



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LA NORMA DE DISTANCIA MÍNIMAS DE SEGURIDAD,
DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA Y LA DE CONSTRUCCIÓN EN EL
MUNICIPIO DE AMATITLÁN**

Carlos Estuardo Álvarez Hernández
Asesorado por el Ing. Ángel Polanco Anzueto

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LA NORMA DE DISTANCIA MÍNIMAS DE
SEGURIDAD, DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA Y LA DE
CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

Carlos Estuardo Álvarez Hernández

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL POLANCO ANZUETO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Fernando Rodas
EXAMINADOR	Ing. Armando Gálvez Castillo
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LA NORMA DE DISTANCIA MÍNIMAS DE SEGURIDAD, DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA Y LA DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 28 de febrero de 2018.


Carlos Estuardo Álvarez Hernández

Guatemala 15 de mayo de 2019

Ingeniero
Fernando Alfredo Moscoso Lira
Coordinador área de Potencia
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimada Ingeniero Moscoso Lira

Por medio de la presente deseo que sus actividades laborales sean todo un éxito y a la vez para hacer de su conocimiento que como Asesor de EPS del estudiante de Ingeniería Eléctrica, Carlos Estuardo Alvarez Hernández que se identifica con carné: 9516318, he concluido con la revisión y corrección del informe final titulado: **“Propuesta de integración de la norma de distancia mínimas de seguridad, de la red de distribución eléctrica aérea y la de construcción en el municipio de Amatitlán”**. No quedando nada pendiente según cronograma de actividades.

Agradeciendo la atención prestada a la presente, me suscribo

Atentamente,


Ing. Angel Polanco Anzueto
Asesor
Colegiado No. 4039

Carlos Estuardo Alvarez Hernández
Ingeniero Electricista
Colegiado 4,039

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF. EIME 54. 2019.
29 de JULIO 2019.

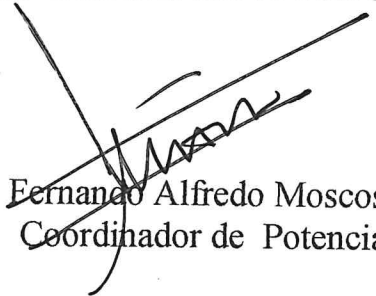
Señor Director
Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LAS NORMAS DE DISTANCIA MÍNIMAS DE SEGURIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA Y LA DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN**, del estudiante; Carlos Estuardo Alvarez Hernández que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Fernando Alfredo Moscoso Lira
Coordinador de Potencia





REF. EIME 54. 2019.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación de el estudiante: **CARLOS ESTUARDO ALVAREZ HERNÁNDEZ** titulado: **PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LAS NORMAS DE DISTANCIA MÍNIMAS DE SEGURIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA Y LA DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN,** procede a la autorización del mismo.


Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo

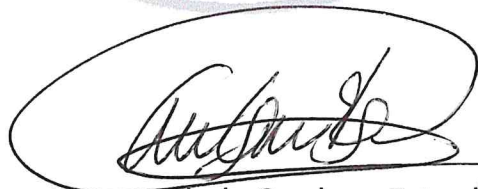


GUATEMALA, 25 DE SEPTIEMBRE 2019.

DTG. 599.2019

La Decana 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: **PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LA NORMA DE DISTANCIA MÍNIMAS DE SEGURIDAD, DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA Y LA CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN,** presentado por el estudiante universitario: **Carlos Estuardo Álvarez Hernández,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2019

/gdech

Guatemala 15 de mayo de 2019

Ingeniero
Fernando Alfredo Moscoso Lira
Coordinador área de Potencia
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimada Ingeniero Moscoso Lira

Por medio de la presente deseo que sus actividades laborales sean todo un éxito y a la vez para hacer de su conocimiento que como Asesor de EPS del estudiante de Ingeniería Eléctrica, Carlos Estuardo Alvarez Hernández que se identifica con carné: 9516318, he concluido con la revisión y corrección del informe final titulado: **“Propuesta de integración de la norma de distancia mínimas de seguridad, de la red de distribución eléctrica aérea y la de construcción en el municipio de Amatitlán”**. No quedando nada pendiente según cronograma de actividades.

Agradeciendo la atención prestada a la presente, me suscribo

Atentamente,


Ing. Angel Polanco Anzueto
Asesor
Colegiado No. 4039

Carlos Estuardo Alvarez Hernández
Ingeniero Electricista
Colegiado 4,039

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF. EIME 54. 2019.
29 de JULIO 2019.

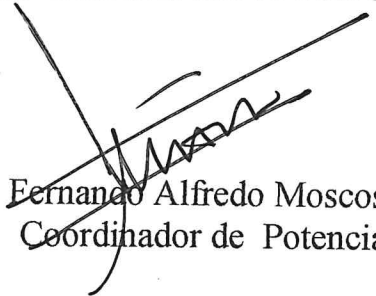
Señor Director
Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LAS NORMAS DE DISTANCIA MÍNIMAS DE SEGURIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA Y LA DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN**, del estudiante; Carlos Estuardo Alvarez Hernández que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Fernando Alfredo Moscoso Lira
Coordinador de Potencia





REF. EIME 54. 2019.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación de el estudiante: CARLOS ESTUARDO ALVAREZ HERNÁNDEZ titulado: PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LAS NORMAS DE DISTANCIA MÍNIMAS DE SEGURIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA Y LA DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN, procede a la autorización del mismo.


Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo

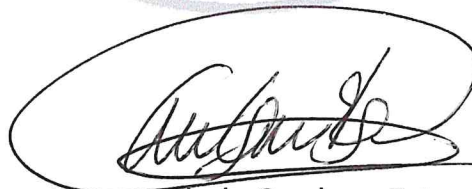


GUATEMALA, 25 DE SEPTIEMBRE 2019.

DTG. 599.2019

La Decana 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: **PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LA NORMA DE DISTANCIA MÍNIMAS DE SEGURIDAD, DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA Y LA CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN,** presentado por el estudiante universitario: **Carlos Estuardo Álvarez Hernández,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por mostrar su amor y misericordia en cada día de mi vida.
Mis padres	Carlos H. Álvarez Jiménez y Alba Consuelo Hernández Reyes, por ser pilares de fortaleza y amor.
Mi esposa	Compañera y complemento perfecto, quien da alegría en este caminar llamado vida. Te amo.
Mis hijos	Carlos Gabriel y Cristopher Santiago Álvarez Izquierdo, sonrisas perfectas y fruto de amor que animan a ser mejor cada día. Todo mi amor.
Mis hermanas	Odontóloga Albita y Arquitecta Wendy Álvarez, aliadas de alegría, luz y acompañantes de los momentos difíciles: las amo.
Mis tíos	Víctor, Leonel Hernández, Neri Alvarado, en especial a Maritza Alvarado, mi hermana mayor; Octavio, Giomara y Bethzy Alvarado.
Mi iglesia	Comunidad de Fe, en especial a mis pastores Rafael Escobar y Albita de Escobar, Phanor

Pejendino y Socorro de Pejendino, familia Ruano, familia Ruiz Villatoro, Nancy Carrera, Joel Gómez, familia Hernández y demás hermanos.

Mi familia

Familia Izquierdo Montenegro que me ha acompañado con alegría y he recibido su apoyo incondicional.

Mis primos

Por acompañarme en esta vida y llenarla de buenos momentos.

Mis amigos

Lic. Erick Martínez, Cesar Ávila, Lic. Cristian Mayen, familia de León Paz, familia Martínez Wolff, Byron Morales y amigos de infancia, por compartir tiempos de alegría y animar en tiempos difíciles.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de avanzar en mis estudios profesionales.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme adquirir los conocimientos que abrirán las puertas para un excelente desempeño profesional.
A mi asesor	Ing. Ángel Polanco, por apoyarme y asesorarme en buena manera para culminar mis estudios profesionales.
EEGSA	Por la oportunidad de desarrollarme como profesional, en especial a mis compañeros del departamento de mantenimiento de líneas.
Municipalidad de Amatitlán	Por permitir desarrollar este estudio de EPS y estar anuentes a las mejoras para dicho municipio, en especial a la Licda. Angélica Godoy, por su apoyo más allá de cualquier expectativa.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A.	1
1.1.1 Historia.....	1
1.1.1.1 Primera sociedad.....	1
1.1.1.2 Cambio de razón social	3
1.1.1.3 Primeras generadoras de vapor	4
1.1.1.4 Nace una sociedad mixta.....	4
1.1.1.5 Ley General de Electricidad.....	5
1.1.1.6 Proceso de capitalización	6
1.1.1.7 Primero paso a una nueva era empresarial	7
1.1.1.8 Innovación tecnológica	8
1.1.1.9 Estrategias del negocio.....	9
1.1.1.10 Actividades de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A.....	11
1.1.1.11 Visión	11
1.1.1.12 Misión	11
1.1.1.13 Estructura del mercado EEGSA	12

	1.1.1.14	Gobierno corporativo	12
	1.1.1.15	Estructura organizacional	13
	1.1.1.16	Centros de trabajo	13
	1.1.1.17	Variantes de red	19
	1.1.1.18	Mercado objetivo	20
	1.1.1.19	Mercado legal	21
	1.1.1.20	Marco institucional del subsector eléctrico	22
1.2	Amatitlán		24
	1.2.1	Historia	25
	1.2.2	Guatemala después de la Independencia de Centroamérica.....	25
	1.2.3	Departamento de Amatitlán.....	26
	1.2.4	Amatitlán, de departamento a municipio	27
	1.2.5	Ubicación y límites geográficos	28
	1.2.6	Topografía	29
	1.2.7	Gobierno municipal	29
	1.2.8	Aldeas y caseríos	31
	1.2.9	Economía	32
	1.2.10	Sitios turísticos	32
	1.2.10.1	Lago de Amatitlán.....	33
	1.2.10.2	Centro recreativo Las Ninfas	33
	1.2.10.3	Teleférico de Amatitlán.....	33
	1.2.10.4	El Filón	34
	1.2.10.5	Laguna de Calderas	34
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL		35
	2.1	Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID)	35

	2.1.1	Disposiciones generales.....	35
2.2		Criterios generales de diseño	36
	2.2.1	Líneas aéreas.....	36
		2.2.1.1 Ruta	36
		2.2.1.2 Relaciones entre líneas	37
		2.2.1.3 Accesibilidad a líneas aéreas	38
		2.2.1.4 Equipo eléctrico conectado a las líneas	38
		2.2.1.5 Aislamiento de las líneas	38
		2.2.1.6 Puesta a tierra de circuitos, estructuras y equipo.....	39
2.3		Distancias mínimas de seguridad.....	40
	2.3.1	Generalidades	40
	2.3.2	Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua	42
	2.3.3	Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras	42
	2.3.4	Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones	45
	2.3.5	Distancias de seguridad entre conductores y cables soportados en la misma estructura.....	51
	2.3.6	Distancias de seguridad vertical sobre el suelo para equipo de servicio eléctrico instalado en estructuras.....	58
	2.3.7	Distancias de las estructuras de soporte a otros objetos	58
2.4		Elementos de un sistema de distribución	60
	2.4.1	Redes de distribución eléctrica aéreas.....	62

2.4.2	Elementos de la red de distribución aérea	65
2.4.2.1	Conductores	65
2.4.2.2	Aisladores.....	70
2.4.2.3	Postes	72
2.4.2.4	Cruceros.....	77
2.4.2.5	Transformador de distribución	78
2.4.2.6	Pararrayos.....	85
2.4.2.7	Cortacircuitos	87
2.4.2.8	Retenidas de anclaje o tirantes	88
2.4.2.9	Cuchilla seccionadora	92
2.4.2.10	Interruptor de aire.....	93
2.4.2.11	Banco de capacitores.....	93
2.4.2.12	Reconector o restauradores (<i>Automatic Circuit Recloser</i>) para media tensión	95
2.4.3	Tipos de construcción más utilizados en la red de distribución	96
2.4.3.1	Estructuras con tensión o voltaje.....	96
2.4.3.2	Baja tensión.....	97
2.4.3.3	Construcción centrada.....	99
2.4.3.4	Construcción vertical	103
2.4.3.5	Construcción en bandera	105
2.5	Riesgo eléctrico.....	108
2.5.1	Tipos de accidentes eléctricos	109
2.5.2	Factores que influyen en el efecto eléctrico	112
2.5.3	Curvas de seguridad	114
2.5.4	Efectos físicos no inmediatos	117
2.5.5	Clasificación de las quemaduras.....	118

	2.5.6	Influencia de la tensión e impedancia del cuerpo humano.....	119
2.6		Clasificación de riesgo (EEGSA)	121
	2.6.1	Zona segura.....	124
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN	129
	3.1	Antecedentes del proyecto	129
	3.1.1	Antecedentes de interrupción en el municipio de Amatitlán.....	134
	3.1.1.1	Cálculo de indicadores.....	139
	3.2	Historial del acercamiento municipalidad de Amatitlán y EEGSA	141
	3.2.1	Primer acercamiento.....	142
	3.2.1.1	Causas del incumplimiento de las distancias mínimas de seguridad.....	143
	3.2.1.2	Alcance eléctrico de la normativa de construcción de la municipalidad de Amatitlán.....	145
	3.2.2	Segundo acercamiento a la municipalidad de Amatitlán.....	146
	3.2.3	Tercer acercamiento con la municipalidad de Amatitlán.....	148
	3.3	Investigación de campo	148
	3.3.1	Distancias ideales.....	148
	3.3.2	Resultado de la investigación de campo	151
	3.3.3	Reportes de interacción personas – red de distribución en el municipio de Amatitlán.....	154

3.3.4	Casos encontrados de invasión de distancia mínima de seguridad en el municipio de Amatitlán	156
3.4	Propuesta de integración de la norma de integración de distancias mínimas	158
3.4.1	Mesa técnica	158
3.4.1.1	Primera propuesta de integración.....	161
3.4.2	Propuesta final	165
4.	FASE DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	171
4.1	Medición de distancias mínimas de seguridad.....	176
	CONCLUSIONES.....	183
	RECOMENDACIONES.....	185
	BIBLIOGRAFÍA.....	187
	APÉNDICE	191
	ANEXOS.....	253

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura del mercado EEGSA.....	12
2.	Relación entre administración, consejo administrativo y accionistas ...	13
3.	Estructura organizacional de la EEGSA.....	14
4.	Cobertura de la EEGSA, por departamentos	21
5.	Límites municipio de Amatitlán.....	28
6.	Distancias mínimas de seguridad a edificios.....	48
7.	Distancia de seguridad de acometidas hasta 750 V.....	52
8.	Distancia mínima de seguridad de estructuras de soporte a vías férreas.....	60
9.	Elementos de un sistema de energía eléctrica.....	61
10.	Cable ACSR.....	67
11.	Cable ACC	68
12.	Aislador tipo pin para 13.2 kV.....	71
13.	Aislador de polímero	72
14.	Dimensiones de un crucero de madera.....	77
15.	Crucero de hierro	78
16.	Transformador autoprotegido.....	84
17.	Transformador convencional.....	84
18.	Banco de transformadores instalado en poste	85
19.	Pararrayo.....	87
20.	Cortacircuitos y sus partes	87
21.	Operación de apertura de un cortacircuitos con loadbuster	88
22.	Anclajes de entre postes	90

23.	Anclaje para crucero en bandera para tirante	90
24.	Anclaje para stubs con abrazadera y ancla con tirante.....	91
25.	Ancla en bandera.....	91
26.	Ancla de dos ojos con dos ganchos.....	91
27.	Cuchilla seccionadora.....	92
28.	Interruptor de aire trifásico para media tensión.....	93
29.	Banco de capacitores en poste.....	94
30.	Reconectador trifásico	96
31.	Baja tensión conductor secundario abierto	97
32.	Baja tensión conductor secundario entorchado	98
33.	Baja tensión conductor abierto con derivación.....	98
34.	Baja tensión conductor entorchado con derivación.....	98
35.	Centrada en tangente una, dos y tres fases	99
36.	Centrada en tangente con ángulo una, dos y tres fases	99
37.	Centrado remate sencillo una, dos y tres fases	100
38.	Centrada doble remate una, dos y tres fases	100
39.	Centrada doble remate en ángulo, una, dos y tres fases.....	101
40.	Derivación doble remate con fusibles y pararrayos una, dos y tres fases.....	102
41.	Centrada en tangente con bajada primaria una, dos y tres fases	102
42.	Centrada en tangente con derivación de 2 a 1 fase y de 3 a 1 fase ...	103
43.	Tangente tres fases y transformadores	103
44.	Vertical remate dos y tres fases.....	104
45.	Vertical en suspensión una, dos y tres fases.....	104
46.	Vertical doble remate en ángulo	105
47.	Tangente en bandera.....	105
48.	Bandera en tangente con ángulo una, dos y tres fases	106
49.	Bandera remate simple una, dos y tres fases	107
50.	Bandera doble remate con ángulo una, dos y tres fases	107

51.	Bandera tangente con derivación y cortacircuitos una, dos y tres fases.....	108
52.	Contacto eléctrico directo.....	110
53.	Contacto eléctrico indirecto.....	112
54.	Curvas de seguridad.....	115
55.	Tipos de quemaduras.....	119
56.	Modelo de la impedancia corporal.....	120
57.	Valores porcentuales relativos de la impedancia del cuerpo humano para diferentes trayectorias de la corriente.....	121
58.	Clasificación de riesgo: Alta.....	123
59.	Clasificación de riesgo: Media.....	123
60.	Distancia mínima de seguridad: Horizontal.....	126
61.	Distancia mínima de seguridad: Vertical.....	126
62.	Zona segura caso 1.....	127
63.	Zona segura caso 2.....	127
64.	Circuito A.....	130
65.	Circuito B.....	131
66.	Circuito C.....	132
67.	Circuito D.....	133
68.	Variantes solicitadas en el municipio de Amatitlán.....	141
69.	Clasificación de riesgo por circuito.....	145
70.	Distancia óptima construcción tangente.....	149
71.	Distancia óptima construcción excéntrica.....	150
72.	Distancia óptima construcción en bandera.....	150
73.	Clasificación de riesgo por circuito.....	152
74.	Distancias invadidas en el Municipio de Amatitlán.....	153
75.	Caso 1.....	156
76.	Caso 2.....	157
77.	Mesa técnica.....	160

78.	Mesa técnica.....	160
79.	Propuesta inicial – Construcción tangente.....	162
80.	Propuesta inicial – Construcción excéntrica.....	162
81.	Propuesta inicial – Construcción bandera.....	163
82.	Construcción tangente propuesta final.....	169
83.	Construcción excéntrico propuesta final	169
84.	Construcción bandera propuesta final	170
85.	Convocatoria curso – capacitación	171
86.	Curso parte teórica	175
87.	Participantes del curso.....	175
88.	Curso parte práctica – identificación de líneas de tensión	177
89.	Curso parte práctica – Medición de distancia horizontal.....	177
90.	Medición de distancias – Caso 1	178
91.	Medición de distancia – Caso 2	179
92.	Medición de distancias – caso 3	180

TABLAS

I.	Cabeceras departamentales.....	27
II.	Accidentes geográficos de Amatitlán	29
III.	Principales leyes que rigen a los municipios de Guatemala	30
IV.	Aldeas y Caseríos.....	31
V.	Tensiones mínimas de flameo en seco, de aisladores	39
VI.	Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores sobre vías férreas, el suelo o agua	43
VII.	Distancias mínimas de seguridad verticales entre conductores y cables soportados por diferentes estructuras	44

VIII.	Distancias mínimas de seguridad de conductores y cables a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones.....	49
IX.	Distancias mínimas de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones.....	50
X.	Distancia horizontal mínima de conductores en sus soportes fijos, del mismo o de diferente circuito de acuerdo con su flecha.....	53
XI.	Distancia horizontal mínima de separación entre conductores del mismo o de diferente circuito en sus soportes fijos.....	54
XII.	Distancias de seguridad vertical entre conductores, en sus soportes..	55
XIII.	Espaciamiento vertical mínimo entre conductores soportados en bastidores verticales.....	56
XIV.	Distancia de separación mínima en cualquier dirección de conductores de línea a soporte o a la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas sujetas a la misma estructura.....	57
XV.	Distancias mínimas de seguridad verticales sobre el suelo para equipo de servicio eléctrico instalado en estructuras.....	59
XVI.	Características de los conductores tipos AAC, AAAC y ACSR.....	68
XVII.	Características de los conductores desnudos de Cobre suave.....	69
XVIII.	Postes utilizados por EEGSA.....	73
XIX.	Características de los postes de concreto (EEGSA).....	75
XX.	Efectos fisiológicos de la corriente alterna (60 Hz) sobre el cuerpo humano.....	115
XXI.	Efectos de la electricidad según la intensidad de corriente.....	116
XXII.	Relación corriente: tiempo que puede causar la muerte.....	117
XXIII.	Distancias de seguridad de zona segura caso 1 y 2.....	128
XXIV.	Potencia máxima suministrada por cada circuito: 2018*.....	129
XXV.	Índices globales: etapa de transición.....	136
XXVI.	Índices globales: a partir del inicio de la etapa de régimen.....	136

XXVII. Índices individuales: a partir del inicio de lo etapa de régimen.....	137
XXVIII. Datos.....	139
XXIX. Resultados.....	140
XXX. Clasificación de riesgo por circuito.....	144
XXXI. Distancias ideales	149
XXXII. Clasificación de riesgo por circuito.....	151
XXXIII. Porcentaje de postes con invasión por circuito	154
XXXIV. Reporte de incidentes humanos	155
XXXV. Distancias entre fase al inmueble	163
XXXVI. Distancias red de distribución – Inmuebles.....	170

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
∅	Diámetro
m	Metro
Ω	Ohmio
k	Prefijo del sistema internacional indica factor 10^3
M	Prefijo del sistema internacional indica factor 10^6
V	Voltaje o tensión
VA	Voltamperio
W	Watt

GLOSARIO

Aislamiento	Elemento no conductor que se interpone para evitar el flujo de la corriente de un punto a otro elemento o medio que separa 2 o más cosas. Efecto de aislar.
Asfixia	Efecto que se produce en el centro nervioso que regula la respiración por el paso de una corriente, que puede llegar a producir un paro respiratorio.
Cable de conductor	Elemento de una línea eléctrica que tiene como función específica la transmisión de corriente.
Choque eléctrico	Efecto fisiológico debido al paso de la corriente por el cuerpo.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica
Consumidor o usuario final	Personal individual o jurídica que recibe servicio.
Corriente de contacto	Corriente que pasa a través del cuerpo humano cuando se le comete a una tensión (tensión de contacto).

Corriente de defecto o de falla	Corriente que circula por causa de un defecto de aislamiento.
Corrosión	Es el deterioro de un material (generalmente un metal) o de sus propiedades debido a la interacción con su ambiente.
Diagrama unifilar	Es aquel que muestra las conexiones entre dispositivos, componentes, partes de un circuito eléctrico o de un sistema de circuitos presentados mediante símbolos.
Electrización	Momento en que una persona forma parte del circuito eléctrico, circulando una corriente por el cuerpo. Como mínimo se presenta un punto de entrada y otro de salida de corriente.
Fibrilación ventricular	Movimiento arrítmico del corazón que puede ocasionar el fallecimiento de la persona.
Flecha	Es la distancia medida verticalmente desde el conductor hasta una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte, a menos que otra cosa indique, la flecha siempre se mide en el punto medio del claro.
Herrajes y accesorios	Son dispositivos que se utilizan para sujetar el conductor y las cadenas de aisladores a las estructuras o postes de las líneas de distribución.

Interconexión	Conexión eléctrica entre dos o más circuitos.
Monofásico	Una sola fase.
NTDOID	Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución.
Red radial	Es cuando el flujo de potencia nace en un solo nodo.
Sistemas de tierras	Conjunto de elementos para disipar la corriente de falla o de descargas atmosféricas en líneas de distribución, incluye: conductor a tierra, tierra natural o artificial y electrodos.
Sobretensión	Tensión anormal entre dos puntos de un sistema cuyo valor más elevado que puede existir entre dichos puntos en servicio normal.
Tetanización	Movimiento incontrolado de los músculos debido a la acción de la corriente eléctrica, con pérdida del control.
Trifásico	Tres fases.
Umbral de reacción	Valor mínimo de la corriente que provoca una contracción muscular.

Umbral de no soltar	Valor máximo de la corriente que permite a una persona soltar las partes con tensión. Este umbral depende del tiempo de exposición.
Voltaje eléctrico	Es la diferencia de potencial eficaz entre dos fases. Los voltajes son valores nominales a menos que se indique otra cosa. El voltaje nominal de un sistema o circuito es el valor de designación del mismo al que están referidas ciertas características de operación. El voltaje de operación puede variar arriba o debajo de este valor.

RESUMEN

El crecimiento de habitantes en el municipio de Amatitlán, ha forzado el incremento de las construcciones, modificaciones y ampliaciones inmobiliarias, comerciales e industriales, así mismo la red de distribución eléctrica para dar un buen servicio. A pesar de ir en conjunto, éstas han crecido separadas, ya que en el momento de solicitar una licencia de construcción, el proceso sólo se enfoca en la obra civil y no en la posibilidad o existencia de una invasión a las distancias mínimas de seguridad, añadiendo que hay construcciones que no solicitan dicho requisito o no respetan el diseño que se ha autorizado, aumentando aún más la posibilidad de distancias invadidas, donde se puede evidenciar, una por desconocimiento y otra por sacar la ventaja máxima de su construcción.

Realizando una inspección en campo se obtiene el panorama de los puntos donde existen invasiones de distancias mínimas y se clasifican según su riesgo. Teniendo estos datos y realizando una mesa técnica entre los entes, se propone integrar a la normativa de construcción, puntos importantes de distancias mínimas de seguridad, además de criterios que son contextuales con el municipio, siempre regidos en el marco de la ley general de electricidad emitidas por la CNEE. Con esto, la municipalidad tiene herramientas jurídicas con el fin de prevenir o evitar cualquier invasión de distancias mínimas de seguridad. Culminando con una capacitación al personal de la municipalidad para que pueda identificar, antes de emitir una licencia de construcción, un posible punto de violación a las distancias mínimas de seguridad y dar las directrices correctas al solicitante.

OBJETIVOS

General

Proponer la integración de la norma de distancias mínimas de seguridad y construcción en el municipio de Amatlán, para conceder la licencia de construcción en el municipio de Amatlán, evitando así que las nuevas construcciones, modificaciones y ampliaciones pongan en riesgo eléctrico primeramente al personal de construcción, residentes, animales, inmuebles y a la red de distribución eléctrica.

Específicos

1. Entregar un manual del curso práctico – teórico que comprenda temas de electricidad básica, efectos de la electricidad, normas de construcción de red de distribución eléctrica aérea y distancias mínimas de seguridad.
2. Capacitar al personal que supervisa las posibles modificaciones, ampliaciones y construcciones para que obtengan el criterio necesario para poder indicar, si es necesario, alguna variación en la red de distribución eléctrica e indicar al solicitante los posibles riesgos eléctricos y así extender la licencia de construcción.
3. Crear una base de datos donde indique los puntos donde se hayan violado la norma de distancia mínima de seguridad, asignándoles un grado de riesgo dependiendo de la accesibilidad a la que se encuentre.

INTRODUCCIÓN

La Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima es la distribuidora de energía eléctrica en los departamentos de Guatemala, Escuintla, Sacatepéquez y, en concesión, Chimaltenango, Santa Rosa y Jalapa. Estos son departamentos más poblados, industrializados y comerciales del país.

La operación es la parte que le da estabilidad a la red, por su constante crecimiento, fallas de equipos y daños causados por terceros. Sin embargo, el mantenimiento corrige y prevé el constante riesgo a la que la red de distribución eléctrica aérea está sometida. El costo de continuidad o la reducción de fallas va íntimamente unida a todo un sistema de mantenimientos correctivos, preventivos, predictivos y controles por parte del ente regulador, que hace valer el reglamento que contempla deberes y penalizaciones en donde las interrupciones y la frecuencia son costos que están regidos por la Ley General de Electricidad

La razón para el desarrollo del tema “Propuesta de integración de las normas de distancias mínimas de seguridad en la red de distribución eléctrica aérea y las de construcción en el municipio de Amatitlán” surge debido a la interacción entre las líneas de red de distribución eléctrica aérea y los inmuebles en el municipio de Amatitlán, donde las estructuras de la red de distribución se encuentran instaladas en el área pública del municipio colindando con la propiedad privada. El crecimiento inmobiliario que hay en dicho municipio, sobre todo en el casco urbano, se encuentra amenazado cuando las construcciones de los inmuebles se realizan con o sin licencia de construcción, ya que, al solicitarla las distancias mínimas de seguridad integradas en las Normas técnicas de diseño

y operación de las instalaciones de distribución creadas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, no son tomadas en cuenta.

Las distancias mínimas de seguridad están creadas con el fin primordial de limitar la posibilidad de contacto directo o indirecto por personas con los circuitos, equipos o estructuras con voltaje mayor a 750 voltios; o que las líneas de distribución puedan entrar en contacto con la propiedad de otros o privada. Este contacto, donde muchas veces se evidencia el desconocimiento del peligro de las líneas energizadas, puede provocar accidentes con resultados de heridas graves e incluso fatalidades. Al aplicar las distancias mínimas de seguridad, se le agrega confiabilidad a la continuidad del servicio eléctrico y se lleva a cabo la responsabilidad social que toda empresa que presta un servicio básico debe de tener.

Se desea integrar al Reglamento de Construcción del municipio de Amatlán lo descrito en las Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID) que en su Artículo 1 dice textualmente “Estas Normas tienen por objeto establecer las disposiciones, criterios y requerimientos mínimos para asegurar que las mejoras y expansiones de las instalaciones de distribución de energía eléctrica, se diseñen y operen, garantizando la seguridad de las personas y bienes y la calidad del servicio”. Se apoya en la definición de Distancia Mínima de Seguridad que dice de la forma siguiente: “Es la distancia mínima establecida entre superficies, de un objeto energizado y otro energizado o no, o persona, para garantizar que el segundo objeto o persona no se encuentre en riesgo de recibir descargas eléctricas desde el primero”. Con base en el Reglamento de construcción del municipio de Amatlán (RG-1) que en su Artículo 1 dice literalmente: “Este reglamento rige todas las actividades de construcción, ampliación, modificación, reparación y demolición de edificaciones que se lleven a cabo en el municipio de Amatlán y

dentro del área de influencia urbana, según el Artículo 6° de la Ley Preliminar de Urbanismo, Decreto Presidencial 583". Si a esto se agrega el acceso a información de fabricantes de materiales y equipo utilizado en las redes de distribución aérea de media tensión y de normas utilizadas por EEGSA, llegamos a tener un amplio criterio y guía que es la base esencial y correcta que nos llevará a una propuesta amigable, previsor, actualizada y óptima a las circunstancias actuales.

1. ANTECEDENTES

1.1 Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A.

En Guatemala, la Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima se caracteriza por ser la distribuidora de energía eléctrica en los departamentos más industriales, comerciales y más poblados del país. Su importancia se ha alcanzado gracias al desarrollo de proyectos visionarios, sólidos y rentables, dirigidos por una estrategia de crecimiento constante y en el esfuerzo de un equipo de profesionales comprometidos con el objetivo de ofrecer un servicio de la más alta calidad.

1.1.1 Historia

Con Acuerdo Gubernativo del 10 de octubre de 1894, 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 generar energía eléctrica, venderla a domicilio y proporcionar alumbrado público en la ciudad capital, Antigua Guatemala, Amatitlán, Chimaltenango, Palín y Escuintla.

1.1.1.1 Primera sociedad

Con Acuerdo Gubernativo del 10 de octubre de 1894, 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 generar energía eléctrica, venderla a domicilio y proporcionar alumbrado

público en la ciudad capital, Antigua Guatemala, Amatitlán, Chimaltenango, Palín y Escuintla.

Una sociedad anónima fue creada el 7 de diciembre de ese mismo año, con el nombre de Empresa Eléctrica de Guatemala, ante el notario Manuel Montúfar. Los socios fundadores son Enrique Neutze, Herman Hoepfner, Federico Gerlach, Victor Matheu, Antonio de Aguirre y Juan Francisco Aguirre.

En sus inicios había una capacidad de generar 1 000 HP de fuerza. Dicha infraestructura eléctrica e hidráulica fue construida por la firma alemana Siemens y Halske. Veinte años después, en el 1916 la demanda tenía un total de 1 560 HP distribuida en 25 300 focos de 16 bujías y 577 motores.

En una época de expansión, en 1918, la Electric Gond & Share Co. EBASCO, consorcio de varias compañías norteamericanas dedicadas a la explotación del negocio de energía eléctrica en diversos países del mundo, con casa matriz en la ciudad de Nueva York, Estado Unidos, adquirió varias empresas del sector eléctrico, entre ellas la Empresa Eléctrica del Sur. Esta había sido intervenida por el gobierno de Guatemala en julio de 1918.

Pasado un tiempo, adquirió las acciones de la empresa del Alumbrado Eléctrico del Norte, que solo suministraba servicio a la parte norte de la ciudad capital; de la Empresa Eléctrica de Escuintla, además de extensas fincas de Palín y Escuintla y la ya mencionada Empresa Eléctrica del Sur. En marzo de 1920, el Gobierno de Guatemala vendió a EBASCO 495 acciones de la empresa, pertenecientes a corporaciones o individuos alemanes, a mil dólares cada acción; es decir, un total de \$495 mil dólares americanos.

Con contrato – concesión por 50 años, en mayo de 1922, EBASCO comenzó un extenso programa de nuevas construcciones. Finalizó la planta San Luis, instaló otra en Escuintla (El Modelo) y una más en la Finca El Zapote, en la ciudad de Guatemala. Reconstruyó los sistemas de distribución en los pueblos donde se prestaba el servicio.

Se instaló un nuevo generador en la Planta Palín y se construyó también una nueva línea de transmisión entre Palín y la ciudad de Guatemala. En 1925, la razón social de la empresa se instituye en Empresa Guatemalteca de Electricidad, Inc. En 1926 construyó un nuevo edificio para sus oficinas administrativas (actual edificio de EEGSA, 6ª avenida y 8ª calle, zona 1) e introdujo el uso de los medidores eléctricos en los domicilios, y le dio un impulso el uso de aparatos eléctricos.

1.1.1.2 Cambio de razón social

En 1925, la Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima, modificó su razón social a Empresa Guatemalteca de Electricidad, Inc. 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, a favor de la Empresa Guatemalteca de Electricidad, Inc.

En enero de 1938, la Empresa Guatemalteca de Electricidad, Inc. Modificó el contrato concesión en cuanto a impuestos, no así en su área de servicio. Continuó distribuyendo energía eléctrica en los departamentos de Guatemala, Escuintla y Sacatepéquez.

Con último cambio de razón social, el 5 de octubre de 1939, por escritura No. 164 del Notario Alejandro Arenales Iriondo, la sociedad se llamó como

hasta la fecha se le conoce, Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima.

1.1.1.3 Primeras generadoras de vapor

Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima, puso en operación las dos primeras unidades de vapor en la central generadora llamada Planta Laguna, en las riberas del lago de Amatitlán, en el año 1947.

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, e incluye las plantas de Palín, San Luis y el Salto, en Escuintla. Fueron vendidas al Gobierno de Guatemala, por un monto aproximado de \$3 millones 186 mil dólares americanos. Por su parte, el Instituto Nacional de Electrificación, INDE, ponía en operación de la hidroeléctrica de Jurún Marinalá, lo que incrementó la generación y dio paso al crecimiento de la red de distribución eléctrica.

El accionista mayoritario de la Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima, que en el año 1968 era la firma norteamericana America & Foreign Power Company se fusiona con Electric Bond & Share Company, conocida como EBASCO. Esta cambió su nombre a Ebasco Industries Inc. En 1969, una nueva fusión se da a cabo con la Bise Cascade Corporation.

1.1.1.4 Nace una sociedad mixta

El 22 de mayo de 1972 expira el contrato-concesión firmado en 1922. 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. Después de casi dos años de negociaciones compró a Boise Cascade Corporation. La transacción de \$18 millones de dólares americanos que representaba el 91,73 % del capital de la empresa, quedó legalizada con base en el Decreto 21-72, según escritura No. 223.

El 20 de mayo de 1977, cuando por medio del Acuerdo del Ministerio de Economía la Empresa fue declarada como sociedad de economía mixta, las 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, 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.

1.1.1.5 Ley General de Electricidad

El 25 de julio de 1995 se aprobó el aumento de capital en acciones comunes, hasta la suma de Q220 millones. Ese mismo año la Empresa se acogió voluntariamente a las disposiciones del actual Código de Comercio.

En toda esta trayectoria la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. generaba, transportaba y comercializaba energía eléctrica. En 1996 el Congreso de la República aprobó la Ley General de Electricidad, con el objetivo de desmonopolizar el sector eléctrico. En 1997 el Reglamento, impide que una

misma compañía realice las tres funciones antes mencionadas, al mismo tiempo.

En Asamblea General Ordinaria de Accionistas de la Empresa, realizada en marzo de 1997, siguiendo los pasos trazados por la ley general de electricidad, los representantes del accionista mayoritario aplicaron los lineamientos para ejecutar el proceso de desincorporación de los Activos de Generación de la Empresa, que para ese entonces eran Planta Laguna y la unidad Stewart & Stevenson.

En proceso transparente de venta para realizar la desincorporación, los activos fueron adquiridos por la firma Guatemalan Generation Group, GGG, en agosto de 1997.

1.1.1.6 Proceso de capitalización

El 20 de mayo de 1998, el accionista mayoritario informó en la Asamblea General Ordinaria de Accionistas acerca de los pasos dados en el proceso de capitalización social y venta de las acciones propiedad del Estado, en Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima.

A través del Acuerdo Gubernativo 865-97, el proceso de desincorporación inició con el proceso de elección de un Asesor Financiero y Técnico para la Empresa. Cuarenta y dos entidades fueron invitadas y se presentaron nueve firmas y precalificaron seis. La selección recayó en el consorcio Salomon Smith Barney Holding Inc.

Se formó una junta de notable que colaboró en el proceso para velar por un proceso serio y transparente. Elaboraron los documentos correspondientes y se

realizó un: memorándum informativo preliminar, giras de promociones en el extranjero, memorándum de venta y términos de referencia.

Se invitaron treinta firmas a participar en la venta; mostrando trece de ellas un alto interés y finalizó con una precalificación únicamente cuatro de estos consorcios.

El 30 de julio de 1998, en un acto público, se declaró oficialmente ganador al consorcio integrado por Iberdrola Energía, S.A., TPS de Ultramar Ltd. y EDP Electricidad de Portugal, S.A. Ellos adquirieron el 80 % de las acciones que el Estado de Guatemala tenía de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., con un costo de \$520 millones dólares americanos con 25 centavos.

El 11 de septiembre de 1998, Iberdrola Energía, S.A., en nombre del consorcio ganador, se hizo cargo de la administración de las actividades de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. Todo este proceso fue causa de muchas felicitaciones por diferentes entidades de la población guatemalteca por llevarse con total limpieza y transparencia.

1.1.1.7 Primero paso a una nueva era empresarial

El 13 de abril de 1999, en Asamblea General Ordinaria y Asamblea General Extraordinaria, los nuevos accionistas aprueban la fusión entre Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. y Distribución Eléctrica Centroamericana, DECA. Decidieron como una meta primordial el convertirse en una empresa de distribución eléctrica líder a nivel centroamericano. Adquiere como objetivos principales el prestar este servicio con los más altos estándares de eficiencia y calidad.

El 18 de agosto de ese mismo año, fue inscrita en el Registro Mercantil de la República de Guatemala la nueva empresa resultante de la fusión mencionada, con efecto retroactivo al 2 de agosto. El 19 de julio es la fecha del edicto en que se firmó la fusión.

Se posicionó así a Empresa Eléctrica de Guatemala como la primera empresa con fondos propios de Guatemala y la segunda a nivel centroamericano. Se dieron así los primeros pasos a la nueva era empresarial, con una nueva estructura organizativa e inversión en diferentes áreas, con el objetivo de expandirse y renovar la red de distribución eléctrica.

1.1.1.8 Innovación tecnológica

En el año 2000, se denomina como el año de la innovación tecnológica, se realizan considerables inversiones. La nueva Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., operada por Iberdrola Energía, S.A., en nombre del consorcio inversor, inició su actividad empresarial con nuevas plataformas de gestión.

Estas inversiones marcaron en un efectivo plan de mantenimiento, expansión, renovación de la red de distribución en baja y media tensión, alumbrado público y sistemas de soporte. Mejoraron considerablemente los índices de calidad del servicio, así como la atención y el acercamiento amigable a los clientes.

En ese mismo año, dando pasos firmes en la innovación, 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. Se modificó la relación laboral, con directrices definidas al modelo de relación, orientado a entrelazar

la mutua confianza, transparencia y respeto a la dignidad de los colaboradores. Se reconoció la fuerza laboral que contribuye al alcance de objetivos y metas establecidas, en pos del beneficio mutuo.

El 2001 se constituye como el año de pasos firmes en la innovación tecnológica, donde se refleja el esfuerzo más importante de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. Se implementa el Plan de Sistemas de Información que incluyó la adquisición del Sistema de Información Comercial SAP/IS-U, cuya aplicación específica va dirigida a empresas distribuidoras de energía eléctrica, uno de los mayores éxitos tecnológicos, pero esto no se quedó ahí: luego se adquiere y desarrolla el sistema de información Geográfica de Activos de la Red (SIGRE).

1.1.1.9 Estrategias del negocio

En el año 2001 entra en vigencia de la tarifa social, según Decreto 96-2000 publicado en el Diario de Centro América el 02 de enero de 2001, con el objetivo fundamental de favorecer al usuario regulado del servicio de distribución con consumos de hasta 300 kWh/mes o su equivalente a 10 kWh/día.

Una estrategia que no podía quedarse atrás es el acercamiento a sus clientes actuales como a los futuros. Es así como se habilitan 248 puntos de recepción de pagos, lugares en los que, además de cancelar facturas por consumo de energía eléctrica, se puede solicitar copias de facturas y efectuar pagos de reconexiones. Una innovación importante es el sistema de conexión en línea con Banco Industrial y Banco G&T-Continental a partir del 01 de octubre de 2001.

En cumplimiento con lo estipulado por la Ley General de Electricidad, se diseña e implementa un nuevo formato de factura, el cual empezó a distribuirse oficialmente en el mes de octubre de 2001. Este nuevo formato en la factura tiene el fin de brindar información más detallada a los clientes, en cuanto a los consumos y cargos realizados en cada factura.

El 13 noviembre de 2001 se habilita la nueva página web de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., la cual presenta una nueva imagen, amigable, con información inmediata, dinámica y totalmente actualizada.

Las inversiones realizadas impactan considerablemente en la calidad del servicio prestado. Se define una base a la valoración de los índices que miden la calidad del servicio técnico, estos son: TTIK o tiempo total de interrupciones por KVA, FMIK o frecuencia media de interrupciones por KVA; también se cuenta con Indicadores individuales por usuario, estos son: FIU frecuencia de interrupción por usuario y TIU tiempo de interrupción del usuario.

El 21 de octubre de 2010, el Grupo EPM de Medellín, Colombia, adquirió el 80 % de las acciones de EEGSA, por lo que se constituye en el nuevo socio mayoritario de esta empresa.

Los clientes siguen creciendo y, por tanto, la red de distribución eléctrica también. Esto lleva a que la historia de EEGSA siga el mismo ritmo. No deja de lado la expansión por la calidad, sino que pone nuevos retos a seguir trabajando y brindando un servicio de calidad técnica y comercial inigualable.

1.1.1.10 Actividades de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A.

Como principal actividad, Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (EEGSA), tiene la distribución de energía eléctrica a voltajes normados según la necesidad de los consumidores en el área de los departamentos de Guatemala, Escuintla, Sacatepéquez y en concesión los departamentos de Chimaltenango, Jalapa y Santa Rosa.

El mantenimiento de toda la red de distribución eléctrica es de suma importancia para que su operación sea lo más eficiente y en condiciones óptimas, para poder expandirse y así llevar el servicio de energía eléctrica a consumidores que lo necesiten.

1.1.1.11 Visión

Ser líder centroamericana en el suministro de energía eléctrica y de otros servicios relacionados, con excelencia en calidad y confiabilidad, a precio competitivo y con una rentabilidad adecuada.¹

1.1.1.12 Misión

Distribuir energía eléctrica de forma segura y fiable respetando el medio ambiente y manteniendo su rentabilidad²

¹ EEGSA. *Informe de comunicación en progreso 2018*. p.8.

² *Ibíd.*

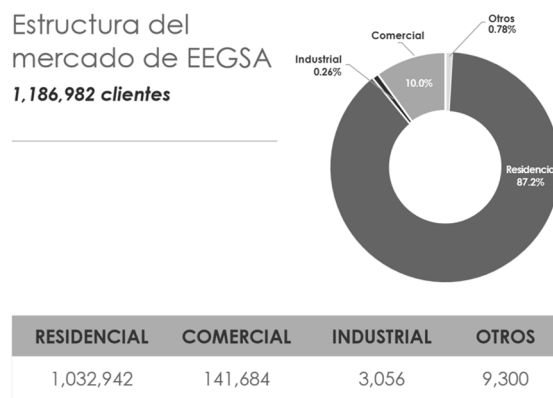
1.1.1.13 Estructura del mercado EEGSA

Distribución final de energía eléctrica a los habitantes de los departamentos de Guatemala, Escuintla y Sacatepéquez y el área de concesión Chimaltenango, Jalapa y Santa Rosa. Ver figura 1.

1.1.1.14 Gobierno corporativo

Es el conjunto de lineamientos prácticos que definen el equilibrio entre la propiedad y la gestión de la empresa, garantiza la sostenibilidad y crecimiento, los derechos de sus inversionistas, la transparencia y ética en su actuación y el equilibrado acceso a la información para sus grupos de interés.

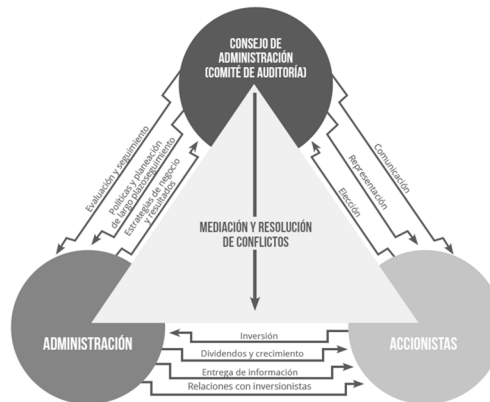
Figura 1. Estructura del mercado EEGSA



Fuente: EEGSA.

Existe una serie de documentos que dan pauta a las normativas, prácticas y estándares que generan confianza, para mantener así su crecimiento en paralelo con la transparencia.

Figura 2. **Relación entre administración, consejo administrativo y accionistas**



Fuente: EEGSA.

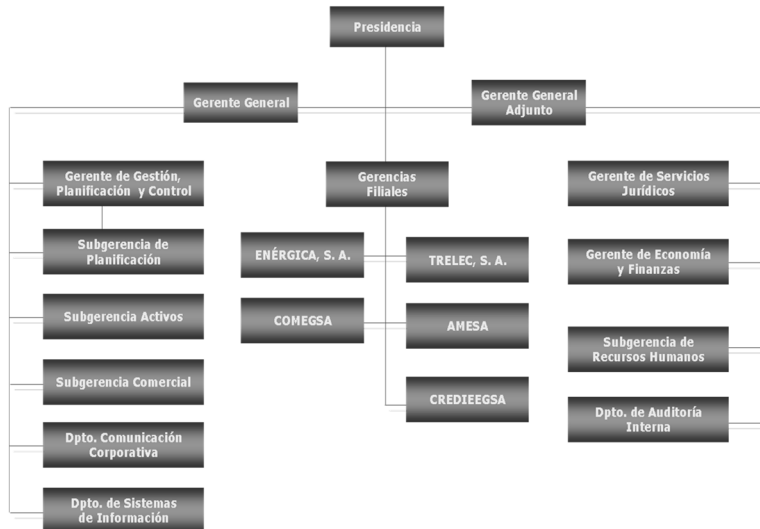
1.1.1.15 Estructura organizacional

EEGSA se define como una organización formal donde sus departamentos y unidades se rigen por normas, directrices y reglamentos internos para lograr así objetivos concretos. En la siguiente figura se presenta la estructura organizacional.

1.1.1.16 Centros de trabajo

En los ambientes de trabajo, el esfuerzo de cada colaborador anima a Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. a desarrollar y motivar una cultura de valores congruentes, de alto desempeño, sin dejar a un lado la mejora de la calidad de vida. Termina con un resultado de alcance de objetivos estratégicos y la continuidad del negocio.

Figura 3. Estructura organizacional de la EEGSA



Fuente: EEGSA.

Se cuenta con tres centros de trabajos ubicados en el departamento de Guatemala y Escuintla. En las oficinas técnicas y administrativas el colaborador desarrolla todo su potencial de forma natural.

- Atención al cliente
 - Con el objetivo primordial de tener un acercamiento asertivo con sus clientes, EEGSA ha creado toda una logística electrónica, presencial y de acercamiento, para proveer de herramientas funcionales y accesibles.
- Ubicación
 - Cuenta con catorce centros de servicios personalizados, distribuidos estratégicamente. La ubicación exacta y el horario

de atención de cada uno de estos centros de servicios, se describe a continuación:

- **Servicios Express Cayalá**
Local A3-110, Edificio Décimo boulevard Rafael Landívar 10-05, zona 16 Paseo Cayalá; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- **Condado Concepción**
Local 13 Centro de Tiendas de Conveniencia Condado Concepción Kilómetro 15,5 Carretera a El Salvador; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- **Amatitlán**
7ª calle 11-85, Barrios Hospital, Centro Comercial Plaza del Lago Locales 11 y 12; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- **Pacific Center**
Calzada Aguilar Batres 32-10, zona 11, Centro Comercial Pacific Center local 219; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- **Servicio Express Centra Norte**
Kilómetro 8,5 de la Carretera al Atlántico, Centra Norte local U30; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- Plaza Florida
Calzada San Juan 1-83, zona 7 de Mixco, Centro Comercial Plaza Florida local 521; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- Metronorte
Kilómetro 5,5 Carretera al Atlántico, zona 17, Centro Comercial Metronorte local 224; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- Unicentro
18 calle Boulevard Los Próceres 5-56, zona 10, Centro Comercial Unicentro local 213; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- Megacentro
Calzada Roosevelt 29-60, zona 7 de Guatemala, Centro Comercial Megacentro local 100; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- Villa Nueva
Calzada Concepción y 5ª calle, zona 6 de Villa Nueva, Centro Comercial Plaza Villa Nueva locales 10 y 11; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- Antigua Guatemala
4ª calle Poniente No. 14, Antigua Guatemala; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.

- Escuintla
Kilómetro 5,5 Carretera a Antigua Guatemala, finca El Modelo, zona 5 de Escuintla; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.
- Puerto de San José
3ª calle y Avenida 30 de junio 2-85 local "D", Nivel 2; atención: lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.
- Central
8ª calle y 6ª avenida esquina, zona 1 de Guatemala; atención lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 horas.
- Teleservicio
 - Con una atención los 365 días del año las 24 horas del día al número directo de Teleservicio, el cliente puede tener una comunicación directa y rápida al llamar al número (502)2277-7000. Donde puede realizar las siguientes gestiones:
 - Consulta de Saldo
 - Consultas generales en relación a su servicio
 - Envío de facturas
 - Recepción de reclamos
- Video atención
 - Como su nombre lo indica, se puede contactar a EEGSA por medio de una video llamada, de la misma forma como si el cliente

fuera una oficina de servicio al cliente, en los horarios de lunes a viernes de 08:30 a 16:30 horas, el único requisito es que el cliente debe de tener un buen acceso a la conexión de internet. Puede tener la misma información mencionada en el Teleservicio.

- Servicios en la web

- Cuenta con una página de internet de fácil acceso, con información importante, que ayuda al navegador, a encontrar todo lo referente a los servicios, documentación y el camino a seguir con los servicios que EEGSA puede prestar.
- El navegante puede llegar a conocer la historia de EEGSA, los programas de responsabilidad social empresarial y ambiente, la atención al cliente, noticias y contactos. La página es: <https://eegsa.com/>
- Las redes sociales no escapan al desarrollo en el que EEGSA desea llegar a sus clientes, ya que tiene cuentas en Facebook, Twitter, Youtube e Instagram.

- EEGSA Móvil

- Dando un paso más allá se cuenta con EEGSA Móvil para acercarse a las localidades lejanas, donde se pueden realizar las principales gestiones de los servicios, tales como:
 - Impresión de copias de facturas
 - Contrataciones de servicios nuevos
 - Cambio de nombre del servicio
 - Reposición o reubicación del medidor

- Cambios de voltaje por carga
- Extensiones de líneas
- Reporte de aparatos quemados
- Corte de servicio a solicitud del cliente
- Actualización de depósitos
- Pagos parciales
- Información y consulta

1.1.1.17 Variantes de red

Es un proceso que proporciona EEGSA a cualquier solicitante para modificar la red de distribución de su ubicación actual. Según la necesidad del cliente o solicitante, esto puede incluir:

- Postes
- Líneas primarias y secundarias
- Retenidas
- Equipos de transformación o de operación de la red

Dicho proceso tiene un costo que se encuentra avalado con el Capítulo II, artículo 52 de La Ley General de Electricidad, que dice textualmente así: “Los gastos derivados de los cambios, remoción, traslado y reposición de las instalaciones eléctricas que sea necesario ejecutar, serán sufragados por los interesados y por quienes lo originen.

Para poder realizar la solicitud, el interesado debe de llenar el formulario de red, que puede adquirir electrónicamente de la página de EEGSA (www.eegsa.com) o se lo proporcionan en cualquier oficina del servicio al cliente. En dicha oficina se crea la variante de red, la cual va identificada por medio

de una letra uve (V), el año que se solicita y cuatro números más que los proporciona el sistema (SAP) que utiliza EEGSA.

El tener ya asignado el código de variante de red, se realiza una visita técnica al lugar de interés para conocer la modificación según la necesidad del solicitante. Luego se realiza un diseño y presupuesto, según normas EEGSA, y se envía por medio electrónico o por correo al solicitante para que conozca el costo de dicha solicitud.

El solicitante puede tomar diferentes caminos:

- Cancelar el costo de la variante de red y proceder a realizar la modificación.
- No cancelar el costo de la variante de red y la red no se modificará.
- Realizar su reclamo a través del departamento jurídico para que sea por esa instancia y según las pruebas que se presente, se le dará la respuesta, que puede ser:
 - Cliente debe de absorber los costos.
 - EEGSA absorbe el costo.
 - Se le proporciona un descuento al cliente.

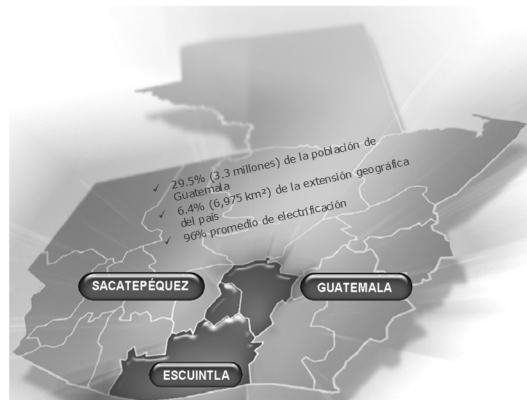
El formulario de variantes de red puede verse en el anexo 1.

1.1.1.18 Mercado objetivo

El mercado objetivo que abarca Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. corresponde a las áreas de Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla, con las especificaciones siguientes:

- 29,5 % (3,3 millones de personas) de la población de Guatemala
- 6,4 % (6 975 $km.^2$) de la extensión geográfica del país
- 96 % promedio de electrificación

Figura 4. Cobertura de la EEGSA, por departamentos



Fuente: EEGSA.

1.1.1.19 Mercado legal

La operación de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., y el subsector eléctrico, para el desarrollo de actividades de generación, transporte distribución y comercialización de la electricidad para satisfacer las necesidades sociales y productivas del país, está basado en una lista que tiene una base legal. Es la siguiente:

- Constitución Política de la República de Guatemala.
- Ley General de Electricidad, Decreto No. 96-96.
- Reglamento de la Ley General de Electricidad, Acuerdo Gubernativo No. 256-97.
- Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista, Acuerdo Gubernativo No. 299-98.

Además, hay normas emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica:

- Normas Técnicas del Servicio de Distribución (NTSD).
- Normas de Estudio de Acceso y Uso de la Capacidad de Transporte (NEAST).
- Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución (NTODOID).
- Normas Técnicas de Diseño y Operación del Sistema de Transporte (NTDOST).
- Normas Técnicas de Calidad de Servicio de Transporte y Sanciones (NTCSTS).

Existen también normativas emitidas por el Administrador del Mercado Mayorista, son:

- Normas de Coordinación Operativa.
- Normas de Coordinación Comercial.
- Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, Decreto No. 52-2003.
- Reglamento de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Renovable, Acuerdo Gubernativos No. 211-2005.

1.1.1.20 Marco institucional del subsector eléctrico

El sistema eléctrico de Guatemala, está construido por una cantidad de activos que conforman una estructura diseñada para la producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Representando de una forma simple, este sistema está dividido en:

- Sistema de generación: sirve como transductor para transformar la energía de diferentes tecnologías en energía eléctrica.
 - Motores de combustión interna
 - Turbinas de vapor
 - Turbinas de gas
 - Hidroeléctricas
 - Centrales geotérmicas

- Sistema de transporte: La red de transporte opera en tres voltajes 230, 138 y 69 kV.
 - El sistema principal utilizado por los generadores incluye la interconexión Guatemala – El Salvador.
 - El sistema secundario es utilizado también por los generadores para suministrar la energía hasta las subestaciones. Está dividido en tres áreas: central, occidental y oriental.

- Sistema de distribución: La red de distribución opera en los voltajes 13,2 y 120/240 V.
 - Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., que presta servicio en el área central del país.
 - ENERGUATE, Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A. (DEOCSA), presta el servicio eléctrico en los departamentos del occidente.
 - ENERGUATE, Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A. (DEORSA), presta el servicio eléctrico en los departamentos del oriente.

- Las Empresas Eléctricas Municipales EMM (Empresas Públicas)
- Empresas de Distribución Privada.

Todas las distribuidoras mencionadas son autorizadas por medio de acuerdos gubernativos. Para la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., es el siguiente:

Mediante Acuerdo número OM-158-98 de fecha 2 de abril de 1998, el Ministerio de Energía y Minas otorgó autorización definitiva a la Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima, para el servicio de distribución final de electricidad en la totalidad del departamento de Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla, por un plazo de 50 años, sin carácter de exclusividad.

Al llenar los requisitos técnicos, legales y de calidad para ser una distribuidora de servicios al consumidor final, se autoriza conforme a la Ley General de Electricidad y su Reglamento, que a su vez facilita, regula, coordina y dirige la comercialización de las actividades del subsector eléctrico, sustentándola por un marco institucional conformado por el Ministerio de energía y Minas MEM, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) y el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), para garantizar al tanto al consumidor como al producto.

1.2 Amatitlán

La ciudad de Amatitlán actualmente se ubica dentro de las 20 ciudades más importantes de Guatemala, forma parte de la mancomunidad gran ciudad del Sur.

1.2.1 Historia

Alrededor de los años 1520 al 25, en la conquista del territorio guatemalteco realizada por el capitán Pedro de Alvarado, Palín y Petapa eran parte del asentamiento poqoman. El centro principal se encontraba en lo que se conoce como Chinautla aproximadamente a 12 kilómetros de la capital. Al terminar la conquista los poqomanes fueron trasladados a 17 kilómetros de la capital al lugar llamado Santo Domingo de Mixco.

El pueblo primitivo de Amatitlán se ubicaba originalmente en el lugar llamado Pampichí o Pampichin, que significa cerca o dentro de las flores, cerca de la ribera meridional del lago. Es posible que sea la ubicación de la finca y caserío Belén. Sufrió dos traslados, según el cronista español Fuentes y Guzmán: el primero fue a Zacualpa o Tzacualpa. Es posible ubicarlo ya que se encuentra en el actual sitio arqueológico Amatitlán, en la parte sur de la desembocadura del lago de Amatitlán en el inicio del río Michatoya, al norte del puente de la Gloria, llamado anteriormente llamado El Molino. El segundo es su ubicación actual.

Ubicada a 1 240 MSM la actual cabecera fue trasladada por Fray Jerónimo Martínez o Fray Diego, ya que el presidente Cerrato donó la laguna de Amatitlán a los padres de Santo Domingo. El 24 de junio de 1549 se considera fundación de San Juan Amatitlán.

1.2.2 Guatemala después de la Independencia de Centroamérica

En la asamblea constituyente del 11 de octubre de 1825, el Estado de Guatemala fue definido como “el estado conservará la denominación de Estado

de Guatemala y lo forman los pueblos de Guatemala, reunidos en un solo cuerpo. El estado de Guatemala es soberano, independiente y libre en su gobierno y administración anterior. La Nueva Guatemala de la Asunción fue designada como la cabecera del Estado de Guatemala; ésta abarcaba los departamentos de Guatemala y Escuintla, donde se encuentran los municipios de Guatemala, Mixtlán, Jalpatagua, Guazacapán, Cuajiniquilapa y Amatitlán.

Para la administración del Estado de Guatemala, el 4 de noviembre de 1825, la Asamblea Constituyente dividió el territorio en siete departamentos y estableció sus cabeceras y distritos según la tabla I.

1.2.3 Departamento de Amatitlán

Durante su gobierno, Mariano Rivera Paz forma un nuevo distrito independiente que incluía Amatitlán, Villa Nueva y Palín, según se decreta el 6 de noviembre de 1839:

- La ciudad de Amatitlán, San Cristóbal Palín, Villa Nueva, San Miguel y Santa Inés Petapa y todos los lugares anexos a esas poblaciones compondrán un distrito independiente para el gobierno político y será a cargo de un teniente corregidor, que ejercerá sus funciones con arreglo a la ley de 2 de octubre de este año y gozará la dotación de mil pesos anuales.
- En el mismo distrito se establecerá un juez de primera instancia para la administración de Justicia.

Fue así como el distrito cambió su nombre y categoría a departamento. Fue denominado como el Departamento de Amatitlán, conforme al acuerdo del Ejecutivo del 8 de mayo de 1866.

Tabla I. **Cabeceras departamentales**

Cabeceras departamentales y distritos establecidos en 1825					
Departamento	Cabecera	Distritos	Departamento	Cabecera	Distritos
Verapaz	Cobán	Peten Cahabon Cobán Tactic Salamá Rabinal	Chiquimula	Chiquimula	Zacapa Acasaguastlán Sansaria Esquipulas Chiquimula Jalapa Mita
Guatemala / Escuintla	Ciudad de Guatemala	Guatemala Amatitlán Escuintla Mixtán Jalpatagua Guazacapán Cuajiniquilapa	Sacatepéquez / Chimaltanango	Antigua Guatemala	San Pedro Sacatepequez San Lucas Tejar Chimaltenango Jilotepeque San Juan Sacatepequez Patzún
Solola / Suchitepequez	Sololá	Joyabaj Quiché Sololá Atitlán Suchitepéquez Cuyotenango	Totonicapán / Huehuetenango	San Miguel Totonicapán	Totonicapán Momostenango Nebaj Huehuetenango Malacatán Soloma Jacaltenango Cuilco
Quetzaltenango / Soconusco	Quetzaltenango	Quetzaltenango Ostuncalco San Marcos Tejutla Soconusco			

Fuente: Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Estado_liberal_de_Guatemala_\(1829-1840\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Estado_liberal_de_Guatemala_(1829-1840)).

Consulta: 6 de mayo de 2018.

1.2.4 Amatitlán, de departamento a municipio

En el decreto legislativo 2081 del 29 de abril de 1935, en el gobierno del general Jorge Ubico, el departamento de Amatitlán fue suprimido. Dicho decreto dice textualmente: “Considerando que es conveniente para los intereses del país la supresión del departamento de Amatitlán por tanto decreta:

- Artículo 1º: se suprime el departamento de Amatitlán
- Artículo 2º: los municipios de Amatitlán, Villa Nueva, San Miguel Petapa y Villa Canales quedan incorporados al de Guatemala y los de Palín y San Vicente de Pacaya al de Escuintla.

- Artículo 3°: el Ejecutivo dictará las medidas del caso para el cumplimiento del presente decreto, que entrará en vigor el 1° de julio del corriente año.

1.2.5 Ubicación y límites geográficos

El municipio de Amatitlán se localiza 27 kilómetros al Sur de la Ciudad de Guatemala con una altitud de aproximadamente 1 188 metros sobre el nivel del mar. Colinda con diferentes municipios del Departamento de Guatemala, excepto al Oeste, que colinda con el departamento de Sacatepéquez, descritos de esta forma:

- Al Norte por el municipio de Villa Nueva, Petapa y Villa Canales.
- Al Este por los municipios de Villa Canales, Palín y San Vicente Pacaya.
- Al Sur por el municipio de Villa Canales.
- Al Oeste por el departamento de Sacatepéquez con los municipios de Santa María de Jesús y Magdalena Milpas Altas, como se observa en la figura 5.

Figura 5. Límites municipio de Amatitlán



Fuente: Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Amatit%C3%A1n_\(Guatemala\)#Historia](https://es.wikipedia.org/wiki/Amatit%C3%A1n_(Guatemala)#Historia).

Consulta: de mayo de 2018.

1.2.6 Topografía

La topografía del municipio de Amatitlán es irregular e incluye pequeños valles, la mayoría del porcentaje del municipio es quebradizo. Las alturas de la localidad oscilan entre 1 150 y los 2 565 metros sobre el nivel del mar. Las montañas son características del municipio y el valle solo lo ocupa la cabecera municipal y el caserío El Rincón. Los accidentes geográficos de Amatitlán se pueden observar en la tabla II.

1.2.7 Gobierno municipal

Los gobiernos de los municipios de Guatemala están a cargo de un Concejo Municipal. Así lo establece el artículo 254 de la Constitución de la república: se integra con el alcalde, los síndicos y concejales, electos directamente por sufragio universal y secreto para un período de cuatro años, pudiendo ser reelectos

Tabla II. **Accidentes geográficos de Amatitlán**

Tipo	Nombres
Sierra	Monterrico
Montañas	Limón, Cardona, La Mariposa, El Filón, La Cerra, La Mujer Dormida, Mal Paso, Silla de Los Órganos
Cerros	El Morlón, Cardona, La Mariposa, El Limón, Corado, La Pipa, Palencia y Hoja de Queso

Fuente: Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_\(Guatemala\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_(Guatemala)), Consulta: 5 de mayo de 2018.

Los municipios también están bajo el código municipal que tiene carácter de ley ordinaria y contiene disposiciones que se aplican a todos los municipios de Guatemala, según el artículo 9: el concejo municipal es el órgano colegiado superior de deliberación y de los asuntos municipales [...] La municipalidad deberá tener su sede en la cabecera municipal. Por último, el artículo 33 del código

mencionado anteriormente establece que corresponde con exclusividad al concejo municipal el ejercicio del gobierno del municipio.

Las municipalidades de los municipios también son apoyadas por las Alcaldías Auxiliares, los Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODES), el Comité Municipal del Desarrollo (COMUDE), las asociaciones culturales y las comisiones de trabajo.

Las principales leyes que rigen a los municipios de Guatemala se pueden ver en la tabla III.

La municipalidad del municipio de Amatitlán tiene como misión y visión:

- Misión: Somos un gobierno municipal que trabaja por el desarrollo integral de su población, a través de la ejecución y gestión de programas, proyectos y la prestación de servicios públicos. Conscientes que con el uso responsable y eficaz de los recursos se puede dignificar a los vecinos amatitlanecos y mejorar su calidad de vida.

Tabla III. Principales leyes que rigen a los municipios de Guatemala

No.	Ley	Descripción
1	Constitución Política de la República de Guatemala	Le son aplicables diversos artículos generales de la misma, y además tiene una regulación legal específica en los artículos 253 al 262, que constituyen su base constitucional.
2	Ley Electoral y de Partidos Políticos	Ley de carácter constitucional creada por la Asamblea Nacional Constituyente que aplicable a los municipios en diversos aspectos, pero fundamentalmente en el tema de la conformación de sus autoridades electas, puesto que regula la manera en que se eligen y conforman.
3	Código Municipal	Decreto 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala. Tiene la categoría de ley ordinaria y contiene preceptos generales aplicables a todos los municipios, e inclusive contiene legislación referente a la creación de los municipios

Continuación tabla III

4	Ley de Servicio Municipal	Decreto 1-87 del Congreso de la República de Guatemala. Regula las relaciones entre la municipalidad y los servidores públicos en materia laboral. Tiene su base constitucional en el artículo 262 de la constitución que ordena la emisión de la misma.
5	Ley General de Descentralización	Decreto 14-2002 del Congreso de la República de Guatemala. Regula el deber constitucional del Estado, y por ende del municipio, de promover y aplicar la descentralización y desconcentración económica y administrativa.

Fuente: Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Municipios_de_Guatemala. Consulta: el 13 de mayo de 2018.

- Visión: Llegar a ser un municipio modelo, con servicios públicos de calidad e infraestructura moderna, que proporcione bienestar a los vecinos amatitlanecos, en un entorno agradable, saludable y seguro, donde sus generaciones puedan vivir, crecer y desarrollarse integralmente.

1.2.8 Aldeas y caseríos

El municipio de Amatitlán cuenta con catorce aldeas, donde doce quedan al margen oriental del lago de Amatitlán y dos sobre el margen occidental, según la tabla siguiente.

Tabla IV. **Aldeas y Caseríos**

Aldeas	Caseríos
Agua de las minas	El Cebillo
Calderas	
Eje Quemado	
El Cerrito (El Relleno)	
El Durazno	Chajil
Laguna Seca	El Aceital
Las Trojes	Chulamán Casa Viejas San Juan
Llano de Animas	Dos Cerros La Patillita

Continuación tabla IV

Loma Larga	
Los Humitos	
Mesillas Bajas	Mesillas Altas
San Antonio el Pepinal	
San Carlos	
Tacatón	Eje Chiquito Eje Quemado Loma del Pito Manuelón Rincón Zacualpa

Fuente: Scribd. <https://www.scribd.com/doc/89296386/Barrios-Caserios-y-Aldeas-Amatitlan>.

Consulta: 5 de mayo de 2018.

1.2.9 Economía

Su producción agropecuaria incluye maíz, frijol, tabaco, maní, hortalizas y frutas, crianza de ganado y pesca. Amatlán es conocida por la venta de dulces típicos que son vendidos especialmente a las orillas del lago.

Su producción artesanal incluye tejidos de algodón, cestería, jarcia, instrumentos musicales, muebles de madera, trenzas y escobas de palma, productos de hierro y hojalata, candelas, cuero, ladrillo de barro, petates de tul y cohetería.

1.2.10 Sitios turísticos

El municipio de Amatlán cuenta con varios sitios turísticos, mencionaremos los más importantes.

1.2.10.1 Lago de Amatitlán

Es el principal sitio turístico, tiene una extensión aproximada de 15 Km^2 ; en él se puede realizar paseos en lanchas de remo o de motor fuera de borda. En la playa principal se puede disfrutar de bocadillos tradicionales y practicarse el velerismo, ya que ahí se puede encontrar la Federación de Remo y Canotaje.

1.2.10.2 Centro recreativo Las Ninfas

Ubicado en el frente de la playa principal del lago de Amatitlán, donde se pueden encontrar comedores, ventas de dulces típicos, juegos infantiles y espacio para pasarlo en familia, en un lugar lleno de árboles.

1.2.10.3 Teleférico de Amatitlán

Es el único teleférico que se ha construido en la República de Guatemala. Fue el 29 de junio de 1978, el entonces presidente Kjell Eugenio Laugerud García inauguró dicha atracción, con un costo aproximado de Q1 millón 690 mil. Recorre un aproximado de 2 500 metros entre los parques nacionales Las Ninfas y El Filón.

El teleférico estuvo activo por 26 años y estaba compuesto por 27 góndolas que realizaban el recorrido a una velocidad de 3,65 metros por segundo. Dejó de funcionar en la década de 1990 hasta que fue puesto en marcha en febrero de 2006 hasta que un rayo en el año 2012 provocó que quedara sin funcionamiento. Hay planes de ponerlo a funcionar nuevamente, ya no como un atractivo turístico sino como un transporte público para el uso del vecino de Amatitlán.

1.2.10.4 El Filón

Se encuentra en el límite entre el municipio de Villa Nueva y Amatitlán. Es un cerro donde en su parte más alta se encuentra el parque nacional Naciones Unidas, por estar rodeado de varias especies forestales como pino, eucalipto y ciprés. Es un área familiar que cuenta con churrasqueras, áreas de camping, vivarium, granja infantil, áreas múltiples de descanso, parque temático, canchas deportivas, representaciones de sitios arqueológicos de Guatemala y una plaza tipo colonial.

1.2.10.5 Laguna de Calderas

Es un parque natural ubicado a tres minutos de las faldas del volcán de Pacaya y a 15 minutos al sur de la ciudad de Amatitlán. Se formó en el cráter de un antiguo volcán, hace miles de años. El cono del volcán colapsó y dejó una caldera natural inmensa que se llenó poco a poco de agua. Aunque ese volcán ya desapareció, aún existe evidencia de su existencia, porque alrededor de la laguna se encuentra fumarolas geotérmicas donde emanan vapores calientes. Los locales de la región tienen por costumbre cocer huevo o güisquiles al enterrarlos en los lugares cercanos a las fumarolas.

Los residentes de la región utilizan el agua de la laguna para consumo humano y para la pesca, aunque en la laguna no se encuentra ninguna corriente permanente de agua. Hay corrientes efímeras, formadas durante las precipitaciones, las cuales aumentan o disminuyen su caudal. La laguna de Calderas es un lugar que ofrece muchas recreaciones ya que se puede explorar el área. Hay un sendero para subir o bajar el cerro Hoja de Queso, cruzar la laguna en balsas tradicionales fabricada de juncos o en lanchas de bajo impacto.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDROID)

Con el Decreto 93-96 del congreso de la República, la Ley General de electricidad norma las actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad, El Artículo 4 de dicha ley establece la función de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica y fija las normas técnicas relacionadas al subsector eléctrico y vela por su cumplimiento.

El Acuerdo Gubernativo 256-97 en el Artículo 78, inciso a, La Ley General de Electricidad, establece que corresponde a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica el desarrollo de las Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución. Integra como unos de los fines primordiales la protección de las personas y bienes, así como la penalización e inhabilitación al no cumplir las normas.

2.1.1 Disposiciones generales

Establecer los criterios y requerimientos mínimos es el objetivo de las normas para asegurar que el diseño, las mejoras y el crecimiento de la red de distribución de energía eléctrica operen y garanticen la seguridad de las personas, bienes y calidad del servicio.

Las normas, que integran el Sistema Internacional de Unidades, S.I., son obligatorias en la República de Guatemala para toda persona individual o

jurídica que se relacione con el diseño, construcción, supervisión, operación y mantenimiento de las instalaciones de distribución de energía eléctrica.

2.2 Criterios generales de diseño

Para garantizar la máxima seguridad y protección a las personas y bienes se cuenta con requisitos mínimos que, a la hora de realizar el diseño y construcción de red de distribución eléctrica, hagan valer el objetivo principal de las normas.

2.2.1 Líneas aéreas

Son aquellas líneas de distribución eléctrica que se usan como transporte de la energía, conductores desnudos apoyados sobre elementos aislantes que, a su vez, son mantenidos a una altura y posición, bajo estrictas normas de construcción, por medio de estructuras de madera, hierro y concreto.

2.2.1.1 Ruta

La longitud mínima de una red de distribución eléctrica debe ser uno de los objetivos a la hora de trazar una ruta; sin embargo, no se debe de dejar por un lado la seguridad, operación, mantenimiento y accesibilidad, además del factor financiero; por tanto, deben cumplirse los requisitos siguientes:

- Preferencia al trazo rectilíneo y en poblaciones urbanas, todas las estructuras, se instalarán de un solo lado de la acera o calle o en sentido longitudinal y transversal.
- El diseño de la red de distribución debe minimizar al máximo el cruce de otros derechos de vías tales como carreteras, instalaciones telefónicas o

de video, vías férreas, canales navegables, entre otros. De ser necesario o inevitable este cruzamiento, preferentemente debe ser perpendicularmente.

- Por ningún motivo se debe realizar el diseño de la red de distribución sobre alguna vivienda existente; este caso se aplica también a líneas de cualquier tipo de tensión eléctrica.
- Si se cuenta con autorización del distribuidor, dentro del derecho de servidumbre se podrá realizar construcciones civiles, siempre con respeto a las distancias mínimas de seguridad.
- Al momento de diseñar se debe evitar obstaculizar los accesos a los inmuebles. Las estructuras deberán ser ubicadas frente a los límites de propiedades, en donde estos colindan.
- Si la altura de las líneas de distribución queda a alturas considerables a la superficie del suelo, por razones de la topografía del terreno o por causas de tránsito aéreo, estas deberán de tener una señalización adecuada y visible.

2.2.1.2 Relaciones entre líneas

Si en una misma estructura se considera la construcción de dos o más líneas aéreas, o de líneas aéreas de comunicación, se debe de cumplir con lo siguiente:

- Las líneas de mayor tensión deberán colocarse en la parte superior.
- Líneas eléctricas y de comunicación: la primera deberá colocarse en el nivel superior y conservar esta posición en el trayecto.
- Las estructuras deberán ser las adecuadas para resistir las fuerzas mecánicas.

2.2.1.3 Accesibilidad a líneas aéreas

Las líneas aéreas deben ser diseñadas para que su accesibilidad sea sin ninguna dificultad en cualquier época del año, con personal capacitado y equipo requerido para su operación y mantenimiento. Las personas que carezcan de esta capacitación no deben tener acceso a esta red y la distribuidora deberá tener conocimiento previo.

2.2.1.4 Equipo eléctrico conectado a las líneas

El equipo eléctrico conectado a las líneas aéreas tales como transformadores, reguladores, interruptores, cortacircuitos fusibles, seccionadores, pararrayos, capacitores, equipos de control, entre otros, deberán estar disponibles para que su accesibilidad sea sin ningún problema para el distribuidor.

Todo equipo montado en las estructuras de la red de distribución como transformadores, interruptores automáticos, recloser, entre otros, deberán estar a una altura mínima de acuerdo con las normas establecidas.

2.2.1.5 Aislamiento de las líneas

Si las condiciones para cumplir las distancias mínimas de seguridad son adversas, se ha mitigado el riesgo utilizando cable protegido o aislado (muy funcional cuando en el entorno existe mucha vegetación o como el que se utiliza en áreas protegidas); en cualquier caso, se contempla utilizar otras rutas.

El aislamiento de las líneas aéreas deberá garantizar saltos de arco eléctrico en condiciones de operación, sobretensiones transitorias, humedad, temperatura, lluvia o acumulaciones de suciedad, sal y otros contaminantes.

Los aisladores pueden ser de materiales como la porcelana, vidrio u otro material con características mecánicas y eléctricamente equivalentes o superiores a los mencionados. Deberán ser fácilmente identificados para poder obtener la información de sus características a través de catálogos u otra literatura. El aislamiento debe proveer valores de tensión de flameo en seco de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla V. **Tensiones mínimas de flameo en seco, de aisladores**

Tensión Nominal entre fases (kV)	Tensión Mínima de prueba (kV)	Tensión Nominal entre fases (kV)	Tensión mínima de prueba (kV)	Tensión Nominal entre fases (kV)	Tensión mínima de prueba (kV)	Tensión Nominal entre fases (kV)	Tensión mínima de prueba (kV)
0,75	5	13,2	55	46	125	138	390
2,4	20	23,0	75	69	175	161	445
6,9	39	34,5	100	115	315	230	640

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 8.

2.2.1.6 Puesta a tierra de circuitos, estructuras y equipo

- Los conductores utilizados como neutral en circuitos primarios, secundarios y líneas de servicio deben estar efectivamente conectados a tierra.

Las estructuras metálicas, tales como carcasas, postes, canalizaciones, marcos y soportes de equipos de líneas aéreas, entre otros, deben estar efectivamente conectados a tierra de tal manera que durante su operación

no ofrezcan ningún peligro a las personas y operadores de los equipos. Esto puede omitirse si el equipo cuenta con protectores u otra clase de aislamiento que limite el contacto con las partes metálicas, o estos se encuentran a una altura mayor de 2,5 metros.

- Las retenidas deben estar conectadas efectivamente a tierra cuando soporten circuito de más de 330 V. Se puede prescindir del aterrizaje si la retenida está conectada a uno o más aisladores o en la estructura solo soporta cables aislados.

2.3 Distancias mínimas de seguridad

La finalidad de limitar las distancias mínimas de seguridad es evitar la posibilidad de contacto por personas a los circuitos o equipos e impedir que la red de distribución entre en contacto con instalaciones de otros o propiedad pública o privada.

2.3.1 Generalidades

- Tener las referencias necesarias en las separaciones entre conductores y sus soportes, estructuras, construcciones, nivel del suelo, entre otras, La distancia se entiende como la medida de superficie a superficie y el espaciamiento como la medición de centro a centro. Todo herraje y accesorio que esté energizado debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea, se debe considerar como parte integral de los mismos conductores. Las bases metálicas de las mufas, pararrayos y de equipos similares deben ser considerados como parte de la estructura de soporte.
- La distancia para los distintos tipos de cables se abordará en los siguientes sub-incisos, así como de empalmes y derivaciones. Estas

distancias pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión eléctrica, siempre y cuando puedan soportar las pruebas conforme a Normas aplicables.

- Cables de cualquier tensión con cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra o cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 22 kV o menos, que tenga una pantalla semiconductora sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados juntos con un mensajero neutro desnudo efectivamente puesto a tierra.
- Cables que tengan una pantalla semiconductora continua sobre el aislamiento combinado con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo efectivamente conectado a tierra.
- Cables aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones no mayores de 5 kV entre fases o 2,9 kV de fase a tierra.
- Los conductores cubiertos deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de distancias, excepto en lo que se refiere al espaciamiento entre conductores de la misma fase o de diferentes circuitos, incluidos conductores conectados a tierra. Si los conductores pertenecen a la misma empresa y la cubierta provee suficiente resistencia dieléctrica la distancia puede ser menor.
- Los conductores neutrales efectivamente conectados a tierra hasta voltajes de 22 kV a tierra, pueden considerarse como mensajeros o retenidas.

2.3.2 Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua

La distancia vertical por tomarse en cuenta es la que ocasione la mayor flecha final, a una temperatura del conductor de 50°C, sin desplazamiento del viento, o la temperatura máxima del conductor para la cual fue diseñada la operación de la línea sin desplazamiento de viento; también puede ser tomada en cuenta la flecha final sin carga y en reposo. Las distancias verticales son como mínimo las indicadas en la tabla VI. Por no ser parte de nuestro estudio no se especifica las normas en voltajes mayores de 13,8 kV.

2.3.3 Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras

- En la mayoría de casos, los cruces de conductores deben hacerse en una misma estructura. La distancia en cualquier dirección entre conductores en adyacencia o entre cruces y soportados en diferentes estructuras no debe menor a las distancias contenidas en la tabla VII.
- Horizontal y verticalmente las distancias deben ser determinadas en el punto de mayor acercamiento entre los conductores, considerando lo siguiente:
 - Conductor desplazado del reposo a una presión de viento de 29 kg/m^2 , con flecha de inicio y final a 15°C.
 - A 15°C, sin desplazamiento de viento, flecha inicial y final sin carga.
 - Flecha final, según las siguientes cargas, la que produzca la mayor flecha: a 50°C sin desplazamiento de viento o a la temperatura máxima del conductor.

Tabla VI. **Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores sobre vías férreas, el suelo o agua**

Naturaleza de la superficie bajo los conductores	Conductores de comunicación aislados, retenidas aterrizadas, conductores neutros y cables eléctricos aislados (m)	Cables suministradores aislados de más de 750 V y conductores suministradores en línea abierta de 0 – 750 V (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 750 V a 22 kV (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 22 a 470 kV (m)
Vías férreas	7.2	7.5	8.1	8.1 + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito	4.7	5.0	5.6	5.6 + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV
Aceras o caminos accesibles solo a peatones	2.9	3.8	4.4	4.4 + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV
Aguas donde no está permitido la navegación	4.0	4.6	5.2	5.2 + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV
Aguas navegables, incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de:				
a) Hasta 8 ha	5.3	5.6	6.2	6.2/8.7/10.5 o 12.3 + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV
b) Mayor a 8 hasta ha	7.8	8.1	8.7	
c) Mayor de 80 hasta 800 ha	9.6	9.9	10.5	
d) Arriba de 800 ha	11.4	11.7	12.3	

Nota: Todas las tensiones son dadas de fase a tierra. Ha = área o hectáreas de agua

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 11.

- La dirección supuesta del viento será aquella que produzca la distancia más crítica.
- La distancia horizontal en cruces o entre conductores adyacentes soportados por diferentes estructuras deberá ser cuando menos de

1,50 m para voltajes mayores de 129 kV; si el voltaje es mayor se deberá incrementar la distancia en 0,01 m por cada kV.

- La distancia vertical en cruces o entre conductores adyacentes soportados por diferentes estructuras corresponde a la indicada en la tabla VII.

Tabla VII. Distancias mínimas de seguridad verticales entre conductores y cables soportados por diferentes estructuras

NIVEL INFERIOR	NIVEL SUPERIOR			
	Conductores neutrales que cumplen con 18.1E1. retenidas aéreas (m)	Cables y conductores, mensajeros, retenidas de comunicación (m)	Conductores suministradores de línea abierta de 0 a 750 V, (m)	Conductores suministradores de línea abierta de 750 V – 22 kV. (m)
Conductores neutrales que cumplen con 18.1E1, retenidas aéreas	0,60 ⁽¹⁾	0,60 ⁽¹⁾	0,60	0,60
Cables y conductores, mensajeros, retenidas de comunicación	----	0,60 ⁽¹⁾	1,20	1,50
Conductores suministradores de líneas abierta de 0 a 750 V	----	----	0,60	0,60
Conductores suministradores de líneas abierta de 750 V – 22 kV	----	----	----	0,60

Nota:

- (1) La distancia puede ser reducida cuando ambas retenidas estén eléctricamente interconectadas.
- (2) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente aterrizados.
- (3) 18.1E Los conductores neutra efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados a circuitos hasta de 22 kV a tierra, pueden considerarse, para fines de fijar su distancia y altura, como conductores mensajeros o retenidas.

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDROID). p. 12.

2.3.4 Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones

- Las distancias verticales y horizontales aplican para las siguientes condiciones:
 - A 50°C sin desplazamiento de viento, flecha inicial.
 - A la temperatura máxima del conductor para la cual la línea fue diseñada para operar, sin desplazamiento de viento.
 - A la temperatura mínima del conductor para la cual la línea fue diseñada, sin desplazamiento.
- En la distancia horizontal del conductor desplazado del reposo a una presión de viento de 29 kg/m^2 , con flecha de inicio y final a 15°C, debe incluirse la inclinación del aislador de cadena o suspensión con movimiento libre.
- La transición entre distancia horizontal y vertical debe predominar sobre el nivel del techo o el punto superior de una instalación al punto donde la diagonal se iguala a los requerimientos de distancia vertical y la distancia horizontal predomina por encima o por debajo de las proyecciones de los edificios, anuncios y otras instalaciones al punto donde la diagonal se iguala a los requerimientos de la distancia de seguridad vertical, ilustrada en la figura 6. En esta, H_R = distancia mínima de seguridad horizontal requerida cuando el conductor está en reposo y H_W = distancia mínima de seguridad horizontal requerida cuando el conductor es desplazado, hacia el edificio, por el viento.

- La distancia de conductores y cables próximos a estructuras de alumbrado público, de soporte de semáforos o de soporte de una segunda línea, debe ser la siguiente:
 - Distancia horizontal, sin viento de 1,50 metros para tensiones de hasta 50 kV.
 - Distancia vertical de 1,40 metros para tensiones menores de 22 kV y de 1,70 metros para tensiones entre 22 kV y 50 kV. Conductores neutrales, mensajeros, retenidas y cables que tengan cubierta o pantalla metálica continua, puesta efectivamente a tierra, y con una tensión que no exceda los 300 V a tierra, las distancias pueden reducirse a 0,90 y 0,60 metros, respectivamente.

- Las distancias de conductores y partes energizadas a edificios, anuncios, carteleras, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes, son las siguientes:
 - Los conductores a partes energizadas pueden ser colocadas adyacentes a los elementos mencionados, siempre y cuando las distancias verticales y horizontales no sean menores a las indicadas en la tabla IX.
 - En la distancia horizontal conductor desplazado del reposo a una presión de viento de 29 kg/m^2 , con flecha de inicio y final a 15° C , debe de incluirse la inclinación del aislador de cadena o suspensión con movimiento libre. Las distancias de seguridad de los conductores y cables mencionados no deben ser menores a los valores expuestos en la tabla VIII.

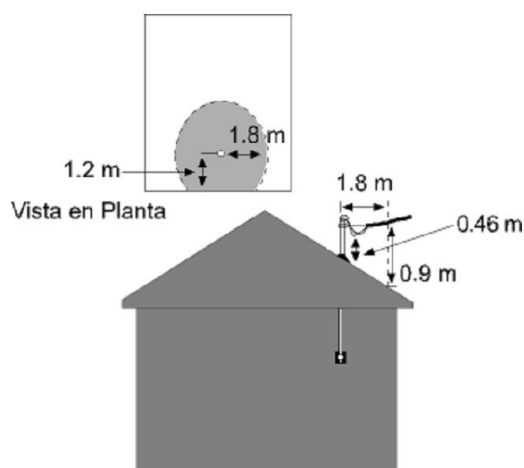
- En los conductores de suministros o partes energizadas rígidas que puedan cumplir con las distancias previstas en la tabla IX, dichos elementos deben ser aislados.

- Si existe la necesidad que conductores de suministro estén permanentemente fijados a un edificio u otra instalación por requerirse para la prestación del servicio, deben llenar los siguientes requisitos:
 - Conductores energizados de acometidas de servicio entre 0 a 750 V, incluyendo derivaciones. Deben estar aislados o cubiertos.
 - Conductores de más de 300 V a tierra, deberán estar protegidos, cubiertos, aislados o inaccesibles.
 - Los conductores de acometida para el servicio incluyendo vueltas para goteo, no deben ser accesibles con facilidad y cuando sean mayores de 750 V, deben tener una distancia de seguridad no menor a las siguientes:
 - 2,45 metros desde el punto más alto del techo o balcón sobre el que pasa.
 - ✓ Excepción No. 1: si la tensión entre conductores no excede los 750 V y el techo o balcón no es de fácil acceso, la distancia de seguridad puede ser de hasta 0,90 metros.
 - ✓ Excepción No. 2: cuando un techo o balcón no es de fácil acceso y la acometida cumple una de las condiciones siguientes:
 - ❖ Pasa sobre el techo para terminar en un accesorio de entrada, el cual no debe estar a más de 1,20 metros. Medido horizontalmente de la orilla más cercana del techo, la distancia vertical mínima es de

0,46 metros desde la acometida al techo y a 1,80 metros medidos horizontalmente desde el accesorio de la acometida en dirección del cable de la acometida. Debe haber una distancia mínima vertical de 0,90 metros, medida desde el cable de la acometida hacia el techo, según figura 6.

- 0,90 metros en cualquier dirección de ventanas, puertas, pórticos, salida de incendio o localizaciones similares.
 - ✓ Excepción No. 1: no aplica para conductores de acometida aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones no mayores de 5 kV entre fases o 2,9 kV de fase a tierra.
 - ✓ Excepción No. 2: no aplica para ventanas diseñadas para no poderse abrir.

Figura 6. **Distancias mínimas de seguridad a edificios**



Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 15.

Tabla VIII. **Distancias mínimas de seguridad de conductores y cables a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones**

Conductor o cable	Distancia de seguridad horizontal requerida cuando es desplazada por el viento. (m)
Conductores de suministro en líneas abiertas, 0 a 750 V.	1,1
Cables que cumplen con 18.1 C2, mayor de 750 V.	1,1
Cables que cumplen con 18.1 C3, mayor de 750 V.	1,1
Conductores de suministro de línea abierta con tensiones superiores a 750 V hasta 22 kV	1,4

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 14.

La transición entre distancias horizontal y vertical: la distancia de seguridad horizontal predomina sobre el nivel del techo o el punto superior de una instalación al punto donde la diagonal se iguala a los requerimientos de distancia de seguridad vertical. De forma similar, la distancia de seguridad horizontal predomina por encima o por debajo de las proyecciones de los edificios, anuncios u otras instalaciones al punto donde la diagonal se iguala a los requerimientos de la distancia de seguridad vertical. De este punto la distancia de seguridad de transición debe ser igual a la distancia de seguridad vertical, como se ilustra en la figura No. 7.

Excepción: donde la distancia de seguridad horizontal es mayor que la distancia de seguridad vertical, esta predomina más allá del nivel del techo o punto superior de una instalación o proyección de una instalación al punto donde la diagonal iguala los requerimientos de la distancia de seguridad horizontal.

Tabla IX. Distancias mínimas de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD		Conductores y cables de comunicación aislados, mensajero, retenidas aterrizadas y no aterrizadas expuestas a tensiones de hasta 300 V, conductores neutrales que cumplen con 18.1 E1, cables de suministro que cumplen con 18.1 C1.	Cables suministradores de 0 a 750 V que cumplen con 18.1 C2.	Partes rígidas energizadas No protegidas de 0-750V, conductores de comunicación no aislados, carcasas de equipo no aterrizado, retenidas no aterrizadas expuestas a conductores abiertos de 300 a 750 V	Cables suministradores de más de 750 V que cumplen con 18.1C2 o 18.1C3. Conductores suministradores en línea abierta de 0 – 750 V	Partes rígidas Energizadas No protegidas de 750 V – 22 KV, carcasas de equipo no aterrizados, retenidas no aterrizadas expuestas a tensiones de 750 V – 22 KV	Conductores suministradores en línea abierta de 750 V – 22 KV
		m	m	m	m	m	m
Edificios	Horizontales a paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	1,4 ^(1,2)	1,5 ^(1,2)	1,5 ^(1,2)	1,7 ^(1,4)	2,0 ^(1,2)	2,3 ^(1,5,6)
	Vertical arriba o debajo de techos y áreas no accesibles a personas	0,9	1,10	3,0	3,2	3,6	3,8
	Vertical arriba o debajo de techos y áreas accesibles a personas y vehículos además de vehículos pesados (Nota 3)	3,2	3,4	3,4	3,5	4,0	4,1
	Vertical arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados (Nota 3)	4,7	4,9	4,9	5,0	5,5	5,6
Anuncios, chimeneas	Horizontal	0,9	1,07	1,5 ⁽¹⁾	1,7 ^(1,4)	2,0 ⁽¹⁾	2,3 ^(1,2,5,6)
	Vertical arriba o debajo de cornisas y otras superficies sobre las cuales pueden caminar personas	3,2	3,4	3,4	3,5	4,0	4,1

Continuación tabla IX

Vertical arriba o debajo de otras partes de tales instalaciones.	0,9	1,07	1,07	1,8 ⁽¹⁾	2,45	2,3
--	-----	------	------	--------------------	------	-----

Notas:

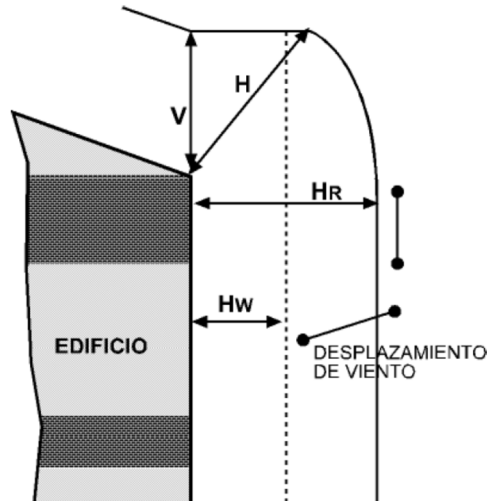
- (1) Los edificios, anuncios, chimeneas, antenas, tanques u otras instalaciones que no requieran de mantenimiento tal como pintura, lavado u otra operación que requiera personas trabajando o pasando en medio de los conductores y el edificio, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0.6 m.
- (2) Cuando el espacio disponible no permita alcanzar este valor, la distancia mínima puede ser reducida en 0.6 m.
- (3) Para efectos de estas Normas, vehículo pesado se define como aquel vehículo que excede los 2.45 m de altura.
- (4) La distancia mínima de seguridad en reposo no debe ser menor que el valor indicado en esta. Cuando el conductor o cable es desplazado por el viento, la distancia mínima de seguridad no debe ser menor a 1.1 m, ver Artículo 18.4C1 (ii).
- (5) La distancia mínima de seguridad en reposo no debe ser menor que el valor indicado en esta. Cuando el conductor o cable es desplazado por el viento, la distancia mínima de seguridad no debe ser menor a 1.40 m, ver Artículo 18.4C1(ii)
- (6) En lugares donde el espacio disponible no permite alcanzar este valor, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida a 2.00 m para conductores de hasta 8.7 kV a tierra.
- (7) Todas las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente aterrizados.
 - a. 18.4C1: Distancia horizontal bajo condiciones de desplazamiento por el viento cuando los conductores son desplazados de su posición de reposo por el viento, bajo las condiciones expuesta en el numeral 18.4A2 (velocidad del viento 29 kg/m^2 con flecha final a 15°C), las distancias de seguridad de esos conductores y cables a los elementos antes mencionados no deben ser menores que los valores expuestos en la tabla No. 3ª.

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 16.

2.3.5 Distancias de seguridad entre conductores y cables soportados en la misma estructura

- Aplica para las distancias mínimas entre conductores de líneas aéreas, eléctricas y de comunicación, así como las que deben guardar sus soportes, retenidas, cables de guarda, entre otros, cuando se encuentren instalados en la misma estructura. Los voltajes por tomar en cuenta, si no se dice lo contrario, deben tomarse como el mayor que resulte de los siguientes:
 - La diferencia vectorial entre los conductores.
 - La tensión de fase a tierra del circuito de más alta tensión.

Figura 7. Distancia de seguridad de acometidas hasta 750 V



Fuente: CNEE. *Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución* (NTDOID). p. 17.

- La distancia horizontal entre conductores y cables de líneas debe ser la siguiente:
 - La distancia horizontal entre conductores y cables, ya sean del mismo o de diferente circuito, deben ser regidas por las especificadas en la tabla XI.
 - La distancia de acuerdo con flecha, horizontalmente hablando, entre soportes de conductores y cables, del mismo o diferente circuito, deben ser regidas por las formulas 1 y 2. En caso que el valor obtenido se menor que el de la tabla X, se debe usar el valor de la tabla XI.
 - Fórmula 1: para conductores y cables de área transversal menor de $33,6 \text{ mm}^2$ (No. 2 AWG).

$$\checkmark S = 7,6 * (Kv) + 20,4 * \sqrt{f - 610}$$

- Fórmula 2: para conductores y cables de área transversal mayor o igual a $33,6 \text{ mm}^2$ (No. 2 AW).

$$S = 7,6 * (Kv) + 8 * \sqrt{2,12 * f}$$

En donde:

S = La distancia en milímetros (mm)

kV = Es la tensión entre los conductores y cables para los que se calcula la distancia.

f = Es la flecha aparente en milímetros (mm), del conductor de mayor flecha en el vano.

- La tabla XI muestra la distancia obtenida al aplicar las fórmulas 1 y 2, mostradas anteriormente, en algunos valores de flecha, voltaje y conductores.

Tabla X. Distancia horizontal mínima de conductores en sus soportes fijos, del mismo o de diferente circuito de acuerdo con su flecha

Tensión nominal entre fases KV	S en m (Fórmula 1)					S en m (Fórmula 2)				
	Para flecha "f" en m de:					Para flecha "f" en m de:				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
13,8	0,51	0,71	0,86	0,98	1,09	0,47	0,55	0,62	0,69	0,74
34,5	0,666	0,87	1,02	1,14	1,25	0,63	0,71	0,78	0,84	0,94

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 18.

- La distancia vertical entre conductores de líneas localizados en diferentes niveles de una misma estructura, no debe ser menores a los siguientes incisos:

- Conductores con tensiones hasta 50 kV son indicadas en la tabla XII.
 - Excepción: este requisito no es aplicable a conductores cubiertos del mismo circuito.

Tabla XI. Distancia horizontal mínima de separación entre conductores del mismo o de diferente circuito en sus soportes fijos

Clase de circuito	Distancia mínima de seguridad en cm	Notas
Líneas de comunicación abierta	15	No aplica a transposiciones Permitido en casos donde el espacio entre pines es menor de 15 cm
Conductores eléctricos del mismo circuito: <ul style="list-style-type: none"> • De 0 a 8,7 kV • De 8,7 a 50 kV • Mayor de 50 kV 	30 30 más 1,0 cm por cada kV en exceso de 8,7 kV. No hay valor especificado	
Conductores eléctricos del mismo circuito: <ul style="list-style-type: none"> • De 0 a 8,7 Kv • De 8,7 a 50 Kv • De 50 a 814 kV 	30 30 más 1,0 cm por cada kV en exceso de 8,7 kV. 72,5 más 1,0 cm por cada kV de exceso de 50 kV	Para todas las tensiones mayores de 50 kV, la distancia de separación deberá ser incrementada en 3% por cada 300 m en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias para tensiones mayores de 50 kV deberán ser basadas en la máxima tensión de operación.

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID)*. p. 18.

- Existen distancias verticales adicionales para conductores mayores a 50 kV, que no se describirán en este reporte, ya que la red de distribución eléctrica aérea en el municipio de Amatitlán es de 13,2 kV entre fases y de 7,6 kV entre fase y tierra; sin embargo, aparecen en la tabla XII.

Tabla XII. Distancias de seguridad vertical entre conductores, en sus soportes

Conductores y cables en niveles inferiores	Conductores y cables en niveles superiores			
	Cable de suministro que cumplen con 18.1c1, 2 o 3, conductores neutrales que cumplen con 18.1e1 (m)	Conductores de suministros abierto		
		De 0 A 8.7 kV (m)	Más DE 8.7 Kv A 5 Kv (M)	
			Misma empresa (m)	Diferente empresa (m)
De Comunicación En general	1,00	1,00	1,00	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV
Eléctricos con tensión entre conductores de:				1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV
Hasta 750 V	0,41	,.41 ⁽¹⁾	0,41 más 0,.01 por kV de exceso de 8,7 kV	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV
Más de 750 V hasta 8.7 kV		0,41 ⁽¹⁾	0,41 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV
Más de 8.7 kV a 22 kV Si se trabaja con línea energizada Si no se trabaja con línea energizada			0,41 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV 1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV
Más de 22 kV sin exceder 50 kV			0,41 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV

Nota:

(1) Cuando los conductores son operados por empresas diferentes, una distancia vertical no menor a 1.00 m es recomendada.

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 20.

- Los conductores pueden instalarse verticalmente cuando son montados en bastidores verticales o en ménsulas separadas que no sean de madera. Estas deben estar sujetas firmemente a un lado de la estructura y cumpliendo las siguientes condiciones:
 - La tensión no debe ser mayor a 750 V.
 - Todos los conductores deben ser del mismo material.
 - Es espaciamento vertical entre conductores no debe ser menor a lo indicado en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Espaciamiento vertical mínimo entre conductores soportados en bastidores verticales**

Longitud del vano	Espaciamiento vertical mínimo entre conductores
m	m
Hasta 45	0,10
De 45 a 60	0,15
De 60 a 75	0,20
De 75 a 90	0,30

Excepción: Si los conductores tienen separadores intermedios adecuados, el espaciamiento vertical puede ser como mínimo de 0.10 m, en cualquier caso.

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 21.

- La distancia de separación mínima en cualquier dirección de conductores de línea a soportes o la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas sujetos a la misma estructura, está dada por lo siguiente:
 - En soportes fijos la distancia no debe de ser menor a lo indicado en la tabla XIV.
 - En aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la distancia mínima deber ser incrementada para que la distancia no sea menor a lo indicado en la tabla XIV, tomando en cuenta el máximo ángulo con una presión de viento de 29 kg/m^2 sobre el conductor y una flecha final de 15°C .

- Distancias de separación entre circuitos de diferente nivel de tensión en el mismo crucero, cuando cumplen con las siguientes condiciones:
 - Los circuitos ocupan posiciones opuestas a la estructura.
 - Los conductores del circuito de mayor tensión ocupan la posición externa y los de menor tensión la posición interna.

- Deben pertenecer a los niveles de tensión indicados en la tabla XII.

Tabla XIV. Distancia de separación mínima en cualquier dirección de conductores de línea a soporte o a la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas sujetas a la misma estructura

Líneas aéreas	Líneas de comunicación en estructuras de soporte		Líneas de suministro		
	Solo líneas de comunicación cm	Líneas de comunicación y eléctricas cm	Tensión entre fases		
			0 A 8,7 kV. cm	8,7 a 50 kV cm	50 a 814 kV cm
Conductores verticales o derivados					
Del mismo circuito	7,5	7,5	7,5	7,5 más 0,65 cm por cada kV en exceso de 8,7 kV.	Valor no especificado
De diferente circuito	7,5	7,5	15 ⁽⁵⁾	15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8,7	58 más 1 cm por cada kV en exceso de 50
Retenidas y mensajero sujetos a una misma estructuras					
Cuando estén paralelo a la línea	7,5	15	30	30 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7	74 más 1 cm por cada kV en exceso de 50
Retenida de ancla	7,5	15 ⁽¹⁾	15	15 más 0,65 cm por cada kV en exceso de 8.7	41 más 1 cm por cada kV en exceso de 50
Otros	7,5	15 ⁽¹⁾	15	15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7	58 más 1 cm por cada kV en exceso de 50
Superficies de cruceros	7,5 ⁽²⁾	7,5 ⁽²⁾	7,5 ^{(6) (7)}	7,5 más 0,50 cm por cada kV en exceso de 8,7 ^{(6) (7)(8)}	28 más 0,50 cm por cada kV en exceso de 50
Superficies de estructuras					
Que soporten líneas de comunicación y eléctricas	---	12,5 ⁽⁶⁾	12,5 ^{(3)(6) (7)}	12,5 más 0,50 cm por cada kV en exceso de 8,7 ^{(6) (7)}	33 más 0,50 cm por cada kV en exceso de 50
Otros	12,5 ⁽²⁾	---	7,5	7,5 más 0,50 cm por cada kV en exceso de 8,7 ^{(6) (7)}	28 más 0,50 cm por cada kV en exceso de 50

Nota:

- (1) En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 30 cm o menos de conductores eléctricos y de comunicación a la vez, dichas retenidas deben ser protegidas con una cubierta aislante adecuada en el tramo cercano al conductor eléctrico. Esto no es necesario si la retenida está

Continuación tabla XIV

- (2) efectivamente puesta a tierra, o tiene un aislador tipo retenida, localizado a un nivel inferior del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto;
- (3) Los conductores de comunicación pueden tener una menor distancia, cuando se sujeten con soportes colocados en la base o al lado de los cruceros o en la superficie de los postes;
- (4) Esta distancia solamente se aplica a conductores eléctricos soportados debajo de conductores de comunicación, en la misma estructura. Cuando los conductores eléctricos estén arriba de los de comunicación, esta distancia puede reducirse a 7.5 cm.
- (5) Para conductores de circuitos con tensión mayor de 50 kV, la distancia adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.
- (6) Para circuitos de 750 V o menos, esta distancia puede reducirse a 7.5 cm.
- (7) Un conductor neutro que esté efectivamente conectado a tierra a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kV a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura;
- (8) Para líneas eléctricas abiertas de 750 V o menos y cables eléctricos de cualquier tensión, de los tipos descritos en el número 18.1 inciso B), esta distancia puede reducirse a 2.5 cm;
- (9) En los circuitos con conductor neutro efectivamente conectado a tierra, que cumpla con la indicado en el número 18.1 inciso D), puede utilizarse la tensión de fase a neutro para determinar la distancia entre los conductores de fase y la superficie de los cruceros.

Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 22.

2.3.6 Distancias de seguridad vertical sobre el suelo para equipo de servicio eléctrico instalado en estructuras

- La altura básica mínima sobre el suelo, de partes energizadas de equipo no protegidas, tales como terminales de transformadores y pararrayos y tramos cortos de conductores eléctricos conectados al equipo, se indican en la tabla XV.

2.3.7 Distancias de las estructuras de soporte a otros objetos

- Las distancias mínimas a referirse se deben a los soportes de las estructuras de las líneas aéreas, donde se incluyen retenidas y anclas a carreteras y vías férreas.

Tabla XV. Distancias mínimas de seguridad verticales sobre el suelo para equipo de servicio eléctrico instalado en estructuras

Naturaleza de la superficie bajo las partes energizadas	Equipo con la carcasa efectivamente aterrizada	Partes energizadas Rígidas No protegidas de 0 a 750 V y carcasas de equipos no aterrizados conectados a circuitos de no más de 750 V	Partes energizadas Rígidas No protegidas de 750 a 22 kV y carcasas de equipos no aterrizados conectados a circuitos de no más de 750 V a 22 kV	Partes energizadas Rígidas No protegidas de más de 22 kV y carcasas de equipos no aterrizados conectados a circuitos de más de 22 kV
	(m)	(m)	(m)	(m)
Áreas accesibles solo para peatones	3,4	3,6 ⁽¹⁾	4,3	4,3 m + 0,01 por cada kV arriba de 22 kV
Áreas a ser transitadas por vehículos	4,6	4,9	5,5	5,5 m + 0,01 por cada kV arriba de 22 kV

Nota:

(1) Esta distancia puede ser reducida a 3.00 m para partes energizadas aisladas con una tensión máxima de 150 V a tierra.

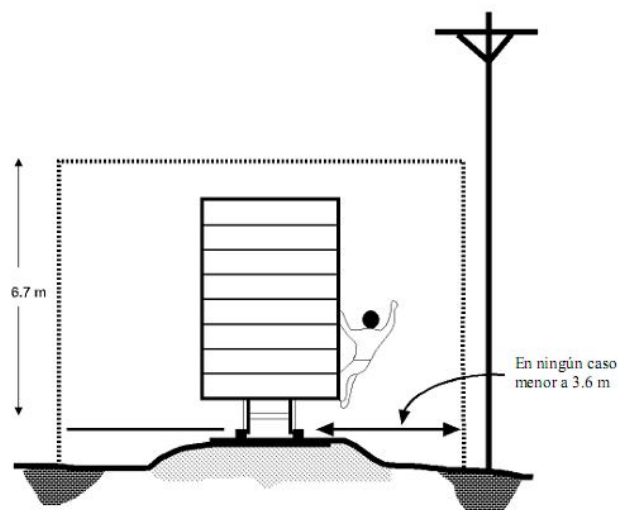
Fuente: CNEE. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución* (NTDOID). p. 23.

- Distancia horizontal a calle, caminos y carreteras de las estructuras incluyendo sus retenidas deberán estar colocadas lo más separado posible de la orilla de la calle o carretera.
 - En caso haya equipos o accesorios soportados por la estructura a menos de 4,60 metros, deberán colocarse lo más separado de la orilla del bordillo y nunca a menos de 0,15 metros.
 - La distancia horizontal de estructuras a esquinas de calle, incluyendo sus retenidas, deberá ser colocada lo más lejos posible del inicio de la curvatura.

- Cuando las líneas aéreas estén paralelas o crucen vías férreas, todos los elementos de la estructura de soporte tales como cruceros, retenidas y equipo adherido, que estén a menos de 6,7 metros sobre el riel más cercano, deben cumplir con lo siguiente:

- Distancia horizontal no menor de 3,6 metros del riel más cercano.
- La distancia anterior puede reducirse por un acuerdo escrito por el propietario de la vía férrea.

Figura 8. **Distancia mínima de seguridad de estructuras de soporte a vías férreas**

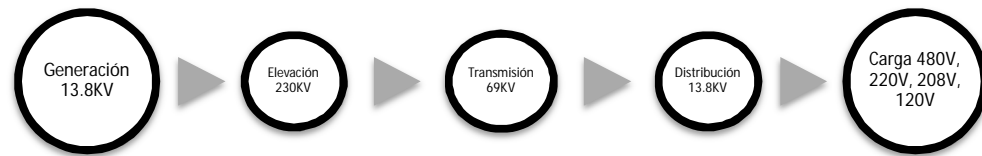


Fuente: CNEE. *Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución* (NTDOID). p. 9.

2.4 Elementos de un sistema de distribución

Un sistema eléctrico de potencia incluye las etapas de generación, transmisión, distribución y consumidor final. El fin de este sistema es llevar la energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo y entregar dicha energía al consumidor en forma segura y con los niveles de tensión normados, como se puede observar en la figura 9.

Figura 9. Elementos de un sistema de energía eléctrica



Fuente: elaboración propia, empleando Word.

El sistema de distribución de energía eléctrica es diseñado y construido para trasladar la energía eléctrica desde la subestación de distribución hasta el consumidor final, de forma segura y a los voltajes normados.

En un sistema de potencia, las 2/3 partes de la inversión total están dedicadas a la parte de la red de distribución eléctrica, por ser la que contiene más elementos o equipos de protección, de maniobras y de transformación para llevar la energía a voltajes normados, como se mencionó. Esto pone evidencia la importancia en el planeamiento, diseño, construcción y operación de dicho sistema; es ahí donde, para la distribuidora se producen grandes porcentajes de pérdidas de la energía y en la relación distribuidora – cliente, donde aparecen las distancias mínimas de seguridad.

El sistema de distribución puede ser construido de la siguiente forma:

- Red de distribución eléctrica aérea
 - Son redes de distribución en las que los alimentadores primarios, los ramales, los transformadores, interruptores, seccionalizadores,

entre otros, están soportados por estructuras que los mantienen separados de tierra a una altura normalizada.

- Red de distribución eléctrica subterránea
 - Son redes de distribución en las que los alimentadores primarios, ramales, transformadores, entre otros, se hallan bajo tierra. Los conductores pueden estar situados en conductos enterrados directamente en la tierra. Los transformadores, interruptores, seccionalizadores, entre otros, se hallan en cámaras que pueden encontrarse en los edificios o comercios existentes, o bien bajo tierra.

- Red de distribución eléctrica mixta
 - Son redes en las cuales hay partes de la red de distribución que se encuentran en construcción aérea y subterránea, según lo mencionado anteriormente.

En este documento solo mencionaremos la red de distribución eléctrica aérea.

2.4.1 Redes de distribución eléctrica aéreas

Es el conjunto de instalaciones eléctricas que tienen por objetivo distribuir y suministrar energía eléctrica, baja y media tensión, trifásica y monofásica en forma aérea. En este tipo de construcción, el conductor usualmente está desnudo, va sostenido a través de aisladores instalados en cruceros, que a su vez van instalados en postes de madera o de concreto.

La construcción de la red de distribución aérea en media tensión tiene como objetivo distribuir energía de una y tres fases y con voltaje de suministro de 13,2/7,6 kV. Es la red de distribución en baja tensión que parte del lado de bajo voltaje de los transformadores de distribución. Finaliza en las instalaciones de los usuarios que requieren el servicio y que pueden ser de uno o tres fases.

Este tipo de construcción tiene las siguientes ventajas:

- Costo inicial es de bajo
- De fácil mantenimiento
- De fácil localización de fallas
- Construida de forma más rápida

Sus desventajas son:

- Aspecto estético
- Menor confiabilidad
- Menor seguridad (ofrece más peligros para los transeúntes)
- Son susceptibles a fallas y cortes de energía
 - Descargas atmosféricas
 - Lluvia
 - Polvo
 - Gases contaminantes
 - Brisa salina
 - Vientos
 - Contacto con cuerpos extraños
 - Choques de vehículos y vandalismo

Las redes de distribución eléctrica son una parte importante en el sistema eléctrico de potencia. Su función es la de transportar la energía eléctrica desde la subestación de distribución hasta la energía a los consumidores, con un voltaje normalizado. La efectividad con que las redes de distribución realizan esta función se mide en términos de regulación de voltaje, continuidad del servicio, flexibilidad, eficiencia y costo.

En una red de distribución inciden el diseño, construcción, operación y mantenimiento con el objetivo de brindar, al menor costo posible, un servicio de energía eléctrica óptima para la carga a alimentar con la mínima variación de voltaje posible.

Las redes de distribución pueden ser diseñadas y construidas de las siguientes formas:

- Radial
 - Es la que, partiendo de un punto de alimentación, recorre una determinada región. Está constituida por un circuito principal y muchos ramales o derivaciones; la característica de esta configuración es un solo punto de alimentación. Su inversión es la más económica de las configuraciones y su diseño es el más sencillo. Su desventaja es que presenta mayores pérdidas de potencia, caídas de voltaje y una baja confiabilidad.

- Anillo
 - Es la que partiendo de un punto de alimentación establece 2 o más caminos para alimentar las cargas, formando un circuito

cerrado. De ahí proviene el nombre anillo, lo que resulta en una menor caída de voltaje, pérdidas de potencia y aumento de confiabilidad, ya que, ante una falla de algún ramal o derivación, es posible la alimentación por el segundo camino. El sistema de protección debe reaccionar si la falla se presenta en la alimentación o en la carga para poder sectorizar la falla y desconectar la menor cantidad de consumidores posibles. Los costos de dicha configuración son más elevados.

2.4.2 Elementos de la red de distribución aérea

Enlistaremos las partes principales o los elementos mínimos que debe contener de un sistema de red de distribución aérea. Estos son:

- Conductores
- Aisladores
- Cruceros
- Postes
- Herrajes
- Transformadores
- Banco de capacitores
- Hay una serie de equipos complementarios cuya función es de protección y operación de la red de distribución aérea.

2.4.2.1 Conductores

Es un medio adecuado, utilizado como portador de corriente eléctrica. El material con el que se construye un conductor eléctrico es cualquier sustancia que pueda conducir una corriente eléctrica cuando el conductor es sometido a

una diferencia de potencial entre sus extremos. Esta propiedad se llama conductividad. Las sustancias con mayor conductividad son los materiales denominados metales, que presentan una resistencia elevada a la corrosión atmosférica.

Los materiales utilizados por parte EEGSA en los conductores en la red de media tensión son el aluminio en la mayoría de conductores aéreos y el cobre para conductores subterráneos, puesto a tierras y conexiones de equipos de transformación, regulación y automatización. Las siguientes son características que comparten los conductores.

- La resistencia eléctrica: es la oposición que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica. Entonces, en cuanto menor sea esta, menores serán las pérdidas por el calentamiento, ya que las pérdidas son proporcionales a la resistencia eléctrica.
- La resistencia mecánica: es la capacidad de los materiales de resistir la fuerza aplicada sin romperse o deformarse en condiciones normales y anormales. En las líneas aéreas, el esfuerzo mecánico viene dado por el peso del conductor entre los postes, llamado vano, y cambios de direcciones que generan tensión donde las líneas finalizan. Por esto es necesario que los conductores sean fabricados de diferentes aleaciones, que tengan en el centro un conductor de acero o que los vanos no sean muy largos para poder resistir al esfuerzo al que estarán sometidos.
- Aspecto económico: como toda inversión, se desea que los costos sean minimizados pero que los materiales sean de buena calidad para tener una larga vida de uso, con el retorno de inversión lo más rápidamente

posible. Al momento de realizar un diseño eléctrico y enfocados en los conductores, aparecen dos tipos de costos:

- El costo de inversión que se incrementa de forma proporcional con la sección del conductor.
- El costo de operación será proporcional a la resistencia eléctrica.

El aluminio es el material más común utilizado en los conductores aéreos en las redes de media tensión. Esto es por su conductividad, por su bajo costo, por ser liviano en comparación con el cobre, a pesar de que es necesario un área de sección transversal más grande para conducir la misma cantidad de corriente eléctrica que un conductor de cobre. Una de sus deficiencias es la baja carga mecánica de ruptura; por eso es necesario fabricar cables de aluminio con aleaciones de acero para reforzarlo. Entre los diferentes tipos de conductores más empleados por la distribuidora EEGSA en líneas de distribución aérea, son los siguientes:

- All Aluminum Alloy Conductor (AAAC):
 - Conductor de aluminio con aleación.
 - Tienen la mayor resistencia a la tensión que los conductores de aluminio de tipo ordinario.
- Aluminum Conductor Steel Reinforced (ACSR):
 - Conductor de aluminio con refuerzo de acero.
 - Contiene en su núcleo central de un alambre de acero rodeado por capas de alambre de aluminio.

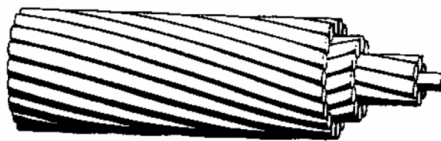
Figura 10. **Cable ACSR**



Fuente: EEGSA.

- All Aluminum conductor (ACC):
 - Conductor de aluminio clases AA, A, B, C.

Figura 11. **Cable ACC**



Fuente: EEGSA.

Los conductores utilizados por EEGSA, están constituidos por hilos entorchados en forma concéntrica; es decir, el hilo central constituye el núcleo del conductor y es rodeado por una o más capas de hilos aplicados helicoidalmente. Los datos técnicos de los conductores se pueden apreciar en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Características de los conductores tipos AAC, AAAC y ACSR**

Conductor	Tipo	Sección		Diámetro	Peso	R ohm/k m	Capacidad de conducción n (A)	Tensión de ruptura N
		KCM/ AWG	mm ²	mm	N/m			
RAVEN	ACSR	1/0	62,44	10,11	2,11	0,72	242	19 422,92
AZUSA	AAAC	123,3	62,44	10,11	1,68	0,64	256	19 774,82
OXLIP	AAC	4/0	107,23	13,26	2,89	0,33	383	17 036,69
ALLIANCE	AAAC	246,9	125,11	14,30	3,36	0,32	395	38 076,78
TULIP	AAC	336,4	170,45	16,2	4,61	0,21	513	27 256,56
CANTON	AAAC	394,5	199,90	18,31	5,38	0,20	532	59 161,35
MISTELTOE	AAC	556,5	281,79	21,79	7,61	0,12	704	44 215,32
DARIEN	AAAC	559,5	283,410	21,79	7,63	0,14	663	83 626,57
FLINT	AAAC	740,8	375,37	25,17	1,10	0,12	790	108 536,60

Fuente: EEGSA.

El cable de cobre utilizado por EEGSA, debe estar constituido por hilos entorchados en forma concéntrica, es decir, el hilo central constituye el núcleo

del conductor y es rodeado por una o más capas de hilos aplicados helicoidalmente. Los datos técnicos se pueden observar en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Características de los conductores desnudos de Cobre suave**

Conductor	Tipo	Sección		Diámetro	Peso	R ohm/km	Capacidad de conducción (A)	Tensión de ruptura N
		KCM/ AWG	mm ²	mm	N/m			
Cobre	Suave	4	27,27	5,89	191,74	0,2534	170	5986,40
Cobre	Suave	4/0	107,22	12,95	972	0,04999	480	2 9265,30

Fuente: EEGSA.

El cable de cobre de la red de distribución aérea de EEGSA, tiene su aplicación en:

- Bajadas de tierra: es un conductor desnudo que va conectado a la carcasa, aislamiento, estructuras de torres o edificios. Termina conectado a una red de tierras situada en el suelo con poca resistencia. Así se provee de un camino directo para que cualquier falla por medio de un cortocircuito o sobrecorriente pueda ser desfogada por este conductor y protege, primeramente, a seres humanos, animales y equipos.
- Red de tierras: es la conexión eléctrica directa de todas las partes metálicas de una instalación, sin fusibles ni otros sistemas de protección, de sección adecuada y uno o varios electrodos enterrados en el suelo. Su objeto es conseguir que, en el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas al terreno, no existan diferencias de potencial peligroso y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o la descarga de origen atmosférico.
- Conexión de diferentes tipos de equipos: las terminales de los equipos de protección, automatización y transformación en la red de distribución

donde las terminales de los dispositivos son de cobre. Para evitar el efecto galvánico se utiliza un dispositivo de conversión de cobre a aluminio para conectar las líneas primarias, que son de aluminio, o directamente a las líneas primarias, que son de cobre, por medio de un conector de cobre.

2.4.2.2 Aisladores

En las líneas de distribución aérea, los aisladores brindan cualidades eléctricas y mecánicas de larga duración. Una de estas labores es sujetar los conductores, de manera que no se mueven en sentido longitudinal o transversal. Además, deben evitar la derivación de la corriente de la línea hacia tierra, ya que un aislamiento defectuoso acarrea fallas de energía y eleva los costos de distribución. Llega el caso de poder abrir las protecciones de las líneas de distribución, lo que puede ocasionar el corte de energía eléctrica a cualquier carga conectada al sistema de distribución.

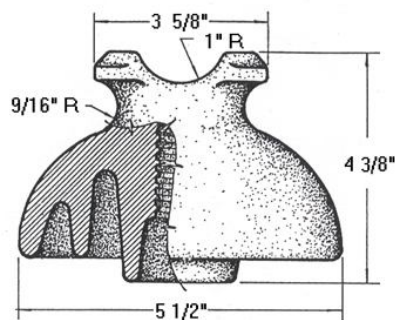
En el principio, las construcciones de líneas de red distribución eléctrica eran fabricadas para soportar la corriente continua en 1882 y luego se trasladaron para el paso de corriente alterna. En 1885 fueron construidas con aisladores de vidrio recocido rígidamente ligados al soporte. El conductor estaba sujeto por medio de ligaduras.

La porcelana tuvo un intento sin gran éxito entre 1890 y 1893, hasta que fue desarrollado el procedimiento de fabricación por vía húmeda, que permitió un material no poroso, de características mecánicas superiores a las del vidrio recocido. La cerámica, por un lado, se desarrolló aproximadamente en 1903, cuando se realizaron los primeros aisladores con este material. A partir de 1935, se utilizó el templado para los dieléctricos de vidrio, y se obtuvo piezas con gran resistencia mecánica. La evolución de la fabricación de los aislantes

está relacionada directamente con los esfuerzos mecánicos a los que estos están sometidos en las líneas de distribución eléctrica.

La porcelana empleada en la construcción del aislador debe ser del tipo no porosa, de alta rigidez dieléctrica y resistencia mecánica y proveniente de arcilla de alta calidad. Dicha porcelana deber de ser químicamente inerte, tener una temperatura de fusión elevada. Tiene una superficie barnizada o esmaltada por medio de una expansión térmica, llamado “Esmaltado a compresión” y queda libre de imperfecciones. Su aplicación es para proporcionar más resistencia mecánica al aislador.

Figura 12. **Aislador tipo pin para 13.2 kV**



Fuente: EEGSA.

Por último, llegamos a los aisladores no cerámicos o compuestos. Estos utilizan polímeros y se caracterizan por ser flexibles; su núcleo central está constituido por una varilla epóxica de fibra de vidrio impregnada de resina termoendurecida. Tiene la función de asegurar el aislamiento y dar el soporte mecánico necesario que producen las condiciones de los conductores en la red de distribución. El núcleo tiene una cubierta exterior aislante de material polimérico y moldeada de una serie de campanas que aseguran una distancia de fuga adecuada. El revestimiento es de hule e instalado en una sola pieza sin

costura. Generalmente es instalado por el proceso de vulcanización a alta temperatura.

Las principales ventajas son su resistencia mecánica frente a golpes, mejor comportamiento a la contaminación y alta rigidez dieléctrica.

Figura 13. **Aislador de polímero**



Fuente: Tecnoled Comercialización de materiales. www.tiendatecnored.cl. Consulta: 4 de mayo 2018.

2.4.2.3 Postes

El método para construir una red de distribución eléctrica aérea de conductor desnudo, con voltajes de baja y media tensión, es que vaya instalada o apoyada en postes, la mayoría hechos de tres materiales, estos son:

- Postes de madera
 - Son contruidos de varias especies de pino.
 - Deben ser sensiblemente rectos, exentos de curvaturas, torceduras.
 - Una vez cortados, se le quita la corteza para su secado y su tratamiento debe ser con sales minerales de disolución acuosa.

- Su aplicación es en líneas de red de baja y media tensión. Se utiliza hasta con líneas de 69 kV, generalmente instalados en lugares donde la topografía del terreno no permite el ingreso del equipo necesario para realizar las maniobras requeridas o hay alta contaminación salina.
- Los postes de madera con altura de 10,60 metros (35 pies) y superiores podrán llevar instalados, aparte del conductor, equipo de transformación, protección y maniobras. Con altura inferior solo podrán ser utilizados para baja tensión o alumbrado público.

Tabla XVIII. Postes utilizados por EEGSA

Longitud		Diámetro externo en mm		Empotramiento en mm	Peso en kg (lb)	Resistencia de diseño en kg (Lb)
Pies	Metros	Punta	base			
25	7,6	165	286	1 260	544 (1 200)	227 (500)
30	9,2		305	1 420	590 (1 300)	340 (75)
35	10,7		325	370	1 570	862 (1 900)
		930 (2 050)				454 (1 000)
		680 (1 500)				
		1 270 (2 800)	907 (2 000)			
		1 361 (3 000)	1 134 (2 500)			
255	415		1 451 (3 200)	1 361 (3 000)		
40	12,2	165	348	1 720	998 (2 200)	340 (750)
					454 (1 000)	
					1 451 (3 200)	680 (1 500)
		210	393		1 723 (3 800)	907 (2 000)
		1 791 (3 950)	1 134 (2 500)			
		1 905 (4 200)	1 361 (3 000)			
255	438		2 132 (4 700)	1 587 (3 500)		
45	13,7	165	365	1 870	1 270 (2 800)	340 (750)
			371		1 633 (3 600)	454 (1 000)
		210	416		1 859 (4 100)	680 (1 500)
					1 905 (4 200)	907 (2 000)
					2 177 (4 800)	1 134 (2 500)

Continuación tabla XVIII.

		255	461		2 494 (5 500)	1 361 (3 000)
					2 993 (6 600)	1 587 (3 500)
		300	56		3 401 (7 500)	1 814 (4 000)
59	18	165	435	2300	2 494 (550)	454 (1 000)
					3 175 (7 000)	680 (1 500)
		21	480		3 265 (7 200)	907 (2 000)
		215	485		3 628 (8 000)	1 134 (2 500)
		255	525		4 172 (9 200)	1 361 (3 000)
		255	525		4 762 (10 500)	1 474 (3 250)
		255	525		4 989 (11 000)	1 587 (3 500)
		345	615		6 349 (14 000)	2 268 (5 000)
		39	660		7 710 (17 000)	2 721 (6 000)
		48	750		9 977 (22 000)	4 535 (10 000)
					10 431 (23 000)	5 442 (12 000)

Fuente: EEGSA.

- Postes de concreto
 - Son construidos de hormigón reforzado con su eje longitudinal debidamente centrado. Fabricado por los procesos de centrifugado, armado y pretensado.
 - Deben presentar el acabado del color natural del concreto en toda su superficie. Esta debe de estar libre de porosidad e imperfecciones de fabricación, burbujas por mala compactación de los materiales, grietas no capilares y desprendimiento del concreto.
 - El concreto debe ser premezclado y proporcionar la resistencia mínima de compresión de $3,45 \text{ kN/cm}^2$ ($5\,000 \text{ Lb/pug}^2$) después de 28 días de fabricado.
 - En su construcción los moldes se llenarán con la mezcla de concreto, luego se pretensarán las varillas de acero y finalmente se compactará con el sistema de centrifugado.

- Los postes de concreto tienen su aplicación en líneas aéreas de alta, media y baja tensión y se instalarán donde el equipo pueda manipularlo libremente o, dicho en otras palabras, los camiones utilizados para trabajar en líneas de distribución podrán llevarlo al sitio de instalación. Existen excepciones donde se ha hecho necesario llevar postes por vía aérea al lugar, por mencionar un ejemplo.
- Los postes de concreto con altura de 10,60 metros (35 pies) y superiores podrán llevar instalados, aparte del conductor, equipo de transformación, protección y maniobras.
- Con altura inferior solo podrán ser utilizados para baja tensión o alumbrado público.

Tabla XIX. **Características de los postes de concreto (EEGSA)**

Longitud		Diámetro externo en mm		Empotramiento en mm	Peso en kg (lb)	Resistencia de diseño en kg (Lb)	
Pies	Metros	Punta	base				
25	7,6	165	286	1 260	544 (1 200)	227 (500)	
30	9,2		305	1 420	590 (1 300)	340 (75)	
35	10,7	165	325	1 570	862 (1 900)	340 (750)	
			210		370	930 (2 050)	454 (1 000)
		255			415	1 270 (2 800)	680 (1 500)
					1 361 (3 000)	907 (2 000)	
		1 451 (3 200)	1 134 (2 500)				
40	12,2	165	348	1 720	998 (2 200)	340 (750)	
			210		393	1 451 (3 200)	454 (1 000)
		255			438	1 723 (3 800)	680 (1 500)
					1 905 (4 200)	907 (2 000)	
		1 791 (3 950)			1 361 (3 000)		
		2 132 (4 700)	1 134 (2 500)				
45	13,7	165	365	1 870	1 270 (2 800)	340 (750)	
			210		371	1 633 (3 600)	454 (1 000)
		255			416	1 859 (4 100)	680 (1 500)
					461	1 905 (4 200)	907 (2 000)
		2 177 (4 800)			1 361 (3 000)		
		2 494 (5 500)	1 134 (2 500)				

Continuación tabla XIX.

					2993 (6600)	1587 (3500)
		300	56		3401 (7500)	1814 (4000)
59	18	165	435	2300	2494 (550)	454 (1000)
		21	480		3175 (7000)	680 (1500)
		215	485		3265 (7200)	907 (2000)
		255	525		3628 (8000)	1134 (2500)
		255	525		4172 (9200)	1361 (3000)
		255	525		4762 (10500)	1474 (3250)
		345	615		4989 (11000)	1587 (3500)
		39	660		6349 (14000)	2268 (5000)
		48	750		9977 (22000)	4535 (10000)
					10431 (23000)	5442 (12000)

Fuente: EEGSA.

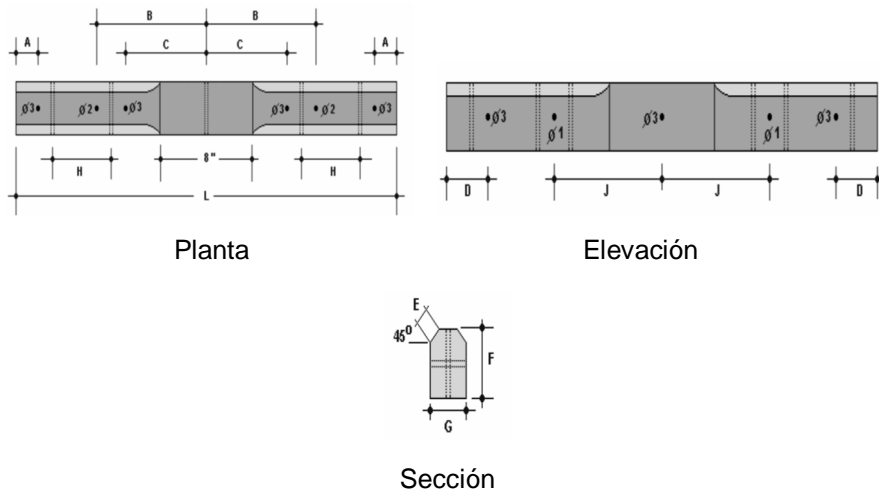
- Postes de metal
 - Son contruidos con acero galvanizado, de forma poligonal y vacío por dentro, donde el galvanizado se realiza, muchas veces por medio de inmersión en caliente y con un recubrimiento de zinc. Se funde a una temperatura aproximada de 450° centígrados.
 - Los postes de acero galvanizado tienen un peso menor que los contruidos de madera y concreto, en un rango de 1/3 menos que el de madera y 1/5 menos que el de concreto.
 - La distribuidora EEGSA utiliza generalmente los postes de metal en lugares de difícil acceso; por ser fabricados en secciones, se pueden transportar con menos esfuerzo a diferencia de los postes de metal y concreto que están fabricados en una sola pieza según la altura necesaria; sin embargo, su implementación en campo es muy baja por temas de costos.
 - Otra ventaja que proporcionan los postes de metal es su resistencia al fuego, a la salinidad y son reciclables al 100 %.

2.4.2.4 Cruceros

Son utilizados en la red de distribución de media tensión como apoyo para el tendido de líneas eléctricas en los postes de madera y de concreto. Tienen la característica de ser rectos, o sea, exentos de curvaturas, torceduras y alabeos. Pueden ser de madera o de hierro, según las siguientes especificaciones:

- Cruceros de madera
 - Construidos con ciertas especies de pino silvestre, protegidos contra cualquier agente exterior nocivo y tratados con sales minerales de disolución acuosa para asegurar su larga duración o vida útil

Figura 14. Dimensiones de un cruceo de madera

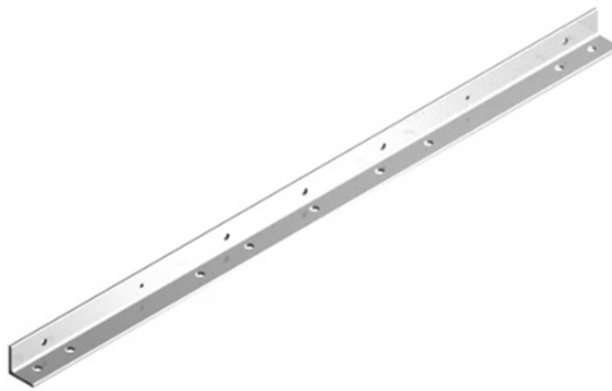


A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	$\varnothing 1$	$\varnothing 2$	$\varnothing 3$
4"	21"	15"	6"	3/8"	4 3/4"	3 3/4"	23"	19"	96"	7/16"	9/16"	11/16"

Fuente: EEGSA.

- **Crucero de hierro**
 - Como su nombre lo indica, está fabricado de hierro, recubierto con una capa de zinc obtenida por la galvanización en caliente para protegerlo contra la oxidación. Esto le permite soportar la intemperie y la salinidad, condiciones tales como: niebla salina, clima cálido y húmedo, lluvia y granizo.

Figura 15. **Crucero de hierro**



Fuente: Corporación Iadiexport C.A. <https://iadiexport.com.ve/>. Consulta: 16 de abril de 2018.

2.4.2.5 Transformador de distribución

Un transformador es un dispositivo que convierte energía eléctrica de corriente alterna de cierto nivel a otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético. Mantiene una potencia continua con una mínima pérdida en su funcionamiento.

Los centros de transformación tipo poste normalizados por la distribuidora EEGSA pueden proporcionar diferentes voltajes, según la conexión que se

necesite. Puede ser un voltaje monofásico o trifásico. Para cada caso se utilizan los siguientes transformadores:

- Transformadores monofásicos autoprotegidos
 - Llevan incorporadas las protecciones contra sobretensión, sobrecarga y cortacircuitos. Su uso más usual es la alimentación de cargas monofásicas, como los servicios domiciliarios.

- Transformador monofásico convencional
 - Incluyen las protecciones mencionadas en el transformador autoprotegido, sino que deben ser instaladas por aparte. Pueden ser utilizados para trabajar de forma monofásica o trifásica; en este último es donde es necesario utilizar dos o tres transformadores convencionales, según la carga por suministrar. EEGSA utiliza las siguientes conexiones que pueden aplicarse según la necesidad de las cargas por conectar.
 - Estrella – Estrella (Y – Y)
 - Esta conexión solo se utiliza cuando el neutro del primario puede unirse eficazmente al neutro de la fuente, comúnmente a través de la red de tierra.
 - Si los neutros no están unidos el voltaje entre fase y neutro resultará distorsionado (no senoidal).
 - Se aplica para alimentar cargas monofásicas.
 - La posibilidad de sacar un neutro de ambos lados, del primario y del secundario, permite conectarlo a tierra para mejorar la seguridad.
 - Funciona muy bien para pequeñas potencias.

- Si las cargas del circuito del transformador están desbalanceadas, los voltajes de las fases del transformador pueden llegar a desbalancearse severamente.
 - Debido a la no linealidad del circuito magnético del hierro los voltajes de cualquier fase estarán separados 120° de las demás fases y los componentes de tercera armónica de cada una de ellas estarán en fase entre sí y estas componentes se adicionan. Como resultado, una componente de tercera armónica muy grande puede llegar a tener el valor por encima del voltaje fundamente de 50 o 60 Hz.
 - El desbalance y los problemas de voltaje de la tercera armónica se pueden corregir si se pone sólidamente a tierra los neutros de los transformadores, en especial el neutro de los devanados primarios, y adicionar un tercer devanado, denominado terciario, conectándolo en delta (Δ), al banco de transformadores y causar una corriente circulante dentro de este devanado, que suprime las componentes de tercera armónica del voltaje.
- Estrella – Delta (Y - Δ)
 - Esta conexión se desempeña de mejor forma al momento de tener cargas desbalanceadas, puesto que la delta (Δ) redistribuye parcialmente cualquier desbalance que ocurra.
 - No presenta problemas con voltaje de terceros armónicos y que se consumen con una corriente circulante en el lado de la delta (Δ).
 - El neutral del primario se puede conectar con la tierra y es estable por la conexión delta (Δ) en el secundario.

- Funciona muy bien cuando existe desequilibrio en las cargas, ya que la delta (Δ) redistribuye dicho desequilibrio.
 - Al estar 30° en retraso el voltaje del secundario con el primario, se debe de tener mucho cuidado al conectar en paralelo los secundarios de un banco de transformadores, por el requisito de la conexión en paralelo de que los ángulos de fase de los secundarios del transformador deben ser iguales.
 - No es posible disponer de un neutro en el lado del secundario para conectar con la tierra o para una distribución de cuatro conductores.
 - La pérdida de una fase hace que la unidad trifásica deje de funcionar.
- Delta estrella ($\Delta - Y$)
- Es muy utilizada como conexión para transformador elevador al principio de la líneas y no al final, porque cada fase del devanado primario ha de soportar la tensión entre fase de red.
 - No presenta problemas con las componentes armónicas ya que la conexión en delta (Δ) del lado del primario del transformador atrapa las corrientes armónicas.
 - Es muy útil para elevar el voltaje a valores muy altos.
 - En el lado de alta puede ponerse a tierra el neutro, lo que permite limitar el potencial sobre cualquier carga y conectar cargas monofásicas como trifásicas.
 - Si se produce un desequilibrio en la carga producido por las cargas monofásicas, son compensados por el primario.
 - Si hay una falla en una fase, el transformador queda fuera de operación.

- No existe un neutro en el primario para conectarlo a tierra; esto no precisa un inconveniente, porque en el circuito del primario del transformador por lo general hay una toma de tierra.
- Delta – Delta ($\Delta - \Delta$)
 - Se utiliza cuando se desea recuperar la caída de tensión por la longitud de los alimentadores.
 - No tiene desplazamiento de fase.
 - No tiene problemas con cargas desequilibradas o armónicas.
 - Se puede quitar un transformador para mantenimiento o reparación y quedarse solo con dos, lo que reduce su capacidad en un 58 % del 100 % de su capacidad nominal.
 - Los desequilibrios del lado de la carga son repartidos igualmente entre las fases del primario, y se evita flujos magnéticos desequilibrados.
 - Cuando las cargas están desequilibradas los voltajes en las fases del transformador pueden desequilibrarse más de lo permitido.
 - Los voltajes de terceros armónicos pueden ser muy grandes.
 - No dispone de salida de neutro, tanto en el lado del primario como del secundario.
 - Cuando opera con altas tensiones de línea, los costos de diseño de las bobinas son mayores.
- Conexión Delta Abierta

Es utilizada cuando es necesario proveer de un voltaje trifásico bajo las condiciones de utilizar solamente 2 fases en el sitio de la red de distribución o 2 transformadores. Esta última condición puede ser por mantenimiento y falla.

- El tercer voltaje aparece por siguiente análisis de los voltajes secundarios:

$$V_C = -V_A - V_B$$

$$V_C = -V\angle 0^\circ - V\angle -120^\circ$$

$$V_C = -V - (-0.5V - j0.866V)$$

$$V_C = -0.5V - j0.866V$$

$$V_C = V\angle 120^\circ$$

V_C El voltaje que se contraría si el transformador estuviera, es llamado *fase fantasma*.

- La potencia de salida disponible en el banco en delta abierta es el 57,7 % por el intercambio de la potencia reactiva de un transformador le proporciona al otro.
- Se utiliza cuando se tienen una pequeña cantidad de potencia trifásica junto con una carga monofásica mayor. Los transformadores son de capacidades diferentes y en el transformador de mayor capacidad es donde se conecta la carga monofásica.

En la red de distribución de EEGSA los transformadores son conectados en el lado de alta o primario a un voltaje monofásico de 7,6 kV de fase a tierra y cuando son utilizados como bancos de transformadores de 13,2 KV entre fases y estos entregan un voltaje en el secundario de 120/240 V, 120/208 V, 240/480 y 277/480 V.

Las potencias posibles para los transformadores instalados en postes en la red de distribución eléctrica para el voltaje de 7,6/13,2 kV son: 10, 25, 37.5, 50 y 75 kVA en monofásico y 30, 75, 112.5, 150, 225 y 500 kVA en conexión trifásica.

Figura 16. **Transformador autoprotegido**



Fuente: Moretran. <http://www.moretran.ec/>. Consulta: 12 de abril de 2018.

Figura 17. **Transformador convencional**



Fuente: CDM Transformadores. <http://www.transformadorescdm.com/>. Consulta: 12 de abril de 2018.

Figura 18. **Banco de transformadores instalado en poste**



Fuente: Prolec GE. <http://www.prolecge.com>. Consulta: 12 de abril de 2018.

2.4.2.6 Pararrayos

Las descargas atmosféricas, conocidas como rayos, son un peligro para cualquier aparato eléctrico, ya que producen sobretensiones en las redes aéreas de media tensión. Si no son atenuadas adecuadamente pueden destruir instalaciones o equipos, y producir cortes de energía a industrias y viviendas, incendios y, en el peor de los casos, pérdidas humanas. No solo los rayos producen sobretensiones en la red de distribución eléctrica, sino también las maniobras que dentro de la misma red se realizan. Para evitar las consecuencias mencionadas por sobretensión se utilizan los pararrayos para poder mantener las instalaciones en condiciones adecuadas de servicio y seguridad.

Se denomina sobretensión a todo incremento de la tensión nominal capaz de poner en riesgo los equipos eléctricos conectados a la red de distribución. Las sobretensiones pueden ser originadas por:

- **Sobretensión externa**
 - Provocadas por fenómenos atmosféricos, ya sea por un impacto directo de un rayo a la línea o la descarga de un rayo en la proximidad de la línea. A esto se le llama onda de impulso tipo rayo.

- **Sobretensiones internas**
 - Ocasionadas por maniobras realizadas en la red de distribución que hacen que los equipos instalados produzcan fluctuaciones de cargas, corrientes inductivas, conexiones y desconexiones de líneas en vacío, magnetización de núcleos de transformadores y maniobras incorrectas.

Los pararrayos de distribución pueden ser de:

- **Resistencia Variable**
 - Este utiliza una serie de explosores y resistencias no líneas (varistancias) capaces de limitar la corriente después del paso de la onda de choque.

- **Óxido de Zinc**
 - Están contruidos solo por varistancias de ZnO, que facilitan que la resistencia pase de unos 1,5 Mohms a 15 Ohms entre la tensión de servicio y la tensión nominal de descarga

Figura 19. **Pararrayo**

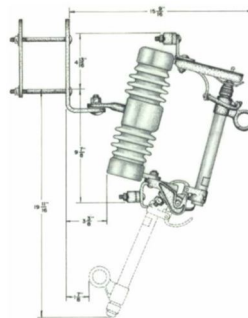


Fuente: Cofae S.A.C. <http://cofaesac.com>. Consulta: 14 de abril de 2018.

2.4.2.7 Cortacircuitos

Es un dispositivo de protección y manipulación de la red de distribución, comúnmente conocido como “cut out”. Su propósito es la protección contra sobrecorriente, fallas momentáneas producidas por ramas, incursión de animales, residuos que caen sobre las líneas de distribución, descargas atmosféricas, entre otros, para proteger así los equipos como el transformador, cuchillas seccionadoras y personal. Su manipulación se debe realizar con una pértiga y un dispositivo llamado Loadbuster cuando se va a abrir la línea de distribución, y solo la pértiga cuando se va a cerrar figura No. 20 y No. 21.

Figura 20. **Cortacircuitos y sus partes**



Fuente: EEGSA.

Figura 21. **Operación de apertura de un cortacircuitos con loadbuster**



Fuente: Cursa IHMC. <https://cursa.ihmc.us>. Consulta: 7 de abril de 2018.

2.4.2.8 Retenidas de anclaje o tirantes

Las retenidas son un componente mecánico conformado por tensores anclados al terreno con la finalidad primordial de anular las fuerzas contenidas en planos horizontales en las líneas aéreas de distribución, manteniendo la verticalidad del poste, denominado plomo. Si existe algún desequilibrio, pueden suceder varias situaciones, tales como poste desnivelado, comúnmente llamado desplomado, los conductores pierden tensión y por el movimiento del viento o vibración pueden llegar a mecerse hasta llegar al punto de crear un arco eléctrico entre ellos o toparse entre sí, lo que puede producir un corte de energía.

Los elementos esenciales que componen una retenida son:

- Abrazadera doble de
- Cable galvanizado
- Disco de expansión de hierro
- Varilla de ancla
- Ancla de dos ojos

- Conectores
- Gancho para tirante
- Prensa triple para tirante
- Remate preformado para tirante

En el momento de aplicar las diferentes construcciones donde es necesario utilizar retenidas de anclaje o tirantes, se toman en cuenta los siguientes conceptos:

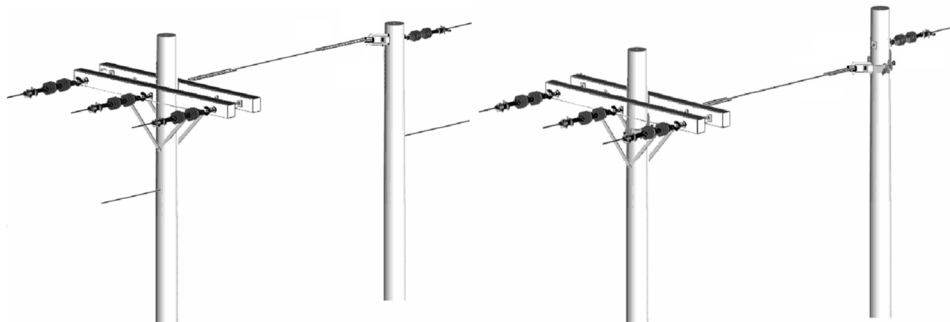
- Estructura en tangente
 - Es la construcción que soporta las líneas de tal manera que el ángulo entre tensiones mecánicas está comprendido entre 0° (cero grados) hasta 2° (dos grados).
 - En esta estructura prácticamente las componentes de tensión se contrarrestan entre sí.
 - Hay circunstancias donde la estructura tangente debe ser utilizada y los ángulos sobrepasan los 2° (dos grados); en esos casos se utilizan retenidas para contrarrestar el desbalance de tensión.

- Estructuras en ángulo
 - Estas soportan las tensiones de los conductores en uno y otro lado del poste y forma ángulos mayores a 2° (dos grados).
 - Las estructuras en ángulo se clasifican de acuerdo a la magnitud del ángulo mencionado, el cual puede llegar a los 90° (noventa grados).
 - Las tensiones no se contrarrestan totalmente entre sí.

- Conforme el ángulo aumenta, los postes deben ser instalados con tensores o retenidas que contrarrestan el desbalance de tensión o pueden utilizarse postes con mayor capacidad de ruptura. A estos postes se les denominan autoportados, que son capaces por sí mismos de soportar dichas tensiones. La mayoría de las veces deben ser fundidos y utilizar estructuras de hierro en la fundición.

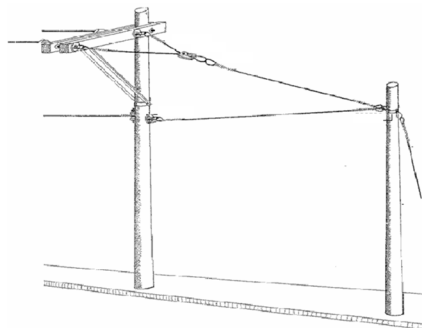
En las próximas figuras veremos las construcciones de retenidas más utilizadas.

Figura 22. **Anclajes de entre postes**



Fuente: EEGSA.

Figura 23. **Anclaje para crucero en bandera para tirante**



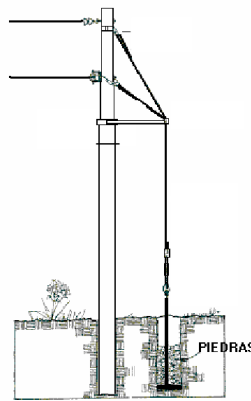
Fuente: EEGSA.

Figura 24. **Anclaje para stubs con abrazadera y ancla con tirante**



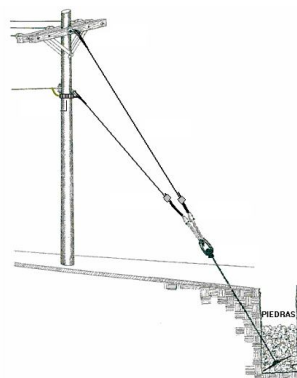
Fuente: EEGSA.

Figura 25. **Ancla en bandera**



Fuente: EEGSA.

Figura 26. **Ancla de dos ojos con dos ganchos**



Fuente: EEGSA.

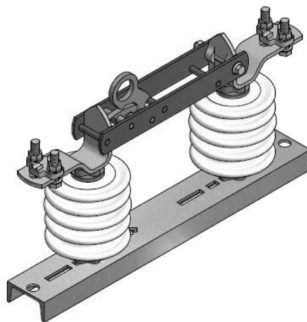
2.4.2.9 Cuchilla seccionadora

Son dispositivos electromecánicos capaces de conectar y desconectar cierta aérea de una instalación eléctrica o los diferentes circuitos de la red de distribución. También pueden ser utilizadas para aislar fallas o hacer conexiones entre los circuitos de la red y trasladar cargas de un circuito a otro; a esto se le llama maniobras en la red. Las cuchillas seccionadoras pueden ser maniobradas en vacío o con carga.

La cuchilla seccionadora es montada de forma horizontal y utilizada en el exterior instalando una cuchilla por fase. Se utilizan siempre cuando hay tres fases, donde su operación es con pértiga y gancho. La cuchilla cuenta con un brazo móvil fabricado de cobre electrolítico de alta conductividad, que gira a un ángulo no mayor de 90° con un tope. Dicho brazo deberá tener un cerrojo o enclavamiento que no permita que éste se abra durante condiciones de operación o falla.

La unión o contacto eléctrico, que se da entre el brazo móvil y el contacto fijo, deberá recubrirse en plata y tener una buena presión de contacto.

Figura 27. **Cuchilla seccionadora**



Fuente: Grupo 1E. <https://grupo1eblog.wordpress.com>. Consulta: 18 de septiembre de 2018.

2.4.2.10 Interruptor de aire

Su aplicación es el de interrumpir la continuidad de la red o bien unir circuitos que por necesidad de mantenimiento o falla deban de modificarse. Son interruptores más comunes en las líneas de media tensión, ya que su costo es bajo. Incluyen un mecanismo de operación que puede ser manual y manual remoto.

Generalmente están instalados en un brazo de contacto para abrir o cerrar los contactos principales mediante un mecanismo accionado por resorte. Este es activado a través de las bobinas de disparo o cierre mediante un interruptor de control o un relé de protección. La característica principal es la capacidad extinguir el arco eléctrico al momento de la apertura o cierre, ya que está provisto de una cámara rompe carga (loadbreak) que evita la flama o arco externo.

Figura 28. **Interruptor de aire trifásico para media tensión**



Fuente: EEGSA.

2.4.2.11 Banco de capacitores

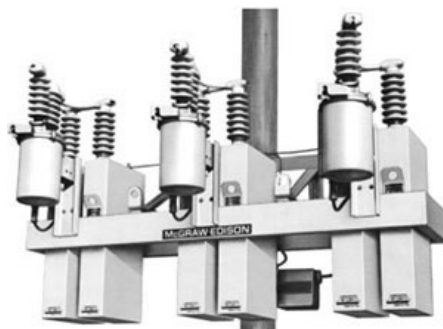
Existen ciertos tipos de cargas que necesitan campos magnéticos para su funcionamiento, como los transformadores, motores, entre otros, y consumen la denominada potencia reactiva. Estas cargas también se llaman inductivas: El

proceso de traspaso de la potencia entre las cargas y la fuente provoca pérdidas en los conductores, caídas de tensión y un consumo de energía suplementario que no es aprovechable por los receptores.

El resultado de lo mencionado es que el rendimiento eléctrico o el factor de potencia de una industria se ven afectados. Es por esto que se utilizan los bancos de capacitores para solucionar un bajo factor de potencia y suministra potencia reactiva a las cargas inductivas, generalmente los transformadores de distribución motores, entre otros.

Su uso tiene limitantes; por ejemplo, una excesiva potencia reactiva, resulta en sobretensiones y efectos de armónicos indeseables por sobrecompensación o la falta de ellos un bajo factor de potencia. Como se había mencionado antes, por eso hay dos tipos de bancos de capacitores: los automatizados, que tienen un dispositivo electromecánico que ingresa pares de capacitores, según sea necesario, y los fijos, que no varían su valor y siempre proporcionan una cantidad fija de potencia reactiva.

Figura 29. **Banco de capacitores en poste**



Fuente: Techogroup. <https://www.techogroup.com/>. Consulta: 19 abril de 218.

2.4.2.12 Reconectador o restauradores (*Automatic Circuit Recloser*) para media tensión

Es dispositivo de protección e interrupción con reconexión automática capaz de detectar una sobrecorriente e interrumpir el flujo eléctrico. Una vez que ha transcurrido un tiempo determinado cierra sus contactos nuevamente y energiza el circuito protegido. Si la condición de falla continúa, el restaurador repite la secuencia de cierre-apertura un número de veces más. Al llegar a la secuencia determinada, queda en posición Lockout o abierto definitivamente. La secuencia de apertura-cierre es posible gracias a un controlador que le permite realizar varias reconexiones sucesivas que puede ser programada. Otra ventaja de este equipo es que puede ser operado remotamente.

En su interior, el mecanismo de reconexión es de forma electromecánica. La apertura y el cierre de los contactos es al vacío, para la pronta extinción del arco eléctrico. Generalmente, son programados para realizar tres reconexiones y cuatro aperturas. Los reconectores son programados por la curva característica tiempo–corriente, que la proporciona el fabricante. Estos equipos pueden reaccionar de dos formas: una de operación rápida, al detectar un cortocircuito, y otra, de operación retardada, al detectar sobrecorriente. En la distribuidora EEGSA el Reconectador está programado para realizar la operación de apertura-cierre tres veces; la tercera queda en la posición Lockout o abierto.

Figura 30. **Reconectador trifásico**



Fuente: EEGSA.

2.4.3 Tipos de construcción más utilizados en la red de distribución

La ruta trazada para la red de distribución no siempre es en línea recta y esto da como resultado que la red tome diferentes ángulos, postes que van instalados en diferentes distancias entre ellos y alturas. Todo lo anterior depende de la topografía y voltajes que el circuito debe abarcar.

La distribuidora EEGSA ha realizado y normalizado diferentes tipos de construcciones en los postes que deben ser aplicados según la necesidad del circuito por construir. En las próximas figuras veremos las construcciones más utilizadas.

2.4.3.1 Estructuras con tensión o voltaje

Las estructuras o los postes para la red de distribución son diseñados:

- Por altura según la tensión o voltaje que tendrán instalados.
- Por la tensión y ángulos que soportarán.
 - Si lleva retenidas según el tema 2.4.2.8.
 - Si no lleva retenidas serán elegidos según su capacidad de soportar las fuerzas mecánicas. Son llamados autosoportados y en la mayoría de los casos serán fundidos.

En las próximas figuras veremos las construcciones de estructuras con tensión más utilizadas.

2.4.3.2 Baja tensión

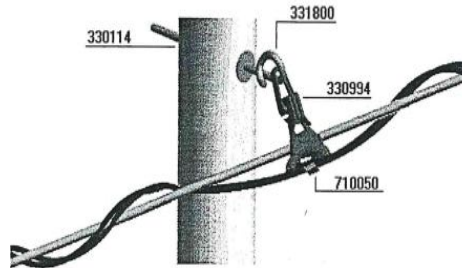
Las construcciones donde se incorpora la baja tensión pueden tener la presencia solamente de baja y media tensión en la misma estructura. Hay dos formas de encontrar instalado el conductor de baja tensión; de forma abierta que serían 3 conductores desnudos y de forma entorchada que sería dos, tres y hasta cuatro conductores con una cubierta aislante en cada conductor y en forma de trenza. El conductor secundario, denominado abierto, es el que presenta mayor peligro de accidente.

Figura 31. **Baja tensión conductor secundario abierto**



Fuente: EEGSA.

Figura 32. **Baja tensión conductor secundario entorchado**



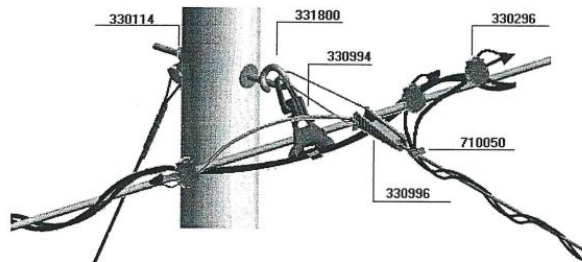
Fuente: EEGSA.

Figura 33. **Baja tensión conductor abierto con derivación.**



Fuente: EEGSA.

Figura 34. **Baja tensión conductor entorchado con derivación**

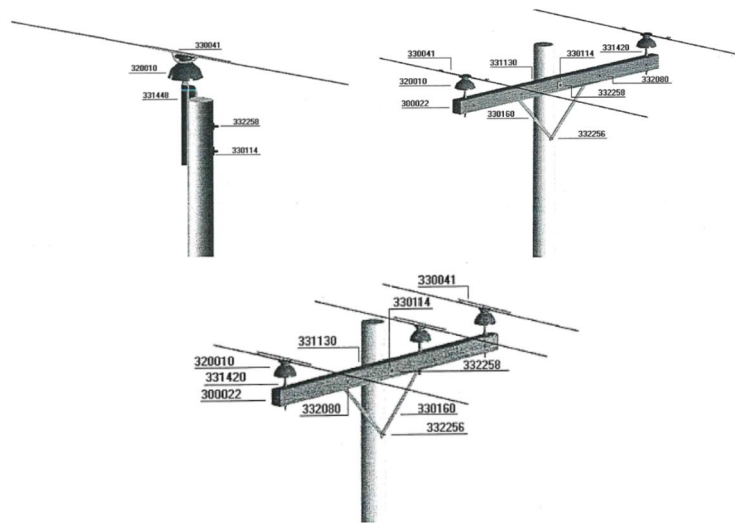


Fuente: EEGSA.

2.4.3.3 Construcción centrada

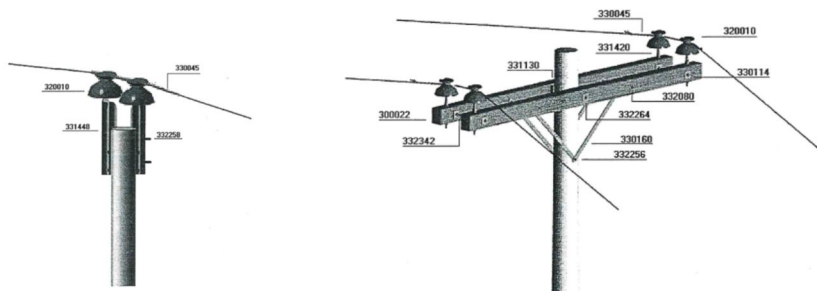
Llamada así porque cuando soporta solamente una fase esta va instalada en la parte más alta del poste y si soporta más fases colocadas en un crucero, estará instalado horizontalmente a la mitad.

Figura 35. Centrada en tangente una, dos y tres fases

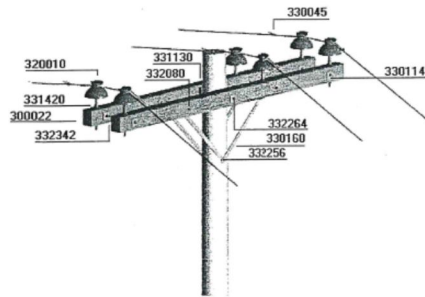


Fuente: EEGSA.

Figura 36. Centrada en tangente con ángulo una, dos y tres fases

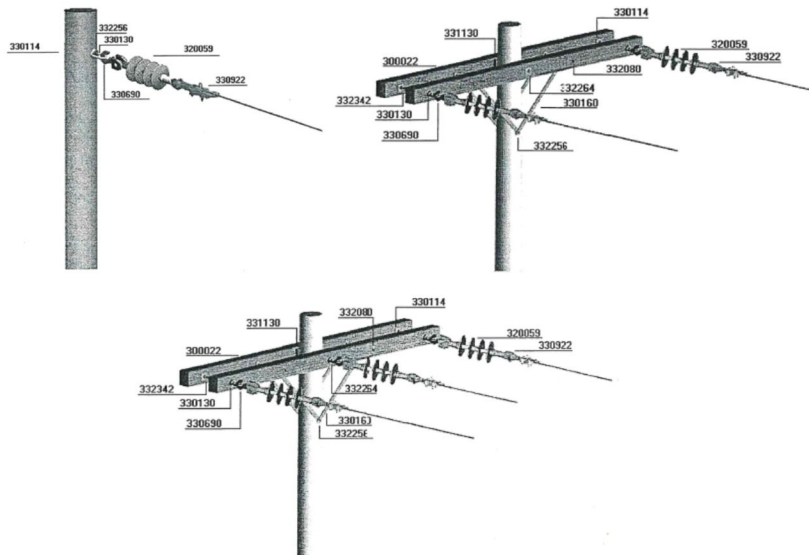


Continuación figura 36



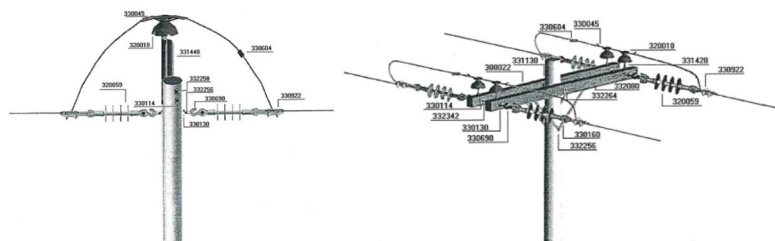
Fuente: EEGSA.

Figura 37. **Centrado remate sencillo una, dos y tres fases**

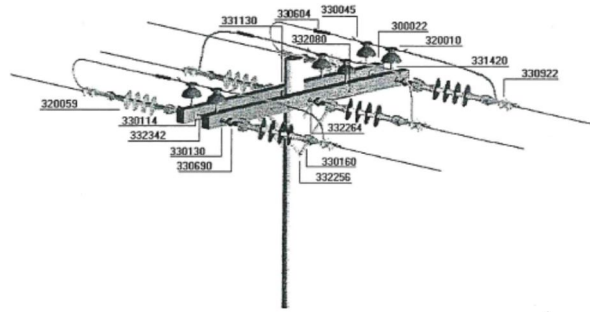


Fuente: EEGSA.

Figura 38. **Centrada doble remate una, dos y tres fases**

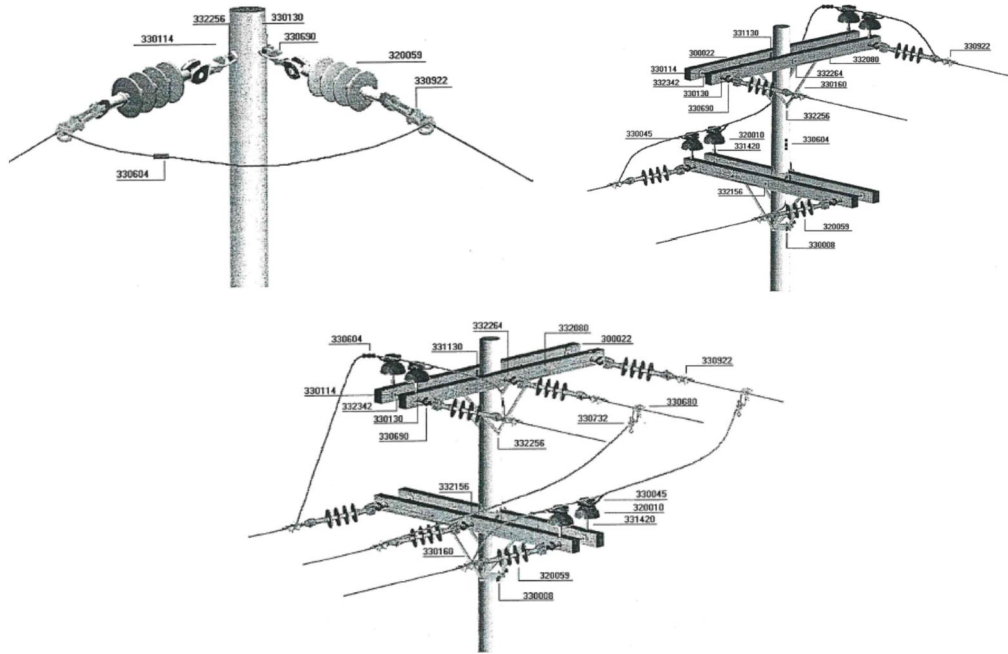


Continuación figura 38



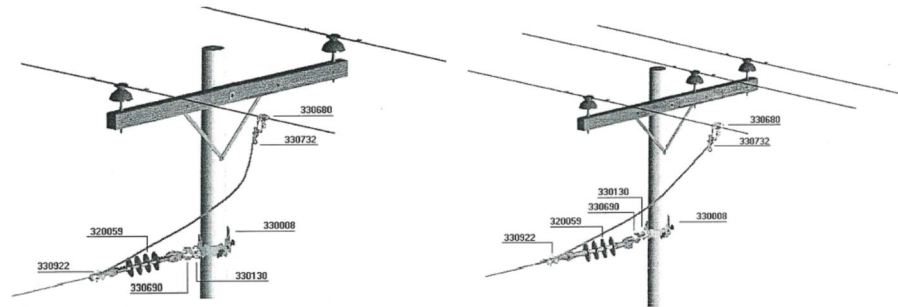
Fuente: EEGSA.

Figura 39. Centrada doble remate en ángulo, una, dos y tres fases



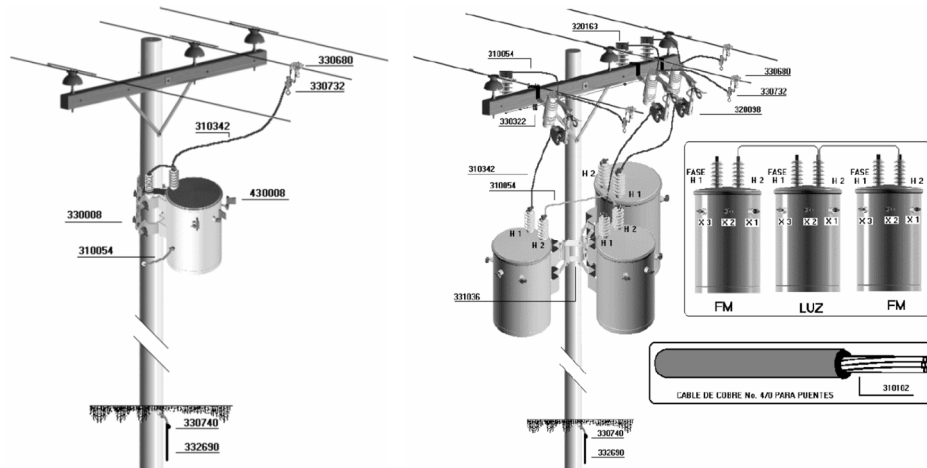
Fuente: EEGSA.

Figura 42. **Centrada en tangente con derivación de 2 a 1 fase y de 3 a 1 fase**



Fuente: EEGSA.

Figura 43. **Tangente tres fases y transformadores**

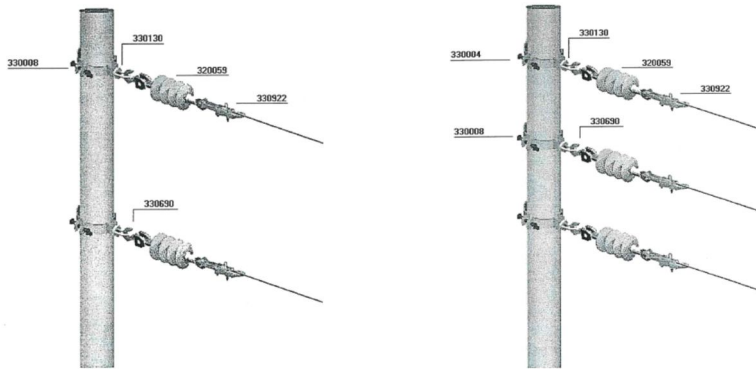


Fuente: EEGSA.

2.4.3.4 Construcción vertical

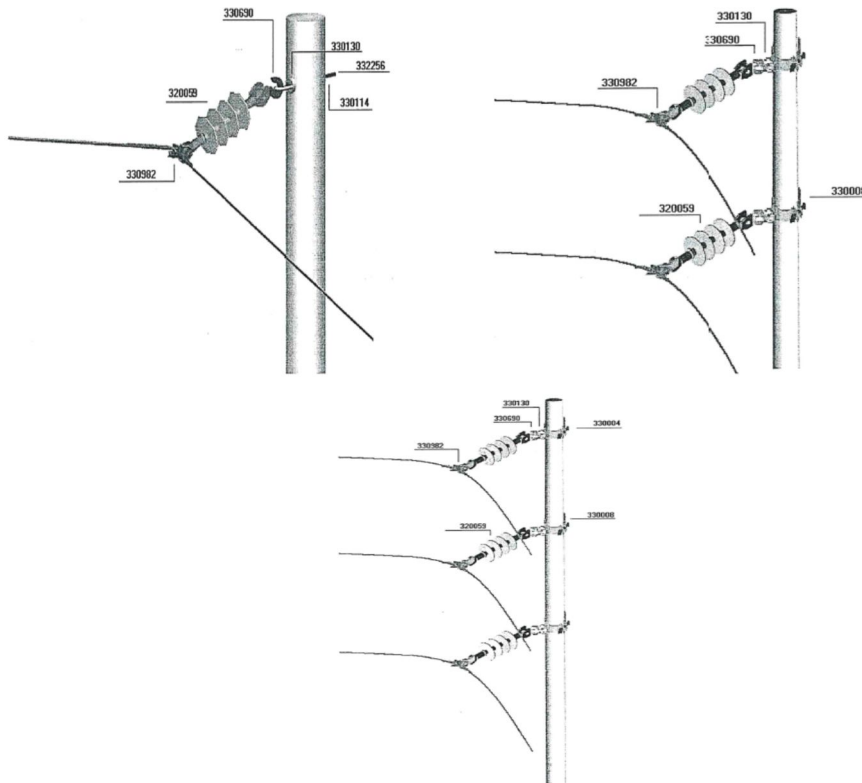
Este tipo de construcción es utilizada generalmente cuando los ángulos son muy pronunciados, cuando es necesario tener varias derivaciones de alimentación y el área de banqueta es reducida y así evitar que los cruceros invadan alguna propiedad cercana.

Figura 44. Vertical remate dos y tres fases



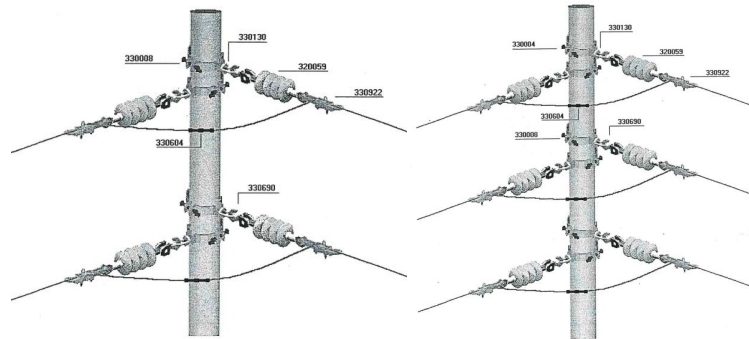
Fuente: EEGSA.

Figura 45. Vertical en suspensión una, dos y tres fases



Fuente: EEGSA.

Figura 46. **Vertical doble remate en ángulo**

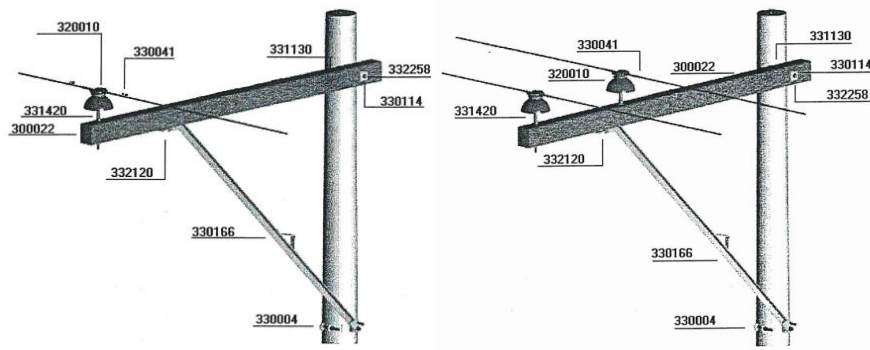


Fuente: EEGSA.

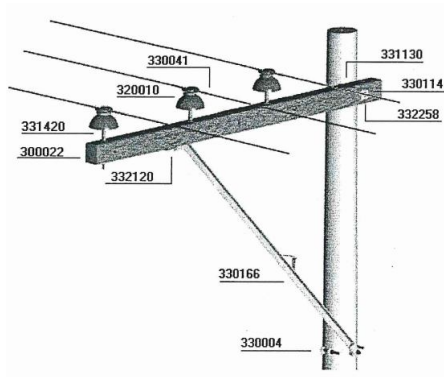
2.4.3.5 Construcción en bandera

Es la estructura donde se puede obtener la distancia más amplia entre la red de distribución eléctrica y cualquier inmueble; es por esto que su aplicación va en aumento porque puede ser instalada en lugares donde el área de banqueta es reducida. Otra característica de esta construcción es que puede minimizar ángulos que no sean muy cerrados o eliminarlos.

Figura 47. **Tangente en bandera**

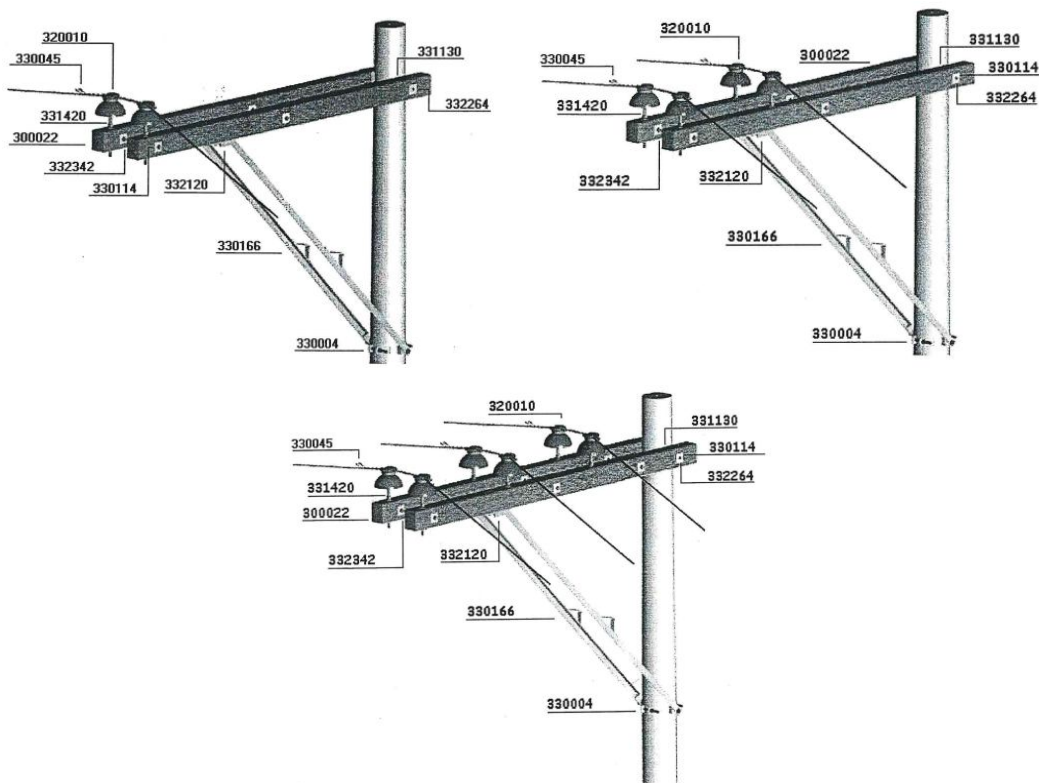


Continuación figura 47



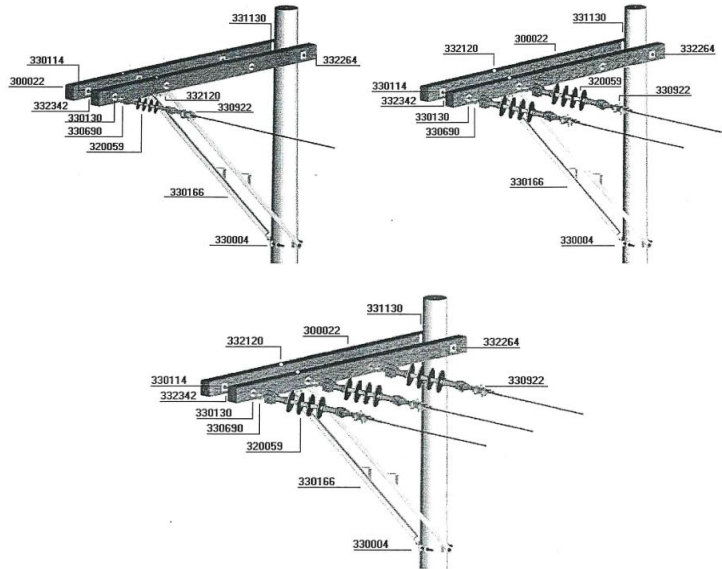
Fuente: EEGSA.

Figura 48. **Bandera en tangente con ángulo una, dos y tres fases**



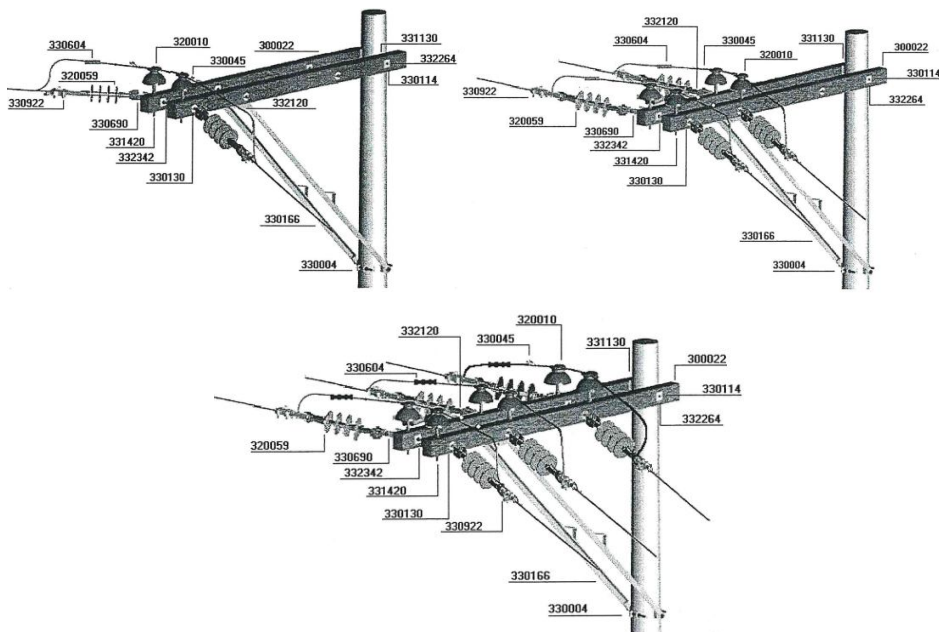
Fuente: EEGSA.

Figura 49. **Bandera remate simple una, dos y tres fases**



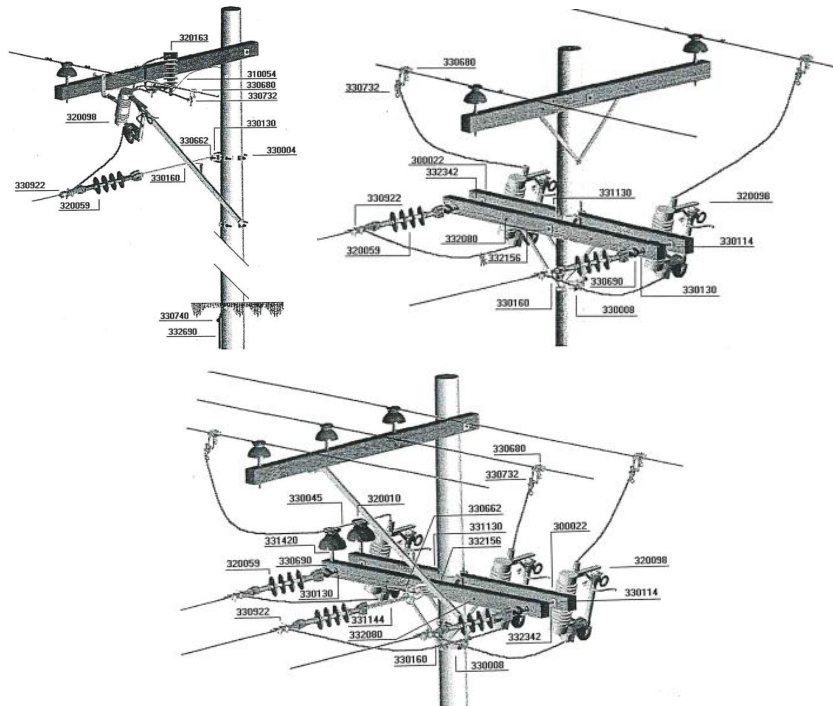
Fuente: EEGSA.

Figura 50. **Bandera doble remate con ángulo una, dos y tres fases**



Fuente: EEGSA.

Figura 51. **Bandera tangente con derivación y cortacircuitos una, dos y tres fases**



Fuente: EEGSA.

2.5 Riesgo eléctrico

El riesgo es la probabilidad de que una persona sea lesionada por algún peligro; así también, peligro es cualquier acto o condición que pueda causar daño. Con estos conceptos claros, entonces el riesgo eléctrico se define como “la posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano”.

Así, se pueden considerar los siguientes aspectos:

- Para que exista posibilidad de circulación de corriente es necesario:

- Que exista un circuito eléctrico formado por elementos conductores.
- Que el circuito esté cerrado o pueda cerrarse.
- Que en el circuito exista una diferencia potencial mayor que cero.
- Para que exista posibilidad de circulación de corriente por el cuerpo humano es necesario:
 - Que el cuerpo humano sea conductor, si este no se encuentra aislado de los conductores. Debido a los líquidos que contiene como la sangre, linfa, entre otros, es conductor.
 - Que exista entre los puntos de entrada y salida del cuerpo humano una diferencia de potencial mayor que cero.

2.5.1 Tipos de accidentes eléctricos

Los accidentes eléctricos se clasifican en:

- Contacto eléctrico directo
 - Es cuando entramos en contacto con algún elemento que habitualmente está en tensión. Puede producir:
 - Fibrilación ventricular – paro cardíaco.
 - Asfixia – paro respiratorio.
 - Tetanización muscular o acción y efecto de un músculo que permanece contraído, o que tiene contracciones intermitentes que evitan que se relaje a su tensión o tamaño normal.

Cuando una persona entra en contacto directo entre una parte activa bajo tensión – tierra o tensión fase 1 – tensión fase 2, la tensión de contacto (V_c)

adquiere un valor muy próximo a la tensión de fase a tierra o fase a fase. En las líneas de distribución los voltajes serían 7,6 kV de fase a tierra y 13,2 kV entre fases. Para un contacto directo, la fórmula de la corriente de contacto (I_C) que circula por el cuerpo humano está dada por:

$$I_C = \frac{V_C}{R_C}$$

Donde:

I_C = Corriente de contacto

V_C = Voltaje de contacto

R_C = Resistencia del cuerpo humano (valor promedio 2 500 Ω)

Figura 52. **Contacto eléctrico directo**



Fuente: Lanbide Eskola. <http://www.cmfpllodio.com/web/tpie/seguridad/seg010.jpg>. Consulta: 7 de agosto 2018.

- Contacto eléctrico indirecto
 - Cuando entramos en contacto con algún elemento que accidentalmente está en tensión o por la cercanía se produce un arco eléctrico alcanzado.
 - Arco eléctrico
 - ✓ Es la liberación de energía eléctrica a través del aire ionizado. Produce una gran radiación térmica (calor) y una luz brillante y muy intensa.
 - ✓ En la red de distribución produce ondas de presión por el calentamiento rápido del aire. Crea una explosión, con tal fuerza que puede golpear a una persona con gran fuerza y enviar gotas de metal fundido y demás componentes a grandes distancias y a altas velocidades.
 - Puede producir:
 - Susto o una sensación desagradable, que puede ocasionar una pérdida de equilibrio y posibilidad de una caída que resulta en lesiones, fracturas o golpes o incluso la muerte.
 - Quemaduras de la víctima debido al arco eléctrico producido, donde las quemaduras puede abarcar la gama del primer al tercer grado. Todo depende de la superficie corporal afectada y la profundidad de las lesiones.

Quando una persona entra en contacto indirecto entre una parte activa bajo tensión – tierra o tensión fase 1 – tensión fase 2, aparece una corriente de defecto (I_d), además de una resistencia de fallo de aislamiento o medio que se interpone entre las partes en tensión (R_i). De igual forma el valor en la red de distribución se mantiene según la tensión de fase a tierra o fase a fase, como

mencionamos anteriormente los voltajes serían 7,6 kV de fase a tierra y 13,2 kV entre fases. Para un contacto indirecto la fórmula de la corriente de fallo (I_d) que circula por el cuerpo humano es dada por:

$$I_d = \frac{V}{R_i + R_T} \rightarrow V_c = R_T \times I_d = R_T \left(\frac{V}{R_i + R_T} \right)$$

Donde:

I_d = Corriente de falla

V_c = Voltaje de contacto

R_i = Resistencia de falla

R_T = Resistencia de puesta a tierra (valor promedio 37 Ω)

Figura 53. **Contacto eléctrico indirecto**



Fuente: <https://www.pinterest.com.mx/pin/548242954616643266/>. Consulta: 14 de abril de 2018.

2.5.2 Factores que influyen en el efecto eléctrico

Los efectos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano se determinan por los siguientes factores:

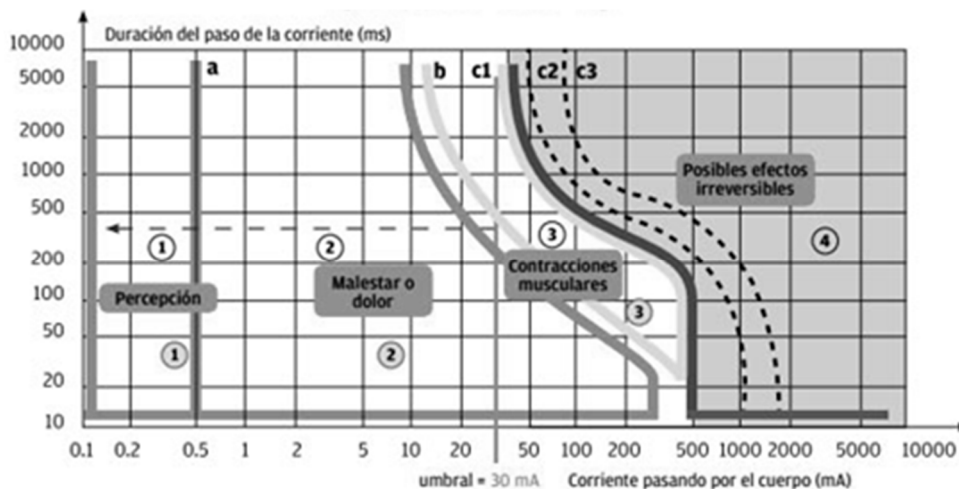
- El valor de la intensidad de la corriente que circula por el circuito. Dicho valor depende de cada persona y del tipo de corriente, por esto se definen valores estadísticos de forma que sean válidos para un determinado porcentaje de la población.
- Resistencia eléctrica del cuerpo humano. Es conocido que la resistencia de la piel es entre los 100 y los 500 Ω . A esto debemos adicionar la resistencia que presentan los tejidos al paso de la corriente eléctrica. Al igual que la corriente eléctrica, se toman datos estadísticos para tener un valor medio, que se ha determinado en 1 000 Ω . Siempre hay que tomar en cuenta que la humedad de la piel aumenta o disminuye la resistencia.
- Tipo de corriente:
 - La corriente continua actúa por calentamiento, puede ocasionar un efecto electrolítico en el organismo que ocasiona riesgo de embolia o muerte por electrólisis de la sangre.
 - La corriente alterna tiene efecto por la frecuencia en ritmo nervioso y circulatorio. Puede producir una alteración traducida en espasmos, sacudidas y ritmo desordenado del corazón, denominada fibrilación ventricular.
- El valor del voltaje o tensión aplicada, la resistencia del cuerpo humano varía según al voltaje al que sea sometido y depende también del estado o ambiente, que puede ser seco o mojado.
- Recorrido de la corriente. El punto de entrada y salida de la corriente es muy importante a la hora de establecer la gravedad de las lesiones en el cuerpo humano.

- Duración del contacto eléctrico También de esto depende de la gravedad de las consecuencias del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.

2.5.3 Curvas de seguridad

- Zona 1: zona de seguridad. Independiente del tiempo de contacto no hay consecuencia, pero sí percepción.
- Zona 2: por lo general no se detecta ningún efecto fisiopatológico en esta zona; sin embargo, sí puede producirse malestar o dolor.
- Zona 3: existe un riesgo para la persona; por tanto, ya no se clasifica como zona de seguridad. En ella, hay probabilidad de tener consecuencias dependiendo de la corriente y el tiempo; sin embargo, sí se detectará contracciones musculares.
- Zona 4: de igual forma que la zona 3; sin embargo, hay que sumar la existencia de efectos visibles. La corriente y el tiempo es clave para determinar si los efectos serán irreversibles.

Figura 54. Curvas de seguridad



Fuente: Profe Tolocka. <http://www.profetolocka.com>. Consulta: 16 de abril de 2018

Tabla XX. Efectos fisiológicos de la corriente alterna (60 Hz) sobre el cuerpo humano

Zona	Características y efectos fisiológicos
0	No hay alteración apreciable en la piel, si puede aparecer en largas exposiciones.
1	Hasta 0,5 mA No se presenta reacción alguna y es independiente del tiempo de acción. Puede presentarse hinchazón y enrojecimiento alrededor del punto de contacto.
2	Zona definida ente la recta $I = 0,5 \text{ mA}$ y aproximadamente $I = I_0 + \left(\frac{10}{t}\right)$, siendo I_0 la corriente límite del umbral de control muscular de no soltar ($I_0 = 10 \text{ mA}$) y el tiempo t expresado en segundos. El choque eléctrico es muy doloroso. Se presenta un cambio notable en la piel como coloración e hinchazón con quemaduras incipientes.
3	Aunque no presenta riesgo de fibrilación ventricular en cambio presenta riesgo de asfixia, de tetanización muscular y de perturbaciones en el ritmo cardiaco, con efectos con el tiempo de exposición. En la piel hay cambios en quemaduras graves, con carbonización de la misma.
4	Presenta riesgos de fibrilación ventricular agravados en función de la intensidad y del tiempo, asfixia, tetanización, quemaduras internas y externas con carbonización de la piel, embolias. En el caso de la corriente continua los efectos son aproximadamente 4 veces menor a los presentados con la corriente alterna, sin embargo, hay que tomar en cuenta los fenómenos electrolíticos que pueda originar la corriente continua.

Fuente: VILLARRUBIA, M. *Seguridad eléctrica: efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano*. p.54 – 55.

Los efectos en el cuerpo humano, a pesar de que no exista contacto y por lo mismo ni paso de corriente por el cuerpo, puede haber efectos tales como:

- Quemaduras por acto eléctrico
- Proyecciones de partículas
- Lesiones oftalmológicas, producidas por el poder térmico y luminoso del arco eléctrico, tales como:
 - Conjuntivitis
 - Cegueras
- Lesiones auditivas
- Incendios
- Explosiones
- Lesiones físicas secundarias como
 - Caídas
 - Golpes

Tabla XXI. **Efectos de la electricidad según la intensidad de corriente**

Corriente (mA)	Efecto	Motivo
1 a 3	Percepción	Produce cosquilleo. No existe peligro.
3 a 10	Electrización	Movimientos de reflejo.
10	Tetanización	Contracciones musculares, agarrotamiento.
25	Paro respiratorio	Si la corriente atraviesa el cerebro
25 a 30	Asfixia	Si la corriente atraviesa el tórax.
6 a 75	Fibrilación ventricular	Si la corriente atraviesa el corazón.

Fuente: Universidad de la Rioja. *Riesgo eléctrico*. p. 4.

Tabla XXII. **Relación corriente: tiempo que puede causar la muerte**

Intensidad (mA)	Tiempo (s)
15	120
20	60
30	35
100	3
500	0,11
1	0,03

Fuente: Universidad de la Rioja. *Riesgo eléctrico*. p. 5.

2.5.4 Efectos físicos no inmediatos

Son llamados así los efectos que se producen ya pasado cierto tiempo de sucedido el accidente eléctrico. Los más comunes son:

- Efectos en el riñón: pueden quedar bloqueados como consecuencia de las quemaduras, ya que se ven obligados a eliminar una gran cantidad de mioglobina y hemoglobina de los músculos afectados, así como las sustancias tóxicas que resultan de la descomposición de tejido destruido por las quemaduras.
- Efectos cardiovasculares: las descargas eléctricas tienen la peculiaridad de provocar pérdida del ritmo cardíaco. Dependiendo del tiempo y la corriente que afecte, los efectos se manifiestan como insuficiencias coronarias agudas que pueden provocar un infarto al miocardio, taquicardias, sensaciones vertiginosas, cefaleas rebeldes, entre otros.
- Efectos nerviosos: el choque eléctrico produce en el sistema nervioso de la persona afectada, pequeñas hemorragias relacionadas con la desintegración de la sustancia nerviosa, ya sea central o medular. Con

frecuencia pueden aparecer neurosis de tipo funcional de tipo leve a grave, y pueden ser transitorias o permanentes.

- Efectos oculares: producto del efecto luminoso y calorífico del arco eléctrico, se pueden manifestar en una inflamación del fondo y segmento anterior del ojo, y ocasionar ceguera temporal o permanente.
- Efecto auditivo: producto del estallido o explosión que puede resultar, se pueden manifestar en una sordera temporal o permanente debido generalmente al traumatismo craneal, quemadura de alguna parte del cráneo o trastornos nerviosos.

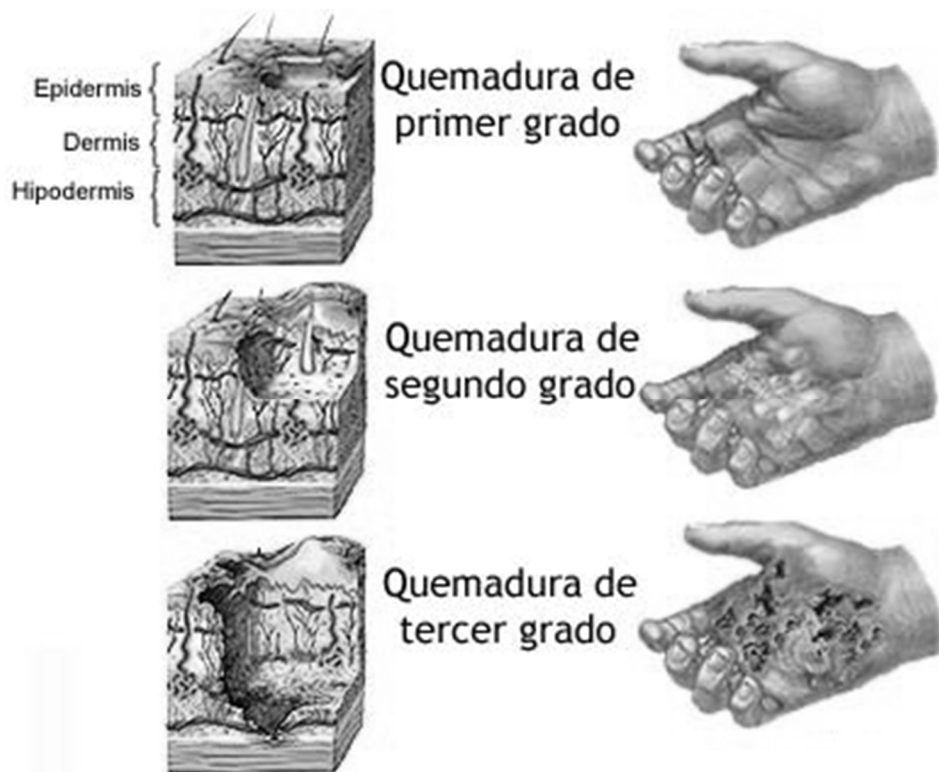
2.5.5 Clasificación de las quemaduras

Las quemaduras se clasifican de primero, segundo o tercer grado, todo depende de la profundidad y con qué severidad se encuentra la superficie de la piel.

- Quemadura de primer grado: solo afecta la capa más externa de la piel, llamada epidermis. Prácticamente es una lesión superficial, se presenta como una hinchazón de la piel, enrojecimiento, sequedad y dolor.
- Quemadura de segundo grado: esta afecta la epidermis y un aparte de la dermis. Se presenta con síntomas de hinchazón, ampollas, dolor, enrojecimiento, sensibilidad al aire y pérdida de piel.
- Quemadura de tercer grado: se destruye completamente la dermis y la epidermis. Se les llama quemadura total, ya que se destruyen las terminaciones nerviosas y puede llegar a los huesos, tendones y

músculos. Se presenta la zona de color blanco o carbón y los síntomas son edema, grasa expuesta, piel seca, con un color café, blanco o negro. Se debe eliminar la piel. Una de las características es que es indolora por la destrucción de los nervios.

Figura 55. **Tipos de quemaduras**



Fuente: Salud, vida diaria y dietas. www.saluddiaria.com. Consulta: 13 de abril de 2018.

2.5.6 Influencia de la tensión e impedancia del cuerpo humano

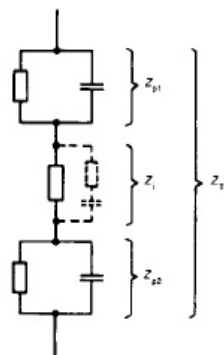
La corriente es una función directa del voltaje, pero también lo es la impedancia o la resistencia del cuerpo humano, que depende de algunos factores que pueden ser externos o internos. Los tejidos de la piel como la dermis y

epidermis pueden compararse con un dieléctrico, entre estos dos pueden simular un sistema capacitivo o, dicho de otra forma, un capacitor.

La humedad de la piel impacta directamente en la impedancia del cuerpo. Se consideran 3 posibles estados de humedad, tales como:

- BB1 (Normal)
 - Estado seco o húmedo, por la sudoración normal, sin que el sudor cubra toda la piel. Se considera al individuo descalzo.
- BB2 (Reducido)
 - Estado mojado. el individuo tiene la piel cubierta de sudor o agua, el suelo presenta una baja resistencia; de igual forma que la anterior no se al individuo descalzo.
- BB3 (Muy reducido)
 - Estado de inmersión: el individuo es inmerso en agua, parcial o total, se considera la resistencia nula, tanto de la piel como la del suelo o paredes.

Figura 56. **Modelo de la impedancia corporal**



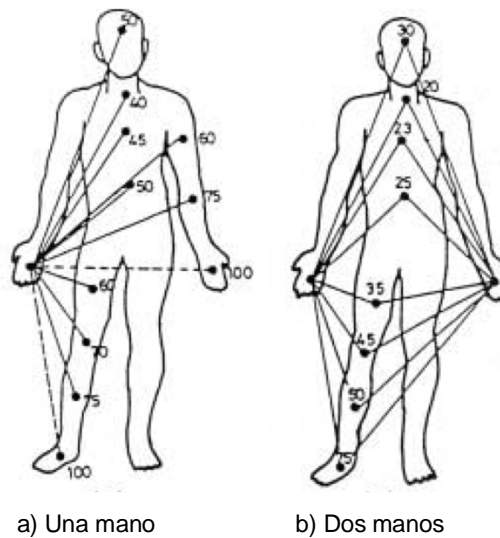
$$Z_i = \text{Impedancia interna}$$

$$Z_{p1} + Z_{p2} = \text{Impedancia de la piel}$$

$$Z_T = \text{Impedancia total}$$

Fuente: Fuente: VILLARRUBIA, M. *Seguridad eléctrica: efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano*. p. 56.

Figura 57. **Valores porcentuales relativos de la impedancia del cuerpo humano para diferentes trayectorias de la corriente**



Fuente: VILLARRUBIA, M. *Seguridad eléctrica: efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano*. p. 57.

2.6 Clasificación de riesgo (EEGSA)

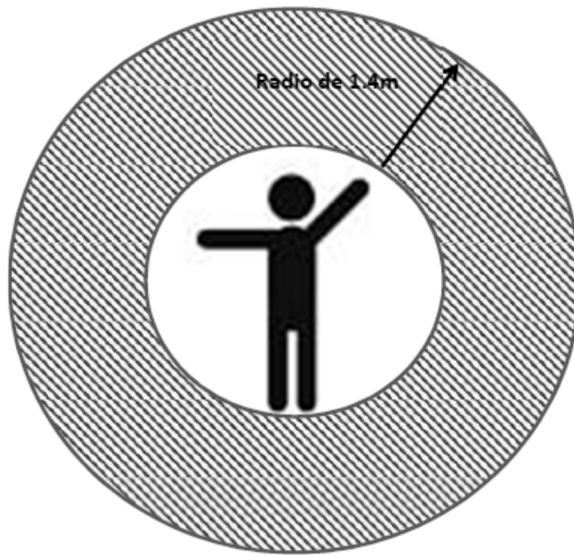
Como parte de asignar una nomenclatura que identifique la vulnerabilidad o peligro y del rango aproximado de la distancia en la que se encuentra la ubicación del incumplimiento de las distancias mínimas de seguridad, se ha realizado una división con base a la accesibilidad. Tal clasificación es:

- Alto: de fácil acceso, contempla que la red de distribución se encuentra a una distancia menor a un radio de 2,30 m o 1,40 m según la tabla IX; está al alcance de personas sin necesidad de sostener algún objeto o apoyo. En inmuebles contempla que el movimiento de la red de distribución por el viento o alguna injerencia externa pueda llegar a realizar algún contacto con los balcones, terrazas y paredes. Este criterio

se utiliza exclusivamente para líneas de voltaje superior a 750 V. Ver figura 58.

- Media: accesibilidad buscada, contempla que la red de distribución se encuentra a un radio menor de 2,30 m o 1,40 m según la tabla IX. Al alcance de personas que usan objetos o apoyos. En inmuebles se contemplan fachadas de casas o paredes, estructuras ajenas a EEGSA y rótulos. Ver figura 59.
- Baja: accesibilidad imposible, contempla invasión de la red de distribución en terrenos sin construcción o donde se encuentre invasión de la línea donde solo cumpla la distancia vertical y no existe forma de colocar apoyo para alcanzar la misma. Contempla líneas de baja tensión con cable forrado y que invada fachadas o estén en contacto con estructuras ajenas excluye las acometidas.
- Sin riesgo: invasión sin riesgo, contempla toda parte desenergizada perteneciente a red de EEGSA, que invada viviendas o estén en contacto directo. Se debe de entender por partes desenergizadas el poste stub, anclas, tirantes, pluma riel o cualquier apoyo de la red.

Figura 58. **Clasificación de riesgo: Alta**



Fuente: EEGSA.

Figura 59. **Clasificación de riesgo: Media**



Fuente: EEGSA.

2.6.1 Zona segura

De acuerdo con lo descrito en la tabla IX acerca de la normativa de distancias mínimas de seguridad, se indica lo siguiente:

- Para partes rígidas no protegidas de 750 V – 22 kV, carcasas de equipo no aterrizado, retenidas no aterrizadas expuestas a tensiones de 750 V – 22 kV.
 - La distancia horizontal a paredes, ventanas y áreas accesibles a persona será de 2,0 metros.
 - La distancia vertical arriba o debajo de techos y áreas no accesibles a personas será de 3,60 metros.
 - Cláusulas
 - ✓ En edificios, anuncios, chimeneas, antenas, tanques y otras instalaciones que no requieran de mantenimiento, tal como pintura, lavado y otra operación que requiera personas trabajando o pasando en medio de los conductores y el edificio, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0,6 metros.
 - ✓ Cuando el espacio disponible no permita alcanzar este valor, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0,60 metros.
- Conductores suministradores en línea abierta de 750 V- 22 kV.
 - La distancia horizontal a paredes, ventanas y áreas accesibles a persona será de 2,3 metros.
 - La distancia vertical arriba o debajo de techos y áreas no accesibles a personas será de 3,80 metros.

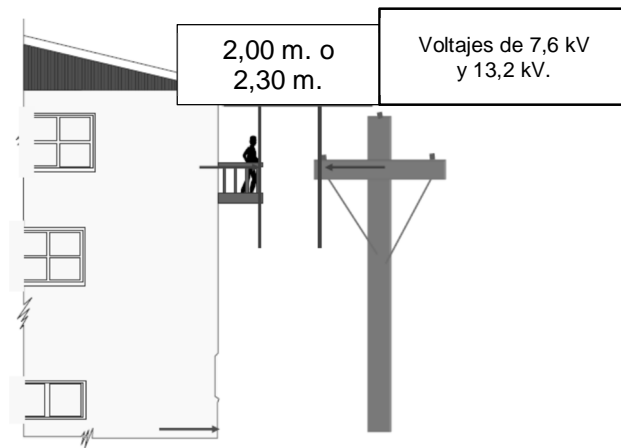
- Cláusulas

- ✓ En edificios, anuncios, chimeneas, antenas, tanques y otras instalaciones que no requieran de mantenimiento, tal como pintura, lavado y otra operación que necesite personas trabajando o pasando en medio de los conductores y el edificio, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0,6 metros.
- ✓ La distancia mínima de seguridad en reposo no debe ser menor que el valor indicado en tabla IX. Cuando el conductor o cable es desplazado por el viento, la distancia mínima de seguridad no debe ser menor a 1,40 metros.
- ✓ En lugares donde el espacio disponible no permite alcanzar este valor, la distancia de seguridad puede ser reducida a 2,00 metros para conductores de hasta 8,7 kV a tierra.

Las NTDOID, en el Título II, Criterios generales de diseño y seguridad, Capítulo I, Líneas aéreas, en el artículo 11.5 dicen que el Paso sobre vivienda existente. No deberá diseñarse y construirse líneas aéreas de cualquier nivel de tensión sobre viviendas. La condición inversa sí se puede dar, según el artículo 11.6, "Construcción de obras civiles debajo de líneas existentes. Dentro del derecho de servidumbre de líneas aéreas podrá construirse obras civiles, siempre y cuando: A) Se cuente con la autorización del distribuidor y; B) Se respeten las distancias mínimas de seguridad establecidas en estas normas o sus referencias.

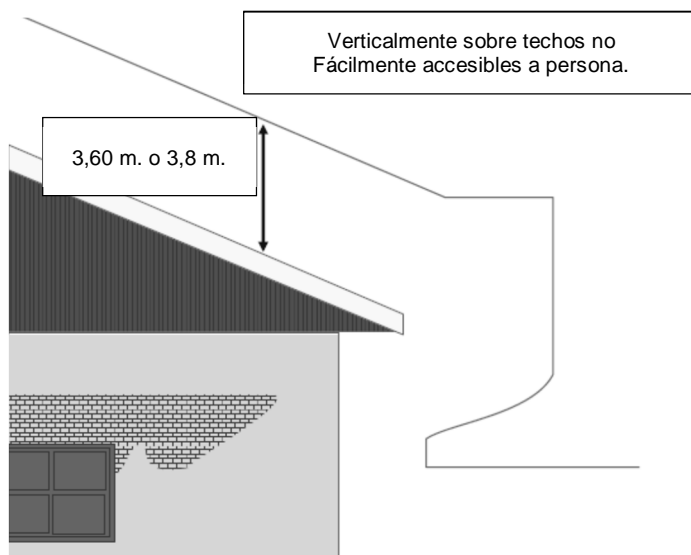
Ahora podemos definir la zona segura, en la que no debe de instalarse ningún conductor. Así se observa en la figura No. 62 y 63.

Figura 60. **Distancia mínima de seguridad: Horizontal**



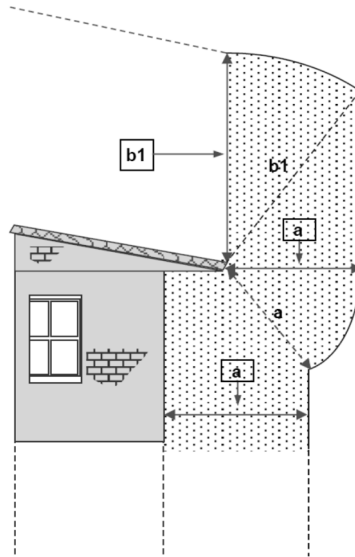
Fuente: Electrocento, S.A., Seminario de promoción Normatividad y Gestión para edificaciones Seguras y Saludables – Riesgo eléctrico por distancias mínimas de seguridad.

Figura 61. **Distancia mínima de seguridad: Vertical**



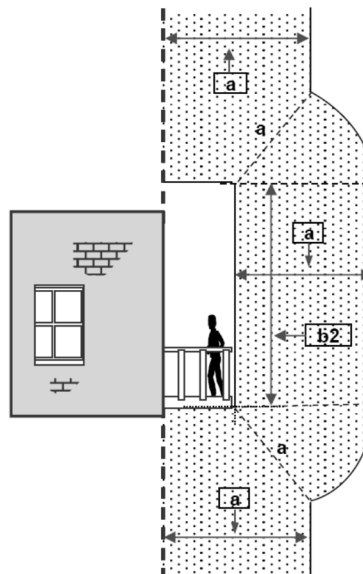
Fuente: Electrocento, S.A., Seminario de promoción Normatividad y Gestión para edificaciones Seguras y Saludables – Riesgo eléctrico por distancias mínimas de seguridad.

Figura 62. Zona segura caso 1



Fuente: Electrocento, S.A., Seminario de promoción Normatividad y Gestión para edificaciones Seguras y Saludables – Riesgo eléctrico por distancias mínimas de seguridad.

Figura 63. Zona segura caso 2



Fuente: Electrocento, S.A., Seminario de promoción Normatividad y Gestión para edificaciones Seguras y Saludables – Riesgo eléctrico por distancias mínimas de seguridad.

Tabla XXIII. Distancias de seguridad de zona segura caso 1 y 2

Nomenclatura	Distancia de seguridad	Conductores de expuestos hasta 750 V	Conductores de expuestos hasta 750 V A 22 kV
A	Distancia horizontal al límite de propiedad del terreno (m)	1,5	2,30
b1	Distancia vertical sobre techos o proyecciones no fácilmente accesibles a peatones (m)	1,10	3,8
b2	Distancia vertical sobre balcones y techos fácilmente accesibles a peatones (m)	3,4	4,1

Fuente: Electrocento, S.A., Seminario de promoción Normatividad y Gestión para edificaciones Seguras y Saludables – Riesgo eléctrico por distancias mínimas de seguridad.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1 Antecedentes del proyecto

En el municipio de Amatlán se encuentra la subestación homónima que alimenta la red de distribución con una capacidad de 28 MVA. De ella salen cuatro circuitos, denominados por EEGSA el circuito A, B, C y D, que son los encargados de realizar el recorrido por el municipio de Amatlán y municipios aledaños llevando la energía eléctrica según la necesidad; es ahí donde podemos encontrar los puntos de interés de este documento.

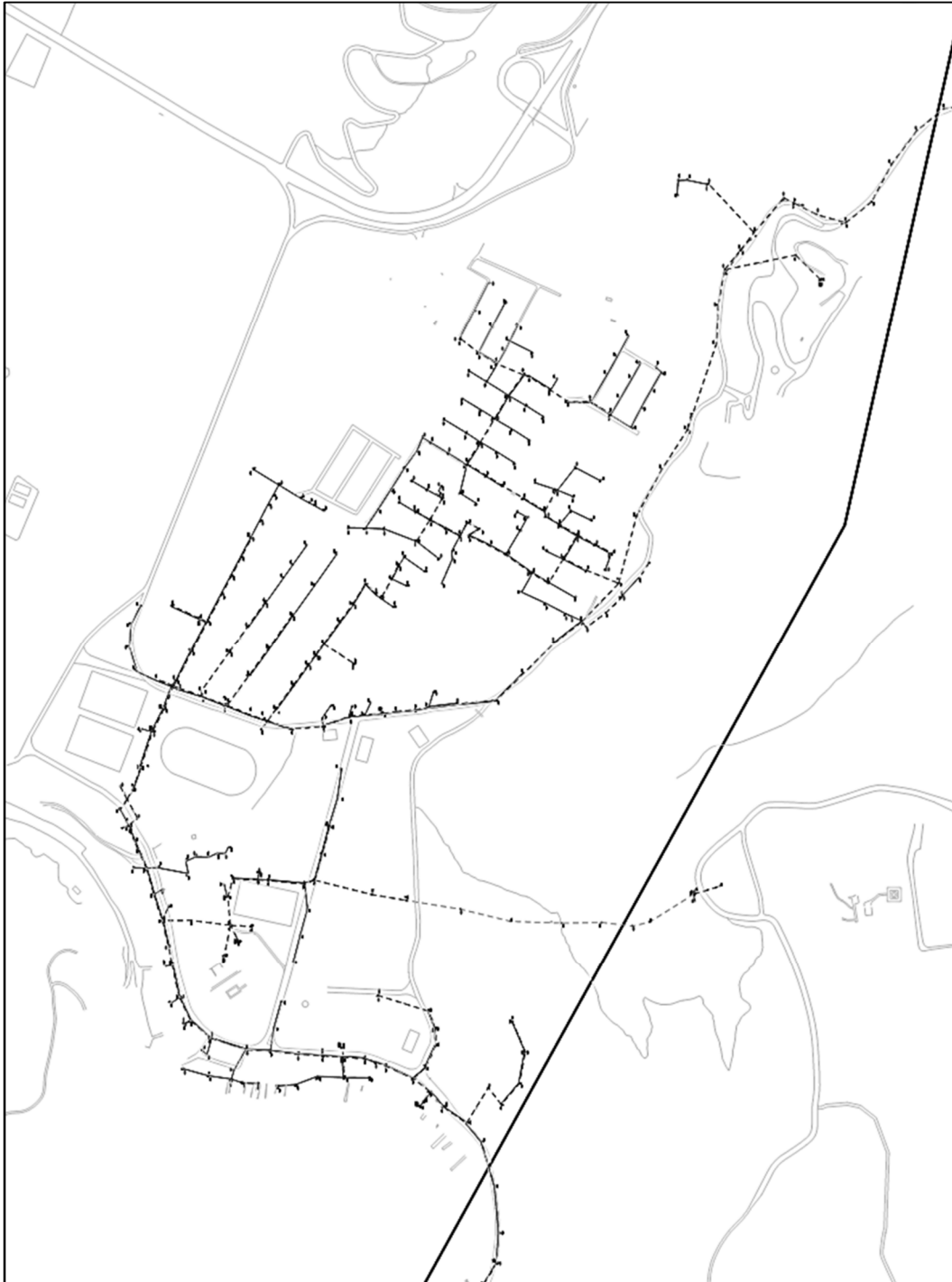
Tabla XXIV. **Potencia máxima suministrada por cada circuito: 2018***

Circuito	Capacidad (MVA)*
A	8,50
B	7,94
C	2,75
D	1,10
Total	20,29

Fuente: EEGSA.

Los circuitos mencionados tienen varias interconexiones entre ellos para poder trasladar cargas entre ellos o bien conectarse con algún circuito cercano para dar o recibir energía eléctrica de ser necesario por mantenimiento o alguna falla, que puede ser interna o externa. Se puede ver la distribución de los circuitos a través del municipio de Amatlán en las figuras 64 a la 67.

Figura 64. **Circuito A**



Fuente: EEGSA.

Figura 65. **Circuito B**



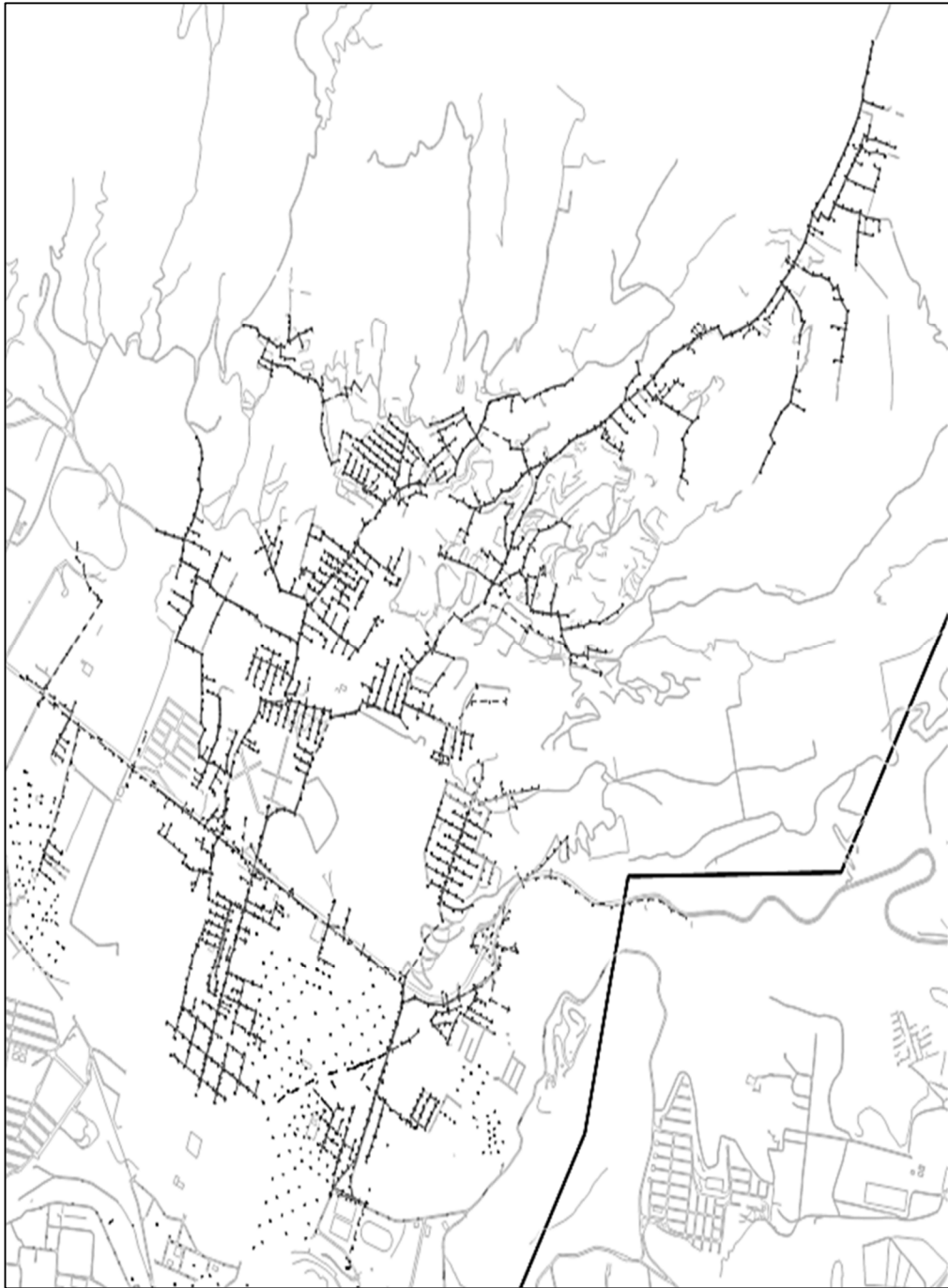
Fuente: EEGSA.

Figura 66. **Circuito C**



Fuente: EEGSA.

Figura 67. **Circuito D**



Fuente: EEGSA.

3.1.1 Antecedentes de interrupción en el municipio de Amatlán

La confiabilidad es uno de los aspectos que toda distribuidora toma en alto valor y puede ser analizada de dos formas: el análisis histórico y el predictivo, utilizados para conocer el comportamiento de un sistema de distribución y realizar una planificación de mejora. En este documento nos referiremos únicamente al histórico.

El análisis histórico nos permite identificar zonas con posibles problemas, conocer el comportamiento de la red, establece tendencias de confiabilidad, conocer el impacto de posibles cambios en la operación o inversión y conocer la historia de la red, así como su vida útil.

La calidad del servicio de un sistema de distribución eléctrica tiene como objetivo la satisfacción del usuario final o, dicho en otras palabras, es la continuidad del suministro y la calidad del servicio prestado. La red de distribución eléctrica es regida por varios parámetros o indicadores que brindan la información necesaria para determinar la calidad del servicio técnico, el período de control para la calidad del servicio técnico y las interrupciones del sistema.

- La calidad del servicio técnico se evalúa en función de la continuidad del servicio de energía eléctrica a los usuarios.
- El período de control para la calidad del servicio técnico se lleva a cabo en períodos semestrales continuos.
- Las interrupciones son toda falta de servicio de energía eléctrica en el punto de entrega. No se consideran las interrupciones menores a tres minutos y las que sean calificadas como fuerza mayor.

Los indicadores que ayudan a evaluar los conceptos anteriormente mencionados son:

- FMIK: frecuencia media de interrupción por kV y representa la cantidad de veces que el kVA promedio de distribución sufrió una interrupción de servicio.

$$FMIK = \frac{\sum j Q_{kfsj}}{Q_{ki}}$$

Donde:

$\sum j$: sumatoria de todas las interrupciones del servicio durante el semestre.

Q_{kfsj} : cantidad de kVA fuera de servicio en la interrupción j.

Q_{ki} : cantidad de kVA instalados

- TTIK: tiempo total de interrupción por kVA y representa el tiempo total, en horas, en que cada kVA promedio estuvo fuera de servicio.

$$TTIK = \frac{\sum j Q_{kfsj} T_{fsj}}{Q_{ki}} \text{ [horas]}$$

Donde:

$\sum j$: sumatoria de todas las interrupciones del servicio durante el semestre.

Q_{kfsj} : cantidad de kVA fuera de servicio en la interrupción j.

Q_{ki} : cantidad de kVA instalados

T_{fsj} : tiempo, en horas, que han permanecido fuera de servicio los kVA en la interrupción j.

- FIU: frecuencia de interrupciones por usuario

$$FIU = \sum I_j$$

Donde:

$\sum j$: número de interrupción j, para cada usuario.

- TIU: tiempo de interrupción por usuario.

$$TIU = \sum T_{fsuj}$$

Donde:

T_{fsuj} : es el tiempo, en horas, de la interrupción j, para cada usuario.

Cada uno de estos indicadores tiene tolerancias para las interrupciones como se verá en la tabla XXIV.

Tabla XXV. **Índices globales: etapa de transición**

Etapa de transición	FMIK		TTIK	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Interrupciones atribuibles a distribución	3	4	1	15
Interrupciones atribuibles a causas externas a la distribución	5		20	

Fuente: Normas técnicas del servicio de distribución (NSTD) Página 32.

Tabla XXVI. **Índices globales: a partir del inicio de la etapa de régimen**

A partir del inicio de la etapa de régimen (para usuarios conectados en baja tensión)	FMIK		TTIK	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Interrupciones atribuibles a distribución	2,5	3,5	8	10
Interrupciones atribuibles a causas externas a la distribución	4		12	

Fuente: Normas técnicas del servicio de distribución (NSTD) Página 33.

Tabla XXVII. Índices individuales: a partir del inicio de lo etapa de régimen

A partir del inicio de la etapa de régimen (para usuarios conectados en media y alta tensión)	FIU		TIU	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Usuario en baja tensión	-	-	-	-
Usuario en media y alta tensión	6	8	12	14
A partir del mes trece de la etapa de régimen (para todos los usuarios)	FIU		TIU	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Usuario en baja tensión	6	8	12	14
Usuario en media tensión	4	6	8	1
Usuario en alta tensión	3		6	

Fuente: Normas técnicas del servicio de distribución (NSTD) Página 33.

El resultado de una distribuidora que no obtiene los indicadores dentro de los rangos establecidos en las tablas XXV, XXVI y XXVII, es una indemnización por interrupciones y se calcula de la siguiente forma:

- Índices globales

$$INIG = ENS_{sistema} * CENS$$

$$ENS_{sistema} = D_{sistema} \left[\frac{(TTIK - TTIK_{límite})}{8760} \right]$$

$$ENS_{sistema} = D_{sistema} \left[\frac{(FMIK - FMIK_{límite}) \left(\frac{TIU}{FIU} \right)}{8760} \right]$$

- Índices Individuales

$$INII = ENS_{usuario} * CENS$$

$$ENS_{usuario} = D_{usuario} \left[\frac{(TTIK - TTIK_{límite})}{8760} \right]$$

$$ENS_{usuario} = D_{usuario} \left[\frac{(FMIK - FMIK_{límite}) \left(\frac{TIU}{FIU} \right)}{8760} \right]$$

Donde:

INIG	Indemnización para ser distribuida globalmente, (Q). Cada usuario recibe una indemnización proporcional a su consumo semestral de energía eléctrica, con respecto al consumo total semestral de todos los usuarios del distribuidor.
$ENS_{sistema}$	Energía no suministrada al sistema, calculada por TTIK y por FMIK, (kWh)
INII	Indemnización para ser distribuida individualmente, (Q). A los usuarios que se les aplica una indemnización individual, no una indemnización global.
$ENS_{usuario}$	Energía no suministrada al sistema, calculada por TIU y por FIU, (kWh).
$D_{sistema}$	Demanda de energía facturada durante el período de control para el sistema del distribuidor, (kWh).
$D_{usuario}$	Demanda de energía facturada durante el período de control para cada usuario, (kWh).
CENS	Costo de la energía no Suministrada, (Q / kWh). El costo de energía no suministrada es diez veces el valor del cargo unitario por energía de la tarifa simple para usuarios conectados en baja tensión.

Los valores para TTIK, FMIK, TIU y FIU, se refieren a los valores resultantes de los índices o indicadores en el período controlado: estos tienen valores límites y se refieren a las tolerancias de los indicadores. Son utilizados para una indemnización global como para individual.

3.1.1.1 Cálculo de indicadores

Se realiza un ejemplo de los indicadores con los datos de la tabla XXVII.

Tabla XXVIII. Datos

Circuito	$\sum_j Q_{kfsj}$ kVA fuera de servicio	Energía no vendida (kVA)	Indemnización individual (Q)	Clientes afectados	Interrupciones (FIU)	Duración (FIU) (horas)	Capacidad (kVA)
A	455	62,44	Q 990,40	999	26	17,18	8 500
B	2 619	454,83	Q 3 212,10	2783	20	39,82	7 940
C	995	167,52	Q 1 183,40	1634	37	34,95	2 750
D	445	97,67	Q 690,00	615	25	2,155	1 100

Fuente: elaboración propia, empleando Word.

$$FMIK_A = \frac{455}{8\,500} = 0,0535$$

$$TTIK_A = \frac{(455)(17,18)}{8\,500} = 0,9196 \text{ [horas]}$$

$$TIU_A = 17,18 \text{ h} \quad FIU_{80} = 36$$

$$FMIK_B = \frac{(2\,619)}{7\,940} = 0,3298$$

$$TTIK_B = \frac{(455)(39,82)}{7\,940} = 2,2818 \text{ [horas]}$$

$$TIU_B = 39,82 \quad FIU_{81} = 20$$

$$FMIK_C = \frac{995}{2\,750} = 0,3618$$

$$TTIK_C = \frac{(455)(34,95)}{2\,750} = 5,7826 \text{ [horas]}$$

$$\begin{aligned}
 TIU_C &= 34,95 & FIU_{82} &= 37 \\
 FMIK_D &= \frac{445}{1\ 100} = 0,4045 \\
 TTIK_D &= \frac{(455)(2,155)}{1\ 100} = 0,8913[horas] \\
 TIU_D &= 2,155h & FIU_{83} &= 25
 \end{aligned}$$

Tabla XXIX. **Resultados**

Etapa de transición		FMIK	TTIK		
		Urbano	Urbano		
Interrupciones atribuibles a distribución límites		3	1		
Interrupciones atribuibles a distribución		FMIK	TTIK	TIU	FIU
Circuito	A	0,0535	0,9196	39,82	20
	B	0,3298	2,2818	39,82	20
	C	0,3618	5,7826	34,95	37
	D	0,4045	0,8913	2,155	25

Fuente: elaboración propia, empleando Word.

En los casos de los circuitos B y C con respecto del indicador TTIK superior al valor límite, entraría a la situación de que los usuarios estarían sujetos a una indemnización por parte de la distribuidora.

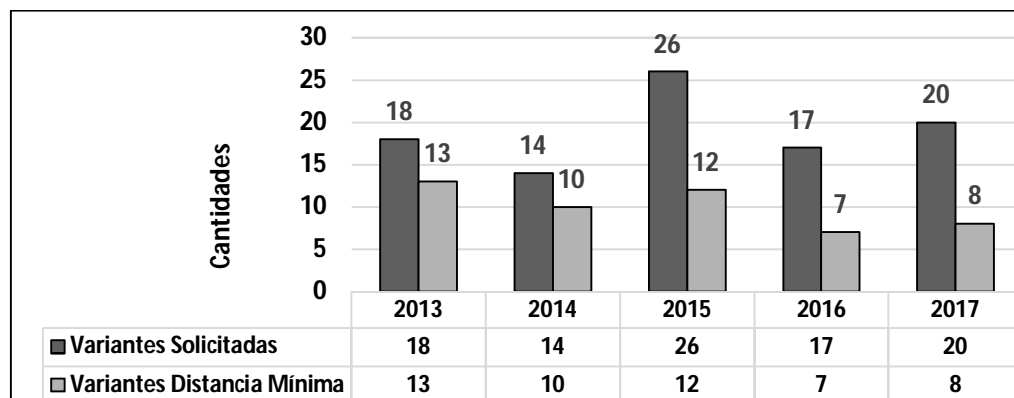
Este ejemplo nos ayuda a comprender los estándares que la distribuidora es monitoreada, en nuestro caso, por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) con lo cual se pretende que el usuario reciba una energía de calidad y con continuidad.

3.2 Historial del acercamiento municipalidad de Amatlán y EEGSA

En el 2015, EEGSA se crea un plan de actualización de variantes de red solicitadas en los años del 2013 y el 2014 que no fueron canceladas por los solicitantes. Esto quiere decir que existe un diseño y presupuesto, costo que debe de ser asumido por el solicitante o por EEGSA. El fin de este reporte no es el de determinar quién debe asumir el costo sino evidenciar que existen puntos donde las distancias mínimas de seguridad no se cumplen y poder tomar acciones en beneficio de las partes involucradas, sobre todo en el aspecto de la seguridad.

En la figura 66 se muestran las variantes de red solicitadas desde los años 2013 al 2017 solo en el municipio de Amatlán. Además, se enumera la cantidad de variantes donde existe una invasión a la distancia mínima de seguridad.

Figura 68. Variantes solicitadas en el municipio de Amatlán



Fuente: EEGSA.

3.2.1 Primer acercamiento

Siempre en el año 2015, EEGSA presenta 31 casos de solicitudes de variantes de red, de los años 2013 y 2014, que no han sido canceladas por el solicitante. Los presenta al juzgado municipal de Amatitlán para que este realice las diligencias respectivas para que pueda dar una resolución.

- Veintitrés solicitudes dan referencia de cercanía de activos de EEGSA con inmuebles, lo que evidencia un incumplimiento a las distancias mínimas de seguridad.

En diferentes fechas se realizan 5 visitas a las diferentes ubicaciones del municipio de Amatitlán; se llega a la conclusión en conjunto entre la Distribuidora EEGSA y la Municipalidad de Amatitlán.

- Es necesario un acercamiento de mutuo apoyo entre la municipalidad de Amatitlán y la Distribuidora EEGSA.
- El incumplimiento las distancias mínimas de seguridad de la red de distribución eléctrica aérea y los inmuebles puede ser evitado.

La municipalidad de Amatitlán solicita a EEGSA que emita alguna resolución en cada solicitud de licencias de construcción para que la comuna pueda dar el aval de la licencia de construcción. EEGSA responde que no es viable para la distribuidora este tipo de apoyo, ya que carece del personal y el presupuesto necesario para realizar una visita técnica en cada solicitud de licencia de construcción que soliciten en Amatitlán. EEGSA sugiere lo siguiente:

- Integrar en la normativa de licencias de construcción, las distancias mínimas de seguridad.

- EEGSA puede capacitar al personal que realiza la inspección visual de las solicitudes de licencias de construcción y proporcionarles el conocimiento necesario para que sean ellos los que evidencien los puntos donde hay o donde pueden aparecer el no cumplimiento a dichas distancias.
- Guiar al solicitante a los caminos que puede optar a la hora de realizar las modificaciones necesarias en la construcción, modificación y ampliación de su inmueble o la necesidad de realizar una variante a la red aérea de distribución, y solicitarla a EEGSA.

3.2.1.1 Causas del incumplimiento de las distancias mínimas de seguridad

- Aprobación de licencias de construcción sin tomar en cuenta la existencia de la red de distribución eléctrica aérea, tanto en media como en baja tensión.
- Construcciones sin licencia de construcción.
- No se toman en cuenta o no figura la servidumbre de las líneas eléctricas en los desarrollos inmobiliarios.
- No se incluye la participación de la empresa eléctrica, agua o telefonía, en los desarrollos inmobiliarios.
- Propietarios no respetan los planos habilitados y el ordenamiento urbano.
- Banquetas estrechas o inexistentes.
- Utilización de marquesina como balcones, terraza o jardinera exterior.
- Utilización de marquesina como ampliación de ambientes en el inmueble.
- Construcción de ventanas de alto relieve.
- Ampliación de calles y avenidas, reduciendo el ancho de la banqueta.
- Accesorio de entrada de la acometida domiciliaria a una altura baja, a la hora de construir un segundo nivel, lo que provoca que los conductores pasen frente a ventanas.

- Acometida eléctrica domiciliarias lejanas al poste más cercano

En ese mismo año (2015), EEGSA realiza un plan de búsqueda de invasiones de distancias mínimas de seguridad entre la red de distribución e inmuebles en toda la red de distribución del área de concesión.

En esta búsqueda y recorrido se tomó como base de las distancias mínimas el criterio de la persona que recorría los circuitos sin ninguna medición; esto implicó que las personas que realizaron dicha revisión fueron personas expertas en diseño y construcción de redes de distribución eléctricas. Se obtuvieron los siguientes hallazgos en el municipio de Amatitlán:

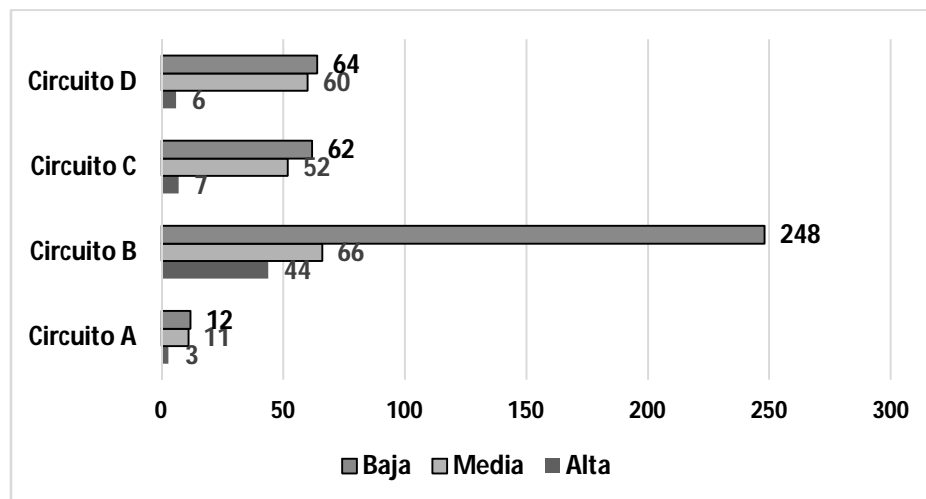
- 635 casos de invasión de distancias mínimas de seguridad, distribuido por circuitos de la siguiente manera:
 - 26 puntos en el circuito A
 - 358 puntos en el circuito B
 - 121 puntos en el circuito C
 - 130 puntos en el circuito D

Tabla XXX. **Clasificación de riesgo por circuito**

Clasificación	Circuito A	Circuito B	Circuito C	Circuito D
Alta	3	44	7	6
Media	11	66	52	60
Baja	12	248	62	64
Total	26	358	121	130

Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Figura 69. Clasificación de riesgo por circuito



Fuente: elaboración propia, empleando Word.

3.2.1.2 Alcance eléctrico de la normativa de construcción de la municipalidad de Amatitlán

La normativa de construcción, urbanismo y ornato para el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, emitida el miércoles 29 de mayo de 2013, solo hace mención de la relación entre la red de distribución eléctrica y los inmuebles en el Título III – Disposiciones Urbanísticas - en el Capítulo I y Artículo 34 que dice textualmente Energía eléctrica, alumbrado público y teléfonos. En lo referente a energía eléctrica, alumbrado público y teléfonos, las urbanizaciones se adaptarán a las disposiciones que para el efecto considere la Comisión Nacional de Energía Eléctrica y para la Instalación del servicio de teléfonos a lo dispuesto por la Superintendencia de Telecomunicaciones y la empresa telefónica que brinda el servicio.³

³ Reglamento de construcción, urbanismo y ornato para el municipio de Amatitlán. Título III, Capítulo I, Artículo 34.

En el resto de la normativa de construcción solo se toman en cuenta los planos de la red eléctrica domiciliaria; es por esto que es necesario un apoyo mutuo entre la municipalidad de Amatitlán y la distribuidora EEGSA.

Ver normativa de construcción, urbanismo y ornato para el municipio de Amatitlán en el anexo 2.

3.2.2 Segundo acercamiento a la municipalidad de Amatitlán

El 10 de abril de 2017 se sostuvo una reunión con la Licda. Angélica Amparo Godoy de Hernández, donde se abordaron los temas siguientes:

- Reunión de la mesa técnica de socialización de la propuesta de integración de la norma de distancias mínimas de seguridad, de la red de distribución eléctrica aérea y de construcción en el municipio de Amatitlán.
- Impartir el curso de capacitación de distancias mínimas de seguridad al personal de la municipalidad de Amatitlán que pertenecen al área de obras y de asunto municipales. Además, se platica de la inclusión de maestros de obra de la base de datos que tiene la Municipalidad para participar en el taller para socialización, primeramente, del peligro de trabajar en cercanías a la red de distribución eléctrica y posibles soluciones.
- La municipalidad solicita información acerca de la posibilidad de obtener un diploma de participación en el taller avalado por la EEGSA para entregar a cada participante. Se le indica que sí existe una posibilidad pero que se debe de confirmar con el área respectiva de EEGSA.

Se realizó la retroalimentación al área respectiva de EEGSA de la reunión mencionada con la municipalidad de Amatitlán y este es el resultado:

- Se espera la confirmación de la fecha y hora por parte de la municipalidad de Amatitlán para trabajar la mesa técnica de la propuesta de integración de las normas y del taller por impartir.
- EEGSA está en toda la disposición de dar los diplomas respectivos a los participantes del taller de distancias mínimas; además se planifica lo siguiente:
 - El taller incluye los siguientes temas principales:
 - Conceptos básicos de electricidad
 - Riesgo eléctrico
 - Distancias mínimas de seguridad
 - Integrar al departamento de SISO para que nos apoyen con el tema del equipo de protección personal.
 - Se determina lo siguiente para impartir el taller:
 - Conceptos básicos de electricidad, impartido por el estudiante epesista Carlos Estuardo Álvarez Hernández.
 - Equipo de protección personal, asignado por el departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.
 - Riesgo eléctrico y distancias mínimas de seguridad, impartido por el estudiante epesista Carlos Estuardo Álvarez Hernández.
 - Quedando pendiente de poder realizar una reunión para poder ordenar los temas y tiempos a utilizar.

3.2.3 Tercer acercamiento con la municipalidad de Amatitlán

El jueves 26 de abril de 2018 se tiene una nueva reunión con la municipalidad de Amatitlán y se define las fechas de los siguientes puntos:

- Mesa técnica de socialización de la propuesta de integración de la norma de distancias mínimas de seguridad de la red de distribución y de construcción del municipio de Amatitlán para el lunes 7 de mayo a las 2:00 p.m. en la Municipalidad de Amatitlán.
- Impartir el curso de capacitación de distancias mínimas de seguridad al personal de la Municipalidad e invitados, el jueves 17 de mayo de 2018.

3.3 Investigación de campo

En el recorrido a la red de distribución eléctrica en el municipio de Amatitlán se puede notar que el impedimento más grande para alcanzar la distancia mínima de seguridad es el ancho de las banquetas, seguido del uso de las marquesinas como balcones y las construcciones de la red de distribución denominadas como centrado y excéntrico.

3.3.1 Distancias ideales

Realizando las medidas necesarias en un diagrama, la distancia ideal que deberían tener las banquetas para obtener la distancia mínima de seguridad entre la red de distribución y los inmuebles, con base en las Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID), son:

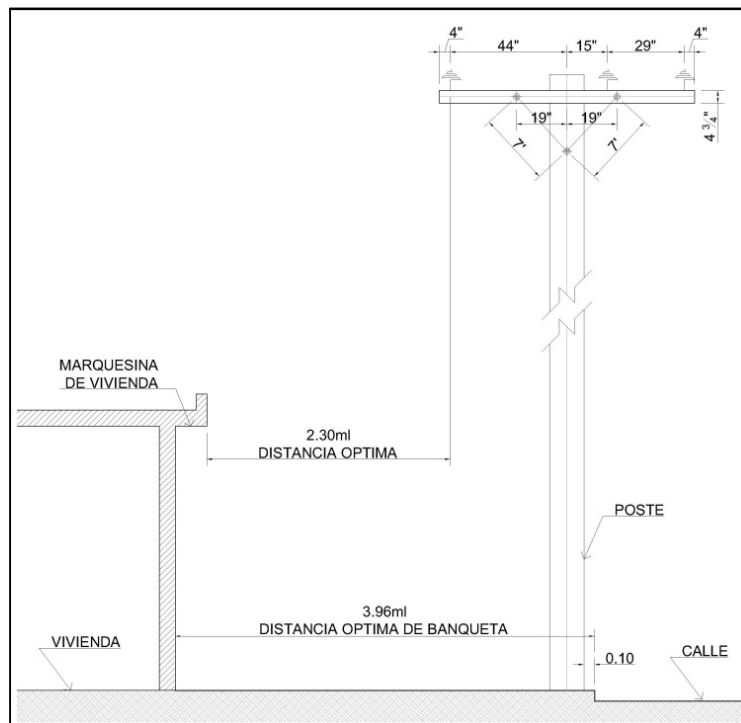
Tabla XXXI. Distancias ideales

Construcción	Ancho de banqueta (m)
Tangente	3,96
Excéntrico	3,49
Bandera	2,19

Fuente: elaboración propia, empleando Word.

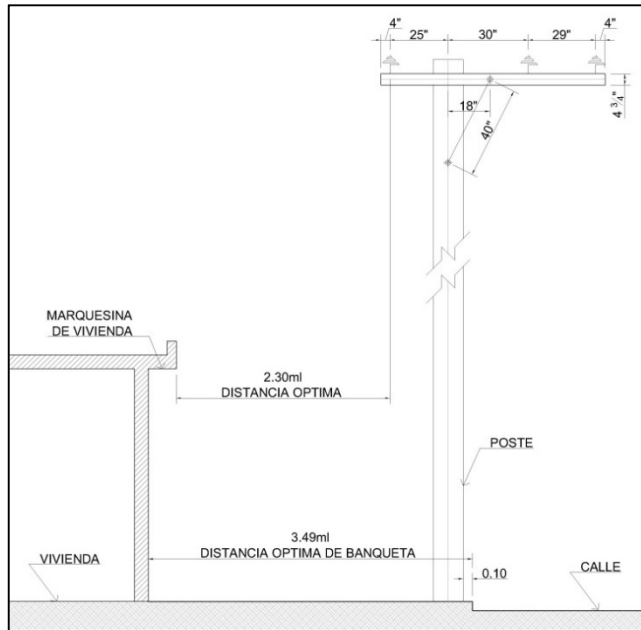
Según la tabla XXXI, para poder cumplir las distancias mínimas de seguridad con cualquier construcción requerida por la distribuidora, la distancia de una banqueta en su totalidad debería de ser de 4,00 m. distribuidos de la siguiente manera: 3,90 m (banqueta) más 0,10 m (bordillo).

Figura 70. Distancia óptima construcción tangente



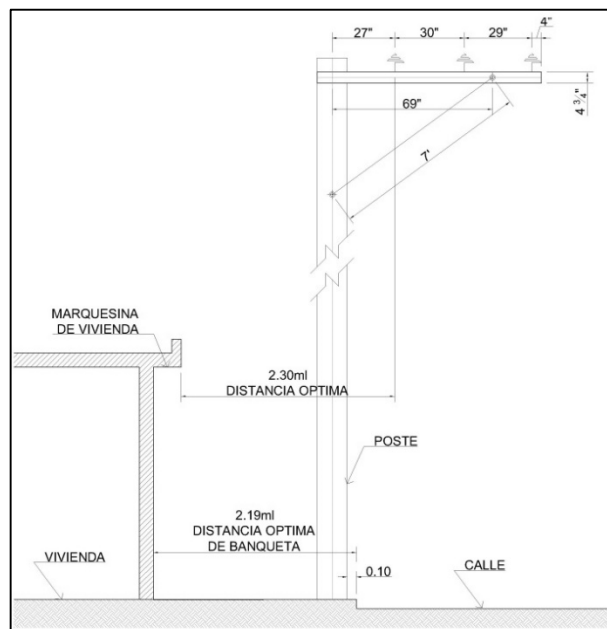
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 71. **Distancia óptima construcción excéntrica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 72. **Distancia óptima construcción en bandera**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Con estos diagramas podemos tener una referencia del ancho con que deberían diseñarse las banquetas y cómo deberíamos encontrar la red de distribución eléctrica conviviendo con los inmuebles del municipio de Amatlán y, si deseamos ser más ambiciosos, en todo el país.

3.3.2 Resultado de la investigación de campo

La situación actual en el municipio de Amatlán es la siguiente:

- 816 casos de invasión de distancias mínimas de seguridad, distribuidos por circuitos de la siguiente manera:
 - 34 puntos en el circuito A
 - 402 puntos en el circuito B
 - 250 puntos en el circuito C
 - 130 puntos en el circuito D

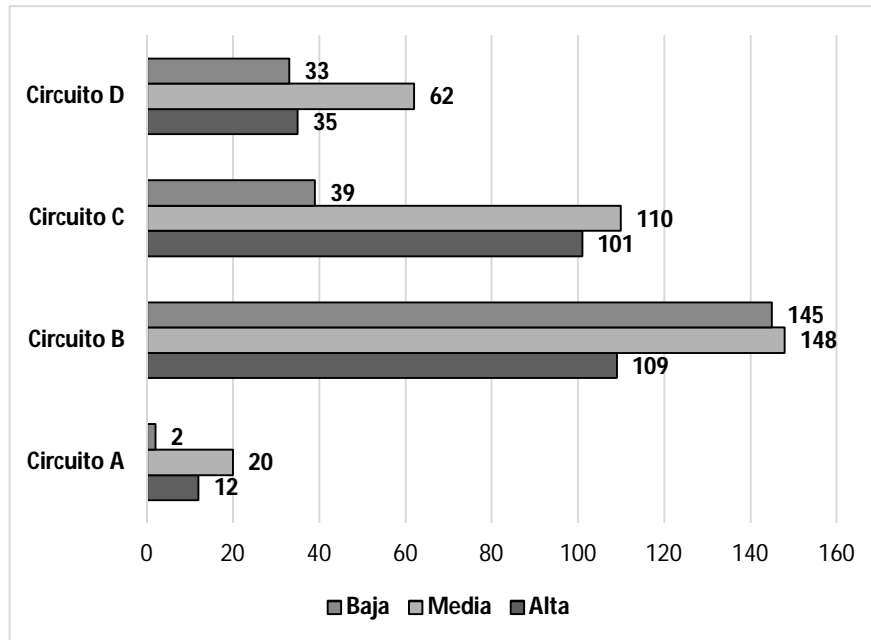
Se entiende por “caso”, las distancias mínimas encontradas en el vano entre dos postes. Se toma en cuenta un poste significativo. Es decir que entre vanos pueden encontrarse uno o varios inmuebles con violación de distancia mínima de seguridad.

Tabla XXXII. **Clasificación de riesgo por circuito**

Clasificación	Circuito A	Circuito B	Circuito C	Circuito D
Alta	12	109	101	35
Media	20	148	110	62
Baja	2	145	39	33
Total	34	402	250	130

Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Figura 73. Clasificación de riesgo por circuito



Fuente: elaboración propia, empleando Word.

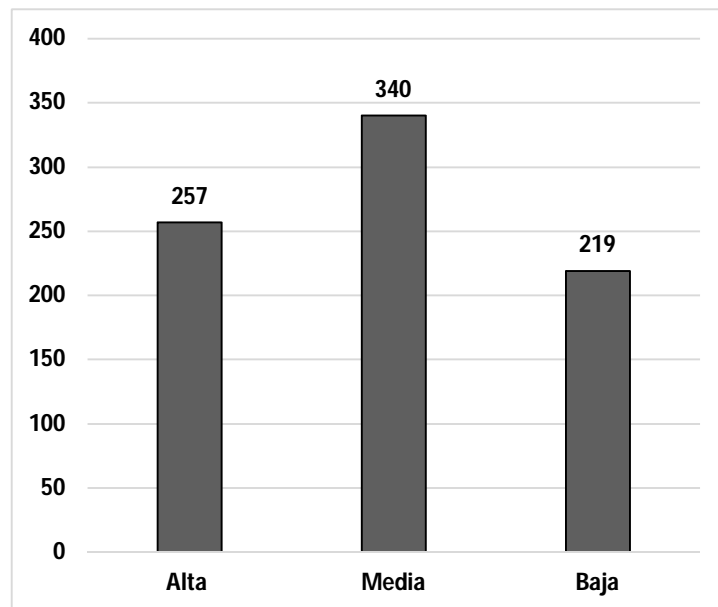
La distribución de la clasificación del riesgo toma como base el tema 2.6 de este documento y abarca solo la distancia horizontal. La distancia vertical es imposible adquirirla sin poner en riesgo al personal por necesitar un acercamiento a la red de distribución. Sin embargo, existen distancias verticales mínimas conocidas, tales como:

- Sin importar la altura del poste, el conductor secundario abierto o entorchado se instala a una distancia mínima tomada desde el suelo de 25' o 7,62 m.
- Sin importar la altura del poste, el equipo de transformación desde el monofásico al trifásico se instala a una distancia mínima tomada desde el suelo a la parte más baja de 27' o 8,23 m.

- En los postes de 30' o 9,144 m. o de menor tamaño, por ningún motivo, se instala red de media tensión; estos son exclusivos y utilizados solo para baja tensión o alumbrado público.
- En los postes de 35' o 10,668 m. o de mayor tamaño pueden ser utilizados de manera mixta, o sea que llevan líneas de media y baja tensión.

En los puntos encontrados donde existe una invasión de distancias mínimas de seguridad en el recorrido a los diferentes circuitos que alimentan el municipio de Amatitlán, encontramos un total de:

Figura 74. Distancias invadidas en el municipio de Amatitlán



Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Cada circuito que recorre y alimenta el municipio de Amatitlán tiene una cantidad de postes, así como los puntos de invasiones de distancias mínimas. Hemos encontrado el porcentaje afectado por las invasiones, en la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. **Porcentaje de postes con invasión por circuito**

Circuito	Cantidad de postes	Postes con Invasión	Porcentaje
A	274	34	12 %
B	1806	402	22 %
C	1905	250	13 %
D	1473	130	9 %
Porcentaje total			14 %

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

La lista de puntos donde se encontraron invasiones de distancias mínimas de seguridad se puede encontrar en el apéndice 1.

3.3.3 Reportes de interacción personas – red de distribución en el municipio de Amatlán

El Centro de Operación e Información (COI), es el encargado de realizar monitoreo de cualquier respuesta rápida o de emergencia que sea necesaria en beneficio de la red de distribución. Hace su mayor esfuerzo en restablecer el servicio en los tiempos más cortos posibles. Dicho departamento lleva una base de datos de todos los diferentes trabajos que son necesarios para que los clientes conectados a la red de EEGSA tengan una interrupción mínima del servicio. Al cotejar la información de los reportes diarios realizados por el Centro de Operación e información tomando en cuenta que desde el año 2006 al 2017, se han encontrado 7 incidentes, donde personas han sufrido de descargas eléctricas, según lo podemos ver en la tabla XXXIV.

Tabla XXXIV. Reporte de incidentes humanos

Fecha/Hora	Dirección	Reporte
09/12/2006 15:38	2 avenida 4-19 Colonia El Progreso 1, Amatitlán	El Sr. Juan Alberto Castañeda hizo contacto con el primario desde el balcón de su casa entre los postes 283599 y 361753. Dicha persona falleció.
26/09/2011 23:33	1 calle Lote 11 Colonia San Patricio Las Trojes, Amatitlán	La niña Dairi Carina duarte topó con el pelo fase primaria única recibiendo una descarga eléctrica en el tercer nivel, ya que se instaló una maya metálica a una distancia aproximada de 2 pies, entre los postes 362678 y 271949. Fue trasladada al hospital de Amatitlán.
20/09/2013 12:31	13 avenida 7-82 Barrio Hospital, Amatitlán	Persona sin identificar topó las líneas primarias con una varilla de hierro, entre los postes 267934-267935. Fue trasladado al hospital de la capital.
14/07/2010 11:59	3 avenida lote 1 Fracción 3, Colonia El Prado, Amatitlán	El Sr. Juan Luis Yos topó con la fase primaria, poste de referencia 246434, por desear retirar la arena volcánica sobre la lámina del segundo nivel. Fue trasladado a un centro asistencial.
10/09/2016 09:54	Sector B lote 11, Lotificación El Ceibillo, Amatitlán	Sr. Alfredo Gamaliel Rivera por realizar trabajos de albañilería topó con una varilla de construcción en fase primaria del poste 435499. Fue trasladado al hospital nacional de Amatitlán.
24/08/2017 11:03	1 avenida -00, Colonia La Ladrillera, Amatitlán	Sr. German Chaves realizando trabajos de albañilería topó fase primaria con una varilla de construcción entre los postes 270135 y 270140. Fue trasladado por los bomberos.
23/11/2017 13:36	7 avenida 3-71, Valle de la Mariposa, Amatitlán	Niño topó fase primaria única en el poste 310522, por realizar trabajos de pintura en la vivienda. No se tiene información a donde fue trasladado.

Fuente: EEGSA.

3.3.4 Casos encontrados de invasión de distancia mínima de seguridad en el municipio de Amatitlán

- Caso 1
 - Dirección: 9ª avenida entre 2ª y 3ª calle Barrio San Lorenzo
 - Poste: 234689
 - Distancia del poste a inmueble: 0,375 m
 - Distancia de la línea más cercana: -0,311 m.
 - Circuito: B
 - Subestación: Amatitlán

Figura 75. **Caso 1**



Fuente: Calle y Avenida del municipio de Amatitlán

- **Caso 2**
 - 4ª calle Colonia Blandón de Cerezo
 - Postes: 267871 – 267872
 - Distancia de la línea más cercana: 0,00 m.
 - Circuito: C
 - Subestación: Amatitlán

Figura 76. **Caso 2**



Fuente: Calle y Avenida del municipio de Amatitlán.

3.4 Propuesta de integración de la norma de integración de distancias mínimas

La única forma de poder proponer una solución de beneficio para las partes involucradas y que el vecino de Amatitlán sea el menos afectado se realizan diferentes reuniones para poder llegar a un consenso.

3.4.1 Mesa técnica

El 7 de mayo, en la municipalidad de Amatitlán se realizó una mesa técnica con la participación de:

- Licda. Angélica Godoy de Hernández, Juez de Asuntos Municipales.
- Ismael Morataya, Inspector de construcción del departamento de obras y drenajes.
- Andrés Estuardo Boche Gómez, Departamento de Electricidad.
- Carlos Estuardo Álvarez Hernández, Estudiante epesista.

Se da una pequeña reseña y antecedentes del motivo de la reunión para evidenciar la importancia de las distancias mínimas de seguridad y que no es un capricho de la distribuidora, sino que se busca un beneficio mutuo, con base en los siguientes puntos:

- Ley general de Electricidad
- Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDROID)
 - Objetivo de las normas
 - Alcance y aplicaciones de las normas
 - Excepciones

- Materiales y equipo
- Servidumbre
- Criterios generales de diseño y seguridad
 - Objetivos
 - Ruta
 - ✓ Tramos rectos
 - ✓ Alineación de los postes
 - ✓ Cruce de vías
 - ✓ Evitar riesgos de colisión de las estructuras
 - ✓ Construcción de obras civiles debajo de líneas existentes
 - Distancias mínimas de seguridad
 - ✓ Aplicación
 - ✓ Medición de distancias y espaciamientos
- Situación actual
 - Algunos ejemplos
 - Resumen de casos encontrados
- Distancias ideales
- Propuesta de integración
 - Discusión de la propuesta
 - Propuesta final

Figura 77. **Mesa técnica**



Fuente: Salón del consejo municipal, Municipalidad de Amatitlán.

Figura 78. **Mesa técnica**



Fuente: Salón del consejo municipal, Municipalidad de Amatitlán.

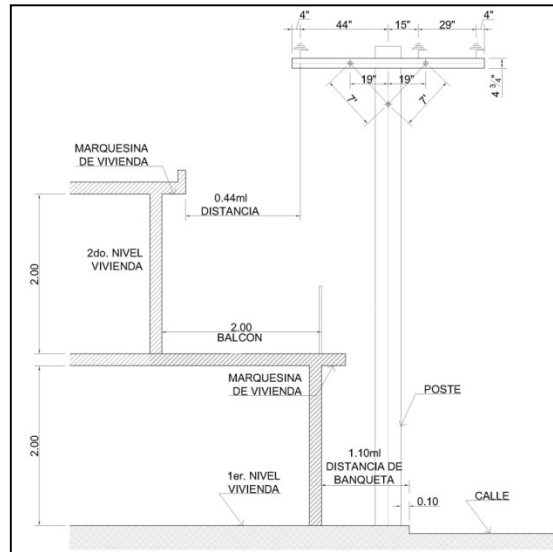
Las diapositivas de la presentación en power point se pueden encontrar en el apéndice 2.

3.4.1.1 Primera propuesta de integración

Después de haber de realizado el peritaje en la red de distribución, como vimos en el tema 3.4.2, se tienen identificados 635 puntos con diferentes niveles de riesgo, los cuales pueden ser minimizados con la siguiente propuesta inicial:

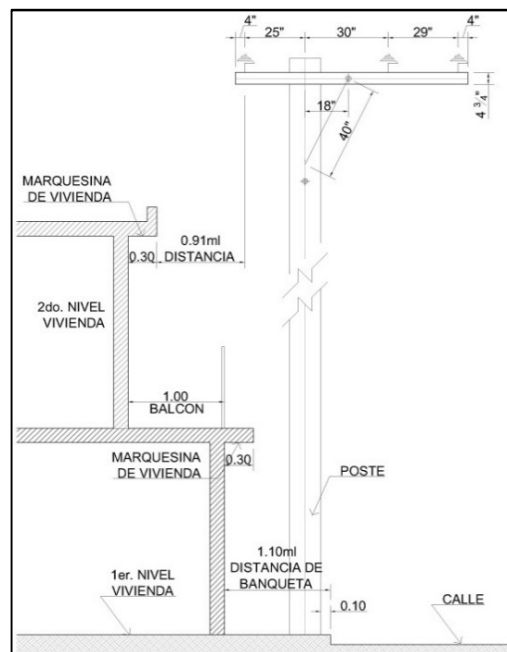
- Ampliar el ancho de la banqueta a 2,10 metros.
 - En lugares donde no sea posible tener la anchura de la banqueta, que el segundo piso no pueda ser construido a ras de la propiedad, que retroceda al menos 1,50 metros.
- La marquesina sea proporcional al ancho de la banqueta, a un 30 %.
- Prohibir el uso de la marquesina, tanto como uso de balcón y ampliación de algún ambiente del domicilio.
- Si se construyen ventanas de alto relieve, el relieve máximo debe llegar al límite de la propiedad.
- Acometida eléctrica instalada al lado del poste más cercano.
 - Vecino que construya un segundo piso es el responsable del acuerdo si es necesario la modificación a la acometida eléctrica de su vecino.

Figura 79. **Propuesta inicial: Construcción tangente**



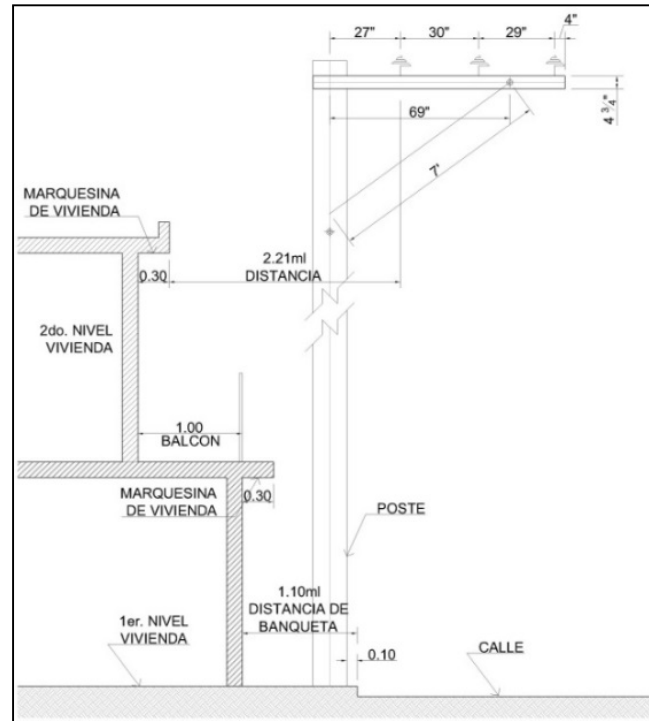
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 80. **Propuesta inicial: Construcción excéntrica**



Fuente: Elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 81. Propuesta inicial: Construcción bandera



Fuente: Elaboración propia, empleando AutoCAD

Como se puede observar en las figuras de la 67 al 69, se logra alcanzar y superar la distancia mínima de seguridad que nos indica la tabla IX, donde la distancia mínima a partes energizadas es de 1,40 m. y a líneas abiertas es de 1,70 m.

Tabla XXXV. Distancias entre fase al inmueble

Construcción	Banqueta (m)	Bordillo (m)	Construcción segundo nivel (m)	Distancia centro del poste - fase más a cercana (m)*	X1 (m)**	X2 (m)**	Y1 (m)**	Y2 (m)**
Centrada	2,00	0,10	1,50	1,12	0,44	1,94	0,74	1,42
Excéntrico	2,00	0,10	1,50	0,635	0,91	2,41	1,21	2,71
Bandera	2,00	0,10	1,50	0,686	2,21	3,71	2,51	4,01

Continuación tabla XXXV

Notas:

*0.16 m radio de la base del poste

**0.30 m es el promedio del ancho de la marquesina

X1 - Distancia entre la fase más cercana hacia la marquesina del primer piso

X2 - Distancia entre la fase más cercana hacia la marquesina del segundo piso

Y1 – Distancia entre la fase más cercana y el límite de la propiedad

Y2 – Distancia entre la fase más cercana y el límite de la propiedad

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

La Licda. Angélica de Hernández opina que es necesario aplicar dicha propuesta por el riesgo al que se expone el vecino de Amatitlán al realizar sus construcciones. Además, se da un sustento legal para dar una advertencia y suspensión a cualquier construcción, modificación y ampliación que se realice, con licencia de construcción o sin ella.

La propuesta inicial en su objetivo principal tiene un buen fundamento y finalidad en el resguardo del vecino de Amatitlán, ya que la situación actual del municipio con respecto a la norma de distancias mínimas es nula; sin embargo, los comentarios del personal de obras y electricidad de la Municipalidad que son los que interactúan con los propietarios y maestros de obra es vital para modificar, ampliar o recibir la propuesta.

El Sr. Ismael Morataya y el Sr. Andrés Boche coinciden en que implementar 2,10 m. de banqueta es algo muy difícil de lograr, ya que tiene la negativa del desarrollador de la construcción, sin importar si es un domicilio, comercial e industria, en querer dejar un espacio considerable de banqueta o en algunos casos hay una negativa profunda para dejar algún espacio de vía pública.

Según su experiencia, el mejor espacio por solicitar es un valor cercano a un metro o menos. Ya han tratado de solicitar distancias aproximadas; sin embargo, a pesar de las notificaciones y visitas, muchas veces no lo han logrado.

En ningún momento ellos han identificado o pensado en la interacción inmueble – red de distribución; por lo tanto, esta mesa es de suma importancia para que ellos, aunque no se aplique, puedan dar una advertencia al vecino de Amatlán.

Al contar con el soporte de lo evidenciado con la presentación de la normativa de distancias mínimas, se puede llegar a un consenso de que la banqueta tenga como mínimo 1,10 m., aunque no se logre llegar a la distancia mínima de seguridad que solicita las NTDOID en la tabla IX en todas las construcciones. Donde ellos ven una ganancia total es en retroceder la construcción en los niveles superiores, ya que ahí sí se puede llegar a un valor cercano o sobrepasar la distancia según la norma.

3.4.2 Propuesta final

En la mesa técnica se logra llegar a un consenso a pesar de no lograr las distancias mínimas de seguridad en todas las construcciones utilizadas por EEGSA, pero sí se obtienen avances significativos que minimizan las posibilidades de proximidad con la red de distribución.

La propuesta de integración de la norma de distancias mínimas de seguridad, de la red de distribución y la de construcción en el municipio de Amatlán final se verá a continuación:

PROPUESTA DE REGLAMENTO MUNICIPAL DE INTEGRACIÓN DE LA NORMA DE
DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y LA DE
CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN

EL CONCEJO MUNICIPAL DE AMATITLAN

CONSIDERANDO:

Que, por mandato Constitucional, los municipios de la República de Guatemala, son instituciones autónomas, correspondiéndoles entre otras funciones la de atender los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción y el cumplimiento de sus fines propios.

CONSIDERANDO

Que corresponde con exclusividad al Concejo Municipal la elaboración, aprobación y ejecución de Reglamento y ordenanzas de urbanismo.

CONSIDERANDO

Que la normativa de Construcción, urbanismo y ornato para el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala emitida el día miércoles 29 de mayo de 2013 solo hace mención de la relación entre la red de distribución eléctrica y los inmuebles en el *Título III – Disposiciones Urbanísticas - en el Capítulo I y Artículo 34 que dice textualmente “ENERGÍA ELÉCTRICA, ALUMBRADO PÚBLICO Y TELÉFONOS. En lo referente a energía eléctrica, alumbrado público y teléfonos, las urbanizaciones se adaptarán a las disposiciones que para el efecto considere la Comisión Nacional de Electricidad y para la Instalación del servicio de teléfonos*

a lo dispuesto por la Superintendencia de Telecomunicaciones y la empresa telefónica que brinda el servicio”. Por lo cual se hace necesaria su ampliación.

POR TANTO

Con base en lo considerado y en lo que para el efecto preceptúan los artículos 254,255, de la Constitución Política de la República de Guatemala; y los artículos 3,4,33, 35 Reformado por el Artículo 7, del Decreto 22-2010; 42, 142, 144, 145, 147, 161 y 165 del Decreto número 12-2002 Código Municipal.

ACUERDA:

Emitir el siguiente:

REGLAMENTO MUNICIPAL DE INTEGRACIÓN DE LA NORMA DE DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y LA DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN

Artículo 1. Dentro del área del municipio de Amatitlán para la facilitación de instalación de red de distribución de energía eléctrica, siguiendo la normativa de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica se atenderá a los siguientes artículos.

Artículo 2. El ancho de la acera deberá ser no menor de un metro con diez centímetros, y si la construcción tiene dos o más niveles deberá retroceder un metro del rasante de la propiedad.

Artículo 3. Si la entrada principal cuenta con una marquesina esta deberá ser proporcional al ancho de la acera, sin poder exceder de un 30% del ancho de la

acera. De la misma manera si la construcción cuenta con balcón este no deberá igualmente exceder del 30% del ancho de la acera.

Artículo 4. Se prohíbe el uso de la marquesina o balcones de la construcción como ampliación de ambientes domiciliarios.

Artículo 5. Si se construyen ventanas de alto relieve, el relieve máximo debe de ser construido al rasante de lo descrito en el artículo 2.

Artículo 6. La acometida eléctrica, debe de ser ubicada del lado del poste más cercano.

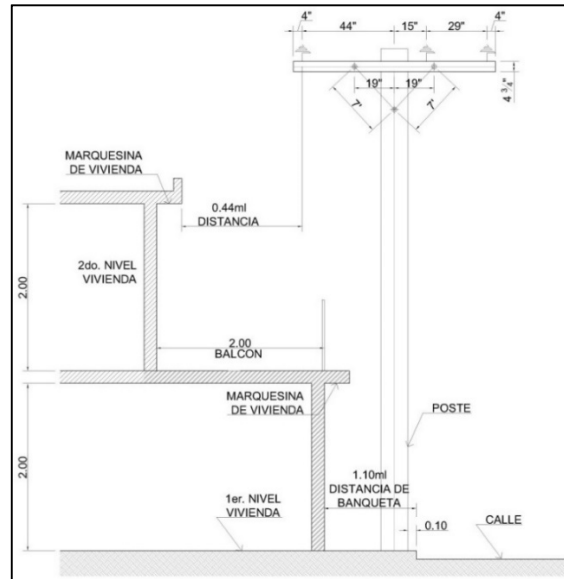
Artículo 7. En las construcciones de propiedad horizontal, el propietario de la construcción, es el responsable del acuerdo a la modificación de la acometida eléctrica de su vecino, si el cable de acometida de alguna manera provoca diferencias o algún malestar entre los condóminos.

Artículo 8. Casos no previstos; Para la realización de cualquier clase de modificación estética, técnica o funcional de la red de distribución o de la acometida deberá presentar solicitud por escrito dirigida al departamento de obras y drenajes de la municipalidad del municipio de Amatitlán la cual resolverá conforme a las normas vigentes.

Artículo 9. El presente Reglamento es aprobado por el Concejo Municipal.

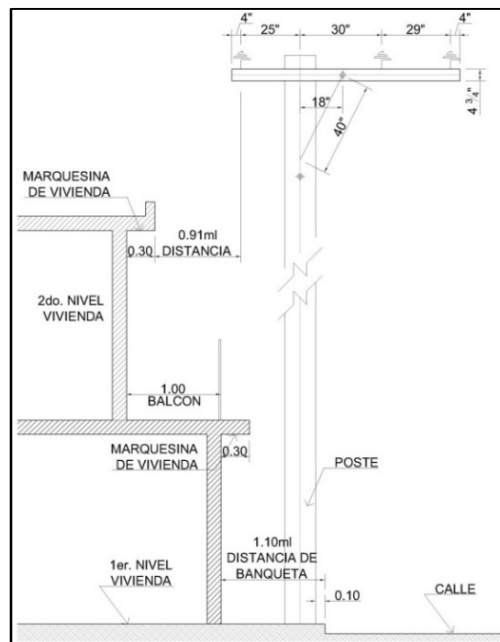
Artículo 10. El presente Acuerdo empezará a regir un día después de su publicación en el Diario de Centro América, Órgano Oficial del Estado.

Figura 82. **Construcción tangente propuesta final**



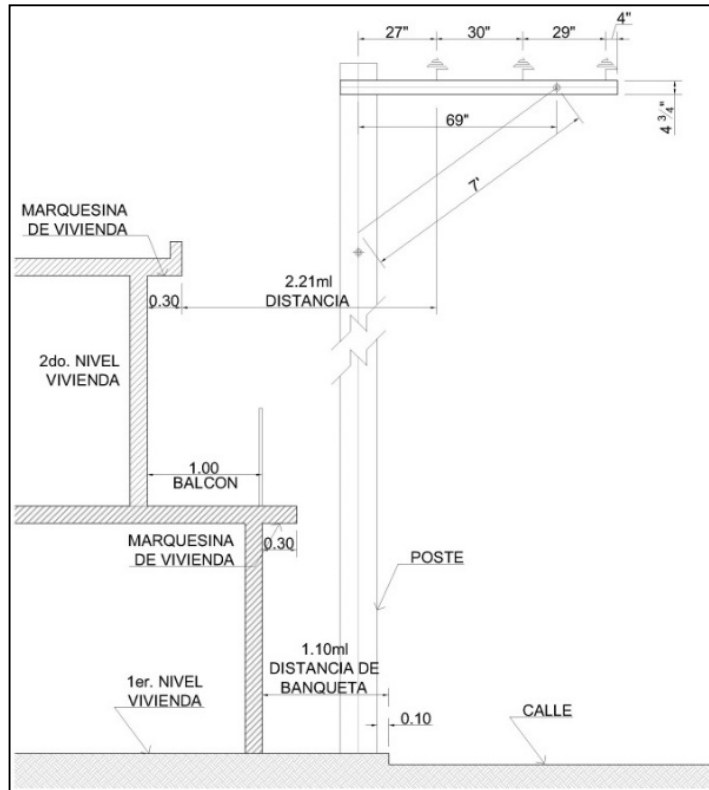
Fuente: Elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 83. **Construcción excéntrico propuesta final**



Fuente: Elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 84. Construcción bandera propuesta final



Fuente: Elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXXVI. Distancias red de distribución – Inmuebles

Construcción	Banqueta (m)	Bordillo (m)	Construcción segundo nivel (m)	Distancia centro del poste - fase más a cercana (m)*	X1 (m)**	X2 (m)**	Y1 (m)**	Y2 (m)**
Centrada	1,00	0,10	1,00	1,12	-0,58	0,42	-0,28	0,72
Excéntrico	1,00	0,10	1,00	0,635	-0,1	0,91	0,2	1,31
Bandera	1,00	0,10	1,00	0,686	1,23	2,23	1,53	2,53

*0,16 m radio de la base del poste

**0,30 m es el promedio del ancho de la marquesina

X1 - Distancia entre la fase más cercana hacia la marquesina del primer piso

X2 - Distancia entre la fase más cercana hacia la marquesina del segundo piso

Y1 – Distancia entre la fase más cercana y el límite de la propiedad

Y2 – Distancia entre la fase más cercana y el límite de la propiedad

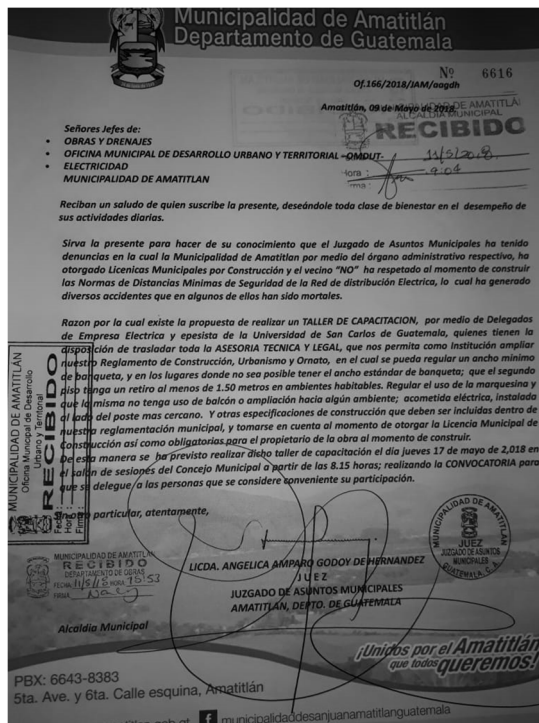
Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

4. FASE DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El jueves 17 de mayo se realizó el curso de enseñanza y aprendizaje con la participación de los siguientes departamentos de la municipalidad de Amatitlán:

- Obras y drenajes
- Oficina municipal de desarrollo urbano y territorial (OMDUT)
- Electricidad de la municipalidad de Amatitlán
- Juzgado de asuntos municipales

Figura 85. Convocatoria curso – capacitación



Fuente: Oficina de asuntos municipales, Municipalidad de Amatitlán.

Para la realización del curso y mejorar la comprensión se utilizó equipo de multimedia, afiches, bifolios promocionales y exposición. Se desarrollaron los siguientes temas generales:

- Electricidad básica, distancias mínimas de seguridad y propuesta de integración a la norma de distancias mínimas de seguridad y la de construcción, impartido por el estudiante epeista Carlos Álvarez.
- Programa de prevención de accidentes para adultos por Raúl Pérez y Evelyn Ajanel, del departamento de Gestión Social de EEGSA.

La descripción de los temas específicos del curso es la siguiente:

- Electricidad básica
 - Energía eléctrica
 - Electricidad
 - Generación de electricidad
 - Conceptos básicos de electricidad
 - Voltaje eléctrico
 - Corriente eléctrica
 - Resistencia
 - Material aislantes
 - Circuito eléctrico
 - Cortocircuito
 - Ley de ohm
 - Voltajes normalizados por EEGSA
 - Sistema eléctrico de potencia
 - Generación
 - Subestaciones
 - Transmisión

- Distribución
 - Consumo
 - Frecuencia de operación
 - Campo eléctrico
 - Campo Magnético
- Programa de prevención de accidentes para adultos
 - Importancia de tomar medidas de la prevención ante el riesgo eléctrico.
 - Riesgos eléctricos.
 - Distancias mínimas ante el riesgo eléctrico.
 - Infraestructura de EEGSA (tipos de voltaje, alturas, tipos de postes, tipos de torres, tensores/soportes, entre otros).
 - Uso apropiado de equipos y materiales de construcción/eléctricos (cerca de las líneas).
 - Medidas de acción al momento de una descarga eléctrica (¿qué se debe hacer?).
 - Equipo de protección personal adecuado y capacitación de uso apropiado.
 - Información general de la empresa para retiro y modificación de infraestructura eléctrica (costos y contactos).
- Distancias mínimas de seguridad
 - Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución eléctrica (NTDOID).
 - Objetivos las normas
 - Alcance y aplicación de las normas
 - excepciones
 - Líneas aéreas
 - Criterios generales de diseño y seguridad
 - ✓ Ley general de electricidad

- ✓ Ruta
- Distancias mínimas de seguridad
 - ✓ Aplicación
 - ✓ Distancias de seguridad de conductores a Edificios y otras instalaciones
 - ✓ Distancias ideales
- Tipos de Construcciones en 13,8kV entre fases y 7,6kV fase a tierra.
 - Una fase
 - Dos fases
 - Tres fases
- Casos reales.
- Propuesta de integración de la norma de distancia mínima de seguridad y la de construcción en la municipalidad de Amatitlán.
 - Identificación de la clasificación de riesgo
 - ✓ Equipo
 - ✓ Pasos para realizar la medición
 - ✓ Identificación de los conductores
 - ✓ Medición horizontal
 - ✓ Medida promedio vertical

Figura 86. Curso parte teórica



Fuente: Salón de audiovisuales, Municipalidad de Amatitlán.

Figura 87. Participantes del curso



Fuente: Salón de audiovisuales, Municipalidad de Amatitlán-

Las diapositivas de la presentación en power point se pueden encontrar en el apéndice 3.

4.1 Medición de distancias mínimas de seguridad

Una parte importante del curso brindado es la medición en campo de la distancia horizontal entre los inmuebles y la red de distribución eléctrica. Se debe considerar que la técnica utilizada es dirigida a personal que no tiene la experiencia en trabajos de electricidad de media o baja tensión, donde hay una diferencia entre trabajar líneas de baja tensión en una red de distribución y electricidad domiciliaria.

El proceso para verificar la distancia en cualquier punto de la red de distribución eléctrica es el siguiente:

- Equipo por utilizar:
 - Cinta métrica o medidor de distancia laser
 - Hojas o equipo de cómputo portátil
 - Lápiz
 - Calculadora

- Pasos previos a realizar la medición:
 - Identificar las líneas de la red de distribución
 - Media tensión
 - Baja tensión
 - Mixta (media y baja tensión)

- La persona debe pararse debajo de la línea de red de distribución más cercana al inmueble o del equipo que se encuentre instalado en el poste

Figura 88. **Curso parte práctica – identificación de líneas de tensión**



Fuente: Calles y avenidas del municipio de Amatitlán.

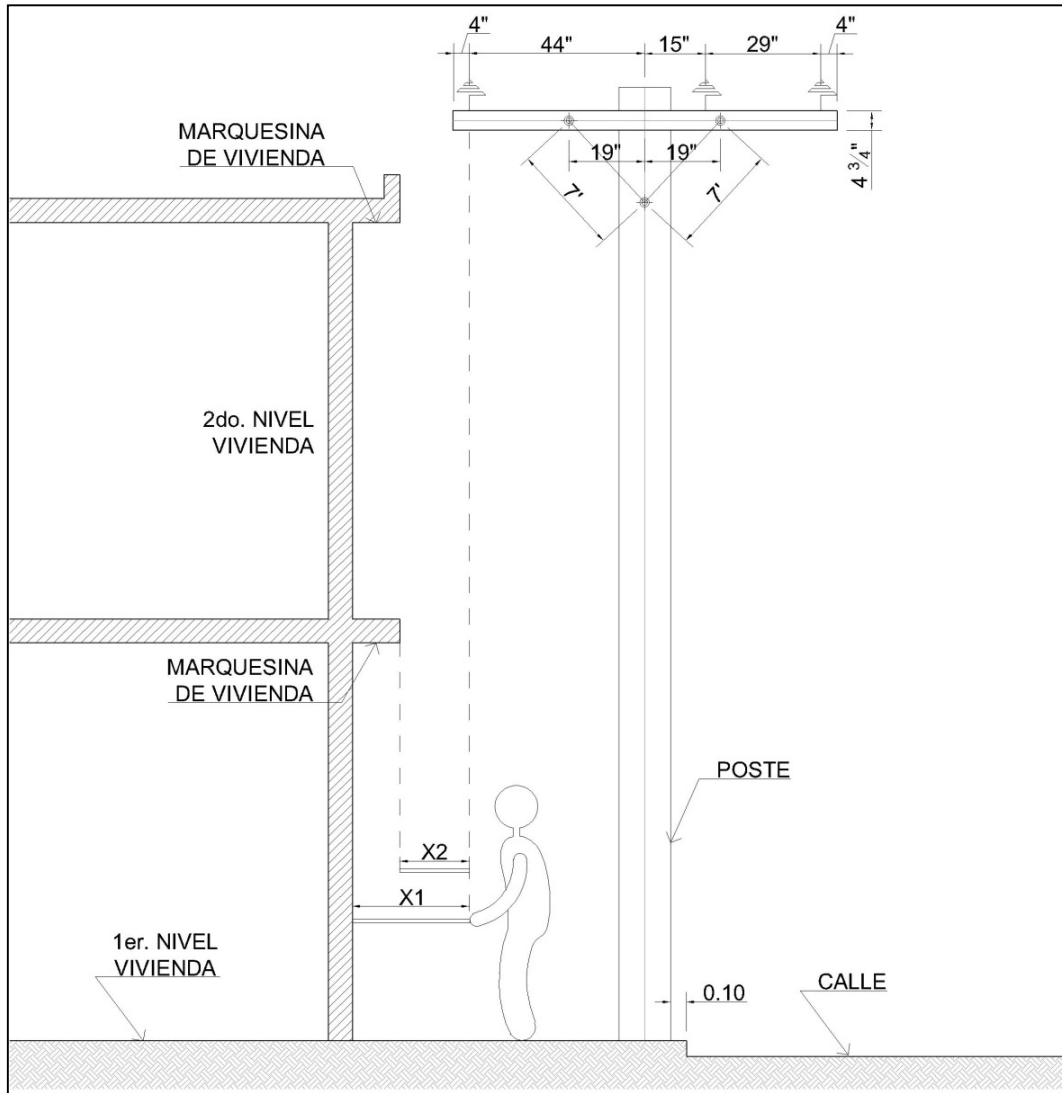
- Realizar la medición

Figura 89. **Curso parte práctica – Medición de distancia horizontal**



Fuente: Calles y avenidas del municipio de Amatitlán.

Figura 90. Medición de distancias: Caso 1



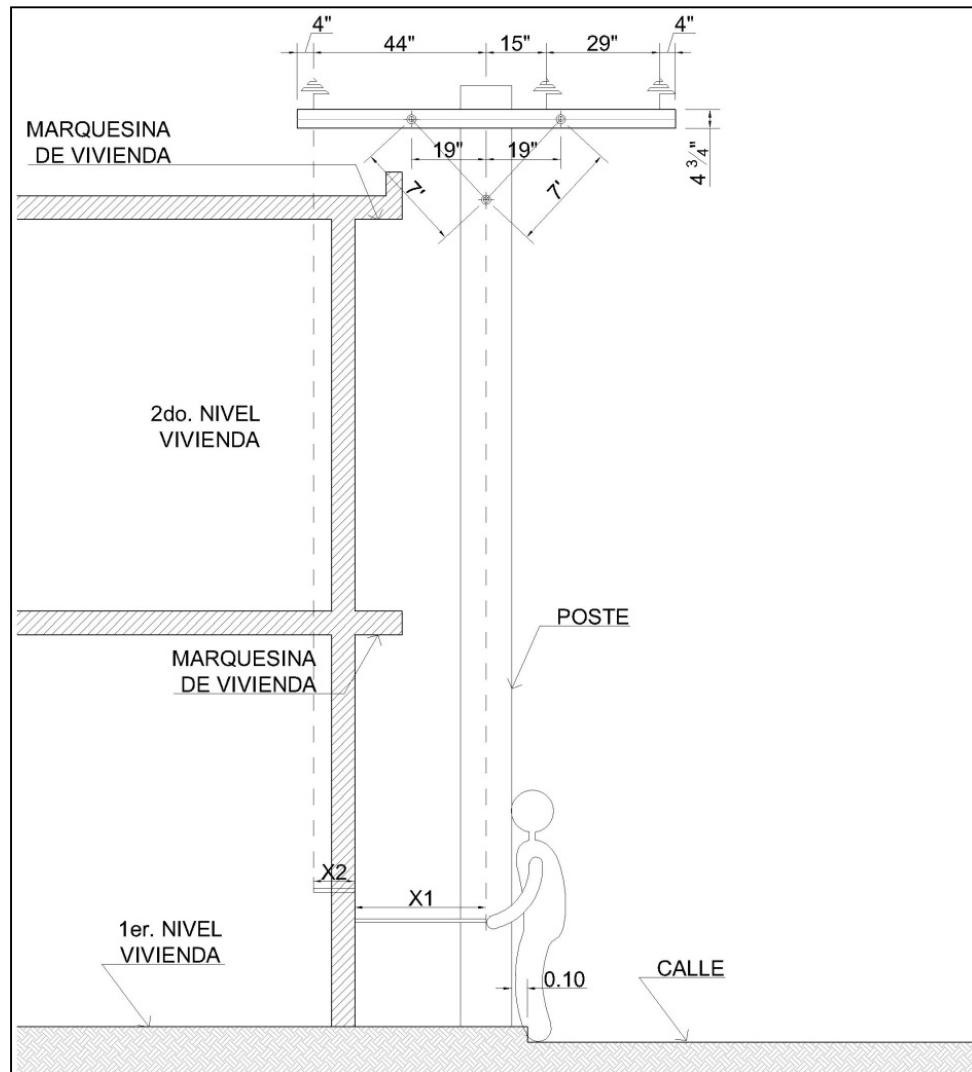
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Fórmula:

$$\Delta_{D.M.} = X_2 - X_1$$

D.M.= Distancia medida

Figura 91. **Medición de distancia: Caso 2**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

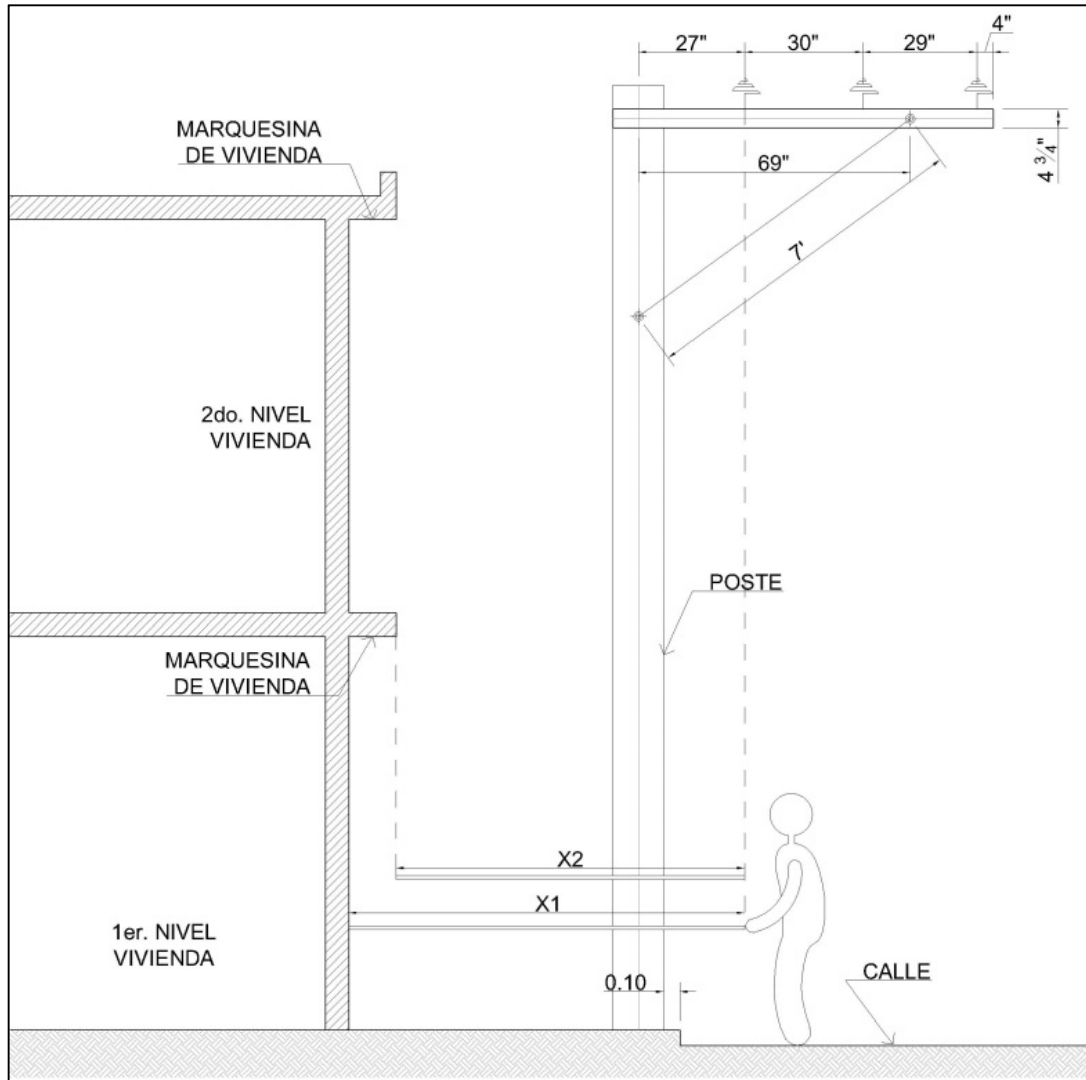
- Fórmula

$$\Delta_{D.M.} = \left(\frac{1,22}{2} \right) - X_1 \text{ (m)}$$

D.M.= Distancia medida

$\left(\frac{1,22}{2} \right)$ = Medida media del crucero

Figura 92. **Medición de distancias – caso 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Fórmula

$$\Delta_{D.M.} = X_2 - X_1$$

D.M.= Distancia medida

Los casos presentados anteriormente son los más usuales encontrados en campo; cualquier otra situación presentada deberá resolverse por medio de las adiciones o subtracciones de puntos desde el punto cero, límite de la propiedad o donde inicia la construcción, marquesina o pestaña y las líneas y equipos de la red de distribución.

El Manual Técnico de Medición de Distancia Mínima de Seguridad Horizontal en la Red de Distribución Eléctrica se puede ver en el apéndice 4.

CONCLUSIONES

1. Integrar las normas de distancias mínimas y de construcción cuando el vecino se acerque solicite la licencia de construcción, la municipalidad de Amatitlán adquirirá las herramientas jurídicas y de campo necesarias para minimizar nuevos puntos de violaciones de distancias mínimas de seguridad. Además, podrá trabajar en conjunto con la distribuidora, la prevención de accidentes a grupos específicos como albañiles, pintores, instaladores de vayas, entre otros. y al vecino en general, por medio de campañas por cualquier medio de comunicación que cuente el municipio y así también tendrá la facultad de detener y exigir la modificación a cualquier construcción que no tenga la licencia de construcción o que no se acople al diseño autorizado y no sólo quedando en una multa.
2. Al tener un curso teórico – práctico, la municipalidad de Amatitlán tiene la herramienta necesaria para capacitar y reforzar al personal existente y a los que se vayan integrando; así garantiza la continuidad del conocimiento y el cumplimiento de la normativa de las licencias de construcción, con la finalidad de minimizar la aparición de violaciones a las distancias mínimas de seguridad, resguardando así al vecino de Amatitlán.
3. El personal de campo que revisa las solicitudes de licencias de construcción, no sólo puede identificar posibles puntos de violación de distancias mínimas de seguridad, sino que puede advertir a cualquier vecino del peligro que llevaría el no acatar la normativa de construcción.

4. El municipio de Amatlán tiene 635 puntos de distancias invadidas en diferentes clasificaciones, este el 11 % de la red de distribución eléctrica; el circuito 81 es el que contiene más puntos, con un total de 358.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar al personal de campo que autoriza las licencias de construcción para que tenga conocimiento de las normas acerca de las distancias mínimas de seguridad.
2. Que las partes involucradas aporten y limiten acciones para el beneficio de una buena convivencia entre la red de distribución eléctrica y los inmuebles, por la importancia para el beneficio de los habitantes.
3. Que la Comisión Nacional de Energía Eléctrica se acerque a las municipalidades para que ellas puedan tener conocimiento y herramientas a la hora de realizar o crear sus normativas, en este caso, de índole inmobiliaria y urbanística.
4. La distribuidora de energía debe de proponer a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica y a las municipalidades, soluciones para anticiparse o resolver las invasiones de distancias mínimas, como este documento. Que puedan ser sufragado por medio de la tarifa o una unión entre cliente, municipalidad y CNEE. Además, realizar las construcciones nuevas y de los diferentes mantenimientos a red de distribución eléctrica con base en la normativa vigente.
5. Que las municipalidades; responsable de otorgar las licencias de construcción en cada municipio, incluyan no solo la verificación de obra civil sino de todo su entorno, como drenajes, agua potable y pluvial, pero también el servicio eléctrico y los componentes que conlleva.

6. Que las municipalidades, además de realizar supervisiones periódicas para evitar construcciones fuera de normas o sin licencia de construcción, cuenten con los instrumentos legales para normalizar cualquier construcción que no se rija con dichas disposiciones.
7. Reforzar de reforzar con campañas de difusión del gran peligro que la red de distribución puede causar al vecino de cada municipio si se manipula o hay algún acercamiento intencional o accidental.
8. Que los propietarios, contratistas de la construcción e inmobiliarias involucren al usuario final en el cumplimiento de las normas de construcción, ya que, si se lograran regir por la normativa, el problema de las distancias mínimas de seguridad no existiría. Es vital que el usuario final tenga las herramientas necesarias y pueda decidir que su seguridad es más importante que algún espacio que pueda ganar en la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARAYA DÍAZ, Jorge, SANDOVAL ORTEGA, Francisco. *Conductores Eléctricos*. Santiago de Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile, 2001. 466 p.
2. ARELLANO DONOSO, Miguel Angel. *Tetanización*. [en línea] <<https://www.scribd.com/doc/59729803/Tetanizacion> >. [Consulta: 5 de junio de 2018]
3. CASTAÑO, Ing. Samuel Ramírez. *Redes de distribución de Energía. Manizales* : Centro de Publicaciones Universidad nacional de Colombia sede de Manizales, 2004. 181 p.
4. CHAPMAN, Stephen. *Máquinas Eléctricas*. British Aerospace Australia : Mc Graw-Hill, 2000. 502 p.
5. Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). *Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución*. 187 p.
6. Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). *Normas Técnicas del Servicio de Distribución*. (NTSD) 114 p.
7. Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (EEGSA), *Departamento de normalización. Criterios de Diseño y Construcción para redes eléctricas aéreas, en media y baja tensión de EEGSA, 2015*. 235 p.

8. Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (EEGSA), *Historia*. [en línea], <<https://eegsa.com/historia/>>. [Consulta: 26 de Abril de 2018].
9. Facultad de Ingeniería Universidad Don Bosco. [en línea] 2016. <<http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/electrica-ingenieria/disenio-de-instalaciones-electricas-ii/2014/ii/guia-2.pdf>>. [21 de septiembre de 2018].
10. GONZALEZ LONGATT, Francisco M. Líneas de transmisión. [en líneas]. <<https://es.slideshare.net/LuisTaracena/lineas-de-transmision-53232991>>. [Consulta: 26 de Abril de 2018].
11. GRUPOITM. *Postes de acero galvanizado*. [en línea] 2017. <<https://www.grupoitm.net/2018/05/28/poste-acero-galvanizado/>>. [11 de noviembre de 2018].
12. LANDAZABAL, Ing. Carlos Suarez. academia.edu. [en línea] 2013. <https://www.academia.edu/21923612/Tipos_de_conexiones_de_transformadores>. [Consulta: 18 de mayo de 2018].
13. MORA, Rodolfo. *Cuchillas seccionadoras*. [en línea]. <<https://www.scribd.com/document/314429268/cuchillas-seccionadoras>>. [Consulta: 8 de junio de 2018]
14. MULTIGROUP. *Galvanizado*. [en línea] 2015. <<http://www.multigroup.com.gt/?PAGE=17&PRODUCT=26>>. [Consulta: 12 de agosto de 2018].

15. PROFESOR MOLINA. *Protecciones de líneas eléctricas*. [en línea]. <http://www.profesormolina.com.ar/electromec/prot_linea_elec.htm>. [Consulta: 10 de abril de 2018].
16. SORIANO ROJAS, Critian Camilo. *Calidad de la enería*. [en línea]. <<https://es.slideshare.net/JHONMRJHON/reconectores-seccionadores-protecciones-y-equipos-de-medicin>>. [20 de abril de 2018].
17. VALENCIA, Universidad Politecnica de. *ENERGÍA ELÉCTRICA: Efectos sobre el organismo*. [en línea] <http://www.spri.upv.es/iop_elec_03.htm>. [Consulta: 18 de abril de 2018].
18. VILLARRUBIA, Manuel. *Seguridad Eléctrica: efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano*. Barcelona: Facultad de Física Universidad de Barcelona, 2016. 40 p.
19. *Parque nacional volcan de Pacaya y laguna de Calderas*. [en línea]. <<http://www.volcanpacaya.info/281291913>>. [20 de febrero de 2018].
20. Wikipedia. *Amatitlán*. [en línea]. <[https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitl%C3%A1n_\(Guatemala\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitl%C3%A1n_(Guatemala))>. [27 de abril de 2018].

APÉNDICE

Apéndice 1. Puntos de invasión de distancias mínimas de seguridad

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
1	253961	80	2da. avenida y 1ra. Calle Colonia Progreso I	Alta	-0,11	1,94
2	253964	80	2da. avenida y 1ra. Y 2da. Calle Colonia Progreso I	Alta	-0,1	2,44
3	361757	80	2da. avenida y 1ra. Y 2da. Calle Colonia Progreso I	Alta	-0,1	1,94
4	361758	80	2da. avenida y 3ra. Calle Colonia Progreso I	Alta	-1,54	4,46
5	361759	80	2da. avenida y 4ta. Calle Colonia Progreso I	Alta	-0,57	3,94
6	361760	80	2da. avenida y 4ta. Calle Colonia Progreso I	Alta	0,24	4,62
7	361761	80	2da. avenida y 4ta. Calle Colonia Progreso I	Alta	0,36	4,46
8	272657	80	3ra. Calle entre 3ra. Avenida y 1a. Avenida Colonia Progreso II	Media	0,23	5,61
9	283599	80	3ra. Calle entre 3ra. Avenida y 1a. Avenida Colonia Progreso II	Media	0,65	1,3
10	270418	80	3ra. Calle entre 3ra. Avenida y 1a. Avenida Colonia Progreso II	Media	0,214	3,28
11	283595	80	3ra. Calle entre 3ra. Avenida y 1a. Avenida Colonia Progreso II	Media	0,22	3,62
12	185294	80	3ra. Calle entre 3ra. Avenida y 1a. Avenida Colonia Progreso II	Alta	-0,21	-0,56
13	253969	80	Colonia Progreso II	Media	0,25	7,8
14	361765	80	Colonia Progreso II	Media	0,5	7,28
15	253968	80	Colonia Progreso II	Media	0,46	7,09
16	361766	80	Colonia Progreso II	Media	0,79	1,15
17	245354	80	Colonia Progreso II	Media	0,87	3,87
18	361768	80	Colonia Progreso II	Media	0,18	1,7
19	245369	80	Colonia Progreso II	Media	0,34	5,97
20	245355	80	Colonia Progreso II	Media	0,12	3,07
21	245353	80	Colonia Progreso II	Media	0,31	3,69
22	502908	80	Colonia Progreso II	Media	-0,45	4,27
23	245356	80	Colonia Progreso II	Media	0,308	5,48
24	245364	80	Colonia Progreso II	Media	0,24	6,4
25	245367	80	Colonia Progreso II	Baja	0,23	3,4
26	362536	80	5a. Calle final norte, Colonia El Recreo	Alta	-0,49	8,24
27	362334	80	5a. Calle final norte, Colonia El Recreo	Baja	0,7	8,24
28	265064	80	5a. Calle final norte, Colonia El Recreo	Alta	-0,48	9,06
29	362340	80	Lotificación Conacaste Avenida norte Final	Alta	-96	4,38
30	265034	80	5 Avenida Colonia Las Ninfas	Media	0,14	1,4
31	265033	80	5 Avenida Colonia Las Ninfas	Media	-0,34	5,41
32	265032	80	5 Avenida Colonia Las Ninfas	Media	0,23	3
33	336831	80	5 Avenida Colonia Las Ninfas	Media	-0,16	1,69
34	366033	80	5 Avenida Norte Final	Alta	-1,24	6,78
35	362587	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Baja	0,37	5,53
36	202869	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Alta	1,55	6,87
37	362547	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	-1,77	4,01
38	362549	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Alta	1,11	-0,75
39	202745	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,18	3,47
40	202744	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,65	2,9
41	202740	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,58	3,18
42	313372	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,57	3,72
43	202738	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,57	2,65

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
44	202735	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	-0,12	3,61
45	306043	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	-0,12	0,23
46	366044	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	-0,03	0,17
47	202730	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,23	3,45
48	202729	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Alta	0,15	-0,15
49	202736	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,33	3,48
50	202731	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,12	1,25
51	202727	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Alta	0	2,12
52	351649	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,85	1,78
53	351648	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,98	2,84
54	308068	81	Calle Real al Lago y 3a. Avenida entre 1a. Y 4a. Calle, Barrio Las Cruces	Media	0,28	3
55	362512	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,25	4,2
56	246215	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	1,06	3,8
57	246216	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,16	4,76
58	246217	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,21	1,94
59	202960	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Alta	0	1,2
60	362475	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,35	4,96
61	202961	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,64	2,65
62	202962	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,36	3,42
63	202963	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,34	4,65
64	202966	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,51	3,55
65	202967	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,45	2,22
66	362544	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Baja	-0,14	4,73
67	202969	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,25	1,68
68	362517	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,41	0,54
69	202791	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,74	0,73
70	362518	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,86	2
71	202793	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,88	1,97
72	202763	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,69	5,23
73	202764	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,65	3,2
74	234663	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,87	3,26
75	202763	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,15	1,37
76	234665	81	Camino de la Esperanza y 3 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,32	1,62
77	246466	81	9 calle y 3 avenida Barrio San Antonio	Media	0,47	5,22
78	264805	81	10 calle y 3 avenida Barrio San Antonio	Media	0,28	1,7
79	264806	81	11 calle y 3 avenida Barrio San Antonio	Baja	0,63	7,76
80	264888	81	12 calle y 3 avenida Barrio San Antonio	Baja	0,22	2,24
81	264807	81	13 calle y 3 avenida Barrio San Antonio	Baja	0,52	2,33
82	264803	81	14 calle y 3 avenida Barrio San Antonio	Baja	-0,15	2,3
83	264804	81	14 calle y 3 avenida Barrio San Antonio	Alta	0	0
84	234699	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	1,18	0,86
85	234688	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,22	1,39
86	234682	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	0,1	0
87	234686	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	0,38	0

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
88	234700	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,23	2,57
89	234689	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,17	0,22
90	234690	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,29	0,88
91	234691	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-1,1	0,88
92	234612	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	-0,73	5,53
93	234611	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,55	0,25
94	234602	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,53	3,02
95	234584	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,38	5,53
96	234583	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,43	4,31
97	234687	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	0,12	1,56
98	234619	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,81	0,97
99	234621	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,48	1,1
100	234589	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,43	4,31
101	376449	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,38	5,03
102	234600	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,33	5,53
103	222800	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,24	1,15
104	234617	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	-0,15	2,73
105	385987	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	-0,15	4,56
106	234618	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,33	0,81
107	234620	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	0,68	0,97
108	234678	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0	1,73
109	234679	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,23	1,56
110	234684	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,15	-1,3
111	362423	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,24	5,3
112	234666	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,78	2,26
113	234665	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	0,22	-4,69
114	362422	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,43	1,25
115	234670	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,08	1,31
116	362510	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,87	1,53
117	362511	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0	1,78
118	234672	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,61	5,53
119	234673	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	0	2,77
120	234676	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	0,28	-1,28
121	234677	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	-0,17	2,7
122	234623	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,17	2,53
123	234624	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,23	1,74
124	234625	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,23	0,74
125	362491	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	1,05	5,2
126	234597	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,28	2,95
127	234596	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,94	5,53
128	362494	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,31	6,03
129	234592	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,18	1,44
130	234569	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Media	0,43	2,43
131	234560	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Alta	-0,15	0,38
132	234561	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,65	5,76
133	234562	81	9 a 11 avenida entre 0 a 5 calle Barrio San Lorenzo	Baja	0,65	5,76
134	264811	81	1 avenida entre 8 y 9 calle Barrio San Antonio	Media	-0,45	2,89
135	264881	81	1 avenida entre 8 y 9 calle Barrio San Antonio	Media	-0,45	5,53
136	264880	81	1 avenida entre 8 y 9 calle Barrio San Antonio	Baja	0,38	5,55
137	246499	81	6 avenida y 11 calle Barrio El Rosario	Baja	0,53	3,42
138	246475	81	6 avenida y 11 calle Barrio El Rosario	Alta	0,1	0,34
139	246452	81	6 avenida y 11 calle Barrio El Rosario	Alta	0,13	-0,25
140	169403	81	6 avenida y 11 calle Barrio El Rosario	Baja	0,45	4,9
141	246498	81	6 avenida y 11 calle Barrio El Rosario	Media	0,38	0,81
142	246453	81	6 avenida y 11 calle Barrio El Rosario	Media	0,84	-0,53
143	280737	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Media	0,8	2,14

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
144	313387	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Media	0,8	-1,25
145	313388	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Baja	-0,35	-1,25
146	280733	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Baja	1	3,25
147	280732	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,43	3,31
148	280730	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,24	2,03
149	500330	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,38	4,3
150	280727	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Media	0,64	1,16
151	280750	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,43	5,03
152	280774	81	3 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,43	5,53
153	280799	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Alta	1,23	3,39
154	280798	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Baja	0,73	3,83
155	280751	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Media	0,16	3,33
156	296956	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Alta	0,45	0,56
157	237556	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Baja	0,33	3,78
158	286522	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Baja	0,33	4,78
159	280736	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Baja	0,54	4,14
160	280752	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Media	0,38	1,19
161	280775	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Media	-0,15	0,53
162	237554	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Baja	0,47	3,6
163	237553	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Alta	0,5	0
164	237552	81	2 calle entre 9 y 10 avenida Colonia San José Barrio Ingenio	Alta	0,5	0
165	362470	81	1 avenida y 4 calle Barrio El Ingenio	Baja	0,52	4,78
166	237550	81	1 avenida y 4 calle Barrio El Ingenio	Baja	0,95	4,78
167	237549	81	1 avenida y 4 calle Barrio El Ingenio	Alta	0	-2,53
168	362469	81	1 avenida y 4 calle Barrio El Ingenio	Alta	0,38	1,11
169	314092	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Baja	0,56	5,03
170	237560	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Alta	0,25	0
171	237559	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Media	0,28	-2,63
172	377562	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Alta	0,3	-0,46
173	237563	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Alta	0,38	-0,67
174	237564	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Baja	0,38	4,78
175	362529	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Baja	0,83	5,03
176	237570	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Baja	0,9	0,53
177	237571	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Media	0,27	2,63
178	362532	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Baja	0,75	5,91

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
179	237573	83	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Media	-0,23	-5,03
180	362531	83	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Media	-0,23	-5,03
181	362530	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Media	0,24	0,41
182	237567	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Alta	0,79	-2,8
183	237566	81	Entre 1 a 4 avenida entre 0 y 2 calle Colonia Mi Ilusión	Baja	1	1,54
184	366039	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	-0,17	5,75
185	202748	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,45	4,64
186	362548	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	0,79	2,17
187	202751	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,47	3,82
188	366041	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,89	6,13
189	287943	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	0,26	5,36
190	366042	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,38	4,32
191	202756	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,42	2,7
192	202758	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,64	1
193	362520	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	0,27	2,03
194	202761	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,05	0,19
195	202762	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	0,19	1,73
196	202763	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,34	3,05
197	362519	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	-0,32	1,81
198	202767	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	-0,95	2
199	362486	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,88	3,99
200	202772	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,84	1,68
201	202773	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,35	2,42
202	202776	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	0,88	1,52
203	202716	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	baja	-0,73	4,63
204	362325	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,15	-0,42
205	264976	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,06	2,98
206	264894	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,49	2,26
207	264893	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,39	-0,15
208	246460	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,16	4,92
209	246461	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,47	3,75
210	362453	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,15	2,65
211	246487	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	-1	1,15
212	246488	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,12	3,23
213	377078	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	1,11	3,53
214	377079	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	0,15	0,36
215	217911	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	0,15	3,06
216	217920	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	0	-1,15
217	217921	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	0,18	-1,08
218	362452	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	0,37	1,68
219	217925	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	0,32	1,68
220	217926	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	0,71	2,12
221	217923	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	0,32	1,28
222	217933	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,18	1,56
223	217932	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,18	-2,78
224	217919	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,16	1,12
225	217918	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	0,41	1,14
226	217917	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	0,41	1,14
227	246486	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	-0,66	-2,19
228	246485	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	-0,35	-2,19
229	246484	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Alta	-0,57	1,98

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
230	246481	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,52	-2,19
231	362327	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Media	-0,77	1,78
232	252329	81	4 avenida entre 0 y 13 calle Barrio San Antonio	Baja	-0,43	6,75
233	318766	81	1 cale y 1 avenida Barrio El Genio	Media	0,23	-4,55
234	237681	81	1 cale y 1 avenida Barrio El Genio	Media	0,27	0,89
235	237680	81	1 cale y 1 avenida Barrio El Genio	Media	0,29	2,02
236	237678	81	1 cale y 1 avenida Barrio El Genio	Baja	0,69	1,5
237	237696	81	1 cale y 1 avenida Barrio El Genio	Baja	1,33	5,53
238	237697	81	1 cale y 1 avenida Barrio El Genio	Baja	1,28	1,78
239	237896	81	1 cale y 1 avenida Barrio El Genio	Baja	1,3	5,58
240	237692	81	1 cale y 1 avenida Barrio El Genio	Alta	0,2	-1,38
241	202704	81	2 avenida entre 4 y 6 calle Barrio San Antonio	Media	0,74	1,75
242	202708	81	2 avenida entre 4 y 6 calle Barrio San Antonio	Media	0,07	1,18
243	202709	81	2 avenida entre 4 y 6 calle Barrio San Antonio	Baja	0,88	5,84
244	202713	81	2 avenida entre 4 y 6 calle Barrio San Antonio	Media	0,8	1,73
245	202905	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Media	0,35	3,44
246	202904	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Media	0,12	-0,25
247	362524	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Media	-0,49	1,24
248	405999	81	6 avenida Colonia Lupita	Media	-0,6	4,23
249	202921	81	6 avenida Colonia Lupita	Media	0,29	4,56
250	202924	81	6 avenida Colonia Lupita	Media	0,1	1,5
251	202902	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Baja	0,86	2,91
252	202800	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Baja	0,77	5,14
253	202798	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Alta	0,32	1,18
254	202797	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Media	0,42	0,29
255	202780	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Baja	0,28	3,44
256	202733	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Baja	0,32	3,12
257	362522	81	5 avenida entre calle A a la C Barrio San Juan	Media	0,95	0,28
258	202787	81	4 calle entre 4 y 5 avenida Barrio San Juan	Media	0,32	0,75
259	202788	81	4 calle entre 4 y 5 avenida Barrio San Juan	Media	0,23	-2,35
260	202770	81	4 calle entre 4 y 5 avenida Barrio San Juan	Alta	-0,12	0,96
261	361486	81	4 calle entre 4 y 5 avenida Barrio San Juan	Media	-0,15	5,53
262	362499	81	2 calle entre 5 y 7 avenida Colonia Lupita	Baja	0,41	3,71
263	362498	81	2 calle entre 5 y 7 avenida Colonia Lupita	Baja	0,32	2,55
264	202950	81	2 calle entre 5 y 7 avenida Colonia Lupita	Baja	0,51	5,53
265	202951	81	2 calle entre 5 y 7 avenida Colonia Lupita	Media	0,32	2,81
266	202945	81	2 calle entre 5 y 7 avenida Colonia Lupita	Alta	-0,38	1,63
267	202799	81	2 calle entre 5 y 7 avenida Colonia Lupita	Media	0,32	-2,86
268	202943	81	2 calle entre 5 y 7 avenida Colonia Lupita	Media	1,13	1,55
269	362521	81	2 calle entre 5 y 7 avenida Colonia Lupita	Media	0,29	1,15
270	202955	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Baja	0,57	3,11
271	202954	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Baja	0,48	3,79
272	202949	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Baja	0,71	3,21
273	202948	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Baja	0,53	3,78
274	202947	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Alta	-0,31	1,11
275	272223	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Baja	0,19	3,76
276	202941	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Baja	-0,38	4,75
277	202946	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Media	-0,21	4,75
278	202939	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Baja	0,24	4,26
279	202936	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Media	-0,54	0
280	405997	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Baja	0,77	3,25
281	405996	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Baja	0,77	3,25
282	202940	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Media	-0,49	7,05
283	202919	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Media	-0,15	0,46
284	202942	81	1 calle y 6 avenida Barrio San Juan	Media	0,32	2,56
285	246469	81	10 calle entre 1 a 3 avenida Barrio San Antonio	Alta	0	3,38

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
286	246470	81	10 calle entre 1 a 3 avenida Barrio San Antonio	Alta	-0,65	0,53
287	246468	81	10 calle entre 1 a 3 avenida Barrio San Antonio	Media	0,15	-0,85
288	s/n	81	10 calle entre 1 a 3 avenida Barrio San Antonio	Media	0,28	-0,85
289	246467	81	10 calle entre 1 a 3 avenida Barrio San Antonio	Alta	-0,62	1,73
290	362330	81	10 calle entre 1 a 3 avenida Barrio San Antonio	Alta	-1,02	1,06
291	246472	81	10 calle entre 1 a 3 avenida Barrio San Antonio	Baja	0,05	6,12
292	362483	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Alta	-0,1	-0,76
293	202784	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Media	0,25	-3,75
294	202750	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Alta	0,25	-2,58
295	202774	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Media	0,28	2,35
296	202720	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Media	0,28	-2,54
297	S/N	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Alta	0,28	-2,54
298	202712	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Alta	-0,12	2,42
299	234548	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Alta	0	0
300	S/N	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Alta	0	0
301	s/n	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Baja	0,35	2,23
302	234545	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Media	-0,23	1,12
303	234544	81	5 calle entre 2 a 5 avenida Barrio San Juan	Media	-0,27	-0,88
304	433843	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Baja	-0,23	3,55
305	362474	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Alta	-0,18	0,44
306	237651	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Alta	-0,39	1,34
307	237636	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,39	2,53
308	262473	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,08	3,31
309	237677	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,21	4,19
310	362472	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,8	3,31
311	362471	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Baja	-0,28	2,53
312	217702	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Baja	0,38	4,25
313	2467	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Alta	0,18	-0,98
314	589	81	0 calle entre 1 a 4 avenida Barrio El Ingenio	Media	-0,56	4,53
315	310417	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Baja	0,86	2,89
316	310423	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Baja	-0,8	5,53
317	310436	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Baja	0,35	2,96
318	362346	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Media	-0,13	1,34
319	310438	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Media	-0,13	6,27
320	310527	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Alta	-0,79	2,16
321	362843	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Media	-0,66	4,4
322	310523	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Media	-0,5	2,84
323	310482	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Alta	-0,89	1,05
324	310636	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Baja	0,13	3,53
325	310612	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Baja	0,3	5,18
326	321564	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Baja	0,3	5,18
327	310568	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Media	0,35	5,18
328	310584	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Media	0,64	5,36

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
329	310597	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Baja	-0,3	5,53
330	310595	81	4 calle entre 0 y 14 avenida Residenciales Valle de la Mariposa	Baja	-0,27	5,53
331	310460	81	7 avenida y 6 calle Residenciales Valle de la Mariposa	Media	-0,38	3,06
332	310459	81	7 avenida y 6 calle Residenciales Valle de la Mariposa	Baja	0,48	2,31
333	310468	81	7 avenida y 6 calle Residenciales Valle de la Mariposa	Alta	-0,18	1,69
334	280793	81	5 avenida entre 0 a 1 calle Barrio El Ingenio	Alta	0,03	1,26
335	362528	81	5 avenida entre 0 a 1 calle Barrio El Ingenio	Alta	0,03	1,18
336	602137	81	5 avenida entre 0 a 1 calle Barrio El Ingenio	Media	-1,22	8,38
337	280792	81	5 avenida entre 0 a 1 calle Barrio El Ingenio	Alta	-0,73	4,69
338	365997	81	Entre 1 a 3 calle Colonia Santa Anita Barrio El Ingenio	Alta	-0,27	0
339	280777	81	Entre 1 a 3 calle Colonia Santa Anita Barrio El Ingenio	Alta	0	1,79
340	365998	81	Entre 1 a 3 calle Colonia Santa Anita Barrio El Ingenio	Alta	-0,55	4,62
341	280776	81	Entre 1 a 3 calle Colonia Santa Anita Barrio El Ingenio	Baja	-0,38	5,53
342	366008	81	Entre 1 a 3 calle Colonia Santa Anita Barrio El Ingenio	Alta	-0,23	1
343	237503	81	Entre 1 a 3 calle Colonia Santa Anita Barrio El Ingenio	Media	0,38	1,53
344	366012	81	Entre 1 a 3 calle Colonia Santa Anita Barrio El Ingenio	Media	0,38	3,5
345	237506	81	Entre 1 a 3 calle Colonia Santa Anita Barrio El Ingenio	Media	0,18	1,3
346	237505	81	Entre 1 a 3 calle Colonia Santa Anita Barrio El Ingenio	Baja	0,23	2,31
347	365405	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	0,24	4,35
348	365408	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Media	0,32	0,96
349	237527	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	0,38	3,71
350	237528	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	0,15	3,42
351	237529	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	0,58	3,42
352	365481	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Media	0,48	2,99
353	365425	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Alta	0,12	1,02
354	237603	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Alta	0,12	1,02
355	237604	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Alta	-0,23	0,73
356	237605	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	0,78	2,56
357	237606	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	0,86	3,7
358	116809	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	0,38	5,53

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
359	237521	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Alta	0	1,3
360	237522	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Alta	0	1,21
361	237523	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Alta	0,37	0,56
362	237524	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	0,43	3,79
363	237525	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	-0,18	3,26
364	601921	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	-0,5	5,29
365	366017	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia Porta Cely Barrio El Ingenio	Baja	-0,18	3,26
366	237537	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,8	2,94
367	237553	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,1	5,03
368	365449	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,23	-0,15
369	237539	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,23	1,25
370	250626	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,28	2,62
371	365448	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	0,34	2,82
372	365447	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,43	2,85
373	237620	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,22	3,44
374	237579	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,1	5,53
375	235412	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,18	5,03
376	237623	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	0,18	1,03
377	355406	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Alta	-0,23	0,87
378	365407	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,46	3,73
379	237614	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,18	2,53
380	237615	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,25	2,11
381	237616	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,21	2,18
382	s/n	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	-0,25	3,53
383	252608	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,22	0,43
384	365404	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Alta	-0,37	1,31
385	237607	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	0,41	0,38
386	237608	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,13	1,31

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
387	237309	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,33	2,48
388	237310	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	0,18	1,36
389	237611	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Alta	0,33	0,58
390	237612	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Media	-0,27	1,31
391	116809	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,62	0,83
392	116821	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,62	0,85
393	s/n	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,18	5,53
394	s/n	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,28	5,53
395	116824	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,67	1,03
396	116803	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,44	3,73
397	365402	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,62	3,66
398	365403	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,57	2,77
399	100561	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Alta	0,46	-1,75
400	237518	81	Avenida Principal entre 1 a 3 calle Colonia San Juan Bautista Barrio El Ingenio	Baja	0,38	2,83
401	247573	81	Condominio Bella Vista	Baja	-0,18	5,53
402	247574	81	Condominio Bella Vista	Alta	-0,85	2,57
403	247575	81	Condominio Bella Vista	Baja	-0,15	4,53
404	247576	81	Condominio Bella Vista	Baja	0,34	3,62
405	247577	81	Condominio Bella Vista	Baja	0,23	2,38
406	247578	81	Condominio Bella Vista	alta	-0,09	0,34
407	247579	81	Condominio Bella Vista	Media	-0,15	2,91
408	247580	81	Condominio Bella Vista	Media	0,18	1,26
409	247582	81	Condominio Bella Vista	Alta	0,8	-1,35
410	252615	81	Lote 59 Colonia El Anis Calle Principal a Altos del Valle	Alta	0,31	-1,87
411	247631	81	Lote 59 Colonia El Anis Calle Principal a Altos del Valle	Alta	0,21	0,44
412	247630	81	Lote 59 Colonia El Anis Calle Principal a Altos del Valle	Alta	-0,38	2,19
413	247450	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Alta	0,38	1,1
414	247449	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Baja	0,38	1,18
415	247646	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Alta	0,22	1,09
416	365928	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Alta	0,22	5,3
417	247638	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Alta	-0,26	5,54
418	247637	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Alta	-0,26	0,9
419	247635	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Media	-0,36	1,88
420	247639	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Baja	0,31	4,57
421	362920	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Baja	0,37	4,66
422	247633	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Media	-0,29	2,27
423	247632	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Alta	0,21	0,94
424	312795	81	1 y 2 calle Colonia Concepción	Media	-0,68	6,5
425	280791	81	Colonia Sinai Barrio El Ingenio	Alta	-1,08	5,11

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
426	280790	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Alta	-4,24	5,03
427	513436	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Alta	-4,28	4,03
428	280789	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Alta	-4,27	4,27
429	513437	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Alta	-4,24	4,03
430	280788	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Alta	-4,24	3,66
431	280782	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Baja	-4,28	3,31
432	513438	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Alta	-4,24	4,53
433	280783	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Alta	-4,27	4,53
434	280782	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Media	0,15	-1,06
435	513438	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Alta	-4,24	4,31
436	513439	81	Colonia Sinaí Barrio El Ingenio	Alta	-4,28	4,03
437	202701	82	3 calle entre 0 a 4 avenida Zona 1	Alta	-0,89	3,25
438	267877	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Alta	-0,12	0,86
439	267876	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	-0,23	1,78
440	366076	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Alta	-0,13	0,61
441	270124	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	0,18	2,61
442	267900	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	-0,27	3,28
443	270123	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	-0,12	3,33
444	270122	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	-0,05	3,46
445	270117	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	0,35	3,46
446	270118	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	0,35	3,56
447	270119	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	0,15	3,48
448	337396	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	0,27	1,2
449	366077	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	-0,22	1,18
450	366164	82	Colonia El Morloncito	Alta	1,33	1,15
451	267889	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	-1,37	0,78
452	267896	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,35	0,93
453	267854	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-0,14	-2,12
454	267853	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,27	0,24
455	267852	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,19	0,24
456	267875	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,22	1,16
457	379098	82	Colonia El Prado	Alta	-0,15	0,78
458	271862	82	1 avenida Colonia La Cruz	Alta	-0,78	0,48
459	229346	82	2 avenida Cerro Colorado	Alta	-3,53	3,4
460	246410	82	2 avenida Residencial El Prado	Alta	-0,81	0,82
461	246411	82	2 avenida Residencial El Prado	Media	0,23	0,97
462	246412	82	2 avenida Residencial El Prado	Media	0,55	4,21
463	246413	82	2 avenida Residencial El Prado	Baja	0,53	4,21
464	202764	82	3 calle entre 0 a 4 avenida Zona 1	Media	-0,35	4,28
465	362568	82	3 avenida Final Residencial El Prado	Alta	0,66	2,67
466	246407	82	3 avenida Final Residencial El Prado	Alta	0,41	0,52
467	246708	82	3 avenida Final Residencial El Prado	Alta	0,15	0,75
468	362569	82	Residencial El Prado	Alta	0,39	0,11
469	246420	82	Residencial El Prado	Baja	0,22	3,17
470	271825	82	Residencial El Prado	Alta	0,26	-1,05
471	246438	82	2 calle El Prado I	Alta	-0,35	2,98
472	246439	82	2 calle El Prado I	Media	0,49	3,09
473	246437	82	2 calle El Prado I	Media	0,33	3,48
474	246440	82	2 calle El Prado I	Media	-0,19	3,63
475	246441	82	2 calle El Prado I	Media	0,18	1,87
476	228963	82	3 avenida 4-98 Colonia Villas del Rio	Media	-0,18	3,18
477	336152	82	3 avenida 4-98 Colonia Villas del Rio	Alta	0	-0,167
478	234526	82	1 avenida entre 1 a 3 calle Canton La Cruz	Baja	-0,07	5,2
479	234520	82	1 avenida entre 1 a 3 calle Canton La Cruz	Media	0,05	3,33
480	234522	82	1 avenida entre 1 a 3 calle Canton La Cruz	Alta	-0,64	3,66
481	234523	82	1 avenida entre 1 a 3 calle Canton La Cruz	Alta	-0,63	-1,42

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
482	234503	82	1 avenida entre 1 a 3 calle Canton La Cruz	Alta	-0,46	4,7
483	234502	82	1 avenida entre 1 a 3 calle Canton La Cruz	Baja	-1,22	1,04
484	362515	82	1 avenida entre 1 a 3 calle Canton La Cruz	Baja	0,68	4,98
485	234506	82	1 avenida entre 1 a 3 calle Canton La Cruz	Baja	0,4	2
486	234524	82	1 avenida entre 1 a 3 calle Canton La Cruz	Alta	-0,31	1,66
487	366078	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	0,51	2,66
488	267881	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Baja	0,56	2,17
489	431876	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	0	6,9
490	267882	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Baja	1,48	4,48
491	311798	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Alta	-0,69	-1,02
492	267894	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Media	-0,89	3,2
493	267878	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Alta	0,13	1,72
494	270140	82	2 calle Lote 20 Colonia La Ladrillera	Media	0,16	2,35
495	270144	82	2 calle Lote 20 Colonia La Ladrillera	Media	0,21	1,25
496	270143	82	2 calle Lote 20 Colonia La Ladrillera	Baja	0,33	2,23
497	298006	82	2 calle Lote 20 Colonia La Ladrillera	Alta	0,48	0,78
498	270138	82	2 calle Lote 20 Colonia La Ladrillera	Media	0,31	-2,1
499	270148	82	2 avenida Manzana B Lote 31 Colonia La Amistad	Media	-0,39	5,57
500	270145	82	2 avenida Manzana B Lote 31 Colonia La Amistad	Media	0,11	5,28
501	366157	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-0,28	5,41
502	366158	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-0,28	1,12
503	267858	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,12	0,64
504	267857	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-0,28	1,14
505	270107	82	2 avenida Manzana B Lote 31 Colonia La Amistad	Baja	0,25	-1,78
506	366080	82	1 avenida y 2 calle Colonia La Amistad	Media	0,27	4,06
507	270113	82	1 avenida y 2 calle Colonia La Amistad	Alta	0,24	0,58
508	271808	82	Colonia Lomas del Capitan	Alta	0,18	1
509	366043	82	3 avenida y 2 calle Zona 1	Alta	0,11	0,34
510	366163	82	Colonia El Morloncito	Alta	1,16	0,94
511	246405	82	Colonia El Morloncito	Media	-0,3	3,08
512	246449	82	Colonia El Morloncito	Alta	-0,74	1,1
513	362567	82	Colonia El Morloncito	Alta	-0,74	1,1
514	278148	82	Colonia El Morloncito	Media	-0,23	4,67
515	246442	82	Colonia El Morloncito	Media	-0,45	4,66
516	425807	82	Colonia El Morloncito	Baja	0,19	4,66
517	425808	82	Colonia El Morloncito	Media	0,19	2,34
518	267826	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,21	-0,61
519	267832	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,48	0,27
520	289538	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,48	0,27
521	267836	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,07	0,12
522	289538	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,15	-0,39
523	267838	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,37	2,48
524	267673	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,33	-0,98
525	267674	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-0,13	-1,96
526	267872	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,15	1,56
527	267868	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,15	-0,76
528	267850	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,09	1,19
529	267827	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,24	2,23
530	267828	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,28	-0,65
531	366110	82	Colonia Blandon de Cerezo	Baja	0,29	0,68
532	169273	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-1,23	2,26
533	267866	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-1,23	2,26
534	267863	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,29	-0,35
535	267864	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-0,16	-0,35
536	267865	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	-0,52	0,48
537	271852	82	Colonia Villa Ovando	Media	0,29	2,23

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
538	271899	82	Colonia Villa Ovando	Baja	0,46	0,68
539	271898	82	Colonia Villa Ovando	Media	0,25	0,65
540	362563	82	Colonia El Prado	Alta	0,38	0,72
541	246430	82	Colonia El Prado	Baja	0,41	4,52
542	246434	82	Colonia El Prado	Alta	0,78	-1,76
543	246433	82	Colonia El Prado	Baja	0,18	3,44
544	300114	82	1 avenida Colonia La Cruz	Alta	0,23	1,28
545	300113	82	1 avenida Colonia La Cruz	Baja	0,63	2,8
546	271854	82	1 avenida Colonia La Cruz	Media	0,13	3,4
547	271856	82	1 avenida Colonia La Cruz	Alta	-1,18	3,99
548	362556	82	2 avenida Cerro Corado	Baja	0,1	3,54
549	229347	82	2 avenida Cerro Corado	Media	0,14	2,65
550	329348	82	2 avenida Cerro Corado	Baja	-0,36	2,47
551	229345	82	2 avenida Cerro Corado	Baja	0,43	3,44
552	229344	82	2 avenida Cerro Corado	Baja	0,46	3,28
553	364306	82	2 avenida Cerro Corado	Media	-0,58	3,77
554	364305	82	2 avenida Cerro Corado	Media	0,58	3,46
555	364304	82	2 avenida Cerro Corado	Baja	1,09	0,55
556	229302	82	Cerro Corado	Alta	0,5	0,59
557	229303	82	Cerro Corado	Media	-0,18	3,01
558	229305	82	Cerro Corado	Media	0,21	2,65
559	229306	82	Cerro Corado	Baja	0,38	3,22
560	229307	82	Cerro Corado	Baja	0,42	3,18
561	234532	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Media	0,32	0,23
562	234511	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Alta	-0,32	1,02
563	234516	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Media	-0,57	5,65
564	336392	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Baja	0,48	3,41
565	234515	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Media	-0,22	1
566	234518	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Alta	-0,78	1,75
567	234519	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Alta	-0,21	0,8
568	278141	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Alta	-0,23	3,82
569	239600	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Alta	-0,45	3,51
570	202728	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Alta	-0,19	3,72
571	202765	82	3 calle entre 0 a4 avenida Zona 1	Alta	-0,74	6,1
572	246407	82	3 avenida Final Residencial El Prado	Alta	0,23	0,65
573	246408	82	3 avenida Final Residencial El Prado	Alta	0,35	0,53
574	246401	82	3 avenida Final Residencial El Prado	Alta	0,35	61
575	270135	82	Calle Real Lote 4 Colonia La Ladrillera	Media	-0,65	2,18
576	s/n	82	Calle Real Lote 4 Colonia La Ladrillera	Alta	-0,37	-0,23
577	270136	82	Calle Real Lote 4 Colonia La Ladrillera	Alta	-0,68	3,76
578	228989	82	Calle Real Lote 4 Colonia La Ladrillera	Alta	-2	2,18
579	366079	82	3 avenida Lote 1 Colonia Vista al Lago	Alta	0,15	-0,9
580	270114	82	1 avenida y 2 calle Colonia La Amistad	Alta	0,24	0,58
581	271817	82	Colonia Lomas del Capitan	Media	0,54	1,72
582	271828	82	Colonia Lomas del Capitan	Media	0,47	0,65
583	36655	82	Colonia Lomas del Capitan	Media	0,43	2,25
584	271811	82	Colonia Lomas del Capitan	Media	0,12	-0,78
585	366154	82	Colonia Lomas del Capitan	Media	0,18	0,57
586	366044	82	3 avenida y 2 calle Zona 1	Media	-0,33	0,5
587	271807	82	3 avenida y 2 calle Zona 1	media	0,29	2,79
588	271827	82	Lote 6 Colonia Bella Vista	Alta	0,23	1,3
589	271850	82	Lote 6 Colonia Bella Vista	Media	0,22	1,08
590	271828	82	Lote 6 Colonia Bella Vista	Media	0,26	0,78
591	267860	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,23	1,57
592	366158	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-0,11	4,57
593	271814	82	Colonia Lomas del Capitan	Media	0,34	-1,29

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
594	271815	82	Colonia Lomas del Capitan	Media	0,34	1,54
595	271816	82	Colonia Lomas del Capitan	Media	0,62	3,15
596	228962	82	Colonia Villas del Rio	Alta	-0,87	1,88
597	228958	82	Colonia Villas del Rio	Alta	-0,85	0,65
598	228959	82	Colonia Villas del Rio	Baja	0,41	2,55
599	228955	82	Colonia Villas del Rio	Baja	0,29	1,78
600	228956	82	Colonia Villas del Rio	Baja	0,86	3,71
601	202893	82	Colonia Villas del Rio	Alta	0,2	-0,94
602	202861	82	Colonia Villas del Rio	Media	-0,13	0,61
603	202860	82	Colonia Villas del Rio	Media	-0,08	0,58
604	228953	82	Colonia Villas del Rio	Media	-0,39	0,43
605	228954	82	Colonia Villas del Rio	Baja	0,73	4,85
606	228995	82	Colonia Villas del Rio	Media	-0,86	5,37
607	228994	82	Colonia Villas del Rio	Baja	0,17	5,42
608	366084	82	Colonia Villas del Rio	Media	-0,16	1,3
609	228993	82	Colonia Villas del Rio	Alta	-0,75	3,47
610	267836	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-0,17	4,76
611	267832	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	-0,25	1,24
612	267871	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	-0,43	-1,09
613	267870	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	0,38	1,43
614	366090	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	-0,9	-0,68
615	268750	82	Colonia Blandon de Cerezo	Alta	-0,11	0,46
616	366163	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	0,18	
617	267890	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-1,6	5,18
618	267891	82	Colonia Blandon de Cerezo	Media	-0,25	
619	379103	82	Colonia El Prado	Alta	0,21	1,59
620	271860	82	1 avenida Colonia La Cruz	Media	0,37	4,58
621	297785	82	1 avenida Colonia La Cruz	Media	-0,65	3,91
622	271858	82	1 avenida Colonia La Cruz	Media	-0,52	3,89
623	229310	82	2 avenida Cerro Corado	Alta	0,2	0,35
624	229325	82	Cerro Corado	Media	-0,38	0,59
625	366152	82	Colonia Villas del Rio	Alta	-0,13	0,79
626	397759	82	Colonia Villas del rio	Media	-3,22	4,56
627	202884	82	Colonia Villas del rio	Media	-1,89	2,4
628	202883	82	Colonia Villas del rio	Baja	0,21	2,78
629	242570	82	Residencial El Prado	Alta	0,68	-2,23
630	246423	82	Residencial El Prado	Media	0,18	2,8
631	246424	82	Residencial El Prado	Media	0,13	2,79
632	229036	82	Colonia Llano de animas	Media	0,24	2,19
633	229037	82	Colonia Llano de animas	Media	0,54	2,27
634	229035	82	Colonia Llano de animas	Baja	0,17	6
635	229061	82	Colonia Llano de animas	Baja	0,98	5,24
636	229062	82	Colonia Llano de animas	Baja	0,39	4,48
637	269063	82	Colonia Llano de animas	Media	-1,98	4,69
638	337561	82	Colonia Llano de animas	Media	0,32	1,93
639	229927	82	Colonia Llano de animas	Baja	0,75	2,78
640	297783	82	Colonia Llano de animas	Alta	-0,21	0,35
641	365417	82	Colonia Llano de animas	Alta	0,28	0,31
642	287410	82	El Salitre	Alta	-0,24	0,78
643	287815	82	El Salitre	Alta	-0,24	0,74
644	287866	82	El Salitre	Media	0,24	3,76
645	287859	82	El Salitre	Alta	0,8	0,26
646	246298	82	El Salitre	Media	-0,58	3,99
647	287463	82	El Salitre	Media	-0,59	1,45
648	246297	82	El Salitre	Baja	0,34	2,79
649	287856	82	El Salitre	Media	-0,17	3,59

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
650	246293	82	El Salitre	Media	-0,28	3,78
651	246288	82	El Salitre	Alta	-0,73	3,65
652	337930	82	El Salitre	Alta	-1,21	5,57
653	337931	82	El Salitre	Alta	-0,45	4,77
654	366135	82	El Salitre	Alta	-0,68	3,04
655	366136	82	El Salitre	Alta	0,14	0,23
656	246121	82	Residencial El Prado	Alta	0,21	1,28
657	515957	82	Residencial El Prado	Media	0,23	2,56
658	246417	82	Residencial El Prado	Alta	0,32	0,17
659	246415	82	Residencial El Prado	Alta	-0,24	1,12
660	246414	82	Residencial El Prado	Alta	-0,2	2,66
661	277332	82	Alde Tacaton	Alta	-1,22	0,78
662	202971	82	Barrio la Cruz	Alta	0,05	-2,75
663	202973	82	Barrio la Cruz	Alta	0,1	-2,75
664	202787	82	Barrio la Cruz	Alta	-0,36	-0,52
665	202788	82	Barrio la Cruz	Alta	-0,09	-2,67
666	202770	82	Barrio la Cruz	Alta	0,05	0,22
667	362347	82	Barrio la Cruz	Baja	0,62	1,41
668	226496	82	Aldea Los Humitos	Baja	0,23	3,78
669	248278	82	Aldea Los Humitos	Media	0,31	2,76
670	228986	82	Carretera Principal al Morlon	Media	1,49	-0,54
671	278144	82	Carretera Principal al Morlon	Alta	-0,98	0,35
672	228982	82	Carretera Principal al Morlon	Media	-0,37	2,37
673	228981	82	Carretera Principal al Morlon	Alta	-0,99	1,02
674	228980	82	Carretera Principal al Morlon	Baja	-0,14	5,31
675	228979	82	Carretera Principal al Morlon	Media	-0,93	3,3
676	267860	82	Carretera Principal al Morlon	Alta	0,34	1,66
677	366160	82	Carretera Principal al Morlon	Alta	-1,16	2,58
678	267862	82	Carretera Principal al Morlon	Alta	-1,16	2,27
679	267851	82	Carretera Principal al Morlon	Alta	0,28	2,62
680	267823	82	Carretera Principal al Morlon	Alta	0	4,3
681	366168	82	Carretera Principal al Morlon	Alta	0	3,66
682	246225	82	Carretera Principal al Morlon	Media	-1,16	2,69
683	267822	82	Carretera Principal al Morlon	Baja	1,01	2,58
684	366088	82	Carretera Principal al Morlon	Media	-1,16	5,13
685	169273	82	Carretera Principal al Morlon	Media	-1,14	5,02
686	366089	82	Carretera Principal al Morlon	Media	-0,98	5,6
687	309232	83	1 calle colonia San Patricio	Media	0,23	2,84
688	362378	83	1 calle colonia San Patricio	Alta	0	1,54
689	271949	83	1 calle colonia San Patricio	Media	0,16	0,78
690	271951	83	1 calle colonia San Patricio	Baja	0,48	0,78
691	271963	83	colonia San Patricio lote #123 Calle Principal	Media	-0,41	1,98
692	271962	83	colonia San Patricio lote #123 Calle Principal	Baja	-0,41	1,98
693	271957	83	3 calle Colonia San Patricio	Media	-0,15	2,17
694	271958	83	3 calle Colonia San Patricio	Media	-0,15	2,17
695	271959	83	3 calle Colonia San Patricio	Media	-0,23	0,25
696	271960	83	3 calle Colonia San Patricio	Alta	0,23	-0,95
697	271961	83	3 calle Colonia San Patricio	Media	0,25	-0,76
698	271954	83	2 calle Colonia San Patricio	Media	0,86	-0,76
699	271953	83	2 calle Colonia San Patricio	Media	0,86	-0,54
700	309231	83	2 calle Colonia San Patricio	Baja	0,86	-0,76
701	362531	83	Colonia Mi Ilusión	Media	0,17	0,17
702	362530	83	Colonia Mi Ilusión	Media	0,17	0,17
703	245150	83	2 calle Colonia Alborada	Media	0,23	-0,06
704	414863	83	2 calle Colonia Alborada	Media	0,43	0,31
705	245130	83	2 calle Colonia Alborada	Baja	0,29	2,56

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
706	245131	83	2 calle Colonia Alborada	Media	0,54	0,89
707	245134	83	2 calle Colonia Alborada	Media	0,68	0,89
708	245148	83	1 avenida Colonia Alborada	Media	0,3	2,13
709	245149	83	1 avenida Colonia Alborada	Media	-0,38	1,78
710	245126	83	1 avenida Colonia Alborada	Media	0,36	1
711	245200	83	1 avenida Colonia Alborada	Media	0,16	5,36
712	362400	83	Colonia Primavera	Media	0,31	1,56
713	237591	83	Colonia Primavera	Media	0,31	1,56
714	237592	83	Colonia Primavera	Baja	0,31	1,56
715	237593	83	Colonia Primavera	Media	0,31	1,56
716	362403	83	Manzana B Colonia San Miguelito 1 San Patricio	Alta	0,37	0,9
717	237736	83	Manzana B Colonia San Miguelito 1 San Patricio	Baja	0,14	3,12
718	237737	83	Manzana B Colonia San Miguelito 1 San Patricio	Baja	0,28	3,61
719	237740	83	Manzana C Colonia San Miguelito 1 San Patricio	Alta	0,14	3,56
720	237739	83	Manzana C Colonia San Miguelito 1 San Patricio	Alta	0,15	-0,33
721	237738	83	Manzana C Colonia San Miguelito 1 San Patricio	Alta	-0,34	-2,6
722	362402	83	Manzana D Colonia San Miguelito	Baja	0,18	3,34
723	237744	83	Manzana D Colonia San Miguelito	Alta	0,21	0,63
724	237745	83	Manzana D Colonia San Miguelito	Media	0,18	0,63
725	237765	83	Manzana E Colonia San Miguelito 1	Baja	0,3	5,01
726	237766	83	Manzana E Colonia San Miguelito 1	Alta	0,45	0,72
727	237767	83	Manzana E Colonia San Miguelito 1	Media	0,28	2,56
728	237768	83	Manzana E Colonia San Miguelito 1	Baja	0,43	2,59
729	237769	83	Manzana E Colonia San Miguelito 1	Baja	0,63	2,73
730	237775	83	Sección C Colonia San Miguelito 2	Baja	0,4	5,23
731	237776	83	Sección C Colonia San Miguelito 2	Media	0,34	5,24
732	237777	83	Sección C Colonia San Miguelito 2	Alta	-0,1	-1,53
733	237764	83	Sección B Colonia San Miguelito 2	Media	0,27	1,92
734	237763	83	Sección B Colonia San Miguelito 2	Media	0,26	3,39
735	237762	83	Sección B Colonia San Miguelito 2	Media	0,18	0,7
736	272256	83	Sección A Colonia San Miguelito 2	Media	-0,38	5,71
737	237747	83	Sección A Colonia San Miguelito 2	Baja	0,9	3,47
738	237756	83	Sección A Colonia San Miguelito 2	Media	0,14	3,51
739	237757	83	Sección A Colonia San Miguelito 2	Baja	0,42	4,5
740	237748	83	Sección A Colonia San Miguelito 2	Media	0,35	1,86
741	237746	83	Sección A Colonia San Miguelito 2	Media	0,12	4,29
742	395214	83	Kilometro 28.2 Las Minas	Media	-0,19	1
743	231546	83	Kilometro 28.2 Las Minas	Baja	0,42	2,54
744	339565	83	Colonia La Unión	Alta	0,23	0,28
745	362401	83	Colonia El Pedregal	Media	0,77	0,56
746	237761	83	Colonia El Pedregal	Baja	0,28	3,18
747	253746	83	Colonia San Jorge	Media	-0,32	3,3
748	253747	83	Colonia San Jorge	Baja	0,25	3,35
749	231504	83	Colonia San Jorge	Alta	-0,96	0,35
750	253748	83	Colonia San Jorge	Baja	0,28	3,45
751	253749	83	Colonia San Jorge	Baja	0,25	3,38
752	169356	83	Colonia San Jorge	Media	0,25	2,96
753	245394	83	Colonia San Jorge	Baja	0,33	3,87
754	309224	83	Colonia San Jorge	Media	0,25	0,9
755	309220	83	Colonia San Jorge	Baja	0	2,39
756	245393	83	Colonia San Jorge	Media	0	2,75
757	245392	83	Colonia San Jorge	Media	0,21	2,85
758	231505	83	Colonia San Jorge	Media	-0,61	3,03
759	245396	83	Colonia San Jorge	Media	-0,66	5,02
760	264928	83	Colonia Las Margaritas	Alta	-0,63	-0,36
761	264931	83	Colonia Las Margaritas	Baja	0,58	3,9

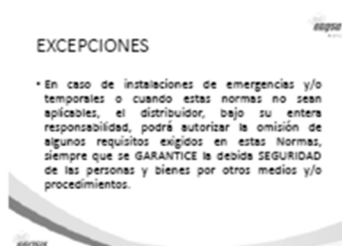
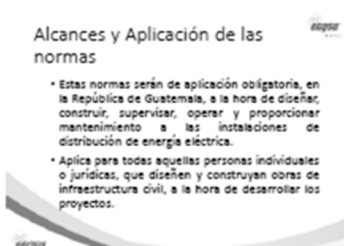
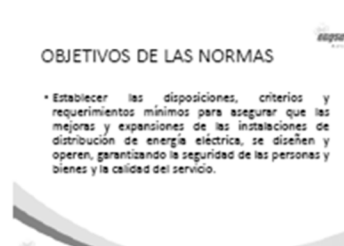
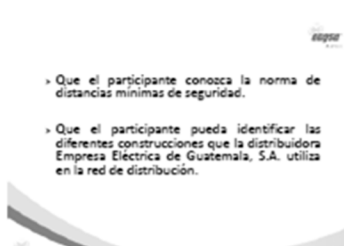
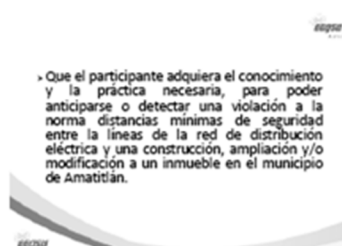
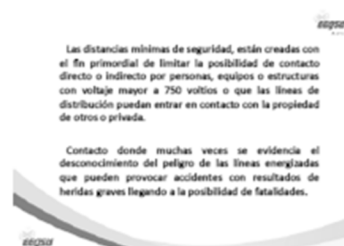
Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación apéndice 1.

No.	Poste	Circuito	Dirección	Categoría	Distancia - X (m)	Distancia - Y (m)
762	264930	83	Colonia Las Margaritas	Alta	-0,11	0,62
763	264929	83	Colonia Las Margaritas	Baja	0,41	3,38
764	264933	83	Colonia Las Margaritas	Baja	0,39	3,5
765	264934	83	Colonia Las Margaritas	Baja	0,48	2,78
766	264935	83	Colonia Las Margaritas	Baja	0,55	0,62
767	264932	83	Colonia Las Margaritas	Media	-0,54	0,61
768	264943	83	Colonia Las Margaritas	Media	-0,35	0,65
769	245389	83	Colonia San Jorge	Media	0,26	1,55
770	314355	83	Colonia San Jorge	Alta	0,08	-0,56
771	245391	83	Colonia San Jorge	Baja	0,23	3,36
772	245377	83	Colonia San Jorge	Baja	0,53	0,21
773	245385	83	Colonia San Jorge	Media	-0,78	1,27
774	287601	83	Colonia San Jorge	Baja	0,36	3,36
775	245382	83	Colonia San Jorge	Alta	-0,13	0,2
776	314358	83	Colonia San Jorge	Media	-0,68	2,21
777	245381	83	Colonia San Jorge	Media	0,05	-1,78
778	235379	83	Colonia San Jorge	Alta	-0,55	0
779	231525	83	Colonia San Jorge	Alta	-0,24	2,37
780	231524	83	Colonia San Jorge	Alta	-0,24	2,37
781	231523	83	Colonia San Jorge	Media	-0,24	1,98
782	314359	83	Colonia San Jorge	Alta	-0,41	1,73
783	231522	83	Colonia San Jorge	Alta	-0,29	0,72
784	202926	83	Canton Lupita	Alta	-0,26	-2,2
785	202925	83	Canton Lupita	Alta	-0,26	-2,2
786	202931	83	Canton Lupita	Media	0,33	0,16
787	202929	83	Canton Lupita	Alta	0,38	-2,76
788	202930	83	Canton Lupita	Baja	0,88	3,05
789	264836	83	Canton El Hospital	Alta	-0,18	0,25
790	264835	83	Canton El Hospital	Alta	-0,16	0,62
791	228840	83	Canton El Hospital	Alta	-1,08	1,9
792	264848	83	Canton El Hospital	Alta	-0,46	0,7
793	426036	83	Canton El Hospital	Alta	-0,14	-0,15
794	362487	83	Canton El Hospital	Media	-0,29	3,75
795	228849	83	Canton El Hospital	Alta	-1,08	1,9
796	228826	83	Canton El Hospital	Alta	-0,51	1,63
797	265000	83	Canton El Hospital	Media	-0,31	3,2
798	318065	83	Canton El Hospital	Media	-0,86	6,02
799	264981	83	Canton El Hospital	Media	-0,29	3,95
800	264982	83	Canton El Hospital	Baja	1,3	5,1
801	264985	83	Canton El Hospital	Media	-0,66	5,33
802	264986	83	Canton El Hospital	Media	-0,62	-0,5
803	264987	83	Canton El Hospital	Media	-1,58	1,76
804	264991	83	Canton El Hospital	Alta	-0,81	0,54
805	264993	83	Canton El Hospital	Alta	-0,97	0,9
806	264997	83	Canton El Hospital	Media	-0,66	1,6
807	264998	83	Canton El Hospital	Media	-0,49	1,6
808	264827	83	Canton El Hospital	Baja	0,28	0
809	264990	83	Canton El Hospital	Alta	-0,92	-1,75
810	264989	83	Canton El Hospital	Media	-0,83	1,41
811	264988	83	Canton El Hospital	Alta	-0,83	0,65
812	202980	83	Canton El Hospital	Media	-0,4	3,26
813	202982	83	Canton El Hospital	Baja	0,23	-2,89
814	202981	83	Canton El Hospital	Media	-0,38	0,15
815	202787	83	Canton El Hospital	Alta	-0,37	0,15
816	264992	83	Canton El Hospital	Media	-0,42	1,6

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Apéndice 2. Mesa Técnica



Fuente: elaboración propia, empleando power point.

Continuación apéndice 2.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO Y SEGURIDAD

Ley General de Electricidad

• **Capítulo II**

• **Autorizaciones para la Generación, El Transporte y el Servicio de Distribución Final de electricidad.**

• **Artículo 22**

• Los adjudicatarios de las autorizaciones para el transporte y la distribución final de electricidad están facultados para:

Ley General de Electricidad

A. Usar en la construcción de las obras, los bienes de dominio público, cruzar ríos, puentes, vías férreas y líneas de transporte y distribución de electricidad.

• Estas facultades se realizarán de conformidad con las recomendaciones técnicas específicas, siendo responsables los adjudicatarios por los daños y perjuicios que ocasionen.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO Y SEGURIDAD

Ley General de Electricidad

• **Capítulo II**

• **Autorizaciones para la Generación, El Transporte y el Servicio de Distribución Final de electricidad.**

• **Artículo 22**

• Los adjudicatarios de las autorizaciones para el transporte y la distribución final de electricidad están facultados para:

Ley General de Electricidad

A. Usar en la construcción de las obras, los bienes de dominio público, cruzar ríos, puentes, vías férreas y líneas de transporte y distribución de electricidad.

• Estas facultades se realizarán de conformidad con las recomendaciones técnicas específicas, siendo responsables los adjudicatarios por los daños y perjuicios que ocasionen.

RUTA

• **Tramos Rectos:**

- De preferencia debe realizarse rectilíneo.

• **Alineación de los postes:**

- En poblaciones urbanizadas, todas las estructuras deberán quedar alineadas en un solo lado de la acera.

• **Cruce de vías:**

- Minimizar el número de cruzamientos con otros derechos de vías tales como: vías férreas, carreteras, instalaciones telefónicas o de video, canales navegables, etc. Cuando debe hacerse de preferencia debe de realizarse perpendicular a los mencionados.

RUTA

• **Evitar riesgos de colisión con las estructuras:**

- Las estructuras deberán instalarse en lugares las condiciones eviten el riesgo de colisión.

• **Paso sobre vivienda existente:**

- No deberá diseñarse y/o construirse líneas aéreas de cualquier nivel de tensión sobre vivienda.

• **Construcción de obras civiles debajo de líneas existentes:**

- Se podrá construir obras civiles, siempre y cuando:
 - Autorizado por la distribución
 - Se respeten las distancias mínimas de seguridad

Distancias Mínimas de Seguridad

• **Aplicación**

- Tiene la intención de desarrollar una doble función bajo las condiciones de operación esperadas:
 - Limitar la posibilidad de contacto por personas con los circuitos o equipos.
 - Impedir que las instalaciones de un distribuidor entren en contacto con, las instalaciones de otro o con la propiedad pública o privada.

Distancias Mínimas de Seguridad

• **Medición de distancias y espaciamientos**

• **Distancia**

- Deben medirse de superficie a superficie.
- Los tramos y accesorios que estén anegados debido a su conexión eléctrica a los conductores de línea, se deben considerar como parte integral de los mismos conductores.
- Las bases metálicas de los rufos, pararrayos y de equipos similares deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

• **Espaciamientos**

- Deben medirse de centro a centro.

Distancias de Seguridad de Conductores a Edificios y otras Instalaciones

• **Aplicación**

- Distancias Vertical y Horizontal (sin desplazamiento de viento)
 - A 15°C, sin desplazamiento de viento, fecha inicial y final en origen.
 - Con el conductor desplazado del punto de reposo por una presión de viento de 20 kg/m², con fecha inicial y final a 15°C.
- La distancia de seguridad horizontal predominante, sobre el nivel del techo o el punto superior de una instalación al punto donde la diagonal se quede a los requerimientos de distancia de seguridad vertical, figura No. 2

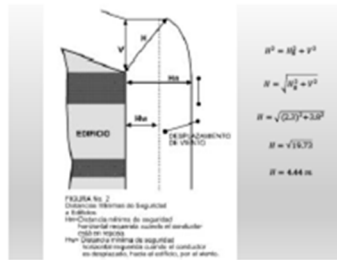
CATEGORÍA DE OBRAS	Distancia mínima de seguridad horizontal (m)		Distancia mínima de seguridad vertical (m)		Distancia mínima de seguridad diagonal (m)	
	15°C	15°C	15°C	15°C	15°C	15°C
Distancia mínima de seguridad horizontal (m)	1,4(1,3)	1,5(1,4)	1,5(1,4)	1,7(1,6)	2,0(1,9)	2,3(2,2)
Distancia mínima de seguridad vertical (m)	0,8	1,50	0,8	0,2	0,8	0,8
Distancia mínima de seguridad diagonal (m)	0,2	0,4	0,4	0,5	0,0	0,1
Distancia mínima de seguridad diagonal (m)	0,7	0,9	0,9	0,0	0,5	0,6
Distancia mínima de seguridad diagonal (m)	0,8	1,07	1,07	1,7(1,6)	2,0(1,9)	2,3(2,2)
Distancia mínima de seguridad diagonal (m)	0,2	0,4	0,4	0,5	0,0	0,1
Distancia mínima de seguridad diagonal (m)	0,8	1,07	1,07	1,07	2,05	2,3

Fuente: elaboración propia, empleando power point.

Continuación apéndice 2.

NOTAS

- Los edificios, anuncios, chimeneas, antenas, tanques u otras instalaciones que no requieran de mantenimiento tal como pintura, lavado u otra operación que requiera personas trabajando o pasando en medio de los conductores y el edificio, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0.6 m.
- Cuando el espacio disponible no permita alcanzar este valor, la distancia mínima puede ser reducida en 0.6 m.



Distancias de Seguridad de Conductores a Edificios y otras instalaciones

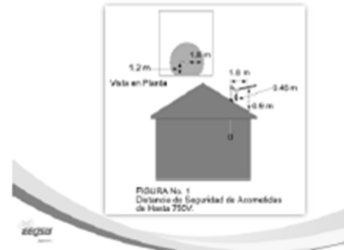
- Distancia de conductores y partes energizadas a edificios, anuncios, carteleros, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes
- Distancia horizontal bajo condiciones de desplazamiento por el viento. Cuando los conductores son desplazados de su posición de reposo, las distancias de seguridad de estos conductores y cables a los elementos antes mencionados no deben ser menores que los valores expuestos en la tabla No. 3A.

TABLA 3.A

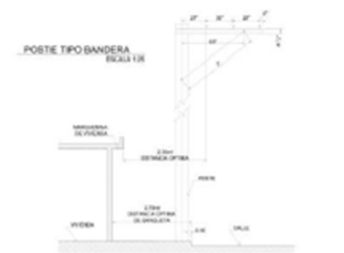
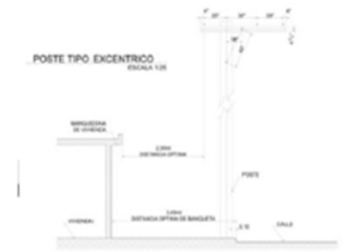
Conductor o Cable	Distancia de seguridad horizontal requerida cuando es desplazado por el viento (m)
Conductores de suministro en línea abierta, 0 a 750 V	1.5
Cables que cumplen con S.E.1 C2, mayor de 750 V	1.5
Cable que cumple con S.E.1 C3, mayor de 750 V	1.5
Conductores de suministro de línea abierta con tensores superiores a 750 V hasta 120V	1.4

Distancias de Seguridad de Conductores a Edificios y otras instalaciones

- Conductores de más de 300 V a tierra, deberán estar protegidos, cubiertos (encerrados), aislados ó inaccesibles;
- Los Conductores de acometida para el servicio incluyendo vueltas para goteo, no deben ser accesibles con facilidad, y cuando no sean mayores de 750 V, deben tener una distancia de seguridad no menor que las siguientes:
 - 2.45 m desde el punto más alto del techo o balcón sobre el que pasa.



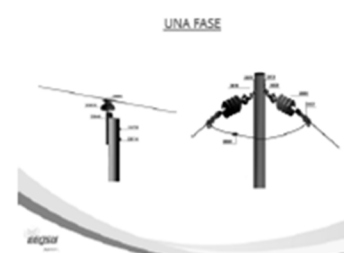
DISTANCIAS IDEALES
SEGÚN LAS DIFERENTES CONSTRUCCIONES DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.



Tipos de Construcciones en 13.8kV entre fases y 7.6kV fase a tierra

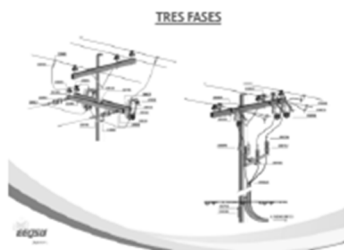
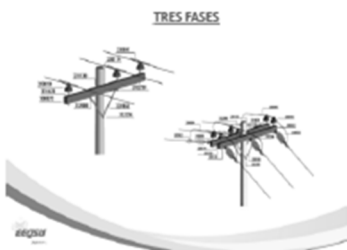
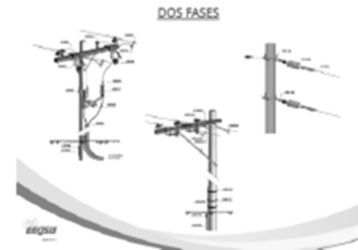
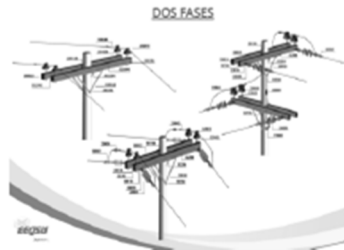
VIVAMOS CON ENERGÍA

EEGSA



Fuente: elaboración propia, empleando power point.

Continuación apéndice 2.

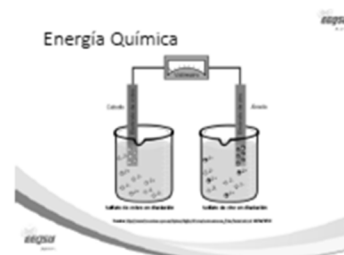
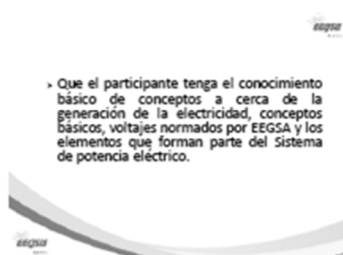


Casos encontrados

- Se han identificado 730 casos en el municipio de Amatitlán, distribuidos de la siguiente manera:
 - 26 puntos en el circuito A
 - 358 puntos en el circuito B
 - 207 puntos en el circuito C
 - 139 puntos en el circuito D
- Con 4 casos de accidentes con resultado de percances humanos.

Fuente: elaboración propia, empleando power point.

Apéndice 3. Electricidad y Curso de medición de distancias mínimas de seguridad horizontal entre la red de distribución y los inmuebles



Fuente: elaboración propia, empleando power point.

Continuación apéndice 3.

¿Cómo se genera la electricidad?

- Las demás si requieren de movimiento.
- Por medio de energía hidráulica o hidroeléctricas.
- Por medio de energía nuclear
- Por medio de energía geotérmica térmica
- Por medio de energía geotérmica
- Por medio de energía mareomotriz
- Por medio de gas, carbón, diésel y biomasa (combustión)

Hidroeléctrica

Energía Nuclear

Energía Térmica

Energía Geotérmica

Energía Mareomotriz

Conceptos Básicos de Electricidad

VIVAMOS CON ENERGÍA

El Voltaje eléctrico

- Es el trabajo que debe realizar una fuente externa sobre los electrones para que estos puedan fluir por el conductor y producir una corriente eléctrica.
- Su unidad de medición es el Volt.
- Su símbolo es un v .

Voltaje directo (DC) o Voltaje continuo (CC):

- Es la fuerza que mueve los electrones siempre en la misma dirección, tal como ocurre en las baterías, los diodos o en cualquier otra fuente generadora de ese tipo de corriente eléctrica.

Voltaje alterno (AC):

- Es la fuerza que mueve los electrones alterando la dirección y la magnitud de la fuerza en forma cíclica, tal como ocurre en los transformadores.

VOLTAJE ALTERNO

La corriente eléctrica

- Es la tasa de flujo de carga que pasa por un determinado punto de un circuito eléctrico, denominado **Ampere**.
- El flujo de carga a través de un conductor.
- Símbolo: A .

La corriente directa (DC) o corriente continua (CC):

- Donde los electrones fluyen siempre en el mismo sentido en un circuito eléctrico cerrado, moviéndose del polo negativo hacia el polo positivo de una fuente de fuerza electromotriz (FEM).

La corriente alterna (AC):

- Es aquella carga eléctrica o electrones varían en dirección y en magnitud en forma cíclica. La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la oscilación sinusoidal con la que se consigue una transformación más eficiente de la energía.

Fuente: elaboración propia, empleando power point.

Continuación apéndice 3.

CORRIENTE ALTERNA

VOLTAJE Y CORRIENTE ALTERNA

Resistencia Eléctrica:

- Oposición que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica.
- Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí un o carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.
- Símbolo: R .

Aislante Eléctrico:

- Es un material con escasa capacidad de conducción de la electricidad, con el fin de separar conductores eléctricos o mantener alejadas del usuario determinadas partes de los sistemas eléctricos, evitando que se produzca una descarga eléctrica.
- Los materiales frecuentemente utilizados son los plásticos y las cerámicas.

ASLADOR TPO POLIUMBO

CINTA DE AISLAR

Circuito Eléctrico:

- Es un conjunto de elementos que unidos de forma adecuada permiten el paso de electrones.
- Está compuesto por:
 - Generador o acumulador.
 - Conductor.
 - Consumidor o carga.
 - Elemento de maniobra o interruptor.

Cortocircuito:

- Es el resultado de poner en contacto dos puntos de un circuito con distintos potenciales eléctricos o voltajes donde la resistencia eléctrica es nula o cero.

Ley de Ohm:

- La corriente eléctrica (i) que pasa a través de un conductor será igual a la diferencia de potencial (v) entre la resistencia (R) que se halla en dicho conductor.

$$I = \frac{V}{R}$$

LEY DE OHM

TENSIONES EN CORRIENTES ALTERNAS ESTANDARIZADAS

- **Muy baja tensión:**
 - Tensiones hasta 50 volt.
- **Baja tensión:**
 - Tensiones entre 50 y 1,000 volt. (Normada por EEGSA.120/240V)
- **Medía tensión:**
 - Tensiones por encima de 1,000 y hasta 33,000 volt. (Normada por EEGSA: 7.3/13.2KV)

TENSIONES EN CORRIENTES ALTERNAS ESTANDARIZADAS

- **Alta tensión:**
 - Tensiones por encima de 33,000 volt.
- **Tensión de seguridad:**
 - La tensión de seguridad considerada para ambientes secos y húmedos es 24 volt.

Sistema Eléctrico de Potencia

EEGSA Vivamos con Energía

Fuente: elaboración propia, empleando power point.

Continuación apéndice 3.

COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO

TRANSMISIÓN.

- La energía se transporta, frecuentemente a gran distancia de su centro de producción, a través de la Red de Transmisión encargada de enlazar las centrales con los puntos de utilización de energía eléctrica.
- Para un uso racional de la electricidad es necesario que las líneas de transporte estén interconectadas entre sí con estructuras de forma malla, de manera que puedan transportar electricidad entre puntos muy alejados, en cualquier sentido.
- Estas líneas están generalmente construidas sobre grandes torres metálicas a alturas superiores a 60,000 metros.

SUBESTACIONES.

- Las instalaciones llamadas subestaciones son plantas transformadoras que se encuentran junto a las centrales generadoras (Estaciones Abiertas) y en la periferia de las zonas zonas de consumo (Subestaciones reducidas), enlazadas entre ellas por la Red de Transmisión.

DISTRIBUCIÓN

- Las redes de distribución de energía se encuentran en áreas urbanas y rurales, pueden ser aéreas, o subterráneas (extremadamente raras, pero más costosas). La red de distribución está formada por la red en alta tensión (comprendida entre 6,000 y 22,000 voltios) y en BT (de 220 V).

CONSUMO

- En los centros de consumo de la energía eléctrica, esta se puede recibir en baja o alta tensión.

Frecuencia de Operación Sistema Nacional 60 Hz

Para tener una idea de las frecuencias utilizadas

- Los servicios de energía eléctrica trabajan a 60 Hz.
- La radio AM trabaja en frecuencia del orden de un millón de Hz.
- La radio FM y la TV trabajan en frecuencias en el orden de 100 millones de Hz.
- La telefonía móvil trabaja con frecuencias en el orden de 1000 y 2000 millones de Hz.
- Los hornos microondas trabajan en frecuencias en el orden de 2000 millones de Hz.

Espectro de longitud de onda

Campo Eléctrico "E":

- Es un campo de fuerzas creado por la atracción y repulsión de cargas eléctricas; la causa del flujo eléctrico y se mide en Voltios por metro (V/m). El flujo decrece con la distancia a la fuente que provoca el campo.

Campo Magnético "B":

- Es una magnitud vectorial. Puede estar producido por una carga puntual en movimiento o por un conjunto de cargas en movimiento, es decir, por una corriente eléctrica.

Ondas del Campo Eléctrico y Magnético

Ondas del Campo Eléctrico y Magnético

Fuente: elaboración propia, empleando power point.

Continuación apéndice 3.



Identificación de Riesgo

EEGSA
VIVAMOS CON ENERGÍA

Equipo

- El equipo a utilizar es una cinta métrica.



Pasos de identificación

- Identificando los conductores según voltaje y retencidas.
 - Baja Tensión
 - Puede identificarse por ser 3 o 4 conductores desnudos o por ser un conductor entorchado (truncado) de color negro.
 - Media Tensión
 - Puede identificarse por ser 1 o 3 conductores desnudos que van instalados en la parte superior del poste más cercano a lugar de interés.

Pasos de identificación

- Identificando los conductores según voltaje y retencidas.
 - Retención
 - Conductor desnudo que generalmente se instala desde el poste a tierra, su trabajo es realizar una fuerza mecánica que le da equilibrio al poste, puede ser instalado de poste a poste. La característica principal es que va directamente conectado al poste o cruzado.

Medición Horizontal

- Parase debajo del conductor más cercano al inmueble o terreno.
- Identificar el punto más cercano del inmueble hacia la estructura de la distribución, este punto incluye:
 - Maniqués
 - Balcones
 - Ventanas

Medición Horizontal

- Realizar la medición:
 - Midiendo desde el punto más cercano al inmueble y del punto de referencia en el que el personal se encuentra parado debajo de la línea.

Medición Horizontal

- Si la línea se encuentra sobre el inmueble y según el tipo de construcción de la red de distribución, se puede realizar lo siguiente:
 - Colocarse en el medio del poste y medir hacia el inmueble
 - Los cruces miden aproximadamente 90°
 - Dependiendo de donde se encuentren instalados
 - Centrado – La línea está colocada a $\frac{1}{2}$ – a = 44" (1.12 m)
 - EE65 – a = 5.52 – Medición (m)
 - Eccéntrico – La línea está colocada a 2/3 – EE65 = 9.435 – Medición (m)

Medición Vertical

- Ya que la medición vertical pondría en riesgo a cualquier persona, sin el debido equipo de protección, se asumirán las siguientes medidas:
 - Solo incluye líneas de baja tensión
 - Poste de 9.25 m (29')
 - Deja a la vista sobre tierra solo 7.78 m.
 - Incluye media tensión o ambas:
 - Poste de 10.70 m (35') – sobre tierra 9.13 m (29.95')
 - Poste de 12.2 m (40') – sobre tierra 10.48 m (34.4')
 - Poste de 13.716 m (45') – sobre tierra 11.83 m (38.81')

Medición Vertical

- Las líneas de media tensión van instaladas aproximadamente a 7.62m (25')
 - Poste de 10.70 m (35') – sobre tierra 9.13 m (29.95')
 - Baja tensión a 7.62 m (25')
 - Media tensión a 9 metros (29.6')
 - Poste 12.2 m (40') – sobre tierra 10.48 m (34.4')
 - Baja tensión a 7.62 m (25')
 - Media tensión a 10.36 metros (34')

Medición Vertical

- Poste de 13.716 m (45') – sobre tierra 11.83 m (38.81')
- Baja tensión a 7.62 m (25')
- Media tensión a 11.73 metros (38.5')

- Todas estas medidas se les debe de restar la altura del inmueble.



GRACIAS



VIVAMOS CON ENERGÍA

Fuente: elaboración propia, empleando power point.

Apéndice 4. **Manual técnico de medición de distancia mínima de seguridad horizontal en la red de distribución eléctrica**



MT 00.00.00
Junio de 2018

EDICION: 1ª.

NORMA DE EMPRESA ELECTRICA

**MANUAL TÉCNICO DE MEDICIÓN DE DISTANCIA MÍNIMA DE
SEGURIDAD HORIZONTAL EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



Continuación apéndice 4.

**MT 00.00.00
JUNIO 2018
EDICION: 1ª.**

NORMA DE EMPRESA ELECTRICA

Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	219
2.	OBJETO DEL MÉTODO.....	219
3.	NORMAS Y REGLAMENTOS DE CONSULTA.....	223
4.	CAMPO DE APLICACIÓN	220
5.	CONCEPTOS ELECTRICOS	220
6.	RIESGO ELÉCTRICO	222
7.	NORMAS TÉCNICAS DE DISEÑO Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA (NTDROID).....	225
7.1.	Líneas aéreas	226
7.2.	Relaciones entre las líneas.....	227
7.3.	Equipo eléctrico conectado a la línea.....	227
7.4.	Aislamiento de las líneas	228
7.5.	Puestas a tierra de circuitos, estructuras y equipo	228
7.6.	Conductores.....	229
7.7.	Distancias Mínimas de Seguridad.....	230
7.7.1.	Distancias de seguridad vertical de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua	230
7.7.2.	Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras	231
7.7.3.	Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones.....	232
8.	ESTRUCTURAS MÁS UTILIZADAS POR LA DISTRIBUIDORA EEGSA	235
8.1.	Retenidas.....	237

Continuación apéndice 4.

8.2.1.	Baja tensión.....	240
8.2.2.	Construcción centrada	241
8.2.3.	Construcción vertical.....	244
8.2.4.	Construcción en bandera	245
9.	MÉTODO DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.....	247
9.1.	Equipo.....	247
9.2.	Pasos previos a realizar la medición	247
9.3.	Realizar la medición	248

1. INTRODUCCIÓN

El presente método de medición de distancias mínima de seguridad entre la red de distribución eléctrica aérea y una construcción, ampliación y modificación de un inmueble busca anticiparse a la creación de una invasión de la distancia mínima de seguridad o encontrar dicha invasión y poder clasificar el riesgo o accesibilidad a la zona de un posible accidente, realizando dicha medición de una forma sencilla, práctica y sin riesgo para el personal que lo realiza, con un conocimiento básico de los elementos que se compone la red de distribución eléctrica aérea. En la elaboración se ha tenido cuidado de no contravenir la Ley General de Electricidad y su Reglamento, ni las normas emitidas hasta la fecha por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

2. OBJETO DEL MÉTODO

Realizar una medición de distancia entre la red de distribución eléctrica aérea y un inmueble en la etapa inicial, intermedia o final de una construcción. Sin poner en riesgo al personal que lo realiza. Su aplicación prioritaria es toda la red de distribución de la concesión de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., pudiendo ser extendida a cualquier red aérea de distribución eléctrica.

3. NORMAS Y REGLAMENTOS DE CONSULTA

Para propósitos de identificación de estructuras eléctricas, equipos eléctricos, distancias entre inmuebles y red de distribución eléctrica, construcciones y

Continuación apéndice 4.

modificaciones de inmuebles, deberán cumplir o exceder la última edición de las normas abajo listadas o sus equivalentes, siempre y cuando se haga la aclaración de las diferencias con la norma y la publicación en referencia.

Normas NE	Normas NE de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A.
NTDOID	Normas técnica de diseño y operación de las instalaciones de distribución
Reglamento de municipio construcción	Reglamento de construcción, urbanismo y ornato para el de Amatitlán, del departamento de Guatemala

4. CAMPO DE APLICACIÓN

Este método será utilizado por los inspectores de las municipalidades que revisan y avalan las licencias de construcción, ampliación y modificación de algún inmueble, para poder identificar cualquier posible invasión a la distancia mínima de seguridad o ya existentes y así poder canalizar y apoyar al solicitante hacia las posibles soluciones.

5. CONCEPTOS ELECTRICOS

Aislante	Es un material con escasa capacidad de conducción de la electricidad, con el fin de separar conductores eléctricos o mantener alejadas del usuario determinadas partes de los sistemas eléctricos, evitando que se produzca una descarga eléctrica.
Alta tensión	Es el voltaje por encima de 33,000 voltios.
Baja tensión	Es el voltaje que comprende entre 50 a 750 voltios.
Circuito eléctrico	Es un conjunto de elementos que unidos de forma adecuada permiten el paso de electrones. Está compuesto por: generado,

Continuación apéndice 4.

	conductor, consumidor o carga y elementos de maniobra o interruptor.
Conductividad eléctrica	Es la medida de la capacidad de un material o sustancia para dejar pasar la corriente eléctrica a través de él.
Corriente alterna	Es aquella cuyas cargas eléctricas o electrones varían en dirección y en magnitud en forma cíclica.
Corriente directa	Es aquella cuyas cargas eléctricas o electrones fluyen siempre en el mismo sentido en un circuito eléctrico cerrado.
Corriente eléctrica	Es la tasa de flujo de carga que pasa por un determinado punto de un circuito eléctrico. Su unidad de medición es el amperio (A).
Cortocircuito	Es el resultado de poner en contacto dos puntos de un circuito con distintos potenciales eléctricos o voltajes donde la resistencia eléctrica es nula o cero.
El transformador	Dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir el voltaje en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.
Electricidad	Forma de energía que produce efectos luminosos, mecánicos, caloríficos, químicos, entre otros, y que se debe a la separación o movimiento de los electrones que forman los átomos.
Flecha	Distancia entre la línea recta que pasa por los dos puntos entre los postes y el punto más bajo del conductor.
Medio tensión	Es el voltaje que comprende entre 750 a 33,000 voltios.

Continuación apéndice 4.

Muy bajo voltaje	Es el voltaje que comprende entre 0 a 50 voltios.
Resistencia eléctrica	Es la opción que presenta un conductor o algún material al paso de la corriente eléctrica.
Sistema eléctrico	Está comprendido de tres componentes principales la generación, el transporte y la distribución.
Vano	Distancia horizontal entre los postes que soportan las líneas de distribución eléctrica.
Voltaje alterno	Es la fuerza que mueve los electrones alternando la dirección y a la magnitud de la fuerza en forma cíclica, un ejemplo de este voltaje son los transformadores.
Voltaje directo	Es la fuerza que mueve los electrones siempre en la misma dirección, un o continuo ejemplo de este voltaje son las baterías o dinamos.
Voltaje eléctrico	Es el trabajo que debe realizar una fuente externa sobre los electrones para que estos puedan fluir por el conductor y producir una corriente eléctrica. Su unidad de medición es el volt (V).
Voltajes EEGSA	Voltaje de baja tensión 120/240 V, 120/208 V, 240/48 V y 277/480 V. Voltaje de media tensión 7.8/13.2 KV.

6. RIESGO ELÉCTRICO

Arco eléctrico	Se produce al existir un punto caliente generalmente por la presencia de una corriente elevada de cortocircuito y un voltaje, que hace circular los electrones a través del aire, llamado
----------------	---

Continuación apéndice 4.

también rigidez dieléctrica, creando el plasma necesario que facilita el paso de la corriente. Éste produce temperaturas altas, una luz muy fuerte y radiación ultravioleta.

Caídas o golpes Se pueden producir por consecuencias del choque o el arco eléctrico.

Choque eléctrico Se produce cuando existe un contacto con elementos en tensión llamado contacto directo o un contacto con la masa o carcasa de un equipo accidentalmente en tensión llamado contacto indirecto. Los factores esenciales para que exista un choque eléctrico o la circulación de la corriente eléctrica por el cuerpo humano son las siguientes:

- La existencia de un circuito cerrado y que exista una diferencia de potencial (tensión o voltaje)
- El cuerpo humano es conductor de corriente.
- Que el cuerpo humano sea parte del circuito cerrado
- Que entre los puntos de entrada y salida de la corriente exista una diferencia de potencial

Factores que influyen
En los efectos de la
corriente eléctrica

Intensidad o corriente eléctrica (miliamperios): es la medida o cantidad de corriente que pasa a través de un conductor. Suele ser un factor determinante de la gravedad de las lesiones: a mayor intensidad mayores daños.

Resistencia corporal (ohmios): es la oposición que provee el cuerpo humano al paso de la corriente, ésta es variable y dependerá mucho de la tensión a la que está sometido y de la humedad. La piel es la primera resistencia al paso de la corriente y gran parte de la energía eléctrica es usada por ella produciendo quemaduras, aunque puede evitar lesiones profundas más graves.

Continuación apéndice 4.

Tensión (voltios): es la diferencia de energía entre dos puntos de un circuito eléctrico y que hace que la corriente circule. Las lesiones por alto voltaje tienen mayor poder de destrucción de los tejidos.

Tiempo de contacto: junto con la intensidad, el factor más importante que condiciona la gravedad de las lesiones.

Recorrido de la corriente: Las lesiones corporales dependerán del recorrido de la corriente por el cuerpo humano, todo dependerá si ésta recorre centros nerviosos y órganos vitales, como el corazón o el cerebro.

Factores personales: El sexo, la edad y las condiciones en que se encuentra la persona (estrés, fatiga, hambre, sed, enfermedades, alcohol ingerido, entre otros) pueden modificar la susceptibilidad del organismo a los efectos de la corriente eléctrica.

Efectos fisiológicos directos: la gravedad de estos dependerá fundamentalmente de la intensidad de la corriente y del tiempo de contacto.

Tabla I. Efectos de la Intensidad en el cuerpo humano

Intensidad (mA)	Duración	Efectos en el cuerpo humano
0 – 0,5	Independiente	Umbral de percepción. No provoca ninguna sensación. Sin consecuencias
0,5 – 10	Independiente	Cosquilleos, calambres y movimientos musculares reflejos
10 -15	Independiente	Umbral de no soltar
15 – 25	Minutos	Contracción brazos y piernas. Dificultad de respiración. Aumento de la tensión arterial. Límite de tolerancia
25 – 50	Segundos a minutos	Irregularidades cardíacas. Aumento de la tensión arterial. Fuerte efecto de tetanización. Inconsciencia. Inicio fibrilación ventricular
50 – 200	Menos de un ciclo cardíaco	No se produce fibrilación ventricular. Fuertes contracciones musculares
	Más de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. Inicio electrocución independiente de la fase del ciclo cardíaco
200 – 1 000	Menos de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. Inicio de electrocución dependiente de la fase del ciclo cardíaco. Iniciación solo en la fase sensitiva
	Más de un ciclo cardíaco	Paro cardíaco reversible. Inconsciencia. Marcas visibles. Quemaduras. Alto riesgo de muerte
1 – 5 Amperios	Independiente	Quemaduras muy graves. Parada cardíaca con elevada probabilidad de muerte.

Fuente: Ruiz, Laura. Los Mundos de Brana. www.losmundosdebrana.com. Consulta: 5 de mayo 2018.

Continuación apéndice 4.

Efectos fisiológicos indirectos: trastornos que sobrevienen al choque eléctrico y alteran el funcionamiento del corazón o de otros órganos vitales, producen quemaduras internas y externas, así como renales, oculares, nerviosos, entre otros, pudiendo ser mortales.

Efectos secundarios: son los debidos a actos involuntarios de los individuos afectados por el choque eléctrico y al entorno y condiciones donde se realiza el trabajo como: caídas de altura y al mismo nivel, golpes contra objetos, proyección de objetos, incendios, explosiones, entre otros.

Incendios o Explosiones	Se pueden producir por consecuencias del choque o el arco eléctrico.
Quemaduras	Pueden ser producidas por un choque eléctrico o por un arco eléctrico, pudiendo ser de primer, segundo o tercer grado.
Riesgo eléctrico	Se produce en toda tarea que implique interacción de las instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión y que sea utilizada, manipulada y en una reparación de equipo eléctrico.

7. NORMAS TÉCNICAS DE DISEÑO Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA (NTDOD)

Establecer las disposiciones, criterios y requerimiento mínimos para asegurar que las mejoras y expansiones de las instalaciones de distribución de energía eléctrica, se diseñen y operen, garantizando la seguridad de las personas y bienes y la calidad del servicio.

El alcance y la aplicación de las normas es una obligación, en la República de Guatemala, para todas las personas individuales o jurídicas, que tengan relación con el diseño, construcción, supervisión, operación y mantenimiento de las instalaciones de

Continuación apéndice 4.

distribución de energía, además de las personas individuales o jurídicas, que diseñen y construyan obras de infraestructura civil.

Existen excepciones tales como casos de instalaciones de emergencias y temporales o cuando estas normas no sean aplicables, el distribuidor, bajo su entera responsabilidad, podrá autorizar la omisión de algunos requisitos exigidos en estas Normas, siempre que se garantice la debida seguridad de las personas y bienes por otros medios y procedimientos.

7.1. Líneas aéreas

Ruta	Los tramos deben de ser de preferencia rectilíneo.
La alineación de los postes	En poblaciones urbanizadas, todas las estructuras deberán quedar alineadas en un solo lado de la acera
Cruces de vías	Se debe de minimizar los cruces de vías con otros derechos de vías tales como vías férreas, carreteras, instalaciones telefónicas o de video, entre otros. Cuando sea necesario, de preferencia realizarse deben ser perpendiculares a los mencionados.
Evitar riesgo	Las estructuras deberán instalarse en lugares donde las condiciones eviten el riesgo de colisión.
Paso sobre vivienda Existente	No deberá diseñarse y construirse líneas aéreas de cualquier nivel de tensión sobre viviendas.

Continuación apéndice 4.

Construcciones de obras

Civiles bajo las líneas

Existentes

Se podrá construir obras civiles debajo de líneas aéreas existentes siempre y cuando sea autorizado por la distribuidora y se respeten las distancias mínimas de seguridad.

7.2. Relaciones entre las líneas

Cuando es necesaria la construcción de dos o más líneas aéreas, o de una línea aérea con una de comunicaciones, utilizando las mismas estructuras, se deberá cumplir con lo siguiente:

- La línea de mayor tensión deberá quedar en la parte superior.
- Cuando se trate de líneas aéreas de suministro eléctrico y de comunicación, las primeras deberán estar en los niveles superiores y conservar su misma posición en todo su trayecto.
- La estructura deberá diseñarse con la adecuada resistencia mecánica y de tal forma, que no obstruya los trabajos de mantenimiento.
- La distancia de seguridad de línea a línea deberá estar de acuerdo a la tabla 7 de esta norma.

7.3. Equipo eléctrico conectado a la línea

Accesibilidad

Las conexiones, derivaciones y el equipo eléctrico conectado a las líneas aéreas, tales como: transformadores, reguladores, interruptores, cortacircuitos fusibles, seccionadores, pararrayos, capacitores, equipos de control, entre otros, deberán estar dispuestos de tal forma que sean accesibles en todo momento al distribuidor.

Continuación apéndice 4.

Indicación de posición de Operación	Los interruptores cortacircuitos, seccionadores, entre otros, deberán indicar claramente su posición de “abierto o “cerrado”, ya sea que se encuentren dentro de gabinetes o estén descubiertos.
Transformadores y equipos montados en las estructuras	La parte más baja de los transformadores y equipos montados en estructuras, deberá estar a una altura mínima sobre el nivel del suelo de acuerdo a lo establecido en la tabla 10 de esta norma.

7.4. Aislamiento de las líneas

Cuando no sea posible cumplir las distancias mínimas de seguridad estipuladas en las Normas Técnicas de Diseño y Operación de Instalaciones de Distribución (NTDOID), únicamente por la presencia de árboles, vegetación o áreas protegidas, los conductores eléctricos y otras superficies energizadas asociadas a las líneas, deberán ser protegidos o aislados para la tensión de operación.

7.5. Puestas a tierra de circuitos, estructuras y equipo

Conductor neutral	Todos los conductores utilizados como neutral en circuitos primarios, secundarios y líneas de servicio deben estar efectivamente conectados a tierra.
Parte no portadoras de Corriente	Las estructuras metálicas, incluyendo postes de alumbrado, las canalizaciones metálicas; los marcos, carcasas y soportes del equipo de líneas

Continuación apéndice 4.

aéreas; las cubiertas metálicas de los cables aislados; las palancas metálicas para operación de

equipo, así como cables mensajeros, estarán efectivamente conectados a tierra de tal manera que durante su operación no ofrezcan peligro a las personas.

Retenidas

Las retenidas deberán estar efectivamente conectadas a tierra cuando formen parte de estructuras que soporten circuitos de más de 300 V o estén expuestas a contacto con dichos circuitos.

7.6. Conductores

Los conductores deberán ser de un material o una combinación de materiales que minimicen la corrosión por causa de las condiciones ambientales. En las líneas aéreas se ejecutarán como regla general, con conductores desnudos. En caso de usar conductores cubiertos de una capa aislante, ésta deberá ser resistente a las acciones atmosféricas.

Tabla II. Capacidad máxima de conductores de corriente en conductores desnudos de cobre, ACSR y aluminio

CALIBRE AWG O MCM	COBRE (*) (AMPERES)	ACSR (AMPERES)	ALUMINIO (AMPERES)	CALIBRE AWG O MCM	COBRE (*) (AMPERES)	ACSR (AMPERES)	ALUMINIO (AMPERES)
8	90	-	-	336,4	-	530	520
6	130	100	98	477,0	-	670	650
4	180	140	130	636,0	-	780	760
2	240	180	180	795,0	-	910	880
1/0	310	230	235	954,0	-	1 010	970
2/0	360	270	275	1 113,0	-	1 110	1 100
3/0	420	300	325	1 351,0	-	1 250	1 230
4/0	490	340	375	1 510,5	-	1 340	1 375
66,8	-	460	445	1 590,0	-	1 380	1 600

Fuente: Tabla No. 1 Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución (NTDOID).

Continuación apéndice 4.

7.7. Distancias Mínimas de Seguridad

Su aplicación es limitar la posibilidad de contacto por personas a los circuitos o equipos e impedir que la red de distribución entre en contacto con, las instalaciones de otros o propiedad pública o privada.

Se debe de tomar en cuenta que todo herraje y accesorio que esté energizado debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea, debe de considerar como parte integral de los mismos conductores y las bases metálicas de las mufas, pararrayos y de equipos similares deben ser considerados como parte de la estructura de soporte. La distancia se entiende como la medida de superficie a superficie.

Las mediciones de las distancias deben de medirse de superficie a superficie y del espaciamiento debe de medirse de entro a centro. Los herrajes y accesorios que estén energizados debido a su conexión eléctrica a los conductores de líneas, se deben de considerar como parte integral de los mismos conductores y las bases metálicas de las mufas, pararrayos y de equipos similares deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

7.7.1. Distancias de seguridad vertical de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua

Nos referiremos a los requisitos mínimos de la altura que deben de guardar los conductores y cables de líneas aéreas, tomando en cuenta la mayor flecha.

Continuación apéndice 4.

Tabla III. Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores sobre vías férreas, el suelo o agua

Naturaleza de la superficie bajo los conductores	Conductores de comunicación aislados, retenidas aterrizadas, conductores neutros y cables eléctricos aislados (m)	Cables suministradores aislados de más de 750 V y conductores suministradores en línea abierta de 0 – 750 V (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 750 V a 22 kV (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 22 a 470 kV (m)
Vías férreas	7,2	7,5	8,1	8,1 + 0,01 m por cada kV arriba de 22 kV
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito	4,7	5,0	5,6	5,6 + 0,01 m por cada kV arriba de 22 kV
Aceras o caminos accesibles solo a peatones	2,9	3,8	4,4	4,4 + 0,01 m por cada kV arriba de 22 kV
Aguas donde no está permitido la navegación	4,0	4,6	5,2	5,2 + 0,01 m por cada kV arriba de 22 kV
Aguas navegables, incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de:				6,2/8,7/10,5 o 12,3 + 0,01 m por cada kV arriba de 22 kV
e) Hasta 8 ha	5,3	5,6	6,2	
f) Mayor a 8 hasta ha	7,8	8,1	8,7	
g) Mayor de 80 hasta 800 ha	9,6	9,9	10,5	
h) Arriba de 800 ha	11,4	11,7	12,3	

Nota: Todas las tensiones son dadas de fase a tierra.

Ha = área o hectáreas de agua

Fuente: Tabla No. 2 Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución –NTDOID-, empleando Excel.

7.7.2. Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras

Las distancias horizontales y verticales deberán ser determinadas en el punto de mayor acercamiento entre los conductores y tomando en cuenta las siguientes condiciones la mayor flecha y según lo mostrado en la tabla IV.

Continuación apéndice 4.

Tabla IV. Distancia de seguridad vertical entre conductores y cables soportados por diferentes estructuras

NIVEL INFERIOR	NIVEL SUPERIOR			
	Conductores neutrales que cumplen con 18.1E1, retenidas aéreas (m)	Cables y conductores, mensajeros, retenidas de comunicación (m)	Conductores suministradores de línea abierta de 0 a 750 V, (m)	Conductores suministradores de línea abierta de 750 V – 22 kV. (m)
Conductores neutrales que cumplen con 18.1E1, retenidas aéreas	0,60 ⁽¹⁾	0,60 ⁽¹⁾	0,60	0,60
Cables y conductores, mensajeros, retenidas de comunicación	----	0,60 ⁽¹⁾	1,20	1,50
Conductores suministradores de líneas abierta de 0 a 750 V	----	----	0,60	0,60
Conductores suministradores de líneas abierta de 750 V – 22 kV	----	----	----	0,60

Nota:

- (1) La distancia puede ser reducida cuando ambas retenidas estén eléctricamente interconectadas.
- (2) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente aterrizados.
- (3) 18.1E Los conductores neutra efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados a circuitos hasta de 22 kV a tierra, pueden considerarse, para fines de fijar su distancia y altura, como conductores mensajeros o retenidas.

Fuente: Tabla No. 3 Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDROID).

7.7.3. Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones

Las distancias horizontales y verticales deberán ser determinadas en el punto de mayor acercamiento entre los conductores y tomando en cuenta las siguientes condiciones la mayor flecha y según lo mostrado en las tablas V y VI.

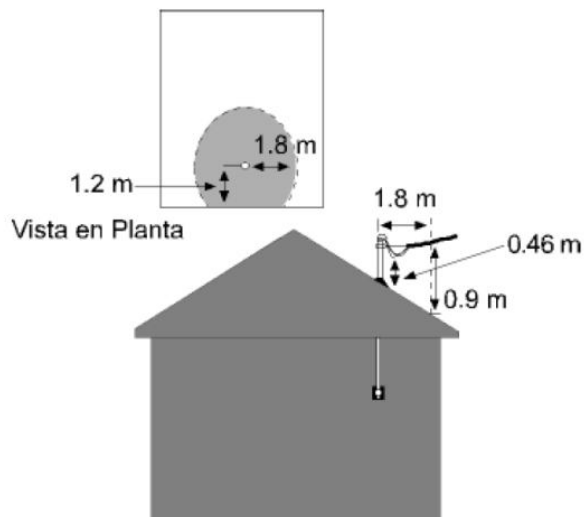
Continuación apéndice 4.

Tabla V. Distancias mínimas de seguridad de conductores y cables a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones

Conductor o Cable	Distancia de seguridad horizontal requerida cuando es desplazada por el viento. (m)
Conductores de suministro en líneas abierta, 0 a 750 V.	1,1
Cables que cumplen con 18.1 C2, mayor de 750 V.	1,1
Cables que cumplen con 18.1 C3, mayor de 750 V.	1,1
Conductores de suministro de línea abierta con tensiones superiores a 750 V hasta 22 kV	1,4

Fuente: Tabla No. 3A Normas Técnicas de Diseño y Operación de las instalaciones de Distribución –NTDROID-, empleando Excel

Figura 1. Distancias de seguridad de acometidas



Distancia de Seguridad de Acometidas de Hasta 750V.

Fuente: Figura No. 1 Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDROID).

Continuación apéndice 4.

Tabla VI. Distancias mínimas de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD		Conductores y cables de comunicación aislados, mensajero, retenidas aterrizadas y no aterrizadas expuestas a tensiones de hasta 300 V, conductores neutrales que cumplen con 18.1 E1, cables de suministro que cumplen con 18.1 C1.	Cables suministradores de 0 a 750 V que cumplen con 18.1 C2.	Partes rígidas energizadas No protegidas de 0-750V, conductores de comunicación no aislados, carcasas de equipo no aterrizado, retenidas no aterrizadas expuestas a conductores abiertos de 300 a 750 V	Cables suministradores de más de 750 V que cumplen con 18.1C2 o 18.1C3. Conductores suministradores en línea abierta de 0 – 750 V	Partes rígidas Energizadas No protegidas de 750 V – 22 KV, carcasas de equipo no aterrizados, retenidas no aterrizadas expuestas a tensiones de 750 V – 22 KV	Conductores suministradores en línea abierta de 750 V – 22 KV
		m	m	m	m	m	m
Edificios	Horizontales a paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	0,4 ^(1,2)	1,5 ^(1,2)	1,5 ^(1,2)	1,7 ^(1,4)	2,0 ^(1,2)	2,3 ^(1,5,6)
	Vertical arriba o debajo de techos y áreas no accesibles a personas	0,9	1,10	3,0	3,2	3,6	3,8
	Vertical arriba o debajo de techos y áreas accesibles a personas y vehículos además de vehículos pesados (Nota 3)	3,2	3,4	3,4	3,5	4,0	4,1
	Vertical arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados (Nota 3)	4,7	4,9	4,9	5,0	5,5	5,6
Anuncios, chimeneas	Horizontal	0,9	1,07	1,5 ⁽¹⁾	1,7 ^(1,4)	2,0 ⁽¹⁾	2,3 ^(1,2,5,6)
	Vertical arriba o debajo de cornisas y otras superficies sobre las cuales pueden caminar personas	3,2	3,4	3,4	3,5	4,0	4,1
	Vertical arriba o debajo de otras partes de tales instalaciones.	0,9	1,07	1,07	1,8 ⁽¹⁾	2,45	2,3

Continuación apéndice 4.

Notas:

- (1) Los edificios, anuncios, chimeneas, antenas, tanques u otras instalaciones que no requieran de mantenimiento tal como pintura, lavado u otra operación que requiera personas trabajando o pasando en medio de los conductores y el edificio, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0.6 m.
- (2) Cuando el espacio disponible no permita alcanzar este valor, la distancia mínima puede ser reducida en 0.6 m.
- (3) Para efectos de estas Normas, vehículo pesado se define como aquel vehículo que excede los 2.45 m de altura.
- (4) La distancia mínima de seguridad en reposo no debe ser menor que el valor indicado en esta tabla. Cuando el conductor o cable es desplazado por el viento, la distancia mínima de seguridad no debe ser menor a 1.1 m, ver Artículo 18.4C1 (ii).
- (5) La distancia mínima de seguridad en reposo no debe ser menor que el valor indicado en esta tabla. Cuando el conductor o cable es desplazado por el viento, la distancia mínima de seguridad no debe ser menor a 1.40 m, ver Artículo 18.4C1(ii)
- (6) En lugares donde el espacio disponible no permite alcanzar este valor, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida a 2.00 m para conductores de hasta 8.7 kV a tierra.
- (7) Todas las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente aterrizados.
 - a. 18.4C1: Distancia horizontal bajo condiciones de desplazamiento por el viento cuando los conductores son desplazados de su posición de reposo por el viento, bajo las condiciones expuesta en el numeral 18.4A2 (velocidad del viento 29 kg/m^2 con flecha final a 15°C), las distancias de seguridad de esos conductores y cables a los elementos antes mencionados no deben ser menores que los valores expuestos en la tabla No. 3ª.

Fuente: Tabla No. 4 Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID).

La transición entre distancias horizontal y vertical: La distancia de seguridad horizontal predomina, sobre el nivel del techo o el punto superior de una instalación al punto donde la diagonal se iguala a los requerimientos de distancia de seguridad vertical. De forma similar, la distancia de seguridad horizontal predomina por encima o por debajo de las proyecciones de los edificios, anuncios u otras instalaciones al punto donde la diagonal se iguala a los requerimientos de la distancia de seguridad vertical. De este punto la distancia de seguridad de transición debe ser igual a la distancia de seguridad vertical, como se ilustra en la figura No. 2.

Excepción: donde la distancia de seguridad horizontal es mayor que la distancia de seguridad vertical, la distancia de seguridad vertical predomina más allá del nivel del techo o punto superior de una instalación o proyección de una instalación al punto donde la diagonal iguala los requerimientos de la distancia de seguridad horizontal.

8. Estructuras más utilizadas por la distribuidora EEGSA

La ruta trazada para la red de distribución, no siempre es en línea recta y esto da como resultado que la red tome diferentes ángulos, postes que van instalados en

Continuación apéndice 4.

diferentes distancias entre ellos y alturas, todo lo anterior mencionado depende de la topografía y voltajes del diseño del circuito y la carga a soportar.

Figura 2. Distancias mínimas de seguridad a edificios

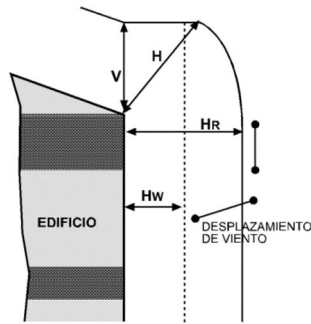


FIGURA No. 2
Distancias Mínimas de Seguridad a Edificios
HR=Distancia mínima de seguridad horizontal requerida cuando el conductor está en reposo.
Hw= Distancia mínima de seguridad horizontal requerida cuando el conductor está en reposo, por el viento.

$$H^2 = H_R^2 + V^2$$

$$H = \sqrt{H_R^2 + V^2}$$

$$H = \sqrt{(2,3)^2 + (3,8)^2}$$

$$H = \sqrt{19,73}$$

$$H = 4,44 \text{ m}$$

Fuente: Figura No. 2 Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID).

VII. Distancia de seguridad vertical entre conductores, en sus soportes

Conductores y cables en niveles inferiores	Cables de suministros que cumplen con 18.1c1,2 o 3, conductores neutrales que cumplen con 18.1e1 (m)	Conductores y cables en niveles superiores conductores de suministro abiertos		
		Más DE 8.7 Kv a 50 Kv (m)		
		De 0 A 8.7 Kv (M)	Misma empresa (m)	Diferente empresa (m)
De Comunicación • En general	1,00	1,00	1,00	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV.
Eléctricos con tensión entre conductores de:				1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV.
• Hasta 750 V	0,41	0,41 ⁽¹⁾	0,41 más 0,01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV.
• Más de 750 V hasta 8,7 kV		0,41 ⁽¹⁾	0,41 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV.	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV.
• Más de 8,7 kV a 22 kV • Si se trabaja con línea energizada • Si no se trabaja con línea energizada			0,41 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV.	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV. 1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV.
• Más de 22 kV sin exceder 50 kV			0,41 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV.	1,00 más 0,01 por kV de exceso de 8,7 kV.

Nota: (1) Cuando los conductores son operados por empresas diferentes, una distancia vertical no menor a 1.00 m es recomendada

Fuente: Tabla No. 7 Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID).

Continuación apéndice 4.

Tabla VII. Distancia mínima de seguridad vertical sobre el suelo para equipo de servicio eléctrico instalado en estructuras

Naturaleza de la superficie bajo las partes energizadas	Equipo con la carcasa efectivamente aterrizada	Partes Energizadas Rígidas No protegidas de 0 a 750 V y carcasas de equipos no aterrizados conectados a circuito de no más de 750 V	Partes Energizadas Rígidas No protegidas de 750 V a 22 kV y carcasas de equipos no aterrizados conectados a circuito de más de 750 V a 22 kV.	Partes Energizadas Rígidas No protegidas de más de 22 kV y carcasas de equipos no aterrizados conectados a circuito de más de 22 kV.
	(m)	(m)	(m)	(m)
Áreas accesibles solo a peatones	3,4	3,6 ⁽¹⁾	4,3	4,3 + 0,01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Áreas a ser transitadas por vehículos	4,6	4,9	5,5	5,5 + 0,01 m por cada kV arriba de 22 kV.

Nota:

- 1) Esta distancia puede ser reducida a 3.00 m para partes energizadas aisladas con una tensión máxima de 150 V a tierra.

Fuente: Tabla No. 10 Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución (NTDOID).

La distribuidora EEGSA ha realizado y normalizado diferentes tipos de construcciones en las estructuras aplicadas en la construcción de circuitos, tomando en cuenta la seguridad del personal al momento de la construcción y del mantenimiento, este último generalmente se realiza con energía y las distancias de seguridad entre las estructuras, equipos y líneas, como pudimos observar en las diferentes s de las normas en el tema 6.

8.1. Retenidas

El uso de las retenidas de anclaje o tirantes, es de realizar un esfuerzo mecánico, al evitar que el poste se desplome o caiga, equilibrando la tensión que le aplica los conductores ya que estos ejercen tensión hacia un lado y las retenidas son instaladas para realizar la tensión hacia el lado contrario. Si existe algún desequilibrio pueden suceder varias situaciones, tales como: poste desnivelado, comúnmente llamado desplomado, los conductores pierden tensión y por el movimiento del viento o vibración pueden llegar a mecerse hasta llegar al punto de crear un arco eléctrico entre ellos o toparse entre sí, produciéndose un corte de energía.

Continuación apéndice 4.

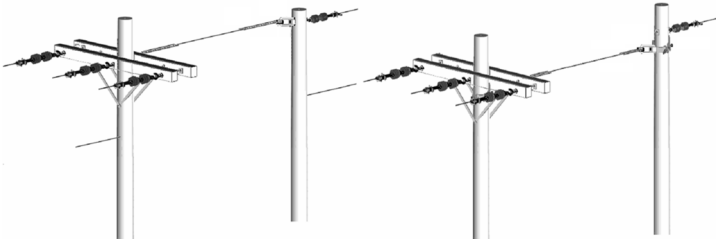
- Estructura en tangente
 - Es la construcción que soporta las líneas de tal manera que el ángulo entre tensiones mecánicas está comprendido entre 0° (cero grados) hasta 2° (dos grados).
 - En esta estructura prácticamente las componentes de tensión se contrarrestan entre sí.
 - Hay circunstancias donde la estructura tangente debe ser utilizada y los ángulos sobrepasan los 2° (dos grados), en esos casos se utilizan retenidas para contrarrestar el desbalance de tensión.

- Estructuras en ángulo
 - Estas estructuras soportan las tensiones de los conductores en uno y otro lado del poste formando ángulos mayores a 2° (dos grados).
 - Las estructuras en ángulo se clasifican de acuerdo a la magnitud del ángulo mencionado, el cual puede llegar a los 90° (noventa grados).
 - Las tensiones no se contrarrestan totalmente entre sí.
 - Conforme el ángulo aumenta, los postes deben ser instalados con tensores o retenidas que contrarrestan el desbalance de tensión o pueden utilizarse postes con mayor capacidad de ruptura, a estos postes se les denominan autosoportados, que son capaces por sí mismo de soportar dichas tensiones, necesitando en la mayoría de las veces, ser fundidos y utilizar estructuras de hierro, en dicha fundición.

En las próximas figuras veremos las construcciones de retenidas más utilizadas.

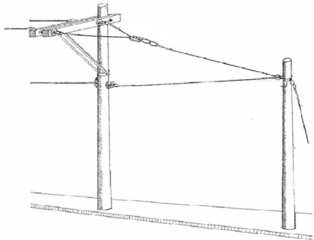
Continuación apéndice 4.

Figura 2. **Anclajes de entre postes**



Fuente: EEGSA.

Figura 3. **Anclaje para crucero en bandera para tirante**



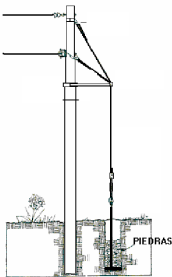
Fuente: EEGSA.

Figura 4. **Anclaje para stubs con abrazadera y ancla con tirante**



Fuente: EEGSA.

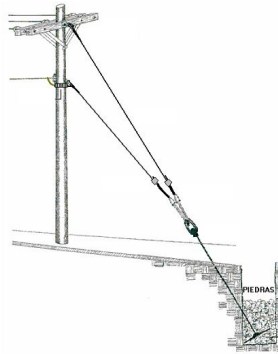
Figura 5. **Ancla en bandera**



Fuente: EEGSA.

Continuación apéndice 4.

Figura 6. **Ancla de dos ojos con dos ganchos**



Fuente: EEGSA.

8.2. Estructuras con tensión o voltaje

Las estructuras o los postes para la red de distribución son diseñados por:

- Por altura según la tensión o voltaje que tendrán instalados.
- Por la tensión y ángulos que soportarán.
 - Si llevará retenidas según el tema 7.1.
 - Si no llevará retenidas serán elegidos según su capacidad de soportar las fuerzas mecánicas, llamados autosoportados que en la mayoría de los casos serán fundidos.

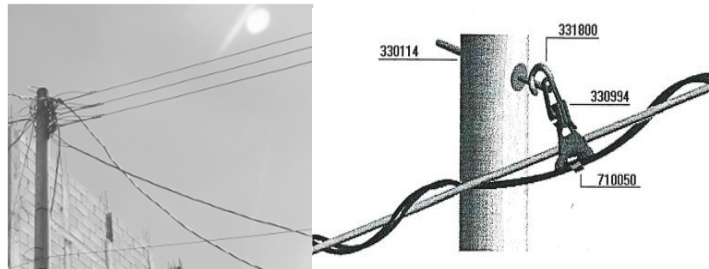
En las próximas figuras veremos las construcciones de estructuras con tensión más utilizadas, las cuales son:

8.2.1. Baja tensión

Las construcciones donde se incorpora la baja tensión pueden tener la presencia solamente de baja tensión como de baja y media tensión en la misma estructura. Hay dos formas de encontrar instalado el conductor de baja tensión, de forma abierta que serían 3 conductores desnudos y de forma entorchada que sería dos, tres y hasta cuatro conductores con una cubierta aislante en cada conductor y en forma de trenza. El conductor secundario denominado abierto es el que presenta mayor peligro de accidente.

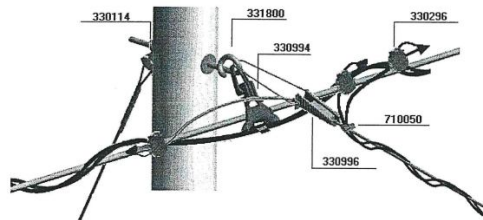
Continuación apéndice 4.

Figura 7. **Baja tensión conductor secundario abierto y entorchado**



Fuente: EEGSA.

Figura 8. **Baja tensión conductor entorchado con derivación.**

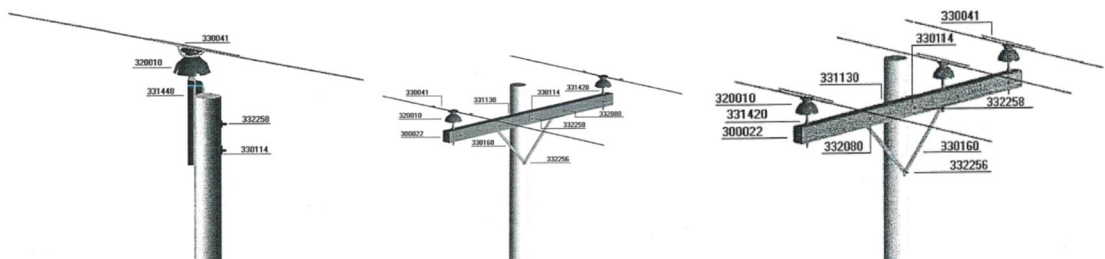


Fuente: EEGSA.

8.2.2. Construcción centrada

Llamada así porque cuando soporta solamente una fase ésta va instalada en la parte más alta del poste y si soporta más fases colocadas en un crucero, éste estará instalado horizontalmente a la mitad.

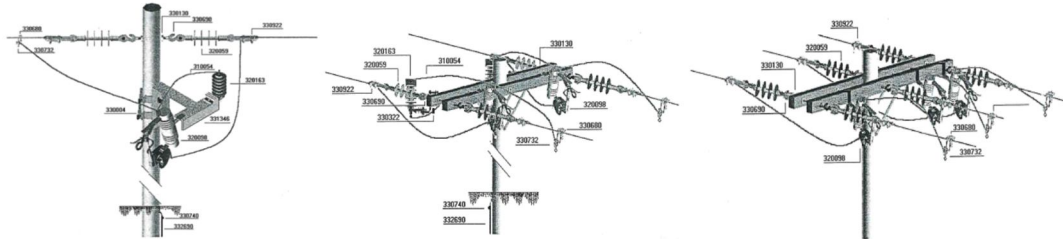
Figura 9. **Centrada en tangente una, dos y tres fases**



Fuente: EEGSA.

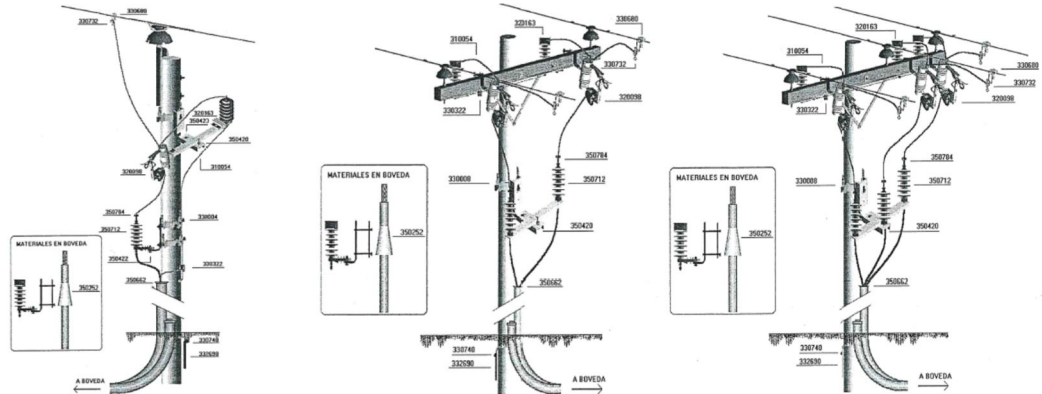
Continuación apéndice 4.

Figura 14. Derivación doble remate con fusibles y pararrayos una, dos y tres fases



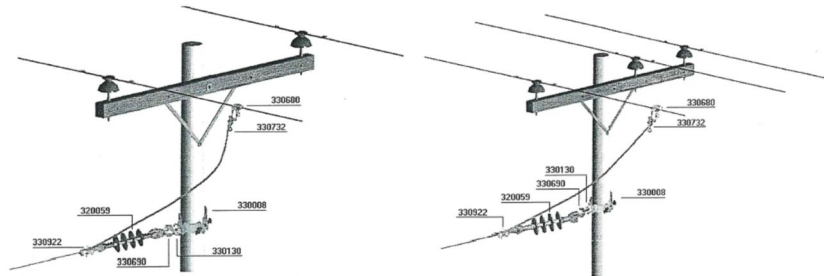
Fuente: EEGSA.

Figura 15. Centrada en tangente con bajada primaria una, dos y tres fases



Fuente: EEGSA.

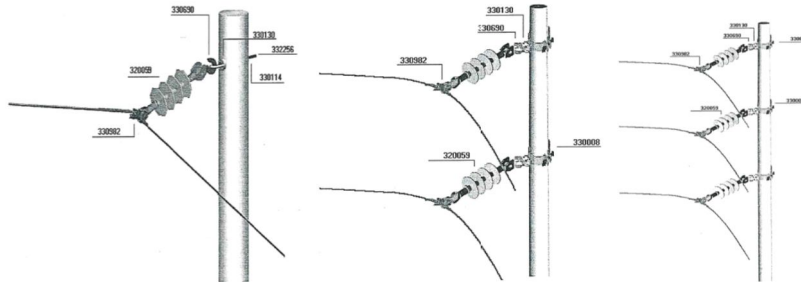
Figura 16. Centrada en tangente con derivación de 2 a 1 fase y de 3 a 1 fase



Fuente: EEGSA.

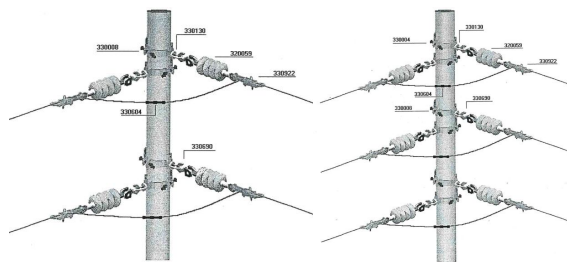
Continuación apéndice 4.

Figura 19. **Vertical en suspensión una, dos y tres fases**



Fuente: EEGSA.

Figura 20. **Vertical doble remate en ángulo**

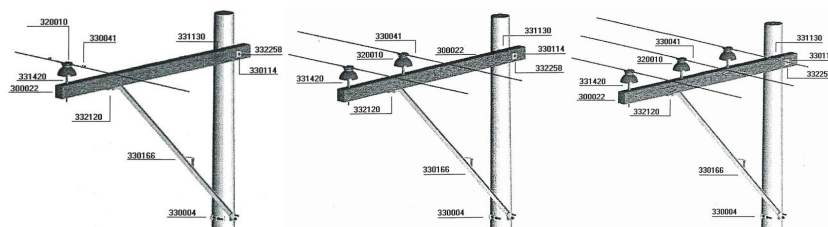


Fuente: EEGSA.

8.2.4. Construcción en bandera

Es la estructura donde se puede obtener la distancia más amplia entre la red de distribución eléctrica y cualquier inmueble, es por esto que su aplicación va en aumento porque puede ser instalada en lugares donde el área de banqueta es reducida, otra característica de ésta construcción es, que puede minimizar ángulos que no sean muy cerrados o eliminarlos.

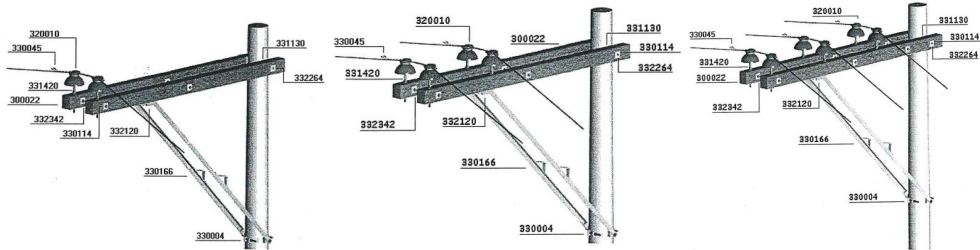
Figura 21. **Tangente en bandera**



Fuente: EEGSA.

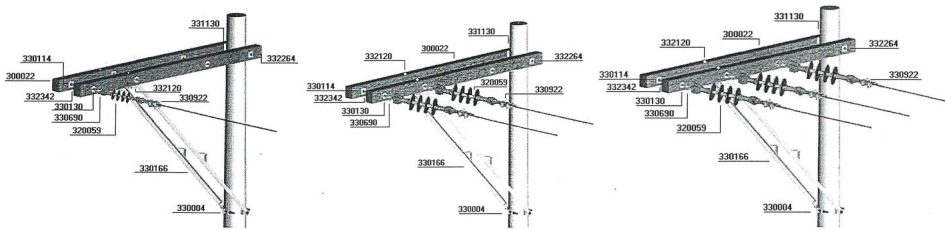
Continuación apéndice 4.

Figura 22. **Bandera en tangente con ángulo una, dos y tres fases**



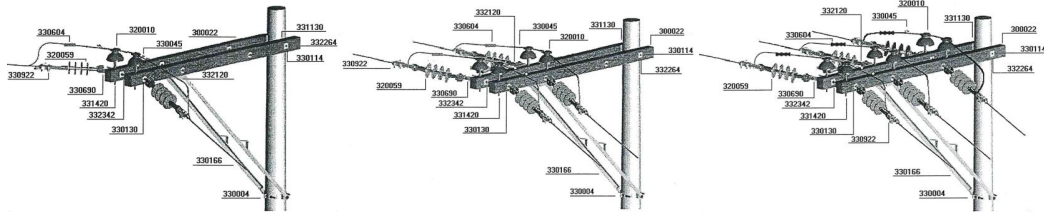
Fuente: EEGSA.

Figura 23. **Bandera remate simple una, dos y tres fases**



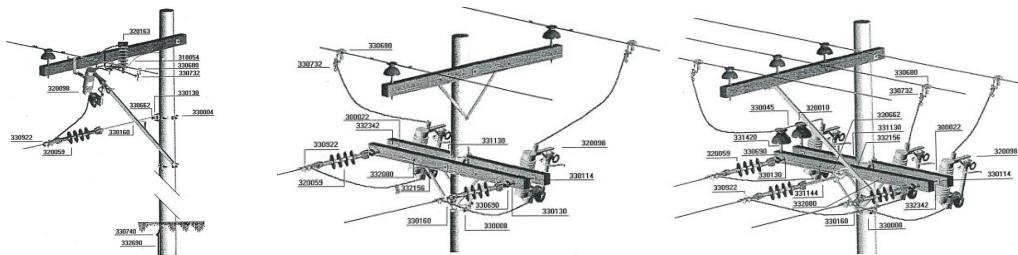
Fuente: EEGSA. Unidades básicas de construcción.

Figura 24. **Bandera doble remate con ángulo una, dos y tres fases**



Fuente: EEGSA. Unidades básicas de construcción.

Figura 25. **Bandera tangente con derivación y cortacircuitos una, dos y tres fases**



Fuente: EEGSA. Unidades básicas de construcción.

Continuación apéndice 4.

9. MÉTODO DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

La búsqueda de una forma segura y confiable de la medición de la distancia entre la red de distribución y los inmuebles y que el personal no tenga la necesidad de ser un diseñador y constructor de redes de distribución, sino que solo el conocimiento que hemos descrito en los temas anteriores como:

- Tensiones o voltajes normados por EEGSA.
- Conocimiento generalizado de las distancias mínimas de seguridad.
- Conocimiento generalizado de estructuras y equipos de la red de la distribuidora EEGSA

Puede aplicar el método para poder:

- Identificar distancias invadidas
- Anticiparse a la creación de una invasión de área.

9.1. Equipo

- Cintra métrica o medidor de distancia óptico
- Hojas o equipo de cómputo portátil
- Lápiz
- Calculadora

9.2. Pasos previos a realizar la medición

- Identificar las líneas de la red de distribución
 - Media tensión
 - Baja tensión
- Servicios y acometidas
 - Mixta (media y baja tensión)
 - Se debe de tomar como punto cero el límite de la propiedad o de la pared que rodea el terreno o construcción.

Continuación apéndice 4.

- La persona debe de pararse debajo de la línea de red de distribución más cercana al inmueble o del equipo que se encuentre instalado en el poste

Figura 26. **Curso parte práctica: Identificación de líneas de tensión**



Fuente: Calles y avenida del municipio de Amatitlán

- ✓ Identificación de líneas en la figura 26
- ✓ Líneas de media tensión
- ✓ Transformador
- ✓ Líneas secundarias abiertas
- ✓ Conductor de acometidas.

9.3. Realizar la medición

Ya teniendo los pasos anteriormente realizados, se puede proceder a tomar la medición.

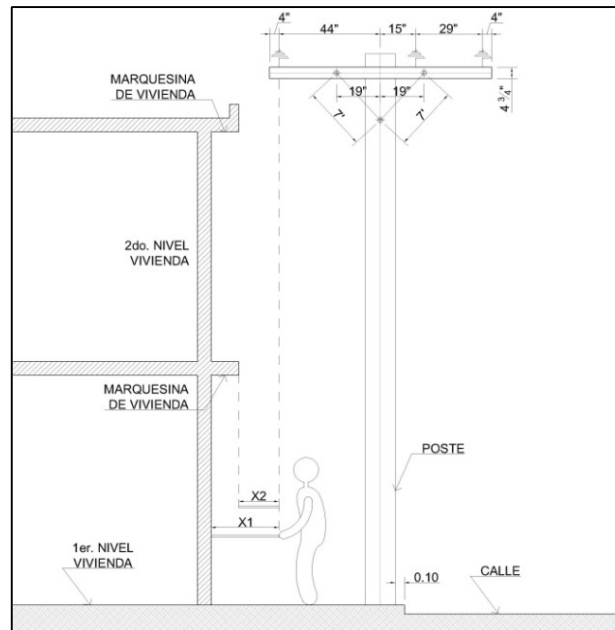
Continuación apéndice 4.

Figura 27. **Curso parte práctica: Medición de distancia horizontal**



Fuente: Calles y avenidas del municipio de Amatitlán

Figura 28. **Medición de distancias: Caso 1**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD

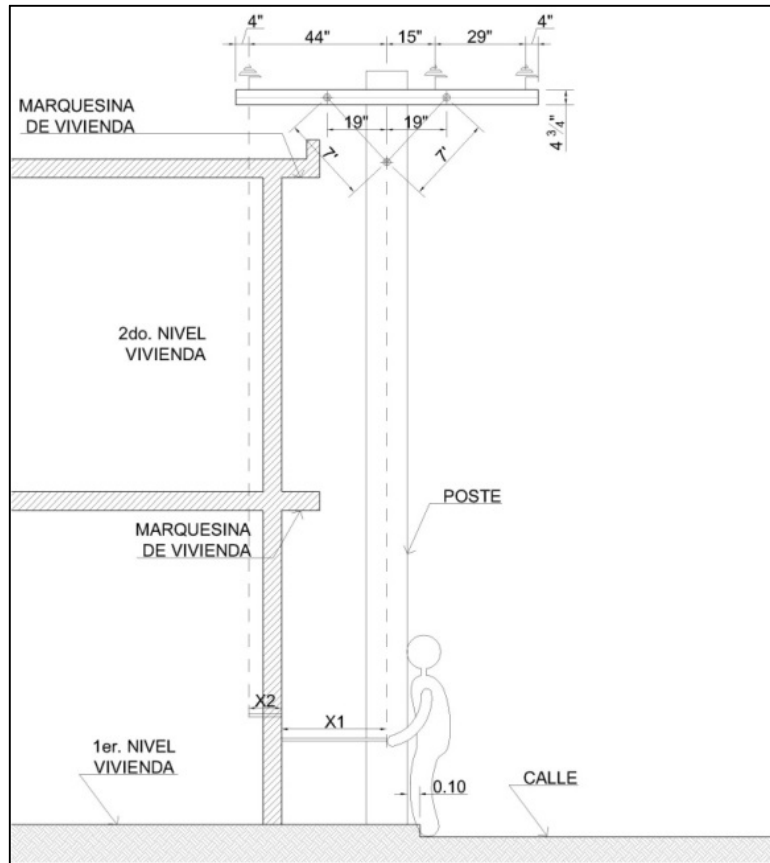
Formula a aplicar:

$$\Delta_{D.M.} = X_2 - X_1$$

D.M.= Distancia medida

Continuación apéndice 4.

Figura 29. **Medición de distancia: Caso 2**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD

- Longitudes de los Cruceros (Y) más usuales encontrados en campo
 - 78 pulgadas o 1.98 metros
 - 96 pulgadas o 2.44 metros

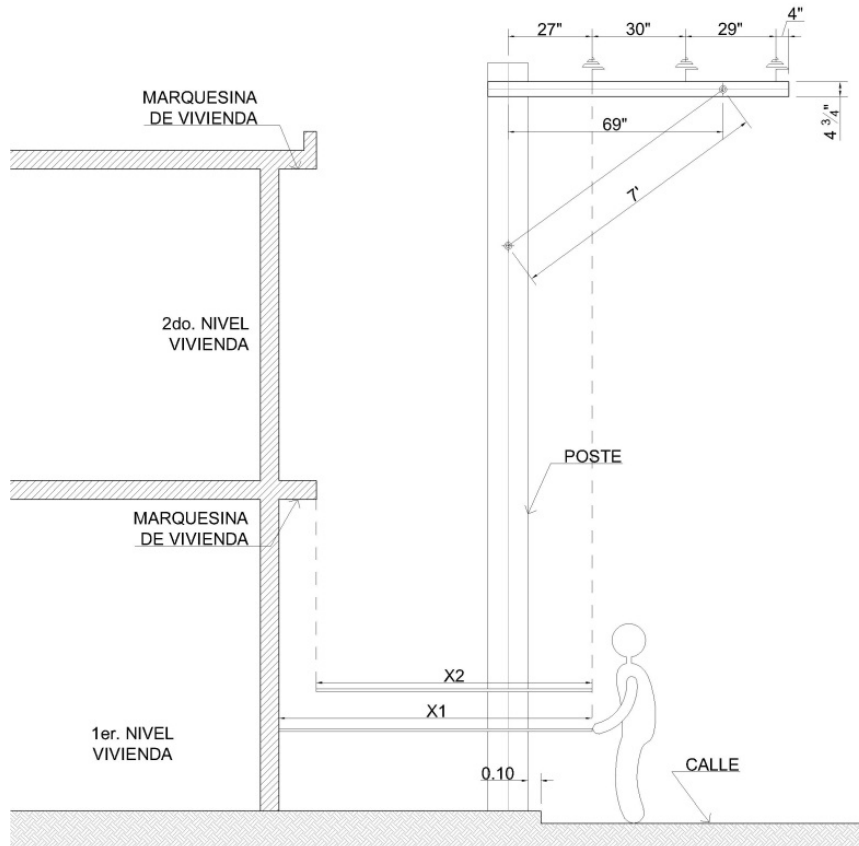
$$\Delta_{D.M.} = \left(\frac{Y}{2}\right) - X_1 (m)$$

D.M.= Distancia medida

$\left(\frac{Y}{2}\right)$ = Medida media del crucero

Continuación apéndice 4.

Figura 30. **Medición de distancias: Caso 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD



$$\Delta_{D.M.} = X_2 - X_1$$

D.M.= Distancia medida

Los casos presentados anteriormente son los más usuales encontrados en campo, cualquier otra situación presentada, deberá resolverse por medio de las adiciones o sustracciones de puntos desde el punto cero, límite de la propiedad o donde inicia la construcción, marquesina o pestaña y las líneas y equipos de la red de distribución.

ANEXOS

Anexo 1. Formulario de variante de red

 Departamento de Atención al Cliente Solicitud de Variante a la Red	HOJA NO. 2 Solicitud de Variante a la Red
No. De Estudio Asignado: _____	7. Documentos adjuntos: <input type="checkbox"/>
<small>Con el propósito de brindarle un mejor servicio, se ha diseñado este formulario. Por favor complete los espacios en blanco con la información que corresponda tratando que sea lo más exacta posible. Cualquier información adicional o dudas, serán atendidas al momento de entregar este formulario en nuestros Centros de Servicio de Atención al Cliente. Para verificar el avance de su proyecto puede comunicarse a Teleservicio 2277-7000 o escribir al buzón consultas@eegsa.net</small>	Croquis o Plano de ubicación: <input type="checkbox"/>
1. Datos generales del solicitante:	Yo _____ con No. CCI _____ he verificado que la información anterior es verdadera por lo que, al momento que Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A. verifique o contrario, libero a EEGSA de todo compromiso adquirido con relación al servicio solicitado. Firma del solicitante _____ Guatemala _____ de _____ de _____
Nombre del propietario, representante legal o alcalde(en caso empresas o municipalidades): _____	NOTA: El costo preliminar será entregado en 20 días, a partir de la fecha de recepción de la solicitud
Razón social de la empresa o entidad: _____	Croquis de Ubicación del Lugar en donde desea la variante
Dirección: _____	
Municipio: _____ Departamento: _____	
Teléfono: _____ Fax: _____	
Correo Electrónico: _____	
2. Datos del lugar en el que necesita la variante:	
Dirección: _____	
Aldea: _____ Colonia: _____ Caserío: _____	
Municipio: _____ Departamento: _____	
3. No. de contador (si en el lugar hay servicio de energía eléctrica): _____	
4. Para variantes a la red en propiedad privada, indicar los siguientes datos del lugar en el que están ubicadas las instalaciones eléctricas:	
Finca: _____ Folio: _____ Libro: _____	
5. Anotar el número de poste o postes de la solicitud:	
Poste 1 _____ Poste 2 _____ Poste 3 _____ Poste 4 _____	
6. Variante solicitada:	
Traslado de ancla: _____ Traslado de poste: _____ Traslado de líneas: _____ Otros _____	
Construcción obstaculiza: _____	
Distribución Gratuita	<small>Para mayor información comuníquese a Teleservicio 2277-7000 Consultas@eegsa.net www.eegsa.com</small>

Fuente: EEGSA.

Anexo 2. Normativa de construcción


Fundado en 1880

Centro América

ANO OFICIAL DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA, C.A.

Director General: Néctor Salvatierra www.dca.gob.gt

PUBLICACIONES VARIAS



**MUNICIPALIDAD DE AMATITLÁN,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Acuérdose emitir el siguiente: **REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN, URBANISMO Y ORNATO PARA EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**

LA INFRASCrita SECRETARIA MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE AMATITLÁN DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

CERTIFICA

QUE EN EL LIBRO DE HOJAS MOVILES NUMERO L DOS QUINCE MIL SEISCIENTOS DIECISIETE (L2 15,617) DE SESIONES DEL CONCEJO MUNICIPAL, SE ENCUENTRAN LAS ACTAS DE SESION EXTRAORDINARIAS NUMERO CINCUENTA GUIÓN DIECIOCHO GUIÓN CERO NUEVE GUIÓN DOS MIL DOCE (50-18-09-2012) CELEBRADA EL DIA DIECIOCHO DE SEPTIEMBRE DE DOS MIL DOCE Y EL ACTA CERO SIETE GUIÓN DIECINUEVE GUIÓN CERO DOS GUIÓN DOS MIL TRECE (07-19-02-2013) CELEBRADA EL DIA DIECINUEVE DE FEBRERO DE DOS MIL TRECE, Y QUE CONTIENEN ANALISIS Y APROBACION DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCION, URBANISMO Y ORNATO PARA EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA Y MODIFICACIONES A DICHO REGLAMENTO QUE DISEN.

ACUERDAN: 1) Aprobar el Reglamento de Construcción, Urbanismo y Ornato para el Municipio de Amatitlán, del Departamento de Guatemala, que literalmente dice:

EL CONCEJO MUNICIPAL DE AMATITLÁN

CONSIDERANDO:

Que por mandato Constitucional, los municipios de la República de Guatemala, son instituciones autónomas, correspondiéndoles entre otras funciones la de atender los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción y el cumplimiento de sus fines propios.

CONSIDERANDO

Que corresponde con exclusividad al Concejo Municipal la elaboración, aprobación y ejecución de Reglamento y ordenanzas de urbanismo.

CONSIDERANDO.

Que la obtención y captación de recursos para el fortalecimiento económico y desarrollo del municipio, y para poder realizar las obras y prestar los servicios que se necesitan, debe ajustarse a las necesidades de la Municipalidad y a las posibilidades del vecindario, teniendo siempre en cuenta el principio de legalidad, que descansa fundamentalmente, sobre la equidad y justicia tributaria.

PORTANTO

Con base en lo considerado y en lo que para el efecto preceptúan los artículos 254,255, de la Constitución Política de la República de Guatemala; y los artículos 3,4,33, 35 Reformado por el Artículo 7, del Decreto 22-2010; 42, 100, 101,106 y 147 del Decreto número 12-2002 Código Municipal; 1, 2 del Decreto 14-2012, y artículo 1º. Del Decreto 1427 todos del Congreso de la República de Guatemala, Ley de Parcelamientos Urbanos.

ACUERDA:

Emitir el siguiente:

2 Guatemala, MIÉRCOLES 29 de mayo 2013 DIARIO de C

TITULO I
DISPOSICIONES GENERALES
CAPITULO I
GENERALIDADES

Artículo 1. Este Reglamento rige todas las actividades de excavación, movimiento de tierras, corte de base, sub base, terracería, nivelación, composición de terreno, lotificaciones, parcelamientos, urbanizaciones y cualquier otra forma de desarrollo urbano o rural, incluyendo la instalación de antenas y/o postes que amigüen señal de telefonía e internet, construcción de casetas para equipo de telefonía y/o cabinos telefónicos; así como muros perimetrales, construcciones, empalmes, modificación, reparación, cambio de uso, cambio de lote, cambio de demarcación de toda edificación en el municipio de Amatitlán.

Artículo 2. Para los efectos de la interpretación del contenido de este reglamento se definen los siguientes conceptos:

a. **ACERA:** Es la sección de las vías públicas destinadas a la circulación de peatones(banqueta).

b. **ALINEACION MUNICIPAL:** a) En el plano horizontal, el límite entre la propiedad privada y la propiedad o posesión municipal destinada a calles, avenidas, parques, plazas y en general área de uso público; b) En el plano vertical, la alineación se extiende indefinidamente hacia arriba y hacia abajo a partir de la intersección con la superficie horizontal del terreno.

c. **ANCHO DE RODADURA:** Es la parte del ancho de vía, destinado a la circulación de vehículos y delimitado por los bordillos y/o banquetas.

d. **ARRIATE:** Es la parte de la acera destinada a la separación del tránsito vehicular del peatonal, o la separación del tránsito peatonal de las viviendas. (Mínimo 50 cm de ancho)

e. **ARRIATE CENTRAL:** También denominado camallón central y es el área destinada a la separación del tránsito vehicular de una vía a otra. Esta se ubica principalmente en bulevares o calles principales.

f. **AREA FACTIBLE DE URBANIZACIÓN:** Es aquella que tiene características topográficas adecuadas, que tiene potencial y vocación para el desarrollo urbano, debido a las posibilidades de dotación de servicios públicos y de infraestructura.

g. **LICENCIA MUNICIPAL POR CONSTRUCCION:** Es el permiso que la municipalidad otorga para la realización de actividades de excavación, movimiento de tierras, corte de base, sub base, terracería, composición de terreno, nivelación; así como la construcción, ampliación, modificación, reparación, cambio de uso, cambio de techo, demolición de edificaciones e instalación de antenas y/o postes que amigüen señal de telefonía e internet, construcción de casetas para equipo de telefonía.

h. **BORDILLO:** Es el borde de concreto, piedra u otro material que delimita el ancho de rodamiento con la acera de una vía vehicular. (20 cm de alto x 10 cm de ancho, mínimo)

i. **COLINDANCIA:** La línea común que define al límite entre un lote y otro, o entre un lote y la vía pública.

j. **COMISIÓN:** Comisión de Servicios, Infraestructura, Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Vivienda del Concejo Municipal.

k. **CONSTRUCTO:** La persona responsable de la ejecución de los trabajos que se definen en la solicitud de licencia para lo cual deberá ser un profesional colegiado activo de Ingeniería Civil, Arquitectura o cualesquiera otras afines a la construcción.

l. **DEPARTAMENTO:** Departamento de Obras y Drenajes.

m. **GABARITOS:** Se entenderá por gabaritos el perfil límite de una vía de circulación, compuesto por la circulación peatonal o acera, la circulación vehicular y las franjas verdes tales como arriates y camallones centrales.

n. **INDICE DE CONSTRUCCION:** Relación existente entre el área construída y el área del predio, excluyendo azoteas, patios, sótanos y jardines.

o. **INDICE DE OCUPACION:** Relación del área cubierta sobre el área del predio.

p. **MOJONES:** Se entenderá por mojones, la señal permanente puesta para fijar los límites que definen el límite de un terreno.

q. **LINEA DE FACHADA:** Se entenderá por línea de fachada, el límite hasta el cual pueden llegar exteriormente una edificación hacia calles, avenidas, parques, plazas y en general áreas de uso público. No se incluyen muros perimetrales.

r. **LICENCIA MUNICIPAL O AUTORIZACION DE URBANIZACION:** Es la autorización que la municipalidad otorga a las lotificaciones, parcelamientos, urbanizaciones o cualquier otra forma de desarrollo urbano o rural que pretenda realizar o realicen el Estado o sus entidades o instituciones autónomas y descentralizadas, así como personas individuales o jurídicas.

s. **RETRO:** Se entenderá como retro, la distancia libre entre la alineación municipal y la línea de fachada cuando éstas no coinciden.

t. **URBANIZACION:** Es la habilitación, renovación o readecuación de inmuebles mediante dotación de infraestructura, servicios públicos y equipamiento urbano, para usos residenciales en proyectos unifamiliares, multifamiliares, comarcial, mixto y de otra índole.

u. **LOTIFICACION:** Tipo de urbanización que consiste en el fraccionamiento de un terreno en más de cinco lotes, incluyendo la línea matriz, con apertura de nuevas calles o servidumbres de paso. En casos especiales que no tengan apertura de nuevas calles o servidumbres de paso, pero que En casos especiales que no tengan apertura de nuevas calles o servidumbres de paso, pero que sean más de cinco lotes, el Departamento deberá verificar la corteza de la prestación de los servicios básicos que apliquen.

v. **ZONA INDUSTRIAL:** Comprende los áreas o zonas en las que se utilicen construcciones en las que se realicen actividades de carácter industrial (transformación de materia prima a producto final, bodegas de almacenamiento)

w. **MUNICIPALIDAD:** Municipalidad de Amatitlán.

x. **OCHAVO:** Se entenderá por ochavo, la línea que se le fije a los terrenos de esquina, este puede ser recto o curvo según sea el interior el ochavo final debe tener una dimensión o longitud de dos metros (2.00 metros) mínimo. el ochavo radial o curvo debe tener un radio de tres metros (3.00 metros) mínimo.

y. **PROPIETARIO:** Persona individual o jurídica, entidad o institución a cuyo nombre esté inscrita la finca urbana o rural o que cuente con justo título que pruebe la posesión.

z. **RASANTE:** Línea de una calle o camino considerada en su inclinación o paralelismo respecto al plano horizontal.

Fuente: Oficina de planificación, Municipalidad de Amatitlán

Continuación anexo 2.

CENTRO AMÉRICA	NÚMERO 12
<p>as. RÉGIMEN DE CONDOMINIO: Tipo de urbanización en la cual existen viviendas o lotes individuales, con áreas comunes que pertenecen a los propietarios en forma alícuota al número total de viviendas o lotes, es decir en copropiedad.</p> <p>bb. SUPERVISOR MUNICIPAL. <i>Para ser nombrado supervisor municipal, el interesado debe acreditar a los señores apostrofa y cumplir con los requerimientos de este Reglamento y de las ordenanzas municipales.</i></p> <p>cc. VIA PÚBLICA: Todo espacio de uso común destinado al libre tránsito vehicular o peatonal y que previene condiciones de ventilación, iluminación, aislamiento y seguridad a las edificaciones o predios que la limita, así como aljar obras y servicios de carácter público.</p> <p>Artículo 3. Para los efectos de este reglamento las edificaciones se clasifican en:</p> <p>3.1. Por su uso o destino:</p> <p>3.1.1 Edificaciones para vivienda unifamiliar y multifamiliar.</p> <p>3.1.2 Edificaciones Comerciales, Bienes y servicios (gasolineras, tienda de conveniencia, supermercados, locales comerciales, restaurantes, discotecas, y toda edificación que tenga como fin realizar actividad comercial).</p> <p>3.1.3 Edificaciones Industriales.</p> <p>3.1.4 Edificaciones de uso Misto. (Vivienda y comercio)</p> <p>3.1.5 Edificaciones Agropecuarias.</p> <p>3.1.6 Edificaciones Recreativas.</p> <p>3.2. Por su localización:</p> <p>3.2.1 Edificaciones Urbanas.</p> <p>3.2.2 Edificaciones Sub-urbanas.</p> <p>3.2.3 Edificaciones Rurales.</p> <p>3.3. Por su Duración:</p> <p>3.3.1 Permanentes.</p> <p>3.3.2 Temporales.</p>	<p>NÚMERO 12</p> <p>DIARIO DE CENTRO</p> <p>TÍTULO II</p> <p>LICENCIA MUNICIPAL POR CONSTRUCCIÓN Y LICENCIA O AUTORIZACIÓN MUNICIPAL DE URBANIZACIÓN</p> <p>CAPÍTULO I</p> <p>URBANIZACIÓN</p> <p>Artículo 14. Previo a iniciar cualquier actividad de excavación, movimiento de tierras, corte de base, sub base, laterales, nivelación, compactación de terreno, construcciones de todo tipo, incluyendo la instalación de antenas y/o postes que amplifiquen señal de telefonía o internet, construcción de casetas para equipo de telefonía y cabinas telefónicas instaladas en la vía pública; así como muros perimetrales, construcciones, ampliación, modificación, reparación, cambio de negro y pluviales; se debe contar con la licencia municipal por construcción correspondiente. Las licencias, permisos, autorizaciones y cualquier otra forma de desarrollo urbano o rural que pretenda realizar o realizar el Estado o sus entidades o instituciones autónomas y descentralizadas, así como personas individuales o jurídicas, deberán contar con licencia o autorización municipal de urbanización.</p> <p>Artículo 15. Se exceptúan de las exigencias contenidas en el artículo anterior, las obras de carácter ligero o acabados finales, entre las que se mencionan: Retoques, repellos en general, arreglo de ceras, pintura en general, puertas, ventanas, cielos, molduras y en todos aquellos elementos decorativos, tratamientos superficiales y toda actividad en la que no se afecte el aspecto exterior o fachadas de construcciones existentes, así como la distribución, el uso y los elementos estructurales de la edificación.</p> <p>Artículo 16. Las licencias, permisos y autorizaciones deben ser autorizadas por el Concejo Municipal, previo dictamen favorable de la Comisión de Servicios, Infraestructura, Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Vivienda, los que deberán estar sujetos a los requerimientos técnicos mínimos contenidos en este Reglamento y de acuerdo con las leyes vigentes en el país. Así mismo deben ser revisados, y analizados, previa emisión del dictamen técnico del Departamento de Obras y Drenajes, u otro departamento o Dirección que deba intervenir, según sea el caso, en la cual se cumplimiento de todos los requerimientos de la presente normativa y las aplicables a las leyes vigentes.</p> <p>Artículo 17. Cuando la solicitud se refiera a una demolición, excavación, movimiento de tierras o cualquier otro que genere desechos, deberá incluirse a los requisitos descritos en este Reglamento, una indicación de los lugares donde se depositarán los desechos para que el propietario presente un acta notarial bajo juramento en la cual se comprometa a demoler el edificio cuando la autoridad competente se lo requiera, y el compromiso de no requerir a la Municipalidad indemnización alguna a causa de la demolición de la construcción afectada.</p> <p>Artículo 18. DERECHO DE VIA. Para los efectos del cumplimiento de lo requerido por el artículo 148 del Código Municipal, Decreto 12-2002 del Congreso de la República, las edificaciones que se edificarán, menor de cuarenta metros en las carreteras de primera categoría y de veintidós metros en carreteras de segunda categoría, el Departamento podrá autorizarlas siempre que el edificio cuando la autoridad competente se lo requiera, y el compromiso de no requerir a la Municipalidad indemnización alguna a causa de la demolición de la construcción afectada.</p> <p>En lo que respecta a urbanizaciones, no se autorizará ningún tipo de edificación, plantas de tratamiento, pozos de absorción, pozos o depósitos de agua potable, en las distancias antes indicadas, excepto muros perimetrales. En todo caso, las responsabilidades por las ciudades edificaciones corren por cuenta del propietario.</p> <p>Artículo 19. La licencia municipal por construcción extendida por el Departamento, no prejuicia sobre la propiedad del inmueble.</p>
<p>CAPÍTULO II</p> <p>DE LOS RESPONSABLES EN LA EJECUCIÓN DE UNA OBRA</p> <p>Artículo 4. La planificación y ejecución de cualquier actividad de urbanización, licitación, movimiento de tierras, construcción, ampliación, remodelación, reparación, demolición, perforación de tubería, instalación de sistemas de telecomunicaciones, construcción de casetas para equipo ingeniero civil que hayan firmado los respectivos documentos, cuando estando que la licencia le corresponde al propietario, siendo responsable solidariamente con el planificador y el ejecutor.</p> <p>Artículo 5. El planificador, ejecutor y propietario, se sujetarán en todo lo dispuesto por este Reglamento, a las ordenanzas municipales, y a las condiciones en que se extiende la licencia planificador o el ejecutor, están obligados a concurrir al Departamento de Obras, al ser citados para tratar asuntos que se refieren al proyecto.</p> <p>Artículo 6. El planificador, el ejecutor y el propietario son responsables solidariamente de reparar los daños que se originen en aceras, pavimento de calles, desagües, alcantarillas o otras construcciones de uso público o privado sin perjuicio de indemnizar por los daños causados.</p> <p>Artículo 7. Por ningún motivo podrá negarse al acceso a una obra a los inspectores o supervisores municipales, debidamente identificados, dentro de los horarios de trabajo de la construcción, la presente disposición incluye el paso sin ningún tipo de limitantes en garitas propiedad de Colonias, instituciones, condominios, urbanizaciones o residenciales.</p> <p>Artículo 8. La licencia municipal por construcción extendida por el departamento de obras y drenajes, deberá mantenerse siempre en el proyecto en un lugar visible.</p>	<p>CAPÍTULO II</p> <p>REQUERIMIENTOS PARA OBTENCIÓN DE LICENCIA MUNICIPAL POR CONSTRUCCIÓN.</p> <p>Artículo 20. Previo al trámite de la autorización municipal para construcción, excavación, movimiento de tierras, así como la construcción de todo tipo de elementos de telecomunicaciones, incluyendo la instalación de antenas y/o postes que amplifiquen señal de telefonía o internet, construcción de casetas para equipo de telefonía, muros perimetrales, ampliación, modificación, cambio de negro y pluviales, la determinación de la alineación, línea de fachada con su altura máxima permisible, ochavo (si hubiera) y la codificación numérica de acuerdo a la nomenclatura existente.</p> <p>Artículo 21. El Departamento aceptará las solicitudes que cumplan con los requisitos siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> Formulario proporcionado por la Municipalidad de Amatitlán, debidamente firmado por el propietario del inmueble o representante legal en caso de personas jurídicas. Boleto de ornato extendido por la Municipalidad de Amatitlán del propietario, representante legal, y/o conductores del inmueble. Copia de cédula de vecindad del propietario, representante legal, en caso de conductores presentar copia de todos los propietarios. Fotocopia del recibo de pago del último trimestre del Impuesto Único Sobre Inmuebles (IUSI). Numero de nomenclatura urbana afiancée, extendida por la municipalidad. Plano de localización y ubicación del inmueble. <p>g. Planificación completa que contenga los siguientes planos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Planta amoblada Planta acotada Planta de cimentación y estructuras, columnas, vigas, y losas Planta de instalaciones eléctricas (fuerza e iluminación) Planta de acobados Planta de instalaciones especiales Elevaciones y secciones Solvencia Municipal de la propiedad. <p>h. Presentar cualquiera de los siguientes documentos:</p>
<p>CAPÍTULO III</p> <p>DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DRENAJES.</p> <p>Artículo 9. El departamento de obras y drenajes tendrá la asesoría permanente de la Dirección Municipal de Planificación, con la asistencia de técnicos, asesores y consultores que sean necesarios para que ejecución, control y supervisión todas las funciones que en este Reglamento se señalan a cargo de la Municipalidad.</p> <p>Artículo 10. El Departamento de Obras y Drenajes, es el encargado de velar por el cumplimiento de las ordenanzas municipales, y el Juzgado de Asuntos Municipales de la aplicación de las sanciones o multas contempladas en sus disposiciones.</p> <p>Artículo 11. El Departamento de Obras y Drenajes es el encargado de extender la licencia municipal por construcción, otorgando un número de registro para su control, número que deberá ser colocado en un lugar visible de la obra.</p> <p>Artículo 12. El Departamento de Obras y Drenajes, se abstendrá de recibir las solicitudes para la licencia municipal por construcción; así como las solicitudes de licencia o autorización municipal de ZI del presente reglamento, el Departamento sometará a revisión y análisis el expediente por la completitud del proyecto requerido de un mayor análisis, dicho periodo será mayor al anteriormente indicado, así como en los casos en los que se requiera realizar correcciones, exigidas se extenderá la autorización correspondiente, previo pago de la tasa municipal, arbitros o impuestos de ley. En el caso de las licencias, permisos y autorizaciones, las licencias respectivas serán otorgadas por el Concejo Municipal de conformidad con la ley y a su infraestructura, Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Vivienda, así como el Departamento de Obras y Drenajes, y/o otro departamento o Dirección que deba intervenir, según sea el caso, para dar cumplimiento a todos los requerimientos de la presente normativa y las aplicables a las leyes vigentes.</p> <p>Artículo 13. El Juzgado de Asuntos Municipales o requerimiento del Departamento de Obras y Drenajes, suspenderá de inmediato la obra, y detendrá las sanciones respectivas, cuando se realice construcción sin autorización o incumplida con lo establecido en el presente reglamento.</p>	<p>Artículo 14. Previo a iniciar cualquier actividad de excavación, movimiento de tierras, corte de base, sub base, laterales, nivelación, compactación de terreno, construcciones de todo tipo, incluyendo la instalación de antenas y/o postes que amplifiquen señal de telefonía o internet, construcción de casetas para equipo de telefonía y cabinas telefónicas instaladas en la vía pública; así como muros perimetrales, construcciones, ampliación, modificación, reparación, cambio de negro y pluviales; se debe contar con la licencia municipal por construcción correspondiente. Las licencias, permisos, autorizaciones y cualquier otra forma de desarrollo urbano o rural que pretenda realizar o realizar el Estado o sus entidades o instituciones autónomas y descentralizadas, así como personas individuales o jurídicas, deberán contar con licencia o autorización municipal de urbanización.</p> <p>Artículo 15. Se exceptúan de las exigencias contenidas en el artículo anterior, las obras de carácter ligero o acabados finales, entre las que se mencionan: Retoques, repellos en general, arreglo de ceras, pintura en general, puertas, ventanas, cielos, molduras y en todos aquellos elementos decorativos, tratamientos superficiales y toda actividad en la que no se afecte el aspecto exterior o fachadas de construcciones existentes, así como la distribución, el uso y los elementos estructurales de la edificación.</p> <p>Artículo 16. Las licencias, permisos y autorizaciones deben ser autorizadas por el Concejo Municipal, previo dictamen favorable de la Comisión de Servicios, Infraestructura, Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Vivienda, los que deberán estar sujetos a los requerimientos técnicos mínimos contenidos en este Reglamento y de acuerdo con las leyes vigentes en el país. Así mismo deben ser revisados, y analizados, previa emisión del dictamen técnico del Departamento de Obras y Drenajes, u otro departamento o Dirección que deba intervenir, según sea el caso, en la cual se cumplimiento de todos los requerimientos de la presente normativa y las aplicables a las leyes vigentes.</p> <p>Artículo 17. Cuando la solicitud se refiera a una demolición, excavación, movimiento de tierras o cualquier otro que genere desechos, deberá incluirse a los requisitos descritos en este Reglamento, una indicación de los lugares donde se depositarán los desechos para que el propietario presente un acta notarial bajo juramento en la cual se comprometa a demoler el edificio cuando la autoridad competente se lo requiera, y el compromiso de no requerir a la Municipalidad indemnización alguna a causa de la demolición de la construcción afectada.</p> <p>Artículo 18. DERECHO DE VIA. Para los efectos del cumplimiento de lo requerido por el artículo 148 del Código Municipal, Decreto 12-2002 del Congreso de la República, las edificaciones que se edificarán, menor de cuarenta metros en las carreteras de primera categoría y de veintidós metros en carreteras de segunda categoría, el Departamento podrá autorizarlas siempre que el edificio cuando la autoridad competente se lo requiera, y el compromiso de no requerir a la Municipalidad indemnización alguna a causa de la demolición de la construcción afectada.</p> <p>En lo que respecta a urbanizaciones, no se autorizará ningún tipo de edificación, plantas de tratamiento, pozos de absorción, pozos o depósitos de agua potable, en las distancias antes indicadas, excepto muros perimetrales. En todo caso, las responsabilidades por las ciudades edificaciones corren por cuenta del propietario.</p> <p>Artículo 19. La licencia municipal por construcción extendida por el Departamento, no prejuicia sobre la propiedad del inmueble.</p>

Fuente: Oficina de planificación, Municipalidad de Amatitlán

Continuación anexo 2.

1.1. Copie simple del primer testimonio de la escritura pública con que se acredite la propiedad.

1.2. Certificación del Registro Central de la Dirección General de Catastro.

1.3. Declaración Jurada de la posesión del bien inmueble, cuando carezca de inscripción registral.

j. adjuntar dos juegos de copias holográficas

k. Resolución aprobada por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para las construcciones mayores de cuarenta y cinco (45) metros cuadrados, construcciones de uso comercial mayores de sesenta y cinco (65) metros cuadrados, hoteles, industria, instalación de antenas, lotificaciones, urbanizaciones, movimientos de tierra mayores de un mil (1,000) metros cúbicos de tierra.

En el caso de las de arboles, debe mediar autorización por parte del Instituto Nacional de Bosques- INAB, Consejo Nacional de Areas Protegidas y/o Municipalidad.

El Departamento de Obras y Drenajes, proporcionará a los interesados la información, urbanística y técnica necesaria para elaborar proyectos.

Artículo 22. En los casos urgentes de demolición o reparación que a juicio del Departamento de Obras y Drenajes de la Municipalidad, represente peligro para la integridad y seguridad de las personas, se podrá eximir temporariamente el cumplimiento de los requisitos que se establecen en este reglamento.

Artículo 23. En los casos referidos en el artículo anterior podrá extenderse licencia provisional y fijar plazo para el cumplimiento de las requisas establecidas. En todo caso se exigirá que comparezca el ejecutor como el responsable de la obra o el propietario del inmueble.

Artículo 24. La falta de gestión en el trámite de la solicitud durante dos meses a partir de la fecha de su presentación, será motivo para considerar su caducidad debiendo emitirse el expediente al archivo. Si los interesados desean realizar sus gestiones deberán presentar una nueva solicitud cumpliendo con todos los requisitos como primera gestión.

Artículo 25. Cualquier modificación o cambio en los planos originales aprobados en el trámite de licencia municipal de construcción, deberá ser previamente aprobado por el Departamento de Obras y Drenajes; y cuando ésto lo considere necesario, en el caso de cambios significativos en un proyecto, los interesados deberán iniciar un nuevo trámite para solicitar nueva licencia.

Artículo 26. La licencia municipal por construcción será concedida por un plazo de un (1) año, conforme a la duración probable en la ejecución de una obra. El plazo otorgado en la autorización municipal de construcción prescriba a formalización.

Artículo 27. Cuando prescriba el plazo autorizado de la licencia municipal por construcción y no se hayan completado los trabajos de la obra correspondiente, los interesados deberán solicitar por escrito la ampliación o renovación de la misma, previo a inspección de ésta, para verificar el cumplimiento de la licencia. En el caso de que exista ampliación de la edificación se aplicarán los pagos que correspondan según este reglamento.

Artículo 28. En caso de que los trabajos de una obra hayan iniciado sin obtención de la licencia municipal por construcción respectiva, el propietario de la misma deberá pagar multa, que será impuesta por el Jefe de Asuntos Municipales. Asimismo, en un plazo no mayor de cinco (5) días hábiles, deberá solicitar su licencia correspondiente. De igual forma se sancionará a quien efectúe cambios en la ejecución de la obra, entendiéndose por ésto, la construcción de un mayor número de metros cuadrados, requisitos de tierra, o cualquier otra forma que afecte o modifique lo estrictamente autorizado por la municipalidad.

Artículo 29. Cuando se trate de edificaciones no residenciales, se deberán detallar en los planos, las instalaciones propias de su actividad debiendo observarse las recomendaciones incluidas para edificaciones de uso no residencial que a juicio de la Municipalidad lo ameritan.

Artículo 30. Cuando se construya una planta alta sobre una edificación existente, la Municipalidad podrá requerir una copia de los planos de la misma y/o copia de la licencia municipal por construcción que ampare dichos trabajos, para las verificaciones que juzgue conveniente.

Artículo 30. Bis. Previo al otorgamiento de la licencia, el departamento de obras y drenajes deberá verificar en los planos respectivos el tipo de construcción, para establecer el uso del mismo, con el objeto de actualizar los servicios municipales y registros catastrales.

TÍTULO III DISPOSICIONES URBANÍSTICAS CAPÍTULO I

Artículo 31. Corresponde a la Municipalidad aprobar el ordenamiento y planificación urbana en todos sus aspectos, así como todo proyecto de lotificación, parcelamiento, urbanización o cualquier otra forma de desarrollo urbano, conforme se indica en el Código Municipal y de acuerdo a los requerimientos de la Ley de Parcelamientos Urbanos y la Ley preliminar de Urbanismo.

Artículo 32. Toda solicitud para proyecto de urbanización, lotificación o parcelamiento deberá adjuntar dos juegos de copias holográficas que incluyan planos topográficos, distribución de calles y lotes, de servicios públicos (todos de agua potable, canalización sanitario y pluvial), electricidad, planta de tratamiento, teléfonos previstos) ubicación del equipamiento comunitario y demás requisitos establecidos en normas municipales y leyes aplicables.

Artículo 33. Para todo proyecto de urbanización, deberán contar con la infraestructura básica siguiente:

- Sistema de alumbrado público
- Accesidades domiciliarias de energía eléctrica
- Sistema de vías vehiculares y peatonales
- Sistema de drenajes de agua de lluvia
- Pozos de absorción de aguas pluviales
- Sistema de abastecimiento de agua potable
- Canalización subterránea para el canalizado telefónico, televisión y cable
- Otros que de acuerdo al desarrollo urbanístico sean necesarios.

Para todo el ordenamiento indicado se deberá contemplar lo regulado en los Artículos del 142 al 148 del Código Municipal, Decreto 13-2002 del Congreso de la República.

Artículo 34. ENERGÍA ELÉCTRICA, ALUMBRADO PÚBLICO Y TELÉFONOS. En la referencia a energía eléctrica, alumbrado público y teléfonos, las urbanizaciones se adaptarán a los

disposiciones que para el efecto consideró la Comisión Nacional de Ciudadanía y para la instalación del servicio de teléfonos a la disposición por la Superintendencia de Telecomunicaciones y la empresa telefonista que brinde el servicio.

Artículo 35. SISTEMA DE VÍAS VEHICULARES Y PEATONALES. El sistema de vías de circulación internas de las urbanizaciones debe tomar en cuenta lo regulado en la ley y reglamento de tránsito.

Artículo 36. SISTEMA DE DRENAJES DE AGUAS PLUVIALES. Las urbanizaciones desarrollarán su propio sistema de drenajes de aguas pluviales con base en los requerimientos que del Departamento de Obras y Drenajes de la Municipalidad; debiendo tomar en cuenta los divendos técnicos, los normas y especificaciones de construcción sobre el tipo o sistema de tratamiento, los niveles de tratamiento y el establecimiento de procesos progresivos en la construcción de la planta en concordancia con el tipo de urbanización de que se trate. Tomando como normas básicas los parámetros mínimos y máximos que conforme a la legislación vigente sean exigidos para los desechos líquidos comerciales, municipales e industriales, así como cumplir con lo dispuesto por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en relación al estudio de impacto ambiental.

Artículo 37. SISTEMA DE DRENAJES DE AGUAS NEGRAS Y TRATAMIENTO. Las urbanizaciones, lotificaciones, parcelamientos y condominios, deben contar con un sistema de tratamiento de aguas negras, el cual es obligatorio y se realizará con base en los requerimientos del Departamento de Obras y Drenajes de la Municipalidad; debiendo tomar en cuenta los divendos técnicos, los normas y especificaciones de construcción sobre el tipo o sistema de tratamiento, los niveles de tratamiento y el establecimiento de procesos progresivos en la construcción de la planta en concordancia con el tipo de urbanización de que se trate. Tomando como normas básicas los parámetros mínimos y máximos que conforme a la legislación vigente sean exigidos para los desechos líquidos comerciales, municipales e industriales, así como cumplir con lo dispuesto por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en relación al estudio de impacto ambiental.

Artículo 38. INSTALACION DE AGUA POTABLE. En las lotificaciones y urbanizaciones la tubería del agua potable será distribuida en todos los lotes, y de preferencia, conformar redes de circuito cerrado dentro de las urbanizaciones. En todos los casos será el Departamento de Obras y Drenajes, y el Departamento de Aguas de la Municipalidad quienes aprobarán y determinen la fuente de agua y los aspectos técnicos de la red.

Artículo 39. ALINEACION DE LA CONSTRUCCION EN LAS URBANIZACIONES. Todos los tipos de urbanización están obligados a respetar líneas o alineación en la construcción dentro del lote. En las cruces de dos calles vehiculares las esquinas tendrán un ancho de 2.50 metros o más no menor de 3.00 metros, se entiende que sólo serán afectos a esta disposición las lotes de esquina, los cuales deberán mantener su área mínima de acuerdo al tipo de urbanización de que se trata.

Artículo 40. RETIRO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LAS URBANIZACIONES. Todos los tipos de urbanizaciones están obligados a respetar el retiro mínimo que indique el Departamento de obras y drenajes que será de la siguiente manera:

- Alinea: 3.00 metros lineales
- Colonias, Lotificaciones o residenciales: 5.00 metros lineales
- Condominios: 6.00 metros lineales

Estas disposiciones no aplican para las construcciones situadas en el área urbana del municipio

Artículo 41. La red de drenaje pluvial debe ser subterránea. En las urbanizaciones destinadas a vivienda de escasos recursos, podrá correr las aguas de lluvia superficialmente, sobre cuevas cuando se trate de pasadizos peatonales y sobre el centro de calles vehiculares y pavimentadas, hasta donde el volumen le permita a partir de lo cual tendrá que entubarse. En las casas en que las aguas de lluvia corran superficialmente sobre el centro de las calles vehiculares y pavimentadas, se permitirá que las aguas de lluvia provenientes de los lotes o viviendas sean evacuadas sobre la vía pública, siempre que se trate de barrios indios de la red de drenajes y que el área que sea designada esté conformada por el área del frente de la calle y el área de los lotes que dicho frente de calle sirva, no sobrepasando los tres mil (3,000) metros cuadrados de superficie. En ningún caso se conectarán a la red de drenajes de desechos sólidos.

Artículo 42. En todo proyecto de urbanización deberá prevalecer la recuperación de los manantiales fríos a través de la captación de los aguas de lluvia utilizando para ésto, los sistemas técnicos de filtración al subsuelo como son: los pozos de absorción.

Artículo 43. Todas las urbanizaciones destinarán un área específica para la instalación de planta o sistema de tratamiento de aguas negras, la cual será definida principalmente en función del mismo diseño de la planta y de acuerdo a lo que determine previamente en la autorización del Departamento de Obras y Drenajes de la Municipalidad, no deberá ubicarse en el área verde o recreativa.

Artículo 44. Todo proyecto de urbanización deberá respetar las recomendaciones y disposiciones que se relacionen con las políticas y programas de conservación, preservación, mejoramiento, prevención y regulación del medio ambiente, conforme a la legislación vigente.

CAPÍTULO II ÁREAS VERDES.

Artículo 45. Para los efectos de aplicación de éste capítulo, se entiende por áreas verdes todas aquellas áreas cuyo uso son jardines, plazoletas, parques y en general recreación en áreas abiertas.

Artículo 46. Las áreas verdes se clasifican en: área verde recreativa y área verde forestal. En las áreas verdes recreativas se realizan actividades recreativas al aire libre; y las áreas verdes forestales se usan generalmente para jardines y reforestación.

Artículo 47. Los arboles son parte del área de circulación (vías vehiculares y peatonales), por lo tanto no podrán cuantificarse para cumplir con el área verde.

Artículo 48. El área verde destinada para cada proyecto urbanístico no debe ser menor del 10% del área total del inmueble a urbanizar; sin embargo, dependiendo de las dimensiones de la urbanización, la cantidad asignada a dicha área podrá ser mayor, según la necesidad de uso común y servicios públicos.

CAPÍTULO III DE LAS DESMEMBRACIONES

Artículo 49. Toda desmembración de inmuebles ubicados dentro del Municipio de Amatitlán deberá ser autorizada por la Secretaría Municipal, para el efecto el propietario del inmueble deberá acompañar los documentos que se indican en el siguiente artículo, tomando como base las disposiciones de la Ley de Parcelamientos Urbanos, Decreto No. 1,427 del Congreso de la República, artículos 3 y 4.

Artículo 49 Bis. Cuando las desmembraciones en un mismo inmueble excedan de seis (6), serán otorgadas como lotificaciones o urbanizaciones, para lo cual el solicitante debe cumplir con los requisitos establecidos en el presente reglamento.

Artículo 50. Requisitos que deben contar la solicitud de Desmembración de bien inmueble

Fuente: Oficina de planificación, Municipalidad de Amatitlán

Continuación anexo 2.

ENTRO AMÉRICA NÚMERO 12

Dirigido al señor Alcalde Municipal,

teléfono), y Comprobador (dirección, números de cédula o DPI,

- Dirección exacta del inmueble a desmembrar.
- Nombres claros de colindancias y medidas.
- Número de finca, folio y libro de la finca matriz.
- Petición clara y precisa de la desmembración.

Artículo 51. Documentos que deben adjuntarse a la solicitud de desmembración:

- Fotocopia de cédula de vecindad completa o Documento Personal de Identificación (DPI), del propietario y comprador.
- Bolitas de ornato del propietario y comprador extendidas por la municipalidad de Amatitlán.
- Fotocopia del recibo de pago del Impuesto Único Sobre Inmuebles, IUSI correspondiente al último trimestre.
- Fotocopia de certificación reciente u hoja electrónica original extendida por el registro General de la Propiedad Inmueble, de la finca matriz y fotocopia simple del primer testimonio de la escritura pública de desmembración.
- Fotocopia del nombramiento del representante legal cuando se trate de personas jurídicas.
- Planos de la fracción a desmembrar; elaborados, firmados y sellados por Ingeniero Civil, Agrónomo o Arquitecto, colegiados activos.

Si no ningún concepto se aceptará, ni se dará trámite al expediente que no cumpla con los requisitos anteriores.

Presentado el expediente, el Secretario Municipal resolverá en un plazo no mayor de quince días hábiles. El pago de tasa municipal por concepto de desmembraciones se registra de acuerdo con el plan de tasas de la Municipalidad de Amatitlán.

CAPITULO IV
EDIFICACIONES DE USO INDUSTRIAL Y COMERCIAL

Artículo 52. Las planos de edificaciones para uso industrial, deberán detallar las instalaciones propias de la actividad que les corresponde. En caso dicha actividad produzca fumes de olor o contaminaciones que afecten el ambiente, deberán de especificar el sistema a usar para prevenir, mitigar o eliminar tales efectos. En esta sentido la municipalidad se reserva el derecho de autorizar o no las edificaciones especialmente por suaves de localización, no se permitirán en áreas residenciales o localizaciones con fines de viviendas.

Artículo 53. Las edificaciones de uso comercial tendrán uso restringido de acuerdo a lo que dictamine la Municipalidad en cuanto a su tipo y localización. Las mismas deberán de estar dotadas de las siguientes requerimientos:

Los locales destinados a cafeterías, restaurantes, bares, servicios de comida, deberán de disponer de una batería de servicios sanitarios para hombres y mujeres debidamente en paños y accionados, en igual forma deberá definirse el área de cocina, con iluminación y ventilación natural.

CAPITULO V
DE OTRAS EDIFICACIONES

Artículo 54. Las edificaciones destinadas a equipamientos de salud, deberán observar las especificaciones y recomendaciones dadas por la oficina competente del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Así mismo deberán de tomar en cuenta la extracción de sus desechos químicos y biológicos al servicio de extracción autorizado para tales efectos.

Artículo 55. Las edificaciones destinadas a equipamientos educativos, deberán observar las especificaciones y recomendaciones dadas por la unidad sectorial de Investigación y Planificación Educativa del Ministerio de Educación.

Artículo 56. Las edificaciones destinadas a equipamientos deportivos, deberán observar las recomendaciones y normas de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala, Ministerio de Cultura y Deporte e instituciones afines.

Artículo 57. Las gasolineras y toda edificación que incluye almacenamiento o depósitos de petróleo y sus derivados están sujetos a las disposiciones del Reglamento para Depósitos de Petróleo y sus derivados y a las disposiciones que para el efecto cuentan los Ministerios de: Ministerio de la Defensa Nacional, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (y) deberán de acudir a su solicitud del aval municipal para construcción la resoluciones emitidas por estos organismos.

TITULO IV
TABLA PROPUESTA COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Tipo	Descripción	Costo Unidad
1.	Edificio de uno o dos niveles	
	Hoteler	
	Oficinas	
	Locales Comerciales	
	Vivienda Multifamiliar	
2.	Clinicas Médicas	1,500.00 mts ²
	Edificios de Tres o más niveles	
	Estructura de concreto reforzado o de metal	
	Hoteler	
	Oficinas	
	Locales Comerciales	

NÚMERO 12 DIARIO de CENTR

Vivienda Multifamiliar

Edificios para almacenamiento

Edificios para Bodegas

Estructuras metálicas tipo marco rígido o armadura metálica sobre muros de carga, techo de lámina.

a. Un nivel con altura máxima de 6.00 mts. Q. 800.00 mts²

b. Un nivel con altura mayor de 6.00 mts. Q. 750.00 mts²

c. Dos o más niveles Q. 1,200.00 mts²

Edificios para instalaciones Industriales

Estructuras metálicas, armaduras de maderas, troncos o largueros, techo de lámina y muros de carga

a. Un nivel con altura máxima de 6.00 mts. Q. 700.00 mts²

b. Un nivel con altura mayor de 6.00 mts. Q. 800.00 mts²

c. Dos o más niveles Q. 1,200.00 mts²

Residencial Tipo I

Vivienda de Interés Social Exenta

Residencial Tipo II

Vivienda hasta 60 mts² Q. 500.00 mts²

Vivienda con área de 61 a 100 mts² Q. 700.00 mts²

Residencial Tipo III

Vivienda con área de 101 a 200 mts² Q. 1,200.00 mts²

Vivienda con área de 201 a 300 mts² Q. 1,500.00 mts²

Vivienda con área de 301 a 400 mts² Q. 1,750.00 mts²

Vivienda con área mayor a 400 mts² Q. 2,000.00 mts²

Urbanizaciones

Cada lote del proyecto:

Lotes hasta 120 mts² Q. 10,000.00

Lotes mayores de 120 mts² Q. 20,000.00

Excavaciones y/o movimientos de tierra Q. 50.00 mts²

Demolición Q. 50.00 mts²

Trabajos obra exterior

Jardinización

Fundición pavimentos de concreto

Asfalto

Estacionamientos privados sin cubierta Q. 200.00 mts²

Remodelaciones

Se aplica el 50% del costo correspondiente al tipo de edificación del que se trata por mts²

Cambio de uso

Se aplica el 50% del costo correspondiente al tipo de edificación del que se trata por mts²

Iglesias y entidades religiosas

Casas parroquiales

Seminarios religiosos

Aberques de entadas religiosas exentos

Centros Recreativos y/o Deportivos Q. 1,200.00 mts²

Parques y Plazas Q. 600.00 mts²

Edificios Escolares exentos

Gasolineras Q. 2,000.00 mts²

Se aplica en todo el área

Garitas Q. 1,500.00 mts²

Pasarelas privadas Q. 2,000.00 mts²

Torres de Telefonía

0 - 30 mts altura unidad Q. 200,000.00

31 - 60 mts altura unidad Q. 250,000.00

Fuente: Oficina de planificación, Municipalidad de Amatitlán

Continuación anexo 2.

6 Guatemala, MIÉRCOLES 29 de mayo 2013		DIARIO de C
	Vivienda con área de 201 a 300 mts. ²	4.5 %
	Vivienda con área de 301 a 400 mts. ²	4.5 %
	Vivienda con área mayor a 400 mts. ²	4.5 %
9.	Urbanizaciones	
	Lotés hasta 120 mts. ²	2%
	Lotés mayor de 120 mts. ²	4.5 %
10.	Excavaciones y/o movimientos de tierra	4.5 %
11.	Demolición	4.5 %
12.	Trabajos obra exterior	4.5 %
	Jardinización,	
	Fundición pavimentos de concreto,	
	Asfalto	
	Estacionamientos privados sin cubierta	4.5 %
13.	Remodelaciones	4.5 %
14.	Cambio de uso	4.5 %
15.	Iglesias y entidades religiosas	
	Casas parroquiales	
	Seminarios religiosos	
	Albergues de entidades religiosas	
	Eventos	
16.	Centros Recreativos y/o Deportivos	4.5 %
17.	Parques y Plazas	4.5 %
18.	Edificios Escolares	Exentos
19.	Gasolineras	4.5 %
20.	Garitas	4.5 %
21.	Pasarelas privadas	4.5 %
22.	Torres de Telefonía	4.5 %
	0 - 30 mts. altura	
	31 - 50 mts. altura	4.5 %
23.	Salón de uso múltiple	4.5 %
24.	Caseta para equipo de torres de telefonía	4.5 %
25.	Placinas	4.5 %
26.	Cisternas	4.5 %
27.	Portones para garitas	4.5 %
28.	Otras actividades de construcción	4.5 %
	Levantado de ladrillo	4.5 %
	Levantado de block	4.5 %
	Cubierta de lámina	4.5 %
	Cubierta de concreto	4.5 %
	Cambio de cubierta de lámina a lámina	4.5 %
	Estacionamientos:	
	a. Con cubierta de lámina	4.5 %
	b. Con cubierta de losa	4.5 %

Artículo 59. El costo de la licencia de excavación, demolición, construcción, remodelación, cambio de uso, urbanización, licitación y otros, se calculará de acuerdo a la Tercera de Costos y Tasas contenidas en el presente acuerdo.

Artículo 60. La Dirección Municipal de Planificación o el Departamento de Obras y Drenajes de la Municipalidad, tienen la obligación de vigilar, ordenar y supervisar todas las construcciones, ampliaciones, reparaciones, demoliciones de edificaciones y obras civiles en general que se ejecuten dentro de su jurisdicción; todo persona individual o jurídica que realice cualquiera de las actividades señaladas en este Reglamento, deberá hacer efectivo a favor de la Municipalidad en concepto de tasa municipal, por la contra prestación de los servicios de revisión y evaluación de los planos, supervisión e inspección en la construcción, emisión de licencia municipal y emisión de Licencia de Urbanización y/o Construcción; los montos conforme a las clasificaciones contenidas en el plan de tasas de la Municipalidad de Amatitlán.

Artículo 61. VIGENCIA DE LICENCIAS. Las licencias se extenderán a un plazo máximo de doce (12) meses.

Artículo 62. RENOVACIONES. La renovación de la licencia municipal por construcción, así como la licencia o autorización de Urbanización se registrará de la siguiente manera:

- Para la obtención de la primera renovación de Licencia o Autorización de Urbanización o la licencia municipal por construcción, la persona individual o jurídica deberá hacer efectivo el cincuenta por ciento (50%) del monto establecido por concepto de tasa de licencia o aval original y cincuenta por ciento (50%) de plazo en tiempo para la primera renovación.
- Para la obtención de segunda renovación de Licencia o Autorización de Urbanización o la licencia municipal por construcción, la persona individual o jurídica deberá hacer efectivo el veinticinco por ciento (25%) del monto establecido por concepto de tasa de licencia original y veinticinco por ciento (25%) de plazo en tiempo para la segunda renovación.

O AMÉRICA Guatemala, MIÉRCOLES 29 de mayo 2013		5
23.	Salón de uso múltiple	Q.1,500.00mts ²
24.	Caseta para equipo de torres de telefonía	
	Por unidad	Q.50,000.00
25.	Placinas	Q.1,200.00mts ²
26.	Cisternas	Q.1,000.00mts ²
27.	Portones para garitas	Q.800.00 mts ²
28.	Otras actividades de construcción	
	Levantado de ladrillo	Q.150.00 mts ²
	Levantado de block	Q.105.00 mts ²
	Muros prefabricados	Q.180.00 mts ²
	Cubierta de lámina	Q.170.00 mts ²
	Cubierta de concreto	Q.400.00 mts ²
	Cambio de cubierta de lámina a lámina	Q.200.00 mts ²
	Estacionamientos:	
	a. Con cubierta de lámina	Q.350.00 mts ²
	b. Con cubierta de losa	Q.500.00 mts ²

Artículo 58. El Departamento de Obras y Drenajes será el encargado de la aplicación de la tabla de costos de construcción a que se refiere el artículo anterior y a efectuar el cálculo y de extender la autorización municipal correspondiente de conformidad a las tasas por concepto de derechos de licencias municipales de excavación, demolición, construcción, remodelación, cambio de uso, urbanizaciones, licitaciones y otros, existentes en el Municipio de Amatitlán.

Tipo	Descripción	Tasa
1.	Edificio de uno o dos niveles	4.5 %
	Hotels	
	Oficinas	
	Locales Comerciales	
	Vivienda Multifamiliar	
	Clinicas Médicas	
2.	Edificios de dos o más niveles	4.5 %
	Estructura de concreto reforzado o de metal	
	Hotels	
	Oficinas	
	Locales Comerciales	
	Vivienda Multifamiliar	
	Clinicas Médicas	
3.	Edificios para estacionamiento	2%
4.	Sótanos	4.5 %
5.	Edificios de Bodegas	4.5%
	Estructuras metálicas tipo marco rígido o armadura metálica sobre muros de carga,	
	techo de lámina	
	a. Un nivel, con altura máxima de 6.00 mts.	4.5 %
	b. Un nivel con altura mayor de 6.00 mts.	4.5 %
	c. Dos o más niveles	4.5 %
6.	Edificios para Instalaciones Industriales	4.5 %
	Estructuras metálicas, armaduras de madera,	
	tendajes o largueros, techo de lámina y muros	
	de carga	4.5 %
	a. Un nivel con altura máxima de 6.00 mts.	4.5 %
	b. Un nivel con altura mayor de 6.00 mts.	4.5 %
	c. Dos o más niveles	4.5 %
7.	Residencial Tipo I	
	Vivienda de Interés Social	Exenta
8.	Residencial Tipo II	
	Vivienda hasta 60 mts. ²	2%
	Vivienda con área de 61 a 100 mts ²	3.0 %
	Residencial Tipo III	4.5%
	Vivienda con área de 101 a 200 mts. ²	4.5 %

Fuente: Oficina de planificación, Municipalidad de Amatitlán

Continuación anexo 2.

O AMÉRICA		Guatemala, MIÉRCOLES 29 de mayo 2013	5
23.	Salón de uso múltiple	Q.1,500.00mts²	
24.	Cemento para equipo de torres de telefonía		
	Por unidad:	Q.50,000.00	
25.	Piscinas	Q.1,200.00mts²	
26.	Cisternas	Q.1,000.00mts²	
27.	Portones para garitas	Q.600.00 mts²	
28.	Otras actividades de construcción		
	Levantado de ladrillo	Q.150.00 mts²	
	Levantado de block	Q.105.00 mts²	
	Muros prefabricados	Q.160.00 mts²	
	Cubierta de lámina	Q.170.00 mts²	
	Cubierta de concreto	Q.400.00 mts²	
	Cambio de cubierta de lámina a lámina	Q.200.00 mts²	
	Estacionamientos:		
	a. Con cubierta de lámina	Q.350.00 mts²	
	b. Con cubierta de losa	Q.500.00 mts²	
<p>Artículo 58. El Departamento de obras y drenajes será el encargado de la aplicación de la tabla de costos de construcción a que se refiere el artículo anterior y a efectuar el cálculo y de extender la autorización municipal correspondiente; de conformidad a las tasas por concepto de obras de licencias municipales de excavación, demolición, construcción, remodelación, cambio de uso, urbanizaciones, lotificaciones y otros, existentes en el Municipio de Amatitlán.</p>			
Tipo	Descripción	Tasa	
1.	Edificio de uno o dos niveles	4.5 %	
	Hotels		
	Oficinas		
	Locales Comerciales		
	Vivienda Multifamiliar		
	Clinicas Medicas		
2.	Edificios de dos o más niveles	4.5%	
	Estructura de concreto reforzado o de metal		
	Hotels		
	Oficinas		
	Locales Comerciales		
	Vivienda Multifamiliar		
	Clinicas Medicas		
3.	Edificios para estacionamiento	2%	
4.	Sótanos	4.5 %	
5.	Edificios de Bodegas	4.5%	
	Estructuras metálicas tipo marco rígido o armadura metálica sobre muros de carga.		
	techo de lámina		
	a. Un nivel, con altura máxima de 8.00 mts.	4.5 %	
	b. Un nivel con altura mayor de 8.00 mts.	4.5 %	
	c. Dos o más niveles	4.5 %	
6.	Edificios para instalaciones Industriales	4.5 %	
	Estructuras metálicas, armaduras de maderas, tendales o largueros, techo de lámina y muros de carga	4.5 %	
	a. Un nivel con altura máxima de 8.00 mts.	4.5 %	
	b. Un nivel con altura mayor de 8.00 mts.	4.5 %	
	c. Dos o más niveles	4.5 %	
7.	Residencial Tipo I		
	Vivienda de Interés Social	Exenta	
8.	Residencial Tipo II		
	Vivienda hasta 60 mts²	2%	
	Vivienda con áreas de 61 a 100 mts²	3.0 %	
	Residencial Tipo III	4.5%	
	Vivienda con áreas de 101 a 200 mts²	4.5%	

Fuente: Oficina de planificación, Municipalidad de Amatitlán

