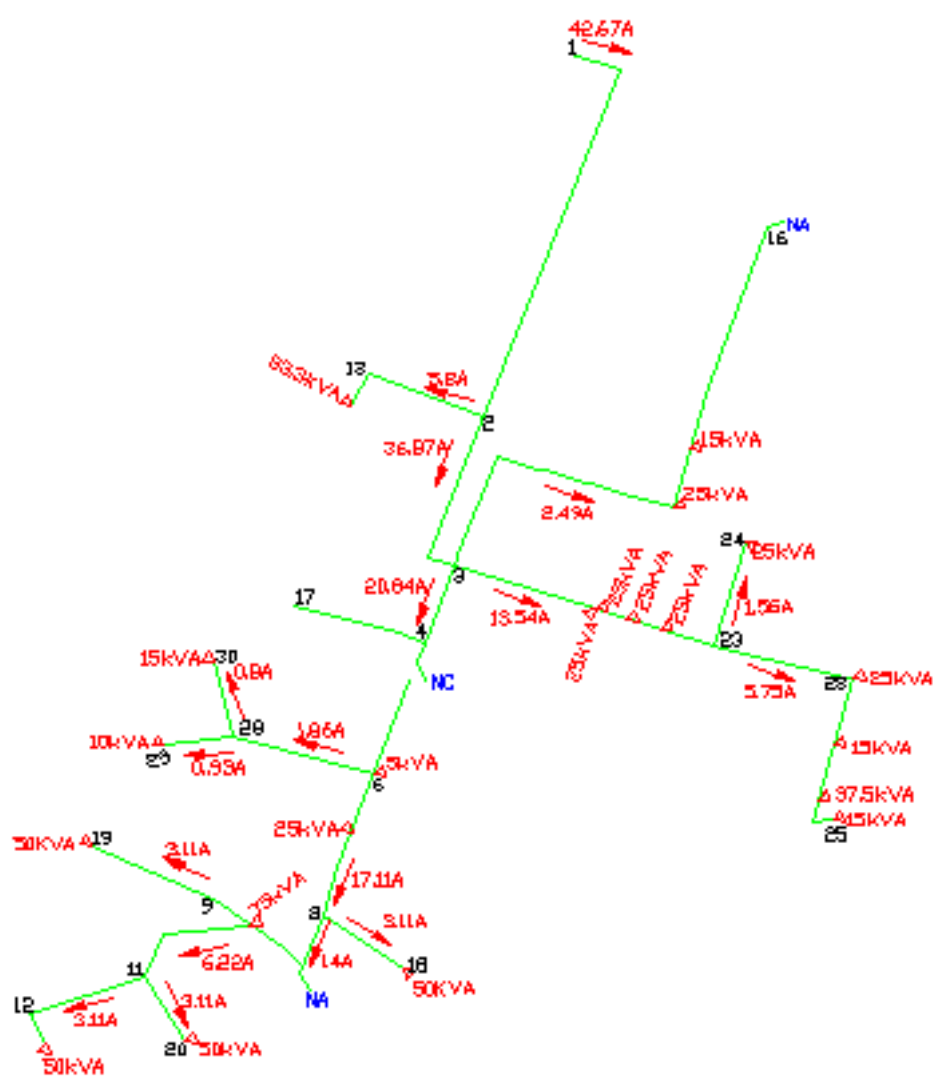





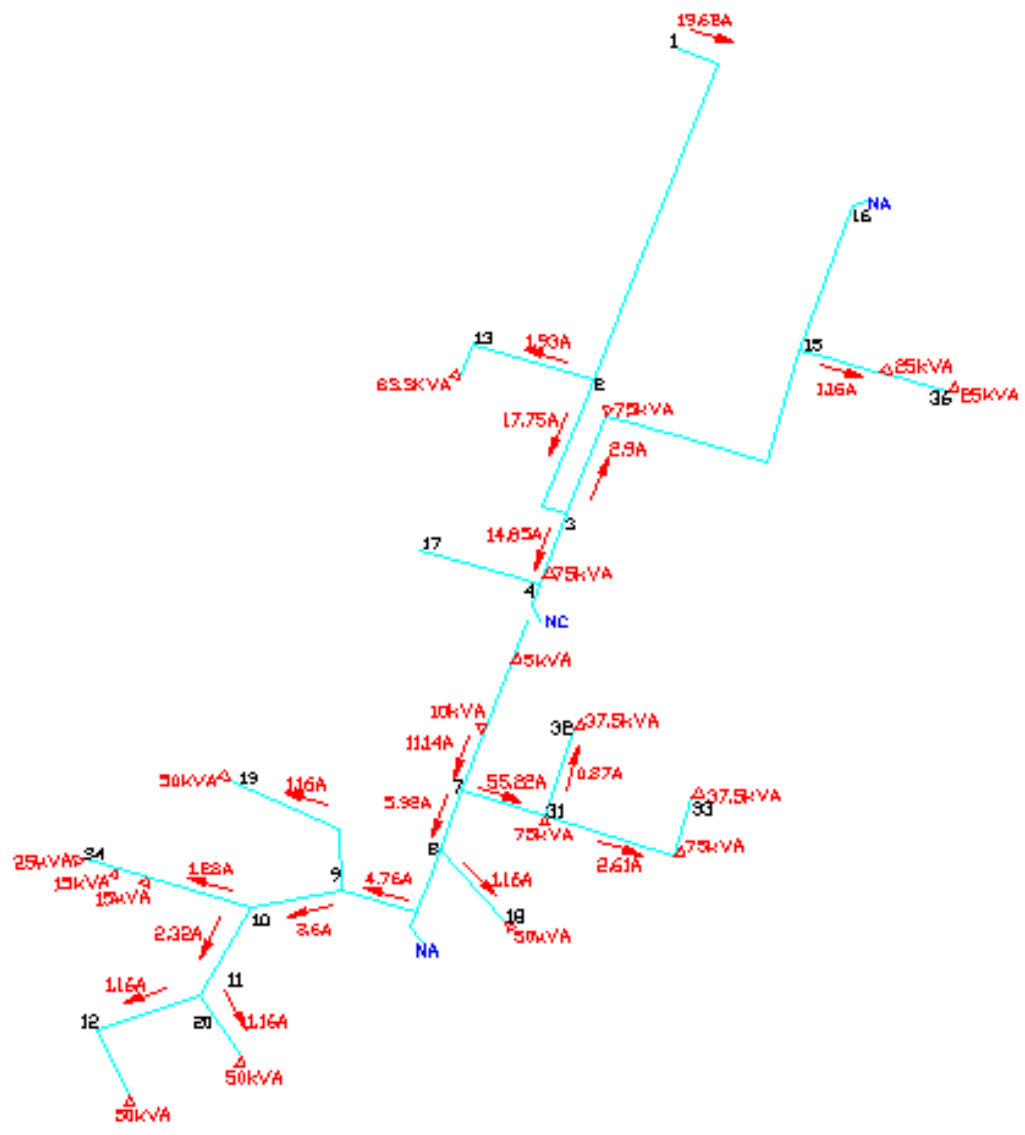
 S5 FASE A 10

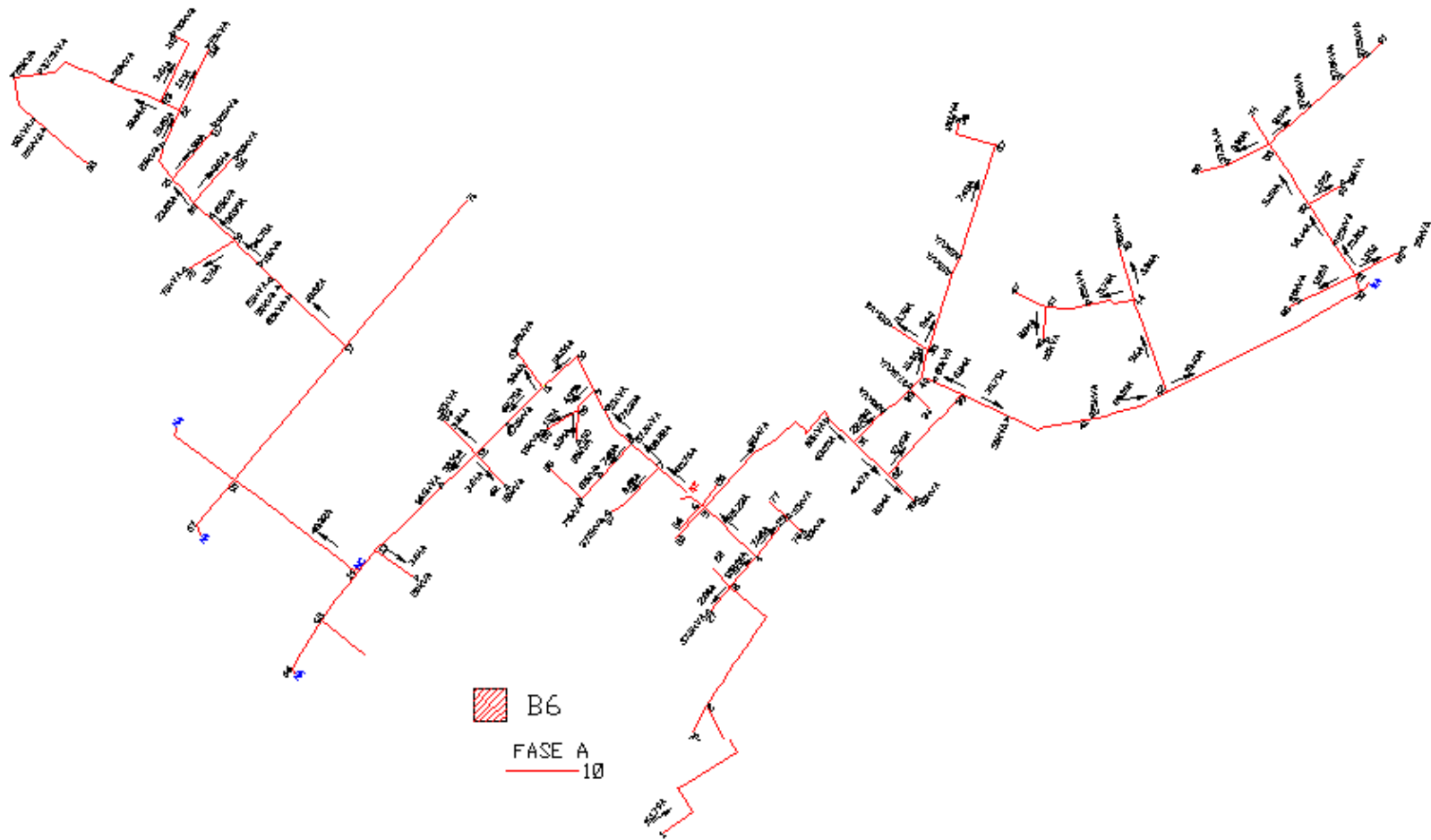


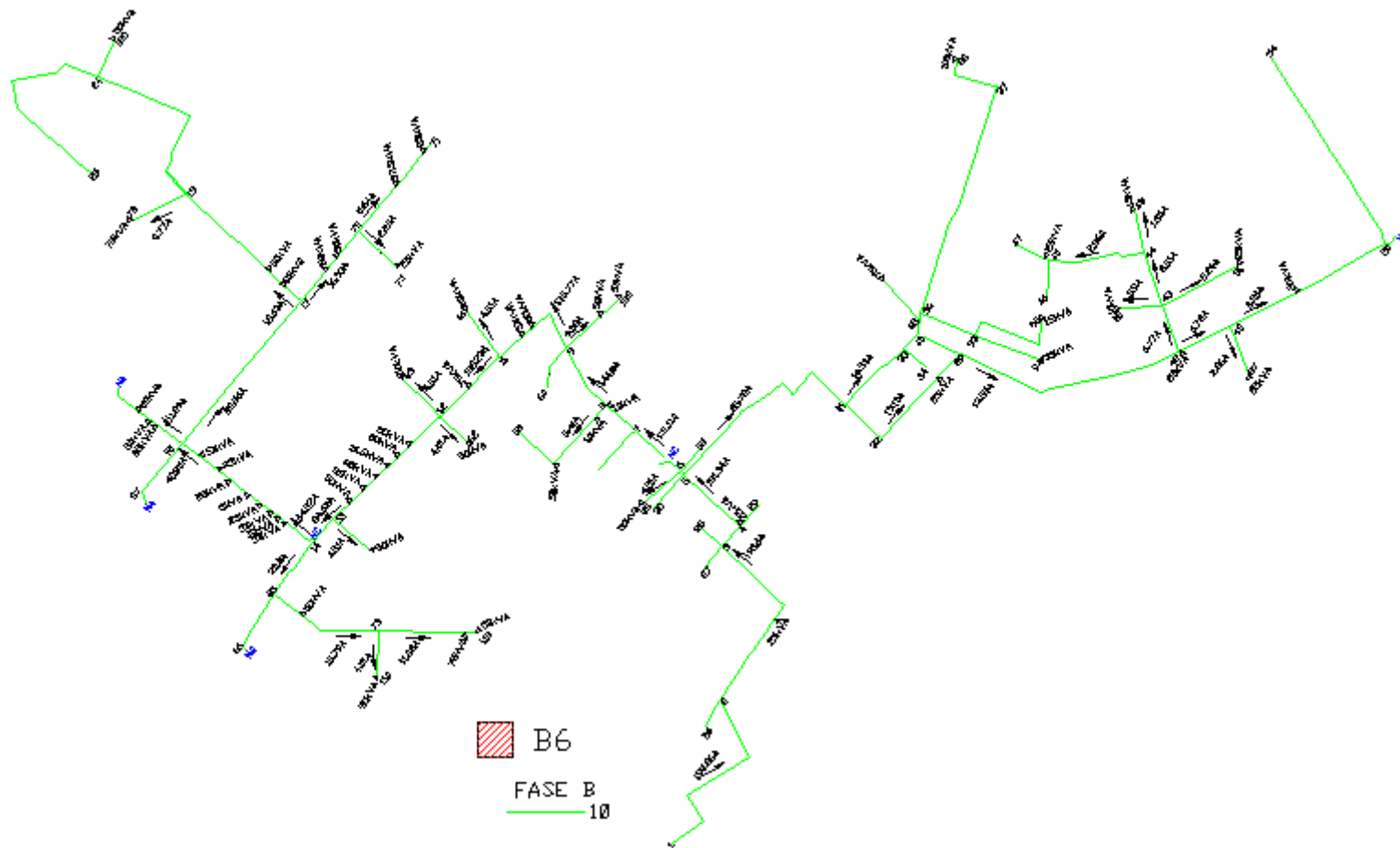
 S5 FASE B
10

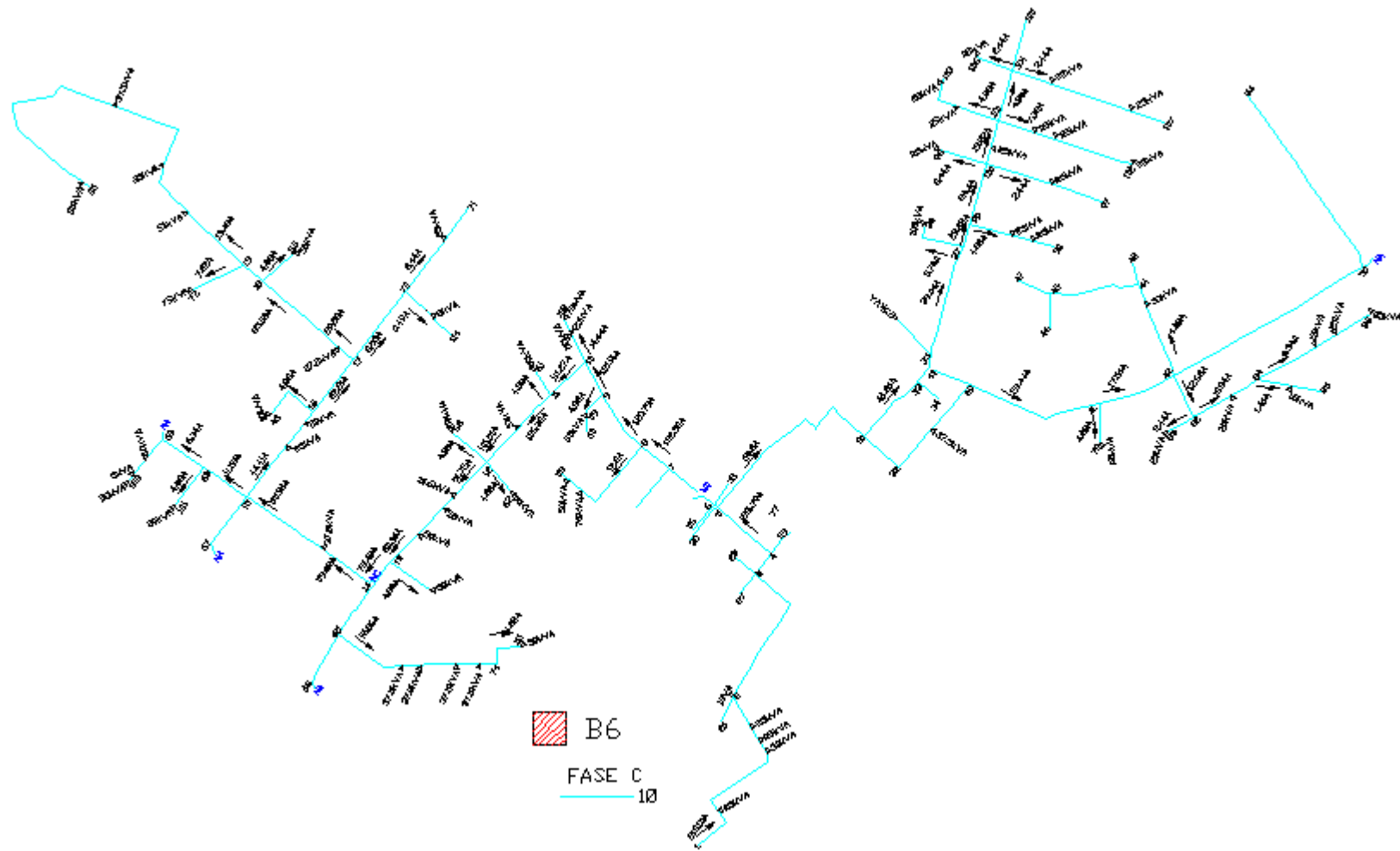


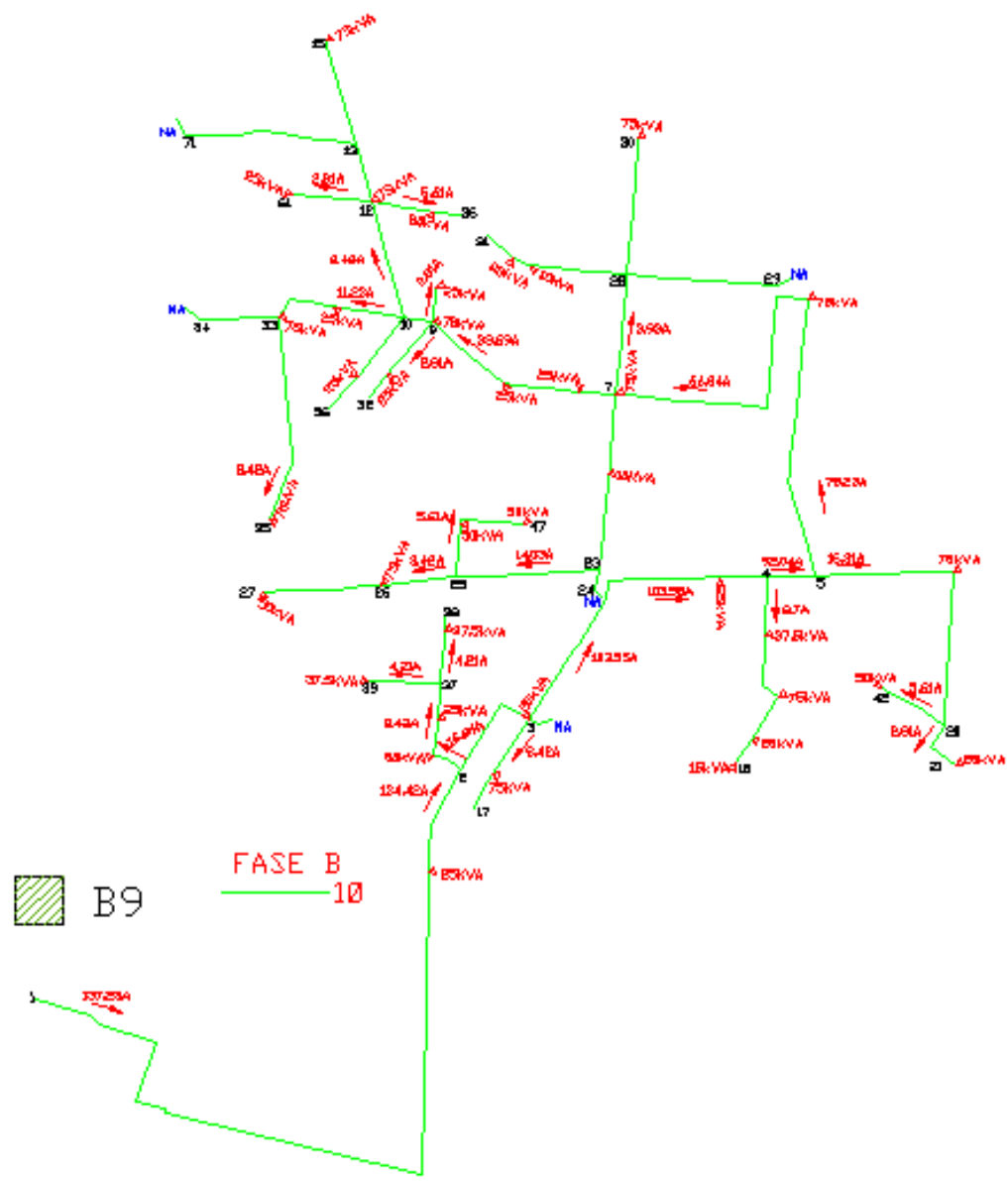
 S5 FASE C
— 10











ANEXO 9 FORMULAS PARA INDICES DE CONFIABILIDAD

- **SAIFI (Índice de frecuencia de interrupción promedio del sistema)**

Este índice se calcula con la finalidad de dar información sobre la frecuencia promedio de las fallas sostenidas por consumidor en un área determinada. Está dado en interrupciones por consumidor-año, trimestre o semestre, dependiendo del periodo de estudio.

$$SAIFI = \frac{\text{Número total de consumidores interrumpidos}}{\text{Número total de consumidores servidos}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \text{ (Interrupciones/ Consumidor-año);}$$

Donde:

λ_i = tasa de falla en punto de carga i .

N_i = número de consumidores en el punto de carga i .

- **SAIDI (Índice de la duración de la interrupción promedio del sistema)**

Este índice se calcula para proveer información sobre el tiempo promedio que los consumidores están sin servicio eléctrico. Está dado en horas por consumidor-año, trimestre o semestre, dependiendo del periodo de estudio.

$$SAIDI = \frac{\sum \text{Duración de interrupción} * \text{Total de consumidores interrumpidos}}{\text{Número total de consumidores servidos}}$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \text{ (Horas/ consumidor-año);}$$

Donde:

U_i = indisponibilidad de servicio en punto de carga i .

N_i = número de consumidores en el punto de carga i .

- **CAIDI (Índice de la duración de la interrupción promedio de consumidores).**

Este índice se calcula para proveer información de las interrupciones promedio para la duración promedio de estas, dicho de otra manera el CAIDI resulta de la división del SAIDI para el SAIFI. Esta dado en horas por interrupción.

$$CAIDI = \frac{\sum \text{Duración de interrupción} * \text{Total de consumidores interrumpidos}}{\text{Número total de consumidores interrumpidos}}$$

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

$$CAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum \lambda_i N_i} \text{ (Horas/ interrupción);}$$

Donde:

U_i = indisponibilidad de servicio en punto de carga i .

N_i = número de consumidores en el punto de carga i .

λ_i = tasa de falla en punto de carga i .

- **ASAI (Índice de la disponibilidad promedio de servicio)**

Este índice es la relación del total de consumidores durante las horas de servicio disponible, dividido para el total de consumidores durante las horas de servicio demandado. Es adimensional.

$$ASAI = \frac{\text{Consumidores} - \text{horas de servicio disponible}}{\text{Consumidores} - \text{horas demandadas}}.$$

- **ASUI (Índice de la indisponibilidad promedio de servicio)**

Este índice es la relación del total de consumidores durante las horas en que no se dispone de servicio, dividido para el total de consumidores durante las horas de servicio demandado, y este a su vez multiplicado por los 8760 días para periodo anual. Es adimensional.

$$ASUI = 1 - ASAI = \frac{\text{Consumidores} - \text{horas de servicio no disponible}}{\text{Consumidores} - \text{horas demandadas}}.$$

$$ASUI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i * 8760};$$

Donde:

U_i = indisponibilidad de servicio en punto de carga i .

N_i = número de consumidores en el punto de carga i .

ÍNDICES ORIENTADOS A LA CARGA

- **ENS**

Este índice relaciona la carga promedio conectada al punto de carga en estudio durante un determinado período de tiempo, con el tiempo de indisponibilidad; esta relación permite obtener la carga que no ha sido suplida durante cada interrupción. La ENS esta dada en MWh/ año o en KWh/ año; también puede darse en periodos de tiempo trimestral o semestral, dependiendo del tipo de estudio a realizarse.

ENS = Energía total no suplida por el sistema

$$ENS = \sum La_i U_i \text{ (MWh/ año);}$$

Donde:

La_i = carga promedio conectada al punto de carga i .

U_i = indisponibilidad del sistema.

- **AENS**

El AENS, es la energía promedio no suplida o índice de corte de carga promedio. Relaciona la energía total no suplida con el número total de clientes servidos. Esta dada en MWh/ consumidores-año o en KWh/ consumidores-año; también puede darse en periodos de tiempo trimestral o semestral, dependiendo del tipo de estudio a realizarse.

$$AENS = \frac{\text{Energía no suplida}}{\text{Número total de clientes servidos}} \text{ (MWh/ consumidor-año);}$$

$$AENS = \frac{\sum La_i U_i}{\sum N_i};$$

Donde:

L_{a_i} = carga promedio conectada al punto de carga i .

U_i = indisponibilidad del sistema en punto de carga i .

N_i = número de consumidores en el punto de carga i .

INDICES DEL CONELEC

a) Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal Instalado (FMIK)

En un período determinado, representa la cantidad de veces que el kVA promedio sufrió una interrupción de servicio.

$$FMIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAfs_i}{kVA_{Inst}}$$

$$FMIK_{Aj} = \frac{\sum_i kVAfs_i}{kVA_{InstAj}}$$

b) Tiempo Total de interrupción por kVA nominal Instalado (TTIK)

En un período determinado, representa el tiempo medio en que el kVA promedio no tuvo servicio.

$$TTIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAfs_i * Tfs_i}{kVA_{Inst}}$$

$$TTIK_{Aj} = \frac{\sum_i^{Aj} kVAfs_{iAj} * Tfs_{iAj}}{kVA_{InstAj}}$$

Donde:

FMIK: Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal instalado, expresada en fallas por kVA.

TTIK: Tiempo Total de Interrupción por kVA nominal instalado, expresado en horas por kVA.

\sum_i : Sumatoria de todas las interrupciones del servicio "i" con duración mayor a tres minutos, para el tipo de causa considerada en el período en análisis.

$\sum_i^{A_j}$: Sumatoria de todas las interrupciones de servicio en el alimentador "A_j" en el período en análisis.

kVAfs_i: Cantidad de kVA nominales fuera de servicio en cada una de las interrupciones "i".

kVA_{inst}: Cantidad de kVA nominales instalados.

Tfs_i: Tiempo de fuera de servicio, para la interrupción "i".

Rd: Red de distribución global.

A_j: Alimentador primario de medio voltaje "j"

ANEXO 10
TOPOLOGÍA DEL SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN - REDISEÑO

ANEXO 11 CALCULO DE INDICES DE CONFIABILIDAD PARA REDISEÑO

PASOS:

1. **Elaboración de un diagrama unifilar de la alimentadora, el cual muestre puntos de carga (número de consumidores y carga media).**

Al igual que en el anexo 4 y 7, con las mismas características y descripción, se utilizan los diagramas de las figuras 4.1, 4.3, 4.6, 4.13, 4.16 de la sección 4.2 del capítulo 4.

2. **Calculo de tasas de falla, para la troncal trifásica y ramales monofásicos de cada una de las alimentadoras.**

La tabla 1 muestra las longitudes para la troncal trifásica (Longitud 3F), para los ramales monofásicos (Longitud 1F), al igual que el número de fallas durante el primer y segundo semestre del año 2006, en el circuito trifásico (Fallas 3F), y en el circuito monofásico (Fallas 1F). Las longitudes están dadas en Km.

Tabla 1. Longitud y números de fallas de alimentadoras

Alimentadora	Longitud 3F	Longitud 1F	Primer Semestre 2006		Segundo Semestre 2006	
			Fallas 3F	Fallas 1F	Fallas 3F	Fallas 1F
S1	6,0936	4,932	2	2	1	0
S2	10,1992	4,3112	6	4	2	4
S3	10,7343	4,8205	1	1	1	1
S5	1,9495	1,7403	2	2	1	1
B6	13,0179	6,7903	1	0	0	0
B9	9,1959	4,2331	2	1	1	1

Con los datos anteriores, y aplicando las fórmulas para el cálculo de la tasa de falla, obtenemos los resultados mostrados en la Tabla 2, para el circuito trifásico (b 3F), y para el monofásico (b 1F), las tasas de fallas están dadas en fallas / Km-semester.

Tabla 2. Tasas de falla de alimentadoras

Alimentadora	Primer Semestre 2006		Segundo Semestre 2006	
	b 3F	b 1F	b 3F	b 1F
S1	0,66	0,81	0,33	0
S2	1,18	1,86	0,39	1,86
S3	0,19	0,41	0,19	0,41
S5	2,05	2,3	1,03	1,15
B6	0,15	0	0	0
B9	0,43	0,47	0,22	0,47

Luego, al multiplicar los valores de tasas de falla dados en fallas / Km-semester, por Km de los tramos trifásicos y monofásicos de cada una de las alimentadoras tenemos los valores de las tablas desde la 3 hasta la 7.

Tabla 3. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S1- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	4,617	3,0472	0,6500
2	0,997	0,6580	0,6500
3	1,54	1,0164	0,6500
4	2,04	1,3464	0,6500
a	1,25	1,0125	0,3200
b	0,84	0,6804	0,3200
c	0,881	0,7136	0,3200

Tabla 4. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S1- Segundo semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	4,617	1,5236	0,7300
2	0,997	0,3290	0,7300
3	1,54	0,5082	0,7300
4	2,04	0,6732	0,7300
a	1,25	0,0000	0,0000
b	0,84	0,0000	0,0000
c	0,881	0,0000	0,0000

Tabla 5. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S2- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	2,223	2,6231	1,1500
2	0,281	0,3316	1,1500
3	1,817	2,1441	1,1500
4	2,7106	3,1985	1,1500
5	2,242	2,6456	1,1500
6	0,9247	1,0911	1,1500
a	0,926	1,7224	1,1300
b	0,409	0,7607	1,1300
c	1,968	3,6605	1,1300
d	1,008	1,8749	1,1300

Tabla 6. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S2- Segundo semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	2,223	0,8670	0,2300
2	0,281	0,1096	0,2300
3	1,817	0,7086	0,2300
4	2,7106	1,0571	0,2300
5	2,242	0,8744	0,2300
6	0,9247	0,3606	0,2300
a	0,926	1,7224	0,3400
b	0,409	0,7607	0,3400
c	1,968	3,6605	0,3400
d	1,008	1,8749	0,3400

Tabla 7. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S3- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	0,4099	0,0779	0,2200
2	1,513	0,2875	0,2200
3	0,8848	0,1681	0,2200
4	0,768	0,1459	0,2200
5	0,885	0,1682	0,2200
6	0,834	0,1585	0,2200
7	2,2194	0,4217	0,2200
8	2,2124	0,4204	0,2200
a	0,773	0,3169	0,7500
b	1,343	0,5506	0,7500
c	0,743	0,3046	0,7500
d	0,831	0,3407	0,7500
e	1,051	0,4309	0,7500
f	0,079	0,0324	0,7500

Tabla 8. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S3- Segundo semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	0,4099	0,0779	0,3200
2	1,513	0,2875	0,3200
3	0,8848	0,1681	0,3200
4	0,768	0,1459	0,3200
5	0,885	0,1682	0,3200
6	0,834	0,1585	0,3200
7	2,2194	0,4217	0,3200
8	2,2124	0,4204	0,3200
a	0,773	0,3169	1,4800
b	1,343	0,5506	1,4800
c	0,743	0,3046	1,4800
d	0,831	0,3407	1,4800
e	1,051	0,4309	1,4800
f	0,079	0,0324	1,4800

Tabla 9. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S5- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	0,467	0,9574	2,0400
2	0,222	0,4551	2,0400
3	0,148	0,3034	2,0400
4	0,743	1,5232	2,0400
5	0,369	0,7565	2,0400
a	0,243	0,5589	1,0000
b	0,402	0,9246	1,0000
c	0,611	1,4053	1,0000
d	0,294	0,6762	1,0000
e	0,19	0,4370	1,0000

Tabla 10. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora S5- Segundo semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	0,467	0,4810	1,1700
2	0,222	0,2287	1,1700
3	0,148	0,1524	1,1700
4	0,743	0,7653	1,1700
5	0,369	0,3801	1,1700
a	0,243	0,2795	1,1700
b	0,402	0,4623	1,1700
c	0,611	0,7027	1,1700
d	0,294	0,3381	1,1700
e	0,19	0,2185	1,1700

Tabla 11. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora B6- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	2,896	0,4344	0,3300
2	3,675	0,5513	0,3300
3	2,78	0,4170	0,3300
4	3,6658	0,5499	0,3300
a	1,303	0,0000	0,0000
b	3,07	0,0000	0,0000
c	0,729	0,0000	0,0000
d	1,69	0,0000	0,0000

Tabla 12. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora B9- Primer semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	4,617	1,9853	1,1500
2	0,997	0,4287	1,1500
3	1,54	0,6622	1,1500
4	2,04	0,8772	1,1500
a	1,25	0,5875	1,3500
b	0,84	0,3948	1,3500
c	0,881	0,4141	1,3500
d	1,221	0,5739	1,3500

Tabla 13. Longitud, tasa de falla y tiempo de reposición de alimentadora B9- Segundo semestre año 2006.

Componente	Longitud Km	λ	r
		falla / semestre	hrs
1	4,617	1,0157	0,1800
2	0,997	0,2193	0,1800
3	1,54	0,3388	0,1800
4	2,04	0,4488	0,1800
a	1,25	0,5875	0,4500
b	0,84	0,3948	0,4500
c	0,881	0,4141	0,4500
d	1,221	0,5739	0,4500

3. Estimación de los tiempos de restauración de cada uno de los componentes de las alimentadoras.

De las estadísticas de fallas de la subestación, se estimó el tiempo de restauración del servicio durante los semestres del año 2006. Estos valores fueron los mostrados en las tablas del punto 2 (r hrs).

4. Elaboración de una tabla que muestre los valores de: tasa de falla (λ), tiempo de restauración (r) e indisponibilidad del servicio (U), para cada uno de los puntos de carga de las alimentadoras.

Tabla 14. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S1 de punto de carga A, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga A		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	3,0472	0,6500	1,9807
2	0,6580	0,5000	0,3290
3	1,0164	0,5000	0,5082
4	1,3464	0,5000	0,6732
a	1,0125	0,3200	0,3240
b	0,0034	0,5000	0,0017
c	0,0036	0,5000	0,0018
Total	7,0875	0,5388	3,8186

Tabla 15. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S1 de punto de carga B, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	3,0472	0,5000	1,5236
2	0,6580	0,5000	0,3290
3	1,0164	0,5000	0,5082
4	1,3464	0,5000	0,6732
a	0,0051	0,5000	0,0025
b	0,6804	0,5000	0,3402
c	0,0036	0,5000	0,0018
Total	6,7571	0,5000	3,3785

Tabla 16. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S1 de punto de carga C, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	3,0472	0,6500	1,9807
2	0,6580	0,6500	0,4277
3	1,0164	0,6500	0,6607
4	1,3464	0,6500	0,8752
a	0,0051	0,5000	0,0025
b	0,0034	0,5000	0,0017
c	0,7136	0,3200	0,2284
Total	6,7901	0,6151	4,1768

Tabla 17. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S1 de punto de carga A, Segundo Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga A		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	1,5236	0,7300	1,1122
2	0,3290	0,5000	0,1645
3	0,5082	0,5000	0,2541
4	0,6732	0,5000	0,3366
a	0,0000	0,0000	0,0000
b	0,0000	0,0000	0,0000
c	0,0000	0,0000	0,0000
Total	3,0340	0,6155	1,8674

Tabla 18. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S1 de punto de carga B, Segundo Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	1,5236	0,5000	0,7618
2	0,3290	0,5000	0,1645
3	0,5082	0,5000	0,2541
4	0,6732	0,5000	0,3366
a	0,0000	0,0000	0,0000
b	0,0000	0,0000	0,0000
c	0,0000	0,0000	0,0000
Total	3,0340	0,5000	1,5170

Tabla 19. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S1 de punto de carga C, Segundo Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	1,5236	0,7300	1,1122
2	0,3290	0,7300	0,2402
3	0,5082	0,7300	0,3710
4	0,6732	0,7300	0,4914
a	0,0000	0,0000	0,0000
b	0,0000	0,0000	0,0000
c	0,0000	0,0000	0,0000
Total	3,0340	0,7300	2,2148

Tabla 20. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S2 de punto de carga A, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga A		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	2,6231	1,1500	3,0166
2	0,3316	0,5000	0,1658
3	2,1441	0,5000	1,0720
4	3,1985	0,5000	1,5993
5	2,6456	0,5000	1,3228
6	1,0911	0,5000	0,5456
a	1,7224	1,1300	1,9463
b	0,0038	0,5000	0,0019
c	0,0183	0,5000	0,0092
d	0,0094	0,5000	0,0047
Total	13,7878	0,7024	9,6840

Tabla 21. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S2 de punto de carga B, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	2,6231	1,1500	3,0166
2	0,3316	0,5000	0,1658
3	2,1441	1,1500	2,4657
4	3,1985	0,5000	1,5993
5	2,6456	0,5000	1,3228
6	1,0911	0,5000	0,5456
a	0,0086	0,5000	0,0043
b	0,7607	1,1300	0,8596
c	0,0183	0,5000	0,0092
d	0,0094	0,5000	0,0047
Total	12,8310	0,7789	9,9935

Tabla 22. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S2 de punto de carga C, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	2,6231	0,5000	1,3116
2	0,3316	0,5000	0,1658
3	2,1441	0,5000	1,0720
4	3,1985	0,5000	1,5993
5	2,6456	0,5000	1,3228
6	1,0911	0,5000	0,5456
a	0,0086	0,5000	0,0043
b	0,0038	0,5000	0,0019
c	3,6605	0,5000	1,8302
d	0,0094	0,5000	0,0047
Total	15,7163	0,5000	7,8581

Tabla 23. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S3 de punto de carga B, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0779	0,2200	0,0171
2	0,2875	0,2200	0,0632
3	0,1681	0,2000	0,0336
4	0,1459	0,2000	0,0292
5	0,1682	0,2000	0,0336
6	0,1585	0,2200	0,0349
7	0,4217	0,2000	0,0843
8	0,4204	0,2000	0,0841
a	0,0016	0,2000	0,0003
b	0,5506	0,7500	0,4130
c	0,0015	0,2000	0,0003
d	0,0017	0,2000	0,0003
e	0,0022	0,2000	0,0004
f	0,0002	0,2000	0,0000
Total	2,4035	0,3304	0,7940

Tabla 24. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S3 de punto de carga C, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,0779	0,2200	0,0171
2	0,2875	0,2200	0,0632
3	0,1681	0,2200	0,0370
4	0,1459	0,2000	0,0292
5	0,1682	0,2000	0,0336
6	0,1585	0,2000	0,0317
7	0,4217	0,2200	0,0928
8	0,4204	0,2000	0,0841
a	0,0016	0,2000	0,0003
b	0,0028	0,2000	0,0006
c	0,3046	0,7500	0,2285
d	0,0017	0,2000	0,0003
e	0,0022	0,2000	0,0004
f	0,0002	0,2000	0,0000
Total	2,1587	0,2865	0,6184

Tabla 25. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S5 de punto de carga B, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,9574	2,0400	1,9530
2	0,4551	2,0400	0,9284
3	0,3034	0,5000	0,1517
4	1,5232	0,5000	0,7616
5	0,7565	0,5000	0,3782
a	0,0028	0,5000	0,0014
b	0,9246	1,0000	0,9246
c	0,0070	0,5000	0,0035
d	0,0034	0,5000	0,0017
e	0,0022	0,5000	0,0011
Total	4,9333	1,0346	5,1041

Tabla 26. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora S5 de punto de carga C, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,9574	2,0400	1,9530
2	0,4551	2,0400	0,9284
3	0,3034	0,5000	0,1517
4	1,5232	2,0400	3,1072
5	0,7565	0,5000	0,3782
a	0,0028	0,5000	0,0014
b	0,0046	0,5000	0,0023
c	1,4053	1,0000	1,4053
d	0,0034	0,5000	0,0017
e	0,0022	0,5000	0,0011
Total	5,4115	1,4652	7,9292

Tabla 27. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B6 de punto de carga B, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,4344	0,3300	0,1434
2	0,5513	0,3300	0,1819
3	0,4170	0,3000	0,1251
4	0,5499	0,3000	0,1650
a	0,0000	0,0000	0,0000
b	0,0000	0,0000	0,0000
c	0,0000	0,0000	0,0000
d	0,0000	0,0000	0,0000
Total	1,9525	0,3151	0,6153

Tabla 28. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B6 de punto de carga C, Primer Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	0,4344	0,3300	0,1434
2	0,5513	0,3000	0,1654
3	0,4170	0,3300	0,1376
4	0,5499	0,3000	0,1650
a	0,0000	0,0000	0,0000
b	0,0000	0,0000	0,0000
c	0,0000	0,0000	0,0000
d	0,0000	0,0000	0,0000
Total	1,9525	0,3131	0,6113

Tabla 29. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B9 de punto de carga B, Segundo Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga B		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	1,0157	0,1800	0,1828
2	0,2193	0,5000	0,1097
3	0,3388	0,5000	0,1694
4	0,4488	0,1800	0,0808
a	0,0035	0,5000	0,0018
b	0,3948	0,4500	0,1777
c	0,0025	0,5000	0,0012
d	0,0034	0,5000	0,0017
Total	2,4269	0,2988	0,7251

Tabla 30. Tasa de falla, tiempo de restauración e indisponibilidad del servicio de alimentadora B9 de punto de carga C, Segundo Semestre - Rediseño.

Componente fallado	Punto de carga C		
	λ	r	U
	falla/año	hrs	hrs/año
1	1,0157	0,1800	0,1828
2	0,2193	0,1800	0,0395
3	0,3388	0,5000	0,1694
4	0,4488	0,5000	0,2244
a	0,0035	0,5000	0,0018
b	0,0024	0,5000	0,0012
c	0,4141	0,4500	0,1863
d	0,0034	0,5000	0,0017
Total	2,4461	0,3300	0,8071

5. Aplicación de las fórmulas para el cálculo de los índices de confiabilidad.

Reemplazando los valores mostrados en las tablas anteriores, en las formulas para el cálculo de los índices de confiabilidad, tendremos los resultados de la tabla 31 para el primer semestre del rediseño y de la tabla 32 para el segundo semestre.

Tabla 31. Índices de confiabilidad de las alimentadoras de la Subestación Sur para el Primer semestre del Rediseño.

	S1	S2	S3	S5	B6	B9	Unidades
SAIFI	6,8	14,6	2,2	4,9	2,0	4,5	Interrupciones / consumidor-semestre
SAIDI	3,6	8,0	0,6	6,1	0,6	3,6	Horas / consumidores-semestre
CAIDI	0,5	0,6	0,3	1,2	0,3	0,8	Horas / consumidor-Interrupción
ASAI	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ASUI	0,0004	0,0009	0,0001	0,0007	0,0001	0,0004	
ENS	10,8	28,1	1,7	14,5	3,8	15,1	MWh/ semestre
AENS	5,4	11,2	0,8	23,9	0,4	3,2	KWh/consumidor-semestre

Tabla 32. Índices de confiabilidad de las alimentadoras de la Subestación Sur para el Segundo semestre del Rediseño.

	S1	S2	S3	S5	B6	B9	Unidades
SAIFI	3,0	6,6	2,2	2,5	-	2,5	Interrupciones / consumidor-semestre
SAIDI	1,7	3,1	0,9	2,2	-	1,0	Horas / consumidores-semestre
CAIDI	0,5	0,5	0,4	0,9	-	0,4	Horas / consumidor-Interrupción
ASAI	1,0	1,0	1,0	1,0	-	1,0	
ASUI	0,0002	0,0004	0,0001	0,0003	-	0,0001	
ENS	5,1	10,6	2,5	5,3	-	4,1	MWh/ semestre
AENS	2,5	4,2	1,2	8,8	-	0,9	KWh/consumidor-semestre

**ANEXO 12
RECOMENDACIÓN ACERCA DE LA BITÁCORA DE FALLAS EN LAS ALIMENTADORAS**

UBICACIÓN DE LA FALLA (FECHA Y LUGAR)

FALLA	FECHA			TIEMPO DE DESCONEXION			LOCALIZACIÓN DE LA CAUSA DE DESCONEXIÓN			
	#	AÑO	MES	DIA	HORA (SAL)	HORA (ENT)	TOTAL MIN.	UBICACIÓN	SUBESTACION	ALIMENTADORA
1	2007	1	27		12:00	15:00	180	EEMCA	SUR	S5
2	2007	2	29		11:15	11:20	5	EEMCA	SUR	TODAS

INFORMACIÓN RELACIONADA A LA DESCONEXIÓN

CONSUMIDORES		CARGA EN ALIMENTADORA KVA		Energía NS	VOLTAJE EN LA SUBESTACION KV	
TOTAL	AFFECTADOS	INSTALADA	DESCONECTADA	kW* H	ANTES DESCONEXIÓN.	DESPUÉS DESCONEXIÓN
600	100	1980.	1500	2760	13,8	13,83
9456	9456	4636	4636	23180	13.83	13.95

INFORMACIÓN DE COMPONENTES FALLADOS

INFORMACIÓN TÉCNICA RELACIONADA A LOS COMPONENTES CAUSANTE DE LA DESCONEXIÓN		
CAUSA DE LA DESCONEXIÓN	Tipo de Componente Retirado	Tipo de Componente Entrante
Rama de un árbol sobre línea	Fusible 50K	Fusible 50K
Transformador dañado	Transformador 37.5 KVA	Transformador 50 KVA

ANEXO 13
DATOS DE PLACA DE LOS TRANSFORMADORES DE PODER Y FACTOR DE
UTILIZACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DE CADA
ALIMENTADORA

DATOS DE PLACA DEL TRANSFORMADOR MITSUBISHI

TRANSFORMADOR				
12000/16000 KVA		IEC - 76 (1993)		MODELO CRB
60 HZ		TIPO ACORAZADO		TIPO DE ENFRIAMIENTO ONAN / ONAF
TRIFASICO		CAPACIDAD CONTINUA		
A. T.	69000 V	NIVEL BASICO DE IMPULSO		ACEITE 8300 Ω
	100/ 134 A	A. T. 350 kV	IMPEDANCIA	PESO NUCLEO Y BOBINAS 14300 kgm TANQUE Y ACCESORIOS 7500 kgm ACEITE 7200 kgm TOTAL 29000 kgm NUM. SERIE 9812281106
B. T.	13800 V	B. T. 110 kV		
	502/ 669 A	A 16000 KVA 9.06%		
ALEVACION DE TEMP.		FECHA SEPT. 1998		
ACEITE 55°C	L-SPEC HB61556			
DEVANADOS 60°C				

DATOS DE PLACA DEL TRANSFORMADOR YORKSHIRE

YORKSHIRE ELECTRIC TRANSFORMER CO. LTD. DEWSBURY ENGLAND.			
TRANSFORMER TO BS. 171-1970			
M.V.A.	12/16	TYPE OF COOLING	ONAN / ONAF
VOLTS (NO LOAD)	HV 66000	FRECUENCY	60 HZ
	LV 13800	IMPEDANCE VOLTS	7.78
AMPERES	HV 105/140	OIL (Ltr)	9675
	LV 502/669	WEIGHT OF OIL (kgm)	8415
PHASE	HV 3	CORE & WDGS (kgm)	13100
	LV 3	TOTAL WEIGHT (kgm)	320050
DIAGRAM DRG No.	11H1855	YEAR OF MANUFACTURE	1975
VECTOR SYMBOLS	Yyo	MAKERS SERIAL No.	Y 21921

**FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DE S1
PARA MÁX. CARGA**

Alimentadora S1			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	1.4325	1.0035	70.051
B	1.12	0.8526	76.1278
C	1.1	0.8133	73.9344
TOTAL	3.6525	2.6694	

**FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DE S2
PARA MÁX. CARGA**

Alimentadora S2			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	1.375	1.3052	94.9223
B	1.1975	1.4232	118.8507
C	1.13	1.5806	139.8802
TOTAL	3.7025	4.3091	

**FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DE S3
PARA MÁX. CARGA**

Alimentadora S3			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	1.0525	0.7280	69.1701
B	0.8425	0.8133	96.5316
C	1.1275	0.9379	83.1835
TOTAL	3.0225	2.4792	

**FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE LA S5 PARA MÁX.
CARGA**

Alimentadora S5			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	0.8483	0.1640	19.3282
B	0.6858	0.3476	50.6845
C	0.8483	0.1574	18.5551
TOTAL	2.3825	0.6690	

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE LA B6 PARA MÁX. CARGA

Alimentadora B6			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	2.1067	1.3314	63.20
B	2.2217	1.6462	74.0989
C	2.2942	1.8233	79.4762
TOTAL	6.6225	4.8010	

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE LA B9 PARA MÁX. CARGA

Alimentadora B9			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	1.1325	1.0100	89.1867
B	1.6975	1.5544	91.5706
C	1.75	1.6594	94.82
TOTAL	4.50	4.2238	

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE LA S1 PARA MÍN. CARGA

Alimentadora S1			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	1,4325	0,3804	26,5553
B	1,12	0,3279	29,2799
C	1,1	0,3214	29,216
TOTAL	3,6525	1,0297	

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE LAS2 PARA MÍN. CARGA

Alimentadora S2			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	1.375	0.8789	63.9175
B	1.1975	0.9182	76.6779
C	1.13	1.0166	89.9645
TOTAL	3.7025	2.8137	

**FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE LA S3 PARA MÍN.
CARGA**

Alimentadora S3			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	1.0525	0.3279	31.1577
B	0.8425	0.4066	48.2658
C	1.1275	0.4460	39.5558
TOTAL	3.0225	1.1806	

**FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE LA S5 PARA MÍN.
CARGA**

Alimentadora S5			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	0.8483	0.0656	7.7313
B	0.6858	0.1443	21.0388
C	0.8483	0.0525	6.1850
TOTAL	2.3825	0.2623	

**FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE LA B6 PARA MÍN.
CARGA**

Alimentadora B6			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	2.1067	0.7083	33.6237
B	2.2217	0.7870	35.4258
C	2.2942	0.5706	24.8720
TOTAL	6.6225	2.0660	

**FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES DE LA B9 PARA MÍN.
CARGA**

Alimentadora B9			
FASE	Carga Instalada (MVA)	Carga Real (MVA)	Factor de utilización (%)
A	1.1325	0.6690	50.0717
B	1.6975	0.6887	40.5693
C	1.75	0.6296	35.9791
TOTAL	4.50	1.9873	

ANEXO 14 AJUSTES DE LOS RELÉS ELECTRÓNICOS

AJUSTES DE RELÉS DE PROTECCIÓN DE TIERRA PARA BARRAS A 69KV

	B1 69kV	B2 69kV	B3 69kV
LONG DELAY	1	0,5	(20-80) 20
LONG DELAY TIME	3,5	2	(4- 16) 4
SHORT DELAY	3,5	2	(1-10) 3
SHORT DELAY TIME	0,7	0,6	JBC51E112A
INSTANTANEO	Bloqueado	4	G. E. ESPÑ.
MARCA	WESTINGH.	WESTINGH.	
MODELO	DIGITRIP MV	DIGITRIP MV	

AJUSTES DE RELÉS ABB PARA LA BARRA DE 13.8KV Y ALIM. TRANSF. MITSUBISHI

TRANSFORMADOR DE PODER MITSUBISHI					
RELES 50/51	S1 13.8 kV	S2 13.8 kV	S3 13.8 kV	S4 13.8 kV	S5 13.8 kV
$I>/I_n$	1,95	2,1	1,25	1,20	0,75
$t(k)> [s]$	0,83	0,62	0,67	0,81	0,51
$I>>/I_n$	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
$t>> [s]$	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
$t>>>$	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
$I_o>/I_n$	0,38	0,43	0,38	0,38	0,38
$t_o(k_o)>[s]$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$I_o>>/I_n$	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
$t_o>> [s]$	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1
TIPO	SPAA341C2	SPAA341C2	SPAA341C2	SPAA341C2	SPAA341C2
SERIE	243486	243487	243474	246518	243609

TRANSFORMADORES DE CORRIENTES PARA BARRAS A 69KV

	B1 69kV	B2 69kV	B3 69kV	B4 69kV
CT PROTECC.	300/5	400/5	100/5	250/200/2,89
PRECISIÓN	C-400	10L200	10L200	CL-10
TIPO	BYM	OE-6	OE-6	
MARCA	WESTINGH.	Mc. GRAW E.	Mc. GRAW E.	
CT MEDICION	200/5	200/5	100/5	
PRECISIÓN	C-400	10L200	10L200	
TIPO	BYM	OE-6	OE-6	
MARCA	WESTINGH.	Mc. GRAW E.	Mc. GRAW E.	

AJUSTES DE RELÉS DE PROTECCIÓN DE FASE PARA BARRA Y ALIM. TRANSF. YORKSHIRE

TRANSFORMADOR DE PODER YORKSHIRE				
	B5 - 13,8kV	B6 - 13,8kV	B8 - 13,8kV	B9 - 13,8kV
INSTANTANEO		L	L	L
TAP	150% (50-200)	150% (50-200)	150% (50-200)	150% (50-200)
DIAL	(,1-1,0) ,2	(,1-1,0) ,2	(,1-1,0) ,2	(,1-1,0) ,2
SETTING		1X	2X	2X
MODELO	TJM10	TJM10	TJM10	TJM10
MARCA	REYROLLE	REYROLLE	REYROLLE	REYROLLE

AJUSTES DE RELÉS DE PROTECCIÓN DE TIERRA PARA BARRA Y ALIM. TRANSF. YORKSHIRE

TRANSFORMADOR DE PODER YORKSHIRE				
	B5 13,8kV	B6 13,8kV	B8 13,8kV	B9 13,8kV
TAP	40% (10-40)	40% (10-40)	40% (10-40)	40% (10-40)
DIAL	(,1-1,0) ,3	(,1-1,0) ,21	(,1-1,0) ,25	(,1-1,0) ,2
MODELO	TJM10	TJM10	TJM10	TJM10
MARCA	REYROLLE	REYROLLE	REYROLLE	REYROLLE
SETTING		1X	2X	2X

La siguiente tabla presenta los ajustes de Relés para barras de 13.8kV y alimentadoras de transformador Mitsubishi, $I_{>}/I_n$ es el tap del relé para la protección de fase, $t(k)> [s]$ es el dial del relé para la protección de fase, $I_{>>}/I_n$ es el tap del relé de la unidad instantánea para la protección de fase, $t_{>>} [s]$ es el dial del relé de la unidad instantánea para la protección de fase, $I_{o>}/I_n$ es el tap del relé para la protección de tierra, $t_o(ko)> [s]$ es el dial del relé para la protección de tierra, $I_{o>>}/I_n$ es el tap del relé de la unidad instantánea para la protección de tierra, $t_{o>>} [s]$ es el dial del relé de la unidad instantánea para la protección de tierra.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] The aluminum association, “**Aluminum Electrical Conductor hand Book-first edition**”, páginas 3-23 hasta 3-27.

- [2] ECUATRAN, “**Transformadores monofásicos de distribución folleto**”.

- [3] Cooper Power Systems, “**Power Capacitors**”,
www.cooperpower.com/products/power.

- [4] ABB, “**SPAA 341 C Feeder protection relay**”,
[http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot229.NSF/VerityDisplay/0B4E4528F28936B7C2256A420027F33F/\\$File/spaa341c_brENd.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot229.NSF/VerityDisplay/0B4E4528F28936B7C2256A420027F33F/$File/spaa341c_brENd.pdf).

- [5] ABB, “**SPAJ 140 C Bus protection relay**”,
<http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot235.nsf/VerityDis>

play/84F8A8BA69FFB7FE6525719400390205/\$File/SPAJ140C%20Brochure.pdf.

- [6] Mitsubishi Electric Corporation, “**Cubicle Type Mitsubishi Gas Insulated Substation C – GIS (69kV)**”.
- [7] Mitsubishi Electric Corporation, “**Mitsubishi VPR Type (Model C) Motor Spring Controlled Vacuum Circuit Breaker (13.8kV)**”.
- [8] Oklahoma Corporation Comision, Index of Dependability O.C.C www.occ.state.ok.us/Divisions/PUD/Annual%20Reliabilty%20Report.pdf.
- [9] Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética (CEARE), “**Valor de la Confiabilidad en el Sistema Eléctrico**”, www.ceare.org/investigaciones/vc1f.pdf.