



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica-Eléctrica

**CAUSAS DE AVERÍAS EN ACOMETIDAS ELÉCTRICAS DE EEGSA  
Y PROPUESTAS DE MEJORA.**

**Omar Alfonso Tazen Díaz**

Asesorado por el Ing. Carlos González Monterroso

Guatemala, noviembre de 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CAUSAS DE AVERÍAS EN ACOMETIDAS ELÉCTRICAS DE  
EEGSA Y PROPUESTAS DE MEJORA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**OMAR ALFONSO TAZEN DIAZ**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS GONZÁLEZ MONTERROSO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
EXAMINADOR	Ing. Carlos Fernando Rodas
EXAMINADOR	Ing. Juan Fernando Morales Mazariegos
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### CAUSAS DE AVERÍAS EN ACOMETIDAS ELÉCTRICAS DE EEGSA Y PROPUESTAS DE MEJORA,

tema que me fuera asignado por la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Mecánica-Eléctrica, el 13 de julio de 2007.



OMAR ALFONSO TAZEN DÍAZ

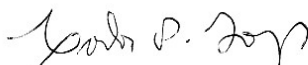
Guatemala, 14 de mayo de 2008

Ing. Otto Andrino  
Coordinador Área Electrotecnia  
Escuela Ing. Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería

Señor Coordinador

Por este medio le informo que he asesorado el trabajo de graduación titulado: **“CAUSAS DE AVERÍAS EN ACOMETIDAS ELÉCTRICAS DE EEGSA Y PROPUESTAS DE MEJORA”**, desarrollado por el estudiante **Omar Alfonso Tazen Díaz**, previo a optar el título de Ingeniero Electricista.

En base a la revisión y corrección de dicho trabajo de graduación, considero que ha alcanzado los objetivos propuestos, por lo que el estudiante y el asesor, nos hacemos responsables del contenido de este trabajo.



Ing. Carlos Alberto González Monterroso  
Colegiado No. 5972  
Asesor

**Carlos Alberto González Monterroso**  
**Ingeniero Electricista**  
**Colegiado. 5972**

DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 4 de octubre de 2008

Señor Director  
Ing. Renato Escobedo  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Señor Director

Me permito dar aprobación al trabajo de graduación titulado: **Causas de Averías en Acometidas Eléctricas de EEGSA y Propuestas de Mejora**, desarrollado por el señor **Omar Alfonso Tazen Díaz**, por considerar que cumple los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



  
Ing. Otto Andriño  
Coordinador Área Electrotecnia

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Voto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante Omar Alfonso Tazen Diaz, titulado: "Causas de Averías en Alumbrados Eléctricos de ELGSA Y Propuestas de Mejora", procede a la autorización del mismo.

Ing. Mario Renato Escobar Martínez

DIRECTOR



GUATEMALA, 9 DE OCTUBRE 2008.

de Guatemala

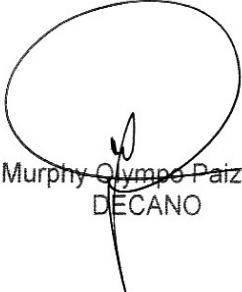


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG. 384.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **CAUSAS DE AVERÍAS EN ACOMETIDAS ELÉCTRICAS DE EEGSA Y PROPUESTAS DE MEJORA**, presentado por el estudiante universitario **Omar Alfonso Tazen Díaz**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Récinos  
DECANO

Guatemala, noviembre de 2008



/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS TODOPODEROSO**

A El sea toda la Gloria y el poder de esta tierra, a su hijo **Jesucristo** por ser nuestro salvador, al **Espíritu Santo** por la sabiduría, a nuestra madre **Virgen Maria**, por su protección e intersección.

### **MIS PADRES**

José Cristóbal y Marta, mi respeto, cariño y admiración, ejemplo vivo de esfuerzo y superación.

### **MIS HERMANOS**

Claudia Lorena, Juan Arístides y Marial Elida Virginia, mi respeto, admiración y sobre todo la paciencia y el apoyo que me brindan.

### **MIS ABUELOS**

Maria Luisa, José Lázaro (D.E.P.) Y Cleotilde Ortiz, por su cariño, amor y el ejemplo de esfuerzo, trabajo y dedicación.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **DIOS**

Por la sabiduría y a la familia que me dio, al se toda la Gloria y el Poder.

### **CRISTOBAL TAZEN**

Por darme la fuerza, darme lo necesario para lograr terminar esta carrera, por su sencillez, honestidad y por ser un modelo de hombre a seguir, mi respeto y admiración.

### **MARTA DIAZ DE TAZEN**

A la mejor madre, por su entrega hacia nosotros, por su belleza, su humildad, todo mi amor.

### **MIS HERMANOS**

Claudia Lorena, Juan Arístides y Maria Elida Virginia, por su cariño, amor, la paciencia que me han tenido y el apoyo que me han brindado.

## **MIS ABUELOS**

Maria Luisa, Lázaro Tazen (D.E.P.) y Cleotilde Ortiz, por brindarme su amor, cariño y apoyo en todo momento.

## **MIS TÍOS Y PRIMOS**

Especialmente a mi tía Trinidad, por darme su apoyo, cariño, a mi tío Alejandro, mis primos: Leonel, Ernesto, Bety, Silvia y Héctor.

## **LA FAMILIA**

### **ALVAREZ HERNANDEZ**

Especialmente a Doña Lupe, por su apoyo, cariño, a Don Luís, Tere, Alicia, Luisa y la pequeña Sofía por darme su apoyo y amistad.

### **ALICIA ALVAREZ**

Por su amor, cariño, su apoyo en todo momento, ayudarme en los momentos mas difíciles de la carrera, a ella mi respeto, amor y admiración.

## **MIS AMIGOS**

Henry Muhum, Moisés Gómez, Carlos López, Carmen Hernández, Selvin Montero, Josué Vásquez, Henry Martínez, David Yax, Luís Sula y Gerver Juárez, por su compañerismo, amistad y apoyo.

**AL INGENIERO**

Y amigo Carlos Rodas, por compartir sus conocimientos, el apoyo en todo momento a la realización de este trabajo de graduación. Por su calidad a su persona e indiscutible capacidad en la rama de la ingeniería eléctrica.

**MI ASESOR**

Ing. Carlos González, por su valiosa colaboración, apoyo y dedicación para la realización de este trabajo de graduación.

**ISAIAS TORIBIO**

Por su amistad, y el apoyo incondicional durante mis estudios.

**MIS FORMADORES**

E.O.R.M “Francisco Marroquín”, al Instituto “Antonio Larrazabal”, Instituto Técnico Industrial, Fundación Familias de Esperanza, mi querida Universidad de San Carlos, a través de la Facultad de Ingeniería.

**EEGSA**

Por su colaboración y la oportunidad de desarrollar este trabajo de graduación.

## INDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XIII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>IXX</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XXI</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>XXIII</b>

### **1 ANTECEDENTES**

1.1 Inicios de la empresa en Guatemala.	1
1.1.1 Historia de la empresa.	1
1.1.2 Situación actual de la empresa.	1
1.1.3 Visión de la empresa.	4
1.1.4 Misión de la empresa.	5
1.1.5 Servicios que ofrece la empresa.	6
1.2 Herramientas de análisis.	6
1.2.1 Diagrama de Pareto.	6
1.2.2 Diagrama de causa-efecto.	7
1.2.3 Confiabilidad en sistemas de distribución.	9
1.2.4 Control de calidad en las acometidas eléctricas.	10
1.2.5 Mantenimiento preventivo.	11
1.2.6 Mantenimiento correctivo.	11
1.2.7 Principios aplicados a la evaluación en equipos.	11
1.2.8 Determinación de la operación de los equipos.	12
1.2.9 Distribución de frecuencia.	13
1.2.10 Métodos de ajuste a una ley matemática.	14
1.2.11 Método de ajuste a una ley probabilística.	15
1.2.12 Distribución binomial.	16

1.2.13 Distribución normal.	16
1.2.14 Distribución de poisson.	17
1.2.15 Distribución multinomial.	18
<b>2 NORMAS DE ACOMETIDAS</b>	
2.1 Conceptos básicos.	21
2.1.1 Incremento de carga.	21
2.1.2 Rotura de precinto.	21
2.1.3 Medidores interiores.	22
2.1.4 Servicio sobre propiedades particulares.	22
2.1.5 Reventa de energía eléctrica.	22
2.2 Rol de las normas de acometidas.	23
2.3 Definiciones y abreviaturas generales.	24
2.3.1 Accesible.	24
2.3.2 Acometida.	25
2.3.3 Ampacidad.	25
2.3.4 Canalización.	25
2.3.5 Capacidad interruptiva.	25
2.3.6 Capacidad nominal del interruptor.	25
2.3.7 Capacidad instalada.	26
2.3.8 Voltaje nominal.	26
2.3.9 Variante de red.	26
2.4 Áreas en que se dividen las normas.	26
2.4.1 Normas generales.	26
2.4.2 Servicios de baja tensión.	27
2.4.3 Tensiones de suministro en baja tensión.	27
2.4.4 Rangos de carga en Kw.	28
2.4.5 Suministro a cargas monofásicas individuales menores de 11 Kw. (10Kva.)	28

<b>3 ANÁLISIS DE FALLAS DE ACOMETIDAS.</b>	<b>35</b>
3.1 Situación actual.	35
3.2 Análisis del problema.	35
3.2.1 Fallas por tipo de acometida domiciliar.	35
3.2.2 Principales problemas.	36
3.2.3 Resultado de fallas por tipo de acometida.	48
3.2.4 Fallas por tipo de acometida y su evolución.	60
3.2.4.1 Análisis por tipo de fallas.	61
3.2.4.2 Análisis por tipo de acometidas.	63
3.2.5 Análisis y resultados de tendencias.	65
3.2.6 Análisis de falla final.	69
3.2.7 Análisis de corto-circuito final.	76
<b>4 PLAN DE ACCIÓN.</b>	<b>77</b>
4.1 Conclusiones de análisis de fallas.	79
4.2 Propuestas de medidas correctivas.	81
4.2.1 Medidas correctivas.	83
4.3 Discusión con jefes de área.	84
<b>5 IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN.</b>	<b>85</b>
5.1 Responsabilidades y responsables.	85
5.2 Implementación de plan de acción.	86
5.2.1 Fase I	86
5.2.2 Fase II	87
5.2.3 Fase III	88

<b>6 SEGUIMIENTO</b>	<b>95</b>
6.1 Análisis de fallas después de las acciones correctivas.	95
6.2 Análisis por averías.	96
6.3 Análisis por tipo de acometidas.	97
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>99</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>101</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>105</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1 Diagrama de pescado.	9
2 Altura de acometidas actual.	31
3 Posición correcta de acometida.	32
4 Detalles de columna para acometida.	32
5 Detalle de acometida residencial con caja cuadrada	33
6 Terminales mal apretadas.	36
7 Cable no adecuado.	36
8 Material no homologado.	37
9 Material no homologado.	37
10 Neutro mal instalado.	38
11 Neutro mal instalado.	38
12 Material no homologado.	39
13 Instalación eléctrica no apropiada.	39
14 Instalación eléctrica no apropiada.	40
15 Instalación eléctrica no apropiada.	40
16 Conector de tierra.	41
17 Cable de tierra.	41
18 Gancho de sujeción.	42
19 Gancho de sujeción.	42
20 Gancho de sujeción.	43
21 Gancho de sujeción.	43
22 Altura de acometidas.	44

23	Altura de acometidas.	44
24	Altura de acometidas.	45
25	Cables flojos.	46
26	Altura de acometidas.	46
27	Humedad en caja RH.	46
28	Fallas por humedad.	47
29	Gráfica sobre fallas comunes.	50
30	Gráfica sobre trabajo de contratistas.	51
31	Gráfica sobre otro tipo de fallas.	52
32	Gráfica sobre electricistas de empresas contratistas.	54
33	Gráfica sobre electricistas autorizados.	55
34	Gráfica sobre fallas comunes.	57
35	Gráfica sobre trabajo de contratistas y electricistas.	58
36	Gráfica fallas electricistas.	59
37	Gráfica de fallas en acometidas.	61
38	Gráfica tipo de acometidas.	63
39	Acoples.	64
40	Acoples mal instalados.	64
41	Acoples en diferentes posiciones.	65
42	Gráfica fallas Escuintla.	66
43	Gráfica fallas Guatemala.	67
44	Gráfica fallas Sacatepequez.	68
45	Gráfica fallas final.	69
46	Gráfica corto-circuito Escuintla.	73
47	Gráfica corto-circuito Guatemala.	74
48	Gráfica corto-circuito Sacatepequez.	75
49	Gráfica análisis final de corto-circuito.	76
50	Diagrama de pescado sobre fallas en acometidas eléctricas.	78
51	Nuevas propuestas para acometidas.	83
52	Nuevas propuestas para altura de acometidas.	84
53	Proceso de solicitud de acometida eléctrica.	87
54	Altura de acometidas.	90

55	No cruce de calle.	91
56	Cruce de calle.	91
57	Columna de concreto adecuado.	92
58	Carga apropiada.	92
59	Caja socket redonda.	93
60	Caja socket cuadrada.	93
61	Altura de acometidas.	94
62	Material homologado.	94
63	Armado de columna.	105
64	Instalación de caja socket.	106
65	Instalación de tubo conduit.	106
66	Instalación de tubería de entrada.	107
67	Columna antes de fundir.	107
68	Columna fundida.	108
69	Columna fundida.	108

## **TABLAS**

I	Porcentaje de fallas por año.	35
II	Análisis de ANOVA de fallas Guatemala.	40
III	Análisis de ANOVA Escuintla.	71
IV	Análisis de ANOVA Sacatepequez.	72
V	Análisis de ANOVA en fallas de corto-circuito.	77
VI	Tipo de acometidas.	97



## LISTA DE SÍMBOLOS

Kw.	Kilovatio o Kilovatios.
MW	Mega Vatio o Mega Vatios.
Kva.	Kilo voltio amperio.
HP	Caballo de fuerza (Horse Power).
V	Voltio o Voltios.
A	Amperio o Amperios.
KV	Kilovoltio o Kilovoltios.



## GLOSARIO

- Conexión a tierra** Conexión efectiva por medio de un cable que conecta el neutro de la red de EEGSA y el de la instalación de usuario, a una varilla de cobre de conexión a tierra.
- Contrato de servicio** Es el convenio celebrado entre EEGSA y el usuario, por medio del cual se comprometen ambas partes a cumplir con las cláusulas necesarias para proporcionar el servicio eléctrico por parte de la distribuidora y remunerar su valor por parte del usuario.
- EEGSA** Se llama así a la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. cuya función es de distribuir energía eléctrica a los usuarios que se lo soliciten.
- Extensión de red** Se llama así a cualquier adición o ampliación de la red existente de la distribuidora.

**Instalación  
de un usuario**

Incluye todos los accesorios de un inmueble, los cuales conforman su red que conduce su energía eléctrica, incluyendo la acometida que es instalada por el mismo usuario, según las especificaciones de la clase de servicio y la norma que le corresponde.

**Interruptor automático**

Es un dispositivo diseñado para abrir un circuito automáticamente cuando la corriente en amperios llega a un nivel determinado según su diseño.

**Líneas de alimentación**

Se refiere a los conductores que se colocan desde la red alimentadora hasta el dispositivo de medición correspondiente.

**Líneas medidas**

Se refiere a los conductores que salen del equipo de medición hacia la carga instalada.



**Medidor**

Aparato o equipo que se usa para medir energía eléctrica, el cual puede ser simplemente consumo en Kwh., o además de ello, Kw. de potencia registrada en el mes y Kva. Según si es necesario para obtener la reactiva que relaciona al factor de potencia de una instalación en un determinado período.

**Medios de conexión  
y desconexión**

Dispositivos utilizados para conectar o desconectar la carga.

**Potencia registrada**

Es el valor de máximo de potencia registrado por un medidor demandó metro durante un período determinado, y se mide en kW.

**Potencia contratada**

Es el valor de la potencia requerida en Kw. por el usuario, de acuerdo a su necesidad.

<b>Precintos</b>	Son los dispositivos de seguridad, que se colocan en los medidores y en los puntos donde EEGSA estime conveniente, para evitar que personas no autorizadas tengan acceso a la parte interior de los mismos, o en ductos que conduzcan conductores con corriente no medida.
<b>Pararrayos secundarios</b>	Son dispositivos que protegen el equipo contra descargas de rayos.
<b>Solicitud de servicio</b>	Es la petición que hace un futuro usuario o su representante legal ante EEGSA, para obtener el suministro de energía eléctrica correspondiente en un inmueble.
<b>Usuario</b>	Persona individual o jurídica que recibe servicio eléctrico de EEGSA, por medio de una acometida correspondiente.
<b>Contactador</b>	Dispositivo electromecánico utilizado para arrancar motores eléctricos.

## RESUMEN

El enfoque del siguiente trabajo es una investigación de causas de fallas, en acometidas eléctricas de la Empresa Eléctrica de Guatemala. Se ha detectado en las estadísticas de averías de EEGSA, durante el año 2005, fallas del 29.34%, para el 2006, fallas del 31.5%, y para el año 2007, fallas del 34.5%, destacándose el cable de acometida roto, seguido del cable de acometida quemado y como tercera causa importante daños o flojedad en conectores. De estos valores, surge la necesidad de investigar en forma profunda las causas concretas de estos daños y así tomar las medidas pertinentes para minimizar dichas averías.

Las fallas en acometidas, constituyen una parte importante de la atención total de las averías de EEGSA. Esto derivado de su gran número, más de 700,000 para el 2007 y de su vulnerabilidad al estar expuesta en la vía pública a distintos factores externos que le pueden averiar, como por ejemplo el contacto con vehículos altos, el lanzamiento intencional de objetos directamente hacia el cable, el daño provocado por la vegetación y de la inclemencias del tiempo, como el viento fuerte, entre otros.

Todos estos datos fueron comprobados en campo, y para ello se realizó distintas visitas a los departamentos de Guatemala, Sacatepequez y Escuintla (a excepción de Nueva Concepción y Tiquisate) y se contó con el apoyo de las empresas contratistas de la Empresa Eléctrica, donde se logró verificar los diferentes procesos que se llevan en las acometidas eléctricas, por ejemplo; conexiones nuevas, emergencias, reconexiones y cortes, así como entrevistas a electricistas autorizados y electricistas de las empresas contratistas.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Identificar las causas que motivan el daño en acometidas, analizar dichas causas tanto por su número e importancia como por la zona geográfica o de la ciudad capital, donde predominan y proponer las soluciones correspondientes para minimizar dicho daño.

### **ESPECÍFICOS**

1. Identificar las causas más importantes en el daño de acometidas en la red de EEGSA.
2. Encontrar una correlación entre las fallas en acometidas y su ubicación geográfica ya sea por municipio o zona de la ciudad, para analizar la influencia de factores externos como tránsito y vegetación.
3. Encontrar una correlación entre las fallas en acometidas y su antigüedad, historial comercial del cliente como morosidad y otras actuaciones comerciales como cambio de medidores.

4. Verificar daños de los materiales ya sea por instalación incorrecta o mala calidad de los mismos y su relación con los contratistas que lo instalarlos de ser posible.
  
5. Obtener una serie de propuestas de mejora para mejorar las prácticas de trabajo, materiales o normativa de acometidas para minimizar el daño en las mismas, modificando si es necesario la normativa vigente.

## **INTRODUCCIÓN**

Este trabajo de investigación es sobre las fallas en acometidas de la Empresa Eléctrica, en los años 2004, 2005, 2006 y 2007, se realizó un estudio para determinar en que falla una acometida nueva, ya que según indicaciones del Centro de Operación e Investigación de la Empresa Eléctrica (COI), existen muchas causas, por ejemplo, caída de acometidas, se queman las bases de las cajas sockets, etc. Se pudo comprobar que aparte de las fallas que el COI tiene conocimientos, se observó que estas causas tienen otros defectos que a lo largo del trabajo de investigación tanto en campo como de escritorio se pudo comprobar para ello se realizó trabajo de campo, en diferentes empresas contratistas de la Empresa Eléctrica, en la cual se pudo constatar las posibles causas y efectos que tiene una avería en una acometida eléctrica

Se tuvo a disposición lo siguiente:

- Datos y estadísticas de EEGSA en cuanto a las averías en acometidas de los años 2005 y 2006.
- Acceso a revisión de materiales retirados durante las reparaciones.

- Acceso a poder verificar en campo los procesos de conexiones nuevas, y reparación de averías.
- Acceso a datos que EEGSA considere necesarios para el correcto desarrollo del trabajo.
- Entrevistas a electricistas que realizan la instalación de una acometida nueva.



# **1 ANTECEDENTES**

## **1.1 Inicios de la empresa en Guatemala.**

### **1894: Primera Sociedad.**

El 10 de octubre de 1894, por medio de un Acuerdo Gubernativo, el Ministerio de Fomento otorgó a don Enrique Neutze una concesión con el objeto de aprovechar las cascadas del Río Michatoya cerca de Palín en el Departamento de Escuintla, para producir electricidad, venderla a domicilio y proporcionar alumbrado público en la Ciudad Capital, Antigua Guatemala, Chimaltenango, Amatitlán, Palín y Escuintla.

El 7 de diciembre de ese mismo año, se constituyó la sociedad anónima Empresa Eléctrica de Guatemala, ante el Notario Manuel Montúfar, siendo los socios fundadores: Enrique Neutze, Herman Hoepfner, Federico Gerlach, Víctor Matheu, Antonio de Aguirre y Juan Francisco Aguirre.

La construcción de la obra eléctrica e hidráulica, estuvo a cargo de la firma alemana Siemens y Halske. Inicialmente se instalaron generadores para producir 1,000 HP de fuerza. En 1916 la demanda que servía consistía en 25,300 focos de 16 bujías y 577 motores y aparatos con un total de 1,560 HP.

### **1.1.1 Historia de la empresa.**

En 1925, la Empresa Eléctrica de Guatemala modificó su razón social a Empresa Guatemalteca de Electricidad, Inc. En 1928, J.M.

Cofiño & Co., que era propietaria de la Empresa Eléctrica de Antigua, negoció el contrato que tenía con el Gobierno de la República, en favor de la Empresa Guatemalteca de Electricidad, Inc.

**1947: Primeras generadoras a vapor.**

En 1947, Empresa Eléctrica puso en operación las dos primeras unidades de vapor en Planta Laguna, en las riberas del Lago de Amatitlán, que en años posteriores tuvo gran desarrollo en generación, ya que fueron instaladas otras unidades de mayor potencia.

En 1967, las propiedades de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. en el área de Palín y Escuintla, conocidas como el Sistema Hidroeléctrico del Río Michatoya, incluyendo las Plantas de Palín, San Luís y El Salto en Escuintla, fueron vendidas al Gobierno de la República, por la suma de US\$3 millones 186 mil 593 con 88 centavos, coincidiendo con la puesta en operación de la Hidroeléctrica de Jurún Marínala por parte del Instituto Nacional de Electrificación, INDE.

**1972: Creación de sociedad mixta.**

El 22 de mayo de 1972 expiró el contrato-concesión de 1922, y el Gobierno de la República, después de casi dos años de negociaciones compró a Boise Cascade Corporation, las acciones que representaban el 91.73 por ciento del capital de la Empresa, por US\$18 millones y con esto EEGSA era parte del estado.

Esta transacción quedó legalizada en el Decreto 21-72 y según Escritura No.223 del 18 de mayo del mismo año.

Pero según el contrato del 9 de mayo de 1923, el Gobierno de la República tenía cinco años más para decidir si autorizaba una nueva concesión a la Empresa Eléctrica, o la daba por terminada totalmente. Esto sucedió el 20 de mayo de 1977, cuando por medio del Acuerdo del Ministerio de Economía, la Empresa fue declarada como sociedad de economía mixta, cuyas acciones quedaron bajo la custodia del Ministerio de Economía.

El 28 de abril de 1983, por medio del Decreto Ley No.42-83, las acciones de la Empresa fueron trasladadas al Instituto Nacional de Electrificación, INDE. En enero de 1995, el INDE trasladó las acciones al Ministerio de Finanzas Públicas, bajo la custodia del Banco de Guatemala. El Ministerio de Finanzas Públicas, se hizo representar como accionista mayoritario de la Empresa por el Ministerio de Energía y Minas.

### **1996: Ley general de electricidad**

En octubre de 1995, la Empresa se acogió voluntariamente a las disposiciones del actual Código de Comercio, y en Asamblea General Extraordinaria de Accionistas del 25 de julio de 1995 se aprobó el aumento de capital en acciones comunes hasta la suma Q220 millones.

La Empresa generaba, transportaba y comercializaba energía eléctrica. Sin embargo, en 1996 el Congreso de la República aprobó la

Ley General de Electricidad y su Reglamento, además de desmonopolizar el sector eléctrico, impide que una misma compañía realice las tres funciones antes mencionadas al mismo tiempo.

### **1.1.2 Situación actual de la empresa.**

Tras la concreción del traspaso de las acciones en manos del Gobierno, al consorcio ganador del Proceso de Capitalización en 1998, se inician grandes esfuerzos para lograr la transformación interna, cuyo objetivo primordial es convertirse en una empresa líder en el servicio final de electricidad a nivel centroamericano, así como prestar este servicio con los más altos estándares de eficiencia y calidad.

### **2000: Transformación tecnológica**

El año 2000 fue denominado como el de la transformación tecnológica. Tras significativas inversiones, la nueva Empresa Eléctrica de Guatemala operada por Iberdrola Energía, S.A. en nombre del consorcio inversor, inicia su actividad empresarial con nuevas plataformas de gestión.

Además, se realizan importantes inversiones en la red de distribución orientadas principalmente hacia los rubros de expansión y renovación de la red eléctrica, distribución en baja tensión, alumbrado público y sistemas de soporte. Estas inversiones, aunadas a un eficaz plan de mantenimiento, permitieron mejorar los índices de calidad del servicio, así como atender de mejor manera las necesidades de los consumidores.

En el 2000 y siguiendo con el proceso de transformación de la compañía, se logra la firma del Pacto Colectivo de Condiciones de Trabajo para el período 1999-2002 entre los representantes del Sindicato de Luz y Fuerza de la República de Guatemala y de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. Este permite renovar el modelo de relaciones laborales, orientado a la mutua confianza, transparencia y respeto a la dignidad de las personas, reconociendo la contribución de sus miembros a la consecución de sus objetivo.

### **1.1.3 Visión de la empresa**

EEGSA no tiene Visión establecida

### **1.1.4 Misión de la empresa**

EEGSA no tiene Misión establecida

### **1.1.5 Servicios que ofrece la empresa.**

Los servicios que ofrece Empresa Eléctrica es la distribución de energía eléctrica en los departamentos de Sacatepequez, Guatemala y Escuintla.

## **1.2 Herramientas de análisis.**

### **1.2.1 Diagrama de Pareto**

El **Diagrama de Pareto** o diagrama ABC, 80-20,70-30, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en un orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues asignar un orden de prioridades.

El diagrama permite llevar a cabo el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los "pocos vitales a la izquierda" y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama parte como una buena herramienta de trabajo que facilita el estudio comparativo de los numerosos procesos que se elaboran en industrias, así como fenómenos naturales que precisen de esta utilidad. Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso el cual podamos denominar lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originadas el 80% de lo efectos.

## **Ventajas**

- Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras, sin ser resueltas.
- Su formato altamente visible proporciona un incentivo para seguir luchando por las mejoras.

### **1.2.2 Diagrama de causa-efecto.**

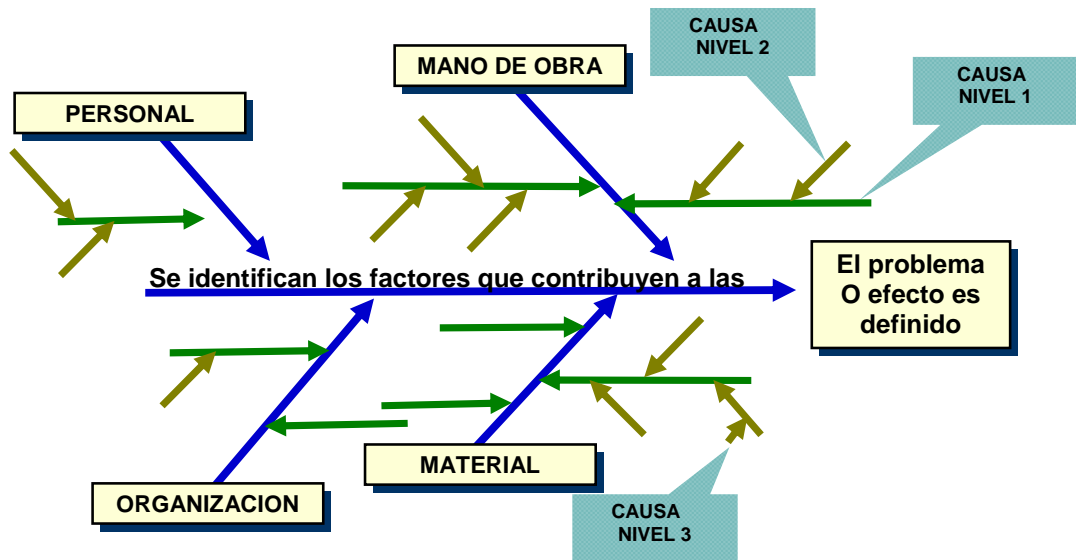
El Diagrama de Ishikawa, también llamado **diagrama** de causa-efecto, es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como es la calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el ingeniero japonés Dr.Kaoru Ishikawa en el año 1953. Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pescado, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la salud, calidad de productos y servicios, fenómenos sociales, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas -como las espinas de un pez- que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. Cada grupo formado por una posible causa primaria y las causas secundarias que se le relacionan forman un grupo de causas con naturaleza común. Este tipo de herramienta permite un análisis participativo mediante grupos de mejora o grupos de análisis, que mediante técnicas como por ejemplo la lluvia de ideas, sesiones de creatividad, y otras, facilita un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema, con lo que puede ser posible la solución del mismo.

La primera parte de este Diagrama muestra todas aquellos posibles factores que puedan estar originando alguno de los problemas que tenemos, la segunda fase luego de la tormenta de ideas es la ponderación o valoración de estos factores a fin de centralizarse específicamente sobre los problemas principales, esta ponderación puede realizarse ya sea por la experiencia de quienes participan o por investigaciones y que sustenten el valor asignado



Figura 1. Diagrama de Causa-Efecto



Fuente: La Productividad en el Mantenimiento Industrial.

### 1.2.3 Confiabilidad en sistemas de distribución.

La dependencia cada vez mayor de todas las actividades humanas del suministro de energía eléctrica ha traído como consecuencia que la continuidad y calidad del servicio sea más exigente hacia la Empresa Eléctrica por los usuarios en todos los niveles de tensión ofrecidos; sin embargo, sólo hasta décadas recientes del modelado y evaluación de la confiabilidad en los sistemas de distribución, ha recibido el mismo interés que se le ha dado en los

sistemas de potencia. La razón principal de estas situaciones radica que tanto las centrales eléctricas como las líneas de transmisión representan cantidades mucho mayores en cuanto a inversión inicial, que las de un sistemas de distribución, y una falla en ellas significa en muchas ocasiones situaciones catastróficas debido a la energía tan grande que generan y transportan.

La calidad del servicio eléctrico se define como la capacidad del sistema para proporcionar, dentro de los límites establecidos, un suministro aceptable; las variables que se deben tomar en cuenta para su evaluación son:

- Tensión
- Frecuencia
- Forma de onda
- Relación entre fases
- Confiabilidad

De éstas, los disturbios más comunes y que más afectan a los usuarios son la tensión y las interrupciones, las cuales ocurren en la mayoría de sistemas de distribución.

#### **1.2.4 Control de calidad en las acometidas eléctricas.**

El control de calidad en las acometidas eléctricas es una de las principales preocupaciones y objetivos; por lo tanto, se debe fijar los niveles de confiabilidad relacionadas con los usuarios que debe atender y así mejorar el servicio.

### **1.2.5 mantenimiento preventivo.**

Todos los trabajos y programas de mantenimiento preventivo serán indispensables para conservar y operar el sistema en forma adecuada y, por ende, respetar los niveles de continuidad establecidos

### **1.2.6 Mantenimiento correctivo.**

Como se mencionó anteriormente, el sistema de distribución se encuentra sujeto por su naturaleza a muchas causas de falla; sin embargo, una rápida y adecuada atención y reparación cuando esto suceda redundará en la calidad del servicio.

La calidad en el suministro de energía eléctrica ofrecido por una empresa no podrá mantenerse dentro de los límites ofrecidos sin considerar estas dos variables o funciones en conjunto, es decir, como componentes de un sistema global y no individualmente, debiendo tener en cuenta siempre que la calidad deberá comprender desde el proyecto hasta el servicio y atención prestados a los usuarios

### **1.2.7 Principios estadísticos aplicados a la evaluación de equipos.**

La aplicación de técnicas estadísticas en la evaluación de la operación de los equipos eléctricos juega un papel importante para obtener conclusiones sobre su comportamiento, una vez instalados en las redes de distribución: analizando estos factores es posible establecer la vida útil de cada uno de ellos, y por tanto aplicar programas de mantenimiento preventivo que ayuden a mejorar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios, tanto industriales como residenciales.

El control de calidad de los equipos reviste importancia fundamental en la garantía de continuidad o confiabilidad de los sistemas. Por tanto, es necesario mantener un control rígido y sistemático en las inspecciones y recepción de los mismos.

La calidad en la ejecución de un buen diseño y correcta especificaciones de los equipos que se utilizarán dependerá de la observancia estricta de las normas aplicadas, y, en consecuencia, la confiabilidad del sistema será directamente proporcional a la calidad de los equipos y materiales y a su adecuada instalación y mantenimiento. Por esto, el control en su recuperación y la evaluación a su desempeño durante la operación son de suma importancia.

El conocimiento de las características de los equipos es fundamental para realizar una adecuada

- Inspección en la instalación en acometida eléctrica.
- Prueba de calidad en acometidas eléctricas.
- Instalación y operación normal en emergencias.

### **1.2.8 Determinación de la operación de los equipos.**

En los sistemas de distribución actuales se puede encontrar una gran cantidad y diversidad de equipos y materiales, que representan en sí un porcentaje considerable en la inversión de un sistema eléctrico.

Las fallas y mantenimiento de éstos son proporcionales a las cantidades existentes, significando erogaciones importantes en los presupuestos de las compañías. Este gasto puede aumentar considerablemente si uno o más equipos fallan por arriba de las tasas de falla establecidas para ellos. Generalmente se tienen listados mensuales de causas de fallas. Sin embargo esta información por sí sola no es de utilidad si no se emplean los conocimientos del análisis estadístico para su correcta interpretación.

Una ventaja del análisis estadístico es que permite un estudio o análisis con sólo un conjunto de los elementos seleccionados aleatoriamente. En esta parte se llama Muestra. Sobre esta muestra de tamaño reducido es posible establecer datos sobre uno o más aspectos de operación del equipo que se desea estudiar; si, por ejemplo, existe interés en determinar la vida útil o duración de un dispositivo, se deberá determinar a través de los elementos de la estadística la ley que rige su duración, es decir, llevar los datos de la muestra a un modelo teórico, el cual por inferencia estadística determinarán el comportamiento de todo un conjunto mediante una muestra reducida.

#### **1.2.9 Distribución de frecuencia.**

Se mencionó anteriormente que el control de calidad existe debido a la variación de las características que todos los productos manufacturados tienen. Es conocido el hecho de que las características de operación de un apartarayo idénticos; este es el caso de todos los equipos que se instalan en un circuito eléctrico. Los procedimientos de control estático de calidad permiten que se concentre la atención más que en un elemento individual en todo el proceso de fabricación de un conjunto de estos dispositivos.

### 1.2.10 Métodos de ajuste a una ley matemática.

El método que se emplea para ajustar una curva a partir de los datos observados se denomina método de mínimos cuadrados.

La curva que mejor se ajuste o representa estos datos será una curva cuya distancia  $(D1 + D2 + D3 + D4 + \dots + Dn)$  sea un mínimo. Para neutralizar la influencia de los valores de desvío negativo, cuando se toma como referencia la media se usa el cuadrado de los desvíos; por esto se llama método de mínimo cuadrados y parábola de mínimo cuadrado. Así, es una recta será recta de mínimo cuadrados y parábola de mínimos cuadrados. Se puede expresar así:

$$(D1)^2 + (D2)^2 + (D3)^2 + (D4)^2 + \dots + (Dn)^2$$

En algunos casos es factible que se confundan dos o más curvas si éstas se encuentran muy próximas.

Para la selección de la mejor curva ajustada existe el criterio de la línea de regresión del mínimo cuadrado, que consiste en obtener las ecuaciones normales de la ecuación inversa, es decir, si la ecuación del mínimo cuadrado fuera  $Y=f(x)$ , la ecuación de la línea de regresión del mínimo cuadrado será  $Y=f(y)$ . Si todos los puntos estuviesen en la curva ajustada, también estarán en la de su curva de regresión.

Cuanto más alejados se encuentren los puntos menos ajustada estará la curva. De esto ha surgido el concepto de correlación o coeficiente de correlación  $r$ , será óptimo cuando  $r = +1$ , siendo un ajuste deficiente cuanto más se aleje de  $+1$ , variando de  $-1 < r < +1$ .

### 1.2.11 Método de ajuste a una ley probabilística.

Existen métodos muy precisos desarrollados por la teoría probabilística, que pueden ser aplicados para ajustar las curvas de comportamiento o desempeño en operación de equipos eléctricos empleados en los sistemas de distribución. Por tanto, el control de calidad requiere el empleo de estas herramientas.

$$\sum xy = (\bar{Y} - b\bar{X})\sum x + b\sum x^2$$

$$b\sum x^2 = \sum xy - (\bar{Y} - b\bar{X})\sum x$$

$$b\sum x^2 = \sum xy - \bar{Y}\sum x + b\bar{X}\sum x$$

$$b\sum x^2 = \sum xy - \frac{n\bar{Y}\sum x}{n} + \frac{nb\bar{X}\sum x}{n}$$

$$b\sum x^2 = \sum xy - n\bar{Y}\bar{X} + nb\bar{X}^2$$

$$b\sum x^2 - nb\bar{X}^2 = \sum xy - n\bar{Y}\bar{X}$$

$$b(\sum x^2 - n\bar{X}^2) = \sum xy - n\bar{Y}\bar{X}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{Y}\bar{X}}{\sum x^2 - n\bar{X}^2}$$

### 1.2.12 Distribución binomial.

Si  $P$  es la probabilidad de ocurrencia de un suceso en un solo ensayo (probabilidad de éxito) y  $q=1-p$  es la probabilidad de que el suceso no ocurra en un solo ensayo (probabilidad de fallo), entonces la probabilidad que el suceso se presente exactamente  $X$  veces en  $N$  ensayos, es decir,  $X$  veces en  $N$  ensayos, es decir,  $X$  éxitos y  $(N-X)$  fallas, será.

$$p(X = r) = \binom{n}{r} p^r (1 - p)^{n-r}$$

### 1.2.13 Distribución normal.

Esta distribución es frecuentemente utilizada en las aplicaciones estadísticas. Su propio nombre indica su extendida utilización, justificada por la frecuencia o normalidad con la que ciertos fenómenos tienden a parecerse en su comportamiento a esta distribución, muchas variables aleatorias continuas presentan una función de densidad cuya gráfica tiene forma de campana.

En otras ocasiones, al considerar distribuciones binomiales, tipo  $B(n, p)$ , para un mismo valor de  $p$  y valores de  $n$  cada vez mayores, se ve que sus polígonos de frecuencias se aproximan a una curva en "forma de campana". En resumen, la importancia de la distribución normal se debe principalmente a que hay muchas variables asociadas a fenómenos naturales que siguen el modelo de la normal.

- Caracteres morfológicos de individuos (personas, animales, plantas,...) de una especie,  $p$ . Ej. Tallas, pesos, envergaduras, diámetros, perímetros...



- Caracteres fisiológicos, por ejemplo; efecto de una misma dosis de un fármaco, o de una misma cantidad de abono.
- Caracteres sociológicos, por ejemplo: consumo de cierto producto por un mismo grupo de individuos, puntuaciones de examen.
- Y en general cualquier característica que se obtenga como suma de muchos factores.

#### **1.2.14 Distribución de Poisson.**

Una variable de tipo poisson cuenta, éxitos (es decir, objetos de un tipo determinado) que ocurren en una región del espacio o del tiempo.

El experimento que la genera debe cumplir las siguientes condiciones:

1. El número de éxitos que ocurren en cada región del tiempo o del espacio es independiente de lo que ocurra en cualquier otro tiempo o espacio disjunto del anterior.
2. La probabilidad de un éxito en un tiempo o espacio pequeño es proporcional al tamaño de este y no depende de lo que ocurra fuera de él.
3. La probabilidad de encontrar uno o más ,éxitos en una región del tiempo o del espacio tiende a cero a medida que se reducen las dimensiones de la región en estudio.

Como consecuencia de estas condiciones, las variables Poisson típicas son variables en las que se cuentan sucesos raros.

La función de probabilidad de una variable Poisson es:

$$p(x,\lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad x = 0, 1, \dots, \infty, \quad e = 2,71828\dots$$

El parámetro de la distribución es  $\lambda$  que es igual a la media y a la varianza de la variable.

### 1.2.15 Distribución multinomial.

La distribución multinomial es esencialmente igual a la binomial con la única diferencia de que cada prueba tiene más de dos posibles resultados mutuamente excluyentes.

Si tenemos K resultados posibles ( $E_i$ ,  $i = 1, \dots, K$ ) con probabilidades fijas ( $p_i$ ,  $i = 1, \dots, K$ ), la variable que La función de probabilidad de una variable Poisson es:

$$p(x,\lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad x = 0, 1, \dots, \infty, \quad e = 2,71828\dots$$

El parámetro de la distribución es  $\lambda$  que es igual a la media y a la varianza de la variable.

La distribución multinomial es esencialmente igual a la binomial con la única diferencia de que cada prueba tiene más de dos posibles resultados mutuamente excluyentes.

Si tenemos K resultados posibles ( $E_i$ ,  $i = 1, \dots, K$ ) con probabilidades fijas ( $p_i$ ,  $i = 1, \dots, K$ ), la variable que expresa el número de resultados de cada tipo obtenidos en n pruebas independientes tiene distribución multinomial.

Resultados	Número de ocurrencias en n pruebas	Probabil
$E_1$	$x_1$	$p_1$
$E_2$	$x_2$	$p_2$
...	...	...
$E_K$	$x_K$	$p_K$
Total	$\sum_{i=1}^n x_i = n$	$\sum_{i=1}^n p_i =$

La probabilidad de obtener  $x_1$  resultados  $E_1$ ,  $x_2$  resultados  $E_2$ , etc. se representa como:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_K, p_1, p_2, \dots, p_K) = \binom{n}{x_1, x_2, \dots, x_K} \cdot p_1^{x_1} \cdot p_2^{x_2} \cdot \dots \cdot p_K^{x_K} = \frac{n!}{x_1! x_2! \dots x_K!} \cdot p_1^{x_1} \cdot p_2^{x_2} \cdot \dots \cdot p_K^{x_K}$$



## **2. NORMAS DE ACOMETIDAS ELÉCTRICAS**

### **2.1 Conceptos básicos.**

Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A hace las siguientes recomendaciones generales a todos los usuarios de las normas de acometidas aprobadas por la COMISION NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA (CNEE), y los diferentes procedimientos descritos en las secciones adjuntas del MANUAL TÉCNICO DE SERVICIO.

#### **2.1.1 Incremento de carga**

Todo incremento de carga en las instalaciones del consumidor deberá ser reportado a EEGSA.

EEGSA se reserva el derecho de exigir al consumidor que haga los cambios necesarios en su acometida para continuar con su servicio eléctrico.

#### **2.1.2 Rotura de precinto**

La rotura de los precintos sin la autorización de EEGSA se sancionará y penalizará de acuerdo al reglamento de Prestación de Servicio de Energía Eléctrica de EEGSA (Acuerdo Gubernativo 18-91)

### **2.1.3 Medidores interiores**

De acuerdo a las normas de acometidas aprobadas por CNEE el interesado deberá dar mantenimiento a las instalaciones de su propiedad con la excepción del o los equipos de medición.

Cualquier trabajo que deba realizar con relación a los equipos de medición, deberá solicitar permiso y autorización a EEGSA.

### **2.1.4 Servicio sobre propiedades particulares**

Se recomienda que toda línea de servicio eléctrico sea esta de media o baja tensión no pase por propiedades particulares para evitar los permisos de servidumbres de paso respectivas.

### **2.1.5 Reventa de energía eléctrica**

La reventa de energía eléctrica por parte de un usuario particular no es permitida por las razones siguientes:

- Para vender energía eléctrica, la persona deberá estar registrada como distribuidor de energía eléctrica de acuerdo a lo estipulado en la Ley General de Electricidad.
- Si se determina que una persona revende energía eléctrica y no es distribuidor autorizado por la Comisión Nacional de Energía, EEGSA se reserva el derecho de suspender el servicio.

## **2.2 Rol de las normas de acometidas.**

En observancia del Marco Regulatorio vigente, es necesario elaborar las guías técnicas que definan y regulen las instalaciones para el suministro del servicio de energía eléctrica a los usuarios finales y grandes usuarios de EEGSA, quienes son los que utilizan sus instalaciones para disponer de la energía eléctrica, así como las obligaciones de cada una de las partes, entiéndase EEGSA, y Clientes Solicitantes para dicho suministro.

Se espera que la guía técnica presentada sea considerada como la mejor manera para el cumplimiento para la construcción o ampliación de acometidas eléctricas en el área de servicio de EEGSA, la cual podrá ser ampliada o revisada cuando la experiencia en su aplicación o el desarrollo tecnológico lo aconsejen.

Con la presente guía técnica se trata de definir y regular las características técnicas de las nuevas instalaciones o ampliaciones que han de conectarse a la red de EEGSA con el propósito de conciliar y armonizar aspectos de construcción y operación de la prestación del servicio, dentro del área de responsabilidad de cada parte, distribuidor y usuario.

Además, es necesario facilitar el trabajo de contratistas, electricistas, ingenieros, constructores y todos aquellos que estén involucrados con aspectos relacionados con el suministro de energía eléctrica y garantizar la seguridad de las personas y las instalaciones que utilizarán todo dispositivo relacionado.

Se espera mejorar la calidad del servicio con el uso de materiales que formen parte de la normativa de EEGSA, aprobada por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica o que cumplan con las normas reconocidas en el ámbito nacional e internacional y con la normalización de instalaciones.

## **2.3 Definiciones y abreviaturas generales.**

Para la mejor comprensión de los conceptos que se utilizan, se ha llevado a cabo el desarrollo de las definiciones que a cada uno corresponden, tratando de esta manera, expresar con claridad los conceptos del presente manual y a la vez, buscar la mejor apreciación de los puntos de vista de la ley y de EEGSA como distribuidora.

### **2.3.1 Accesible**

Capaz de ser alcanzado rápidamente desde la vía pública para reparación, reposición o inspección, sin estar confinado por puertas con llave, elevaciones u otros medios para aproximarse; que no se necesite quitar obstáculos o recurrir a subirse en escaleras, sillas etc.



### **2.3.2 Acometida**

Conjunto de componentes utilizados para transportar la energía eléctrica, desde las líneas de distribución de EEGSA a la instalación eléctrica del inmueble servido.

### **2.3.3 Ampacidad**

Se refiere a la capacidad de conducción de los conductores, expresada en amperios.

### **2.3.4 Canalización**

Conjunto de ductos o tubos por donde se hacen pasar los conductores, con el fin de protegerlos mecánicamente y evitar el contacto directo con personal no calificado con los mismos.

### **2.3.5 Capacidad Interruptiva**

Es la máxima corriente de corto circuito que se puede interrumpir a voltaje nominal, en un interruptor, sin daños en su estructura.

### **2.3.6 Capacidad nominal de un interruptor**

Es la máxima corriente en amperios que puede soportar constantemente un interruptor si dañarse.

### **2.3.7 Capacidad instalada**

Es la suma de la capacidad nominal en Kva. De todo el equipo eléctrico que se conectará a la acometida.

### **2.3.8 Voltaje nominal**

Es el valor asignado a la magnitud del voltaje de un sistema con el fin de clasificarlo. Por ejemplo 120 / 240 / 480, voltios etc. El voltaje medido podrá variar del valor nominal en un rango que permita la operación satisfactoria del equipo.

### **2.3.9 Variante de red**

Es cualquier modificación a la red existente de EEGSA.

## **2.4 Áreas en que se dividen las normas.**

### **2.4.1 Normas generales.**

Empresa Eléctrica de Guatemala, a través de la información que el futuro usuario del suministro de energía eléctrica pueda proporcionarle, tiene la obligación de orientarle de la mejor manera posible para llevar a cabo las acciones y trámites que son requeridos para obtener dicho suministro.

Adicionalmente, es posible consultar asuntos relacionados con un servicio posteriormente luego de su contratación, ya que se reconoce que pueden llevarse a cabo peticiones específicas de un servicio ya activo.

#### **2.4.2 Servicios de baja tensión**

En la presente sección se tiene por objeto definir los requisitos constructivos que cumplirá la persona que solicite un servicio nuevo en baja tensión, a través de la correspondiente red de baja tensión propiedad de EEGSA.

Estos requisitos son aplicables para todos los nuevos servicios cuya tensión de suministro sea menor a 1000 Voltios, monofásicos o trifásicos así como las siguientes características:

#### **2.4.3 Tensiones de suministro en baja tensión:**

Las tensiones que EEGSA proporcionará son:

- 120/240 Voltios 1 fase 3 conductores
- 120/240 Voltios 3 fases 4 conductores
- 240/480 Voltios 3 fases 4 conductores
- 120/208 Voltios 1 fases 3 conductores (panel de medidores)
- 120/208 Voltios 3 fases 4 conductores
- Otros que se consultan directamente a la EEGSA S.A.

#### **2.4.4 Rangos de cargas en Kw.**

- Carga monofásica individual menor de 11 Kw.
- Carga monofásica individual entre 12kw. Y 48 Kw.
- Carga trifásica individual mayor a 11 Kw. y hasta 70 Kw.
  
- Carga trifásica individual mayor a 70 Kw. y hasta 225 Kw.
- Carga trifásica individual mayor a 225 Kw. Y menor a 500 Kw.
- Suministro a varios consumidores (edificios, centros comerciales, etc.)
- Suministro a lotificaciones

#### **2.4.5 Suministro a cargas monofásicas individuales menores de 11 kw. (10 Kva.)**

Los requisitos constructivos generales para el suministro de servicio a cargas monofásicas individuales menores de 11kw. Son los siguientes:

2.4.5.1. La tensión de suministro es 120/240 voltios, monofásico, 3 conductores

2.4.5.2. EEGSA suministrará e instalará postes, líneas, el centro de transformación, cableado de la acometida hasta el medidor y el medidor, siempre y cuando se encuentre dentro de la franja obligatoria de 200 m.

2.4.5.3. La acometida tiene que estar colocada en la propiedad que sirve y para la cual fue solicitado el servicio.

2.4.5.4. La caja del medidor debe localizarse en el límite de la propiedad privada y la propiedad pública, de forma tal que el frente del medidor quede hacia la vía pública. No se permitirá la instalación de medidores en posición lateral.

2.4.5.5. La caja socket se instalará a una altura de 2.70 metros  $\pm$  10 centímetros, medidos del nivel de la acera a la parte superior de la caja, con el frente hacia la vía pública.

2.4.5.6. El tubo de acometida a instalar es Conduit galvanizado 1¼" de diámetro de una sola pieza; sin uniones, coplas, soldaduras o registros intermedios. En el extremo del tubo, por donde se introducen los cables de la acometida, es necesario colocar un accesorio de entrada.

2.4.5.7. El gancho de soporte para recibir el cable de acometida se colocará a una altura de 4.50 m ya sea que el cable de acometida cruce la calle o no. Éste gancho de acometida tiene que orientarse de manera tal, que el cable de acometida no pase por propiedad privada, y dirigido hacia el poste de la red de distribución de energía de EEGSA, más cercano.

2.4.5.8. La distancia desde el poste de distribución de energía de EEGSA hasta el soporte del cable de acometida será de un máximo de 40 m.

2.4.5.9. La caja del medidor debe localizarse en el límite de la propiedad privada y la propiedad pública, de forma tal que el frente del

2.4.5.10. Medidor quede hacia la vía pública. No se permitirá la instalación de medidores en posición lateral.

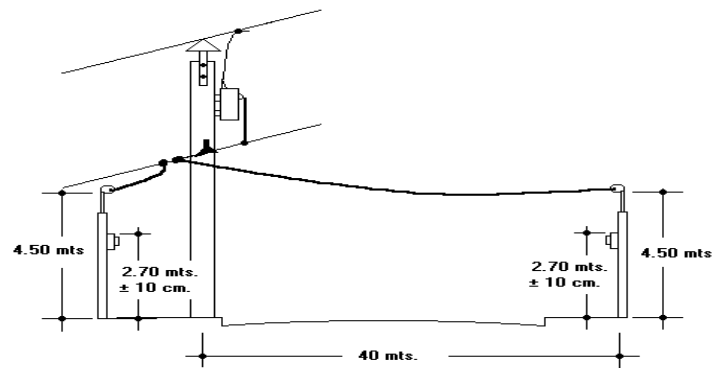
2.4.5.11. La caja socket se instalará a una altura de 2.70 metros  $\pm$  10 centímetros, medidos del nivel de la acera a la parte superior de la caja, con el frente hacia la vía pública.

2.4.5.12. El tubo de acometida a instalar es Conduit galvanizado 1¼" de diámetro de una sola pieza; sin uniones, coplas, soldaduras o registros intermedios. En el extremo del tubo, por donde se introducen los cables de la acometida, es necesario colocar un accesorio de entrada.

2.4.5.13. El gancho de soporte para recibir el cable de acometida se colocará a una altura de 4.50 m ya sea que el cable de acometida cruce la calle o no. Éste gancho de acometida tiene que orientarse de manera tal, que el cable de acometida no pase por propiedad privada, y dirigido hacia el poste de la red de distribución de energía de EEGSA, más cercano.

2.4.5.14 La distancia desde el poste de distribución de energía de EEGSA hasta el soporte del cable de acometida será de un máximo de 40 m.

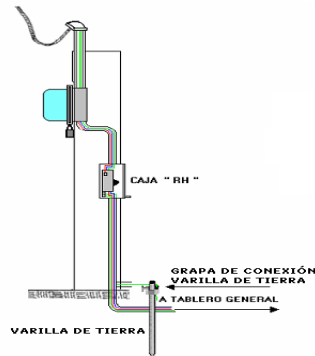
**Figura 2. Altura de acometidas actual**



**Fuente: Normas de acometidas actuales.**

2.4.5.15. El neutro de la instalación irá conectado sólidamente a tierra por medio de una varilla Copperweld de 5/8" x 8' en la caja (No debe conectarse a la caja socket Si la distancia entre el medidor y el tablero de distribución de carga es mayor a 10 metros, el interruptor principal instalado en la caja tipo RH debe estar ubicado de acuerdo a la figura 3. Si es menor de 10 metros puede instalarse en cualquier punto entre el medidor y el tablero. Siempre respetando el 1.70 metros de altura. La acometida y sus accesorios se instalarán preferentemente en una columna de concreto armado de 20 cm. X 20 cm. con 4 varillas de hierro de diámetro mínimo de 3/8 de pulgada con sus estribos y amarres respectivos según se observa.

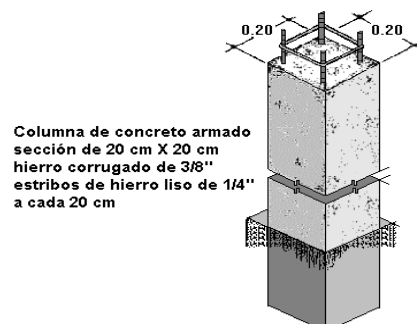
**Figura 3. Posición correcta de acometida.**



**Fuente: Normas de acometidas de EEGSA**

**Figura 4. Detalle de columna para acometida.**

DETALLES DE COLUMNA PARA ACOMETIDA

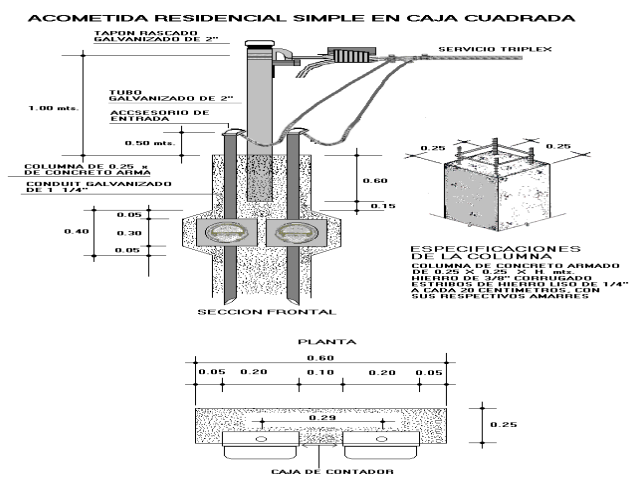


**Fuente: Normas de Acometidas de EEGSA.**



2.4.5.16. En casas tipo dúplex se puede utilizar una columna medianera para instalar las cajas de los contadores, siempre viendo hacia la vía pública.

**Figura 5. Detalle de acometida con caja cuadrada**



**Fuente: Normas de acometidas de EEGSA**

La acometida del servicio podrá ser aérea o subterránea.



### 3 ANÁLISIS DEL FALLAS DE ACOMETIDAS

#### 3.1 Situación actual.

Se ha detectado en las estadísticas de averías de EEGSA durante el año 2005 fallas de 29.34%, para el 2006 fallas de 31.5%, y para el 2007 fallas de 34.5%, destacándose el cable de acometida roto, seguido del cable de acometida quemado y como tercera causa importantes daños o flojedad en conectores. De estos valores, surge la necesidad de investigar en forma profunda las causas concretas de estos daños y así tomar las medidas pertinentes para minimizar dichas averías

**Tabla I. Porcentaje de fallas por año**

Fallas anuales	Año
29.34 %	2005
31.5 %	2006
34.5 %	2007

#### 3.2 Análisis del problema.

##### 3.2.1 Fallas por tipo de acometida domiciliar

Una de las principales fallas, se debe a la mala instalación de materiales de mala calidad, destacándose el uso de cajas no homologadas por EEGSA, obviando de esta manera el uso de cajas socket redonda de marcas homologadas, en muchos casos se pudo comprobar que las normas de acometidas no se cumplen, y debido a ello las fallas se incrementan año con año, siendo el más afectado el usuario directamente y después la Empresa Eléctrica.

### 3.2.2 Principales problemas.

**Figura 6. Terminales mal apretadas.**



- Aquí se uso cable No .8
- Terminales mal apretadas.

**Figura 7. Cable no adecuado.**



- Se puede observar que los cables principales son No. 12, aparte que también las terminales estaban mal apretados.
- Mala calidad de los materiales.
- No se cumple las normas.

**Figura 8. Material no homologado.**



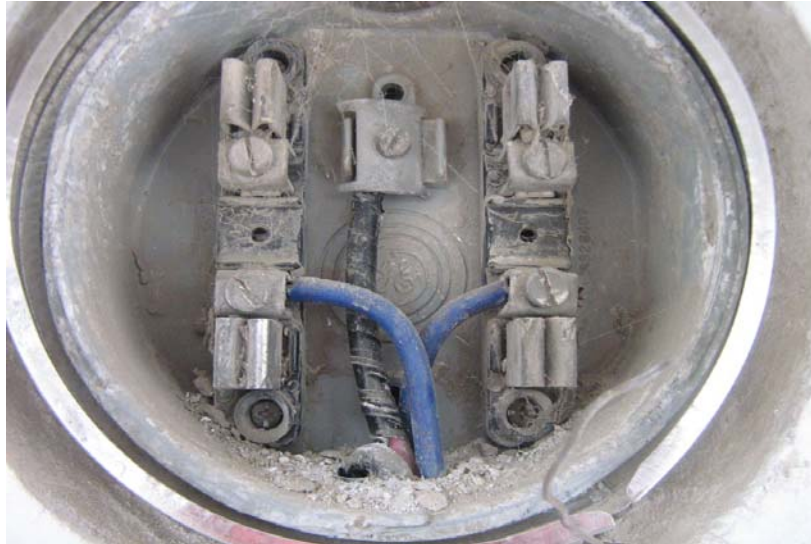
- Cajas socket no apropiadas (clavijas de mala calidad, tornillo neutral de mala calidad).

**Figura 9. Material no homologado.**



- Es caja socket no es homologada.

**Figura 10. Neutro mal instalado**



- Según normas no se puede conectar el cable de la varilla de cobre directamente a la caja socket.

**Figura 11. Neutro mal instalado**



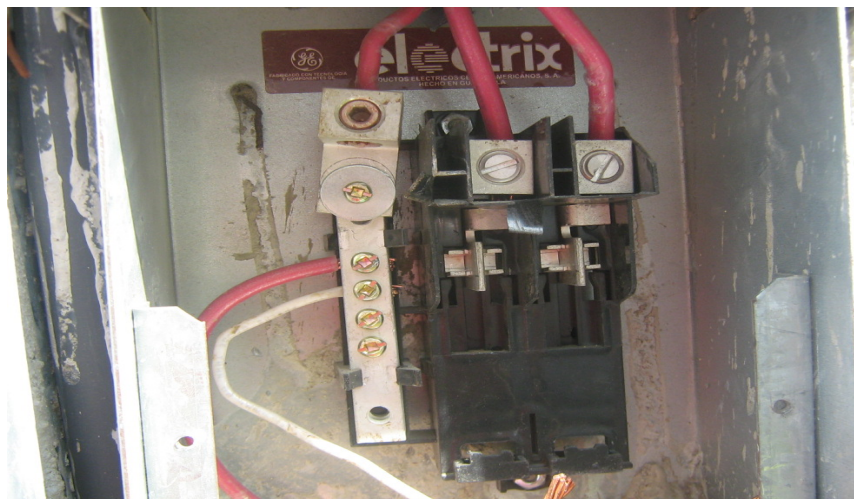
- El neutro se quema cuando esta mal instalado y se rompe fácilmente.

**Figura 12. Material no homologado.**



- El tornillo de neutral es de mala calidad, ahí se originan fallas.

**Figura 13. Instalación eléctrica no apropiada.**



- Mala instalación eléctrica en la caja RH.
- No tiene flippon principal.

**Figura 14. Instalación eléctrica no apropiada.**



- Cables no adecuados para una acometida (usaron cable No.8 y la carga no es declarada de acuerdo a la su capacidad)

**Figura 15. Instalación eléctrica no apropiada.**



- A pesar que la instalación no tiene las condiciones (falta flippon, terminales no conectadas), apropiadas, la acometida fue instalada.



**Figura 16. Conector de tierra.**



- Cable para varilla de cobre no adecuado (cable No. 12).
- Mal apretada la mordaza a la varilla.

**Figura 17. Cable de tierra.**



- El cable no es apropiado para la varilla de tierra, es un conductor calibre No. 12.

**Figura 18. Gancho de sujeción.**



- Mala calidad del gancho de sujeción.

**Figura 19. Gancho de sujeción.**



- Mala calidad del gancho de sujeción.

**Figura 20. Gancho de sujeción.**



- Mala calidad del gancho de sujeción, actualmente tienen que colocarle un alambre de amarre para que entre en el gancho de sujeción.

**Figura 21. Gancho de sujeción.**



- Debido a que el gancho de sujeción es de mala calidad, no logra tensar bien el cable de la acometida.

**Figura 22. Altura de acometidas.**



- Por la altura se puede caer el cable de acometida.

**Figura 23. Altura de acometidas.**



- Altura de las acometidas no apropiada.

**Figura 24. Altura de acometidas.**



- Altura de acometidas. (Esta es una calle principal y pasan muchos camiones) tiende ha caerse.

**Figura 25. Cables flojos.**



- Cables de acometidas flojos.

**Figura 26 Altura de acometidas**



- Es una calle donde el paso de tráfico es fluido.

**Figura 27. Humedad en caja RH.**



- Fallas por humedad.

**Figura 28. Fallas por humedad.**



- Caja RH totalmente expuesta a la humedad. En este caso fallo el neutral.

### **3.2.3 Resultado de fallas por tipo de acometida.**

#### **a) Fallas según los electricistas autorizados.**

Según opinión de varios electricistas autorizados entre las fallas más comunes en las acometidas se encuentran.

1. La mala calidad de cajas socket redondas (marca no homologada), el usuario la prefiere porque es más económico.
2. Altura de las acometidas. (se rompen por el paso de camiones la mayoría de los casos).
3. La mala calidad de las cajas socket, hace que las clavijas de internas, no se puedan asegurar bien.
4. El neutral, al no estar bien torquedada ocasiona, problemas de falsos contactos en la acometida.
5. Conductores no apropiados dentro de la acometida, y la alimentación de la caja RH a la caja principal de distribución, muchas veces no lleva el cable adecuado debido a la condición económica del usuario.
6. La carga no declarada y también, debido a que muchas veces el usuario no usa el conductor adecuado, hace que la sobrecarga sea una falla muy común.



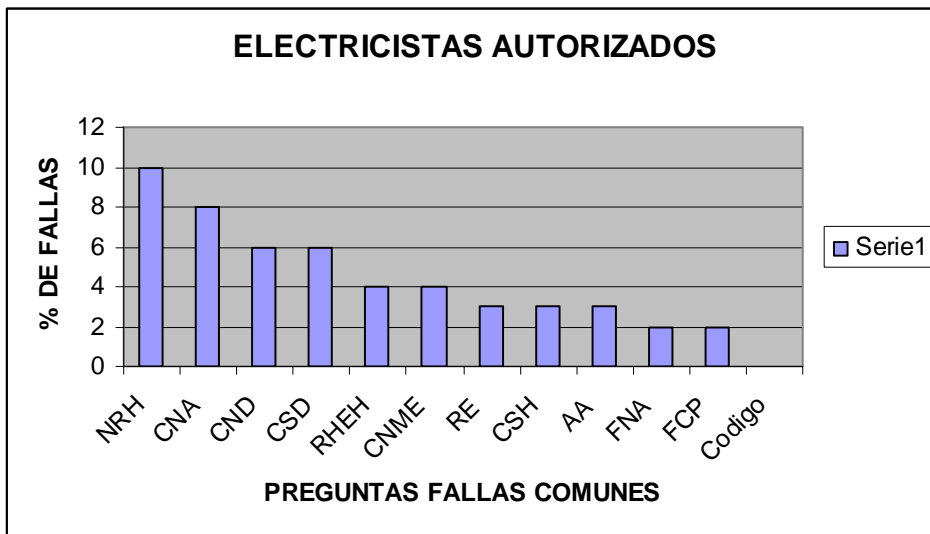
7. La caja RH expuesta a la humedad, ocasiona problemas de continuidad del servicio debido a cortocircuitos y afecta la caja socket.
8. El robo de energía eléctrica es motivo de falla en las acometidas, debido:
  - muchas veces rompen el tubo conduit y hacen la instalación directa, dejando solamente el neutro.
  - por puentes directo dentro de la caja socket, muchas veces aflojan las clavijas y esto ocasiona fallas
  - por contactores, esta consiste en conectar directamente desde arriba los cables y colocarle un contactor, a la hora de que verifique la EEGSA, no puedan comprobar, ya que este abre el circuito de la red.
9. Falta de aplicación de normas en general.
10. Falta de capacitación técnica de parte de los electricistas instaladores ya en las diferentes unidades va gente que no es electricista.

### Estudio de opinión.

A los señores electricistas se les pasó una encuesta y estas son las preguntas

1. ¿Cuál cree usted que es la falla más común en una acometida eléctrica?

Figura 29. Gráfica sobre fallas comunes.

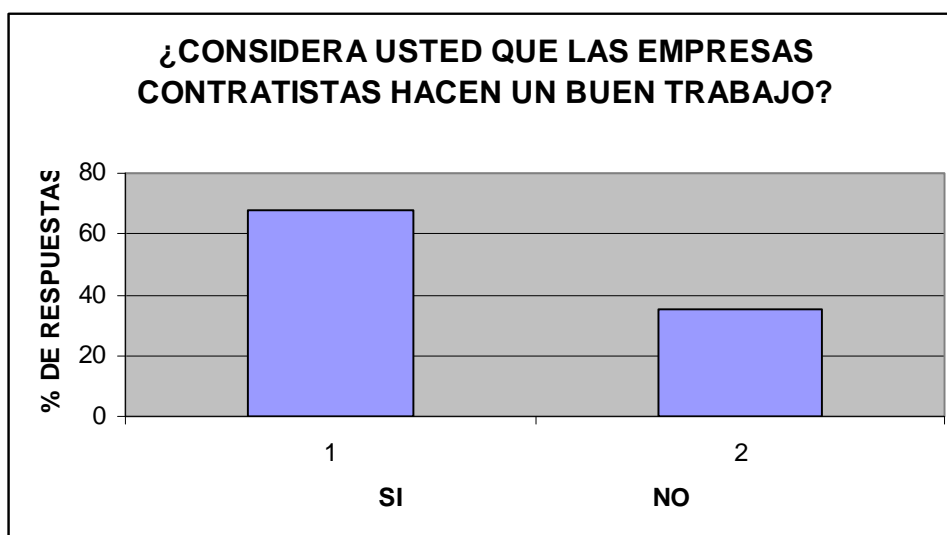


OBSERVACIONES: en esta gráfica podemos observar las diferentes fallas, se nota que la falla las mas importantes son: Cajas socket dañadas con un 6%, y los falsos contactos (clavijas) con un 10%, y también no utilizar el conductor apropiado y la caja RH expuesta a la humedad es el 4%, esto se da en las áreas que da el servicio EEGSA.

2. ¿Considera usted que la empresa contratada por EEGSA esta haciendo un buen trabajo a la hora de instalar un nuevo servicio?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ PORQUE \_\_\_\_\_

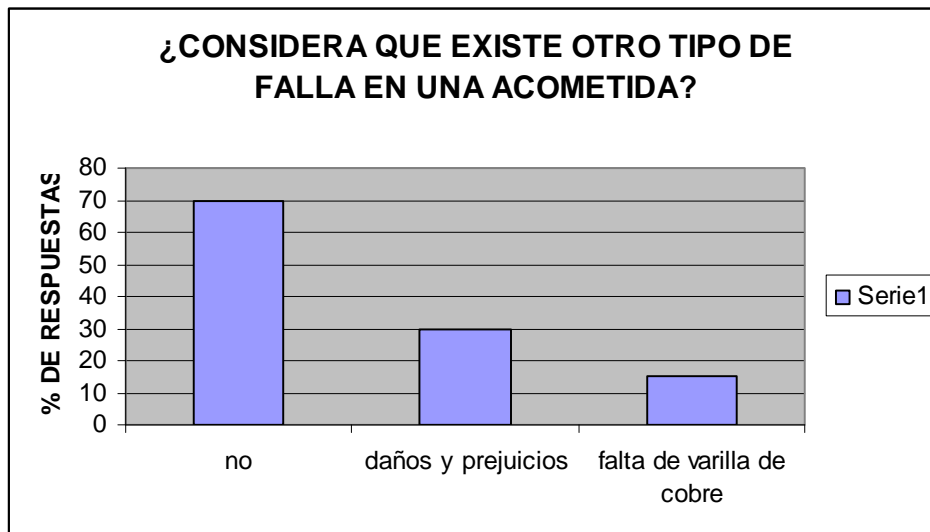
**Figura 30. Gráfica sobre trabajo de contratistas.**



OBSERVACIONES: El 65% que respondió **SI**, considera que conectan rápido el servicio, el 35% que respondió **NO** considera que no se apegan a las normas y muchas veces consideran que son corruptos, un dato interesante es que los electricistas de la región metropolitana tienen buenas referencias de las empresas contratistas, lo contrario ocurre con los electricistas de Escuintla y Sacatepequez.

3. ¿Considera usted que exista otro tipo de falla en una acometida aparte de las anteriores descritas?

Figura 31. Gráfica sobre otro tipo de fallas.



OBSERVACIONES: en esta gráfica podemos observar que un 70 % considera que la falta de varilla de cobre es una posible falla, debido a que a través de ella se descargar corrientes no deseadas, y un 30% considera que se debe a daños y prejuicios en ese sentido se debe a robo de energía, sabotajes a las líneas de acometidas, sabotear el contador para pagar menos etc. Y el 15% considera que las fallas anteriormente descritas son las más comunes.

**b) Fallas según los electricistas de empresas contratistas por parte de EEGSA.**

Según opinión de varios electricistas instaladores entre las fallas más comunes en las acometidas se encuentran:

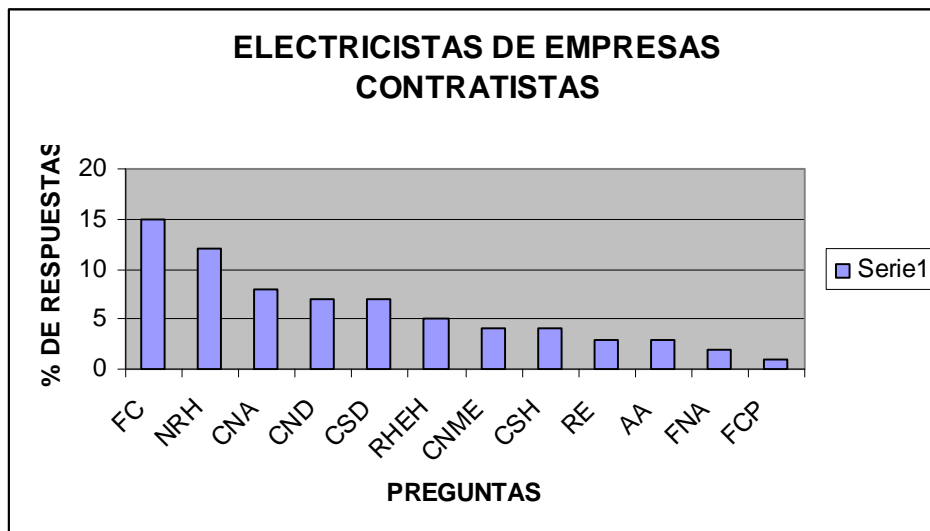
- La mala calidad de cajas socket redondas (marca no homologada).
- La caja RH expuesta a la humedad, ocasiona problemas de continuidad del servicio debido a corto-circuitos y afecta la caja socket.
- Falta de aplicación de normas en general.
- Falta de capacitación tde parte de los electricistas autorizados, ya que muchos dan las ordenes y muchas veces el electricista autorizado es una persona fallecida, en casos extremos los albañiles hacen la acometida.
- La constante exigencia de parte de sus superiores, ya que ellos les piden productividad y no calidad, a la hora de instalar un contador.
- Material homologado pero de mala calidad. Principalmente los ganchos de sujeción.

## Estudio de opinión.

A los señores electricistas de empresas contratistas se les pregunto:

1. ¿Cuál cree usted que es la falla más común en una acometida eléctrica?

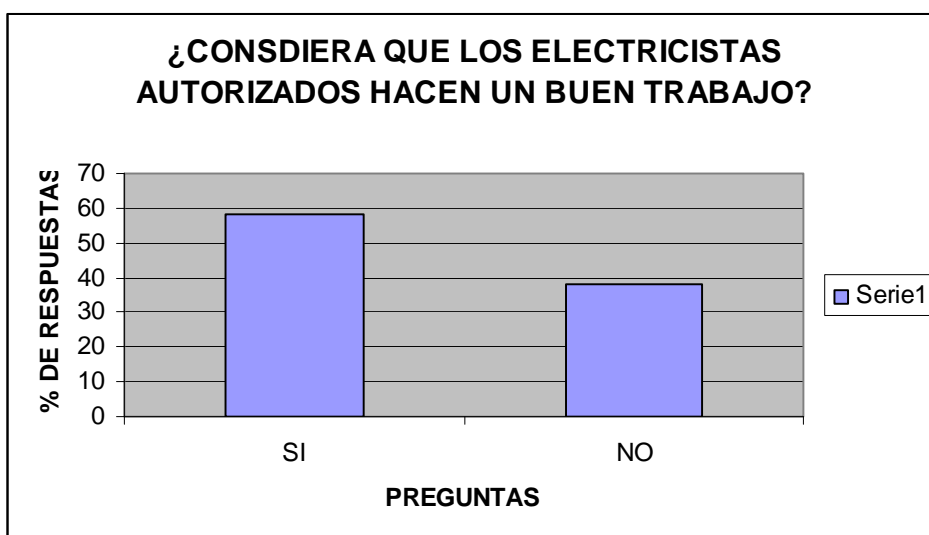
Figura 32. Gráfica sobre Electricistas de empresas contratistas.



2. ¿Considera usted que los electricistas autorizados esta haciendo un buen trabajo a la hora de instalar una nueva acometida?

SI\_\_\_\_\_NO\_\_\_\_\_PORQUE\_\_\_\_\_

Figura 33. Gráfica electricistas autorizados.



OBSERVACIONES: El 66% que respondió **SÍ**, considera que hacen un buen trabajo, debido a que aplican las normas, el 34% que respondió **NO**, considera que no se apegan a las normas y muchas veces consideran que ellos no realizan el trabajo si no alguien "mas" que no tiene la misma capacidad técnica. También consideran que EEGSA debe sancionarlos cuando no se apeguen las normas, debido a que si ellos reportan una acometida, mal efectuada, al electricista no lo sancionan en muchos casos.

**c) Fallas según los electricistas que cubren emergencias.**

Según opinión de varios electricistas que cubren emergencias entre las fallas más comunes se en las acometidas se encuentran

- Cortocircuitos en cajas socket principalmente en marcas no homologadas, también en los accesorios de entrada.
- La altura de las acometidas, ya que muchas veces están muy bajas y el cable se desprende con facilidad.
- Flojedad en las conexiones en el poste, es decir en el secundario.
- Daños en los cables de acometida principal debido a sobrecalentamiento, provocado por cargas no declaradas.
- Flojedad en las diferentes partes de la acometida, por ejemplo en las bases de la caja socket, en el secundario, en el tornillo del neutral, etc.
- La acometida esta totalmente quemada, debido a sobrecargas.
- Tubería conduit dañada debido a caídas de ramas de árboles y también de la misma acometida.

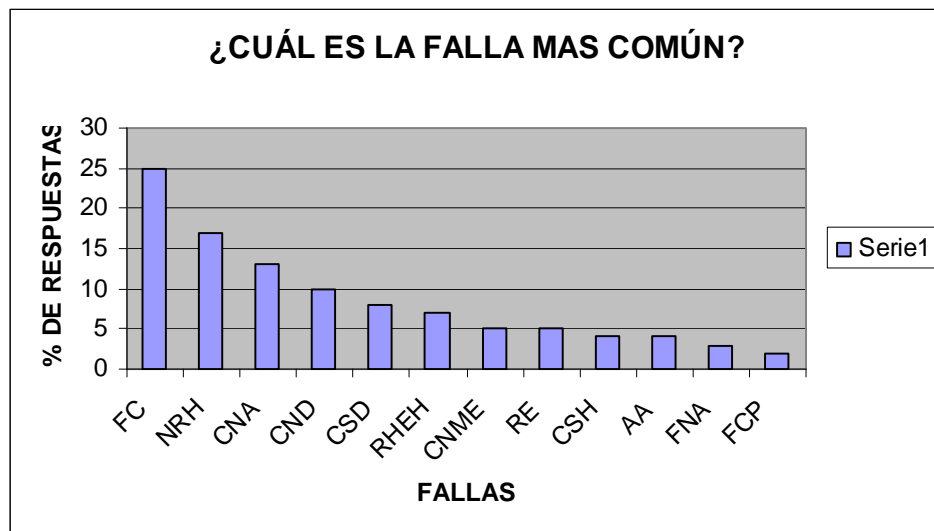


## Estudio de opinión.

A los señores electricistas de empresas contratistas que cubren emergencias se les pregunto:

1. ¿Cuál cree usted que es la falla más común en una acometida eléctrica?

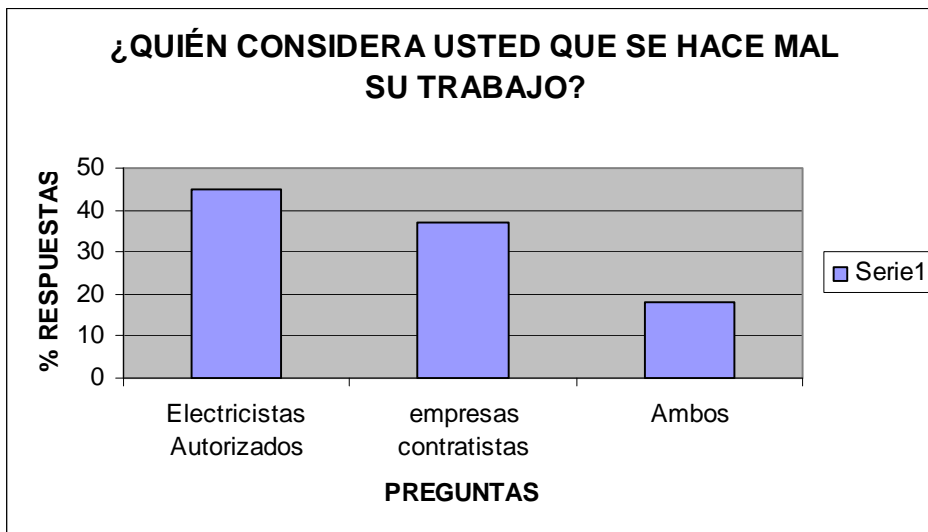
Figura 34. Gráfica fallas comunes.



OBSERVACIONES: Usando el diagrama de Pareto, observamos que se mantiene la falla más común, en este caso son falsos contactos que siempre se mantiene mas constante, esto debido muchas veces a la mala calidad del material utilizado, esta falla tiene un 25%, el 17% indica que no se usa caja RH, y además es expuesta a la humedad.

2. ¿Quién considera usted que hace mal su trabajo, el electricista autorizado o la empresa contratista?

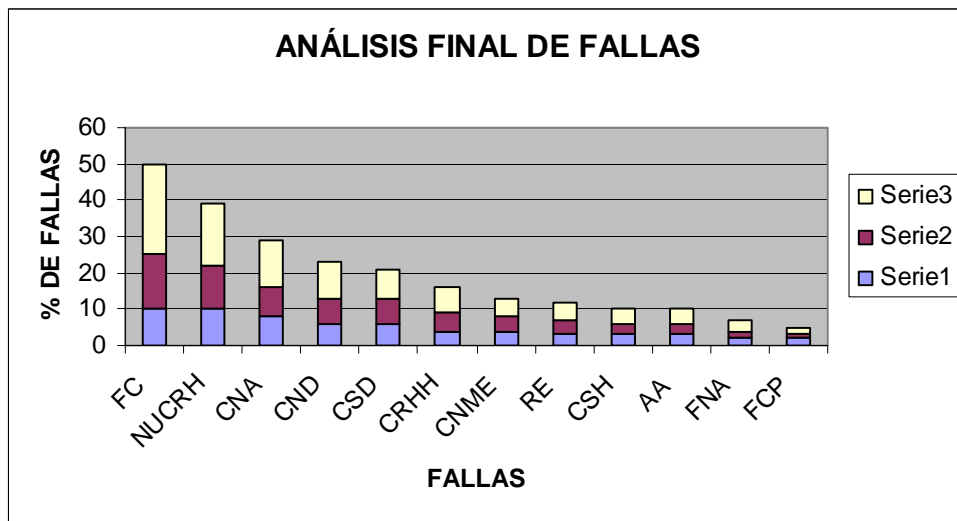
**Figura 35. Gráfica sobre trabajo de contratistas y electricistas.**



OBSERVACIONES: Según el diagrama de Pareto, se puede observar que un 45% opina que los electricistas autorizados no hacen bien su trabajo debido a que no aprietan bien las bases de las cajas, no usan el material adecuado, como cable apropiado. Un 37% opina que son las empresas contratistas ya que ellos conectan por productividad y no por calidad, en ese sentido ellos no revisan la acometida. Y por último el 18% opina que ambos tienen la misma culpa ya que ignoran y no aplican las normas.

d) Análisis de fallas más comunes, según electricistas en general

Figura 36. Gráfica Fallas electricistas.



OBSERVACIONES: Según el diagrama de Pareto, se puede ver que la falla más común son los falsos contactos con un 45%, seguido de No uso de caja RH con 42%, conductor no apropiado con un 28%, se nota que se mantiene la misma tendencia al analizar las grafica se puede observar que todos los que participan en el proceso tienen la misma opinión.

### 3.2.4 Fallas por tipo de acometida y su evolución

Las fallas por tipo de acometida van a consistir cuanto podría evolucionar una falla si no es corregida a tiempo. Al analizar una muestra aplicando los conceptos estadísticos, analizamos el siguiente ejemplo:

Una acometida eléctrica nueva dura en promedio 4 años, teniendo una desviación estándar de 2 años, al hallar la probabilidad de que se dañe una acometida nueva en 6 años nos da el siguiente resultado:

$$Z = (6-4)/2 = 1$$

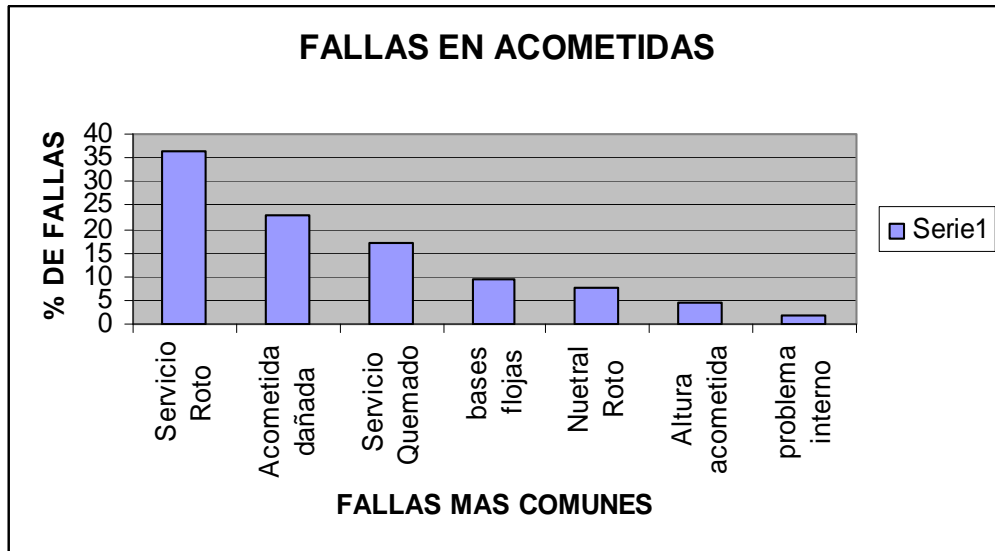
$$P(X < 6) = P(Z < 1) = .8413$$

Al hallar en las tablas este resultado da .8413 o sea la probabilidad que falle es del 84.13%.

### 3.2.4.1 Análisis por tipo de fallas

De una muestra de 1210 acometidas a continuación presentamos un análisis definido sobre las principales averías, las cuales deberían reducirse al aplicar las propuestas realizadas.

Figura 37. Gráfica de fallas en acometidas.



Servicio roto 36.5%; hay muchas causas, según reportes de técnicos electricista que cubren emergencias, son: conexión no apropiada del gancho de sujeción tanto en el poste de distribución como en el accesorio de entrada en la acometida, por vandalismo debido a disparos en el aire o balas perdidas y empalmes mal conectados, que provocan que se queme el cable principal de la acometida.

Acometida dañada 23%; es en parte al vandalismo, debido a disparos en el aire que dan muchas veces al contador, se quiebra el tubo principal de entrada.

Servicio quemado 17%, debido a la sobrecarga en la instalación, en muchos de los casos se consume más potencia que la demandada, por ejemplo muchos usuarios trabajan con varios motores monofasicos, soldadoras, también otros tipos de máquinas utilizados tanto en la industria, comercio y residencial.

Bases flojas 9.6%; existen muchas cajas socket que no son de marcas homologadas y sus bases son de mala calidad, ya que cuando se quiere apretar bien los cables, se quiebran fácilmente, actualmente un gran número de usuarios las prefieren por lo económica que les resulta, sin ver las consecuencias negativas que le traerá posteriormente.

Neutral roto 7.6%; el neutral muchas veces se rompe, por la mala instalación de la acometida tanto del técnico que realiza la instalación hacia la caja RH, como del técnico instalador que no verifica el buen estado de dicho conductor.

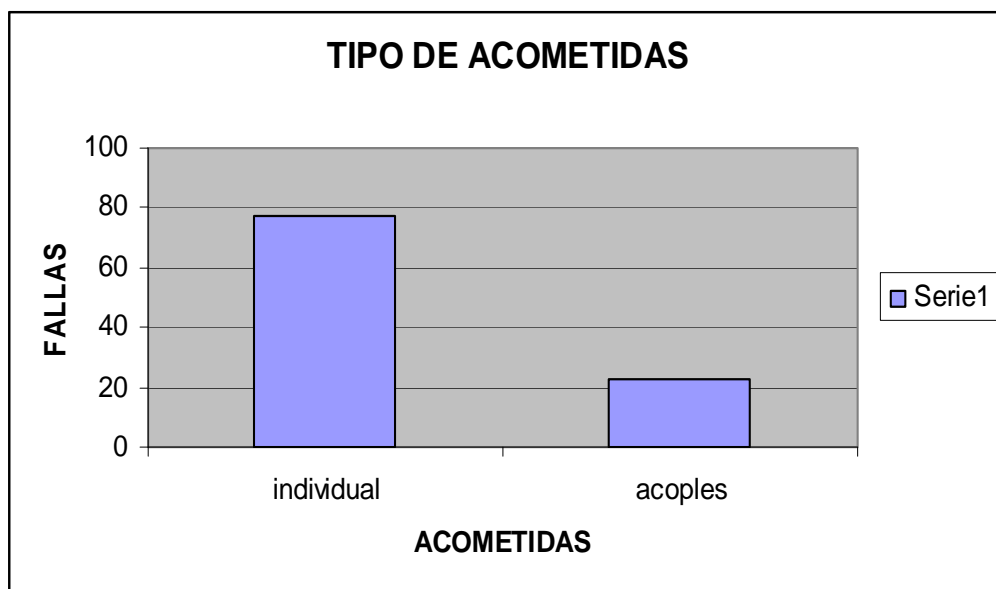
Altura de acometidas 4.7%; es un problema que se da más en las calles principales de las aldeas y municipios pequeños, el cable esta en muchos casos casi a la altura de un camión, en muchos casos no es bien tensado.

Problema interno 1.6%; es un porcentaje bastante pequeño, va muy relacionado con el neutral roto, ya que cuando el neutral se rompe, se queman aparatos eléctricos debido a que les llega un voltaje superior al nominal, esto no debería ocurrir si en la instalación hubiera una buena conexión a tierra.

### 3.2.4.2 Análisis por tipo de acometidas.

En este apartado analizaremos las fallas por el tipo de acometida, por ejemplo en acoples, e individual.

**Figura 38. Gráfica tipo de acometidas.**



Las mayores fallas se dan en las acometidas individuales, en los acoples el porcentaje de fallas considerablemente, pero también tenemos que tomar en cuenta que no todas las acometidas tienen acoples.

**Figura 39. Acoples**



- En este tipo de acometidas, podemos observar diferencia, en teoría las acometidas van a cada apartamento, la probabilidad de falla en este caso es menor, no fue necesario un acople.

**Figura 40. Acoples mal instalados**



- En este tipo de acometidas las fallas son más frecuentes, en esta acometida el cable de la acometida principal se quemó debido a sobrecargas, y tuvieron que hacer un acople para resolver el problema.



**Figura 41. Acoples en diferentes posiciones.**



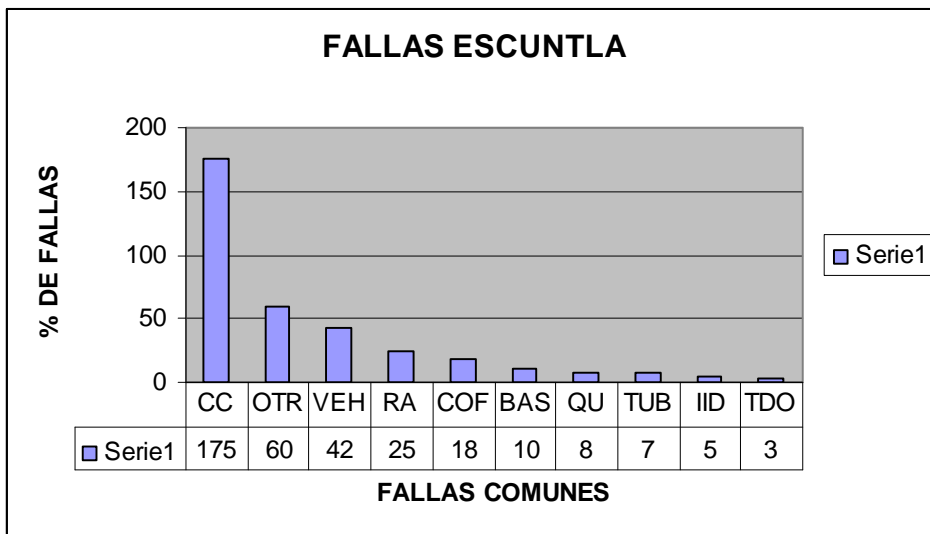
- En este tipo de servicios no es recomendable utilizar un acople de contadores, debido que la carga se concentra en una sola línea, y también se observa que el tubo hacia la caja RH, no es lo apropiado.

### **3.2.5 Análisis y resultados de tendencias**

Con información del Centro de Operaciones e Información (COI) de Empresa Eléctrica de Guatemala, se obtuvo la siguiente información, que nos ayudará a comprender de una forma más general las fallas más comunes en cada departamento que cubre la Empresa Eléctrica de Guatemala.

### A. Departamento de Escuintla

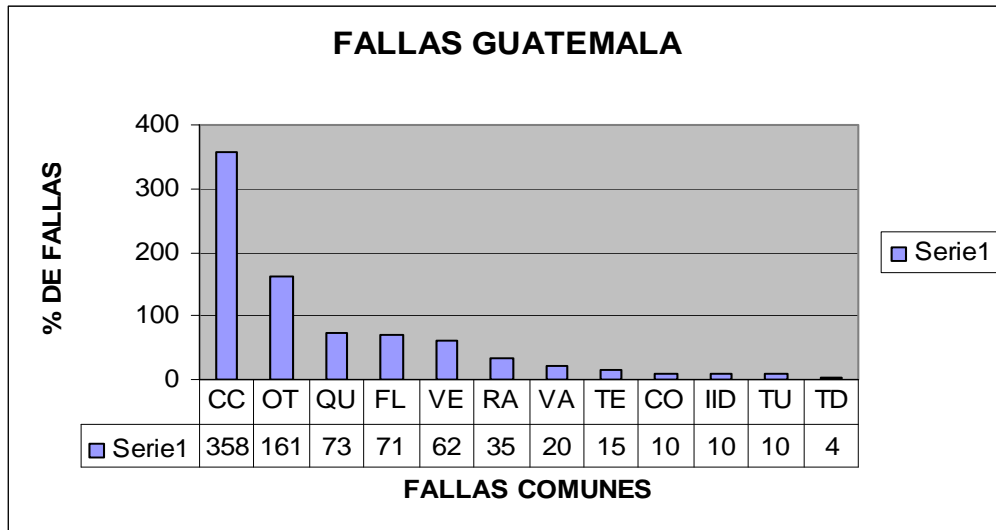
Figura 42. Gráfica fallas Escuintla.



Con el diagrama de Pareto, podemos observar la tendencia que tiene las fallas mas comunes, en cada región, para ello se tomo una muestra y se analiza el porcentaje. Por ejemplo en este departamento se observa que la falla mas importante se debe a corto-circuitos que regularmente se dan en el secundario, dentro del tubo de acometida, en la caja RH, también el sarro principalmente en las orillas del mar y llama la atención en otros que ser refiere a la caída de alguna rama de un árbol, o el choque de algún vehiculo en dicha acometida. También hay que tomar en cuenta que este departamento tiene mucha actividad atmosférica debido a su cercanía con el mar, por lo que sus fallas aumentan durante el invierno.

## B. Departamento de Guatemala.

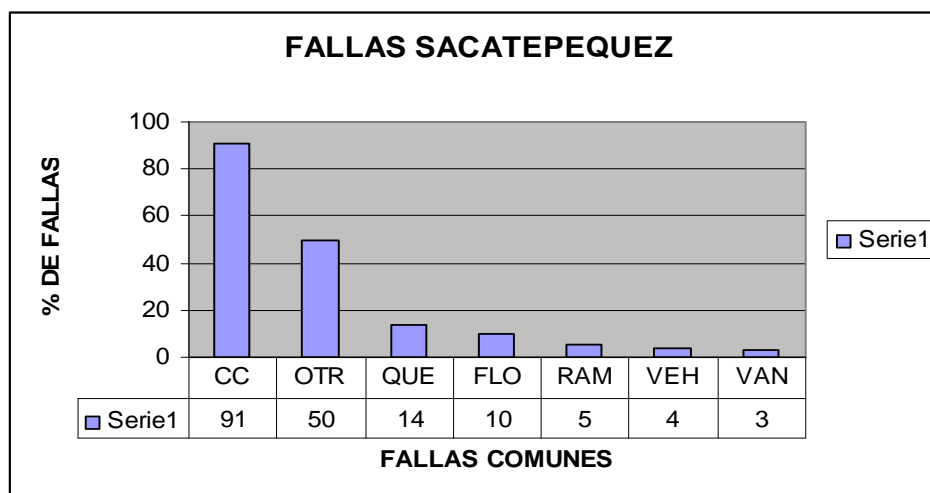
Figura 43. Gráfica fallas Guatemala



Como en la gráfica anterior utilizando el diagrama de Pareto, se puede notar que la falla más común es el corto-circuito, en la ciudad de Guatemala se concentran el mayor numero de fallas, debido a su tamaño físico y al mayor numero de acometidas instaladas, esto provoca que las fallas aumenten mas que en cualquier otro departamento, aquí hay varios problemas, se puede notar en la gráfica que se reporta contadores quemados, tubos doblados, o objetos publicitarios que caen en las acometidas, robo de contadores que se les puede llamar vandalismo, estos fenómenos se repiten también en los municipios mas cercanos como Mixco, Santa Catarina Pinula, Villa Nueva, Chinautla, San Miguel Petapa, en otros municipios mas alejados como San Juan Sacatepequez, Chuarrancho, Fraijanes, San Pedro Ayampuc, el numero de fallas tiende a decrecer.

### C. Departamento de Sacatepequez.

Figura 44. Gráfica fallas Sacatepequez.

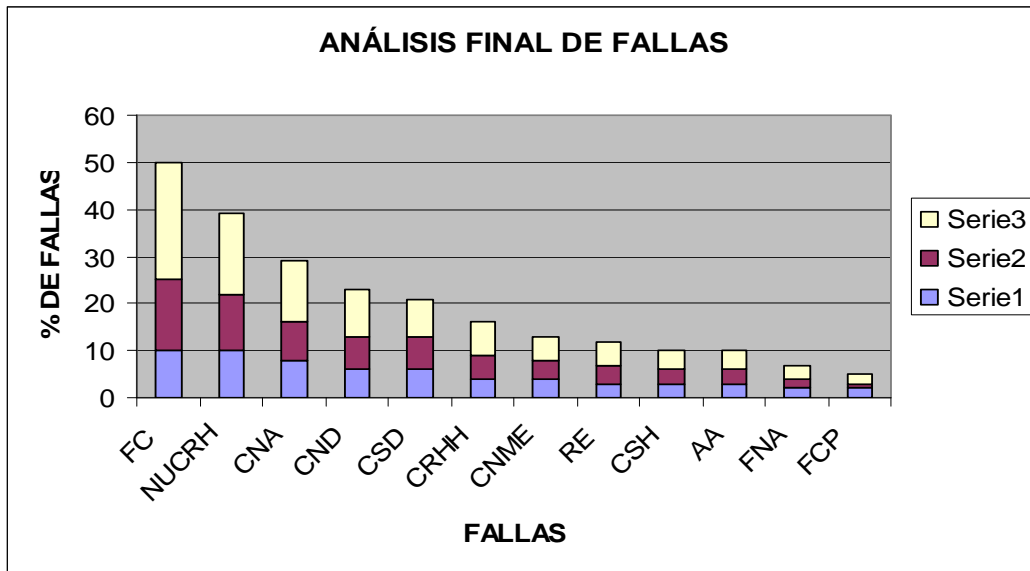


Como se ha mencionado anteriormente, el corto-circuito siguen siendo la mayoría, seguida de otros tipos de fallas como bases flojas, en Sacatepequez el número de fallas baja considerablemente, comparado con Guatemala y Escuintla.

Según se hemos observado las causas principalmente se deben a los corto-circuitos, y lo más comunes se destaca el servicio roto, esto es debido al viento, muchas veces el cable se suelta del poste, y del tubo de acometida donde debido muchas veces a la flojedad de las bases, a la altura de las acometidas, todo va relacionado, destaca el hecho que muchas veces el neutro no esta bien asegurado y tampoco esta estañado, esto se da en el departamento de Escuintla, donde la época de invierno los problemas aumentan de manera considerable.

## D. Análisis de fallas final

Figura 45. Gráfica fallas final.



Se nota que en el departamento de Sacatepequez la tendencia a las fallas es menor comparada con el departamento de Guatemala, y siempre la falla más común son los corto-circuitos, seguido de otros que se refiere a varillas de cobre mal instaladas, sabotaje a las acometidas eléctricas, se nota también que en el departamento de Guatemala, aumentan considerablemente las acometidas quemadas debido a sobrecargas. A diferencia de las fallas según los electricistas podemos observar que las fallas más comunes son el corto-circuito.

Al realizar el estudio de ANOVA en análisis de fallas utilizando un 95% de confiabilidad podemos concluir lo siguiente:

**Tabla II. Análisis de ANOVA de fallas. Guatemala**

Problema	% de fallas	Orden	Media	DE	$U=(X-DE)^2$	varianza total	
CORTO-CIRCUITO	0.358	1	0.358	2	1	0.358	
OTROS	0.161	2	0.322	2	0	0	
QUEMADOS	0.073	3	0.219	2	1	0.073	
FLOJOS	0.071	4	0.284	2	4	0.284	
VEHICULOS	0.062	5	0.31	2	9	0.558	
RENOVADO	0.035	6	0.21	2	16	0.56	
VANDALISMO	0.02	7	0.14	2	25	0.5	
TENSIÓN MECÁNICA	0.015	8	<b>0.12</b>	2	36	0.54	
CONEXIONES FLOJAS	0.01	9	0.09	2	49	0.49	
INSTALACIÓN INTERNA	0.01	10	0.1	2	64	0.64	
TUBO CONDUIT	0.01	11	0.11	2	81	0.81	
TUBO QUEMADO	0.004	12	0.048	2	100	0.4	
			<b>2.31</b>			<b>5.213</b>	Guatemala

Observamos que la varianza en el departamento de Guatemala es demasiado alta si se compara con los departamentos de Escuintla y Sacatepequez, debido a que aquí se concentra el mayor número de acometidas, y por ende crece el número de fallas cada año.

Para el departamento de Escuintla.

**Tabla III. Análisis de ANOVA de fallas. Escuintla**

Problema	% de fallas	Orden	Media	DE	$U=(X-DE)^2$	varianza total	
CORTO-CIRCUITO	0.175	1	0.175	2	1	0.175	
OTROS	0.06	2	0.12	2	0	0	
QUEMADOS	0.008	3	0.024	2	1	0.008	
FLOJOS	0	4	0	2	4	0	
VEHICULOS	0.042	5	0.21	2	9	0.378	
RENOVADO	0.025	6	0.15	2	16	0.4	
VANDALISMO	0	7	0	2	25	0	
TENSIÓN MECÁNICA	0	8	0	2	36	0	
CONEXIONES FLOJAS	0.018	9	0.162	2	49	0.882	
INSTALACIÓN INTERNA	0.005	10	0.05	2	64	0.32	
TUBO CONDUIT	0.007	11	0.077	2	81	0.567	
TUBO QUEMADO	0.003	12	0.036	2	100	0.3	
			<b>1</b>			<b>3.03</b>	Escuintla

Para el departamento de Sacatepequez.

**Tabla IV. Análisis de ANOVA de fallas. Sacatepequez**

Problema	% de fallas	Orden	Media	DE	$U=(X-DE)^2$	varianza total	
CORTO-CIRCUITO	0.091	1	0.091	2	1	0.091	
OTROS	0.05	2	0.1	2	0	0	
QUEMADOS	0.014	3	0.042	2	1	0.014	
FLOJOS	0.01	4	0.04	2	4	0.04	
VEHÍCULOS	0.004	5	0.02	2	9	0.036	
RENOVADO	0.005	6	0.03	2	16	0.08	
VANDALISMO	0.003	7	0.021	2	25	0.075	
TENSIÓN MECÁNICA	0.001	8	<b>0.01</b>	2	36	0.036	
CONEXIONES FLOJAS	0	9	0	2	49	0	
INSTALACIÓN INTERNA	0	10	0	2	64	0	
TUBO CONDUIT	0	11	0	2	81	0	
TUBO QUEMADO	0	12	0	2	100	0	
			<b>0.35</b>			<b>0.372</b>	Sacatepequez

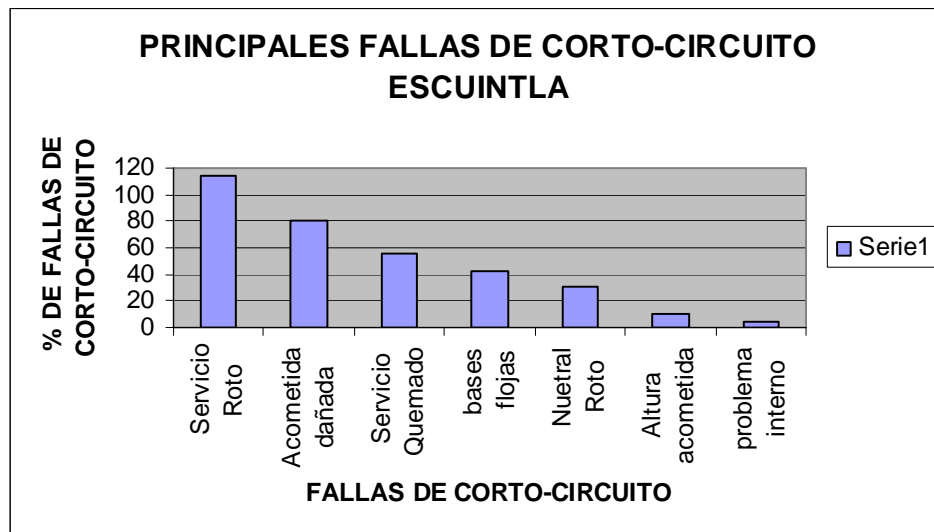
Observamos y se comprueba que la mayoría de falla se encuentra en el departamento de Guatemala, seguido de Escuintla y por ultimo Sacatepequez, que presenta las menores fallas.



## Fallas de corto-circuito.

### A. Departamento de Escuintla

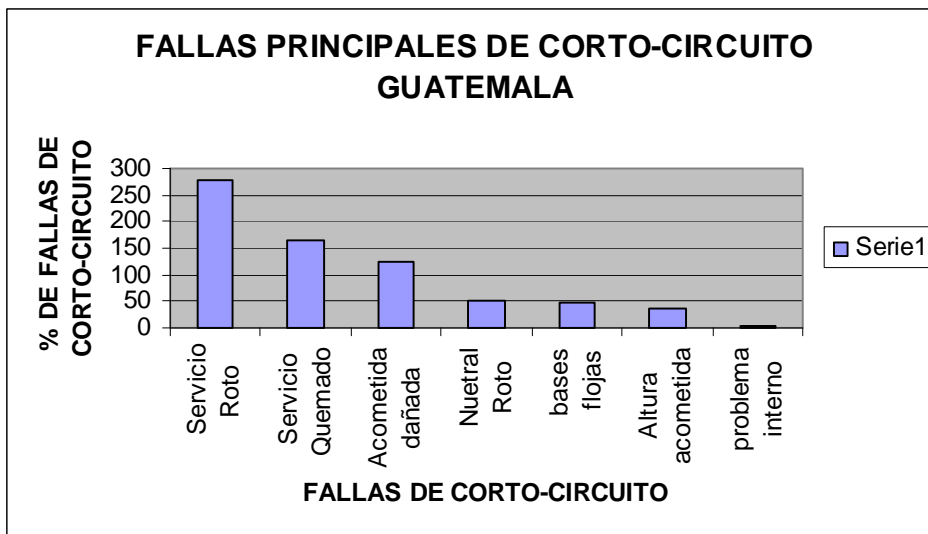
Figura 46. Gráfica corto-circuito Escuintla.



Según la gráfica anterior, demuestra que entre las fallas de corto-circuito más común es un servicio roto, como se ha descrito anteriormente, se da debido a que el tubo de la acometida se dobla, el tirante que se coloca en la acometida es de mala calidad, flojedad en las bases y también es ocasionado por la altura de la acometida. En este departamento las fallas aumentan considerablemente durante la época lluviosa, debido a que es una zona de costa.

## B. Departamento de Guatemala.

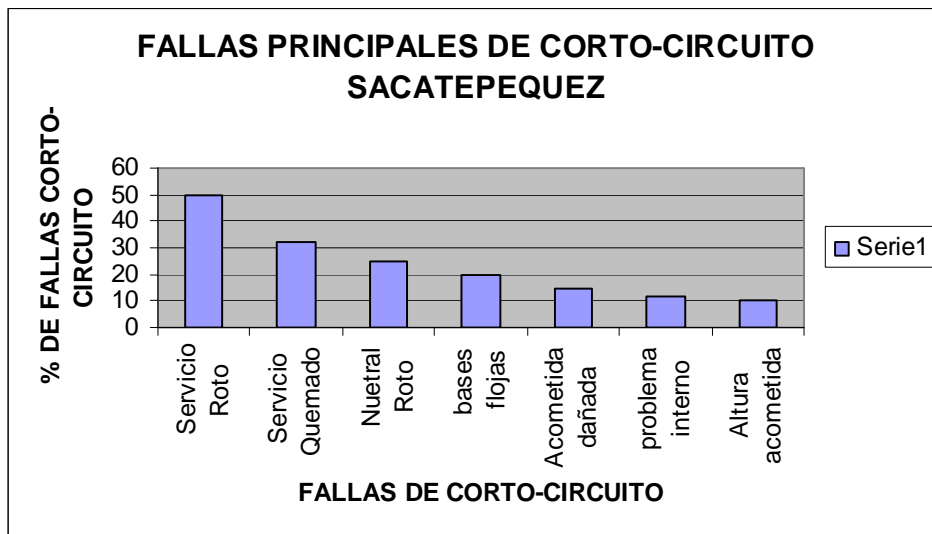
Figura 47. Gráfica corto-circuito Guatemala.



En esta gráfica se puede observar que el servicio roto nuevamente es una de corto-circuito más común, también podemos observar que otra de las fallas mas comunes son los servicios quemados esto se debe en parte a la carga no declarada, también influye las bases flojas, la mala calidad de la caja socket, etc. La zona metropolitana presenta las mayores fallas ya que aquí se concentra la mayor parte de la demanda conectada a la red, el problema se da también en los municipios cercanos como Mixco, Santa Catarina Pinula, San Miguel Petapa, Villa Nueva, Villa Canales y Chinautla en los municipios mas alejados, disminuye considerablemente.

### C. Departamento de Sacatepéquez.

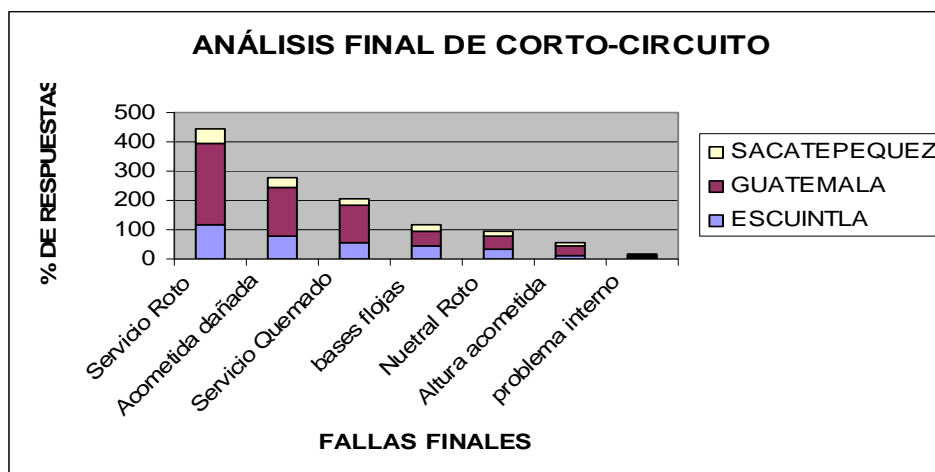
Figura 48. Gráfica corto-circuito Sacatepéquez.



Como se puede observar en la anterior gráfica, los servicios rotos siguen siendo las principales causas de corto-circuitos, seguidos de servicios quemados, el neutral roto tiene una gran importancia ya que también en los departamentos de Guatemala, Escuintla y Sacatepéquez.

#### D. Análisis de corto-circuito final.

Figura 49. Gráfica análisis final de corto-circuito.



OBSERVACIONES: al analizar esta gráfica se puede observar lo siguiente: El servicio roto es la falla más común con un 42%, que provoca un corto-circuito esto debido a que existen falsos contactos, después en acometida dañada en el cual podemos referirnos por ejemplo a que no se usan cajas RH en muchas acometidas, no se usa el conductor apropiado, no hay una carga declarada real, y todo va relacionado con las gráficas anteriormente descritas.

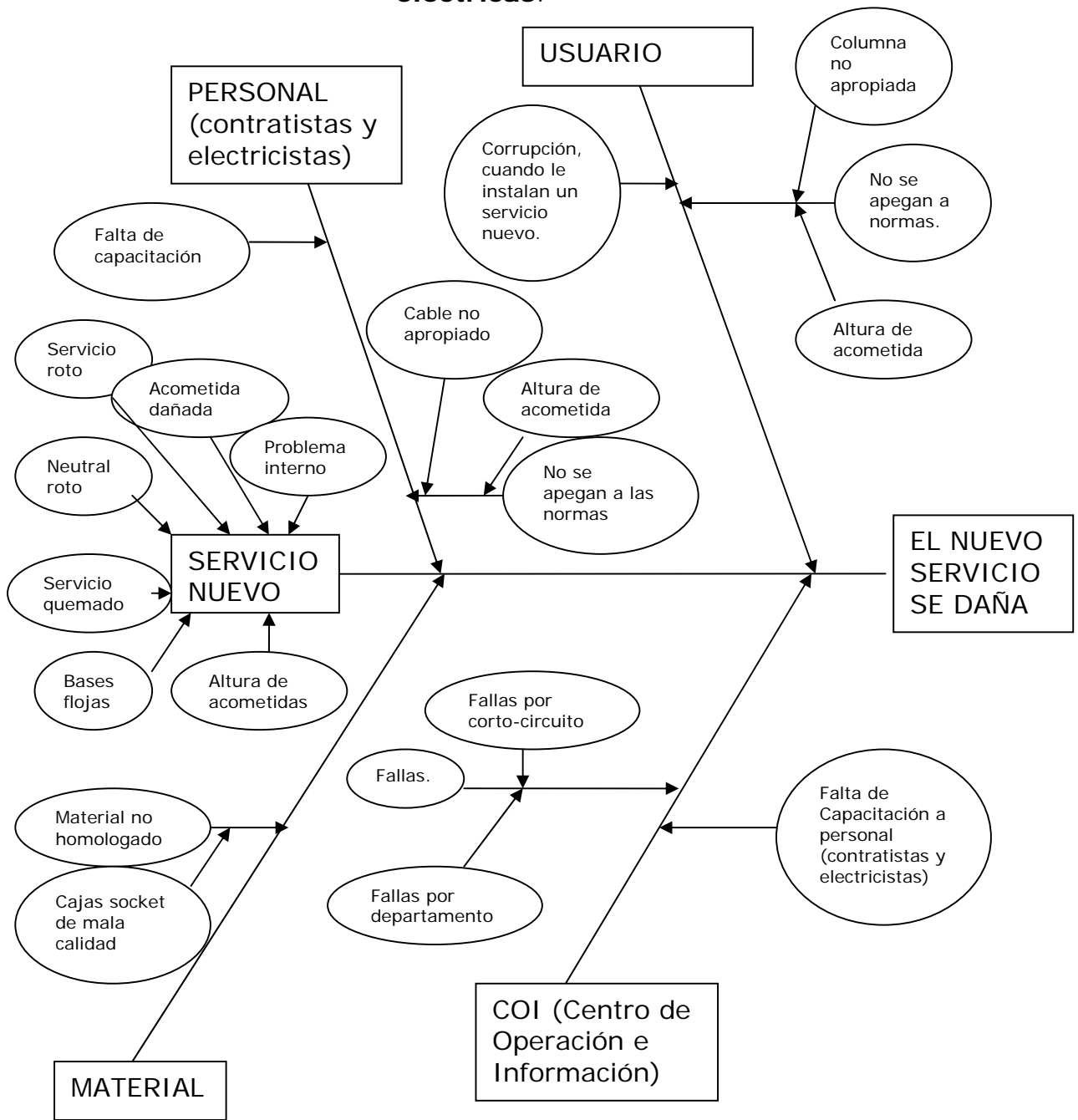
Al realizar el estudio de ANOVA en análisis de fallas por cortocircuito utilizando un 95% de confiabilidad podemos concluir lo siguiente:

**Tabla V. Análisis de ANOVA en fallas de cortocircuito.**

Problema	% de fallas	Orden	Media	DE	$U=(X-DE)^2$	varianza total	
Servicio Roto	0.114	1	0.114	2	1	0.114	
Acometida dañada	0.08	2	0.16	2	0	0	
Servicio Quemado	0.056	3	0.168	2	1	0.056	
bases flojas	0.043	4	0.172	2	4	0.172	
Neutral Roto	0.031	5	0.155	2	9	0.279	
Altura acometida	0.01	6	0.06	2	16	0.16	
problema interno	0.005	7	0.035	2	25	0.125	
		<b>U</b>	<b>0.864</b>			<b>0.906</b>	<b>Escuintla</b>
Problema	% de fallas	Orden	Media	DE	$U=(X-DE)^2$	varianza total	
Servicio Roto	0.278	1	0.278	2	1	0.278	
Acometida dañada	0.166	2	0.332	2	0	0	
Servicio Quemado	0.125	3	0.375	2	1	0.125	
bases flojas	0.053	4	0.212	2	4	0.212	
Neutral Roto	0.046	5	0.23	2	9	0.414	
Altura acometida	0.035	6	0.21	2	16	0.56	
problema interno	0.004	7	0.028	2	25	0.1	
		<b>U</b>	<b>1.665</b>			<b>1.689</b>	<b>Guatemala</b>
Problema	% de fallas	Orden	Media	DE	$U=(X-DE)^2$	varianza total	
Servicio Roto	0.05	1	0.05	2	1	0.05	
Acometida dañada	0.032	2	0.064	2	0	0	
Servicio Quemado	0.025	3	0.075	2	1	0.025	
bases flojas	0.02	4	0.08	2	4	0.08	
Neutral Roto	0.015	5	0.075	2	9	0.135	
Altura acometida	0.012	6	0.072	2	16	0.192	
problema interno	0.01	7	0.07	2	25	0.25	
		<b>U</b>	<b>0.486</b>			<b>0.732</b>	<b>Sacatepequez</b>

Observamos y se comprueba que la mayoría de falla en cortocircuito se encuentra en el departamento de Guatemala, seguido de Escuintla y por último, Sacatepéquez, que presenta las menores fallas.

**Figura 50. Diagrama de pescado sobre fallas en acometidas eléctricas.**



## 4 PLAN DE ACCIÓN

### 4.1 Conclusiones de análisis de fallas.

- Al realizar el trabajo de campo, se pudo observar que la mayoría de fallas se debe a la falta de aplicación de normas.
- El corto-circuito es la falla más común con un 62%.
- Los corto-circuitos se deben muchas veces al servicio roto que representa un 43 %, seguido del no uso de la caja RH.
- Se pudo observar que existen lugares donde se le da mal uso a la energía eléctrica o no solicitan la capacidad demandada, por ejemplo, en los talleres ya sea de carpintería, herrería o uso industrial utilizan hasta 10 motores monofásicos en cada uno de ellos y a la vez estos afectan a los vecinos.
- El calibre de cable de acometida es un factor importante para evitar una falla, en muchas ocasiones no utilizan el cable recomendado en las normas, en el peor de los casos utilizan hasta cable No. 12 AWG.
- La altura de las acometidas también es muy importante ya que existen muchos lugares donde las acometidas están a muy baja altura, y esto representa un 22 %, de las fallas. Debido a que el cable se cae del poste, hace corto-circuitos en el poste y a la vez también le ocasiona problemas de continuidad del servicio eléctrico.

- Las normas actuales no hace mención alguna sobre el estañado del conductor neutral, anteriormente estaba en normas, uno de las principales fallas es que el neutral pierde continuidad, muchas veces debido a la galvanización que sufre del aluminio al cobre.
- En sí la falta de aplicación de normas tanto de electricistas autorizados como electricistas instaladores.
- Las empresas contratistas de EEGSA, no tiene gente capacitada para realizar la instalación de una acometida, se observo que no son electricistas.
- Las empresas contratistas deberían velar por la calidad del servicio nuevo que instalan.
- Los electricistas autorizados muchas veces ellos no realizan el trabajo de la acometida, y las instala gente que no tiene la capacidad
- El uso de la caja RH es muy importante ya que es una caja diseñada para soportar cargas de corriente alta.
- Toda falla de corto-circuito va relacionada con altura de acometidas, falsos contactos, no uso de cable apropiado etc.



## 4.2 Propuestas de medidas correctivas.

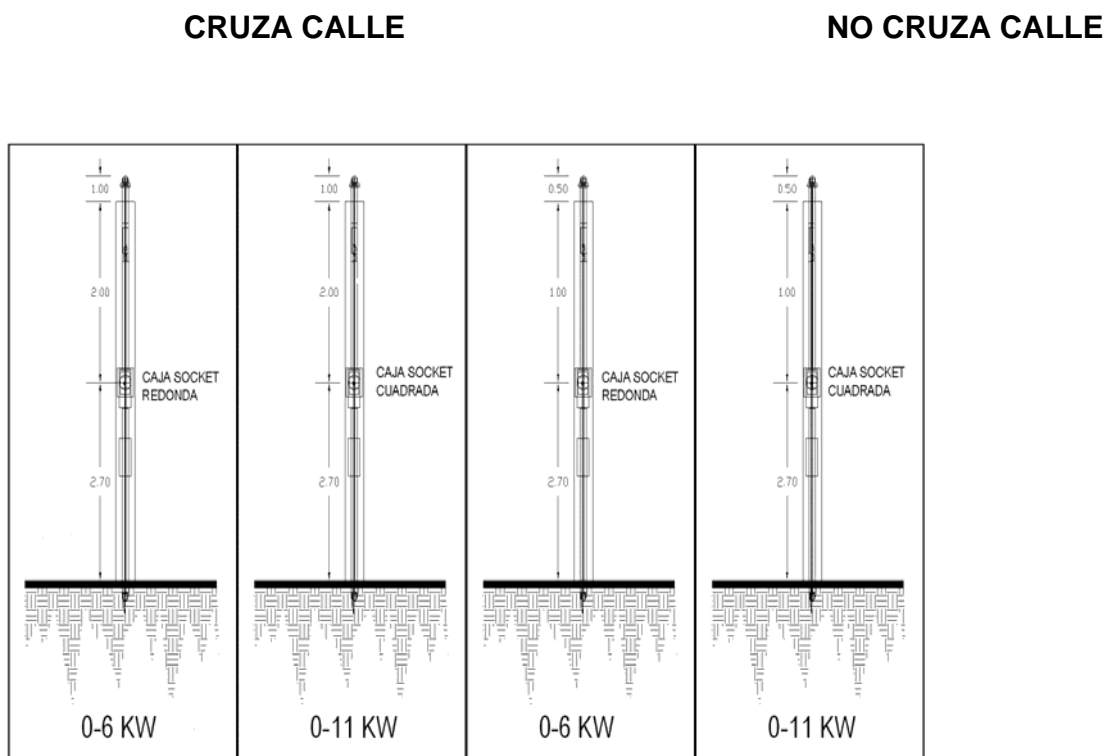
Después de haber analizado cada una de las posibles fallas en una acometida se recomienda lo siguiente:

1. Modificar la norma 2.1.6 de acometidas eléctricas de EEGSA., respecto a la altura de acometidas:
  - A una altura de 7 metros cuando exista autopista y la acometida cruce la misma. En este caso el soporte deberá estar localizado en una columna de concreto
  - A una altura de 5.50 metros cuando el cable de acometida cruza la calle.
  - A una altura de 4.50 metros cuando el cable de acometida no cruza la calle ni la autopista.
  
2. En caso de la potencia en kw. Se recomienda lo siguiente:
  - para cargas entre 6 y 11 Kw., se recomienda la utilización de caja socket cuadrada.
  - para cargas entre 0 y 5 Kw., se recomienda la utilización de caja socket redonda, marca homologada

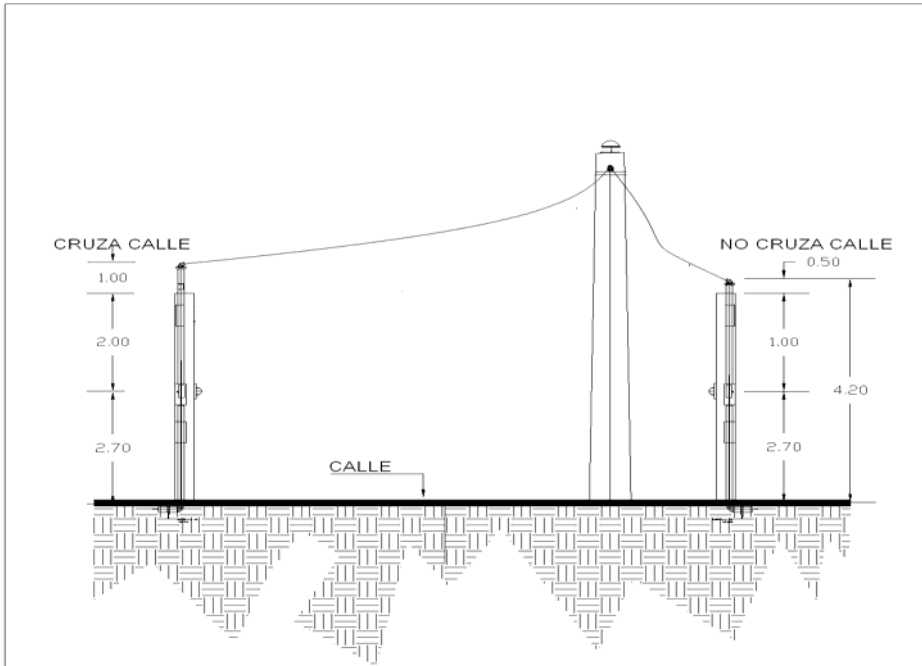
- El técnico electricista deberá presentar un informe acerca de la potencia que va a consumir dentro de la residencia, e informara al cliente que por la carga que el va a solicitar no se le cobraran más de la tarifa normal.
3. Mantener la altura de 2.70 metros en las acometidas generales.
  4. Usar cable No 4 AWG como obligatorio en todas las acometidas. (tanto en caja cuadrada como en caja redonda), siempre respetando que la caja socket este conectada directamente a la caja RH.
  5. El conductor neutral, de una acometida debe ir estañado, esto ocasiona una mejor conducción de aluminio a cobre, y no ocasiona muchos problemas.

#### 4.2.1 Medidas correctivas.

Figura 51. Nuevas propuestas para acometidas.



**Figura 52. Nuevas propuestas para alturas de acometidas.**



6. La caja tipo RH, no debe ser obligatorio para usuarios donde la distancia de la caja socket redonda a la caja tipo RH, no sobrepase de 10 metros siempre y cuando su consumo de potencia no sobrepase los 5 Kw.

#### **4.3 Discusión con jefes de áreas.**

Las fallas en acometidas, constituyen una parte importante de la atención total de las averías de EEGSA. Esto derivado de su gran número, más de 700,000 para 2007 y de su vulnerabilidad al estar expuesta en la vía pública a distintos factores externos que la pueden averiar, como por ejemplo el contacto con vehículos altos, el lanzamiento intencional de objetos directamente hacia el cable, el daño provocado por la vegetación y de la inclemencias del tiempo,

como el viento fuerte, entre otros. averiar, como por ejemplo el contacto con vehículos altos, el lanzamiento intencional de objetos directamente hacia el cable, el daño provocado por la vegetación y de la inclemencias del tiempo, como el viento fuerte, entre otros.

Otra fuente importante de daño lo constituye la sobrecarga de los cables de las acometidas, generalmente derivado de una baja calificación técnica del electricista instalador y de un desconocimiento del futuro cliente de las implicaciones de no solicitar el servicio más apropiado a sus necesidades. A esto hay que sumarle la pobre calidad de algunos materiales que existen actualmente en el mercado guatemalteco, basándose muchos usuarios más por el precio inicial que por la calidad final.

Todos los aspectos expuestos redundan, como ya se indicó, en un elevado número de acometidas dañadas año con año, según lo expuesto en este trabajo de graduación. Este elevado número de acometidas dañadas implican un gasto alto para la distribuidora en mantenimiento correctivo y el deterioro de los índices de calidad, especialmente cuando se afecta a otros usuarios ajenos al problema puntual, por ejemplo cuando se dispara el banco de transformadores.

Desde el punto de vista del Centro de Operación e Información de EEGSA, unidad responsable de éstas atenciones, son muy importantes las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, con el fin de poder aprovecharlas e implementar en el corto, mediano y largo plazo las más relevantes y viables, consiguiendo con esto la mejoría en el gasto de mantenimiento y la mejora de los indicadores de calidad.

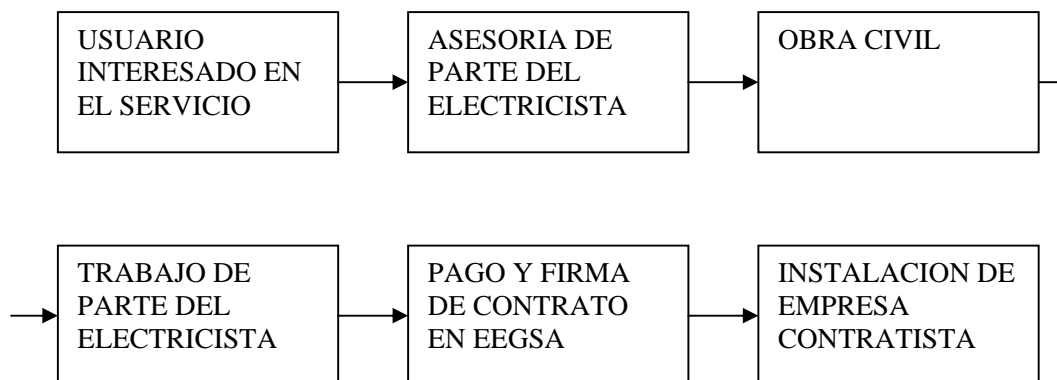


## 5 IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN

### 5.1 Responsabilidades y responsables.

Entre las responsabilidades son parte todos los elementos que con lleva la buena instalación de un contador, por ejemplo la responsabilidad empieza, cuando el usuario necesita el servicio, pasando por el albañil contratado para hacer la obra civil, después el electricista que hará el trabajo, pasando por EEGSA que dará el visto bueno y por ultimo el trabajo de la empresa contratista.

**Figura 53. Proceso de solicitud de acometida eléctrica.**



Para los técnicos electricistas sus responsabilidades para que ellos puedan realizar la instalación de una acometida son:

- Tener la preparación técnica necesaria.
- Instalar el contador a una altura de +-2.70 m.
- Instalar el accesorio de entrada, el gancho de sujeción, la varilla de cobre, la caja RH, cable apropiado, y usar solamente material homologado por EEGSA.
- Llenar los demás requisitos; como altura de la acometida, etc.

Entre las obligaciones de las empresas contratistas son:

- Verificar que lo anterior lo cumpla el nuevo servicio
- No conectar solamente por productividad si no por calidad
- Solicitar materiales homologados de buena calidad
- Hacer cumplir las normas de acometidas eléctricas
- Capacitar al personal

## **5.2 Implementación de plan de acción.**

Entre las posibles soluciones a las fallas de acometidas encontramos las siguientes:

### **5.2.1 Fase I**

- Ante de todo hacer cumplir las normas de acometidas.
- Hacer cambios en las normas de acometidas.



- Sancionar a los electricistas, empresas contratistas que no cumplan con los requisitos técnicos.
- Utilizar material homologado de buena calidad.

### **5.2.2 Fase II**

- Capacitar a los electricistas
- Las empresas contratistas tienen que tener electricistas con una apropiada preparación técnica.
- Verificar el cumplimiento de las medidas correctivas.
- Supervisión general de acometidas nuevas por parte de EEGSA.
- Sancionar a electricistas y a las empresas contratistas que no se apeguen a las normas de acometidas.
- Realizar capacitaciones periódicamente para electricistas particulares y electricistas de las empresas contratistas, en las que se les informe de cambios que se realizan a las normas de acometidas.

### 5.2.3 Fase III

Tomar en cuenta lo siguiente, para mejorar las instalaciones de acometidas eléctricas.

**Figura 54. Altura de acometidas**



- Esta es una altura adecuada para una acometida que cruza calle.

**Figura 55. No cruce de calle**



Esta es una altura adecuada para una acometida que no cruza calle.

**Figura 56. Cruce de calle**



- En esta foto se puede apreciar una adecuada instalación de las acometidas, cuando cruza calle y no cruza calle.

**Figura 57. Columna de concreto adecuado.**



- En esta fotografía se aprecia una adecuada columna para una acometida.

**Figura 58. Carga apropiada**



- Esta instalación es adecuada se puede observar que el tipo de carga va con el tipo de instalación (su carga es mayor de 6Kw y menor a 11Kw) (Fig. 4.2.5)

**Figura 59. Caja socket redonda**



- Se observa el cable apropiado (No. 4 AWG), el material de la caja es el homologado por EEGSA

**Figura 60. Caja socket cuadrada**



- Caja apropiada para una acometida con mayor carga (<10 Kw.)

**Figura 61. Altura de acometidas**



- La importancia de una acometida que cruza calle, en la figura se observa el paso del bus cerca de un cable de acometida.

**Figura 62. Material homologado**



- El uso de material homologado y el cumplimiento de normas de acometidas, la probabilidad de falla de una acometida es muy baja.

## **6. SEGUIMIENTO**

### **Análisis de fallas después de las acciones correctivas.**

Si se toman en cuenta las sugerencias propuestas, se puede concluir lo siguiente:

- La altura de la acometida es lo más recomendable, ya que con ello se evitaría que se caiga, al ser alcanzada por camiones o furgones.
- Con una carga más exacta, evita que una acometida falle por sobrecarga.
- Usando material homologado por EEGSA, se puede garantizar una buena continuidad del servicio.
- Tomar en cuenta todas las conclusiones anteriormente descritas así se puede evitar mas averías en las acometidas.

## **6.2 Análisis por averías.**

Anteriormente observamos las averías más comunes en las acometidas de EEGSA, y para poder dar un seguimiento apropiado se propone:

Servicio roto 36.5%: se propone que los técnicos instaladores por parte de las empresas contratistas, instalen de una mejor forma el gancho de sujeción en el poste de distribución y en la entrada del cable de acometida, así como evitar empalmes.

Acometida dañada 23%: aquí es algo que no se puede evitar ya que el vandalismo se da casi en todas las regiones que distribuye energía eléctrica EEGSA.

Servicio quemado 17%: tanto los técnicos instaladores como el usuario dar una información real de la potencia que consume así como tener la certeza que la instalación eléctrica esta en condiciones apropiadas y tomar en cuenta las propuestas que se hicieron sobre la potencia a contratar.

Bases flojas 9.6%: el usuario deberá cumplir con la instalación de material homologado para garantizar un buen servicio de energía eléctrica.

Neutral roto 7.6%: verificar que el neutro de la acometida esta bien apretada a fin de evitar que este se desconecte y pueda ocasionar daños a la instalación eléctrica interna

Altura de acometidas 4.7%: toma en cuenta las propuestas sobre las alturas.

Problema interno 1.6%: verificación de la instalación eléctrica en buenas condiciones por ejemplo que sus cargas estén balanceadas adecuadamente, que la varilla de tierra esta conectada apropiadamente.



### 6.3 Análisis por tipo de acometidas.

En tipo de acometidas existen dos tipos, las acometidas individuales y los acoples, a continuación se presenta una tabla con sus ventajas y desventajas y así se puede tratar de una mejor manera su seguimiento

**Tabla VI. Tipos de Acometidas**

Tipo de acometida	Ventajas	Desventajas
Individual	Mas capacidad, menos probabilidad de falla, un mejor servicio	Utiliza más cable la empresa distribuidora.
Acoples	Ahorro de cable para empresa distribuidora y el usuario, facilidad para instalar un nuevo servicio.	Menos capacidad en la acometida, mas probabilidad de falla, interrupción del servicio mas frecuente

Con esta tabla se puede dar un mejor panorama acerca de los acoples cuyas fallas fueron analizadas anteriormente, con esto se le puede da el seguimiento correspondiente que seria una mejor conexión



## CONCLUSIONES

1. Las principales fallas de acometidas se deben a mala calidad en el trabajo, tanto del electricista autorizado como el electricista instalador.
2. Los materiales eléctricos, el usuario y los contratistas, no aplican las normas en su totalidad y a eso se debe las deficiencias en las acometidas.
3. Cuando hay buena capacitación en los empleados de las empresas contratistas, materiales homologados, y se aplican las normas correctamente el daño disminuye.
4. Los cortocircuitos son las principales fallas debido a cargas no declaradas y no aplicación de normas en general.
5. El mal uso que el usuario le da a la energía eléctrica al no solicitar la carga demandada, afecta directamente su acometida y afecta indirectamente a los vecinos
6. Cuando no se utiliza el calibre adecuado del cable, y no se tiene la demanda real, existen muchas fallas.

7. El interesado con el objetivo de obtener un nuevo servicio, no cumple con las normas y los procesos, por lo mismo las acometidas se dañan fácilmente.

## RECOMENDACIONES

1. Se debe utilizar material homologado por la Empresa Eléctrica especialmente en las cajas socket, que es donde más problemas se encuentran.
  
2. Regresar a las siguientes normas anteriores:
  - A una altura de siete metros cuando exista autopista y la acometida cruce la misma. En este caso el soporte deberá estar localizado en una columna de concreto
  - A una altura de 5.50 metros cuando el cable de acometida cruza la calle.
  - A una altura de 4.50 metros cuando el cable de acometida no cruza la calle ni la autopista. O en otro caso pedir una extensión de líneas.
  
3. En caso de la potencia en kw. Se sugiere lo siguiente:
  - a. para cargas entre 6 y 11 Kw., se recomienda la utilización de caja socket cuadrada, de marca homologada.
  - b. para cargas entre 0 y 5 Kw., se recomienda la utilización de caja socket redonda, de marca homologada.

4. El conductor neutral de una acometida debe ir estañado, esto ocasiona una mejor conducción de aluminio a cobre, y no ocasiona muchos problemas.
5. Respetar la altura de las acometidas de 2.70 m.
6. No permitir acoples horizontales ni verticales a un mismo servicio.
7. Tanto electricistas Autorizados, como las empresas contratistas, deben usar solo material homologado por EEGSA.
8. Para lotificadoras, EEGSA debe ser más exigente con el cumplimiento de normas, ya que en estas es donde más se incumplen.
9. Usar el cable número cuatro AWG, como cable de entrada en la acometida.
10. Realizar capacitaciones periódicamente para electricistas particulares y electricistas de las empresas contratistas, en las que se les informe de cambios que se realizan a las normas de acometidas.
11. La caja tipo RH, no debe ser obligatorio para usuarios donde la distancia del caja socket redonda a la caja tipo RH, no sobrepase de 10 metros siempre y cuando el consumo de potencia no sobrepase los 5 Kw.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Boylestad, Roberto L. **Análisis introductorio de circuitos**. 8 edición  
México: Person Educación, 1998
2. Dounce Villanueva, Enrique. La Productividad en el Mantenimiento Industrial. 2 edición México: CECSA.
3. Enríquez Harper, Gilberto. **Elementos de diseño de las instalaciones eléctricas industriales**. 2 edición. México: Limusa, 2004.
4. Grainger, John J., William D. Stevenson Jr. **Análisis de sistemas de potencia**. México: McGraw-Hill / Interamericana de México, 1996.
5. Empresa Eléctrica de Guatemala. **Acometidas Eléctricas**. Edición 2006
6. Espinoza y Lara. **Sistemas de Distribución**. 1 edición. México: Limusa, 1990
7. Grainger, John J. **Análisis de sistemas de potencia**. 3 edición México: Mc Graw Hill, 1996.
8. Gross. **Análisis de sistemas de potencia**. 2 edición México: Mc Graw Hill, 1994.

## Referencias electrónicas

[www.eegsa.com.gt](http://www.eegsa.com.gt) (2007 y 2008)

[www.amm.gob.gt](http://www.amm.gob.gt) (2007)

[www.cnee.gob.gt](http://www.cnee.gob.gt) (2007 y 2008)



## ANEXOS

### PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE COLUMNA PARA UNA ACOMETIDA ELÉCTRICA

1. Se construye una columna de 20X20 Cm. Con hierro de construcción, se funde una zapata con una profundidad de 1 metro aproximadamente como se observa en la figura.

**Figura 63. Armado de columna.**



2. En este caso va a ser una acometida en el rango de 6-12Kw. Por lo que el usuario instala una caja tipo socket cuadrada. Siempre respetando la altura de 2.70 m.

**Figura 64. Instalación caja socket.**



3. Se coloca el tubo conduit de 3 metros de largo en este caso cruza calle y lo centran en la columna.

**Figura 65. Instalación de tubo conduit.**



4. En este caso usaron poliducto de 1" para realizar las entradas a la caja RH.

**Figura 66. Instalación de tubería de entrada.**



5. Se observa ya terminada la columna con los accesorios totalmente instalados, antes de fundir la columna.

**Figura 67. Columna antes de fundir.**



6. Aquí se observa la columna ya terminada lista para instalar el cable dentro la caja socket, se utilizara un cable No. 4 AWG.

**Figura 68. Columna fundida.**



**Figura 49. Columna fundida.**



7. Se cumple con las normas de acometidas. “Lista para realizar la instalación eléctrica”.