



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO Y CÁLCULO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES EN BAJA
TENSIÓN CON BASE EN LA NOM-001-SEDE-2012

TRABAJO MONOGRÁFICO
PARA OBTENER EL GRADO DE
Ingeniero en Sistemas de Energía

PRESENTA

Edgar Josué Palomo Guzmán

SUPERVISORES

Dr. Emmanuel Torres Montalvo

Dr. Freddy Ignacio Chan Puc

M.P. Set Jubal Castillo Ávila

M.M. Jesús Orifiel Álvarez Ruiz

Dra. Edith Osorio de la Rosa





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO MONOGRÁFICO TITULADO

“Procedimiento para el diseño y cálculo de instalaciones eléctricas residenciales en baja tensión con base en la NOM-001-SEDE-2012”

ELABORADO POR

Edgar Josué Palomo Guzmán

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

Ingeniero en Sistemas de Energía

COMITÉ SUPERVISOR

SUPERVISOR:

Dr. Emmanuel Torres Montalvo

SUPERVISOR:

Dr. Freddy Ignacio Chan Puc

SUPERVISOR:

M.P. Set Jubal Castillo Ávila

SUPERVISOR SUPLENTE:

M.M. Jesús Orifiel Álvarez Ruiz

SUPERVISOR SUPLENTE:

Dra. Edith Osorio de la Rosa



DEDICATORIA.

A mis queridos padres y hermanos, y por supuesto a mis peques Cassie y Ritchie.

INTRODUCCIÓN

El suministro de energía eléctrica es imprescindible para realizar la mayoría de nuestras labores y actividades cotidianas, pues a diario hacemos uso de equipos electrodomésticos e industriales alimentados con energía proveniente de una instalación eléctrica ^{[1][2]}. Una instalación eléctrica se puede definir como el conjunto de elementos que permiten el transporte y distribución de energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan, por lo que, es de vital importancia que su diseño se realice correctamente ^[3].

El diseño de una instalación eléctrica se debe realizar siguiendo las especificaciones establecidas dentro de un marco legal conocido como normatividad, tales especificaciones tienen como objetivo el garantizar la calidad y el buen funcionamiento de la instalación eléctrica, así como también presentan medidas de seguridad para llevarla a cabo y protegerla, evitando daños en esta y en sus usuarios ^{[3][4]}.

En México, existen las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX) para regular la calidad tanto de los productos y servicios producidos en el país, como de los productos extranjeros comercializados en el territorio; las NOM son expedidas por Dependencias de la Administración Pública Federal y son de carácter obligatorio, mientras que las NMX son expedidas por la Secretaría de Economía (SE) u Organismos Nacionales de Normalización (ONN) y su cumplimiento es voluntario, a menos que, esté referida de forma explícita en una NOM ^{[4][5]}.

Actualmente, la NOM-001-SEDE-2012 – Instalaciones Eléctricas (Utilización) es la norma que rige todas las instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales en el país, así que es una responsabilidad primordial para toda persona que trabaje con instalaciones eléctricas, conocerla y saberla aplicar con la finalidad de realizar una instalación segura y funcional ^[4]. Aunque a veces entenderla resulta una tarea tediosa, principalmente para los principiantes en el ámbito normativo debido a su gran extensión y terminología técnica. Es por esta razón que en el presente trabajo se documenta el proceso completo de diseño y cálculo de una instalación residencial de dos pisos en baja tensión siguiendo las especificaciones plasmadas en la NOM-001-SEDE-2012, con lo que se pretende ofrecer una guía de fácil comprensión y de consulta rápida para la realización de trabajos similares en unidades de vivienda que cumplan con la NOM a fin de garantizar instalaciones eléctricas seguras.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CONTENIDO	2
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABLAS	11
OBJETIVOS	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos	12
RESUMEN	13
JUSTIFICACIÓN	14
CAPÍTULO 1. CONCEPTOS BÁSICOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.	15
1.1. Conceptos básicos de la electricidad.....	16
1.1.1. Electricidad.	16
1.1.2. Origen de la electricidad.	16
1.1.2.1. Átomo.	16
1.1.2.2. Corriente eléctrica.....	16
1.1.3. Conductores, semiconductores y aislamientos.	17
1.1.3.1. Conductores.	17
1.1.3.2. Aislantes.....	18
1.1.3.3. Semiconductores.....	19
1.1.4. Parámetros eléctricos.	20
1.1.4.1. Voltaje.....	20
1.1.4.2. Corriente directa y corriente alterna.	20
1.1.4.2.1. Corriente directa.....	20
1.1.4.2.2. Corriente alterna.....	21
1.1.4.3. Resistencia.	22
1.1.4.4. Ley de Ohm.....	22
1.1.4.5. Potencia, energía y pérdidas de energía.	23
1.1.4.5.1. Potencia.....	23
1.1.4.5.2. Pérdidas de energía.	23
1.1.4.5.3. Relación entre voltaje, corriente, resistencia y potencia.....	24

1.1.4.5.4. Energía.....	24
1.2. Conceptos básicos de circuitos eléctricos.....	25
1.2.1. Partes de un circuito eléctrico.....	25
1.2.2. Leyes de Kirchoff.....	26
1.2.2.1. Primera ley o ley de la conservación de la corriente.....	26
1.2.2.2. Segunda ley o ley de la conservación de la tensión.....	26
1.2.3. Circuitos en serie.....	27
1.2.4. Circuitos en paralelo.....	28
1.2.5. Caída de tensión.....	29
1.2.6. Sobrecorrientes.....	30
CAPÍTULO 2. NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN). 32	
2.1. Objetivo, campo de aplicación y referencias.....	33
2.1.1. Objetivo.....	33
2.1.2. Campo de aplicación.....	33
2.1.3. Referencias.....	34
2.2. Importancia de la NOM-001-SEDE-2012 en la seguridad de las instalaciones eléctricas. 34	
2.3. Principios fundamentales.....	45
2.3.1. Planeación de las instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales..	45
2.3.2. Características de la alimentación o alimentaciones disponibles.....	46
2.3.3. Cantidad de demanda.....	46
2.3.4. Calibre de los conductores.....	46
2.3.5. Tipo de alambrado y métodos de instalación.....	46
2.3.6. Protección para la seguridad.....	47
2.3.6.1. Protección contra choque eléctrico.....	47
2.3.6.1.1. Protección principal (protección contra contacto directo).....	47
2.3.6.1.2. Protección contra falla (protección contra contacto indirecto).....	47
2.3.6.2. Protección contra los efectos térmicos.....	48
2.3.6.3. Protección contra sobrecorriente.....	48
2.3.6.4. Protección contra las corrientes de falla.....	48
2.3.6.5. Protección contra disturbios de tensión y disposiciones contra influencias electromagnéticas.....	48
2.3.6.6. Protección contra interrupciones de la fuente de suministro.....	48
2.3.7. Interruptor de emergencia.....	49

2.3.8. Dispositivo de desconexión.	49
2.3.9. Prevención de las influencias mutuas.	49
2.3.10. Accesibilidad de los equipos eléctricos.	49
2.3.11. Proyecto eléctrico.....	49
2.4. Materiales y equipos aprobados.	49
2.5. Aspectos técnicos específicos del proyecto eléctrico a verificar.	50
2.5.1. Para instalaciones eléctricas con carga instalada menor a 100 kW.	50
2.5.2. Para instalaciones eléctricas con carga instalada igual o mayor a 100 kW.	51
2.6. Circuitos derivados.	53
2.6.1. Protección contra fallas a tierra.....	53
2.6.2. Circuitos derivados requeridos.	55
2.6.3. Protección contra arcos eléctricos (AFCI).....	56
2.6.4. Capacidad nominal de los circuitos derivados y sus salidas.....	57
2.6.4.1. Protección contra sobrecorriente.....	57
2.6.4.2. Carga máxima y capacidad nominal de los contactos.	58
2.6.4.3. Cargas permisibles en los circuitos derivados.	59
2.6.5. Salidas para contactos en unidades de vivienda.	60
2.6.6. Resumen de los requisitos para los circuitos derivados en unidades de vivienda.	65
2.6.7. Cálculos.....	66
2.6.7.1. Cálculo de cargas de circuitos derivados.	66
2.6.7.1.1. Cargas de alumbrado.....	66
2.6.7.1.1.1. Número mínimo de circuitos para alumbrado.	68
2.6.7.1.1.2. Carga para las salidas de contactos de uso general.....	68
2.6.7.1.1.2.1. Número máximo de contactos de uso general por circuito.....	69
2.6.7.2. Cálculo de la corriente nominal.	69
2.7. Cálculo de cargas de los alimentadores.	70
2.7.1. Protección contra sobrecorriente.....	70
2.7.2. Factores de demanda de las cargas de alumbrado.	71
2.7.3. Carga para aparatos eléctricos presentes en unidades de vivienda.	72
2.7.4. Balanceo de cargas.....	72
2.8. Conductores.	73
2.8.1. Ampacidad.	73

2.8.1.1. Limitaciones por temperatura admisible.....	73
2.8.1.2. Factores que afectan la ampacidad.	76
2.8.1.2.1. Factor de carga continua.	76
2.8.1.2.2. Factor de temperatura ambiente.....	77
2.8.1.2.3. Factor de agrupamiento.....	78
2.8.1.2.4. Ajuste por incidencia solar.....	78
2.8.1.3. Corriente corregida.	79
2.8.2. Caída de tensión.....	79
2.8.3. Conductor de puesta a tierra.	83
2.9. Motores.	84
2.9.1. Corriente a plena carga.	84
2.9.2. Conductores para circuitos de un solo motor.....	85
2.9.3. Capacidad nominal o ajuste.	85
2.10. Canalizaciones.	86
2.10.1. Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC.....	86
2.10.1.1. Usos permitidos.	87
2.10.1.2. Usos no permitidos.	88
2.10.2. Tubo conduit de polietileno.	89
2.10.2.1. Usos permitidos.	89
2.10.2.2. Usos no permitidos.	89
2.10.3. Cálculo de canalizaciones.	90
CAPÍTULO 3. ESTUDIO TÉCNICO DEL DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE CHETUMAL, Q. ROO.	96
3.1. Descripción del proyecto.	97
3.2. Memoria de cálculo.....	98
3.2.1. Carga máxima para los circuitos derivados.	98
3.2.1.1. Circuitos derivados de 15A.....	98
3.2.1.2. Circuitos derivados de 20A.....	98
3.2.2. Cálculos de los circuitos derivados.....	99
3.2.2.1. Circuito C-1 “Iluminación planta baja”.	99
3.2.2.1.1. Calibre de los conductores.	99
3.2.2.1.2. Protección contra sobrecorriente.....	100
3.2.2.1.3. Conductor de puesta a tierra.	100

3.2.2.1.4. Área de los conductores.....	100
3.2.2.2. Cálculos circuito C-2 “Iluminación planta alta”.....	100
3.2.2.2.1. Calibre de los conductores.....	100
3.2.2.2.2. Protección contra sobrecorriente.....	101
3.2.2.2.3. Conductor de puesta a tierra.....	102
3.2.2.2.4. Área de los conductores.....	102
3.2.2.3. Cálculos circuito C-3 “Iluminación cochera y jardines”.....	102
3.2.2.3.1. Calibre de los conductores.....	102
3.2.2.3.2. Protección contra sobrecorriente.....	103
3.2.2.3.3. Conductor de puesta a tierra.....	103
3.2.2.3.4. Área de los conductores.....	103
3.2.2.4. Cálculos circuito C-4 “Contactos estancia y cocina”.....	104
3.2.2.4.1. Calibre de los conductores.....	104
3.2.2.4.2. Protección contra sobrecorriente.....	105
3.2.2.4.3. Conductor de puesta a tierra.....	105
3.2.2.4.4. Área de los conductores.....	105
3.2.2.5. Cálculos circuito C-5 “Contacto horno de microondas”.....	105
3.2.2.5.1. Calibre de los conductores.....	105
3.2.2.5.2. Protección contra sobrecorriente.....	106
3.2.2.5.3. Conductor de puesta a tierra.....	106
3.2.2.5.4. Área de los conductores.....	107
3.2.2.6. Cálculos circuito C-6 “Contactos terrazas, comedor, mini bodega, ½ baño y vestíbulo”.....	107
3.2.2.6.1. Calibre de los conductores.....	107
3.2.2.6.2. Protección contra sobrecorriente.....	108
3.2.2.6.3. Conductor de puesta a tierra.....	108
3.2.2.6.4. Área de los conductores.....	108
3.2.2.7. Cálculos circuito C-7 “Contactos recamaras”.....	109
3.2.2.7.1. Calibre de los conductores.....	109
3.2.2.7.2. Protección contra sobrecorriente.....	110
3.2.2.7.3. Conductor de puesta a tierra.....	110
3.2.2.7.4. Área de los conductores.....	110
3.2.2.8. Cálculos circuito C-8 “Contactos lavandería”.....	110

3.2.2.8.1. Calibre de los conductores.	110
3.2.2.8.2. Protección contra sobrecorriente.....	111
3.2.2.8.3. Conductor de puesta a tierra.	112
3.2.2.8.4. Área de los conductores.	112
3.2.2.9. Cálculos circuito C-9 “Contactos baño recámara principal”.	112
3.2.2.9.1. Calibre de los conductores.	112
3.2.2.9.2. Protección contra sobrecorriente.....	113
3.2.2.9.3. Conductor de puesta a tierra.	113
3.2.2.9.4. Área de los conductores.	113
3.2.2.10. Cálculos circuito C-10 “Contacto baño compartido”.	114
3.2.2.10.1. Calibre de los conductores.	114
3.2.2.10.2. Protección contra sobrecorriente.....	115
3.2.2.10.3. Conductor de puesta a tierra.	115
3.2.2.10.4. Área de los conductores.	115
3.2.2.11. Cálculos circuito C-11 “Aire acondicionado recámara principal”.	115
3.2.2.11.1. Calibre de los conductores.	115
3.2.2.11.2. Protección contra sobrecorriente.....	116
3.2.2.11.3. Conductor de puesta a tierra.	117
3.2.2.11.4. Área de los conductores.	117
3.2.2.12. Cálculos circuito C-12 “Aire acondicionado recámara 1”.....	117
3.2.2.12.1. Calibre de los conductores.	117
3.2.2.12.2. Protección contra sobrecorriente.....	118
3.2.2.12.3. Conductor de puesta a tierra.	118
3.2.2.12.4. Área de los conductores.	118
3.2.2.13. Cálculos circuito C-13 “Aire acondicionado recámara 2”.....	118
3.2.2.13.1. Calibre de los conductores.	118
3.2.2.13.2. Protección contra sobrecorriente.....	119
3.2.2.13.3. Conductor de puesta a tierra.	120
3.2.2.13.4. Área de los conductores.	120
3.2.2.14. Cálculo circuito C-14 “Motobomba”.....	120
3.2.2.14.1. Calibre de los conductores.	120
3.2.2.14.2. Protección contra sobrecorriente.....	121

3.2.2.14.3. Conductor de puesta a tierra.	121
3.2.2.14.4. Área de los conductores.	121
3.2.3. Cálculos de las canalizaciones.	122
3.2.3.1. Canalización 1.	122
3.2.3.2. Canalización 2.	122
3.2.3.3. Canalización 3.	122
3.2.3.4. Canalización 4.	123
3.2.3.5. Canalización 5.	123
3.2.3.6. Canalización 6.	123
3.2.3.7. Canalización 7.	123
3.2.3.8. Canalización 8.	123
3.2.4. Cálculos de los alimentadores.	124
3.2.4.1. Calibre de los conductores.	124
3.2.4.2. Protección contra sobrecorriente.	125
3.2.4.3. Conductor puesto a tierra o neutro.	125
3.2.4.4. Conductor de puesta a tierra.	125
3.2.4.5. Canalización.	125
3.2.4.6. Balanceo de cargas.	126
3.3. Cuadro de cargas de la instalación eléctrica residencial.	127
3.4. Materiales y equipo eléctrico para la instalación.	128
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES.	138
ANEXO A.	140
REFERENCIAS.	146

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Estructura del átomo. Fuente [10].	16
Figura 1.2: Representación de carga eléctrica desplazándose por un conductor. Imagen re-editada de la fuente [11].	17
Figura 1.3: Conductor de cobre. Fuente [10].	18
Figura 1.4: Aisladores de porcelana en las torres de transmisión de potencia. Imagen re-editada de la fuente: www.alamy.com	19
Figura 1.5: Conexión de un voltmetro. Imagen re-editada de la fuente [12].	20
Figura 1.6: Gráfico de cc obtenido con osciloscopio. Imagen re-editada de la fuente [10].	21
Figura 1.7: Gráfico de ca con sus respectivas características. Fuente [10].	21
Figura 1.8: Diagrama de las relaciones entre los parámetros eléctricos básicos. Fuente [10].	24
Figura 1.9: Diagrama elemental de un circuito eléctrico simple. Imagen re-editada de la fuente [12].	25
Figura 1.20: Representación de la primera ley de Kirchoff. Imagen re-editada de la fuente [11].	26
Figura 1.13: Representación de la segunda ley de Kirchoff. Imagen re-editada de la fuente [11].	27
Figura 1.14: Resistencia total en conexiones en serie. Imagen re-editada de la fuente [12].	28
Figura 1.15: Voltaje y corriente en las conexiones en serie. Imagen re-editada de la fuente [12].	28
Figura 1.16: Corriente en las conexiones en paralelo. Imagen re-editada de la fuente [12].	29
Figura 2.1: Tubería de polietileno no adecuada para uso de forma expuesta.	35
Figura 2.2: Tablero sin los accesorios apropiados para conectar las tuberías.	35
Figura 2.3: Los conductores expuestos en el piso pueden causar accidentes que ponen en riesgo la integridad de las personas y la instalación.	36
Figura 2.4: Caja de conexiones sin la canalización y accesorios apropiados. Es importante instalar la caja de conexiones en un lugar adecuado para su manipulación.	36
Figura 2.5: Contacto sobrecargado. Fuente: www.pqs.pe	37
Figura 2.6: Incendio causado por sobrecargas en los circuitos de una IE. Fuente [6].	37
Figura 2.7: Centro de carga degradado de una IE sin mantenimiento. Fuente [6].	38
Figura 2.8: En las IE antiguas se puede encontrar con cables sueltos y hasta pelados, incluso contactos obsoletos.	38
Figura 2.9: El mantenimiento constante en las IE ayuda a conservarlas en óptimas condiciones.	39
Figura 2.10: Equipo y accesorios eléctricos desgastados. También se puede observar conductores pelados.	39
Figura 2.11: Señalamiento de seguridad puesto en un área potencialmente peligrosa. Fuente [6].	40
Figura 2.12: Contacto en zona húmeda sin protección de falla a tierra.	40
Figura 2.13: Motor no conectado al sistema de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	41

Figura 2.14: Electrodo de puesta a tierra instalado inadecuadamente; la varilla debería estar enterrada completamente, el sistema es independiente, por lo que no está interconectado al sistema de puesta a tierra principal, además es muy probable que no esté comprobado que el valor de la resistencia a tierra sea aceptable.	41
Figura 2.15: Interruptor principal instalado por personal no calificado; no tiene armazón que lo proteja, presenta cables pelados y sin canalización, además el conductor de puesta a tierra está conectado al interruptor lo que pone en riesgo a los usuarios.	42
Figura 2.16: Interruptor termomagnético instalado improvisadamente fuera de su caja de conexión, tampoco se ha conectado el conductor de puesta a tierra al gabinete, no hay canalización que proteja los conductores y no se ha respetado el código de colores para la identificación de conductores.	43
Figura 2.17: Modificaciones en el cableado efectuadas sin respetar el código de colores para su identificación, se presentan cables pelados y sin canalización.	43
Figura 2.18: Ampliaciones mal diseñadas, los conductores se encuentran colgando sin su debida canalización que los proteja.	44
Figura 2.19: Motor conectado a una instalación eléctrica inadecuadamente, se observa sobrecalentamiento en el contacto debido a que no es apto para dicha carga; el motor debería tener su propio circuito y ser controlado por un interruptor termomagnético.	44
Figura 2.20: El 40% de material eléctrico de baja tensión que se comercializa en México es pirata. Fuente: www.instalacioneselectricasresidenciales.blogspot.com	45
Figura 2.21: Tubo conduit de PVC. Fuente [26].	87
Figura 2.22: Tubo conduit de polietileno del tipo semirrígida-lisa. Fuente [26].	89
Figura 2.23: Tubo conduit de polietileno del tipo corrugado-flexible. Fuente [26].	89
Figura 3.1: Imagen satelital de la zona donde se ubica la residencia. Fuente: Google Maps.	97
Figura 3.2: Croquis de la zona donde se ubica la residencia. Fuente: Google Maps.	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1: Carga máxima conectada a un contacto por medio de un cordón y clavija. Extraída de la Tabla 210-21(b)(2) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	59
Tabla 2.2: Capacidad nominal de contactos en circuitos de varias capacidades. Extraída de la Tabla 210-21(b)(3) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	59
Tabla 2.3: Resumen requisitos para circuitos derivados.	65
Tabla 2.4: Cargas de alumbrado general por tipo del inmueble. Extraída de la Tabla 220-12 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	67
Tabla 2.5: Niveles de lux recomendados en las diferentes estancias de una vivienda. Fuente [22].	68
Tabla 2.6: Factores de demanda de cargas de alumbrado. Extraída de la Tabla 220-42 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	71
Tabla 2.7: Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C. Extraída de la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	74
Tabla 2.8: Factores de corrección basados en una temperatura ambiente de 30°C. Extraída de la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	77
Tabla 2.9: Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Extraída de la Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	78
Tabla 2.10: Ajustes a la temperatura ambiente para canalizaciones circulares expuestas a la luz solar en o por encima de azoteas. Extraída de la Tabla 310-15(b)(3)(c) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	79
Tabla 2.11: Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit. Extraída de la Tabla 9 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	81
Tabla 2.12: Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos. Extraída de la Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	83
Tabla 2.13: Corriente a plena carga de motores monofásicos de corriente alterna. Extraída de la Tabla 430-248 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	84
Tabla 2.14: Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos derivados de motores. Extraída de la Tabla 430-52 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	85
Tabla 2.15: Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos. Extraída de la Tabla 5 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	90
Tabla 2.16: Propiedades de los conductores. Extraída de la Tabla 8 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	94
Tabla 2.17: Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit rígido de PVC. Extraída de la Tabla 4 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16] .	95
Tabla 3.1: Distribución de los circuitos entre las fases de alimentación.	126
Tabla 3.2: Cuadro de cargas de la instalación eléctrica residencial.	127
Tabla 3.3: Lista de materiales y equipo eléctrico necesario en la instalación eléctrica residencial.	128

OBJETIVOS

Objetivo general

Documentar el diseño y cálculo de una instalación eléctrica residencial en baja tensión con base en la NOM-001-SEDE-2012.

Objetivos específicos

- Ubicar las salidas de alumbrado, receptáculos para refrigerador, hornos de microondas, aires acondicionados, bomba, y otros equipos.
- Determinar el número de circuitos derivados requeridos.
- Ubicar el centro de carga.
- Calcular los alimentadores.
- Calcular los circuitos derivados.
- Calcular protecciones eléctricas.
- Elaborar el cuadro de cargas.
- Elaborar lista de materiales y equipo utilizados.
- Elaborar el plano eléctrico.
- Elaborar el diagrama unifilar.
- Integrar memoria de cálculo.

RESUMEN

En este documento se presenta el diseño de una instalación eléctrica residencial trifásica en baja tensión cumpliendo con las estipulaciones de la NOM-001-SEDE-2012, principalmente siguiendo las instrucciones precisadas para unidades de vivienda debido a que esta es la parte que compete a este trabajo monográfico. Este trabajo está dividido en 4 capítulos, los cuales se describirán brevemente a continuación:

- El Capítulo I expone conceptos básicos de electricidad para instalaciones eléctricas, los cuales van desde el origen de la electricidad, los parámetros eléctricos y sus relaciones, hasta llegar a los circuitos eléctricos, donde se aborda sus partes, tipos, la caída de tensión y fallas por sobrecorrientes.
- El Capítulo II trata sobre la NOM-001-SEDE-2012, su objetivo, campo de aplicación, sus principios fundamentales, así como una breve investigación sobre su importancia en la seguridad de las instalaciones eléctricas. Se recopilan los artículos más relevantes a considerar en el diseño de una instalación eléctrica a nivel residencial, tanto para el diseño de los circuitos derivados como para también los alimentadores. Además, se discurre sobre los aspectos técnicos que se deben tomar en cuenta en la elaboración de un proyecto eléctrico a fin de que este facilite determinar el grado de cumplimiento con lo dispuesto en la misma NOM.
- El Capítulo III aborda el proyecto eléctrico propuesto, se describe de forma general el proyecto, se desarrolla la memoria de cálculo para determinar el calibre de los conductores, el valor de las protecciones y el tamaño de las canalizaciones de acuerdo a las necesidades de la instalación eléctrica, así como el balanceo de cargas en los alimentadores. Además, se integra al proyecto eléctrico el cuadro con la relación de las cargas eléctricas de la instalación, la lista de materiales y equipo utilizados, el diagrama unifilar y los planos eléctricos de alumbrado, contactos y equipos de fuerza.
- Finalmente, en el Capítulo IV se presentan las conclusiones, en donde se explora el cumplimiento del objetivo principal planteado desde el inicio, los conocimientos obtenidos a lo largo del desarrollo de este proyecto, así como también la contribución aportada por este trabajo y su delimitación.

JUSTIFICACIÓN

La energía eléctrica es tan común en la vida cotidiana que es fácil olvidar los riesgos que conllevan su uso; accidentes eléctricos que pueden ir desde simples daños a bienes materiales, hasta la muerte [6]. Según datos de la Asociación de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE), en México se registran, aproximadamente 560 muertes por electrocución al año, de las cuales, 31.4% ocurren a nivel residencial [7]. Por esta razón, es importante prestar especial atención al concepto de seguridad en las instalaciones eléctricas desde su fase de diseño a fin de minimizar dichos riesgos [8].

A pesar de su gran importancia, la seguridad en las instalaciones eléctricas se suele ignorar, sobre todo en las instalaciones residenciales; así lo comprobó un reciente estudio hecho por el Programa Casa Segura® en el que concluyó que la mayoría de las constructoras de vivienda no siguen la norma oficial mexicana de instalaciones eléctricas (NOM-001-SEDE-2012) en sus proyectos, así como también se encontró que estas comúnmente utilizan conductores no aprobados por ser causantes de incendio, por lo que no es de extrañar que, en el país, la electricidad sea la tercera causa de incendios y que, además, arriba del 80% de las viviendas no cuenten con instalaciones eléctricas seguras que permitan evitar este y otros tipos de accidentes eléctricos que en la mayoría de los casos son debidos a una deficiente instalación de cables, canalizaciones, protecciones y accesorios, a circuitos sobrecargados y a productos defectuosos; casos mismos para los cuales la NOM-001-SEDE-2012 tiene especificaciones, que de seguirse como se indican en ella, se podrían evitar [6] [7] [9].

Por lo tanto, al analizar tales datos, se puede observar que la seguridad se ha convertido en un problema frecuente en el sector eléctrico cuya única solución radica en respetar tajantemente la normatividad nacional existente.

CAPÍTULO 1.
CONCEPTOS BÁSICOS EN INSTALACIONES
ELÉCTRICAS.

1.1. Conceptos básicos de la electricidad.

1.1.1. Electricidad.

La electricidad puede definirse como el movimiento de cargas eléctricas llamadas electrones; los átomos de la materia los contienen y son partículas con cargas negativas. Los electrones se mueven alrededor del núcleo de su átomo, el cual contiene partículas cargadas positivamente llamadas protones. Normalmente las cargas positivas y las negativas se encuentran en equilibrio en la materia. Los efectos eléctricos se observan cuando los electrones se mueven de su posición normal en los átomos ^[10].

1.1.2. Origen de la electricidad.

1.1.2.1. Átomo.

El átomo es la parte más pequeña de la materia y está formada por electrones, protones y neutrones dispuestos como se muestra en la Figura 1.1; el electrón es la carga eléctrica más pequeña conocida, siempre están girando alrededor del núcleo formando una nube de electrones y es su movimiento lo que da origen a la electricidad; por otra parte, los protones y neutrones están contenidas en el centro del átomo, donde forman un pequeño núcleo interior denso y pesado ^[10] ^[11].

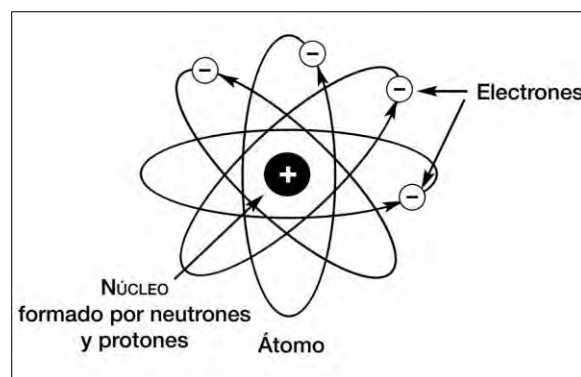


Figura 1.1: Estructura del átomo. Fuente [10].

1.1.2.2. Corriente eléctrica.

Se denomina corriente eléctrica a la capacidad de flujo de electrones libres que circula por un conductor en un segundo y se designa, en general, por la letra "I", la cual indica la intensidad del flujo de electrones, siendo su unidad de medida el ampere (A) ^[12]. En la Figura 1.2 se representa el desplazamiento de las cargas eléctricas que se desplaza del átomo P hacia el O en un segundo dando como resultado la corriente eléctrica ^[11].

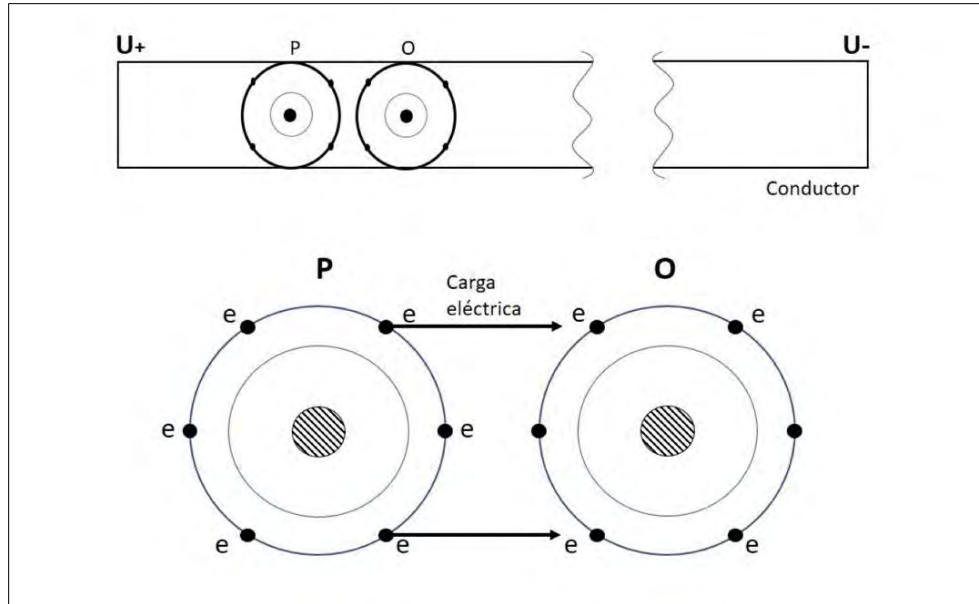


Figura 1.2: Representación de carga eléctrica desplazándose por un conductor. Imagen re-editada de la fuente [11].

Los cuerpos con carga eléctrica ejercen una fuerza sobre los objetos que los rodean, esta fuerza eléctrica tiene como característica que repele cuerpos con la misma carga y atrae cuerpos con carga diferente; la zona en que se manifiestan estas fuerzas se llama campo eléctrico. Dicha fuerza invisible de atracción (o repulsión) se llama fuerza electromotriz (FEM: trabajo efectuado para mover una carga entre dos puntos determinados) ^[10].

1.1.3. Conductores, semiconductores y aislamientos.

1.1.3.1. Conductores.

Se le denomina conductores a los materiales que conducen la electricidad con facilidad, es decir, que sus electrones pueden moverse con facilidad debido a que sus uniones con el núcleo de su átomo son débiles, lo que permite el intercambio de electrones libres, por lo que dicha característica hace que todos los metales sean buenos conductores. No todos los metales conducirán la electricidad con la misma facilidad; el mejor conductor de electricidad es la plata, seguida muy cerca por el cobre, oro y aluminio. El cobre es el más utilizado en la mayoría de los conductores eléctricos, por sus características eléctricas y mecánicas ^[10].

El alambre de cobre se fabrica con diferentes tamaños y formas. Algunos alambres son de cobre sólido, mientras otros deben ser flexibles y son hechos con alambre de cobre cableado. En muchas aplicaciones industriales, varios alambres de cobre son reunidos y posteriormente aislados para formar cables. Como se muestra en la Figura 1.3, estos cables pueden ser aislados con materiales elastoméricos (hules) o termoplásticos. En algunos casos se reúnen varios cables para formar un cable multiconductor, el cual es encerrado por una cubierta para protegerlo contra la acción de los agentes externos ^[10].

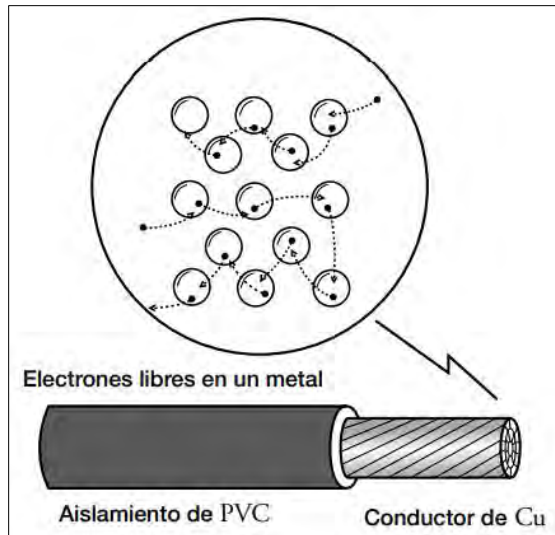


Figura 1.3: Conductor de cobre. Fuente [10].

Existen también materiales que son capaces de conducir la electricidad mejor que los aislantes, pero que no tienen la misma facilidad de conducción que los metales, por esta razón se les define como malos conductores; ejemplos de este tipo de materiales o sustancias son la tierra mojada, la madera húmeda, el carbón, papel mojado, solo por mencionar algunos ^[10].

1.1.3.2. Aislantes.

Los aislantes son materiales que ofrecen gran resistencia al flujo de electrones debido a que tienen muy pocos o carecen de electrones libres bajo condiciones normales, por tanto, esto impide que se genere una corriente de electrones en un material aislante. Muchos compuestos no metálicos son aislantes, como, por ejemplo, la mica, la porcelana, la cerámica, el vidrio, el plástico, el hule, el papel seco, la baquelita, la seda, entre otros ^[10].

Los mejores aislantes no tienen electrones libres, mientras que los aislantes no tan perfectos contienen pocos electrones libres, por lo cual es posible generar en ellos una corriente eléctrica muy pequeña. La porcelana es uno de los mejores aislantes en la actualidad; se usa sin excepción para aislar las líneas de transmisión de alto voltaje que pueden ir de 100 hasta 400 kV (Figura 1.4) y no pierde sus cualidades de aislamiento ^[10].



Figura 1.4: Aisladores de porcelana en las torres de transmisión de potencia. Imagen re-editada de la fuente: www.alamy.com

Los plásticos comúnmente son suaves y flexibles, además de ser excelentes aislantes, por lo que se usan como cubierta de los conductores eléctricos. A mayor espesor, más efectivo es el aislamiento ^[10].

1.1.3.3. Semiconductores.

Los semiconductores son materiales que actúan de manera diferente cuando son conectados a un circuito eléctrico; son conductores bajo ciertas circunstancias y actúan como aislantes bajo otras, dependiendo de su temperatura y la FEM que se les aplique. Existen solo tres elementos que se pueden clasificar como semiconductores reales, ellos son el carbono, el germanio y el silicio ^[10].

El silicio puro, un material gris de apariencia metálica a temperatura normal no tiene electrones libres; todos sus electrones están unidos a sus respectivos átomos, por lo que a temperatura normal el silicio puro es un aislante. Por otra parte, cuando el cristal de silicio alcanza una temperatura crítica, los electrones periféricos son desprendidos de sus átomos por la energía calorífica y flotan en los espacios de cristal, por lo que, al alcanzar tal nivel, el silicio fungirá como conductor; pero cuando la temperatura vuelva a estar por debajo del valor crítico, los electrones regresarán a sus átomos haciendo que el silicio vuelva a su cualidad de aislante ^[10].

También es posible lograr que el silicio sea conductor a la temperatura normal al aplicarle un voltaje; las fuertes líneas de FEM que actúan en las terminales negativa y positiva de la fuente desprenderán electrones periféricos fuera de los átomos de silicio haciendo que funja como conductor mientras se le esté suministrando un alto voltaje; al cesar dicho voltaje los electrones libres volverán a los átomos haciendo que el silicio vuelva a su cualidad de aislante ^[10].

1.1.4. Parámetros eléctricos.

1.1.4.1. Voltaje.

Al conectar una fuente de energía eléctrica a través de las terminales de un circuito eléctrico completo, se crea un exceso de electrones libres en una terminal (-), y una deficiencia en la otra (+). La energía potencial de los electrones libres en la terminal positiva del circuito es menor que la energía potencial de los electrones que se encuentran en la terminal negativa, por lo que resulta en una diferencia de energía potencial llamada comúnmente diferencia de potencial, la cual es la que crea la “presión” necesaria para hacer circular la corriente ^[12].

Por lo tanto, el voltaje se puede definir como la presión o diferencia de potencia eléctrica de una carga entre dos puntos en un circuito o campo eléctricos, o, en otras palabras, el trabajo realizado por una fuerza externa (invisible) para mover la carga de un punto a otro ^[10].

Debido a que las fuentes de voltaje son las que crean la diferencia de potencial y producen la circulación de corriente en los circuitos eléctricos, también se les conoce como fuentes de fuerza electromotriz (FEM). La unidad de medida de esta diferencia de potencial es el Volt, comúnmente se representa por los símbolos V o E y se mide por medio de un aparato llamado *voltmetro* o *vóltmetro* que se conecta en paralelo con la fuente (Figura 1.5) ^{[10][12]}.

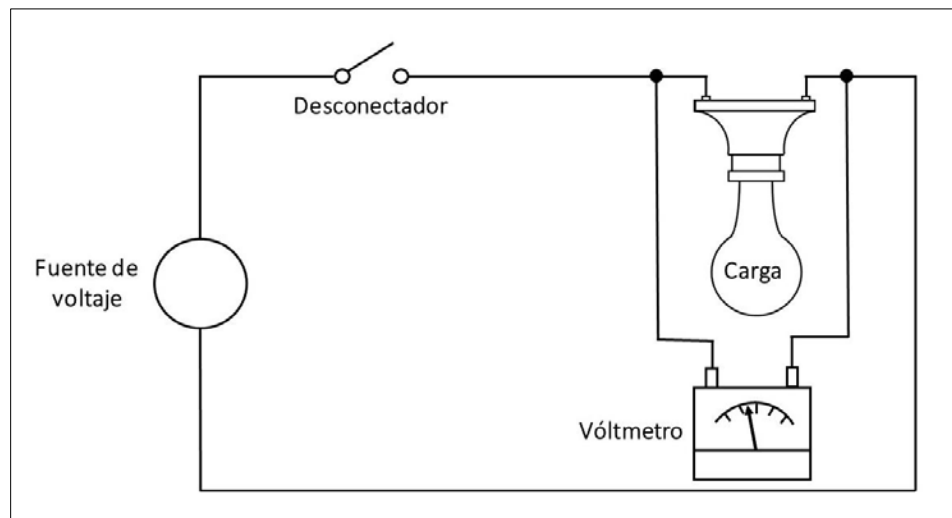


Figura 1.5: Conexión de un voltmetro. Imagen re-editada de la fuente [12].

1.1.4.2. Corriente directa y corriente alterna.

1.1.4.2.1. Corriente directa.

La corriente directa (cc), conocida también como corriente continua, siempre fluye en la misma dirección, por lo que su magnitud no cambia (Figura 1.6), ya que los electrones fluyen en una sola dirección debido que la polaridad del voltaje o de la fuente de la FEM es la misma; una de las terminales o polos de la batería es siempre positiva y la otra negativa. Algunos ejemplos de fuentes de corriente continua serían la pila seca, el acumulador de un automóvil, un generador de cc o un rectificador de corriente, entre otras ^[10].

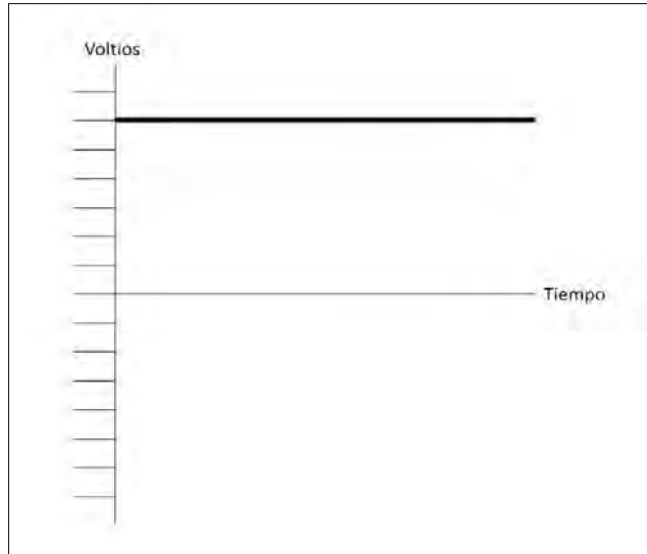


Figura 1.6: Gráfico de cc obtenido con osciloscopio. Imagen re-editada de la fuente [10].

1.1.4.2.2. Corriente alterna.

La corriente alterna (ca) es un tipo de corriente cuya polaridad se invierte periódicamente, por lo que cambia tanto en magnitud como en dirección; una fuente de ca produce un voltaje que regularmente se altera cíclicamente, aumentando desde cero hasta un máximo positivo y decreciendo desde dicho máximo hasta cero, para aumentar de nuevo, pero ahora, hasta un valor máximo negativo y decrecer hasta llegar a cero nuevamente como se observa en la Figura 1.7 [10].

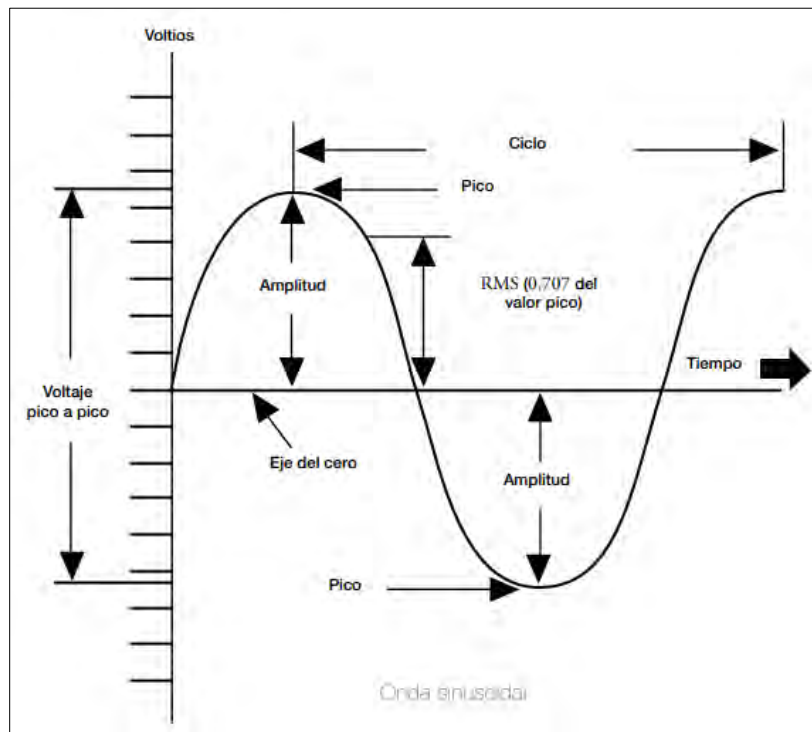


Figura 1.7: Gráfico de ca con sus respectivas características. Fuente [10].

1.1.4.3. Resistencia.

La resistencia es la propiedad de un circuito eléctrico de oponerse a la corriente; esta resistencia es el resultado de las colisiones entre los electrones libres y los átomos estacionarios (iones) del conductor, los electrones libres ceden parte su parte de su energía cinética (de movimiento) en forma de calor o energía calorífica a los iones ^[12]. Por lo tanto, siempre que el flujo de electrones encuentre resistencia, su energía cinética se convertirá en calor ^[10].

La unidad de la resistencia es el ohm (Ω) y se designa con la letra R. Todos los componentes utilizados en los circuitos eléctricos presentan resistencia, siendo de especial interés la resistencia de los conductores en las instalaciones eléctricas ^[12].

Existen cuatro factores que afectan la resistencia metálica de los conductores ^[13]:

Longitud: a mayor longitud del conductor, el valor de la resistencia es mayor.

Área o sección transversal: a mayor área transversal (grosor) del conductor, su resistencia disminuye.

Tipo de material: dependiendo del material del conductor, se ofrecerá una resistencia mayor o menor al flujo de electrones a través de este.

Temperatura: en la mayoría de los materiales, la resistencia aumenta a medida que se calientan, por lo que, cuanto más frío esté el material, menor resistencia ofrecerá al paso de la corriente eléctrica.

Para medir el valor de una resistencia, se utiliza un aparato llamado óhmetro, el cual se conecta al circuito al que se le va a medir la resistencia, cuando el circuito se encuentre desenergizado. También se puede medir por medio de otro aparato llamado multímetro, el cual integra la medición de voltajes y corrientes, o bien, se puede calcular la resistencia por el método indirecto de voltaje y corriente ^[12].

1.1.4.4. Ley de Ohm.

La ley de Ohm es una de las más importantes leyes de los circuitos eléctricos, fue establecida por el científico alemán, Georg Simon Ohm en 1825 a través de una serie de experimentos en los que estudió la relación que existe entre la intensidad de una corriente eléctrica, su fuerza electromotriz y la resistencia. Tanto la ley como la unidad de resistencia eléctrica llevan su nombre en su honor ^[11] ^[12].

La ley de Ohm formula que “la corriente es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito” ^[11]. Las tres maneras de expresar esta ley son las siguientes ^[12]:

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

$$\therefore V = I \cdot R \quad (2)$$

$$\therefore R = \frac{V}{I} \quad (3)$$

En donde:

I = intensidad del flujo de electrones o corriente de electrones, medida en amperes (A).

V = voltaje (también conocido como E = tensión o FEM), medida en volts (V).

R = resistencia del circuito, medida en Ohms (Ω).

1.1.4.5. Potencia, energía y pérdidas de energía.

1.1.4.5.1. Potencia.

La potencia eléctrica es el trabajo eléctrico realizado en un tiempo determinado; se puede ver como el porcentaje en el cual la energía eléctrica se convierte en otra forma de energía, como la mecánica o la térmica. Por lo general, se asigna con la letra P y en honor a la memoria del inventor de la máquina de vapor, James Watt, la unidad de potencia eléctrica es watt, la cual se abrevia W ^{[10][12]}. Su expresión básica es simplemente la corriente multiplicada por el voltaje como se muestra a continuación ^[12]:

$$P = I \cdot V \quad (4)$$

En donde:

P = Potencia en Watts (W).

I = Corriente eléctrica en amperes (A).

V = Voltaje o tensión en volts (V).

O bien, se puede derivar la ecuación anterior para obtener ecuaciones para determinar el voltaje y la corriente en caso de no conocer alguno de estos parámetros ^[12]:

$$\therefore I = \frac{P}{V} \quad (5)$$

$$\therefore V = \frac{P}{I} \quad (6)$$

Es importante mencionar que estas fórmulas no son correctas para toda clase de circuitos ^[10].

1.1.4.5.2. Pérdidas de energía.

Las pérdidas de energía se dan debido a la oposición o resistencia al movimiento, ya que parte de la energía cinética producida por este movimiento, se transforma en energía calorífica que no se puede recuperar, lo mismo ocurre en el movimiento de electrones ante la resistencia. Este calor se produce por la fricción de los electrones libres en movimiento y los átomos que obstruyen el paso de los electrones, generando de esta manera las pérdidas de energía por calor. Dichas pérdidas de energía se calculan por medio de la Ley de Joule, cuyo nombre procede del físico inglés, James Prescott Joule, quien fue el que la desarrolló, a continuación, se fórmula su ecuación ^{[10][11]}:

$$P = I^2 \cdot R \quad (7)$$

En donde:

P = Potencia en Watts (W).

I = Corriente eléctrica en amperes (A).

R = Resistencia eléctrica en Ohms (Ω).

Se puede derivar otra expresión útil para la potencia, sustituyendo ec. (1) en ec. (4):

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (8)$$

1.1.4.5.3. Relación entre voltaje, corriente, resistencia y potencia.

Se puede calcular dos de los cuatro parámetros eléctricos básicos (voltaje, corriente, resistencia y potencia) siempre y cuando se conozcan los otros dos ^[10]. La Figura 1.8 resume estas relaciones y se puede aplicar con mucha facilidad para efectuar cálculos prácticos.

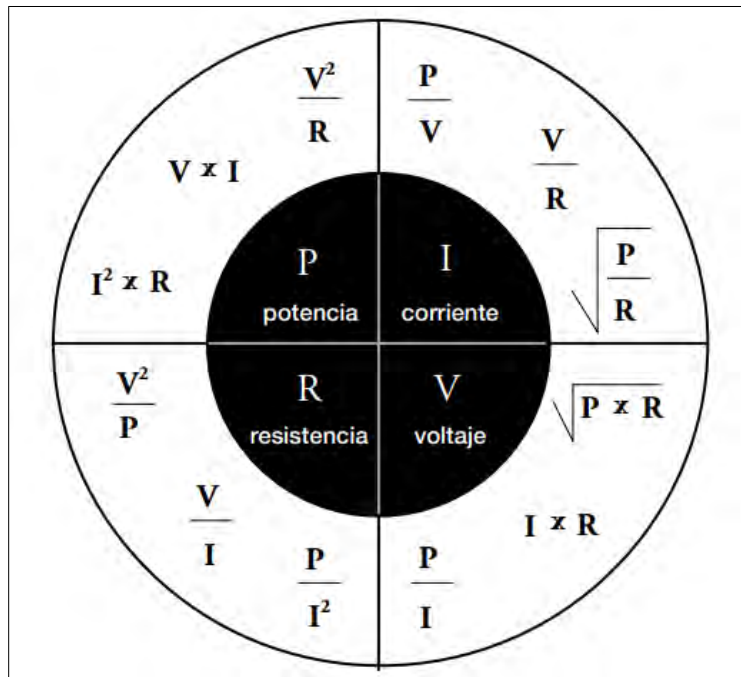


Figura 1.8: Diagrama de las relaciones entre los parámetros eléctricos básicos. Fuente [10].

1.1.4.5.4. Energía.

La energía es la potencia consumida en un lapso determinado. Esta energía producida o utilizada se determina por medio de la siguiente ecuación ^[10]:

$$w = P \cdot t \quad (9)$$

En donde:

w = Energía en Watt-s (W-s).

P = Potencia en Watts (W).

t = tiempo en segundos (s).

Aunque en los cálculos se utilice watt-s, para fines prácticos (Sistema de Potencia) se emplea el Watt-hora(W-h) o el kilowatt-hora(kW-h), por lo que el aparato que se utiliza para medir esta energía consumida se llama wathorímetro ^[10].

1.2. Conceptos básicos de circuitos eléctricos.

1.2.1. Partes de un circuito eléctrico.

Un circuito eléctrico se puede definir como un flujo continuo de corriente eléctrica que fluye a lo largo de cables ^[14]. Todos los circuitos eléctricos, sin importar su complejidad, constan de cuatro partes elementales:

1. Una fuente de energía eléctrica capaz de forzar el flujo de electrones (corriente eléctrica) a través del circuito eléctrico; esta puede ser una fuente de corriente alterna (ca) como el contacto de una instalación eléctrica, o bien, una fuente de corriente directa (cd) como una batería o un generador ^[12].
2. Conductores que transporten dicho flujo de electrones por todo el circuito eléctrico, siendo por lo general los conductores de cobre los empleados en las instalaciones eléctricas ^[12]. La cantidad de corriente transmitida se relaciona con el área transversal del metal conductor, es decir, a mayor área, mayor corriente eléctrica se transmite, así como a su vez el espesor del aislamiento del conductor está relacionado con la tensión eléctrica que soporta el cable, es decir, a mayor aislamiento, el conductor soporta mayor tensión ^[10].
3. Carga, la cual es el aparato o aparatos a los cuales se les suministra la energía eléctrica; estas pueden ser lámparas (focos), parrillas eléctricas, lavadoras, motores, planchas eléctricas, licuadoras, solo por mencionar algunos, y se pueden utilizar distintos símbolos para representarla en el diagrama de un circuito eléctrico ^[12].
4. Un dispositivo de control que permite conectar o desconectar el circuito; conocido como switch, cuando dicho dispositivo se abre, corta la circulación de corriente o flujo de electrones; la circulación de corriente por el conductor ocurre cuando se cierra este dispositivo ^[12].

La Figura 1.9 muestra gráficamente los elementos anteriormente descritos.

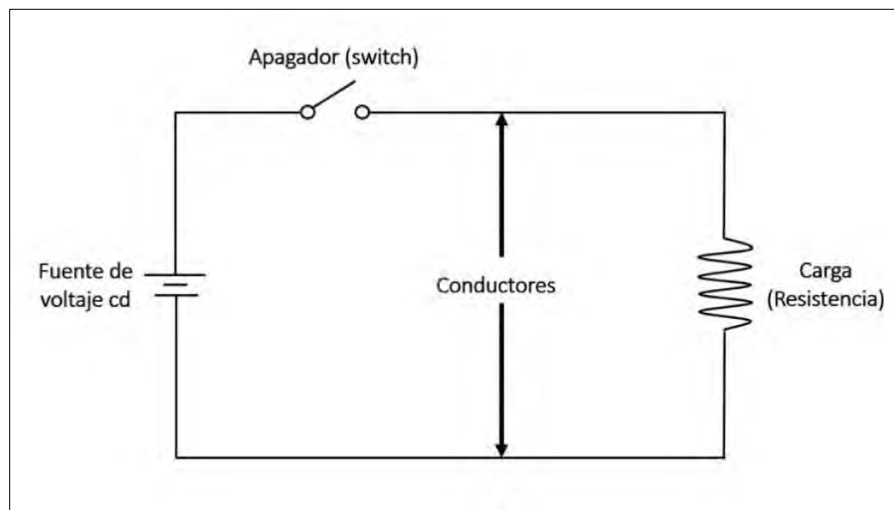


Figura 1.9: Diagrama elemental de un circuito eléctrico simple. Imagen re-editada de la fuente [12].

1.2.2. Leyes de Kirchoff.

El responsable de las leyes de Kirchoff es el físico prusiano Gustav Robert Kirchoff, cuyas contribuciones científicas principales estuvieron en el campo de los circuitos eléctricos, la teoría de las placas, la óptica, la espectroscopía y la emisión de radiación de cuerpo negro. Las leyes de Kirchoff se conforman por dos leyes fundamentales para la teoría clásica de circuitos eléctricos y en la emisión térmica; a través de ellas se puede determinar las corrientes y tensiones que hay en cualquier punto de un circuito eléctrico ^[11].

1.2.2.1. Primera ley o ley de la conservación de la corriente.

Esta ley formula que “en cualquier punto de un circuito, la suma de las corrientes que llegan al punto es igual a la suma de las corrientes que salen del punto” ^[10]. Así que, al tomar como ejemplo el circuito de la Figura 1.10 y aplicar lo formulado por dicha ley, se puede deducir que la corriente que entra al nodo (I_1) es igual a la suma de las corrientes que salen del nodo ($I_2+I_3+I_4$) ^[11].

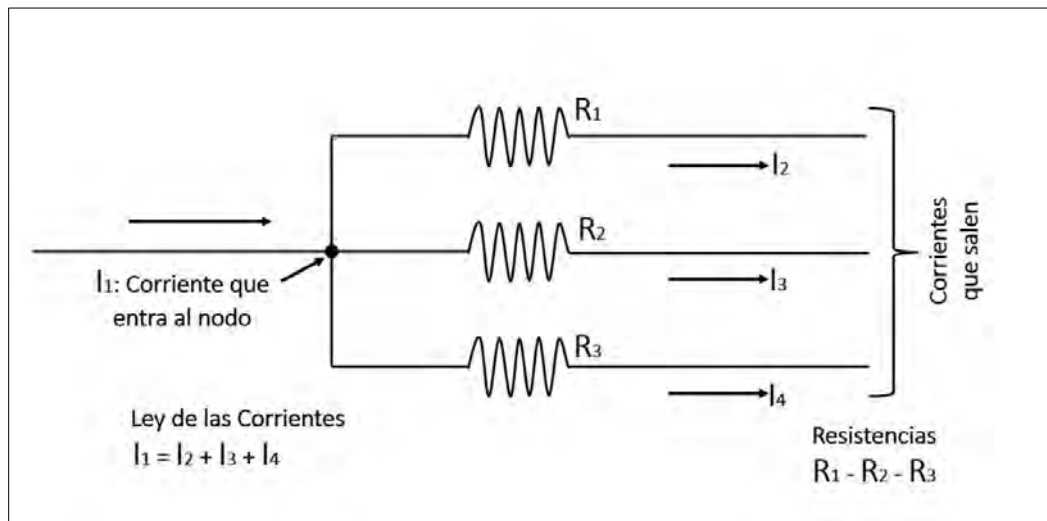


Figura 1.20: Representación de la primera ley de Kirchoff. Imagen re-editada de la fuente [11].

1.2.2.2. Segunda ley o ley de la conservación de la tensión.

Esta ley formula que “en cualquier circuito cerrado, la suma de las tensiones eléctricas de los elementos pasivos de un circuito, como son los conductores y las cargas, es igual a la tensión eléctrica del elemento activo o fuente” ^[10]. Así que, al tomar como ejemplo el circuito de la Figura 1.11 y aplicar lo formulado por dicha ley, se puede deducir que el voltaje de la fuente que se suministra al circuito cerrado o malla (V_4) es igual a la suma de las caídas de voltaje en las resistencias que constituyen el circuito ($V_1+V_2+V_3$) ^[11].

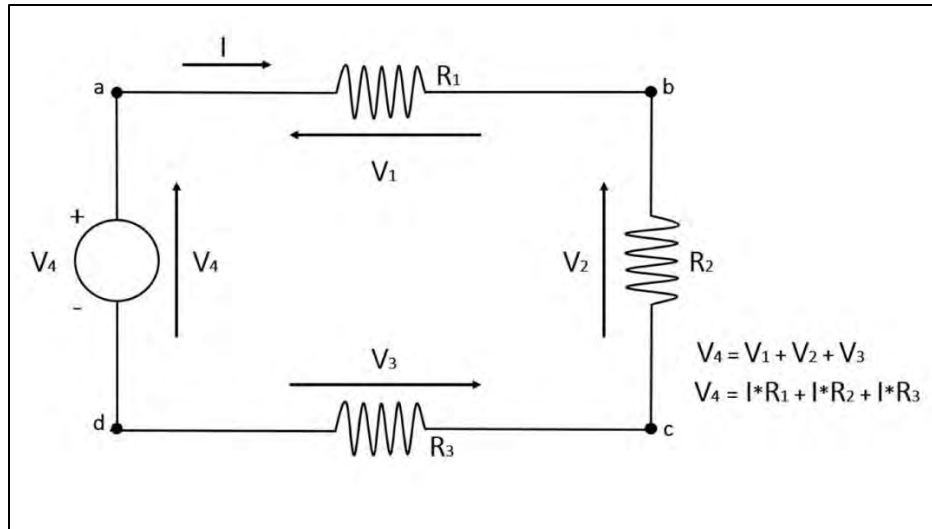


Figura 1.13: Representación de la segunda ley de Kirchhoff. Imagen re-editada de la fuente [11].

1.2.3. Circuitos en serie.

La conexión en serie es una de las formas en las que pueden estar conectados los elementos de un circuito eléctrico; este tipo de conexión presenta las siguientes características [12]:

1. Debido a la primera ley de Kirchhoff, la corriente que circula por todos los elementos del circuito es la misma; se puede comprobar al medir la corriente en cualquier parte del circuito con un amperímetro.
2. Si se desconecta algún elemento del circuito, la corriente se interrumpe en todo el circuito.
3. La magnitud de la corriente que circula es inversamente proporcional a la resistencia de los elementos conectados al circuito y la resistencia total del circuito es igual a la suma de las resistencias de cada uno de los componentes del circuito (Figura 1.12).

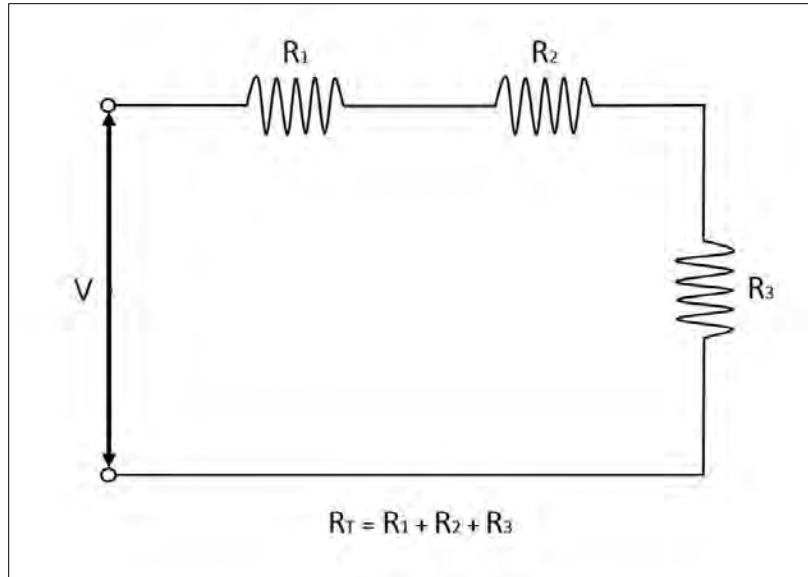


Figura 1.14: Resistencia total en conexiones en serie. Imagen re-editada de la fuente [12].

4. Debido a la segunda ley de Kirchoff, el voltaje total aplicado (fuente) es igual a la suma de las caídas de voltaje en cada uno de los elementos del circuito eléctrico (Figura 1.13).

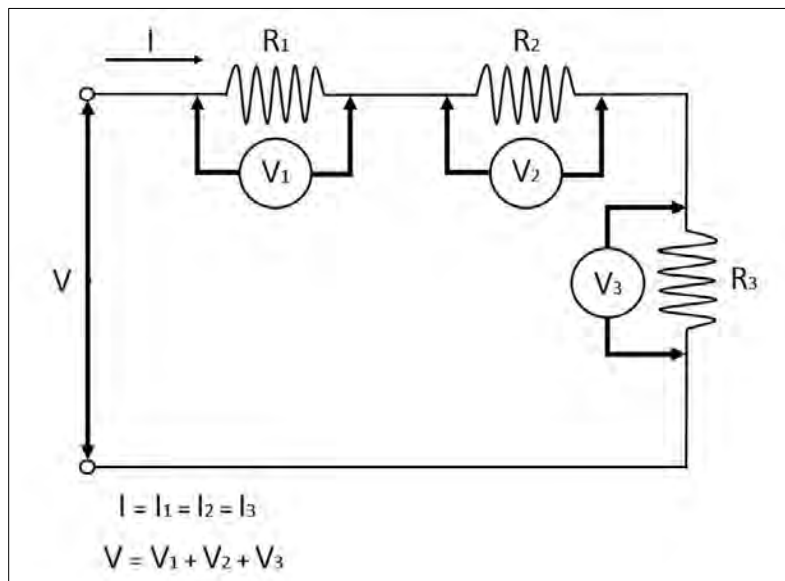


Figura 1.15: Voltaje y corriente en las conexiones en serie. Imagen re-editada de la fuente [12].

1.2.4. Circuitos en paralelo.

La conexión en paralelo es la más utilizada para conectar las cargas en una instalación eléctrica; las principales características de los circuitos eléctricos conectados de esta forma son las siguientes [12].

1. La corriente que circula por los elementos o trayectorias principales del circuito es igual a la suma de las corrientes de los elementos en derivación o ramas en paralelo (Figura 1.14), por

lo que la corriente total que circula por el circuito en paralelo depende del número de elementos que estén conectados en paralelo.

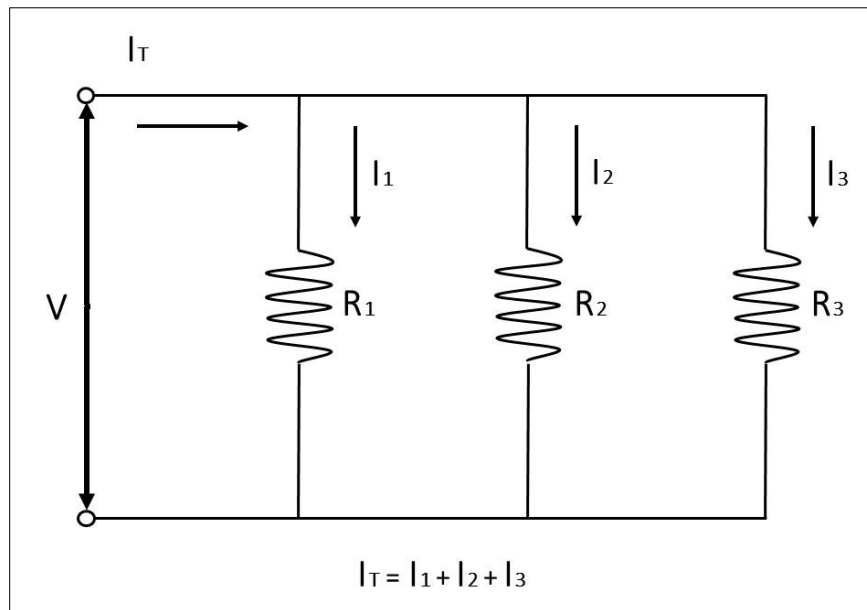


Figura 1.16: Corriente en las conexiones en paralelo. Imagen re-editada de la fuente [12].

2. A diferencia de la conexión en serie, en los circuitos conectados en paralelo no se interrumpe el flujo de corriente al desconectar o remover alguno de los elementos en paralelo. Por esta razón este tipo de conexión es la más usada en las instalaciones eléctricas.
3. El voltaje en cada uno de los elementos o ramas en paralelo es igual al voltaje de la fuente de alimentación:

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 \quad (10)$$

4. La resistencia total de un circuito conectado en paralelo se calcula como:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (11)$$

1.2.5. Caída de tensión.

La caída de tensión se puede describir como una “pérdida” en el voltaje aplicado a un circuito eléctrico que ocurre como consecuencia, al superar la resistencia que el conductor opone al flujo de corriente. Por lo que, es inexorable que, hasta en las mejores instalaciones eléctricas exista cierto porcentaje de caída de tensión; es importante que dicho porcentaje no sobrepase el límite permitido por el reglamento de obras e instalaciones eléctricas a fin de evitar problemas de operación en los aparatos eléctricos [12]. La caída de tensión es afectada por dos parámetros, la longitud y el grosor del conductor, así que es mediante estos que se puede controlar el porcentaje de caída de tensión en un circuito eléctrico, ya que la caída de tensión aumenta a mayor longitud del conductor, y también aumenta a menor grosor de este [15].

Para el cálculo de la caída de tensión de los conductores eléctricos, se utiliza la designación norteamericana de la AWG (American Wire Gage), la cual designa a cada conductor por número o calibre según sea su diámetro, por lo que, a cada calibre del conductor le corresponde un dato de su resistencia expresado en Ohms por metro (Ω/m) para de esta manera calcular la resistencia total del conductor como ^[12]:

$$R = r \cdot L \quad (12)$$

En donde:

R = Resistencia total del conductor en Ohms (Ω).

r = Resistencia en Ohms por metro (Ω/m).

L = Longitud total del conductor en metros (m).

Y finalmente, se calcula la caída de tensión utilizando la ley de Ohm vista en la ec. (2) ^[12]:

$$E = I \cdot R \quad (13)$$

En donde:

E = Caída de tensión en Volts (V).

I = Corriente eléctrica en Amperes (A).

R = Resistencia total del conductor en Ohms (Ω).

1.2.6. Sobrecorrientes.

Los circuitos eléctricos pueden presentar sobrecorrientes, las cuales son corrientes mayores a las que soportan los equipos y cables, por lo que se generan daños en estos debido que se produce un sobrecalentamiento debido al efecto Joule, el cual es descrito por la misma ecuación de pérdida de energía discurrida anteriormente en la ec. (7) ^[10]:

$$P = I^2 \cdot R \quad (14)$$

En donde:

P = Pérdidas de energía en forma de calor en el equipo o cable en Watts (W).

I = Corriente que pasa por el equipo o cable en amperes (A).

R = Resistencia eléctrica del equipo o del cable en Ohms (Ω).

Con el fin de proteger a los circuitos y equipos de daños, existen dispositivos capaces de evitar que se sobrecalienten debido a las sobrecorrientes ^[10]. Tales dispositivos se conocen como cortacircuitos, los cuales son unos dispositivos de seguridad que interrumpen el circuito eléctrico en caso de cortocircuito o sobrecarga ^[14].

Existen tres causas por las cuales se producen las sobrecorrientes:

1. **Sobrecargas:** Son corrientes por lo general continuas que se producen por operar equipos o circuitos por encima de los valores de su capacidad máxima de corriente. Por ejemplo, al conectar muchos equipos como lámparas, televisores, planchas, entre otros, a una sola toma de corriente o receptáculo ^[10].
2. **Cortocircuito:** Es un contacto accidental e inapropiado producido entre dos o más conductores de un circuito, causado por una falla en el aislamiento existente entre ellos ^{[10] [14]}. Como su nombre lo indica, la corriente sigue el camino más corto, ya que se crea un circuito de mucha menor resistencia, produciendo que la corriente se eleve a valores muy altos, debido a una ley mencionada anteriormente, la Ley de Ohm ^[10]:

$$I = \frac{V}{R} \quad (15)$$

En donde:

I = Corriente que circula por el circuito en amperes (A).

V = Tensión que proporciona la fuente al circuito en volts (V).

R = resistencia del circuito corto en Ohms (Ω).

3. **Fallas a tierra:** Es el contacto producido entre un conductor transportador de corriente y una parte metálica de un equipo o de cualquier objeto, la cual no está diseñada para conducir corriente en condiciones normales, por lo que estas fallas son peligrosas ya que pueden generar un accidente eléctrico fatal. Dicho contacto es provocado por una falla del aislamiento existente entre la parte metálica y el conductor transportador de corriente ^[10].

CAPÍTULO 2.
NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELÉCTRICAS
(UTILIZACIÓN).

2.1. Objetivo, campo de aplicación y referencias.

2.1.1. Objetivo.

Esta norma oficial contempla la forma en que se deben realizar las instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales en México, por lo que, es de carácter obligatorio en todo el territorio nacional. Se creó con objetivo de establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que debe satisfacer toda instalación destinada a la utilización de energía eléctrica, a fin de que ofrezca condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra descargas eléctricas, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla y sobretensiones ^[16].

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM promueve el uso de la energía eléctrica en forma segura; asimismo esta NOM no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas ^[16].

2.1.2. Campo de aplicación.

La NOM-001-SEDE-2012 cubre a las instalaciones destinadas para la utilización de la energía eléctrica en ^[16]:

- a) Propiedades industriales, comerciales, de vivienda, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensión de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.
- b) Casas móviles, vehículos de recreo, construcciones flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres, lugares de reunión, lugares de atención a la salud, construcciones agrícolas, marinas y muelles.
- c) Todas las instalaciones del usuario situadas fuera de edificios;
- d) Alambrado fijo para telecomunicaciones, señalización, control y similares (excluyendo el alambrado interno de aparatos);
- e) Las ampliaciones o modificaciones a las instalaciones, así como a las partes de instalaciones existentes afectadas por estas ampliaciones o modificaciones.

Los equipos eléctricos sólo están considerados respecto a su selección y aplicación para la instalación correspondiente.

La NOM-001-SEDE-2012 no se aplica en ^[16]:

- a) Instalaciones eléctricas en embarcaciones.
- b) Instalaciones eléctricas para unidades de transporte público eléctrico, aeronaves o vehículos automotores.
- c) Instalaciones eléctricas del sistema de transporte público eléctrico en lo relativo a la generación, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica utilizada exclusivamente para la operación del equipo rodante o de señalización y comunicación.

- d) Instalaciones eléctricas en áreas subterráneas de minas, así como en la maquinaria móvil autopropulsada de minería superficial y el cable de alimentación de dicha maquinaria.
- e) Instalaciones de equipo de comunicaciones que esté bajo el control exclusivo de empresas de servicio público de comunicaciones donde se localice.

2.1.3. Referencias.

Para la correcta utilización de esta NOM, es necesario consultar los siguientes documentos vigentes o los que los sustituyan ^[16]:

- NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.
- NOM-063-SCFI-2001, Productos eléctricos-Conductores-Requisitos de seguridad.
- NMX-J-098-ANCE-1999, Sistemas eléctricos de potencia-Suministro-Tensiones Eléctricas Normalizadas.

2.2. Importancia de la NOM-001-SEDE-2012 en la seguridad de las instalaciones eléctricas.

Como ya se mencionó, una instalación eléctrica es peligrosa cuando no cumple con las condiciones mínimas de seguridad señaladas en las Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas (NOM-001-SEDE-2012). En esta norma se indican temas como tipos de canalización para los conductores, protecciones que deben tener los equipos y conductores, distancias mínimas de seguridad para trabajar cerca de algún tablero o equipo eléctrico, y la forma de aterrizar todas las partes metálicas no conductoras de corriente ^[8].

Lamentablemente, es una práctica común el dejar a un lado la seguridad con el fin de abaratar costos, propiciando de esta manera que ocurran frecuentemente accidentes eléctricos ^[8]. Un accidente eléctrico se define como todo suceso eventual que deriva en un daño involuntario para las personas (lesión corporal, enfermedad, invalidez o muerte por electrocución), o por cosas (daños o pérdidas generalmente por incendios) a consecuencia del paso de una corriente eléctrica a través del cuerpo o un objeto ^[6].

Entre las causas más frecuentes de los accidentes eléctricos destacan:

1. ***Incorrecta instalación de conductores y sobrecarga de circuitos:*** Es común encontrar instalaciones eléctricas con conductores sin la canalización y accesorios apropiados (Figuras 2.1 y 2.2), o incluso, sin canalización, lo que puede provocar un cortocircuito a causa de un tropiezo debido al conductor suelto (Figuras 2.3 y 2.4), las fases o neutros compartidos entre dos circuitos distintos es otro error común ^[17]. Muchas veces para un solo circuito se tienen varios aparatos que consumen grandes cantidades de energía o bien, se le agregan al circuito extensiones sin que se tenga la certeza que los conductores sean los adecuados para soportar tales cargas (Figuras 2.5 y 2.6) ^[17].



Figura 2.1: Tubería de polietileno no adecuada para uso de forma expuesta.



Figura 2.2: Tablero sin los accesorios apropiados para conectar las tuberías.



Figura 2.3: Los conductores expuestos en el piso pueden causar accidentes que ponen en riesgo la integridad de las personas y la instalación.



Figura 2.4: Caja de conexiones sin la canalización y accesorios apropiados. Es importante instalar la caja de conexiones en un lugar adecuado para su manipulación.

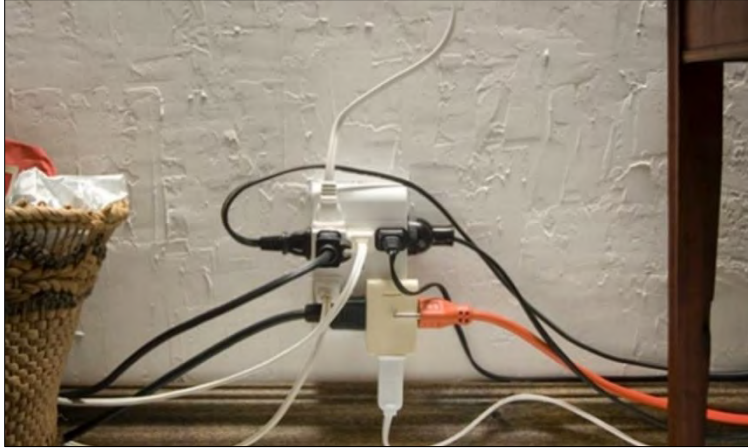


Figura 2.5: Contacto sobrecargado. Fuente: www.pqs.pe



Figura 2.6: Incendio causado por sobrecargas en los circuitos de una IE. Fuente [6].

- 2. Defectos en los artefactos eléctricos causados por falta de mantenimiento:** Las instalaciones eléctricas se degradan debido al paso del tiempo incrementando con esto el riesgo de que se genere un cortocircuito, incendio y/o electrocución; toda instalación eléctrica mayor a 20 años de antigüedad que no haya sido revisada en ese lapso es peligrosa (Figura 2.7) [6]. En la actualidad, según datos proporcionados por el programa Casa Segura®, se estima que, en el país, 18.8 millones de viviendas cuentan con instalaciones eléctricas obsoletas y sin mantenimiento [18]. En las instalaciones que no se les ha dado el debido mantenimiento o de plano no se les ha dado algún tipo de mantenimiento, es común encontrar ampliaciones improvisadas en los circuitos, cables sueltos (Figura 2.8), reparaciones tipo parche que no son suficientes para que la instalación trabaje adecuadamente, y además equipos y/o accesorios eléctricos desgastados (Figuras 2.9 y 2.10) [6].



Figura 2.7: Centro de carga degradado de una IE sin mantenimiento. Fuente [6].



Figura 2.8: En las IE antiguas se puede encontrar con cables sueltos y hasta pelados, incluso contactos obsoletos.



Figura 2.9: El mantenimiento constante en las IE ayuda a conservarlas en óptimas condiciones.



Figura 2.10: Equipo y accesorios eléctricos desgastados. También se puede observar conductores pelados.

3. **Falta de sistemas de protección en la instalación:** La falta de sistemas de protección en una instalación se puede observar en la inexistencia de recubrimiento en partes activas y en accesorios eléctricos, inexistencia o falta de señalizaciones en zonas exclusivas para personal autorizado (Figura 2.11), la ausencia de interruptores y seccionadores que brinden protección al usuario contra las descargas eléctricas (Figura 2.12), omisión o inadecuada instalación del sistema de puesta a tierra (Figuras 2.13 y 2.14), entre otros [6]. La NOM contiene lineamientos que garantizan el buen funcionamiento de la instalación y brindan seguridad y protección a los usuarios, pero a pesar de esto, el porcentaje de instalaciones eléctricas que carecen de las mínimas protecciones que exige la NOM es elevado [6].



Figura 2.11: Señalamiento de seguridad puesto en un área potencialmente peligrosa. Fuente [6].



Figura 2.12: Contacto en zona húmeda sin protección de falla a tierra.



Figura 2.13: Motor no conectado al sistema de puesta a tierra de la instalación eléctrica.



Figura 2.14: Electrodo de puesta a tierra instalado inadecuadamente; la varilla debería estar enterrada completamente, el sistema es independiente, por lo que no está interconectado al sistema de puesta a tierra principal, además es muy probable que no esté comprobado que el valor de la resistencia a tierra sea aceptable.

4. **Mal uso y selección de materiales y/o equipo eléctrico por falta de capacitación:** Los cambios en una instalación eléctrica efectuados por personal sin los conocimientos adecuados causan frecuentemente accidentes eléctricos (Figuras 2.15 y 2.16); la instalación sin registro ni control de modificaciones o ampliaciones (Figuras 2.17 y 2.18) pueden generar desequilibrios y sobrecalentamientos en la red eléctrica provocando cortocircuitos o incendios; además pueden añadirse posibles electrocuciones producidas por manipular instalaciones sin algún tipo de protección ^[6]. La selección de materiales y equipo eléctrico no adecuados para las características de la instalación (Figura 2.19) y el uso de productos piratas por parte de personal inexperto también puede generar un mal funcionamiento en la instalación (Figura 2.20), ya que tales productos de dudosa calidad no tienen el mismo funcionamiento que un producto normalizado con la NOM y aprobado por la ANCE ^[17]. Según datos de la Asociación Nacional de Comerciantes de Material y Equipo Eléctrico (ACOME), en el país, el sector eléctrico es uno de los cinco más afectados por la piratería, estimándose que seis de cada diez productos en el mercado son piratas. El organismo también señaló que anualmente en México se importan 150 millones de pesos en productos eléctricos que no reúnen los estándares mínimos de calidad exigidos por la Norma Oficial Mexicana.; entre los insumos eléctricos más pirateados están los cartuchos, fusibles, interruptores, apagadores, contactos dúplex, clavijas y chalupas ^[8].



Figura 2.15: *Interruptor principal instalado por personal no calificado; no tiene armazón que lo proteja, presenta cables pelados y sin canalización, además el conductor de puesta a tierra está conectado al interruptor lo que pone en riesgo a los usuarios.*

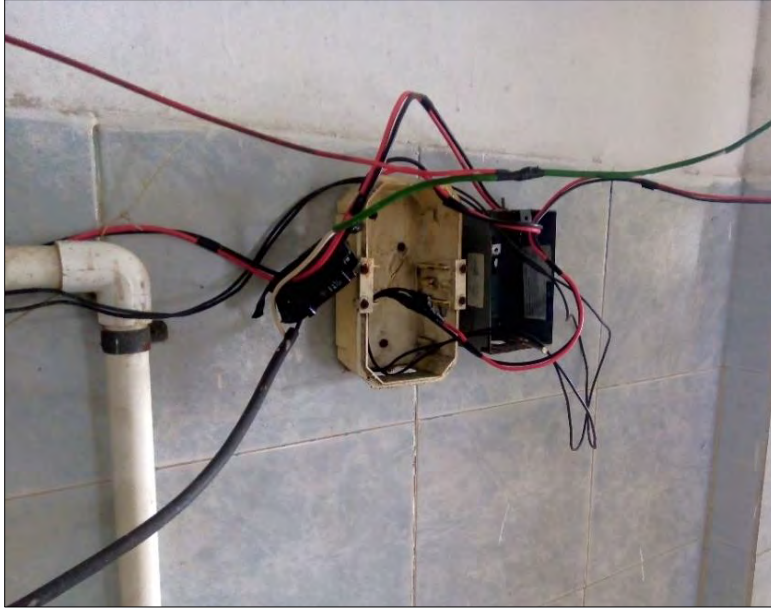


Figura 2.16: Interruptor termomagnético instalado improvisadamente fuera de su caja de conexión, tampoco se ha conectado el conductor de puesta a tierra al gabinete, no hay canalización que proteja los conductores y no se ha respetado el código de colores para la identificación de conductores.

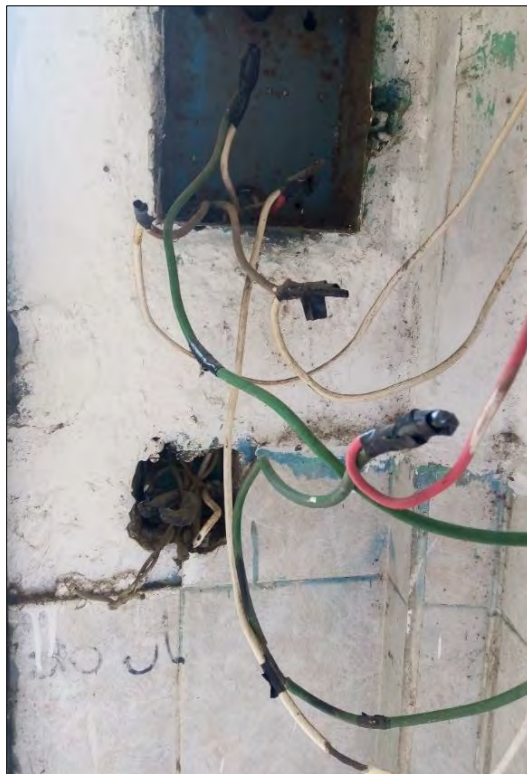


Figura 2.17: Modificaciones en el cableado efectuadas sin respetar el código de colores para su identificación, se presentan cables pelados y sin canalización.



Figura 2.18: Ampliaciones mal diseñadas, los conductores se encuentran colgando sin su debida canalización que los proteja.



Figura 2.19: Motor conectado a una instalación eléctrica inadecuadamente, se observa sobrecalentamiento en el contacto debido a que no es apto para dicha carga; el motor debería tener su propio circuito y ser controlado por un interruptor termomagnético.



Figura 2.20: El 40% de material eléctrico de baja tensión que se comercializa en México es pirata.
Fuente: www.instalacioneselectricasresidenciales.blogspot.com

Con base en los puntos anteriores se puede notar que es imperativo que la seguridad se tome en cuenta desde la fase de diseño de las instalaciones eléctricas, ya que es en esta fase que se dimensiona el equipo que se instalará, como es el calibre de los conductores, canalizaciones, interruptores de protección y sus ajustes, además es fundamental que se verifique que cada uno de los componentes esté aprobado por los organismos de certificación ^[8]. Esto solo se puede lograr contratando personal calificado entrenado en la aplicación de las normas oficiales mexicanas y con suficiente experiencia como para poder manejar el equipo eléctrico eficientemente ^[16]. En cuanto al mantenimiento, mientras no haya modificaciones o mal trato, las instalaciones sencillas no lo requerirán, en cambio en las que sí, este mantenimiento debe consistir en la limpieza, renovación de pintura, apriete de uniones, ajustes de contactos y revisión de los elementos de protección ^[3]. Por lo que, es recomendable revisar la instalación una vez al año y hacer un correcto mantenimiento como máximo cada 10 años para seguirla conservando en buen estado y reducir posibles riesgos ^[17].

2.3. Principios fundamentales.

2.3.1. Planeación de las instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales.

Para la planeación, deben tomarse en cuenta los siguientes factores para proporcionar protección a las personas, animales y a los bienes de acuerdo con lo indicado en la primera parte de los principios fundamentales; funcionamiento satisfactorio de la instalación eléctrica acorde a la utilización prevista ^[19].

Los objetivos de la planeación de las instalaciones eléctricas deben ser el cumplimiento de las normas vigentes, la economía y seguridad para el usuario, la facilidad de instalación, la operación eficiente del circuito y la seguridad durante la instalación y operación de las líneas eléctricas ^[19].

La información requerida para la planeación de la instalación eléctrica debe considerar las características de la alimentación o alimentaciones disponibles y las condiciones ambientales en las instalaciones eléctricas ^[19].

Nota: Se recomienda tomar provisiones sobre futuras ampliaciones o expansiones de las instalaciones, con objeto de garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas ^[19].

2.3.2. Características de la alimentación o alimentaciones disponibles.

Se debe tomar en cuenta el tipo de corriente (alterna o continua) para la instalación eléctrica a realizar; así como el número de conductores requeridos -conductor(es) vivos, conductor neutro o puesto a tierra, conductor de puesta a tierra- ^[19].

Es importante considerar las tensiones y tolerancias, corriente máxima admisible, corriente probable de cortocircuito, tener en cuenta las medidas de protección inherentes en la alimentación, como por ejemplo: conductor neutro puesto a tierra, o conductor de puesta a tierra del punto medio o en el vértice de una fase (en un sistema delta abierto o cerrado); y los requisitos particulares de la alimentación de energía eléctrica como son la demanda, la capacidad instalada, el factor de demanda y la tensión de alimentación ^[19].

2.3.3. Cantidad de demanda.

El número y tipo de los circuitos alimentadores y derivados necesarios para la iluminación, calefacción, fuerza motriz, control, señalización, telecomunicaciones, entre otros, se definen por ^[19]:

- Puntos de consumo de la demanda de energía eléctrica.
- Cargas probables en los diferentes circuitos.
- Variación diaria y anual de la demanda.
- Condiciones especiales.
- Requisitos para las instalaciones de control, de señalización, de telecomunicaciones, entre otros.
- Fuentes de emergencia o de reserva.
- Fuente de alimentación (cantidad, características).
- Circuitos alimentados por la fuente de emergencia.
- Circuitos alimentados por la fuente de reserva.

2.3.4. Calibre de los conductores.

El calibre de los conductores debe determinarse en función ^[19]:

- De su temperatura máxima admisible.
- De la caída de tensión admisible.
- De los esfuerzos electromagnéticos que puedan ocurrir en caso de un cortocircuito.
- A otros esfuerzos mecánicos a los que puedan someterse los conductores.
- El valor máximo de la impedancia con respecto al funcionamiento de la protección contra el cortocircuito.

2.3.5. Tipo de alambrado y métodos de instalación.

La selección del tipo de alambrado y los métodos de instalación dependen de ^[19]:

- La naturaleza del lugar.
- La naturaleza de las paredes u otras partes de los edificios que soportan el alambrado.
- La accesibilidad del alambrado a las personas y animales domésticos.
- La tensión eléctrica.
- Los esfuerzos electromagnéticos que ocurren durante un cortocircuito.
- Otros esfuerzos a los cuales pueden exponerse los alambrados durante la realización de las instalaciones eléctricas o en servicio.

2.3.6. Protección para la seguridad.

Toda instalación eléctrica debe garantizar la seguridad de las personas, animales y los bienes contra los riesgos que puedan resultar de la utilización de las instalaciones eléctricas. Existen dos tipos de riesgos mayores, las corrientes de choque y las temperaturas excesivas capaces de provocar quemaduras, incendios u otros efectos peligrosos ^[16]. Para evitarlos es necesario que en la instalación se disponga de las debidas protecciones eléctricas.

2.3.6.1. Protección contra choque eléctrico.

2.3.6.1.1. Protección principal (protección contra contacto directo).

La protección para las personas y animales debe proporcionarse contra los peligros que puedan resultar por el contacto con las partes vivas de la instalación. Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes ^[16]:

- Previendo que una corriente pueda pasar a través del cuerpo de una persona o de un animal.
- Limitando la corriente que pueda pasar a través del cuerpo a un valor inferior al de la corriente de choque.

2.3.6.1.2. Protección contra falla (protección contra contacto indirecto).

Para las instalaciones, sistemas y equipo de baja tensión, la protección contra falla corresponde generalmente a la protección contra contacto indirecto, principalmente con respecto a la falla de aislamiento principal ^[16].

La protección para las personas y animales debe proporcionarse contra los peligros que puedan resultar por el contacto indirecto con las partes conductoras expuestas en caso de falla. Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes ^[16]:

- Disposiciones para el paso de corriente que resulte de una falla y que pueda pasar a través del cuerpo de una persona.
- Limitando la magnitud de la corriente que resulte de una falla, a un valor no peligroso, la cual puede pasar a través del cuerpo.
- Limitando la duración de la corriente que resulte de una falla, que puede pasar a través del cuerpo, a un periodo no peligroso.

En relación con la protección contra los contactos indirectos, la aplicación del método de conexión de puesta a tierra, constituye un principio fundamental de seguridad ^[16].

2.3.6.2. Protección contra los efectos térmicos.

La instalación eléctrica debe disponerse de forma tal que se minimice el riesgo de daño o ignición de materiales inflamables, que se originan por altas temperaturas o por arcos eléctricos. Además, durante el funcionamiento normal del equipo eléctrico, no debe haber riesgo de que las personas o animales sufran quemaduras ^[16].

2.3.6.3. Protección contra sobrecorriente

Las personas y los animales deben protegerse contra daños y las propiedades contra temperaturas excesivas o esfuerzos electromecánicos que se originan por cualquier sobrecorriente que pueda producirse en los conductores activos. La protección puede obtenerse al limitar la sobrecorriente a un valor o una duración segura ^[16].

2.3.6.4. Protección contra las corrientes de falla.

Los conductores que no sean los conductores activos, y las otras partes que se diseñan para conducir una corriente de falla, deben poder conducir estas corrientes sin alcanzar una temperatura excesiva. El equipo eléctrico, incluyendo a los conductores, debe proveerse con protección mecánica contra esfuerzos electromecánicos causados por las corrientes de falla, para prevenir lesiones o daños a las personas, animales o sus propiedades ^[16].

2.3.6.5. Protección contra disturbios de tensión y disposiciones contra influencias electromagnéticas

- Las personas y los animales deben protegerse contra daños y las propiedades deben protegerse contra cualquier efecto dañino como consecuencia de una falla entre las partes vivas de circuitos alimentados a distintas tensiones ^[16].
- Las personas, los animales y las propiedades deben protegerse contra daños como consecuencia de sobretensiones que se originan por fenómenos atmosféricos o por maniobras ^[16].
- Las personas, los animales y las propiedades deben protegerse contra daños como consecuencia de una baja tensión y de cualquier recuperación subsecuente de la misma ^[16].
- La instalación debe tener un nivel de inmunidad contra disturbios electromagnéticos de manera que funcione correctamente en el ambiente específico. De manera anticipada, el diseño de la instalación debe tomar en consideración las emisiones electromagnéticas que se generan por la instalación o por el equipo que se conecta, que debe ser acorde para el equipo que se utiliza o que se conecta a la instalación ^[16].

2.3.6.6. Protección contra interrupciones de la fuente de suministro

En el caso de que exista la probabilidad de que se presente peligro o daño debido a una interrupción en la fuente de suministro, deben tomarse en cuenta las previsiones adecuadas a realizarse en la instalación o en el equipo que se instala ^[16].

2.3.7. Interruptor de emergencia.

Si es necesario, en caso de peligro, la interrupción inmediata de la tensión de alimentación de las fuentes de energía debe instalarse un dispositivo de interrupción de tal manera que sea fácilmente reconocible y rápidamente operable ^[19].

2.3.8. Dispositivo de desconexión.

Deben proveerse dispositivos de desconexión para permitir desconectar de la instalación eléctrica, los circuitos o los aparatos individuales con el fin de permitir el mantenimiento, la comprobación, localización de fallas y reparaciones ^[19].

2.3.9. Prevención de las influencias mutuas.

La instalación eléctrica debe estar dispuesta de tal forma que no haya influencia mutua perjudicial entre la instalación eléctrica y las instalaciones no eléctricas del edificio ^[19].

2.3.10. Accesibilidad de los equipos eléctricos.

Los equipos eléctricos deben estar dispuestos para permitir tanto como sea necesario ^[19]:

- Espacio suficiente para realizar la instalación inicial y el posterior reemplazo del equipo eléctrico.
- Accesibilidad para la operación, pruebas, inspección, mantenimiento y reparación.

2.3.11. Proyecto eléctrico.

Las instalaciones destinadas para la utilización de la energía eléctrica deben contar con un proyecto que contenga los planos y memorias técnico-descriptivas ^[19].

2.4. Materiales y equipos aprobados.

La NOM-001-SEDE-2012 establece en el artículo 110 sección 2 los requisitos que deben cumplir todos los materiales y equipos empleados en las instalaciones eléctricas referidas anteriormente con el fin de asegurar que estos sean los adecuados, dicho artículo se cita a continuación ^[16]:

110-2. Aprobación. *En las instalaciones eléctricas a que se refiere esta NOM deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con las normas oficiales mexicanas, con las normas mexicanas y, a falta de estas, ostentar las especificaciones internacionales, las del país de origen o en su caso las del fabricante con las que cumplen.*

Los materiales y equipos (productos) de las instalaciones eléctricas sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas o normas mexicanas, deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos, acreditación y en su caso aprobado.

Los materiales y equipos (productos) que cumplan con las disposiciones establecidas en los párrafos anteriores se consideran aprobados para los efectos de esta NOM.

El organismo de certificación de productos del sector eléctrico acreditado y aprobado al que se hace referencia en dicho artículo, es la Asociación de Normalización y Certificación (ANCE), la cual cuenta con la acreditación de la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), quien es el organismo que emite los certificados con validez oficial en México ^[10].

La ANCE es una sociedad privada que brinda apoyo y servicios de normalización, laboratorio de pruebas, certificación de sistemas de calidad y productos, además de ofrecer verificación en el sector eléctrico ^[10].

En el anexo A de este trabajo monográfico se agregó la tabla B1.2 “Listado de Normas de Productos Eléctricos” extraída del apéndice B de la NOM-001-SEDE-2012, la cual contiene una lista de todas las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) que los productos eléctricos fabricados y/o comercializados en el país deben cumplir ^[16].

Es importante mencionar que la NOM-001-SEDE-2012 en la sección 3.1 del Título 3 “Lineamientos para la Aplicación de las Especificaciones en las Instalaciones Eléctricas (Utilización)” cita que *“Las disposiciones establecidas en las especificaciones de esta NOM no deben considerarse como guía de diseño de instalaciones ni como un manual de instrucciones para personas no-calificadas. Se considera que, para hacer un uso apropiado de estas especificaciones, es necesario recibir capacitación y tener experiencia suficiente en manejo de las instalaciones eléctricas”* ^[16].

La autoridad encargada de vigilar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 es la Secretaría de Energía (SENER), a través de la Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares (DGDAEERN) ^[10].

2.5. Aspectos técnicos específicos del proyecto eléctrico a verificar.

El proyecto eléctrico consiste en los planos, memoria técnico-descriptiva y diagramas en físico o en formato electrónico correspondientes a una instalación eléctrica que se ha de construir o a partir de los cuales se ha construido ^[20]. Es de carácter imperativo que dicho proyecto esté conformado de por lo menos los siguientes elementos:

- Plano eléctrico.
- Memoria de cálculo.
- Cuadro de cargas.
- Diagrama unifilar.

El Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad de la NOM-001-SEDE-2012 conocido como PEC, con el fin de simplificar el proceso de verificación señala de manera enunciativa, más no limitativa, los siguientes aspectos con respecto al proyecto eléctrico ^[20]:

2.5.1. Para instalaciones eléctricas con carga instalada menor a 100 kW.

Como requisito mínimo para llevar a cabo la verificación, el solicitante de la verificación debe entregar a la Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas (UVIE) el proyecto eléctrico correspondiente. En este caso, el proyecto debe estar integrado por un diagrama unifilar, relación de cargas, lista de materiales y equipo utilizado de manera general. A las instalaciones eléctricas con carga instalada menor a 100 kW y que tengan áreas peligrosas (clasificadas), les aplica lo establecido en el numeral siguiente, el 2.5.2.

2.5.2. Para instalaciones eléctricas con carga instalada igual o mayor a 100 kW.

Como requisito para llevar a cabo la verificación, el solicitante debe entregar a la UVIE el proyecto eléctrico, que debe contener la información que permita determinar el grado de cumplimiento con las disposiciones establecidas en la NOM, conforme a lo siguiente:

I. Diagrama unifilar:

I.1. Características de la acometida.

I.2. Características de la subestación.

I.3. Características de los alimentadores hasta los centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, entre otros, indicando en cada caso el tamaño de los conductores (conductores activos, conductor puesto a tierra y de puesta a tierra), la longitud y la corriente en amperes.

I.4. Tipo de dispositivos de interrupción, capacidad interruptiva e intervalo de ajuste de cada una de las protecciones de los alimentadores.

II. Cuadro de distribución de cargas por circuito:

II.1. Circuitos de alumbrado y contactos, número de circuitos; número de lámparas, de contactos y de dispositivos eléctricos por cada circuito; fase o fases a que va conectado cada circuito. Carga en watts o voltamperes y corriente en amperes de cada circuito, tamaño de los conductores, protección contra sobrecorriente de cada circuito y el desbalanceo entre fases expresado en por ciento.

II.2. Circuitos de fuerza. Número de circuitos, fases a las que va conectado el circuito, características de los motores o aparatos y sus dispositivos de protección y control, carga en watts o voltamperes y corriente en amperes de cada circuito, tamaño de los conductores y el resumen de cargas indicando el desbalanceo entre fases expresado en por ciento.

II.3. Otros circuitos, tales como: de emergencia, de comunicaciones, contra incendios, etc., número de circuitos, fase o fases a que va conectado el circuito, carga en watts o voltamperes y corriente en amperes de cada circuito, tamaño de los conductores y protección contra sobrecorriente de cada circuito.

III. Plano eléctrico, el cual debe:

III.1. Estar elaborado a una escala tal que el contenido sea legible e interpretable. Se permite el uso de archivos electrónicos para cumplir este requisito.

III.2. Utilizar el Sistema General de Unidades de Medida, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI vigente y todas sus leyendas en idioma español.

III.3. Contener los datos relativos a la instalación eléctrica, incluir la información suficiente para una correcta interpretación, de manera que permita construir la instalación. Pueden agregarse notas aclaratorias en los elementos que el proyectista considere necesarios.

III.4. Incluir la información siguiente:

III.4.1. Del solicitante de la verificación:

- a) Nombre o razón social.
- b) Domicilio (calle, número, colonia o población, municipio o delegación, código postal y entidad federativa).
- c) Teléfono.
- d) Dirección de correo electrónico.

III.4.2. Del responsable del proyecto eléctrico:

- a) Nombre completo.
- b) Número de cédula profesional
- c) Firma o carta responsiva, cuando el proyecto sea entregado en medios electrónicos.
- d) Fecha de elaboración del proyecto eléctrico.

III.5. Los planos eléctricos de planta y elevación deben incluir lo siguiente:

- a) Localización del punto de acometida, del interruptor general y del equipo principal, incluyendo el tablero o tableros generales de distribución.
- b) Localización de los centros de control de motores; tableros de fuerza, de alumbrado, de contactos y otros.
- c) Trayectoria de alimentadores y circuitos derivados, tanto de fuerza como de alumbrado, identificando cada circuito e indicando su tamaño y canalización; localización de motores y equipos alimentados por los circuitos derivados, localización de los controladores y sus medios de desconexión, localización de contactos y unidades de alumbrado con sus controladores, identificando las cargas con su circuito y tablero correspondiente.
- d) Localización, en su caso, de áreas peligrosas, indicando su clasificación de acuerdo con la NOM.

IV. Lista de los principales materiales utilizados.

V. Lista de los principales equipos utilizados.

VI. Croquis de localización del domicilio donde se ubica la instalación eléctrica.

VII. Memoria técnica, la cual debe contener, de manera enunciativa mas no limitativa:

VII.1. Los cálculos de corriente de corto circuito trifásico.

VII.2. Los cálculos de corriente de falla de fase a tierra (monofásico y bifásico).

VII.3. Los cálculos correspondientes a la malla de tierra incluyendo la resistividad del terreno para subestaciones considerando las tensiones de paso, contacto, su resistencia a tierra, tamaño y longitud del conductor de la malla, y la selección de los electrodos. En los casos en que el neutro sea corrido (suministrador) o que la subestación sea tipo poste, no se requieren los cálculos de la malla de tierra.

VII.4. Los cálculos de caída de tensión en alimentadores y circuitos derivados.

Se podrán emplear los símbolos que se indican en la Norma Mexicana NMX-J-136-ANCE-2007, Abreviaturas y Símbolos para Diagramas, Planos y Equipos Eléctricos. En caso de utilizar algún símbolo que no aparezca en dicha norma mexicana, debe indicarse su descripción en los planos eléctricos.

2.6. Circuitos derivados.

La NOM-001-SEDE-2012 define en su artículo 100 al circuito derivado como “*conductor o conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la(s) salida(s)*” [16]. Los circuitos derivados tienen su propio apartado en el artículo 210 de la misma NOM, en el cual se cubren los requerimientos exigidos para su instalación. A continuación, se citarán las especificaciones que mejor competen a este trabajo monográfico, es decir, con respecto a unidades de vivienda.

2.6.1. Protección contra fallas a tierra.

La NOM-001-SEDE-2012 define a los interruptores de circuito por falla a tierra (GFCI) como “*dispositivos diseñados para la protección de personas, que funcionan para desenergizar un circuito o parte del mismo, dentro de un periodo determinado, cuando una corriente a tierra excede un valor predeterminado, menor que al necesario para accionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación*” [16]. El artículo 210-8(a) de la NOM-001-SEDE-2012 cubre los requisitos para la instalación de este tipo de protecciones en los circuitos derivados de unidades de vivienda, a continuación, se cita el extracto de dicho artículo:

210-8. Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra. *Se debe brindar protección a las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra tal y como se exige en (a) a (c) siguientes. El interruptor de circuito por falla a tierra se debe instalar en un*

lugar fácilmente accesible. En la norma de producto se establece que estos dispositivos deben ser CLASE A (6 mA), mayor información sobre este concepto se encuentra en el Apéndice B en la Tabla B1.2

NOTA: Véase 215-9 para la protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra en los circuitos alimentadores.

a) Unidades de vivienda. Todos los contactos en instalaciones monofásicas de 120 volts de 15 y 20 amperes, instalados en los lugares que se especifican en los incisos (1) hasta (8) siguientes, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra:

(1) Cuartos de baño.

(2) Cocheras y también edificios auxiliares con un nivel situados sobre o debajo del nivel del piso, que no estén previstos como cuartos habitables y estén limitados a áreas de almacenamiento, áreas de trabajo y áreas de uso similar.

(3) En exteriores.

Excepción a (1), (2) y (3): Se permite utilizar contactos normales si se instala protección por falla a tierra al principio del circuito derivado en unidades de vivienda popular hasta de 60 m²

Excepción a (3): Está permitido instalar contactos que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados desde un circuito derivado dedicado para equipos de fusión de nieve, deshielo o para calentar tuberías y tanques, según establece en 426-28 ó 427-22, según sea aplicable.

(4) Espacios de poca altura (que exijan entrar agachado) situados a nivel del suelo o por debajo de él.

(5) Sótanos sin acabados. Para los fines de esta sección, se definen los sótanos sin acabado como las partes o zonas del sótano que no estén pensadas como habitaciones, limitadas a zonas de almacén, de trabajo o similar.

Excepción a (5): No se requiere que los contactos que alimenten únicamente a una alarma contra incendios instalada permanentemente o a un sistema de alarma contra robo, tengan protección con interruptores de circuito por falla a tierra. Los contactos así instalados no se deben considerar que cumplen los requisitos indicados en 210-52(g).

NOTA: Véase 760-41(b) y 760-121(b) para los requerimientos de energía para sistemas de alarma contra incendios.

(6) Cocinas. Cuando los contactos estén instalados en la cubierta del mueble de cocina.

(7) Fregaderos situados en áreas que no sean la cocina, cuando los contactos se instalen a menos de 1.80 metros del borde exterior del fregadero.

Excepción a (6) y (7): En unidades de vivienda popular hasta de 60 m². Se permite utilizar contactos normales siempre y cuando se instale protección por falla a tierra en el origen del circuito derivado

(8) Cobertizos para botes.

2.6.2. Circuitos derivados requeridos.

Los circuitos derivados necesarios en una instalación eléctrica se deben determinar con base en lo indicado en el artículo 210-11 de la NOM-001-SEDE-2012, el cual se cita a continuación:

210-11. Circuitos derivados requeridos. *Se deben instalar circuitos derivados para iluminación y para aparatos, incluidos aparatos operados a motor, para alimentar las cargas calculadas de acuerdo con 220-10. Además, se deben instalar circuitos derivados para cargas específicas no cubiertas por 220-10 cuando se requiera en cualquier otra parte de esta NOM, y para cargas de unidades de vivienda, como se especifica en 210-11(c).*

- a) **Número de circuitos derivados.** *El número mínimo de circuitos derivados se debe determinar a partir de la carga total calculada y del tamaño o la capacidad nominal de los circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para alimentar la carga servida. En ningún caso la carga, en cualquier circuito, excederá la máxima especificada en 220-18.*
- b) **Carga distribuida uniformemente entre circuitos derivados.** *Cuando la carga se calcule con base en voltamperes por metro cuadrado, el sistema de alambrado hasta e inclusive el tablero de distribución del circuito derivado, se debe dimensionar para servir como mínimo a la carga calculada. Esta carga debe estar distribuida uniformemente, dentro del tablero de distribución, entre los circuitos derivados de varias salidas. Sólo se requiere instalar los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados y los circuitos necesarios para alimentar la carga conectada.*
- c) **Unidades de vivienda**
 - 1) **Circuitos derivados para aparatos pequeños.** *Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se deben instalar dos o más circuitos derivados de 20 amperes para aparatos pequeños, para los contactos especificados en 210-52 (b).*
 - 2) **Circuitos derivados para lavadora.** *Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se debe instalar al menos un circuito derivado de 20 amperes para alimentar los contactos de la lavadora que se exigen en 210-52 (f). Este circuito no debe tener otras salidas.*
 - 3) **Circuitos derivados para cuartos de baño.** *Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se debe instalar al menos un circuito derivado de 20 amperes para alimentar los contactos del cuarto de baño. Estos circuitos no deben tener otras salidas.*

Excepción 1: *Esta subsección (c), no es aplicable a unidades de vivienda popular de hasta 60 m².*

Excepción 2: *Cuando un circuito de 20 amperes alimenta un solo cuarto de baño, se permitirán otras salidas para otros equipos dentro del mismo cuarto de baño de acuerdo con 210-23(a)(1) y (a)(2).*

Para la aplicación de las especificaciones correspondientes a los cuartos de baño, es importante mencionar que la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 100 define a un cuarto de baño como “zona que incluye un lavabo y uno o más de los siguientes elementos: inodoro, urinal, tina, ducha, o

muebles de baño similares”. Por lo que, solo los espacios que cumplan con dicha definición deberán respetar los requisitos exigidos.

2.6.3. Protección contra arcos eléctricos (AFCI).

Los interruptores de circuito por falla de arco (AFCI) son dispositivos de tecnología avanzada utilizados para supervisar continuamente el flujo de electricidad en el circuito, y al detectar cualquier señal de arco no deseada, corta la electricidad inmediatamente ^[21]. El artículo 210-12 de la NOM-001-SEDE-2012 cubre los requisitos para la instalación de este tipo de protecciones en los circuitos derivados para unidades de vivienda, dicho artículo se cita a continuación:

210-12. Protección con interruptor de circuito por falla de arco.

a) Unidades de vivienda. *Todos los circuitos derivados de 120 volts, de 15 y 20 amperes que alimenten salidas monofásicas instaladas en unidades de vivienda en: habitaciones familiares, comedores, salas de estar, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, alcobas, solarios, salones para recreación, armarios, pasillos o cuartos o áreas similares, se podrán proteger con un interruptor de circuito por fallas de arco, instalado para brindar protección al circuito derivado.*

NOTA: *Ver 760-41(b) y 760-121(b) para los requisitos del suministro de energía para sistemas de alarma contra incendio.*

Excepción 1: *Cuando se instalan tubo conduit metálico pesado RMC, tubo conduit metálico semipesado IMC, tubo conduit metálico ligero EMT, cable MC o cables armados de acero tipo AC, que cumplen con los requisitos de 250-118 usando cajas metálicas de salida y de empalme, para la porción del circuito derivado entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y la primera salida, se permite la instalación de interruptor de circuito por falla de arco en la primera salida para brindar protección para la porción restante del circuito derivado.*

Excepción 2: *Cuando una tubería o tubo conduit metálico o no metálico aprobado está embebida en un mínimo de 5 centímetros de concreto en la porción del circuito derivado entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente y la primera salida, se permitirá instalar un interruptor de circuito por falla de arco en la primera salida, para brindar protección a la porción restante del circuito derivado.*

Excepción 3: *Se permite la omisión de la protección de interruptor de circuito por falla de arco, cuando un circuito derivado individual para un sistema de alarma contra incendio instalado según 760-41(b) o 760-121(b), se instala en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, o cables armados de acero tipo AC o MC, cumpliendo con los requisitos de 250-118 y utilizando cajas metálicas de salida y de empalme.*

b) Modificaciones o extensiones de circuitos derivados-Unidades de vivienda. *En cualquiera de las áreas especificadas en (a) anterior, cuando el alambrado del circuito derivado se modifica, reemplaza o amplía, se podrá proteger el circuito derivado con una de las siguientes opciones:*

(1) Un interruptor de circuito por falla de arco tipo combinación aprobado, localizado en el origen del circuito derivado.

(2) Un interruptor de circuito por falla de arco tipo salida aprobado, localizado en la primera salida del circuito derivado existente.

210-18. Habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes. Las habitaciones y las suites de huéspedes que tienen equipamiento permanente para cocinar, deben tener circuitos derivados instalados de forma tal que cumplan con las reglas para las unidades de vivienda.

2.6.4. Capacidad nominal de los circuitos derivados y sus salidas.

2.6.4.1. Protección contra sobrecorriente.

La NOM-001-SEDE-2012 define como sobrecorriente a “cualquier corriente que supere la corriente nominal de los equipos o la ampacidad de un conductor”, esta puede ser originada por una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra. Tal sobrecorriente provoca un calentamiento peligroso en los conductores e incluso daños en los mismos, por lo que siempre es necesario instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente con el fin de proteger a los conductores de los circuitos derivados, así lo estipula la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 210-20, a continuación, se cita un extracto del artículo [16]:

210-20. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos derivados y los equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal o ajuste que cumpla lo establecido en (a) hasta (d) siguientes.

a) Cargas continuas y no continuas. Cuando un circuito derivado alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no-continuas, la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente no debe ser menor a la carga no-continua más el 125 por ciento de la carga continua.

Excepción: Cuando el ensamble, incluidos los dispositivos de sobrecorriente que están protegiendo el circuito derivado, esté aprobado para funcionamiento al 100 por ciento de su valor nominal, se permitirá que el valor nominal en amperes del dispositivo de sobrecorriente no sea menor que la suma de la carga continua más la carga no-continua.

Con base en lo mencionado en el inciso (a) del artículo 210-20 se formula la siguiente ecuación para calcular el valor nominal de la protección contra sobrecorriente para los circuitos derivados [16].

$$I_{\text{protección}} = I_{nc} + 1.25I_c \quad (16)$$

Donde:

$I_{\text{protección}}$ = Corriente de protección contra sobrecorriente (A).

I_{nc} = Corriente de carga no continua (A).

I_c = Corriente de carga continua (A).

De la ecuación (31) se puede despejar la corriente de carga continua para determinar el porcentaje de la capacidad del interruptor que se permite ocupar como se muestra a continuación:

$$I_{\text{protección}} = 0 + 1.25I_c \quad (17)$$

$$\therefore I_c = \frac{I_{\text{protección}}}{1.25} \quad (18)$$

$$\therefore I_c = 0.8 \cdot I_{protección} \quad (19)$$

Por lo tanto, se determina que, en el caso de los circuitos compuestos por cargas continuas, la corriente de la carga deberá ser de máximo el **80%** de la capacidad nominal de la protección contra sobrecorrientes.

Cabe aclarar que, en el caso de este trabajo monográfico, se planea utilizar como máximo el 80% de la capacidad nominal de cada uno de los circuitos derivados tanto para los compuestos por cargas continuas, como para los compuestos por cargas no continuas. Por lo que, para calcular la capacidad de la protección contra sobrecorrientes para circuitos derivados se utilizará la siguiente ecuación:

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} \quad (20)$$

Teniendo en cuenta que se trabajará con el 80% de la capacidad nominal de los circuitos derivados, se formula la siguiente ecuación para calcular el valor de la carga máxima que se puede conectar al circuito derivado:

$$P_{Permisible} = (I \cdot 0.8) \cdot V \cdot FP \quad (21)$$

Donde:

$P_{Permisible}$ = Carga máxima permisible en el circuito (W).

I = Capacidad del interruptor (A).

V = Voltaje del circuito (V).

FP = Factor de potencia (0.9).

2.6.4.2. Carga máxima y capacidad nominal de los contactos.

La capacidad y carga máxima de los contactos o salidas para las unidades de vivienda varían según la capacidad nominal del circuito derivado y es en el artículo 210-21 inciso (b) de la NOM-001-SEDE-2012 que se especifican. A continuación, se cita el extracto del artículo que compete a este trabajo monográfico:

210-21. Dispositivos de salida. *Los dispositivos de salida deben tener una capacidad nominal de corriente no menor que la carga que van a alimentar y deben cumplir lo establecido en los siguientes incisos (a) y (b):*

b) Contactos

2) Carga total conectada con cordón y clavija. *Cuando dos o más contactos o salidas estén conectados a un circuito derivado, un contacto no debe alimentar una carga total conectada con cordón y clavija que exceda el máximo especificado en la Tabla 210-21(b)(2).*

3) Valor nominal del contacto. *Cuando se conecten dos o más contactos o salidas a un circuito derivado, la capacidad nominal de los contactos debe corresponder a los valores de la Tabla 210-21(b)(3) o, si es de más de 50 amperes, la capacidad nominal del contacto no debe ser menor a la capacidad nominal del circuito derivado.*

Excepción 1: Se permite que los contactos instalados exclusivamente para usar una o más máquinas de soldar por arco conectadas con cordón y clavija, tenga una capacidad nominal no menor a la ampacidad mínima de los conductores del circuito derivado, tal como se permite en 630-11(a) o (b) para las máquinas de soldar por arco.

Excepción 2: Se permite que el valor nominal en amperes de un contacto instalado para iluminación con lámparas de descarga eléctrica, se base en lo que se indica en 410-62(c).

Las Tablas 210-21(b)(2) y 210-22(b)(3) a las cuales se hace referencia en el artículo anterior fueron extraídas a las Tablas 2.1 y 2.2 mostradas a continuación:

Tabla 2.1: Carga máxima conectada a un contacto por medio de un cordón y clavija. Extraída de la Tabla 210-21(b)(2) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto	Carga máxima
Amperes		
15 o 20	15	12
20	20	16
30	30	24

Tabla 2.2: Capacidad nominal de contactos en circuitos de varias capacidades. Extraída de la Tabla 210-21(b)(3) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto
Amperes	
15	No más de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
50	50

2.6.4.3. Cargas permisibles en los circuitos derivados.

En el artículo 210-23 de la NOM-001-SEDE-2012 se dictamina las cargas permisibles para los circuitos derivados dependiendo de su capacidad, en el caso de unidades de vivienda la capacidad de los circuito generalmente, es de 15 y 20A, ya que los de más capacidad son para cargas específicas que muy rara vez se instalan en viviendas, por lo tanto, solo citará hasta el extracto del artículo que compete para este trabajo monográfico:

210-23. Cargas permisibles. En ningún caso la carga debe exceder a la capacidad nominal del circuito derivado. Está permitido que un circuito derivado individual alimente cualquier carga dentro de su valor nominal. Un circuito derivado que suministre energía a dos o más contactos o salidas, sólo debe alimentar las cargas de acuerdo con su tamaño, como se especifica en (a) hasta (d) y como se resume en 210-24 y en la Tabla 210-24.

a) Circuitos derivados de 15 y 20 amperes. Se permite que los circuitos derivados de 15 o 20 amperes alimenten a unidades de alumbrado, otros equipos de utilización o una combinación de ambos y debe cumplir con lo que se establece en (1) y (2) siguientes.

Excepción: Los circuitos derivados para aparatos pequeños, los circuitos derivados para lavadora y los circuitos derivados para cuartos de baño exigidos para las unidades de vivienda en 210-11(c)(1), (c)(2) y (c)(3), sólo deben alimentar las salidas de contactos especificadas en esa sección.

1) Equipo conectado con cordón y clavija que no está fijo en un lugar. La carga nominal de cualquier equipo individual de utilización conectado mediante cordón y clavija que no esté fijo en un lugar no debe superar el 80 por ciento de la capacidad nominal en amperes del circuito derivado.

2) Equipo de utilización fijo en un lugar. La carga nominal total del equipo de utilización fijo en un lugar, que no sean luminarias, no debe superar el 50 por ciento de la capacidad nominal en amperes del circuito derivado, cuando también se alimenten unidades de alumbrado o equipos de utilización conectados con cordón y clavija no fijos en un sitio, o ambos.

Basado en lo anterior, se determina que los circuitos con interruptores de 15 y 20A son permitidos para alumbrado, contactos o una combinación de ambos. En el caso de equipos individuales que no estén fijos en un lugar, su carga no debe superar el 80% de la capacidad nominal del circuito derivado, mientras que en los equipos fijos que estén conectados a un circuito que alimenta otras cargas no fijas y/o alumbrado, el valor de la carga del equipo fijo no debe ser mayor al 50% de la capacidad del interruptor del circuito derivado.

2.6.5. Salidas para contactos en unidades de vivienda.

La NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 100 define a un contacto o receptáculo como “dispositivo desconexión eléctrica instalado en una salida para la inserción de una clavija. Un contacto sencillo es un dispositivo de un solo juego de contactos. Un contacto múltiple es aquel que contiene dos o más dispositivos de contacto con el mismo chasis o yugo”.

Las salidas para contactos necesarias en unidades de vivienda se especifican en el artículo 210-52 de la NOM-001-SEDE-2012 y es con base a los requisitos marcados que se deben distribuir los contactos por las distintas áreas de la vivienda, dicho artículo se cita a continuación:

210-52. Salidas para contactos en unidades de vivienda. Esta sección proporciona los requisitos para las salidas de contactos de 120 volts, 15 y 20 amperes. Los contactos exigidos por esta sección deben ser adicionales a cualquier contacto que:

- (1) Sea parte de un aparato o una luminaria,
- (2) Esté controlado por interruptor de pared según 210-70(a)(1), Excepción 1,
- (3) Se instale en gabinetes o armarios,
- (4) Se instale a más de 1.70 metros por encima del piso.

Los calefactores eléctricos tipo-zoclo instalados permanentemente, equipados con salidas de contactos instaladas en fábrica o salidas suministradas como un ensamble separado por el fabricante, se permitirán como los contactos requeridos para el espacio de pared utilizado por

estos calefactores instalados en forma permanente. Estas salidas de contacto no se deben conectar a los circuitos del calefactor.

NOTA: Los calentadores eléctricos tipo zoclo aprobados, incluyen instrucciones que pueden prohibir su instalación debajo de las salidas de contactos.

a) Generalidades. En las unidades de vivienda, en cada cuarto de cocina, sala de estar, sala, salón, biblioteca, cuarto de estudio, solarío, comedor, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo o cualquier habitación similar, deben instalarse salidas para contactos de acuerdo con las disposiciones siguientes:

1) Separación. Las salidas para contactos deben instalarse de modo que ningún punto medido horizontalmente a largo de la línea del piso de cualquier espacio de pared esté a más de 1.80 metros, de una salida para contacto.

2) Espacio de pared: Para los efectos de este Artículo debe entenderse "espacio de pared" lo siguiente:

(1) Cualquier espacio de 60 centímetros o más de ancho incluyendo el espacio que se mida en las esquinas y no interrumpido por aberturas de puertas o aberturas similares, chimeneas y gabinetes fijos.

(2) El espacio ocupado por paneles fijos en paredes exteriores, excepto los paneles deslizantes.

(3) El espacio creado por divisores fijos de cuartos tales como mostradores autosoportados tipo bar o barandillas.

3) Contactos de piso. Los contactos de piso no deben contarse como parte del número requerido de salidas de contactos, a menos que estén localizados a una distancia no mayor de 45 centímetros de la pared.

4) Contactos en las cubiertas. Los contactos instalados sobre las cubiertas, tal y como se especifica en el inciso (c) siguiente no se deben considerar como los contactos exigidos por este inciso (a).

b) Aparatos pequeños.

1) Salidas para contactos alimentados. En la cocina, despensa, comedor, desayunador o área similar de una unidad de vivienda, los dos o más circuitos derivados de 20 amperes para aparatos pequeños que exige 210-11(c)(1), deben alimentar todas las salidas de contactos de pared y de piso a las que se refiere el inciso (a) de esta sección, todas las salidas de cubiertas a las que se refiere el inciso (c) de esta sección y las salidas de contactos para equipos de refrigeración.

Excepción 1: Además de los contactos exigidos enumerados en 210-52, se permitirá que sean alimentados por un circuito derivado de uso general los contactos controlados con interruptor, como se define en 210-70(a)(1), Excepción 1.

Excepción 2: Se permitirá que la salida de contactos para equipos de refrigeración se alimente de un circuito derivado independiente de 15 amperes o mayor.

2) Ninguna otra salida. Los dos o más circuitos derivados para aparatos pequeños especificados en 210-52 (b)(1) no deben tener salidas para otros propósitos.

Excepción 1: Un contacto instalado exclusivamente para la alimentación y soporte de un reloj eléctrico en cualquiera de los cuartos especificados en (b)(1) anterior.

Excepción 2: Los contactos instalados para conectar equipos e iluminación suplementarios de estufas de gas, hornos de gas y parrillas de gas montadas sobre la cubierta.

3) Requisitos para contactos en la cocina. Los contactos instalados en las cubiertas de una cocina, deben estar alimentados cuando menos por dos circuitos derivados de aparatos pequeños, se permitirá que cada uno de estos circuitos, o ambos, también alimenten salidas de contacto en el mismo cuarto de cocina y en otros cuartos especificados en (b)(1). Se permitirán circuitos derivados adicionales que alimenten las salidas de contactos de la cocina y de otras habitaciones especificadas en (b)(1). Ningún circuito derivado para pequeños aparatos debe alimentar más de una cocina.

c) Cubiertas. En los cuartos de cocinas, despensas, desayunador, comedores y áreas similares de las unidades de vivienda se deben instalar salidas de contacto para las cubiertas, de acuerdo con (1) a (5) siguientes.

1) Espacio de pared de la cubierta. Se debe instalar un contacto en cada espacio de pared de la cubierta que tenga 30 centímetros o más de ancho. Las salidas de contacto se deben instalar de modo que ningún punto a lo largo de la línea de la pared quede a más de 60 centímetros, medido horizontalmente, desde un contacto en ese espacio.

Excepción: No se requieren salidas de contactos en una pared directamente por detrás de una estufa, una parrilla de cubierta o un fregadero en la instalación que se describe en la Figura 210-52(c)(1).

2) Espacios en las cubiertas de isla. Se debe instalar por lo menos un contacto en cada cubierta de isla cuya dimensión más larga tenga 60 centímetros o más y la más corta 30 centímetros o más.

3) Espacios en las cubiertas de península. En cada cubierta de península, cuya dimensión más larga tenga 60 centímetros o más y la más corta 30 centímetros o más, se debe instalar por lo menos una salida de contacto. Una cubierta de península se mide desde la orilla que se une a otra parte de la cocina.

4) Espacios separados. Para aplicar los requisitos del inciso (1) anterior, se deben considerar como espacios separados las cubiertas separados por estufas, refrigeradores o fregaderos. Si una estufa, una parrilla de cubierta o un fregadero son instalados en mesones de isla o de península y la profundidad de la cubierta por detrás de la estufa, parrilla de cubierta o fregadero es menor a 30 centímetros, se debe considerar que la estufa, la parrilla de cubierta o el fregadero dividen el espacio de la cubierta en dos espacios de cubiertas separadas. Cada espacio separado de cubiertas debe cumplir con los requisitos aplicables de este inciso(c).

5) Ubicación de las salidas de contacto. Las salidas de contacto deben estar ubicadas en o sobre las cubiertas, pero a no más de 50 centímetros por encima de la cubierta. Se permite que

ensambles de salidas de contactos aprobadas para esta aplicación se instalen en las cubiertas. Las salidas de contactos que no queden fácilmente accesibles debido a aparatos fijos, alacenas, fregadero o estufa sobrepuesta como los cubiertos en (c)(1), Excepción, o por aparatos que ocupen un espacio dedicado, no se deben considerar como parte de las salidas exigidas.

NOTA: Véase 406-5(e) para los requisitos para la instalación de contactos en las cubiertas.

Excepción a (5): *Para cumplir las condiciones especiales especificadas en (1) o (2), se permitirá que las salidas de contacto vayan montadas a no más de 30 centímetros por debajo de la cubierta. Los contactos montados por debajo de la cubierta, de acuerdo con esta excepción, no se deben localizar donde la cubierta sobresalga más de 15 centímetros de su base de apoyo:*

(1) Construcción para personas discapacitadas

(2) En cubiertas tipo isla o península, cuando la cubierta es plana en toda su superficie (sin salpicaderos, divisores, etc.) y no hay medios para montar un contacto dentro de los 50 centímetros por encima de la cubierta, como por ejemplo un gabinete de techo.

d) Cuartos de baño. *En los cuartos de baño de unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un contacto a no más de 90 centímetros del borde exterior de cada lavabo. Las salidas de contacto se deben localizar en una pared o una división que sea adyacente al lavabo o a la cubierta del lavabo, localizadas en la cubierta, o se debe instalar en la superficie lateral o frontal del gabinete del lavabo a no más de 30 centímetros por debajo de la cubierta. Se permite que los ensambles de salidas de contacto aprobados para esta aplicación sean instalados en las cubiertas.*

NOTA: Véase 406-5(e) para los requisitos para la instalación de contactos en las cubiertas.

e) Salidas exteriores. *Las salidas de contactos en los exteriores de la vivienda se deben instalar de acuerdo con (1) a (3) siguientes. Véase 210-8(a)(3).*

1) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. *En una vivienda unifamiliar y en cada unidad de una vivienda bifamiliar que estén a nivel del suelo, se debe instalar al menos una salida de contacto accesible mientras se está de pie al nivel del suelo y que esté ubicado a no más de 2.00 metros sobre el suelo, en la parte frontal y posterior de la vivienda.*

2) Viviendas multifamiliares. *En cada unidad de vivienda de una unidad multifamiliar donde la unidad de vivienda esté a nivel del suelo y tenga entradas/salidas exteriores individuales, se debe instalar por lo menos una salida de contacto accesible desde el suelo y a no más de 2.00 metros por encima del suelo.*

3) Balcones, terrazas y pórticos. *Los balcones, terrazas y pórticos accesibles desde el interior de la vivienda deben tener por lo menos una salida de contacto instalada dentro del perímetro del balcón, la terraza o el pórtico. El contacto no debe estar a más de 2.00 metros por encima de la superficie del balcón, terraza o pórtico.*

f) Áreas de lavadora. *En las unidades de vivienda se debe instalar como mínimo una salida de contacto para la lavadora.*

Excepción 1: *En una unidad de vivienda que sea un apartamento o área de vivienda en un edificio multifamiliar, en la que haya instalaciones de lavado en el mismo inmueble disponibles para todos los ocupantes de este, no se exigirá el contacto para lavadora.*

Excepción 2: *En viviendas distintas de las unifamiliares en las que no haya o no estén permitidas instalaciones de lavandería, no es necesario un contacto para lavadora.*

g) Sótanos, garajes y edificios accesorios. *En las viviendas unifamiliares se deben aplicar las siguientes disposiciones:*

(1) En todos los sótanos, garajes adjuntos, garajes independientes y edificios accesorios que tengan instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida de contacto adicional a aquellos para equipo específico.

(2) Cuando una parte del sótano tiene construido uno o más espacios habitables, cada parte independiente no terminada debe tener una salida de contacto instalada según se indica en esta sección.

h) Pasillos. *En las unidades de vivienda, los pasillos de 3.00 metros o más de longitud deben tener por lo menos una salida de contacto.*

Para efectos de esta subsección, la longitud del pasillo se mide a lo largo de la línea central del pasillo, sin pasar por ninguna puerta.

i) Vestíbulos. *Los vestíbulos que no son parte de un pasillo de acuerdo con (h) anterior y que tienen una superficie mayor que 5.60m² deben tener un contacto localizado en cada espacio de pared de 90 centímetros o más de ancho, que no sean interrumpidos por entradas, ventanas del piso al techo y aberturas similares.*

2.6.6. Resumen de los requisitos para los circuitos derivados en unidades de vivienda.

Para facilitar la comprensión de los requisitos marcados en NOM-001-SEDE-2012 para los circuitos derivados en unidades de vivienda que se han discurrido hasta este parte, se recopiló de forma resumida en la Tabla 2.3 los puntos más importantes a tener en cuenta.

Tabla 2.3: Resumen requisitos para circuitos derivados.

Requisito	Descripción	Artículo
Interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI).	Se debe instalar al principio del circuito derivado o si no en los contactos de 120V, de 15 y 20A instalados en lugares como cuartos de baño, cocheras, exteriores, espacios de poca altura situados a nivel del suelo o por debajo, sótanos sin acabados, cocinas, fregaderos y cobertizos para botes.	210-8
Circuitos de 20A.	Se deben instalar dos o más circuitos para aparatos pequeños; al menos uno exclusivamente para los contactos de la lavandería; y al menos uno para los contactos del cuarto del baño sin que tenga otras salidas a menos que estas estén en el mismo cuarto de baño.	210-11
Interruptor de circuito por falla de arco (AFCI).	Se podrá instalar en los circuitos derivados de 120V, de 15 y 20A que alimenten salidas instaladas en habitaciones familiares, comedores, salas de estar, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, alcobas, solarios, salones para recreación, armarios, pasillos o cuartos o áreas similares. También se podrá instalar cuando el alambrado del circuito derivado se modifica, reemplaza o amplía.	210-12
Protección contra sobrecorriente.	La capacidad nominal de esta protección no debe ser menor a la carga no continua más el 125 por ciento de la carga continua. La carga conectada a los circuitos derivados no debe sobrepasar el 80% de la capacidad nominal de la protección.	210-20
Carga máxima y capacidad nominal de los contactos.	La carga total conectada con cordón o clavija a los contactos de circuitos con capacidad nominal de 15A debe ser de máximo 12A, mientras que en el caso de los circuitos con capacidad nominal de 20A, la carga máxima conectada debe ser de 16A. Estos datos se especifican en la Tabla 210-21(b)(2). La capacidad nominal de los contactos conectados a un circuito de 15A no deben exceder la capacidad nominal del circuito, mientras que para los circuitos de 20A se permite que la capacidad nominal de los contactos sea de 15A o bien, que tengan la misma capacidad nominal que el circuito. Estos datos se especifican en la Tabla 210-21(b)(3).	210-21
Cargas permisibles en los circuitos derivados de 15 y 20A.	Se permite conectar cualquier carga a un circuito media vez esta no exceda del valor nominal del circuito. Está permitido que circuitos de 15 o 20A alimenten al alumbrado, contactos o una combinación de ambos. La carga de los equipos individuales conectados por cordón y clavija que no estén fijos en un lugar, no debe superar el 80% de la capacidad del circuito, mientras que la carga de los equipos (diferentes a luminarias) que están fijos a un lugar no debe exceder el 50% de la capacidad del circuito, si a dicho circuito también alimenta alumbrado y/o equipos conectados con cordón y clavija.	210-23(a)
Salidas para contactos.	La distancia entre contactos no debe ser mayor a 3.6m, dicha distancia no toma en cuenta aberturas en la pared hechas para puertas, chimeneas y gabinetes fijos. Dicha separación entre contactos no abarca zonas como cuartos de baño, balcones, terrazas, pórticos, áreas de lavadora, pasillos de por lo menos 3m de longitud y vestíbulos menores a 5.6m ² , ya que en dichas zonas solo se exige instalar por lo menos una salida de contacto. En el caso de garajes, se debe instalar al menos una salida de contacto adicional a las salidas para equipos específicos. Los circuitos encargados de alimentar los contactos instalados en zonas de estancia y convivencia no deben tener otras salidas.	210-52

2.6.7. Cálculos.

Antes de realizar los cálculos para el diseño de una instalación eléctrica, es importante considerar las especificaciones del artículo 220-5 de la NOM-001-SEDE-2012, el cual se cita a continuación:

220-5. Cálculos.

a) Tensiones. Si no se especifican otras tensiones, para el cálculo de cargas del alimentador y de los circuitos derivados, deben aplicarse las tensiones de 120, 120/240, 220Y/127, 208Y/120, 220, 240, 347, 440, 460, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 volts.

b) Fracciones de un ampere. Cuando los cálculos den como resultado una fracción decimal se permitirá redondear al ampere entero más cercano. Cuando la fracción decimal es menor que 0.5 se redondeará hacia abajo.

2.6.7.1. Cálculo de cargas de circuitos derivados.

2.6.7.1.1. Cargas de alumbrado.

La carga de alumbrado necesaria para unidades de vivienda se puede determinar de acuerdo con lo establecido en el artículo 220-12 de la NOM-001-SEDE-2012, el cual se cita a continuación:

220-12. Cargas de alumbrado para lugares específicos. La carga mínima de alumbrado por cada metro cuadrado de superficie del piso, debe ser mayor o igual que la especificada en la Tabla 220-12 para los lugares específicos indicados en la misma. El área del piso de cada planta debe calcularse a partir de las dimensiones exteriores del edificio, unidad de vivienda u otras áreas involucradas. Para las unidades de vivienda, el área calculada del piso no debe incluir los patios abiertos, las cocheras ni los espacios no utilizados o sin terminar, que no sean adaptables para su uso futuro.

NOTA: Los valores unitarios de estos cálculos se basan en condiciones de carga mínima y un factor de potencia del 100 por ciento y puede ser que no provean la capacidad suficiente para la instalación considerada.

La Tabla 220-12 a la cual se hace referencia en el artículo anterior fue extraída a la Tabla 2.4 mostrada a continuación:

Tabla 2.4: Cargas de alumbrado general por tipo del inmueble. Extraída de la Tabla 220-12 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Tipo del inmueble	Carga unitaria (VA/m ²)
Bancos	39
Casas de huéspedes	17
Clubes	22
Cuarteles y auditorios	11
Depósitos (almacenamiento)	3
Edificios de oficinas	39
Edificios industriales y comerciales (lugares de almacenamiento)	22
Escuelas	33
Estacionamientos comerciales	6
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocineta	22
Iglesias	11
Juzgados	22
Lugares de almacenamiento	3
Peluquerías y salones de belleza	33
Restaurantes	22
Tiendas	33
Unidades de vivienda	33
En cualquiera de las construcciones anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
En cualquiera de las construcciones anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
Vestíbulos, pasillos, closets, escaleras	6
Lugares de reunión y auditorios	11
Bodegas	3

Analizando la tabla anterior se puede encontrar que el valor de la carga unitaria de alumbrado para unidades de vivienda deber ser de por lo menos **33VA/m²**. Por lo que, es con base en este valor que se podría calcular la carga total de alumbrado para una unidad de vivienda.

A continuación, se formula la ecuación para determinar la carga total de alumbrado mínima según el área de la vivienda:

$$P_{\text{Alumbrado}} = \text{Carga Unitaria} \cdot A \quad (22)$$

Donde:

$P_{\text{Alumbrado}}$ = Carga total de alumbrado mínima en la vivienda (W).

Carga Unitaria = Carga unitaria de alumbrado para unidades de vivienda (33VA/m²).

A = Área total de la vivienda (m²).

Una vez determinada la carga total de alumbrado mínima para la vivienda, se puede seleccionar el número y tipo de lámparas necesarias para la instalación eléctrica.

Cabe aclarar que, en el caso de este trabajo monográfico, para calcular el alumbrado de la vivienda no se siguió lo estipulado en el artículo 220-12, sino más bien se consultó el valor de los lux(lumen/m²) recomendados para los diferentes lugares dentro y fuera de la vivienda y después,

con base en el área del lugar a iluminar, se calculó el número y tipo de lámparas seleccionadas para la instalación eléctrica residencial que se diseña en este trabajo [22]. La Tabla 2.5 muestra los niveles de iluminación recomendados para los diferentes lugares de una vivienda:

Tabla 2.5: Niveles de lux recomendados en las diferentes estancias de una vivienda. Fuente [22].

Estancia de la Vivienda	Nivel Recomendado
Cocina (área de trabajo)	500-600lux
Cocina (área general)	200-300lux
Habitaciones y dormitorios (cabeceras cama o lectura)	500lux
Habitaciones y dormitorios (zona general)	100-200lux
Salones (zona general)	200-300lux
Salones (zona TV)	50lux
Zona de estudio y lectura	500lux
Aseos y baños (zona general)	200lux
Aseos y baños (zona espejo)	300-500lux
Estancias de paso (pasillos o escaleras)	100-200lux
Jardín (zona amueblada)	300lux
Jardín (zona general)	150lux

En el caso de optar por la metodología descrita en el párrafo anterior, a fin de determinar la carga de una salida para alumbrado, sería importante tomar en cuenta el artículo 220-14(d) de la NOM-001-SEDE-2012, el cual se cita a continuación:

220-14 d) Luminarias. Una salida que alimenta luminarias se debe calcular con base en el valor máximo en voltamperes del equipo y las lámparas para las que esté designada dicha luminaria.

2.6.7.1.1.1. Número mínimo de circuitos para alumbrado.

El número mínimo de circuitos derivados para alumbrado se puede calcular utilizando las ecuaciones (14) y (15), mediante las cuales se formula la siguiente ecuación:

$$N_{\text{Circuitos Alumbrado}} = \frac{P_{\text{Alumbrado}}}{P_{\text{Permisible}}} \quad (23)$$

Donde:

$N_{\text{Circuitos Alumbrado}}$ = Número mínimo de circuitos derivados.

$P_{\text{Alumbrado}}$ = Carga total de alumbrado mínima en la vivienda (W).

$P_{\text{Permisible}}$ = Carga máxima permisible en el circuito (W).

2.6.7.1.2. Carga para las salidas de contactos de uso general.

La carga que se le debe asignar a las salidas de contacto de uso general, se determina tomando en cuenta el artículo 220-14(i) de la NOM-001-SEDE-2012, el cual se cita a continuación:

220-14 i) Salidas para contactos. Excepto como se establece en (j) y (k) siguientes, las salidas de contactos se deben considerar cuando menos de 180 voltamperes para cada contacto sencillo o múltiple instalado en el mismo yugo. Un contacto múltiple compuesto de cuatro o más contactos,

se debe calcular con no menos de 90 voltamperes por cada contacto. Esta disposición no se debe aplicar a salidas para contactos especificadas en 210-11c)(1) y (c)(2).

Con base en lo citado en el artículo 220-14i), se puede determinar que la carga que se le debe asignar a los contactos sencillos y dúplex de uso general es de **180W**, por lo que este valor es el que se debe usar para realizar los cálculos.

2.6.7.1.2.1. Número máximo de contactos de uso general por circuito.

El número máximo de contactos de uso general por circuito derivado se puede calcular a través de la ecuación (14) y a lo mencionado en la sección anterior, mediante los cuales se formula la siguiente ecuación:

$$N_{Contactos} = \frac{P_{Permisible}}{P_{Unitaria\ Contacto}} \quad (24)$$

Donde:

$N_{Contactos}$ = Número máximo de contactos de uso general en el circuito.

$P_{Permisible}$ = Carga máxima permisible en el circuito (W).

$P_{Unitaria\ Contacto}$ = Carga unitaria de los contactos de uso general (180W).

2.6.7.2. Cálculo de la corriente nominal.

La corriente nominal de una carga se calcula dependiendo del número de fases que posea. Si se trata de una carga monofásica 1Ø-2H, su corriente nominal se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} \quad (25)$$

Donde:

$I_{nom.}$ = Corriente nominal de la carga monofásica (A).

P = Carga eléctrica (W).

V_{fn} = Voltaje entre fase-neutro de la carga (V).

FP = Factor de potencia (0.9).

Si se trata de una carga bifásica 2Ø-3H se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{ff} \cdot FP} \quad (26)$$

Donde:

$I_{nom.}$ = Corriente nominal de la carga bifásica (A).

P = Carga eléctrica (W).

V_{ff} = Voltaje entre fase-fase de la carga (V).

FP = Factor de potencia (0.9).

Y finalmente, si se trata de una carga trifásica 3Ø-4H se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{nom.} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_{ff} \cdot FP} \quad (27)$$

Donde:

$I_{nom.}$ = Corriente nominal de la carga trifásica (A).

P = Carga eléctrica (W).

V_{ff} = Voltaje entre fase-fase de la carga (V).

FP = Factor de potencia (0.9).

2.7. Cálculo de cargas de los alimentadores.

2.7.1. Protección contra sobrecorriente.

La NOM-001-SEDE-2012 estipula en su artículo 215-3 que los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorrientes y el valor nominal de la protección contra sobrecorrientes se calcula de la misma manera que en el caso de los circuitos derivados, ya que cuando un alimentador alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no-continuas, la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente no debe ser menor a la carga no-continua más el 125 por ciento de la carga continua. Partiendo de dicha instrucción, se vuelve a presentar la ecuación (31) [16]:

$$I_{protección} = I_{nc} + 1.25I_c \quad (28)$$

Donde:

$I_{protección}$ = Corriente de protección contra sobrecorriente (A).

I_{nc} = Corriente de carga no continua (A).

I_c = Corriente de carga continua (A).

Con el valor de la corriente de protección contra sobrecorriente se debe seleccionar el dispositivo de protección cuya capacidad sea la más acercada al valor estimado. En el artículo 240-6 de la NOM-001-SEDE-2012 se habla de las capacidades estandarizadas de interruptores automáticos y fusibles, a continuación, se cita el artículo:

240-6. Capacidades estandarizadas de fusibles e interruptores automáticos.

a) Fusibles e interruptores automáticos de disparo fijo. Los valores de corriente normalizados para los fusibles e interruptores automáticos de circuito de tiempo inverso, son: 15, 16, 20, 25, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 60, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 y 6000 amperes. Los valores en amperes estandarizados adicionales para fusibles deben ser de 1, 3, 6, 10 y 601. Se permitirá el uso de fusibles e interruptores automáticos de tiempo inverso con valores en amperes no estandarizados.

b) Interruptores automáticos de disparo ajustable. La capacidad nominal de corriente de los interruptores automáticos de disparo ajustable que tengan medios externos para ajustar la

corriente (ajuste de disparo de tiempo largo) que no cumplan los requisitos de (c), debe ser el valor máximo de ajuste posible.

c) Interruptores automáticos de disparo ajustable y acceso restringido. Se permitirá que un interruptor automático que tiene acceso restringido al medio de ajuste, tenga un valor nominal en amperes, que sea igual al ajuste de la corriente de disparo (ajuste de tiempo largo). El acceso restringido se debe definir como la ubicación detrás de alguno de los siguientes:

(1) Cubiertas removibles y sellables sobre los medios de ajuste.

(2) Puertas de la envolvente del equipo atornilladas.

(3) Puertas con cerradura, accesibles solamente a personal calificado.

2.7.2. Factores de demanda de las cargas de alumbrado.

Los factores de demanda para el alumbrado general aplicado a las unidades de vivienda se especifican en el artículo 220-42 de la NOM-001-SEDE-2012, el cual se cita a continuación:

220-42. Alumbrado general. Los factores de demanda especificados en la Tabla 220-42 se deben aplicar a la parte de alumbrado general de la carga total calculada del circuito derivado. Esos factores no se deben aplicar para calcular el número de circuitos derivados para iluminación general.

La Tabla 220-42 a la que se hace referencia en el artículo anterior fue extraída a la Tabla 2.6 mostrada a continuación:

Tabla 2.6: Factores de demanda de cargas de alumbrado. Extraída de la Tabla 220-42 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda (%)
Almacenes	Primeros 12,500 o menos	100
	A partir de 12,500	50
Hospitales	Primeros 50,000 o menos	40
	A partir de 50,000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los apartamentos sin concina para los inquilinos	Primeros 20,000 o menos	50
	De 20,001 a 100,000	40
	A partir de 100,000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3,000 o menos	100
	De 3,001 a 120,000	35
	A partir de 120,000	25
Todos los demás	Voltamperes totales	100

Analizando la tabla anterior, se encuentra que para los primeros 3000W de la carga de alumbrado general para unidades de vivienda, se le debe aplicar un factor de demanda del **100%**.

2.7.3. Carga para aparatos eléctricos presentes en unidades de vivienda.

El valor de la carga del alimentador para los aparatos eléctricos pequeños y lavadoras presentes en unidades de vivienda mayores a 60m² se especifica en el artículo 220-52 de la NOM-001-SEDE-2012, el cual se cita a continuación:

220-52. Cargas de aparatos pequeños y lavadoras en unidades de vivienda.

Excepción: Esta sección no es aplicable a unidades de vivienda de 60 m² o menos

a) Cargas del circuito de aparatos pequeños. En cada unidad de vivienda, la carga del alimentador debe calcularse a 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 hilos para aparatos pequeños como se especifica en 210-11(c)(1). Cuando la carga se divida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir no menos de 1500 voltamperes por cada circuito de 2 hilos para aparatos pequeños. Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-42.

Excepción: Se permite excluir de los cálculos exigidos en esta sección, a los circuitos derivados individuales permitidos por 210-52(b)(1), Excepción 2.

b) Carga del circuito de lavadora. Una carga de cuando menos 1500 voltamperes se debe incluir por cada circuito derivado de 2 hilos para lavadora instalado de tal forma como se establece en 210-11(c)(2). Se permite que esta carga se incluya con la carga de alumbrado general y se le apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-42.

Excepción: Esta sección no es aplicable a unidades de vivienda popular de hasta 60 m².

La Tabla 220-42 referenciada en el artículo anterior, es la misma Tabla 2.5 la cual indica los factores de demanda de cargas de alumbrado.

Para determinar la carga en el caso de aparatos eléctricos comunes en unidades de vivienda, se aplica el artículo 220-53 de la NOM-001-SEDE-2012, el cual se cita a continuación:

220-53. Carga para aparatos en unidades de vivienda. En viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares se permite aplicar un factor de demanda del 75 por ciento a la capacidad nominal indicada en la placa de datos, de cuatro o más aparatos fijos conectados al mismo alimentador, que no sean estufas eléctricas, secadoras de ropa, equipo de calefacción eléctrica o de aire acondicionado.

2.7.4. Balanceo de cargas.

El balanceo de cargas se refiere a repartir las cargas de los circuitos derivados equitativamente entre las fases del tablero de distribución de una instalación eléctrica bifásica o trifásica, a fin de equilibrar las corrientes de línea y disminuir la corriente neutral en caso de que todos los circuitos derivados estén en funcionamiento ^[24].

El porcentaje de desbalance entre las fases de un tablero de distribución se determina con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Desbalance} = \frac{kW_{\text{Fase Mayor}} - kW_{\text{Fase Menor}}}{kW_{\text{Fase Mayor}}} \times 100 \quad (29)$$

Donde:

% Desbalance = Porcentaje de desbalance máximo entre fases (%).

$kW_{\text{Fase Mayor}}$ = Carga total de la fase mayor (kW).

$kW_{\text{Fase Menor}}$ = Carga total de la fase menor (kW).

El porcentaje de desbalance máximo entre las fases de un tablero de distribución es un parámetro que se debe controlar, por lo que las cargas deben estar distribuidas de tal forma que ^[24]:

$$\% \text{ Desbalance Máximo Aceptable} \leq 5\% \quad (30)$$

2.8. Conductores.

Los conductores según marca la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 110-5, deben ser de cobre a menos que se indique otro tipo de material, por lo que en caso de que no se especifique, el material y las secciones transversales que se indiquen en la misma NOM se deberán aplicar como si fueran de cobre, a continuación, se cita dicho artículo:

110-5. Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que, en esta NOM, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en esta NOM se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los tamaños deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre como se señala en 310-15.

La NOM-001-SEDE-2012 establece en sus principios fundamentales que el área de la sección transversal de los conductores se debe determinar tanto en condiciones normales de operación, así como en condiciones de falla en función:

- De su temperatura máxima admisible.
- De la caída de tensión admisible.

2.8.1. Ampacidad.

2.8.1.1. Limitaciones por temperatura admisible.

La temperatura máxima admisible de un conductor está estrechamente relacionada con su ampacidad, la NOM-001-SEDE-2012 la define como “la corriente máxima que un conductor puede transportar continuamente, bajo las condiciones de uso, sin exceder su rango de temperatura”.

La NOM-001-SEDE-2012 indica en su artículo 110-14(c) las limitaciones por temperatura con las que se debe seleccionar los conductores conectados a otro conductor, terminal o dispositivo, a continuación, se cita dicho artículo:

110-14 c) Limitaciones por temperatura. La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su ampacidad, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado. Se permite el uso de conductores con temperatura nominal mayor que la especificada para las terminales, cuando se utilizan factores de ajuste por temperatura o de corrección por ampacidad o ambos.

En la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012 se muestran las ampacidades permisibles en conductores aislados con temperaturas nominales de 60 °C, 75 °C y 90 °C, dicha tabla fue extraída a la Tabla 2.7 mostrada a continuación:

Tabla 2.7: Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C. Extraída de la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
0.824	18"	-	-	14	-	-	-
1.31	16"	-	-	18	-	-	-
2.08	14"	15	20	25	-	-	-
3.31	12"	20	25	30	-	-	-
5.26	10"	30	35	40	-	-	-
8.37	8	40	50	55	-	-	-

13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

Para determinar la temperatura de operación del conductor aislado que se debe emplear es necesario primero analizar las especificaciones planteadas en el artículo 110-14(c)(1)(a) y 110-14(c)(1)(b), el cual se cita a continuación:

110-14(c)(1)(a). *Las terminales de equipos para circuitos de 100 amperes o menos o marcadas para conductores con tamaño 2.08 mm² a 42.4 mm² (14 AWG a 1 AWG), deben utilizarse solamente en uno de los siguientes:*

(1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 60 °C.

(2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores se determine tomando como base la ampacidad a 60 °C del tamaño del conductor usado.

(3) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, si el equipo está aprobado e identificado para tales conductores.

(4) Para motores marcados con las letras de diseño B, C, D o E, se permite el uso de conductores que tienen un aislamiento con temperatura de operación de 75 °C o mayor siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda de la ampacidad para 75 °C.

110-14(c)(1)(b). *Las disposiciones para las terminales del equipo para circuitos con un valor nominal mayor que 100 amperes, o marcados para conductores de tamaño mayor que 42.4 mm² (1 AWG) se deben usar solamente para uno de los siguientes:*

(1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 75 °C.

(2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda la ampacidad a 75 °C. Este tipo de conductores también pueden utilizarse si el equipo está aprobado e identificado para uso con tales conductores.

2.8.1.2. Factores que afectan la ampacidad.

Existen diferentes factores que afectan la ampacidad de los conductores, a continuación, se describirán cada uno de ellos.

2.8.1.2.1. Factor de carga continua.

Una instalación eléctrica está conformada por una combinación de cargas continuas y no continuas. Para que una carga se pueda considerar continua, la NOM-001-SEDE-2012 menciona que es necesario que su corriente máxima circule durante tres horas o más. En la NOM, tanto en el artículo 210-19 para el caso de conductores de circuitos derivados y el artículo 215-2 para el caso de alimentadores mencionan que el tamaño mínimo del conductor, antes de la aplicación de cualquier factor de ajuste o corrección, debe tener una ampacidad permisible no menor a la carga no continua, más el 125 por ciento de la carga continua ^[16]. Por lo que con base en dichos artículos

se formula la siguiente ecuación para ajustar la corriente de los conductores de circuitos derivados y alimentadores cuando estén presentes cargas continuas:

$$I_{cond.} = I_{nc} + 1.25I_c \quad (31)$$

Donde:

$I_{cond.}$ = Corriente del conductor (A).

I_{nc} = Corriente de la carga no continua (A).

I_c = Corriente de la carga continua (A).

2.8.1.2.2. Factor de temperatura ambiente.

La temperatura ambiente en la que operan los conductores es uno de los factores que afectan su ampacidad, ya que a medida que la temperatura ambiente sobrepasa los 30 °C, la ampacidad de los conductores se reduce gradualmente. La NOM-001-SEDE-2012 establece que la ampacidad corregida por temperatura ambiente, se debe determinar aplicando los factores de corrección, los que para en el caso de este trabajo monográfico serán basados en una temperatura ambiente de 30 °C dispuestos en la Tabla 310-15(b)(2)(a), dicha tabla fue extraída a la Tabla 2.8 mostrada a continuación:

Tabla 2.8: Factores de corrección basados en una temperatura ambiente de 30°C. Extraída de la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65

66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

2.8.1.2.3. Factor de agrupamiento.

Cuando se tiene más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, su ampacidad se reduce debido a que el espacio para disipar el calor generado no es suficiente. La NOM-001-SEDE-2012 establece que la ampacidad de los conductores portadores de corriente se debe reducir con base en los factores de ajuste dispuestos en la Tabla 310-15(b)(3)(a), la cual fue extraída a la Tabla 2.9 mostrada a continuación:

Tabla 2.9: Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Extraída de la Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Número de conductores	Porcentaje de los valores en la tabla 310-15(b)(16), ajustada para temperatura ambiente, si es necesario (%)
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

Los factores dispuestos en la tabla anterior se deberán aplicar únicamente a los conductores de fuerza y alumbrado en caso de que haya conductores de sistemas diferentes dentro de una sola canalización. El conductor del neutro podrá no ser considerado para las disposiciones de dicha tabla en caso de que solo transporte corriente de desequilibrio de otros conductores del circuito; en las instalaciones trifásicas de 4 hilos conectada en estrella, en la que la mayoría de las cargas son no lineales, se origina que circulen corrientes armónicas por el neutro, por lo que el neutro se deberá considerar como portador de corriente.

2.8.1.2.4. Ajuste por incidencia solar.

La NOM-001-SEDE-2012 establece que cuando se instalen canalizaciones circulares expuestas a la luz solar directa o por encima de azoteas, a la temperatura ambiente a la que están operando los conductores dentro de tales canalizaciones se le sumará los valores de temperatura indicados en la Tabla 310-15(b)(3)(c), por lo que la temperatura ambiente a la que operarán esos conductores

incrementará entre más cerca esté la canalización del techo de la vivienda, dicha tabla fue extraída a la Tabla 2.10 mostrada a continuación:

Tabla 2.10: Ajustes a la temperatura ambiente para canalizaciones circulares expuestas a la luz solar en o por encima de azoteas. Extraída de la Tabla 310-15(b)(3)(c) de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Distancia por encima del techo hasta la base del tubo conduit milímetros	Sumador de temperatura °C
De 0 hasta 13	33
Más de 13 hasta 90	22
Más de 90 hasta 300	17
Más de 300 hasta 900	14

En el que caso de la instalación eléctrica que se plantea diseñar en este trabajo monográfico, no se contempla instalar ninguna canalización eléctrica expuesta a la luz solar directa, por lo que no deberá ajustar la temperatura ambiente del lugar de la instalación para calcular el calibre de los conductores.

2.8.1.3. Corriente corregida.

Tomando en cuenta los factores descritos en el punto anterior, se puede determinar una corriente corregida por los factores que afectan la ampacidad de los conductores, por lo que esta corriente corregida sirve para determinar el calibre de los conductores más apropiados para la instalación eléctrica. La corriente corregida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$I_{\text{corregida}} = \frac{I_{\text{cond.}}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} \quad (32)$$

Donde:

$I_{\text{corregida}}$ = Corriente corregida (A).

$I_{\text{cond.}}$ = Corriente del conductor (A).

F.T. = Factor de temperatura ambiente.

F.A. = Factor de agrupamiento.

2.8.2. Caída de tensión.

Como ya se discurió en el capítulo anterior, la caída de tensión es afectada por el tamaño y longitud de los conductores. La NOM-001-SEDE-2012 establece tanto en la Nota 4 de su artículo 210-19(a)(1) para el caso de circuitos derivados, como en la Nota 2 de su artículo 215-2(a)(4) para el caso de los alimentadores que el tamaño de los conductores debe ser tal que se evite una caída de tensión superior al 3 por ciento en la salida más lejana para cargas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída de tensión máxima de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere el 5 por ciento, a fin de proporcionar un adecuado funcionamiento. Por lo tanto, de tales notas se puede entender que la caída de tensión máxima permisible debe ser del 3 por ciento para circuitos derivados y del 2 por

ciento para alimentadores a fin de evitar que del punto más lejano de la instalación hasta la acometida la caída de tensión total supere el 5 por ciento.

La caída de tensión se calcula dependiendo del tipo de sistema, en el caso del sistema monofásico 1Ø-2H se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 \quad (33)$$

Donde:

$e\%$ = Porcentaje de caída de tensión (%).

Z_e = Impedancia del conductor (Ω/km).

L = Longitud del conductor (km).

$I_{nom.}$ = Corriente del conductor, sin ajustes (A).

V_{fn} = Voltaje de fase-neutro (V).

Para calcular la caída de tensión en un sistema bifásico 2Ø-3H, se utiliza la ecuación siguiente:

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{ff}} \times 100 \quad (34)$$

Donde:

$e\%$ = Porcentaje de caída de tensión (%).

Z_e = Impedancia del conductor (Ω/km).

L = Longitud del conductor (km).

$I_{nom.}$ = Corriente del conductor, sin ajustes (A).

V_{ff} = Voltaje de fase-fase (V).

Por último, para calcular la caída de tensión en un sistema trifásico 3Ø-4H, se utiliza la ecuación siguiente:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{ff}} \times 100 \quad (35)$$

Donde:

$e\%$ = Porcentaje de caída de tensión (%).

Z_e = Impedancia del conductor (Ω/km).

L = Longitud del conductor (km).

$I_{nom.}$ = Corriente del conductor, sin ajustes (A).

V_{ff} = Voltaje de fase-fase (V).

La impedancia eficaz (Z_e) de las ecuaciones (33-35) se calcula a partir de los valores de resistencia (R) y reactancia (X_L) dados en la Tabla 9 del capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012, dicha tabla fue extraída a la Tabla 2.11 mostrada a continuación:

Tabla 2.11: Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit. Extraída de la Tabla 9 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro													
		X _L (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de aluminio		
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	–	–	–	8.9	8.9	8.9	–	–	–
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	–	–	–	5.6	5.6	5.6	–	–	–
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	–	–	–	3.6	3.6	3.6	–	–	–
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	–	–	–	2.26	2.26	2.30	–	–	–
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36

127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151

Debido a que en este trabajo monográfico el factor de potencia (FP) se define como de 0.9, la impedancia eficaz (Z_e) se determina utilizando la siguiente ecuación, la cual proviene de la Nota 2 de la Tabla 9 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 de la que se extrajo la tabla anterior:

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot \sin[\cos^{-1}(FP)]\} \quad (36)$$

Donde:

Z_e = Impedancia del conductor (Ω/km).

R = Resistencia del conductor (Ω).

FP = Factor de potencia (0.9).

X_L = Reactancia reactiva del conductor (Ω).

2.8.3. Conductor de puesta a tierra.

La NOM-001-SEDE-2012 define al conductor de puesta a tierra como un “conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra”. Existen diferentes tipos de electrodos de puesta a tierra y a pesar de que en un mismo terreno o edificio se encuentren instalados más de un tipo de electrodo, estos se deben unir entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra y en ningún caso, el valor de la resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra puede ser mayor a 25 Ohms.

Para el caso de instalaciones eléctricas residenciales, el tipo de electrodo de puesta a tierra utilizado es el electrodo de varilla. La NOM-001-SEDE-2012 indica en su artículo 250-52(a)(5) que los electrodos de varilla deben de ser de al menos 2.44m de longitud y estar compuestos de acero inoxidable o de acero recubierto con cobre o zinc teniendo como mínimo 16mm (5/8”) de diámetro.

En el artículo 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 se especifica que el calibre de los conductores de puesta a tierra se debe determinar utilizando la Tabla 250-122 de la misma NOM, la cual se basa en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente, por lo cual al analizarla se puede establecer que la ampacidad del conductor de puesta a tierra debe ser igual o mayor a la capacidad del interruptor. La Tabla 250-122 fue extraída a la Tabla 2.12 mostrada a continuación:

Tabla 2.12: Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos.
Extraída de la Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	-	-
20	3.31	12	-	-
60	5.26	10	-	-
100	8.37	8	-	-
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0

800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Es importante resaltar que, en ciertos casos con el fin de asegurar un circuito de baja impedancia para el sistema de puesta a tierra, el conductor de puesta a tierra puede ser de mayor tamaño a lo especificado en la tabla anterior.

2.9. Motores.

Los motores eléctricos son dispositivos que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. La potencia de un motor se mide en caballos de fuerza (HP) en donde 1HP equivale a 746W ^[23]. Existen diferentes tipos de motores, pero como en unidades de vivienda solo se utilizan motores pequeños, este trabajo monográfico solo abarcará los motores monofásicos de corriente alterna.

2.9.1. Corriente a plena carga.

La corriente a plena carga de motores monofásicos de corriente alterna se determina con base en los valores de la Tabla 430-248 de la NOM-001-SEDE-2012, dicha tabla fue extraída a la Tabla 2.13 mostrada a continuación:

Tabla 2.13: Corriente a plena carga de motores monofásicos de corriente alterna. Extraída de la Tabla 430-248 de la NOM-001-SEDE-2012^[16].

kW	Hp	115V	127V	208V	230V
		Amperes			
0.12	1/6	4.4	4	2.4	2.2
0.19	1/4	5.8	5.3	3.2	2.9
0.25	1/3	7.2	6.5	4	3.6
0.37	1/2	9.8	8.9	5.4	4.9
0.56	3/4	13.8	11.5	7.6	6.9
0.75	1	16	14	8.8	8
1.12	1 ½	20	18	11	10
1.5	2	24	22	13.2	12
2.25	3	34	31	18.7	17
3.75	5	56	51	30.8	28
5.6	7 ½	80	72	44	40
7.5	10	100	91	55	50

La NOM-001-SEDE-2012 especifica que los valores de corriente de la tabla anterior corresponden a motores que funcionan a la velocidad usual y motores con características normales de par. Las tensiones listadas son las nominales de los motores, mientras que las corrientes listadas deben utilizarse para sistemas de tensiones nominales de 110 a 120V y de 220 a 240V ^[16].

2.9.2. Conductores para circuitos de un solo motor.

En unidades de vivienda, por lo general, los motores se instalan independientemente del resto de la instalación, por lo que se conectan en un circuito especial de acuerdo con la potencia del motor. La ampacidad de los conductores de tal circuito de un solo motor se determina con base en el artículo 430-22 de la NOM-001-SEDE-2012 en el que se menciona que, si tal motor se utiliza en una aplicación de servicio continuo, la ampacidad de sus conductores no deberá ser menor al 125 por ciento del valor nominal de la corriente a plena carga del motor. Por lo tanto, partiendo de dicho artículo, se formula la siguiente ecuación:

$$I_{cond. motor} = 1.25 \cdot I_{pc} \quad (37)$$

Donde:

$I_{cond. motor}$ = Corriente del conductor del motor (A).

I_{pc} = Corriente del motor a plena carga (A).

Cabe aclarar que la ecuación (37) se utiliza en vez de la ecuación (31) para realizar los cálculos del calibre de los conductores en este tipo de circuitos, por lo que el resto de los cálculos de los conductores se terminarían de efectuar con las demás ecuaciones vistas en el punto 2.8 de este trabajo monográfico.

2.9.3. Capacidad nominal o ajuste.

La capacidad nominal o ajuste de los circuitos conformados por un solo motor se determina con base en el artículo 430-52(c)(1) de la NOM-001-SEDE-2012 en él se menciona que el valor nominal del dispositivo de protección del circuito no debe exceder el valor calculado de acuerdo con los valores dados en la Tabla 430-52, dicha tabla fue extraída a la Tabla 2.14 mostrada a continuación:

Tabla 2.14: Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos derivados de motores. Extraída de la Tabla 430-52 de la NOM-001-SEDE-2012^[16].

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo	Fusible de dos elementos (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de corriente alterna distintos a los de rotor devanado	300	175	800	250
De jaula de ardilla: Diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes	300	175	800	250
De diseño B energéticamente eficientes	300	175	1100	250
Síncronos	300	175	800	250

Con rotor devanado	150	150	800	150
De corriente continua (tensión constante)	150	150	250	150

Considerando la tabla anterior, se puede determinar que la capacidad nominal de los interruptores para el caso de los motores monofásicos no debe exceder el 250% de la corriente a plena carga del motor. Pero como este es un valor máximo, es también correcto utilizar un valor inferior, por lo que, según recomendaciones basados en los años de experiencia de profesionales en el campo eléctrico, dimensionar la capacidad del interruptor a un **170%** de la corriente a plena carga del motor es más que suficiente para garantizar un buen funcionamiento y protección en el circuito. Por lo tanto, el valor del interruptor para un motor monofásico se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I_{protección\ motor} = 1.7 \cdot I_{pc} \quad (38)$$

Donde:

$I_{protección\ motor}$ = Corriente de protección contra sobrecorriente para el motor (A).

I_{pc} = Corriente del motor a plena carga (A).

2.10. Canalizaciones.

Se les llama canalizaciones eléctricas a los conductos cerrados diseñados para contener y proteger de los esfuerzos mecánicos y medioambientales a los alambres, cables o electroductos de una instalación eléctrica, pueden ser metálicas o no metálicas ^[23] ^[25].

Existen diferentes tipos de canalizaciones, por lo que, el tipo de canalización utilizada en una instalación eléctrica dependerá del área donde se monte, la atmósfera a la que se exponga y la aplicación que se le dé, y ya que son uno de los componentes de las instalaciones eléctricas, es necesario que estén aprobados y certificados por las normas nacionales (o internaciones en algunos casos) ^[23]. En la NOM-001-SEDE-2012 se nombran los tipos de canalizaciones que se pueden utilizar a nivel residencial, comercial e industrial y se detallan las especificaciones para su uso, instalación y construcción ^[16]. En el caso de este trabajo monográfico, como está dirigido al cálculo y diseño de una instalación eléctrica a nivel residencial, solo se describirán los dos tipos de canalizaciones utilizadas para este nivel.

2.10.1. Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC.

Especificado en el artículo 352 de la NOM-001-SEDE-2012, se define como un tubo conduit rígido no metálico de sección transversal circular, con coples, conectores y accesorios asociados o integrales, para la instalación de conductores y cables eléctricos (Figura 2.21) ^[16]. Es el tubo conduit más utilizado en las instalaciones eléctricas residenciales y permite doblarse al aplicársele aire o líquido calientes ^[23].



Figura 2.21: Tubo conduit de PVC. Fuente [26].

2.10.1.1. Usos permitidos.

En el artículo 352 sección 10 de la NOM-001-SEDE-2012 se establecen los siguientes usos permitidos para el tubo conduit de PVC ^[16]:

- a) **Oculto.** *Se permitirá el tubo conduit de PVC en paredes, pisos y plafones.*
- b) **Influencias corrosivas.** *Se permitirá el tubo conduit de PVC en lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se estipula en el artículo 300 sección 6 de la misma norma y cuando están sometidas a sustancias químicas para las cuales los materiales están específicamente aprobados.*
- c) **Cascajo.** *Se permitirá el tubo conduit de PVC en rellenos de cascajo.*
- d) **Lugares mojados.** *Se permitirá el tubo conduit de PVC en plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados, y en lugares en los que se laven con frecuencia las paredes; todo el sistema de conduit, incluyendo las cajas y los accesorios usados en él, se deben instalar y equipar de modo que se prevenga que el agua entre el conduit. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.*
- e) **Lugares secos y húmedos.** *Se permitirá el uso de tubo conduit de PVC en lugares secos y húmedos que no estén prohibidos en el artículo 352 sección 12 de la misma norma.*
- f) **Visibles.** *Se permitirá el tubo conduit de PVC para instalaciones visibles. El tubo conduit de PVC usado visible en áreas de riesgo de daño físico, debe estar marcado para ese uso.*
- g) **Instalaciones subterráneas.** *Para instalaciones subterráneas, se permitirá el PVC directamente enterrado y subterráneo encerrado en concreto según como se indica en el artículo 300 en sus secciones 5 y 50 de la misma norma.*

- h) **Soporte de los cuerpos de conduit.** Se permitirá que el tubo conduit de PVC soporte cuerpos de conduit no metálicos no mayores que el tamaño comercial más grande de una canalización que entra. Estas cajas no deben soportar luminarias u otros equipos, y no deben contener dispositivos diferentes a los de empalme, tal como se permite en los artículos 110 sección 14(b) y el artículo 314 sección 16(c)(2) de la misma norma.*
- i) **Limitaciones de temperatura del aislamiento.** Se permitirá que los conductores o cables con una temperatura nominal mayor a la aprobada del tubo conduit de PVC sean instalados en tubo conduit de PVC, siempre y cuando los conductores o cables no operen a temperaturas más altas a las aprobadas del tubo conduit de policloruro de vinilo.*

2.10.1.2. Usos no permitidos.

En el artículo 352 sección 12 de la NOM-001-SEDE-2012 se establecen las siguientes condiciones en las que no se debe usar el tubo conduit de PVC ^[16]:

- a) **Lugares peligrosos.** En cualquier lugar peligroso, excepto como se permita en otros artículos de la misma NOM.*
- b) **Soporte de luminarias.** Para el soporte de luminarias y otros equipos no descritos en 352 sección 10(h).*
- c) **Daño físico.** Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté identificado para ese uso.*
- d) **Temperaturas del ambiente.** Cuando está sometido a temperaturas ambiente mayores de 50 °C, a menos que estén aprobados de otro modo.*
- e) **Lugares de reunión, teatros y lugares similares.** En lugares de reunión como se definen en el artículo 518 sección 1 de la misma norma, teatros y lugares similares, exceptuando los indicados en los artículos 518 sección 4 y el 520 sección 5.*
- f) Cuando estén expuestos a la luz directa del sol.*

2.10.2. Tubo conduit de polietileno.

Especificado en el artículo 364 de la NOM-001-SEDE-2012, el tubo conduit de polietileno se identifica por ser de color anaranjado y puede ser de dos tipos: una canalización semirrígida, lisa (Figura 2.22) o una canalización corrugada y flexible (Figura 2.23), ambos con sección transversal circular, y sus correspondientes accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Están compuesto de material resistente a la humedad, pero no resistente a la flama ^[16].



Figura 2.22: Tubo conduit de polietileno del tipo semirrígida-lisa. Fuente [26].



Figura 2.23: Tubo conduit de polietileno del tipo corrugado-flexible. Fuente [26].

2.10.2.1. Usos permitidos.

En el artículo 364 sección 3 de la NOM-001-SEDE-2012 se establecen los siguientes usos permitidos para el tubo conduit de polietileno y sus accesorios ^[16]:

- 1) *En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle.*
- 2) *Embebidos en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.*
- 3) *Enterrados a una profundidad no menor que 50 cm condicionado a que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5cm de espesor como mínimo.*

2.10.2.2. Usos no permitidos.

En el artículo 364 sección 4 de la NOM-001-SEDE-2012 se dictaminan las siguientes condiciones en las que no se debe utilizar el tubo conduit de polietileno ^[16]:

- 1) *En áreas peligrosas (clasificadas).*
- 2) *Como soporte de aparatos y otro equipo.*
- 3) *Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere aquella para la que está aprobado el tubo conduit de polietileno.*

- 4) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento exceda la temperatura a la cual el tubo conduit está aprobado.
- 5) Directamente enterradas.
- 6) Para tensiones eléctricas superiores a 150 volts a tierra.
- 7) En lugares expuestos.
- 8) En teatros y lugares similares.
- 9) Cuando estén expuestas a la luz directa del sol.
- 10) En lugares de reunión especificados en el artículo 518 de la misma norma.
- 11) En instalaciones ocultas en plafones y muros huecos de tablarroca.
- 12) En cubos y ductos de instalaciones en edificios.
- 13) En las instalaciones que cubren los artículos 545, 550, 551, 552 y 605 de la misma norma.

2.10.3. Cálculo de canalizaciones.

Para determinar el diámetro de la canalización requerida para proteger los conductores de una instalación eléctrica, primero es necesario calcular el área que ocuparan los conductores dentro de la canalización. Por lo que, se debe recurrir a la Tabla 5 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 para consultar el área de los conductores de fase y neutro de acuerdo al aislamiento seleccionado, dicha tabla fue extraída a la Tabla 2.15 mostrada a continuación:

Tabla 2.15: Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos. Extraída de la Tabla 5 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm ²	AWG o kcmil	mm	mm ²
Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
RFH-2, FFH-2	0.824	18	3.454	9.355
	1.31	16	3.759	11.10
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4.902	18.9
	3.31	12	5.385	22.77
	5.26	10	5.994	28.19
	6.63	8	8.28	53.87
	8.37	6	9.246	67.16
	21.2	4	10.46	86
	26.7	3	11.18	98.13
	33.6	2	11.99	112.9
42.4	1	14.78	171.6	

	53.5	1/0	15.8	196.1
	67.4	2/0	16.97	226.1
	85.0	3/0	18.29	262.7
	107	4/0	19.76	306.7
	127	250	22.73	405.9
	152	300	24.13	457.3
	177	350	25.43	507.7
	203	400	26.62	556.5
	253	500	28.78	650.5
	304	600	31.57	782.9
	355	700	33.38	874.9
	380	750	34.24	920.8
	405	800	35.05	965
	456	900	36.68	1057
	507	1000	38.15	1143
	633	1250	43.92	1515
	760	1500	47.04	1738
	887	1750	49.94	1959
	1013	2000	52.63	2175
SF-2, SFF-2	0.824	18	3.073	7.419
	1.31	16	3.378	8.968
	2.08	14	3.759	11.10
SF-1, SFF-1	0.824	18	2.311	4.194
RFH-1, XF, XFF	0.824	18	2.311	4.194
TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	2.997	7.032
TW, XF, XFF, THHW, THW, THW- 2	2.08	14	3.378	8.968
TW, THHW, THW, THW-2	3.31	12	3.861	11.68
	5.26	10	4.470	55.68
	6.63	8	5.994	28.19
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4.140	13.48
RHH, RHW, RHW-2, XF, XFF	3.31	12	4.623	16.67
Tipo: RHH, RHW, RHW-2, THHN, THHW, THW, RHH, RHW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN2, XF, XFF				
RHH, RHW, RHW-2, XF, XFF	5.26	10	5.232	21.48
RHH, RHW, RHW-2	6.63	8	6.756	35.87
TW, THW, THHW, THW-2, RHH, RHW, RHW-2	8.37	6	7.722	46.84
	21.2	4	8.941	62.77
	26.7	3	9.652	73.16
	33.6	2	10.46	86.00
	42.4	1	12.50	122.60
	53.5	1/0	13.51	143.40
	67.4	2/0	14.68	169.30
	85.0	3/0	16.00	201.10
	107	4/0	17.48	239.90
	127	250	19.43	296.50
	152	300	20.83	340.70
	177	350	22.12	384.40
	203	400	23.32	427.00
	253	500	25.48	509.70
	304	600	28.27	627.7
	355	700	30.07	710.3
	380	750	30.94	751.7
	405	800	31.75	791.7
	456	900	33.38	874.9
507	1000	34.85	953.8	
633	1250	39.09	1200	

	760	1500	42.21	1400
	887	1750	45.1	1598
	1013	2000	47.80	1795
TFN, TFFN	0.824	18	2.134	3.548
	1.31	16	2.438	4.645
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	2.819	6.258
	3.31	12	3.302	8.581
	5.26	10	4.166	13.61
	6.63	8	5.486	23.61
	8.37	6	6.452	32.71
	21.2	4	8.23	53.16
	26.7	3	8.941	62.77
	33.6	2	9.754	74.71
	42.4	1	11.33	100.8
	53.5	1/0	12.34	119.7
	67.4	2/0	13.51	143.4
	85.0	3/0	14.83	172.8
	107	4/0	16.31	208.8
	127	250	18.06	256.1
152	300	19.46	297.3	
Tipo: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, TFE, THHN, THWN, THWN-2, Z, ZF, ZFF				
THHN, THWN, THWN-2	177	350	20.75	338.2
	203	400	21.95	378.3
	253	500	24.1	456.3
	304	600	26.7	559.7
	355	700	28.5	637.9
	380	750	29.36	677.2
	405	800	30.18	715.2
	456	900	31.8	794.3
	507	1000	33.27	869.5
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFF, PAFF	0.824	18	2.184	3.742
	1.31	16	2.489	4.839
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFF, PAFF, TFE, FEP, PFA, FEPB, PFAH	2.08	14	2.87	6.452
TFE, FEP, PFA, FEPB, PFAH	3.31	12	3.353	8.839
	5.26	10	3.962	12.32
	6.63	8	5.232	21.48
	8.37	6	6.198	30.19
	21.2	4	7.417	43.23
	26.7	3	8.128	51.87
33.6	2	8.941	62.77	
TFE, PFAH	42.4	1	10.72	90.26
TFE, PFA, PFAH, Z	53.5	1/0	11.73	108.1
	67.4	2/0	12.9	130.8
	85.0	3/0	14.22	158.9
	107	4/0	15.7	193.5
ZF, ZFF	0.824	18	1.93	2.903
	1.31	16	2.235	3.935
Z, ZF, ZFF	2.08	14	2.616	5.355
Z	3.31	12	3.099	7.548
	5.26	10	3.962	12.32
	6.63	8	4.978	19.48
	8.37	6	5.944	27.74
	21.2	4	7.163	40.32
	26.7	3	8.382	55.16

	33.6	2	9.195	66.39
	42.4	1	10.21	81.87
Tipo: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW				
XHHW, ZW, XHHW-2, XHH	2.08	14	3.378	8.968
	3.31	12	3.861	11.68
	5.26	10	4.47	15.68
	6.63	8	5.994	28.19
	8.37	6	6.96	38.06
	21.2	4	8.179	52.52
	26.7	3	8.89	62.06
	33.6	2	9.703	73.94
XHHW, XHHW-2, XHH	42.4	1	11.23	98.97
	53.5	1/0	12.24	117.7
	67.4	2/0	13.41	141.3
	85.0	3/0	14.73	170.5
	107	4/0	16.21	206.3
	127	250	17.91	251.9
	152	300	19.3	292.6
	177	350	20.6	333.3
	203	400	21.79	373
	253	500	23.95	450.6
	304	600	26.75	561.9
	355	700	28.55	640.2
	380	750	29.41	679.5
	405	800	30.23	717.5
	456	900	31.85	796.8
	507	1000	33.32	872.2
	633	1250	37.57	1108
	760	1500	40.69	1300
	887	1750	43.59	1492
	1013	2000	46.28	1682
KF-2, KFF-2	0.824	18	1.6	2
	1.31	16	1.905	2.839
	2.08	14	2.286	4.129
	3.31	12	2.769	6
	5.26	10	3.378	8.968
KF-1, KFF-1	0.824	18	1.448	1.677
	1.31	16	1.753	2.387
	2.08	14	2.134	3.548
	3.31	12	2.616	5.355
	5.26	10	3.226	8.194

Mientras que, para consultar el área del conductor de puesta a tierra, se debe recurrir a la Tabla 8 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012, dicha tabla fue extraída a la Tabla 2.16 mostrada a continuación:

Tabla 2.16: Propiedades de los conductores. Extraída de la Tabla 8 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 ^[16].

Tamaño (AWG o kcmil)	Área		Conductores				Resistencia en corriente continua a 75 °C		
			Trenzado		Total		Cobre		Aluminio
	mm ²	kcmil	Cantidad de hilos	Diámetro	Diámetro	Área	No Cubierto	Recubierto	Aluminio
				mm	mm	mm ²	Ω/km	Ω/km	Ω/km
18	0.823	1620	1	—	1.02	0.823	25.5	26.5	-
18	0.823	1620	7	0.39	1.16	1.06	26.1	27.7	-
16	1.31	2580	1	—	1.29	1.31	16	16.7	-
16	1.31	2580	7	0.49	1.46	1.68	16.4	17.3	-
14	2.08	4110	1	—	1.63	2.08	10.1	10.4	-
14	2.08	4110	7	0.62	1.85	2.08	10.3	10.7	-
12	3.31	6530	1	—	2.05	3.31	6.34	6.57	-
12	3.31	6530	7	0.78	2.32	4.25	6.5	6.73	-
10	5.261	10380	1	—	2.588	5.26	3.984	4.148	-
10	5.261	10380	7	0.98	2.95	6.76	4.07	4.226	-
8	8.367	16510	1	—	3.264	8.37	2.506	2.579	-
8	8.367	16510	7	1.23	3.71	10.76	2.551	2.653	-
6	13.3	26240	7	1.56	4.67	17.09	1.608	1.671	2.652
4	21.15	41740	7	1.96	5.89	27.19	1.01	1.053	1.666
3	26.67	52620	7	2.2	6.6	34.28	0.802	0.833	1.32
2	33.62	66360	7	2.47	7.42	43.23	0.634	0.661	1.045
1	42.41	83690	19	1.69	8.43	55.8	0.505	0.524	0.829
1/0	53.49	105600	19	1.89	9.45	70.41	0.399	0.415	0.66
2/0	67.43	133100	19	2.13	10.62	88.74	0.317	0.329	0.523
3/0	85.01	167800	19	2.39	11.94	111.9	0.2512	0.261	0.413
4/0	107.2	211600	19	2.68	13.41	141.1	0.1996	0.205	0.328
250	127	—	37	2.09	14.61	168	0.1687	0.1753	0.2778
300	152	—	37	2.29	16	201	0.1409	0.1463	0.2318
350	177	—	37	2.47	17.3	235	0.1205	0.1252	0.1984
400	203	—	37	2.64	18.49	268	0.1053	0.1084	0.1737
500	253	—	37	2.95	20.65	336	0.0845	0.0869	0.1391
600	304	—	61	2.52	22.68	404	0.0704	0.0732	0.1159
700	355	—	61	2.72	24.49	471	0.0603	0.0622	0.0994
750	380	—	61	2.82	25.35	505	0.0563	0.0579	0.0927
800	405	—	61	2.91	26.16	538	0.0528	0.0544	0.0868
900	456	—	61	3.09	27.79	606	0.047	0.0481	0.077
1000	507	—	61	3.25	29.26	673	0.0423	0.0434	0.0695
1250	633	—	91	2.98	32.79	842	0.0338	0.0347	0.0554
1500	760	—	91	3.26	35.86	1011	0.02814	0.02814	0.0464
1750	887	—	127	2.98	38.76	1180	0.0241	0.0241	0.0397
2000	1013	—	127	3.19	41.45	1349	0.02109	0.02109	0.0348

El área total ocupada por los conductores dentro de la canalización se determina con la siguiente ecuación:

$$A_T = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) \quad (39)$$

Donde:

A_T = Área total de los conductores (mm²).

N_{CA} = Número de conductores aislados.

A_{CA} = Área de los conductores aislados (mm²).

N_{CD} = Número de conductores desnudos.

A_{CD} = Área de los conductores desnudos (mm²).

Por último, con los datos del número de conductores y la sumatoria de sus áreas, se debe consultar la Tabla 4 del Capítulo 10 en la sección de PVC tipo A para determinar la designación métrica de la canalización requerida. Dicha tabla fue extraída a la Tabla 2.17 mostrada a continuación:

Tabla 2.17: Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit rígido de PVC. Extraída de la Tabla 4 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012^[16].

Artículo 352 – Tubo conduit rígido de PVC (PVC), Tipo A							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
16	½	17.80	249	149	132	77	100
21	¾	23.10	419	251	222	130	168
27	1	29.80	697	418	370	216	279
35	1 ¼	38.10	1140	684	604	353	456
41	1 ½	43.70	1500	900	795	465	600
53	2	54.70	2350	1410	1245	728	940
63	2 ½	66.90	3515	2109	1863	1090	1406
78	3	82.00	5281	3169	2799	1637	2112
91	3 ½	93.70	6896	4137	3655	2138	2758
103	4	106.20	8858	5315	4695	2746	3543
129	5	–	–	–	–	–	–
155	6	–	–	–	–	–	–

CAPÍTULO 3.

ESTUDIO TÉCNICO DEL DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE CHETUMAL, Q. ROO.

3.1. Descripción del proyecto.

La instalación eléctrica por desarrollar es de tipo residencial con un servicio trifásico, 4 hilos a 220V. La residencia donde se implementará el proyecto se ubica en la zona norte de la ciudad de Chetumal, Q. Roo (Figuras 3.1 y 3.2).

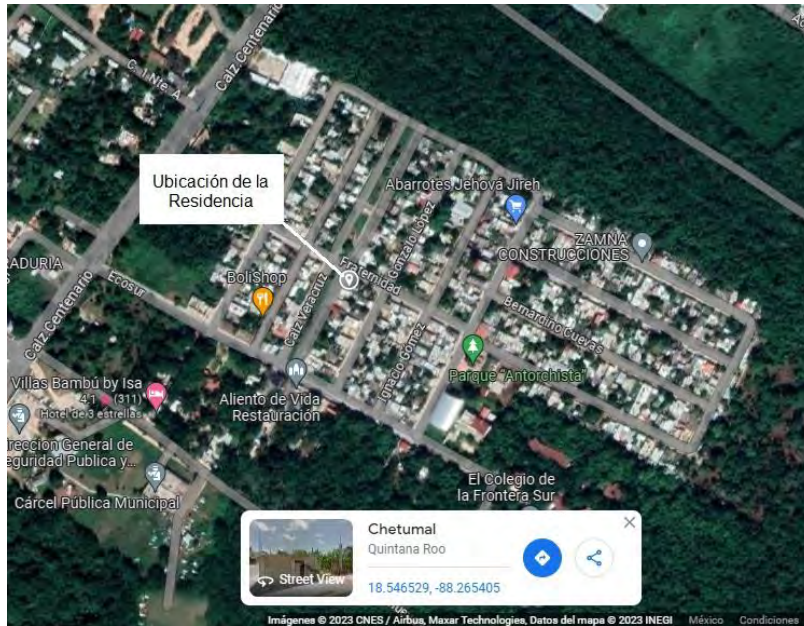


Figura 3.1: Imagen satelital de la zona donde se ubica la residencia. Fuente: Google Maps.

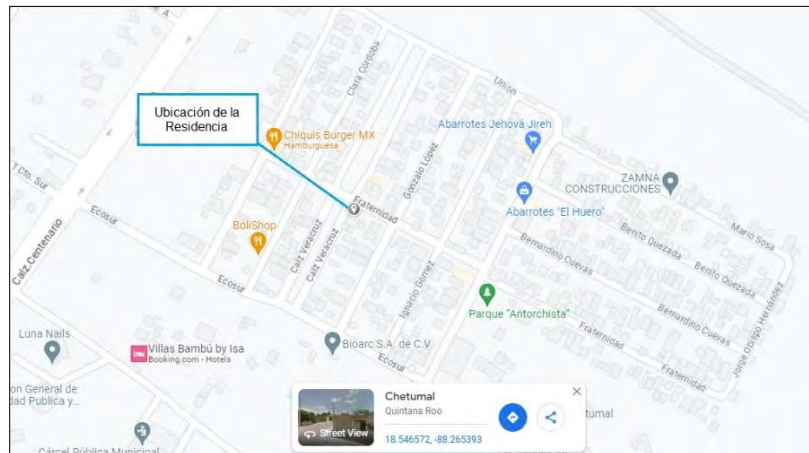


Figura 3.2: Croquis de la zona donde se ubica la residencia. Fuente: Google Maps.

Según datos del Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Othón P. Blanco, la región donde se sitúa la ciudad posee un clima cálido, subhúmedo intermedio, con temperatura media que oscila entre 18.8 y 33°C y rara vez baja a menos de 16°C o sube a más de 33°C [27]. Por lo tanto,

la temperatura ambiente a la que operarán los conductores y con la cual se realizarán los cálculos para que la instalación funcione en óptimas condiciones será de **33°C**.

La residencia es de dos plantas, el área total de la construcción es de 170.46m^2 , mientras que el área total del terreno es de 194.66m^2 .

3.2. Memoria de cálculo.

3.2.1. Carga máxima para los circuitos derivados.

3.2.1.1. Circuitos derivados de 15A.

Para determinar la carga máxima de los circuitos a los que se les establecerá un interruptor termomagnético con un valor de 15A se utiliza la siguiente ecuación (21):

$$P_{\text{Permisible } 15A} = (I \cdot 0.8) \cdot V \cdot FP$$
$$P_{\text{Permisible } 15A} = (15A \cdot 0.8) \cdot 127V \cdot 0.9 = \mathbf{1,371.6W}$$

El número de contactos de uso general que se pueden conectar a los circuitos de 15A se calculan con la ecuación (24):

$$N_{\text{Contactos}} = \frac{P_{\text{Permisible } 15A}}{P_{\text{Unitaria Contacto}}} = \frac{1,371.6W}{180W} = 7.62 \approx \mathbf{7 \text{ Contactos}}$$

3.2.1.2. Circuitos derivados de 20A.

Se determinará la carga máxima de los circuitos a los que se les establecerá un interruptor termomagnético con un valor de 20A utilizando la ecuación (21):

$$P_{\text{Permisible } 20A} = (I \cdot 0.8) \cdot V \cdot FP$$
$$P_{\text{Permisible } 20A} = (20A \cdot 0.8) \cdot 127V \cdot 0.9 = \mathbf{1,828.8W}$$

El número de contactos de uso general que se podrán conectar a los circuitos de 20A se calculan con la ecuación (24):

$$N_{\text{Contactos}} = \frac{P_{\text{Permisible } 20A}}{P_{\text{Unitaria Contacto}}} = \frac{1,828.8W}{180W} = 10.16 \approx \mathbf{10 \text{ Contactos}}$$

3.2.2. Cálculos de los circuitos derivados.

Con base en los artículos discurrecidos en las anteriores secciones, se propone para esta instalación eléctrica residencial un total de 14 circuitos derivados resumidos de la forma siguiente:

- 3 circuitos derivados para iluminación.
- 3 circuitos derivados para aparatos pequeños.
- 1 circuito derivado para horno de microondas.
- 1 circuito derivado para lavandería.
- 2 circuito derivado para cuarto de baño.
- 3 circuitos derivados para aires acondicionados.
- 1 circuito derivado para motobomba.

A continuación, se dimensionarán los interruptores termomagnéticos, el calibre de los conductores y el diámetro de las canalizaciones necesarias para cada uno de los circuitos derivados propuestos para la residencia.

3.2.2.1. Circuito C-1 “Iluminación planta baja”.

3.2.2.1.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-1 es de 349.2W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{349.2W}{127V \cdot 0.9} = \mathbf{3.06A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-1 se considera carga continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = 1.25 \cdot I_c = 1.25 \cdot 3.06A = \mathbf{3.82A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con otro circuito monofásico, resultando en un total de 4 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{3.82A}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{5.25A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **14AWG TW** con ampacidad de 15A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 18m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=10.2\Omega/km$ y $X_L=0.190\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (10.2\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.190\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{9.263\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 9.263\Omega/km \cdot \left(18m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 3.06A}{127V} \times 100 = \mathbf{0.80\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **14AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.1.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 3.06A = \mathbf{3.83A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más cercana en el mercado es la de 15A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x15A**.

3.2.2.1.3. Conductor de puesta a tierra.

Como la carga del circuito se trata de lámparas que trabajan a 2 hilos, estas no incluyen sistema de puesta a tierra. Por lo tanto, el conductor de puesta a tierra **no aplica** para este circuito.

3.2.2.1.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 14AWG con aislamiento TW que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 14AWG con aislamiento TW es $8.968mm^2$. El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{T_{C-1}} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 8.968mm^2) + 0 = \mathbf{17.94mm^2}$$

3.2.2.2. Cálculos circuito C-2 “Iluminación planta alta”.

3.2.2.2.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-2 es de 367W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{367W}{127V \cdot 0.9} = \mathbf{3.21A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-2 se considera carga continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = 1.25 \cdot I_c = 1.25 \cdot 3.21A = \mathbf{4.01A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo y como no compartirá canalización con otros circuitos, resulta en un total de 2 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 100%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{4.01A}{0.91 \cdot 1} = \mathbf{4.41A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **14AWG TW** con ampacidad de 15A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 21.5m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=10.2\Omega/km$ y $X_L=0.190\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (10.2\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.190\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{9.263\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 9.263\Omega/km \cdot \left(21.5m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 3.21A}{127V} \times 100 = \mathbf{1.01\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **14AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.2.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 3.21A = 4.01A$$

La capacidad del interruptor termomagnético más cercana en el mercado es la de 15A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x15A**.

3.2.2.2.3. Conductor de puesta a tierra.

Como la carga del circuito se trata de lámparas que trabajan a 2 hilos, estas no incluyen sistema de puesta a tierra. Por lo tanto, el conductor de puesta a tierra **no aplica** para este circuito.

3.2.2.2.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 14AWG con aislamiento TW que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 14AWG con aislamiento TW es 8.968mm². El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{T_{C-2}} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 8.968mm^2) + 0 = 17.94mm^2$$

3.2.2.3. Cálculos circuito C-3 “Iluminación cochera y jardines”.

3.2.2.3.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-3 es de 253W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{253W}{127V \cdot 0.9} = 2.21A$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-3 se considera carga continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = 1.25 \cdot I_c = 1.25 \cdot 2.21A = 2.77A$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con otro circuito monofásico, resultando en un total de 4 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{\text{corregida}} = \frac{I_{\text{cond.}}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{2.77A}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{3.80A}$$

De la Tabla 2.7 (Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **14AWG TW** con ampacidad de 15A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 28m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012) se obtienen los valores de $R=10.2\Omega/km$ y $X_L=0.190\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (10.2\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.190\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{9.263\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{\text{nom.}}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 9.263\Omega/km \cdot \left(28m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 2.21A}{127V} \times 100 = \mathbf{0.90\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **14AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.3.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{\text{protección}} = 1.25 \cdot I_{\text{nom.}} = 1.25 \cdot 2.21A = \mathbf{2.76A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más cercana en el mercado es la de 15A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x15A**.

3.2.2.3.3. Conductor de puesta a tierra.

Como la carga del circuito se trata de lámparas que trabajan a 2 hilos, estas no incluyen sistema de puesta a tierra. Por lo tanto, el conductor de puesta a tierra **no aplica** para este circuito.

3.2.2.3.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 14AWG con aislamiento TW que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012) se determina que el área del calibre 14AWG con aislamiento TW es $8.968mm^2$. El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{T_{C-3}} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 8.968mm^2) + 0 = \mathbf{17.94mm^2}$$

3.2.2.4. Cálculos circuito C-4 “Contactos estancia y cocina”.

3.2.2.4.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-4 es de 1,380W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{1,380W}{127V \cdot 0.9} = \mathbf{12.07A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga no estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-4 se considera carga no continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = I_{nc} = \mathbf{12.07A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con dos circuitos monofásicos más, resultando en un total de 6 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{12.07A}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{16.58A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **12AWG TW** con ampacidad de 20A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 25m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=6.6\Omega/km$ y $X_L=0.177\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (6.6\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.177\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{6.017\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 6.017\Omega/km \cdot \left(25m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 12.07A}{127V} \times 100 = \mathbf{2.86\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **12AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.4.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 12.07A = \mathbf{15.09A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más adecuada es la de 20A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x20A**.

3.2.2.4.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **12AWG desnudo**.

3.2.2.4.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 12AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 12AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 12AWG con aislamiento TW es 11.68mm^2 . De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de 3.31mm^2 . El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{TC-4} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 11.68\text{mm}^2) + (1 \cdot 3.31\text{mm}^2) = 26.67\text{mm}^2$$

3.2.2.5. Cálculos circuito C-5 “Contacto horno de microondas”.

3.2.2.5.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-5 es de 1,200W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{1,200W}{127V \cdot 0.9} = \mathbf{10.50A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga no estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-5 se considera carga no continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = I_{nc} = \mathbf{10.50A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con dos circuitos monofásicos más, resultando en un total de 6 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{\text{corregida}} = \frac{I_{\text{cond.}}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{10.50A}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{14.42A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C, se observa que es posible seleccionar un conductor calibre 14AWG TW con ampacidad de 15A, pero como le quedaría muy justo y a fin de evitar posibles sobrecalentamientos, se elige el conductor calibre **12AWG TW** con ampacidad de 20A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 25m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=6.6\Omega/km$ y $X_L=0.177\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (6.6\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.177\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{6.017\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{\text{nom.}}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 6.017\Omega/km \cdot \left(24m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 10.50A}{127V} \times 100 = \mathbf{2.39\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **12AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.5.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{\text{protección}} = 1.25 \cdot I_{\text{nom.}} = 1.25 \cdot 10.50A = \mathbf{13.13A}$$

Se observa que es posible seleccionar una protección con una capacidad de 15A, pero como la capacidad de los conductores es mayor a ese valor, se opta mejor por un interruptor termomagnético de 20A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x20A**.

3.2.2.5.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **12AWG desnudo**.

3.2.2.5.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 12AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 12AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 12AWG con aislamiento TW es 11.68mm^2 . De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de 3.31mm^2 . El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{TC-5} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 11.68\text{mm}^2) + (1 \cdot 3.31\text{mm}^2) = 26.67\text{mm}^2$$

3.2.2.6. Cálculos circuito C-6 “Contactos terrazas, comedor, mini bodega, ½ baño y vestíbulo”.

3.2.2.6.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-6 es de 1,620W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{1,620W}{127V \cdot 0.9} = 14.17A$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C .

Debido a que la carga no estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-6 se considera carga no continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = I_{nc} = 14.17A$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con dos circuitos monofásicos más, resultando en un total de 6 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{14.17A}{0.91 \cdot 0.8} = 19.46A$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C , se podría pensar que un conductor calibre 12AWG TW con ampacidad de 20A quedaría muy justo, pero como las cargas de este circuito no son fijas, sino más bien de uso general para aparatos pequeños, no deberían originarse sobrecalentamientos. Por lo que se elige el conductor calibre **12AWG TW** con ampacidad de 20A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 15.50m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=6.6\Omega/km$ y $X_L=0.177\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (6.6\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.177\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{6.017\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 6.017\Omega/km \cdot \left(15.50m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 14.17A}{127V} \times 100 = \mathbf{2.08\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **12AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.6.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 14.17A = \mathbf{17.71A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más adecuada es la de 20A. De acuerdo con 210-8 los contactos en áreas húmedas deben ofrecer protección por falla a tierra, en este caso los más conveniente es un interruptor de circuito por falla a tierra ya que los contactos que se instalarán son normales. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x20A GFCI**.

3.2.2.6.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **12AWG desnudo**.

3.2.2.6.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 12AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 12AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 12AWG con aislamiento TW es $11.68mm^2$. De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de $3.31mm^2$. El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{TC-6} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 11.68mm^2) + (1 \cdot 3.31mm^2) = \mathbf{26.67mm^2}$$

3.2.2.7. Cálculos circuito C-7 “Contactos recamaras”.

3.2.2.7.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-7 es de 1,620W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{1,620W}{127V \cdot 0.9} = \mathbf{14.17A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga no estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-7 se considera carga no continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = I_{nc} = \mathbf{14.17A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con dos circuitos monofásicos más, resultando en un total de 6 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{14.17A}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{19.46A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C, al igual que el circuito anterior, se podría pensar que un conductor calibre 12AWG TW con ampacidad de 20A quedaría muy justo, pero como las cargas de este circuito no son fijas, sino más bien de uso general para aparatos pequeños, no deberían originarse sobrecalentamientos. Por lo que se elige el conductor calibre **12AWG TW** con ampacidad de 20A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 22m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=6.6\Omega/km$ y $X_L=0.177\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (6.6\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.177\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{6.017\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 6.017\Omega/km \cdot \left(22m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 14.17A}{127V} \times 100 = \mathbf{2.95\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **12AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.7.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 14.17A = \mathbf{17.71A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más adecuada es la de 20A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x20A**.

3.2.2.7.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **12AWG desnudo**.

3.2.2.7.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 12AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 12AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 12AWG con aislamiento TW es 11.68mm². De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de 3.31mm². El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{TC-7} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 11.68mm^2) + (1 \cdot 3.31mm^2) = 26.67mm^2$$

3.2.2.8. Cálculos circuito C-8 “Contactos lavandería”.

3.2.2.8.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-8 es de 450W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{480W}{127V \cdot 0.9} = \mathbf{4.20A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga no estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-8 se considera carga no continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = I_{nc} = \mathbf{4.20A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con otro circuito monofásico, resultando en un total de 4 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{\text{corregida}} = \frac{I_{\text{cond.}}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{4.20A}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{5.77A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C, se observa que se puede seleccionar el conductor calibre 14AWG TW con ampacidad de 15A, pero como de acuerdo con 210-11(c)(2) el circuito de la lavandería debe ser de 20A y como la protección contra sobrecorrientes no debe ser mayor a la capacidad de los conductores, se elige el conductor calibre **12AWG TW** con ampacidad de 20A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 20.50m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=6.6\Omega/km$ y $X_L=0.177\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (6.6\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.177\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{6.017\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{\text{nom.}}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 6.017\Omega/km \cdot \left(20.50m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 4.20A}{127V} \times 100 = \mathbf{0.82\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **12AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.8.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{\text{protección}} = 1.25 \cdot I_{\text{nom.}} = 1.25 \cdot 4.20A = \mathbf{5.25A}$$

Se observa que un interruptor termomagnético de 15A cumpliría el requerimiento, pero como en 210-11(c)(2) se menciona que el circuito para alimentar los contactos de la lavandería debe ser de 20A, se escoge una protección de esa capacidad. De acuerdo con 210-8, no será necesario un interruptor de circuito por falla a tierra ya que los contactos ofrecerán tal protección. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x20A**.

3.2.2.8.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **12AWG desnudo**.

3.2.2.8.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 12AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 12AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 12AWG con aislamiento TW es 11.68mm^2 . De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de 3.31mm^2 . El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{T_{C-8}} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 11.68\text{mm}^2) + (1 \cdot 3.31\text{mm}^2) = 26.67\text{mm}^2$$

3.2.2.9. Cálculos circuito C-9 “Contactos baño recámara principal”.

3.2.2.9.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-9 es de 1,480W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{1,480W}{127V \cdot 0.9} = \mathbf{12.95A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C .

Debido a que la carga no estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-9 se considera carga no continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = I_{nc} = \mathbf{12.95A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con otros dos circuitos monofásicos más, resultando en un total de 6 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{12.95A}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{17.79A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **12AWG TW** con ampacidad de 20A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 12.50m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=6.6\Omega/km$ y $X_L=0.177\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (6.6\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.177\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{6.017\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 6.017\Omega/km \cdot \left(12.50m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 12.95A}{127V} \times 100 = \mathbf{1.53\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **12AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.9.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 12.95A = \mathbf{16.19A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más adecuada es la de 20A, la cual cumple con 210-11(c)(3) donde se menciona que el circuito para alimentar los contactos del cuarto de baño debe ser de 20A. De acuerdo con 210-8, no será necesario un interruptor de circuito por falla a tierra ya que los contactos ofrecerán tal protección. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x20A**.

3.2.2.9.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **12AWG desnudo**.

3.2.2.9.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 12AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 12AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 12AWG con aislamiento TW es $11.68mm^2$. De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de $3.31mm^2$. El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{T_{C-9}} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 11.68mm^2) + (1 \cdot 3.31mm^2) = \mathbf{26.67mm^2}$$

3.2.2.10. Cálculos circuito C-10 “Contacto baño compartido”.

3.2.2.10.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-10 es de 180W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{180W}{127V \cdot 0.9} = \mathbf{1.57A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga no estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-10 se considera carga no continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = I_{nc} = \mathbf{1.57A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con otros dos circuitos monofásicos más, resultando en un total de 6 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{1.57A}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{2.16A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C, se observa que se puede seleccionar el conductor calibre 14AWG TW con ampacidad de 15A, pero como de acuerdo con 210-11(c)(3) el circuito del cuarto de baño debe ser de 20A y como la protección contra sobrecorrientes no debe ser mayor a la capacidad de los conductores, se elige el conductor calibre **12AWG TW** con ampacidad de 20A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 6.50m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=6.6\Omega/km$ y $X_L=0.177\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (6.6\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.177\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{6.017\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 6.017\Omega/km \cdot \left(6.50m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 1.57A}{127V} \times 100 = \mathbf{0.10\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **12AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.10.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 1.57A = \mathbf{1.96A}$$

Se observa que un interruptor termomagnético de 15A cumpliría el requerimiento, pero como en 210-11(c)(3) se menciona que el circuito para alimentar los contactos del cuarto de baño debe ser de 20A, se escoge una protección de esa capacidad. De acuerdo con 210-8, no será necesario un interruptor de circuito por falla a tierra ya que el contacto ofrecerá tal protección. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x20A**.

3.2.2.10.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **12AWG desnudo**.

3.2.2.10.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 12AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 12AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 12AWG con aislamiento TW es 11.68mm². De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de 3.31mm². El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{T_{C-10}} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 11.68mm^2) + (1 \cdot 3.31mm^2) = 26.67mm^2$$

3.2.2.11. Cálculos circuito C-11 “Aire acondicionado recámara principal”.

3.2.2.11.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-11 es de 840W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{840W}{127V \cdot 0.9} = \mathbf{7.35A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-11 se considera carga continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = 1.25 \cdot I_c = 1.25 \cdot 7.35A = \mathbf{9.19A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con otros dos circuitos monofásicos, resultando en un total de 6 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{9.19A}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{12.62A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **14AWG TW** con ampacidad de 15A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 15.50m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=10.2\Omega/km$ y $X_L=0.190\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (10.2\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.190\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{9.263\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 9.263\Omega/km \cdot \left(15.50m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 7.35A}{127V} \times 100 = \mathbf{1.66\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **14AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.11.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 7.35A = \mathbf{9.19A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más cercana en el mercado es la de 15A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x15A**.

3.2.2.11.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **14AWG desnudo**.

3.2.2.11.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 14AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 14AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 14AWG con aislamiento TW es 8.968mm^2 . De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de 2.08mm^2 . El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{TC-11} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 8.968\text{mm}^2) + (1 \cdot 2.08\text{mm}^2) = 20.02\text{mm}^2$$

3.2.2.12. Cálculos circuito C-12 “Aire acondicionado recámara 1”.

3.2.2.12.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-12 es de 840W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{840W}{127V \cdot 0.9} = 7.35A$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C .

Debido a que la carga estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-12 se considera carga continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = 1.25 \cdot I_c = 1.25 \cdot 7.35A = 9.19A$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con otros dos circuitos monofásicos, resultando en un total de 6 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{9.19A}{0.91 \cdot 0.8} = 12.62A$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **14AWG TW** con ampacidad de 15A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 23m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=10.2\Omega/km$ y $X_L=0.190\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (10.2\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.190\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{9.263\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 9.263\Omega/km \cdot \left(23m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 7.35A}{127V} \times 100 = \mathbf{2.47\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **14AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.12.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 7.35A = \mathbf{9.19A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más cercana en el mercado es la de 15A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x15A**.

3.2.2.12.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **14AWG desnudo**.

3.2.2.12.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 14AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 14AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 14AWG con aislamiento TW es $8.968mm^2$. De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de $2.08mm^2$. El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{T_{C-12}} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 8.968mm^2) + (1 \cdot 2.08mm^2) = 20.02mm^2$$

3.2.2.13. Cálculos circuito C-13 “Aire acondicionado recámara 2”.

3.2.2.13.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada en el circuito C-13 es de 840W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (25):

$$I_{nom.} = \frac{P}{V_{fn} \cdot FP} = \frac{840W}{127V \cdot 0.9} = 7.35A$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

Debido a que la carga estará en funcionamiento por más de 3 horas, la carga del circuito C-13 se considera carga continua, por lo que se debe aplicar el factor de carga continua mediante la ecuación (31):

$$I_{cond.} = 1.25 \cdot I_c = 1.25 \cdot 7.35A = 9.19A$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, además compartirá canalización con otros dos circuitos monofásicos, resultando en un total de 6 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond.}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{9.19A}{0.91 \cdot 0.8} = 12.62A$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **14AWG TW** con ampacidad de 15A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 14.50m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=10.2\Omega/km$ y $X_L=0.190\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (10.2\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.190\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = 9.263\Omega/km$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 9.263\Omega/km \cdot \left(14.50m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 7.35A}{127V} \times 100 = 1.55\%$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **14AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.13.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 210-20 de donde proviene la ecuación (20):

$$I_{protección} = 1.25 \cdot I_{nom.} = 1.25 \cdot 7.35A = \mathbf{9.19A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más cercana en el mercado es la de 15A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x15A**.

3.2.2.13.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **14AWG desnudo**.

3.2.2.13.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 14AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 14AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 14AWG con aislamiento TW es 8.968mm^2 . De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de 2.08mm^2 . El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{T_{C-13}} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 8.968\text{mm}^2) + (1 \cdot 2.08\text{mm}^2) = 20.02\text{mm}^2$$

3.2.2.14. Cálculo circuito C-14 “Motobomba”.

3.2.2.14.1. Calibre de los conductores.

La motobomba es de $\frac{1}{2}$ hp, por lo que su carga es de 373W, con un factor de potencia de 0.9, siendo una carga monofásica a 2 hilos con una tensión de 127V, por lo que de la Tabla 2.13 (*Tabla 430-248 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que su corriente a plena carga es:

$$I_{pc} = \mathbf{8.9A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C .

Siguiendo con 430-22 se calcula la ampacidad del conductor mediante la ecuación (37):

$$I_{cond. motor} = 1.25 \cdot I_{pc} = 1.25 \cdot 8.9A = \mathbf{11.13A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

Como se trata de una carga monofásica, existe circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo y como no compartirá canalización con otros circuitos, resulta en un total de 2 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 100%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{cond. motor}}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{11.13A}{0.91 \cdot 1} = \mathbf{12.23A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **14AWG TW** con ampacidad de 15A.

De acuerdo a 210-19(a)(1) Nota 4, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 3% en la salida más lejana del circuito derivado con longitud de 4.50m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de $R=10.2\Omega/km$ y $X_L=0.190\Omega/km$ y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (10.2\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.190\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{9.263\Omega/km}$$

Al ser una carga monofásica, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (33):

$$e\% = \frac{2 \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{fn}} \times 100 = \frac{2 \cdot 9.263\Omega/km \cdot \left(4.50m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 8.9A}{127V} \times 100 = \mathbf{0.58\%}$$

El valor calculado es menor que el 3% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **14AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.2.14.2. Protección contra sobrecorriente.

Se opta por calcular la capacidad del dispositivo de protección utilizando la ecuación (38):

$$I_{protección\ motor} = 1.7 \cdot I_{pc} = 1.7 \cdot 8.9A = \mathbf{15.13A}$$

De acuerdo a 220-5(b) se redondea a 15A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **1x15A**.

3.2.2.14.3. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.12 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **14AWG desnudo**.

3.2.2.14.4. Área de los conductores.

Se tienen 2 conductores calibre 14AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 14AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 14AWG con aislamiento TW es $8.968mm^2$. De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de $2.08mm^2$. El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (39):

$$A_{TC-13} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (2 \cdot 8.968mm^2) + (1 \cdot 2.08mm^2) = \mathbf{20.02mm^2}$$

3.2.3. Cálculos de las canalizaciones.

Para determinar el diámetro de las canalizaciones que protegerán los conductores de cada circuito derivado, se trató de distribuir los circuitos de tal manera que tanto el número de canalizaciones necesarias, así como también la penalización en los conductores causada por el factor de agrupamiento fueran lo más reducido posible, quedando como se describe a continuación:

- Canalización 1: Protegerá a los circuitos C-1 y C-3.
- Canalización 2: Protegerá al circuito C-2.
- Canalización 3: Protegerá a los circuitos C-4, C-5 y a una derivación del circuito C-6.
- Canalización 4: Protegerá a los circuitos C-6 y C-8.
- Canalización 5: Protegerá a unas derivaciones de los circuitos C-6 y C-7, y al circuito C-11.
- Canalización 6: Protegerá a los circuitos C-9 y C-10 y a una derivación del circuito C-6.
- Canalización 7: Protegerá a los circuitos C-7, C-12 y una derivación del circuito C-13.
- Canalización 8: Protegerá al circuito C-14.

3.2.3.1. Canalización 1.

Se realiza la sumatoria del área total de los conductores de los circuitos C-1 y C-3:

$$\sum A_T = A_{T_{C-1}} + A_{T_{C-3}} = 17.94mm^2 + 17.94mm^2 = \mathbf{35.88mm^2}$$

Al ser 4 conductores, el diámetro de la canalización empleada se calcula con la Tabla 2.17 (*Tabla 4 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 “Tubo conduit rígido de PVC (PVC) Tipo A”*) columna fr = 40% donde se elige de **16mm (1/2”)**.

3.2.3.2. Canalización 2.

El área total de los conductores del circuito C-2 es:

$$A_{T_{C-2}} = \mathbf{17.94mm^2}$$

Al ser 2 conductores, el diámetro de la canalización empleada se calcula con la Tabla 2.17 (*Tabla 4 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 “Tubo conduit rígido de PVC (PVC) Tipo A”*) columna fr = 31% donde se elige de **16mm (1/2”)**.

3.2.3.3. Canalización 3.

Se realiza la sumatoria del área total de los conductores de los circuitos C-4, C-5 y C-6:

$$\sum A_T = A_{T_{C-4}} + A_{T_{C-5}} + A_{T_{C-6}} = 26.67mm^2 + 26.67mm^2 + 26.67mm^2 = \mathbf{80.01mm^2}$$

Al ser 9 conductores, el diámetro de la canalización empleada se calcula con la Tabla 2.17 (*Tabla 4 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 “Tubo conduit rígido de PVC (PVC) Tipo A”*) columna fr = 40% donde se elige de **16mm (1/2”)**.

3.2.3.4. Canalización 4.

Se realiza la sumatoria del área total de los conductores de los circuitos C-6 y C-8:

$$\sum A_T = A_{T_{C-6}} + A_{T_{C-8}} = 26.67mm^2 + 26.67mm^2 = \mathbf{53.34mm^2}$$

Al ser 6 conductores, el diámetro de la canalización empleada se calcula con la Tabla 2.17 (*Tabla 4 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 “Tubo conduit rígido de PVC (PVC) Tipo A”*) columna fr = 40% donde se elige de **16mm (1/2”)**.

3.2.3.5. Canalización 5.

Se realiza la sumatoria del área total de los conductores de los circuitos C-6, C-7 y C-11:

$$\sum A_T = A_{T_{C-6}} + A_{T_{C-7}} + A_{T_{C-11}} = 26.67mm^2 + 26.67mm^2 + 20.02mm^2 = \mathbf{73.36mm^2}$$

Al ser 9 conductores, el diámetro de la canalización empleada se calcula con la Tabla 2.17 (*Tabla 4 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 “Tubo conduit rígido de PVC (PVC) Tipo A”*) columna fr = 40% donde se elige de **16mm (1/2”)**.

3.2.3.6. Canalización 6.

Se realiza la sumatoria del área total de los conductores de los circuitos C-6, C-9 y C-10:

$$\sum A_T = A_{T_{C-6}} + A_{T_{C-9}} + A_{T_{C-10}} = 26.67mm^2 + 26.67mm^2 + 26.67mm^2 = \mathbf{80.01mm^2}$$

Al ser 9 conductores, el diámetro de la canalización empleada se calcula con la Tabla 2.17 (*Tabla 4 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 “Tubo conduit rígido de PVC (PVC) Tipo A”*) columna fr = 40% donde se elige de **16mm (1/2”)**.

3.2.3.7. Canalización 7.

Se realiza la sumatoria del área total de los conductores de los circuitos C-7, C-12 y C-13:

$$\sum A_T = A_{T_{C-7}} + A_{T_{C-12}} + A_{T_{C-13}} = 26.67mm^2 + 20.02mm^2 + 20.02mm^2 = \mathbf{66.71mm^2}$$

Al ser 9 conductores, el diámetro de la canalización empleada se calcula con la Tabla 2.17 (*Tabla 4 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 “Tubo conduit rígido de PVC (PVC) Tipo A”*) columna fr = 40% donde se elige de **16mm (1/2”)**.

3.2.3.8. Canalización 8.

El área total de los conductores del circuito C-14 es:

$$A_{T_{C-2}} = \mathbf{20.02mm^2}$$

Al ser 3 conductores, el diámetro de la canalización empleada se calcula con la Tabla 2.17 (*Tabla 4 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012 “Tubo conduit rígido de PVC (PVC) Tipo A”*) columna fr = 40% donde se elige de **16mm (1/2”)**.

3.2.4. Cálculos de los alimentadores.

3.2.4.1. Calibre de los conductores.

La carga total instalada del alimentador es de 11,822.20W, con un factor de potencia de 0.9 y un servicio trifásico a 4 hilos con una tensión de 220V, por lo que se calcula la corriente nominal utilizando la ecuación (27):

$$I_{nom.} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_{ff} \cdot FP} = \frac{11,822.20W}{\sqrt{3} \cdot 220V \cdot 0.9} = \mathbf{34.47A}$$

De acuerdo a 110-14(c)(1)(a), la temperatura seleccionada para el aislamiento de los conductores es de 60°C.

La carga no continua es de 8,333W, mientras que la carga continua es de 3,489.20W por lo que se calcula la corriente de cada tipo de carga utilizando la ecuación (27):

$$I_{nc} = \frac{8,333W}{\sqrt{3} \cdot 220V \cdot 0.9} = \mathbf{24.30A}$$

$$I_c = \frac{3,489.20W}{\sqrt{3} \cdot 220V \cdot 0.9} = \mathbf{10.17A}$$

La temperatura ambiente es de 33°C por lo que de acuerdo con la Tabla 2.8 (*Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de corrección por temperatura es de 0.91.

La carga del alimentador son puras cargas monofásicas lo que ocasiona circulación de corriente por el conductor neutro por lo que se le considera conductor activo, resultando en un total de 4 conductores activos. De esta manera de la Tabla 2.9 (*Tabla 310-15(b)(3)(a) de la NOM-001-SEDE-2012*) el factor de agrupamiento es de 80%.

Se determina la corriente corregida o ajustada utilizando la ecuación (32):

$$I_{corregida} = \frac{I_{nc} + 1.25I_c}{(F.T.) \cdot (F.A.)} = \frac{24.30A + 1.25(10.17A)}{0.91 \cdot 0.8} = \mathbf{50.84A}$$

De la Tabla 2.7 (*Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012*) en la columna de 60°C se elige el conductor calibre **6AWG TW** con ampacidad de 55A.

De acuerdo a 215-2(a)(4) Nota 2, se debe verificar que la caída de tensión no exceda el 2% para el alimentador con longitud de 18m y canalización tipo PVC pesado. De la Tabla 2.11 (*Tabla 9 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se obtienen los valores de R=1.61Ω/km y X_L=0.167Ω/km y se sustituyen en la ecuación (36):

$$Z_e = (R \cdot FP) + \{X_L \cdot [\sin(\cos^{-1} FP)]\}$$

$$Z_e = (1.61\Omega/km \cdot 0.9) + \{0.167\Omega/km \cdot [\sin(\cos^{-1} 0.9)]\} = \mathbf{1.522\Omega/km}$$

Al ser un servicio trifásico, la caída de tensión se calcula utilizando la ecuación (35):

$$e\% = \frac{\sqrt{3} \cdot Z_e \cdot L \cdot I_{nom.}}{V_{ff}} \times 100 = \frac{\sqrt{3} \cdot 1.522\Omega/km \cdot \left(18m \cdot \frac{1km}{1000m}\right) \cdot 34.47A}{220V} \times 100 = \mathbf{0.74\%}$$

El valor calculado es menor que el 2% permisible, por lo que se confirma que el conductor calibre **6AWG con aislamiento TW** es el adecuado para la instalación.

3.2.4.2. Protección contra sobrecorriente.

El cálculo del dispositivo de protección se realiza de acuerdo a 215-3 de donde proviene la ecuación (28):

$$I_{protección} = I_{nc} + 1.25I_c = 24.30A + 1.25(10.17A) = \mathbf{37.01A}$$

La capacidad del interruptor termomagnético más adecuada es la de 40A. Por lo tanto, la protección seleccionada es un interruptor de **3x40A**.

3.2.4.3. Conductor puesto a tierra o neutro.

En teoría, las cargas de los circuitos deben ir balanceadas entre los alimentadores, pero como esto es imposible en la realidad, las cargas desbalanceadas monofásicas originarán una circulación de corriente por el conductor neutro, por lo que se recomienda instalar este conductor del mismo calibre que las fases. Por lo tanto, se propone instalar un conductor neutro calibre **6AWG con aislamiento TW**.

3.2.4.4. Conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra se selecciona de acuerdo con la Tabla 2.14 (*Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012*). El calibre seleccionado es **10AWG desnudo**.

3.2.4.5. Canalización.

Se tienen 4 conductores calibre 6AWG con aislamiento TW y un conductor calibre 10AWG desnudo que irán en una canalización de PVC tipo pesado.

De la Tabla 2.15 (*Tabla 5 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina que el área del calibre 6AWG con aislamiento TW es de 46.84mm². De la Tabla 2.16 (*Tabla 8 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012*) se determina la sección transversal del conductor desnudo de puesta a tierra, la cual es de 5.26mm². El área de los conductores se calcula utilizando la ecuación (36):

$$A_{T_{Alimentadores}} = (N_{CA} \cdot A_{CA}) + (N_{CD} \cdot A_{CD}) = (4 \cdot 46.84mm^2) + (1 \cdot 5.26mm^2)$$

$$A_{T_{Alimentadores}} = \mathbf{192.62mm^2}$$

Al ser 5 conductores, el diámetro de la canalización empleada se calcula con la Tabla 2.17 (*Tabla 4 – Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012* “Tubo conduit rígido de PVC (PVC) Tipo A”) columna fr = 40% donde se elige de **27mm (1”)**.

3.2.4.6. Balanceo de cargas.

El balanceo de carga se tiene que efectuar tratando de distribuir cada uno de los circuitos derivados en cada fase principal de la forma más equitativa posible. La Tabla 3.1 muestra la distribución de los circuitos propuesta para la instalación eléctrica residencial diseñada:

Tabla 3.1: Distribución de los circuitos entre las fases de alimentación.

Núm. de Circuito	A	B	C
C-1	349.2W		
C-2	367W		
C-3	253W		
C-4		1,380W	
C-5		1,200W	
C-6			1,620W
C-7	1,620W		
C-8	480W		
C-9			1,480W
C-10		180W	
C-11	840W		
C-12		840W	
C-13			840W
C-14		373W	
Total	3,909.2W	3,973W	3,940W

El porcentaje de desbalance entre las cargas de las fases principales se determina utilizando la siguiente ecuación (23):

$$\% \text{ Desbalance} = \frac{kW_{Fase \text{ Mayor}} - kW_{Fase \text{ Menor}}}{kW_{Fase \text{ Mayor}}} \times 100 = \frac{3,973W - 3,909.2W}{3,973W} \times 100$$

$$\% \text{ Desbalance} = \mathbf{1.61\%}$$

El valor calculado es menor que el 5% permisible, por lo que se cumple con la ecuación (24). Por lo tanto, el porcentaje de desbalance entre las fases principales es **acceptable**.

3.3. Cuadro de cargas de la instalación eléctrica residencial.

La Tabla 3.2 muestra las cargas conectadas a cada uno de los circuitos derivados de la instalación eléctrica residencial.

Tabla 3.2: Cuadro de cargas de la instalación eléctrica residencial.

Núm. de Circuito	Descripción	L1 12W	L2 6W	L3 18W	L4 3.8W	L5 70W	L6 5W	L7 5W	L8 10W	L9 9W	L10 7W	L11 12W	L12 6W	SG1 180W	SG2 180W	SR 300W	SH 1200W	SL 300W	SC 1300W	A.A. 840W	MB 373W	Potencia	Carga Continua	Carga No Continua
C-1	Iluminación Planta Baja	12	2	1	4	2	2	2														349.2W	349.2W	
C-2	Iluminación Planta Alta	1	15			2		8	4	5												367W	367W	
C-3	Iluminación Cochera y Jardines						1				8	9	14									253W	253W	
C-4	Contactos Estancia y Cocina													6		1						1,380W		1,380W
C-5	Contacto Horno de Microondas																1					1,200W		1,200W
C-6	Contactos Terrazas, Comedor, Minibodega, 1/2 Baño y Vestíbulo													9								1,620W		1,620W
C-7	Contactos Recámaras													9								1,620W		1,620W
C-8	Contactos Lavandería														1			1				480W		480W
C-9	Contactos Baño Recámara Principal														1				1			1,480W		1,480W
C-10	Contacto Baño Compartido														1							180W		180W
C-11	Salida para A. A. Recámara Principal																			1		840W	840W	
C-12	Salida para A. A. Recámara 1																			1		840W	840W	
C-13	Salida para A. A. Recámara 2																			1		840W	840W	
C-14	Salida para Bomba Doméstica																				1	373W		373W
																						11,822.2W	3,489.2W	8,333W

Donde:

L1 = Lámpara LED empotrable de techo de 12W.

L2 = Lámpara LED empotrable de techo de 6W.

L3 = Lámpara tipo araña de 18W.

L4 = Lámpara colgante de 3.8W.

L5 = Ventilador de techo con lámpara de 70W.

L6 = Arbotante esférico de 5W.

L7 = Arbotante con brazo oscilante de 5W.

L8 = Arbotante para interior de 10W.

L9 = Barra LED de 9W.

L10 = Arbotante para intemperie de 7W.

L11 = Lámpara LED empotrable al piso de 12W.

L12 = Lámpara LED empotrable al piso de 6W.

SG1 = Contacto dúplex de uso general de 180W.

SG2 = Contacto dúplex GFCI de uso general de 180W.

SR = Contacto para refrigerador de 300W.

SH = Contacto para horno de microondas de 1200W.

SL = Contacto GFCI para lavadora de 300W.

SC = Contacto GFCI para secadora de cabello de 1300W.

A.A. = Aire acondicionado de 9,000BTU de 8,400W.

MB = Motobomba 1/2hp de 373W

3.4. Materiales y equipo eléctrico para la instalación.

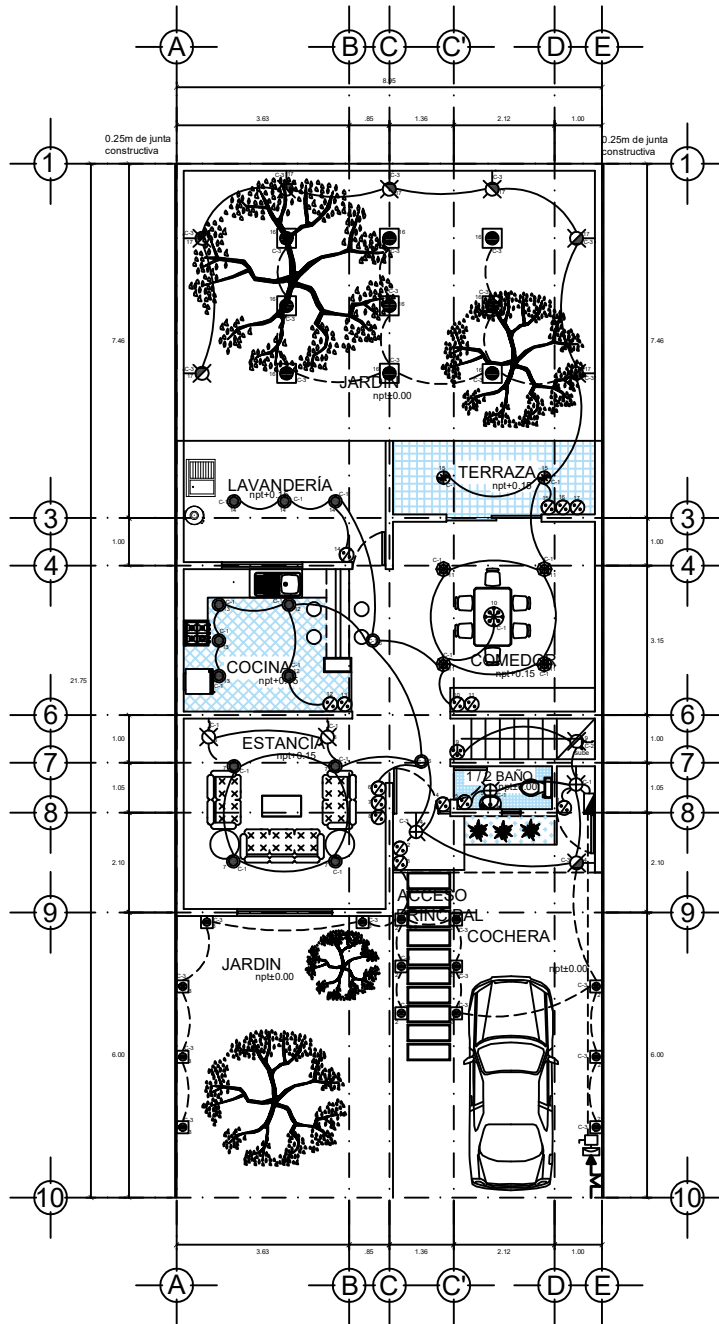
La Tabla 3.3 muestra la lista de materiales y equipo eléctrico necesario para llevar a cabo la instalación eléctrica residencial de acuerdo con lo establecido en la memoria de cálculo.

Tabla 3.3: Lista de materiales y equipo eléctrico necesario en la instalación eléctrica residencial.

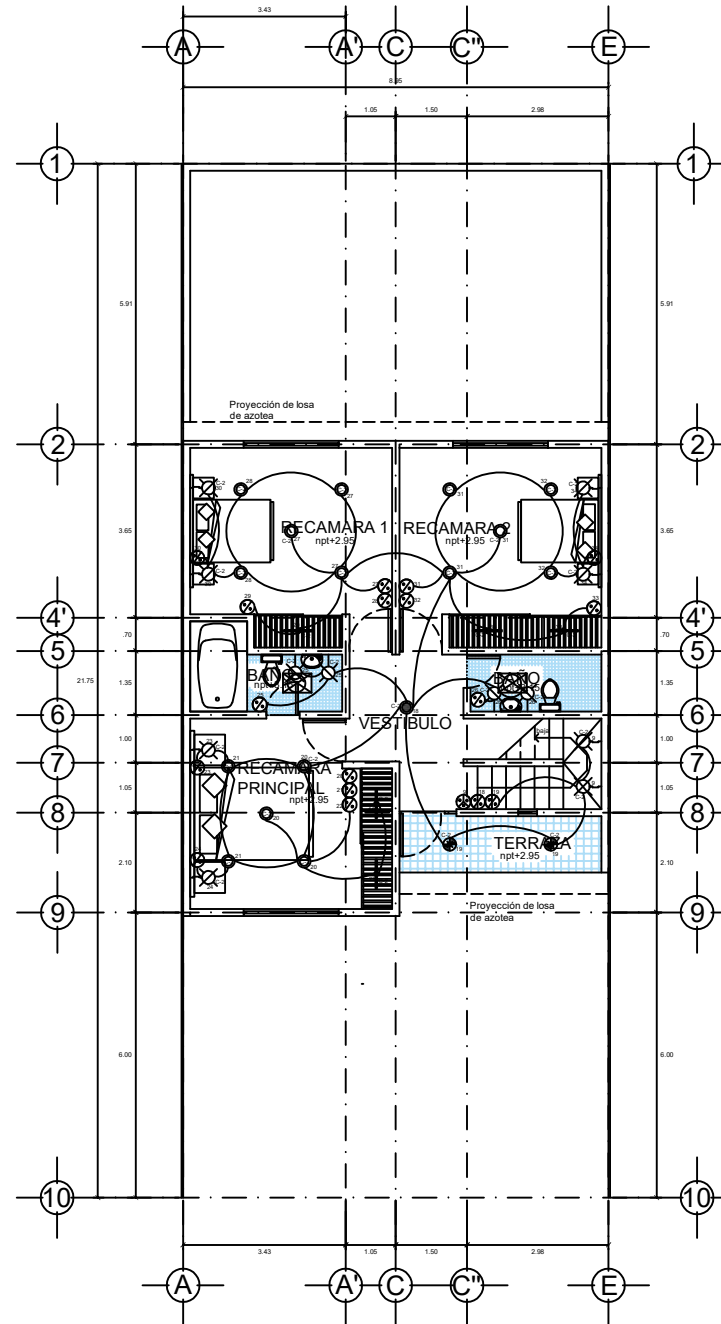
Lista de materiales y equipo eléctrico
<ul style="list-style-type: none">• Gabinete para interruptor principal, Marca Square D, Modelo FA100SMX.• Interruptor termomagnético 40A, 3 polos, 600V, Marca Square D, Modelo FAL36040.• Cable de cobre aislado, Calibre 6AWG, Tipo TW 60°C, 600V Marca Viakon.• Cable de cobre desnudo, Calibre 10AWG, Tipo TW 60°C, 600V, Marca Viakon.• Tubo conduit de PVC pesado 27mm (1")• Conector de PVC para tubería conduit de PVC pesado 27mm (1")• Varilla de cobre para tierra física de 5/8" ×3 metros de longitud.• Conector de bronce para cable hasta de calibre 10AWG y varilla de 5/8".• Tablero de 20 espacios trifásico para pastillas Square D, Marca Argos, Modelo AQO320-S.• Interruptor termomagnético 15A, 1 polo, 10kA, 120Vac, Marca Square D, Modelo QO115.• Interruptor termomagnético 20A, 1 polo, 10kA, 120Vac, Marca Square D, Modelo QO120.• Interruptor de circuito de fallo de tierra 20A, 1 polo, 10kA, 120Vac, Marca Square D, Modelo QO120GFCI.• Cable de cobre aislado, Calibre 14AWG, Tipo TW 60°C, 600V Marca Viakon.• Cable de cobre aislado, Calibre 12AWG, Tipo TW 60°C, 600V Marca Viakon.• Cable de cobre desnudo, Calibre 14AWG, Tipo TW 60°C, 600V, Marca Viakon.• Cable de cobre desnudo, Calibre 12AWG, Tipo TW 60°C, 600V, Marca Viakon.• Tubo conduit de PVC pesado 16mm (1/2")• Conector para tubería conduit de PVC pesado 16mm (1/2")• Interruptor sencillo con placa, 15A, 127Vac, Marca Royer 100.• Interruptor de escalera con placa, 15A, 127Vac, Marca Royer 100.• Contacto dúplex polarizado con placa, 20A, 127Vac, Marca Leviton.• Contacto dúplex GFCI polarizado con placa, 20A, 127Vac, Marca Leviton.• Chalupa eléctrica de PVC 4×2" para PVC de 1/2", Marca Argos.• Caja de registro de PVC 3×3" para PVC de 1/2", Marca Argos.• Conector de PVC para tubería conduit de PVC pesado 16mm (1/2")• Luminaria circular LED empotrable al techo 800lm, 12W, 100-240Vac, Marca Aksi.

- Luminaria circular LED empotrable al techo 400lm, 6W, 100-240Vac, Marca Aksi.
- Arbotante tipo globo esfera con foco LED A15 E26, 450lm, 5W, 127Vac.
- Aplique de pared con brazo oscilante y pantalla de lino con foco LED A15 E26, 450lm, 5W, 127Vac.
- Aplique de pared delgados de tela blanca con foco LED A15 E26, 450lm, 5W, 127Vac.
- Lámpara de techo tipo araña Marca Sputnik con 6 bombillas LED Edison G80 E26, 3W, 127Vac.
- Lámpara colgante con pantalla de vidrio Marca Lanros con foco LED ST19 E26, 3.8W, 127Vac.
- Ventilador para montaje en techo Marca Igoto 60W, 110-127Vac con foco LED A19 E26, 800lm, 10W, 127Vac.
- Barra de luz LED T5, 800lm, 9W, 110-127Vac.
- Lámpara exterior empotrada al piso LED, 900lm, 12W, 127Vac, Nema IP65, Marca Tec nolite.
- Lámpara exterior empotrada al piso LED, 400lm, 6W, 127Vac, Nema IP65, Marca Calicut.
- Farol de pared para exterior, Nema IP65 con bombilla LED ST64 E26, 800lm, 7W, 127Vac, Marca Sunco Lighting.
- Minisplit para montaje en pared, 9,000BTUh, 840W, 115Vac, Marca Corded Electric.
- Bomba periférica 1/2hp, 3,450rpm, 127Vac, Marca Truper.

PLANO DE ALUMBRADO

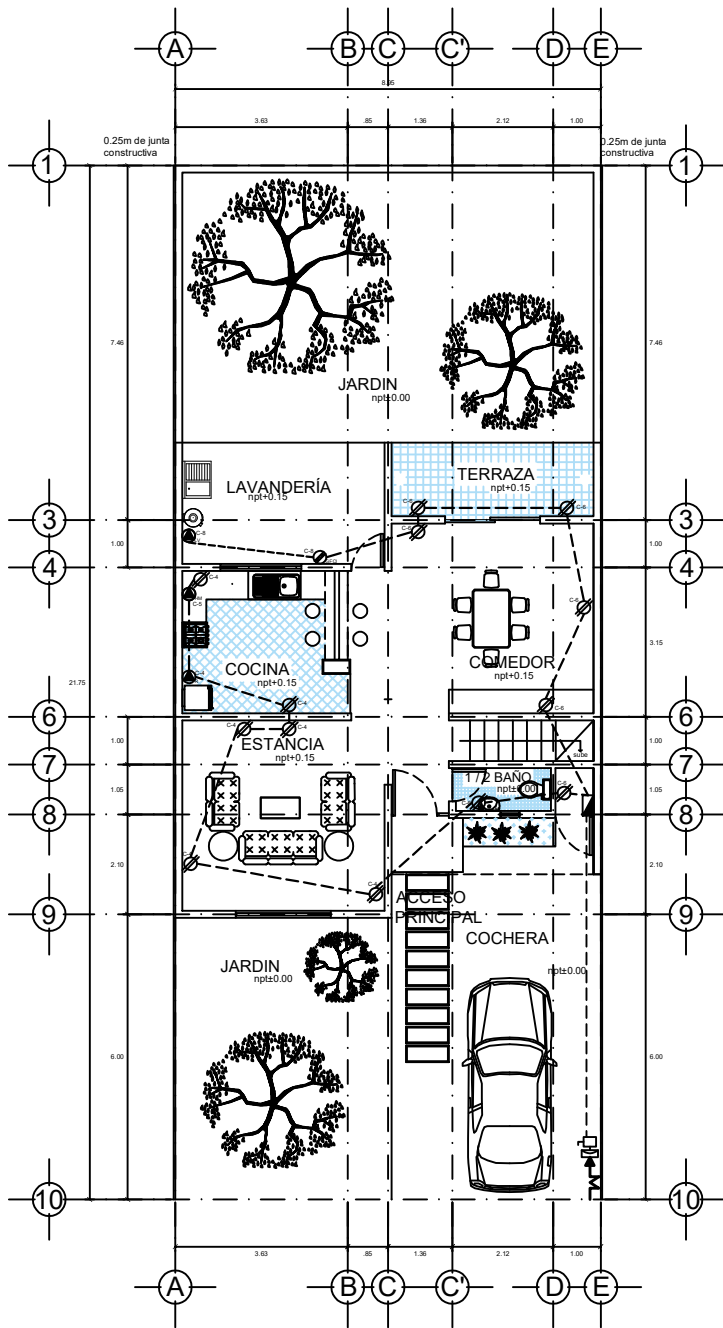


ARQUITECTONICO PLANTA BAJA
escala 1:100

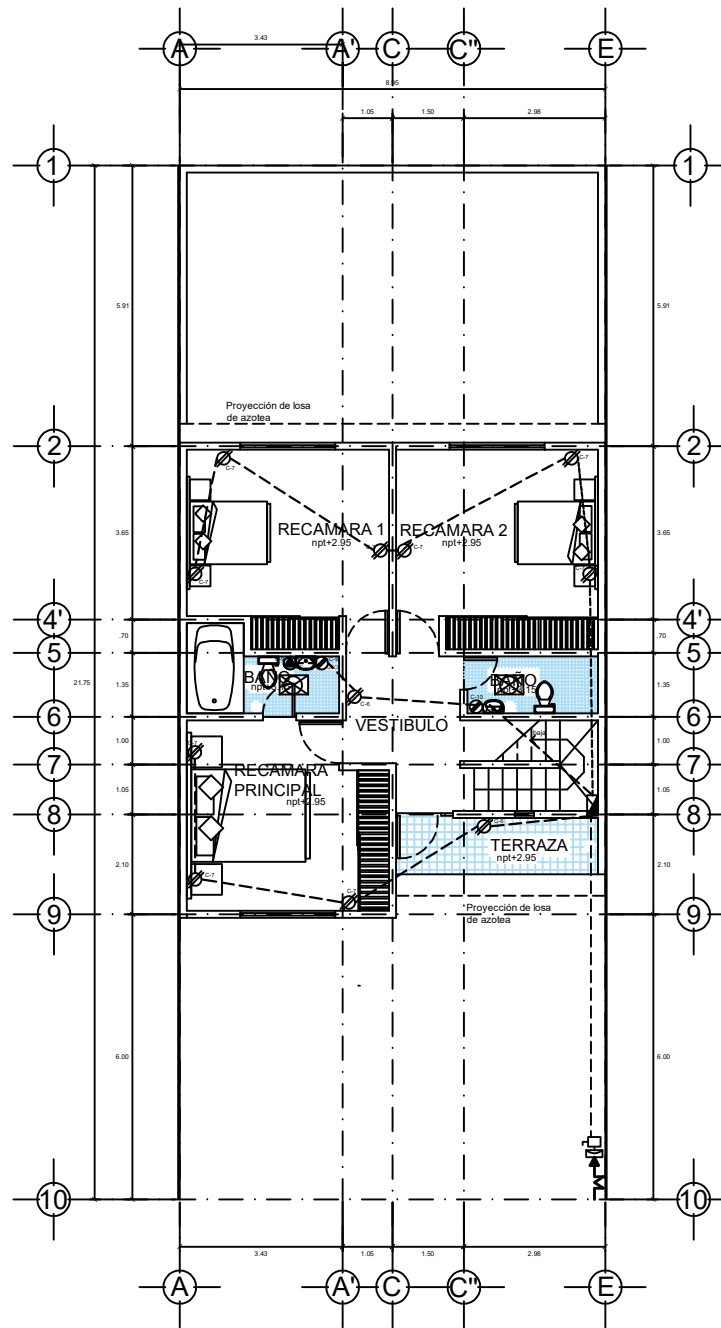


ARQUITECTONICO PLANTA ALTA
escala 1:100

PLANO DE CONTACTOS

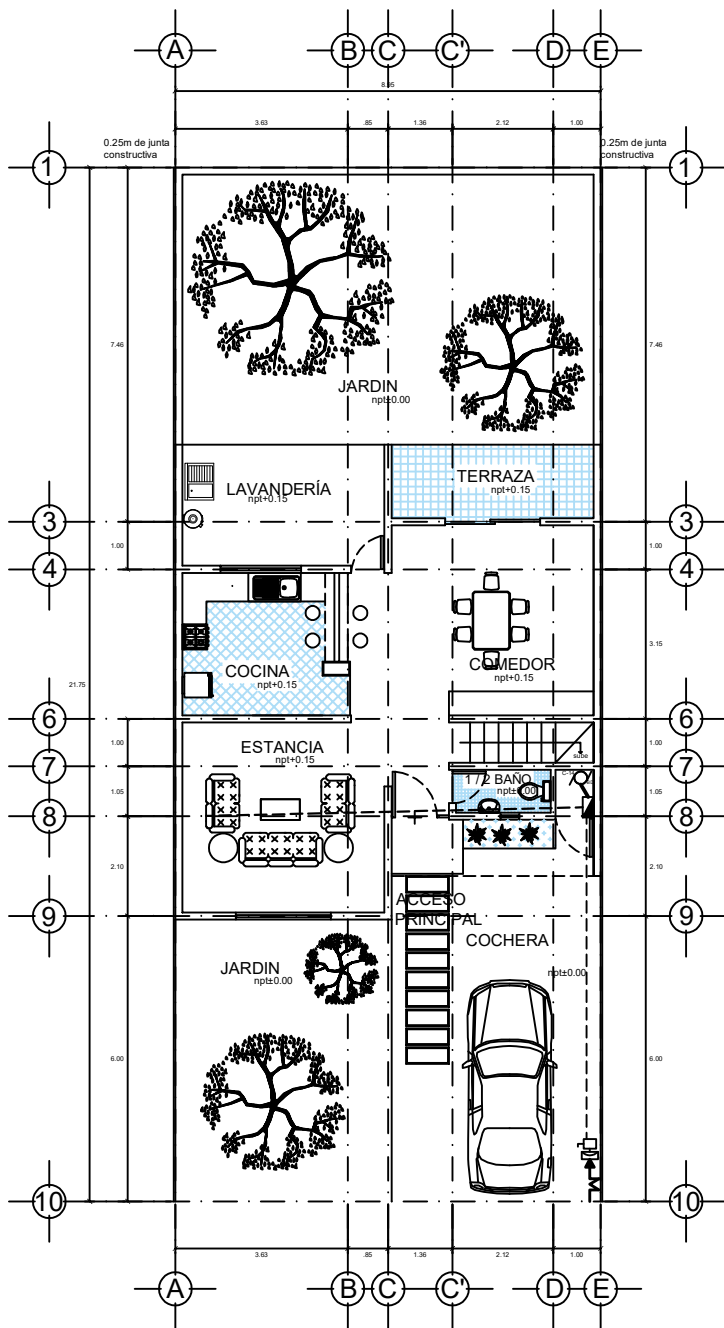


ARQUITECTONICO PLANTA BAJA
escala 1:100

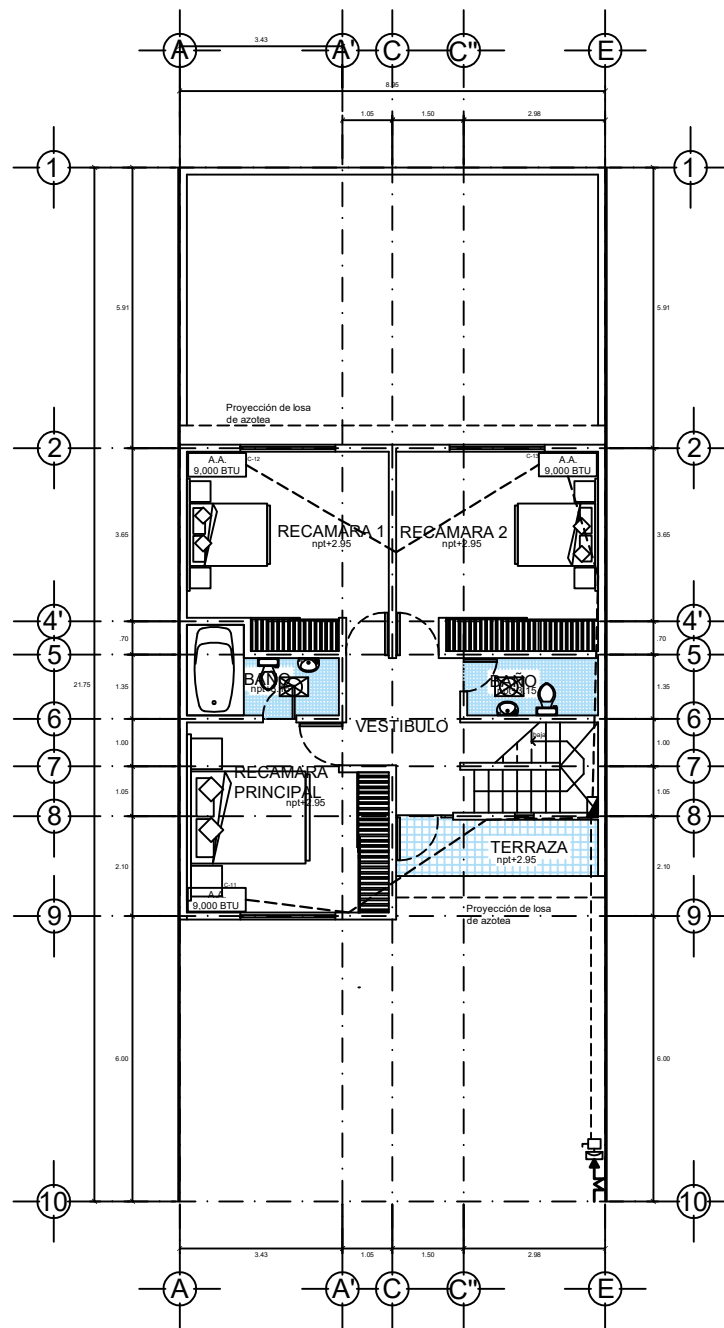


ARQUITECTONICO PLANTA ALTA
escala 1:100

PLANO DE FUERZA

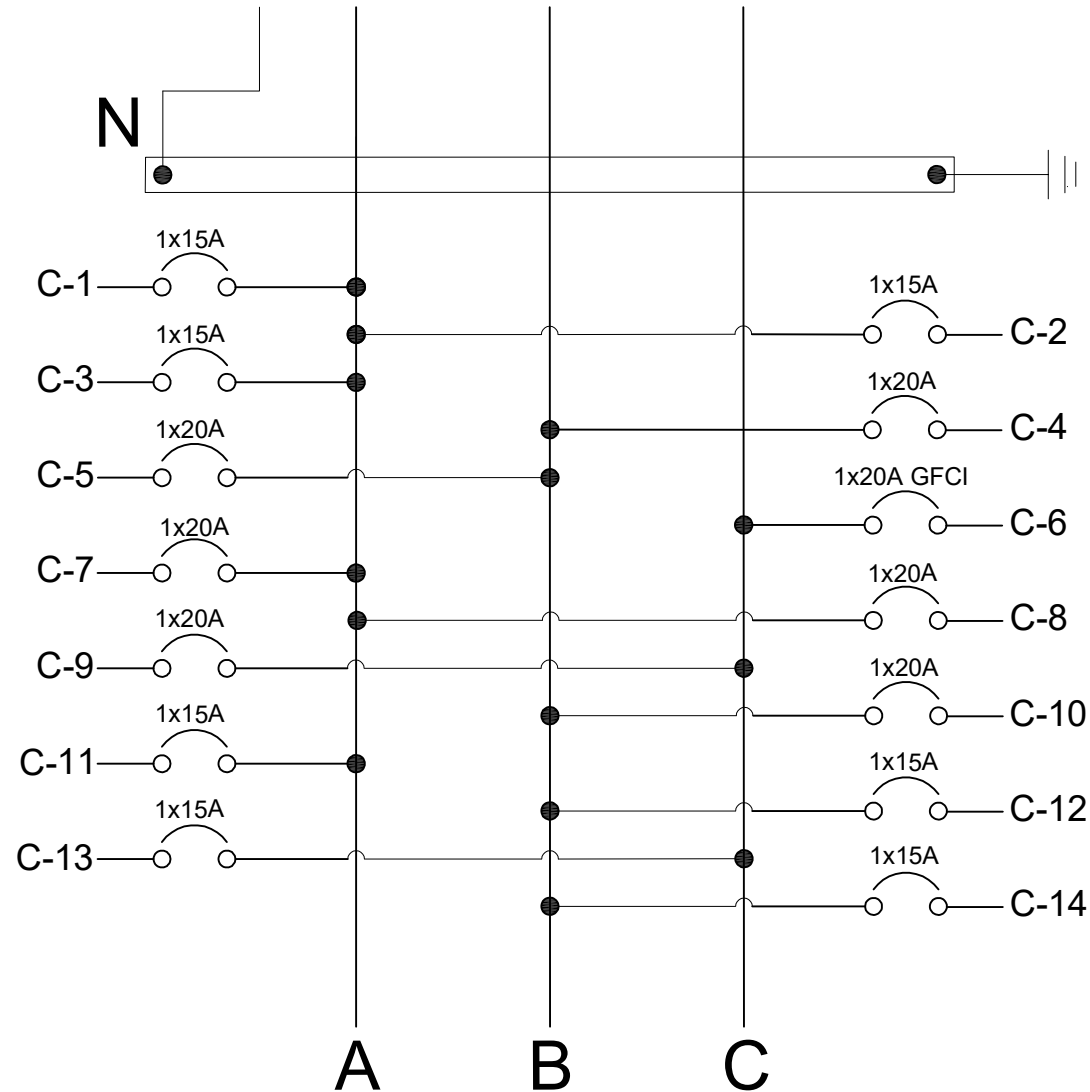


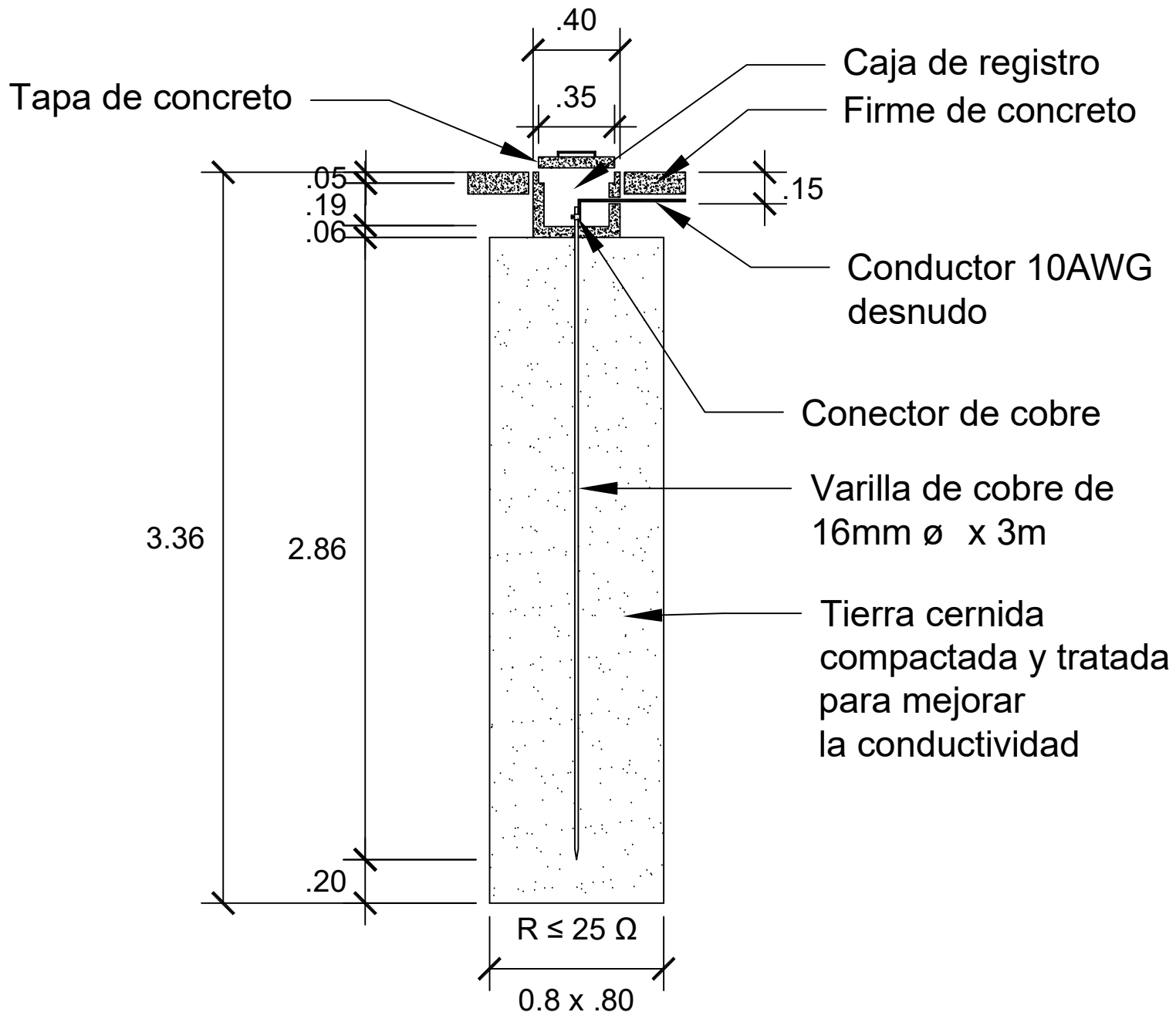
ARQUITECTONICO PLANTA BAJA
escala 1:100



ARQUITECTONICO PLANTA ALTA
escala 1:100

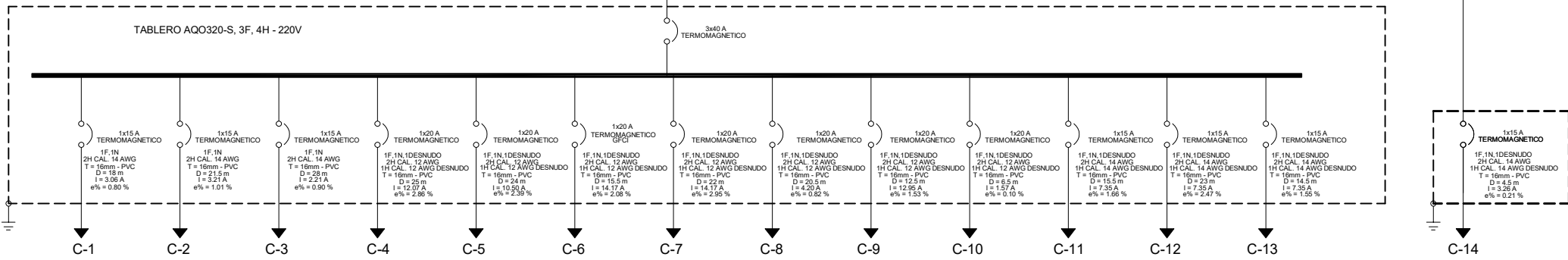
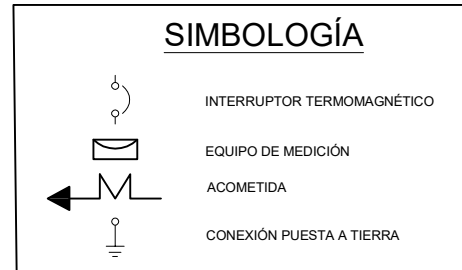
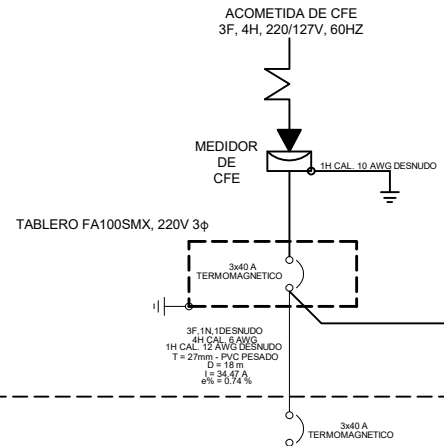
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN



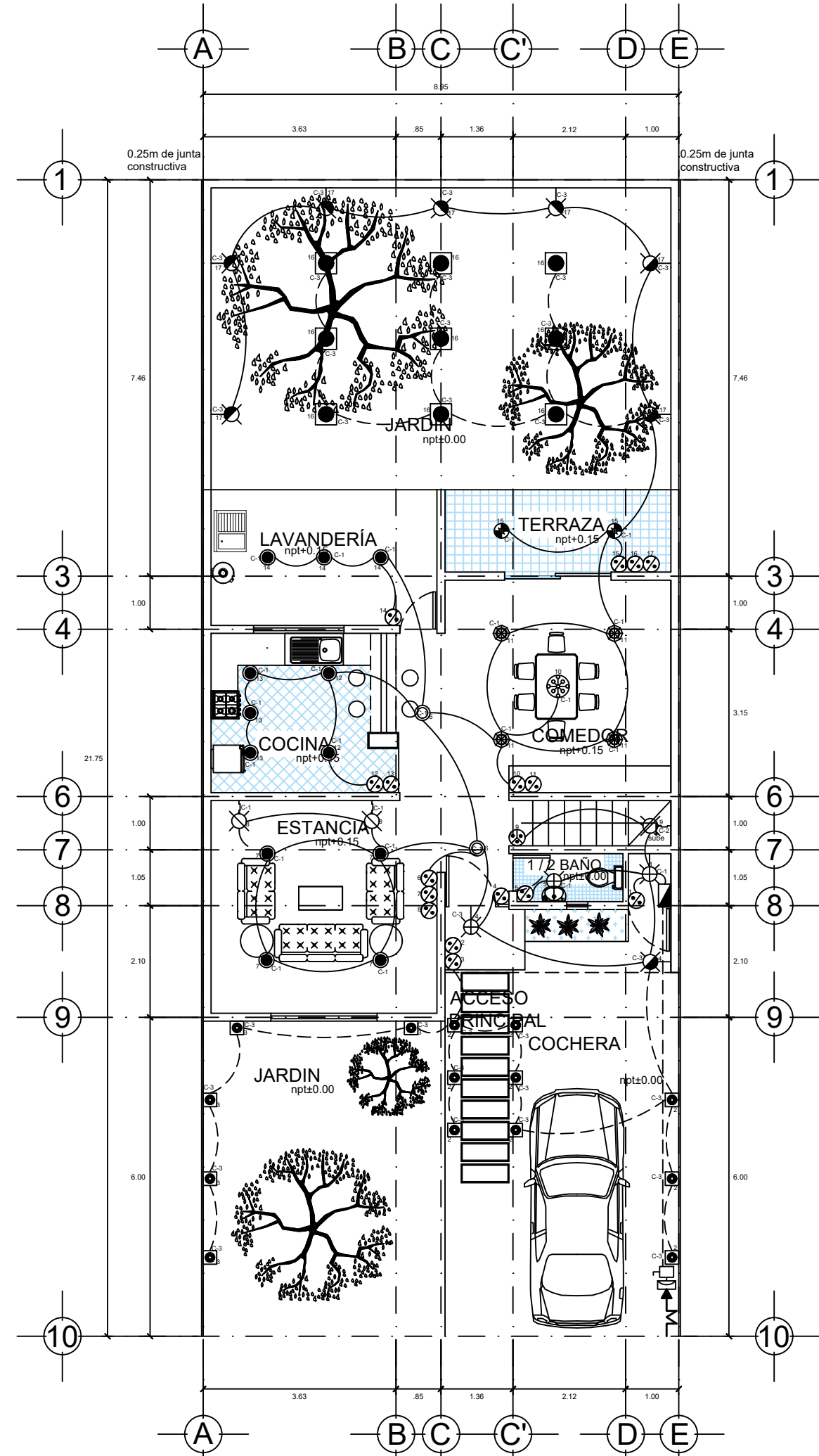


POZO DE TIERRA
 escala 1:30

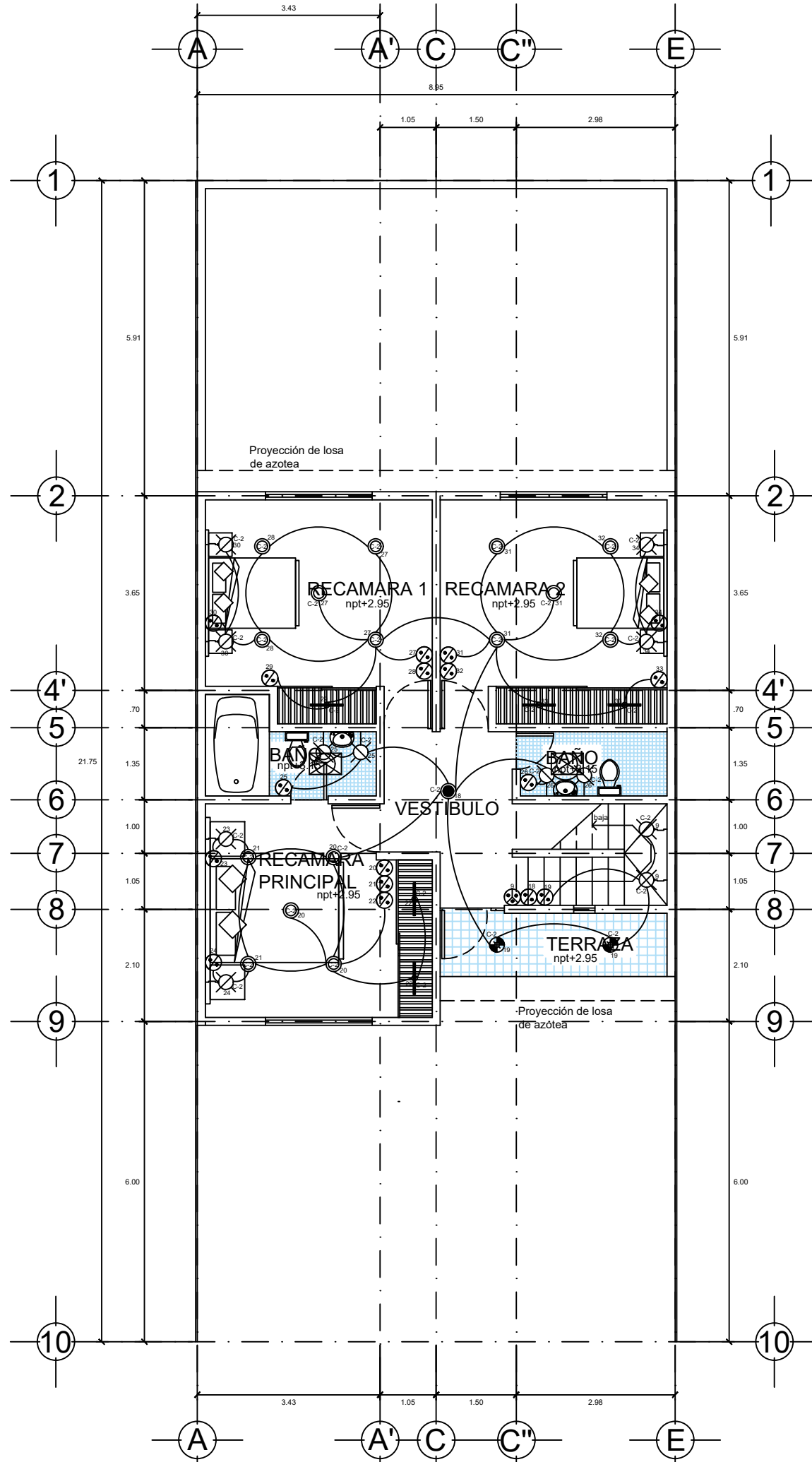
DIAGRAMA UNIFILAR



PLANO DE ALUMBRADO

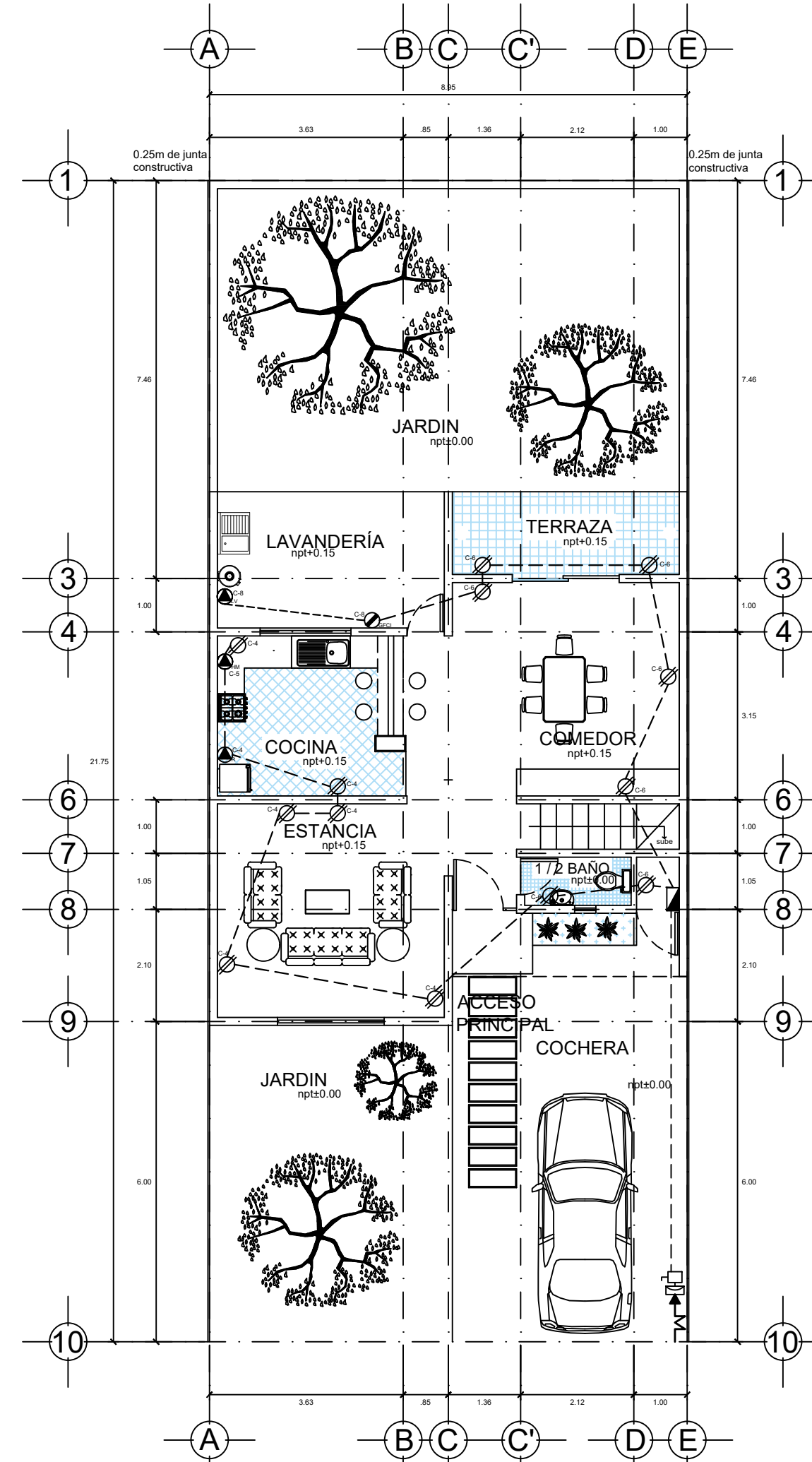


ARQUITECTONICO PLANTA BAJA
escala 1:100

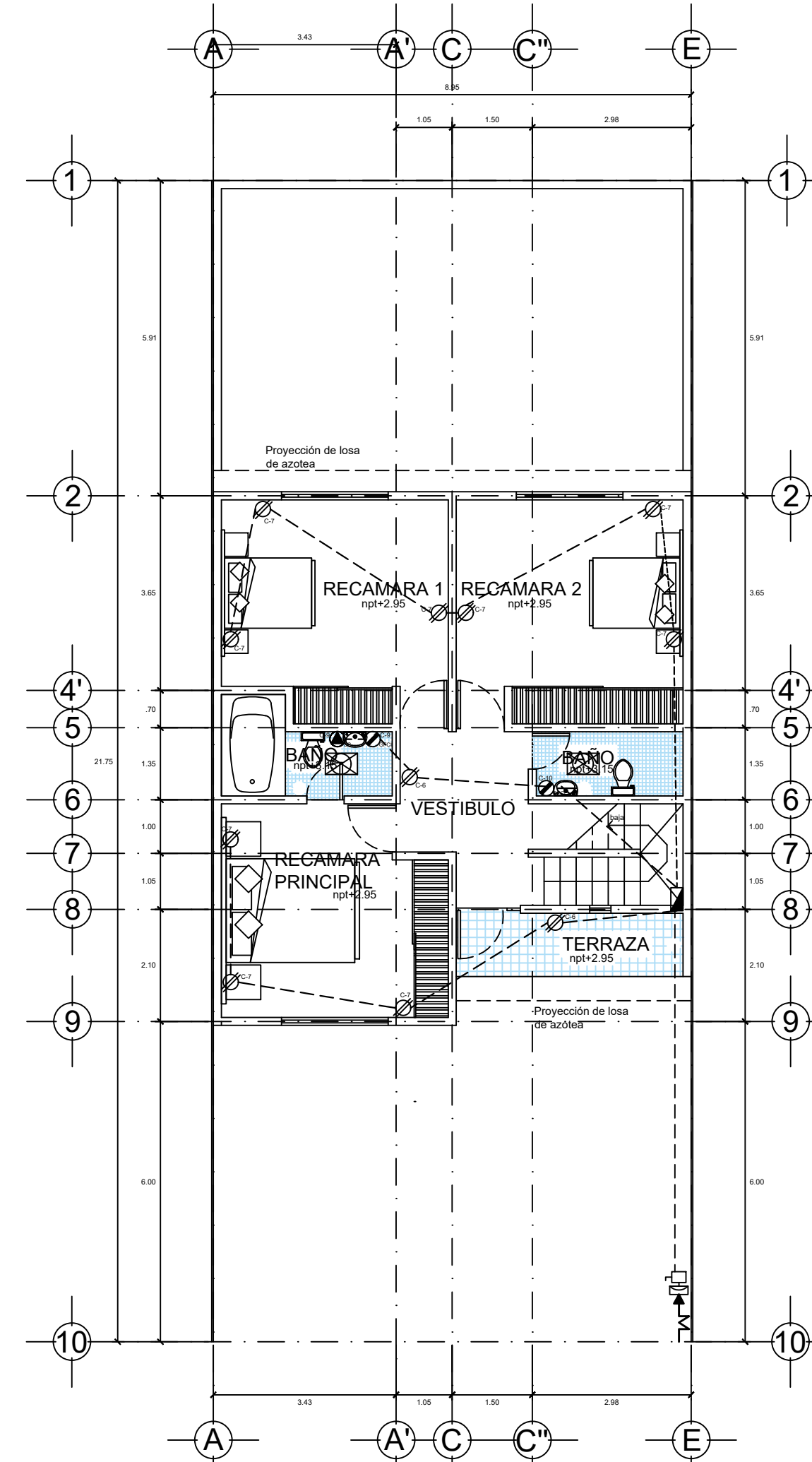


ARQUITECTONICO PLANTA ALTA
escala 1:100

PLANO DE CONTACTOS



ARQUITECTONICO PLANTA BAJA
escala 1:100

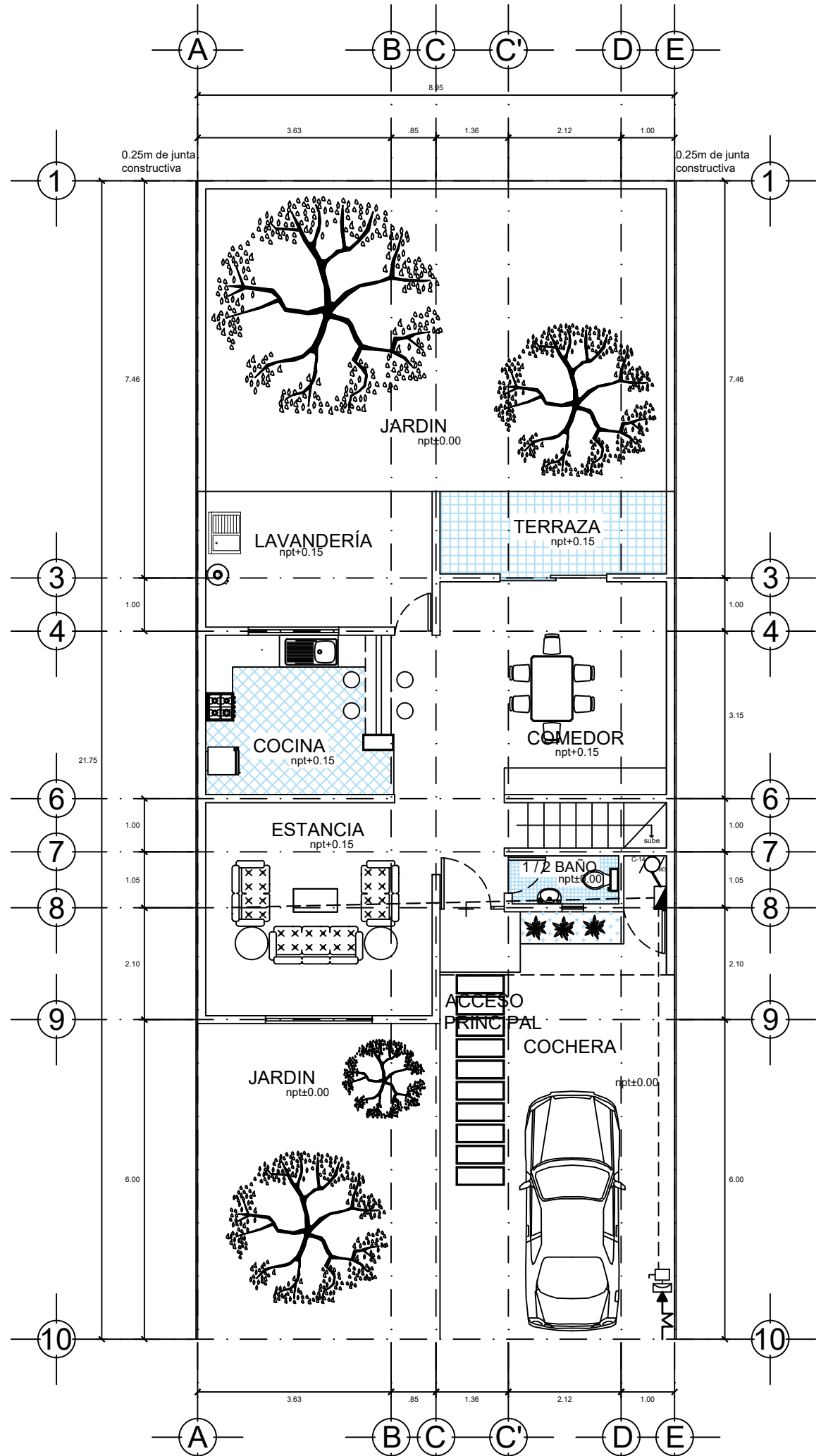


ARQUITECTONICO PLANTA ALTA
escala 1:100

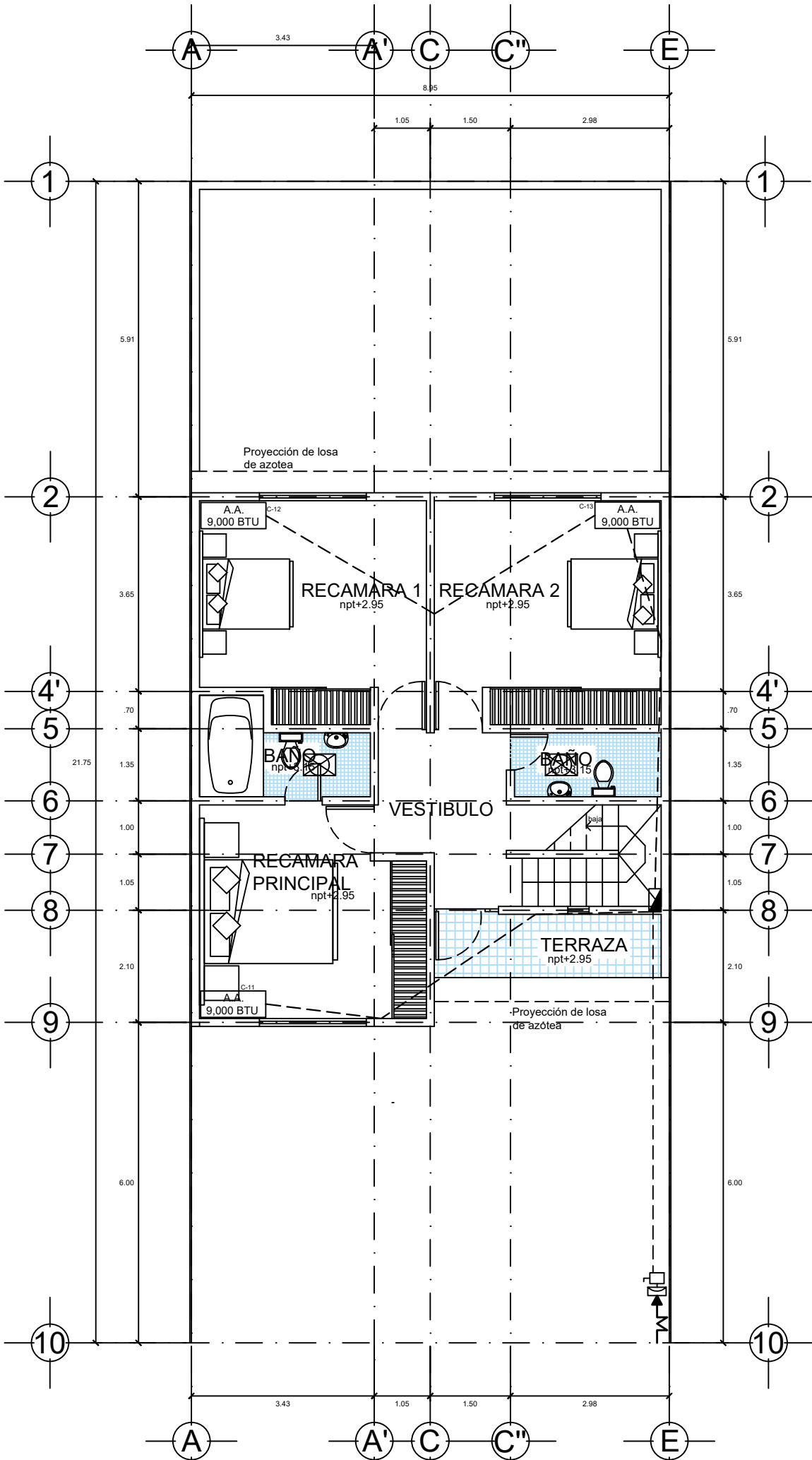
ESPECIFICACIONES INSTALACION ELECTRICA

SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURAS
	TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL	1.60 m
	SALIDA DE EMPOTRABLE AL TECHO CON DIAMETRO DE 16.3 cm PARA LUMINARIA LED DE 12W / 127V	2.70 m
	SALIDA DE EMPOTRABLE AL TECHO CON DIAMETRO DE 10.7 cm PARA LUMINARIA LED DE 6W / 127V	2.70 m
	VENTILADOR DE TECHO CON LUZ CON DIAMETRO DE 6" 60W / 127V PARA FOCO LED E26 DE 10W / 127V	2.70 m
	LAMPARA DE TECHO TIPO ARANA CON 6 LUCES BASE E26 PARA BOMBILLA LED EDISON G80 DE 3W / 127V	2.70 m
	LAMPARA COLGANTE BASE E26 DE 10" DE LONGITUD PARA BOMBILLA LED ST19 DE 3.8W / 127V	2.70 m
	BARRA DE LUZ LED ENLAZABLE PARA DEBAJO DE ARMARIO DE 9W / 127V	1.70 m
	SALIDA ARBOTANTE ESFERICO PARA FOCO LED E26 DE 5W / 127V	2.00 m
	SALIDA ARBOTANTE DE USO INTERIOR PARA FOCO LED E26 DE 5W / 127V	2.00 m
	SALIDA APLIQUE DE PARED CON BRAZO OSCILANTE PARA FOCO LED E26 DE 5W / 127V	2.00 m
	SALIDA ARBOTANTE BASE E26 DE USO EN INTEMPERIE PARA FOCO LED ST64 DE 7W / 127V	2.00 m
	SALIDA EMPOTRABLE EN PISO LED 6W / 127V (USO EXTERIOR)	-----
	SALIDA EMPOTRABLE EN PISO LED 12W / 127V (USO EXTERIOR)	-----
	INTERRUPTOR SENCILLO 15A / 127V	1.10 m
	INTERRUPTOR DE ESCALERA 15A / 127V	1.10 m
	CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 20A / 127V Con polo a TIERRA	0.30 m
	CONTACTO DUPLEX GFCI FALLA A TIERRA 20A / 127V Con polo a TIERRA	0.30 m
	SALIDA PARA REFRIGERADOR Con polo a TIERRA	0.30 m
	SALIDA PARA HORNO DE MICROONDAS Con polo a TIERRA	1.20 m
	SALIDA PARA LAVADORA Con polo a TIERRA	0.30 m
	SALIDA PARA PLANCHA Con polo a TIERRA	0.30 m
	SALIDA PARA SECADORA DE CABELLO GFCI Con polo a TIERRA	0.30 m
	AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT DE 9,000BTU 840W / 127V	1.80 m
	BOMBA DOMESTICA MONOFASICA 1/2HP / 127V 90LPM	-----
	TUBO INST. ELECTRICA POR MURO ó LOSA	-----
	TUBERIA INST. ELECTRICA POR PISO	-----
	INTERRUPTOR PRINCIPAL	1.20 m
	EQUIPO DE MEDICION	1.50 m
	ACOMETIDA	1.80 m

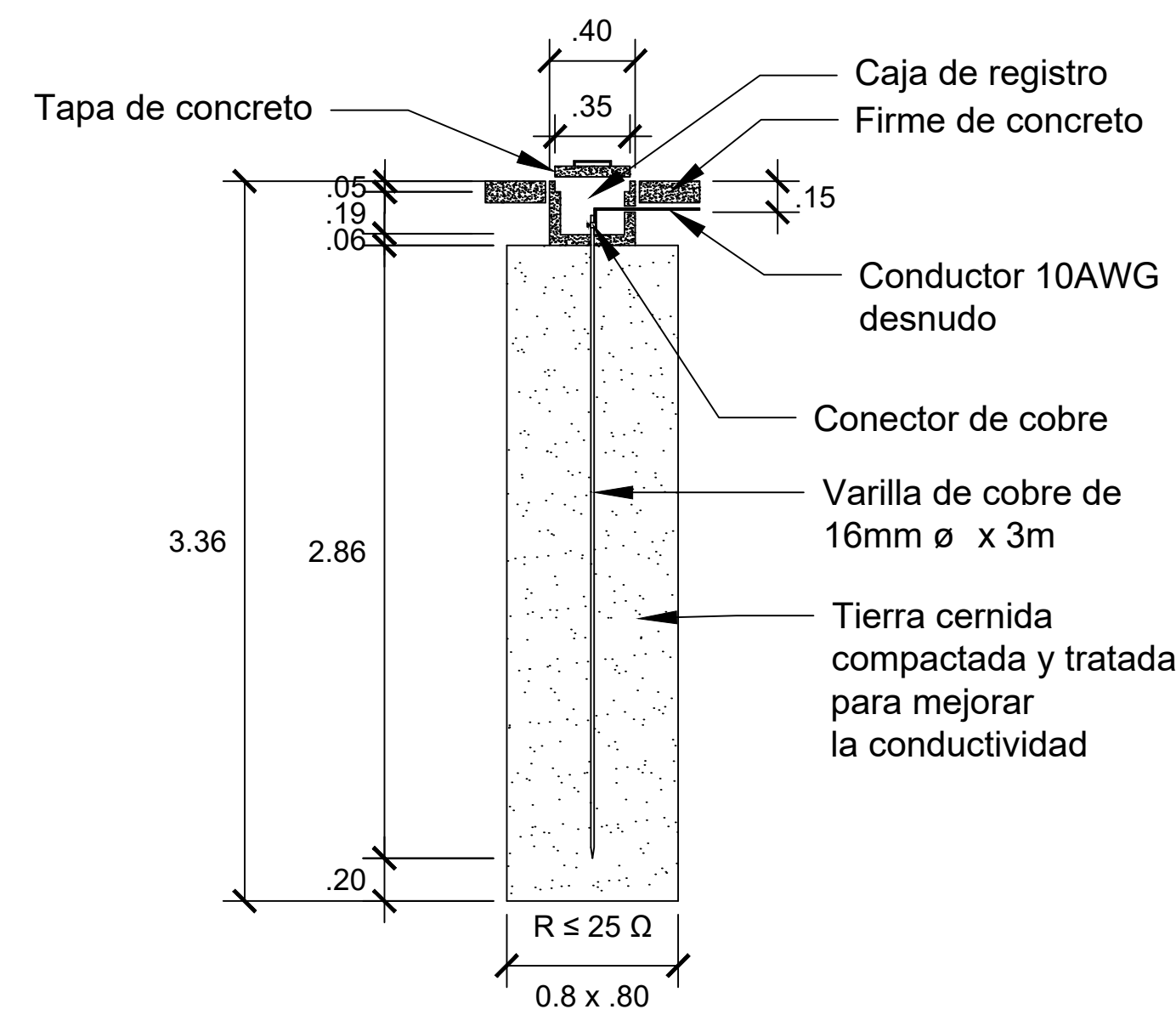
PLANO DE FUERZA



ARQUITECTONICO PLANTA BAJA
escala 1:100

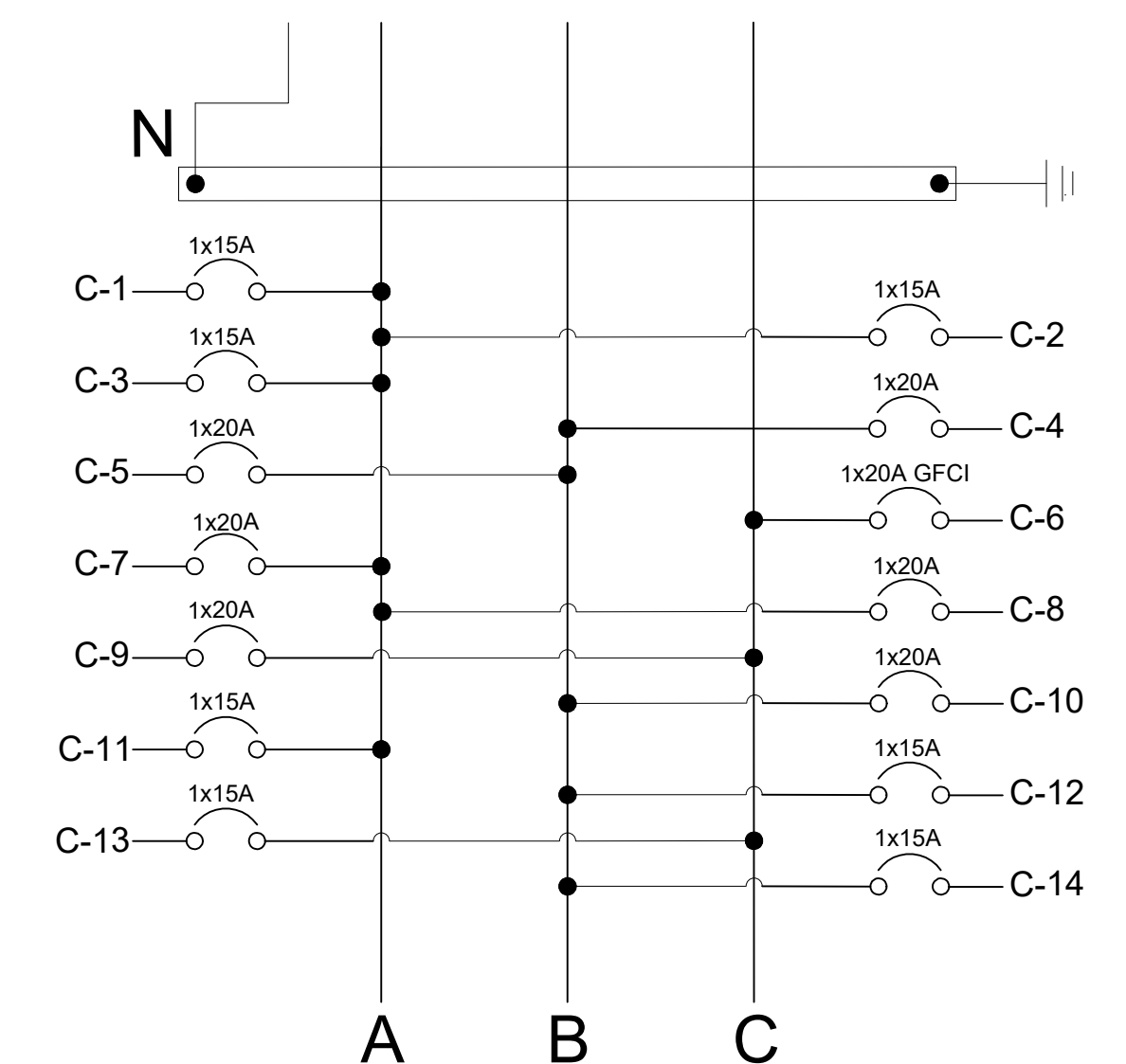


ARQUITECTONICO PLANTA ALTA
escala 1:100



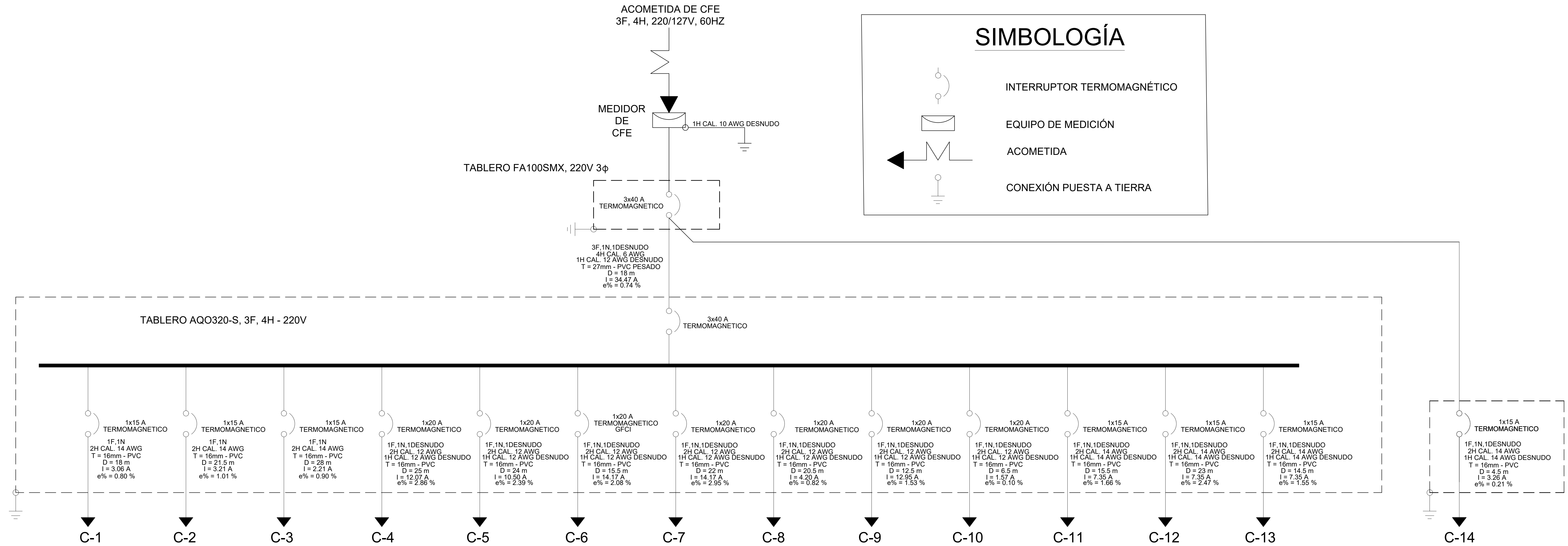
POZO DE TIERRA
escala 1:30

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN



PROYECTO:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA CASA HABITACIÓN		
PROPIETARIO:	-----		
UBICACION:	CHETUMAL, Q. ROO, C.P. 77014	CLAVE:	
CONTENIDO:	PLANOS DE ALUMBRADO, CONTACTOS Y FUERZA	IE-01	
REALIZÓ:	EDGAR JOSUÉ PALOMO GUZMÁN		
DIBUJO:	E.J.P.G.	FECHA:	
		OCTUBRE 2023	ESCALA:
			1:100

DIAGRAMA UNIFILAR



CUADRO DE CARGAS

Núm. de Circuito	Descripción	Lámp. LED Empotrable Techo 12 W	Lámp. LED Empotrable Techo 6 W	Lámp. Tipo Araña 18 W	Lámp. Colgante 3.8 W	Ventilador de Techo con Luz 70 W	Arbotante Esférico 5 W	Arbotante con Brazo Oscilante 5 W	Arbotante Interior 10 W	Barra LED 9 W	Arbotante Intemperie 7 W	Lámp. LED empotrable Piso 12 W	Lámp. LED empotrable Piso 6 W	Contacto Duplex Uso General 180 W	Contacto GFCI Uso General 180 W	Contacto para Refrigerador 300 W	Contacto para H. Microondas 1200 W	Contacto GFCI para Lavadora 300 W	Contacto GFCI para Secadora Cabello 1300 W	A.A. 9,000 BTU 840 W	Bomba 1/2Hp 373 W	Voltaje	Corriente	A	B	C	ITM				
C-1	Iluminación Planta Baja	12	2	1	4	2	2	2	4	5												127 V	3.06 A	349.2 W				1x15 A			
C-2	Iluminación Planta Alta	1	15			2		8															127 V	3.21 A	367 W				1x15 A		
C-3	Iluminación Cochera y Jardines											9	14										127 V	2.21 A	253 W				1x15 A		
C-4	Contactos Estancia y Cocina						1																127 V	12.07 A		1380 W			1x20 A		
C-5	Contacto Horno de Microondas																1						127 V	10.50 A		1200 W			1x20 A		
C-6	Contactos Terrazas, Comedor, Minibodega, 1/2 Baño y Vestíbulo														9								127 V	14.17 A			1620 W		1x20 A GFCI		
C-7	Contactos Recámaras														9								127 V	14.17 A					1x20 A		
C-8	Contactos Lavandería																						127 V	4.20 A	480 W				1x20 A		
C-9	Contactos Baño Recámara Principal														1				1				127 V	12.95 A			1480 W		1x20 A		
C-10	Contacto Baño Compartido																						127 V	1.57 A		180 W			1x20 A		
C-11	Salida para A. A. Recámara Principal																				1		127 V	7.35 A	840 W				1x15 A		
C-12	Salida para A. A. Recámara 1																				1		127 V	7.35 A	840 W				1x15 A		
C-13	Salida para A. A. Recámara 2																				1		127 V	7.35 A	840 W				1x15 A		
C-14	Salida para Bomba Doméstica																					1	127 V	3.26 A		373 W			1x15 A		
																						Totales		3,909.2 W	3,973 W	3,940 W					
																						Carga Total		11,822.2 W							
																						Corriente de Alimentadores		34.47 A							
																						% Desbalance		1.61%							

PROYECTO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA CASA HABITACIÓN**

PROPIETARIO: - - - - -

UBICACION: CHETUMAL, Q. ROO, C.P. 77014

CONTENIDO: DIAGRAMA UNIFILAR Y CUADRO DE CARGAS

REALIZÓ: EDGAR JOSUÉ PALOMO GUZMÁN

DIBUJO: E.J.P.G.

FECHA: OCTUBRE 2023

ESCALA: SIN ESCALA

CLAVE: **DU-01**

CAPÍTULO 4.
CONCLUSIONES.

Como se pudo observar, el cumplimiento adecuado de las disposiciones plasmadas en la NOM-001-SEDE-2012 es la única forma en que se puede garantizar una instalación eléctrica confiable y segura. Es importante tener en cuenta tales disposiciones desde la fase de diseño de la instalación eléctrica, ya que con base en estas se deben seleccionar los materiales y equipo eléctrico más adecuados con el fin de evitar que ocurran accidentes eléctricos que deriven en un daño tanto para la instalación como para el personal que la manipule.

Para el diseño de la instalación eléctrica descrita en este trabajo, se realizó una investigación acerca de las cargas más comunes que se pueden encontrar en una residencia y con base en los requisitos indicados en la NOM-001-SEDE-2012 respecto a las salidas para contactos, se distribuyeron los contactos para cargas específicas y también los de uso general por la residencia a fin de obtener una estimación de la demanda total y determinar el número de circuitos derivados necesarios para alimentar las cargas. Todos los cálculos efectuados para determinar el calibre de los conductores, capacidad de las protecciones y el diámetro de las canalizaciones, están basados en la NOM-001-SEDE-2012. De acuerdo con el PEC en el proyecto eléctrico para cargas menores a 100 kW solo se requiere diagrama unifilar, relación de cargas, lista de materiales, y equipo utilizado de manera general, sin embargo, a manera de ejercicio se agregaron los planos eléctricos y la memoria de cálculo, para conformar un proyecto eléctrico más completo.

El desarrollo de este trabajo me ayudó a poner en práctica parte de lo aprendido a lo largo de mi carrera, así como a adquirir nuevos conocimientos que me podrían servir de experiencia para el desarrollo de proyectos eléctricos en el futuro, ya que todos los aspectos señalados en esta monografía son conocimientos indispensables que todo ingeniero en el sector eléctrico debe ser capaz de efectuar de manera adecuada. La única parte que no se abarcó en el proyecto eléctrico, fue la parte de los costos, la cual no se efectuó debido a que en el proyecto eléctrico solo es necesario adjuntar la lista de los materiales y equipo eléctrico de la instalación, por lo que no se realizó un presupuesto de cuánto costaría realizar de forma física la instalación eléctrica propuesta.

El objetivo principal del presente trabajo era documentar el diseño y cálculo de una instalación eléctrica residencial en baja tensión siguiendo la NOM-001-SEDE-2012 a fin de generar un manual de procedimiento que pudiera servir como una guía práctica para el desarrollo de trabajos similares, mismo que se pudo cumplir como se esperaba, ya que en comparación con otros manuales en los que se engloban las instalaciones eléctricas de forma general, este trabajo está destinado a puras unidades de vivienda; analizando otros manuales encontrados, se pudo observar que muchos tienden a presentar especificaciones de la NOM que no son aplicables para el caso de residencias, ya sea debido a que dichas especificaciones son más bien para edificios o en otros casos las especificaciones corresponden a cargas que es muy difícil que se puedan encontrar en unidades de vivienda, por lo que esa información que tiende a estar de más puede causar confusión. Por tal razón se decidió que la información que se presentara en este documento fuera concisa y que realmente mostrara el proceso paso a paso para el diseño de una instalación eléctrica residencial.

ANEXO A

Tabla B1.2 “Listado de Normas de Productos Eléctricos” de la NOM-001-SEDE-2012.

Norma	Título	Sección
NOM-003-SCFI-2000	Productos eléctricos especificaciones de seguridad.	
NMX-J-005-ANCE-2005	Interruptores de uso general para instalaciones eléctricas fijas - Especificaciones generales y métodos de prueba	404-9 210-24 240
NOM-058-SCFI-2007	Productos eléctricos-Balastros para lámparas de descarga eléctrica en gas - Especificaciones de seguridad-	300-3 (c) (2) 410
NOM-063-SCFI-2001	Productos eléctricos – Conductores-Requisitos de seguridad	310
NOM-064-SCFI-2000	Productos eléctricos - Luminarios para uso en interiores y exteriores-especificaciones de seguridad y métodos de prueba	410
NOM-021-ENER/SCFI-2008	Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado	440
NOM-011-ENER-2006	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límite, métodos de prueba y etiquetado	440
NOM-014-ENER-2004	Eficiencia energética de motores eléctricos de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0.180 kW a 1.500 kW. Límites, método de prueba y marcado	430
NOM-016-ENER-2010	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0.746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado	430
NMX-J-002-ANCE-2001	Conductores - Alambres de cobre duro para usos eléctricos-Especificaciones	310
NMX-J-008-ANCE-2001	Conductores - Alambres de cobre estañado suave o recocido para usos eléctricos-Especificaciones	310
NMX-J-009/248-1-ANCE-2006	Fusibles para baja tensión - Parte 1: Requisitos generales	240
NMX-J-009/248-4-ANCE-2006	Fusible para baja tensión - Parte 4: Fusibles clase CC	240-4 (d)(1)
NMX-J-009/248-8-ANCE-2006	Fusible para baja tensión - Parte 8: Fusibles clase J	240-4 (d)(1)
NMX-J-009/248-15-ANCE-2006	Fusible para baja tensión - Parte 15: Fusibles clase T	240-4 (d)(1)
NMX-J-009/248-7-ANCE-2000	Fusibles para baja tensión - Parte 7: Fusibles renovables clase H	240-60 (d)
NMX-J-009/248-11-ANCE-2006	Fusibles para baja tensión - Parte 11: Fusibles tipo tapón	240 e
NMX-J-010-ANCE-2011	Conductores - Conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600V - Especificaciones	310-104
NMX-J-012-ANCE-2008	Conductores - Cable de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos - Especificaciones	315
NMX-J-017-ANCE-2006	Accesorios para cables y tubos - Especificaciones y métodos de prueba	342, 358, 360, 348, 350, 356
NMX-J-023/1-ANCE-2007	Cajas registro metálicas y sus accesorios - Parte 1: Especificaciones y métodos de prueba	110-28 314-40
NMX-J-024-ANCE-2005	Artefactos eléctricos - Portalámparas roscados tipo Edison - Especificaciones y métodos de prueba	422-40 422-48 (b)
NMX-J-028-ANCE-2001	Conductores - Cables concéntricos tipo espiral para acometida aérea a baja tensión, hasta 600V - Especificaciones	230 D
NMX-J-032-ANCE-2009	Conductores de aluminio - Cable de aluminio de aleación 1350 con cableado concéntrico, para usos eléctricos - Especificaciones	810
NMX-J-036-ANCE-2001	Conductores - Alambre de cobre suave para usos eléctricos - Especificaciones	310
NMX-J-038/11-ANCE-2007	Equipos de soldadura eléctrica por arco - Parte 11: Portaelectrodos	630
NMX-J-058-ANCE-2007	Conductores - Cable de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR) - Especificaciones	230
NMX-J-059-ANCE-2004	Conductores - Cable de cobre con cableado concéntrico compacto, para usos eléctricos - Especificaciones	315

NMX-J-075/1-ANCE-1994	Aparatos eléctricos - Máquinas rotatorias - Parte 1: Motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias desde 0,062 a 373kW - Especificaciones	430
NMX-J-075/2-ANCE-1994	Aparatos eléctricos - Máquinas rotatorias - Parte 2: Motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias grandes Especificaciones	430
NMX-J-075/3-ANCE-1994	Aparatos eléctricos - Máquinas rotatorias - Parte 3: Métodos de prueba para motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias desde 0,062kW	430
NMX-J-093-ANCE-2009	Conductores - Determinación de la resistencia a la propagación de incendio en conductores eléctricos - Métodos de prueba	Tabla 310-104 (a)
NMX-J-102-ANCE-2005	Conductores - Cables flexibles tipo SPT con aislamiento termoplástico a base de policloruro de vinilo para instalaciones hasta 300V - Especificaciones	400-5 a)
NMX-J-116-ANCE-2005	Transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación - Especificaciones	450
NMX-J-118/1-ANCE-2000	Productos eléctricos - Tableros de alumbrado y distribución en baja tensión - Especificaciones y métodos de prueba	480
NMX-J-118/2-ANCE-2007	Tableros - Tableros de distribución de baja tensión - Especificaciones y métodos de prueba	480
NMX-J-142/1-ANCE-2011	Conductores - Cables de energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etileno-propileno para tensiones de 5 kV a 35 kV - Especificaciones y métodos de prueba	250-190 504-30 b)
NMX-J-148-ANCE-2001	Electroductos - Especificaciones y métodos de prueba	368
NMX-J-149/2-ANCE-2008	Fusibles para media y alta tensión - Parte 2: Cortacircuitos fusible de expulsión - Especificaciones y métodos de prueba	490-21(b)
NMX-J-150/1-ANCE-2008	Coordinación de aislamiento - Parte 1: Definiciones, principios y reglas	922-11
NMX-J-150/2-ANCE-2004	Coordinación de aislamiento - Parte 2: Guía de aplicación	922-11
NMX-J-192-ANCE-2009	Conductores - Resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos - Métodos de prueba	Tabla 310-104(a)
NMX-J-203/1-ANCE-2005	Capacitores - Parte 1: Capacitores de potencia en conexión paralelo - Especificaciones y métodos de prueba	460
NMX-J-203/2-ANCE-2006	Capacitores - Parte 2: Bancos de capacitores de potencia en conexión paralelo - Especificaciones y guía para la instalación y operación	460
NMX-J-203/3-ANCE-2008	Capacitores - Parte 3: Fusibles de media y alta tensión para la protección externa de bancos de capacitores y unidades capacitivas de potencia en conexión paralelo - Especificaciones y métodos de prueba	460-8 460-25
NMX-J-203/4-ANCE-2010	Capacitores - Parte 4: Guía para realizar la pruebas de envejecimiento de ciclo de sobre tensión	460
NMX-J-234-ANCE-2008	Aisladores - Boquillas de extra alta, alta y media tensión para corriente alterna - Especificaciones y métodos de prueba	922
NMX-J-235/1-ANCE-2008	Envoltentes - Envoltentes para uso en equipo eléctrico - Parte 1: Consideraciones no ambientales - Especificaciones y métodos de prueba	314-40 c)
NMX-J-235/2-ANCE-2000	Envoltentes - Envoltentes (gabinetes) para uso en equipo eléctrico - Parte 2: requerimientos específicos - Especificaciones y métodos de prueba	314-40 c)
NMX-J-266-ANCE-1999	Productos eléctricos - Interruptores - Interruptores automáticos en caja moldeada - Especificaciones y métodos de prueba	110-22 230
NMX-J-281/601-ANCE-2011	Vocabulario electrotécnico - Parte 601: Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica - Generalidades	100
NMX-J-285-ANCE-2005	Transformadores de distribución tipo pedestal monobásico y trifásico para distribución subterránea.	450
NMX-J-297-ANCE-2005	Conductores - Conductores flexibles de cobre para usos eléctricos y electrónicos - Especificaciones	400-5 a)
NMX-J-298-ANCE-2007	Conductores - Conductores tipo dúplex (TWD) con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V - Especificaciones	396-2

NMX-J-300-ANCE-	Conductores-Cables control- Especificaciones	392
NMX-J-321-ANCE-2005	Apartarrayos de óxidos metálicos sin explosores, para sistemas de corriente alterna - Especificaciones y métodos de prueba	922
NMX-J-321/5-ANCE-2008	Apartarrayos - Parte 5: Recomendaciones para selección y aplicación	922
NMX-J-412-ANCE-2008	Clavijas y receptáculos - Especificaciones y métodos de prueba generales	517-2
NMX-J-412/1-ANCE-2004	Clavijas y contactos para uso doméstico y similar - Parte 1: requisitos generales	406-6
NMX-J-412/2-3-ANCE-2009	Conectores - Especificaciones y métodos de prueba	200-10 406
NMX-J-412/2-6-ANCE-2009	Artefactos grado hospital - Especificaciones y métodos de prueba	517-2 517-19
NMX-J-429-ANCE-2009	Conductores - Alambres, cables y cordones con aislamiento de PVC 80 °C, 9 °C y 105 °C, para equipos electrónicos - Especificaciones.	400-5(a)
NMX-J-436-ANCE-2007	Conductores - Cordones y cables flexibles - Especificaciones	400-5
NMX-J-508-ANCE-2010	Artefactos eléctricos - Requisitos de seguridad - Especificaciones y métodos de prueba.	404 406
NMX-J-511-ANCE-2011	Soportes para conductores eléctricos - Sistemas de soportes metálicos tipo charola - Especificaciones y métodos de prueba.	392-12 392-100
NMX-J-515-ANCE-2003	Equipos de control y distribución - Requisitos generales de seguridad - Especificaciones y métodos de prueba.	408 409
NMX-J-519-ANCE-2011	Conectores - Conectores sellados - Especificaciones y métodos de prueba	110-14
NMX-J-520-ANCE-2006	Interruptores de circuito por falla a tierra - Especificaciones y métodos de prueba	406-4 (d) 406-6 409-21 (c)
NMX-J-529-ANCE-2006	Grados de protección proporcionados por los envolventes (código IP)	110-28
NMX-J-534-ANCE-2008	Tubos metálicos rígidos de acero tipo pesado y sus accesorios para la protección de conductores - Especificaciones y métodos de prueba	344
NMX-J-535-ANCE-2008	Tubos metálicos rígidos de acero tipo semipesado y sus accesorios para la protección de conductores - Especificaciones y métodos de prueba	342
NMX-J-536-ANCE-2008	Tubos metálicos rígidos de acero tipo ligero y sus accesorios para la protección de conductores - Especificaciones y métodos de prueba	358
NMX-J-538/1-ANCE-2005	Productos de distribución y de control de baja tensión – Parte 1: Reglas generales	230, 240, 408, 520-27
NMX-J-538/2-ANCE-2005	Productos de distribución y de control de baja tensión - Parte 2: Interruptores automáticos	230, 240, 408, 520-27
NMX-J-542-ANCE-2006	Tubo corrugado (flexible) no metálico para la protección de conductores eléctricos - Especificaciones y Métodos de prueba	360
NMX-J-543-ANCE-2008	Conectores - Conectores para instalaciones eléctricas utilización hasta 34,5kV - Especificaciones y métodos de prueba	110-14 210-10 250-70
NMX-J-548-ANCE-2008	Conectores - Conectores tipo empalme para instalaciones eléctricas utilización - Especificaciones y métodos de prueba	10-14 210-10 250-70
NMX-J-549-ANCE-2005	Sistema de protección contra tormentas eléctricas - Especificaciones, materiales y métodos de medición	4.1.6, 250-4, 205-106, 620-37, 800
NMX-J-550/1-1-ANCE-2008	Compatibilidad electromagnética (EMC) Parte 1-1: Generalidades Aplicación e interpretación de definiciones y términos básicos	200, 250, 517, 650, 668

NMX-J-554-ANCE-2004	Roscas para tubo (conduit) y sus accesorios – Especificaciones y método de prueba.	342, 344, 500-8
NMX-J-569-ANCE-2005	Accesorios eléctricos - Interruptores automáticos para protección contra sobrecorriente en instalaciones domésticas y similares - Interruptores automáticos para operación con c.a.	406-6
NMX-J-570/1-ANCE-2006	Sistema de canalizaciones y ductos para instalaciones eléctricas - Parte 1: Requisitos generales	376-100 388-100
NMX-J-570/2-ANCE-2006	Sistema de canalizaciones y ductos para instalaciones eléctricas - Parte 2: Requisitos particulares - Sección 1: Sistemas de canalizaciones y ductos diseñados para montarse en techos	376-100 388-100
NMX-J-575-ANCE-2006	Interruptores automáticos operados con corriente diferencial residual sin protección integrada contra sobrecorrientes para instalaciones domésticas y usos similares (IDS) Parte 1: Reglas generales	406-6
NMX-J-576-ANCE-2005	Tubos rígidos de aluminio para la protección de conductores eléctricos y sus accesorios - Especificaciones y métodos de prueba	344
NMX-J-580/1-ANCE-2006	Ensamblados de tableros de baja tensión - Parte 1: Ensamblados con pruebas tipo y ensamblados con pruebas tipo parciales	480
NMX-J-589-ANCE-2010	Métodos de medición para instalaciones eléctricas	4.2.12, 110-26, 250-12, 312-6, 680
NMX-J-590-ANCE-2009	Conectores - Equipo para puesta tierra	250-70
NMX-J-592/1-ANCE-2008	Sistemas de gestión de energía - Esquemas de funcionamiento - Parte 1: Directrices y requisitos generales	Capítulo 9
NMX-J-592/2-ANCE-2008	Sistemas de gestión de energía - Esquemas de funcionamiento - Parte 1: Definiciones	Capítulo 9
NMX-J-593/1-ANCE-2008	Sistemas de interconexión de subestaciones eléctricas - Parte 1: Introducción y visión de conjunto	924
NMX-J-593/2-ANCE-2008	Sistemas de interconexión de subestaciones eléctricas – Parte 2: Definiciones	924
NMX-J-593/3-ANCE-2008	Sistemas de interconexión de subestaciones eléctricas – Parte 3: Requisitos generales	924
NMX-J-594-ANCE-2008	Relevadores de protección y control en la operación de sistemas eléctricos - Guía de aplicación	250-170 250-174 250-176 250-188
NMX-J-603-ANCE-2008	Guía de aplicación del sistema de protección contra tormentas eléctricas	4.1.6, 250-4, 205-106, 620-37, 800
NMX-J-604-ANCE-2008	Instalaciones eléctricas- Métodos de diagnóstico y reacondicionamiento de instalaciones eléctricas en operación – Especificaciones	4.4.2 110 240
NMX-J-609/826-ANCE-2009	Vocabulario electrotécnico - Parte 826: Instalaciones eléctricas (Utilización)	100
NMX-J-616-ANCE-2009	Guía de aplicación de filtros y capacitores con conexión en paralelo para la corrección de distorsión armónica	460
SERIE NMX-J-618/1-ANCE-2010	Evaluación de la seguridad en módulos fotovoltaicos (FV) - Parte 1: Requisitos generales para construcción	690

SERIE NMX-J-643/1-ANCE-2011	Dispositivos fotovoltaicos - Parte 1: Medición de la característica corriente-Tensión de los dispositivos fotovoltaicos	690
NMXJ-620/1-ANCE-2009	Interruptores automáticos operados con corriente residual con protección integrada contra sobrecorrientes para instalaciones domésticas y usos similares (IDCS) Parte 1: Reglas generales	406-6
NMX-J-623-ANCE-2009	Sistemas de canalizaciones para cables - Cinchos de sujeción para cables para instalaciones eléctricas	320-30, 330-30
NMX-J-627-ANCE-2009	Envolventes - Grados de protección proporcionados por la envolvente de equipos eléctricos en contra de impactos mecánicos (Código IK)	376-12 378-12 (1)
NMX-J-631-ANCE-2011	Canalizaciones eléctricas - Ductos metálicos, canales auxiliares y accesorios asociados - Especificaciones y métodos de prueba	366
NMX-J-643/1-ANCE-2011	Dispositivos fotovoltaicos- Parte 1: Medición de la característica corriente -Tensión de los dispositivos fotovoltaicos	690
NMX-E-242/1-ANCE-CNCP-2005	Industria del plástico - Tubo de polietileno de alta densidad (PEAD) para instalaciones eléctricas subterráneas (Conduit) - Especificaciones y métodos de prueba - Parte 1: Pared corrugada	353
NMX-E-242/2-ANCE-CNCP-2005	Industria del plástico - Tubo de polietileno de alta densidad (PEAD) para instalaciones eléctricas subterráneas - Especificaciones y métodos de prueba - Parte 2: Pared lisa	353
NMX-E-252-ANCE-CNCP-2008	Industrial del plástico - Tubos (Conduit) y conexiones poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante tipo 1 (cédula 40) y tipo 2 (cédula 80) para instalaciones eléctricas - Especificaciones y métodos de prueba	352
NMX-I-118/02 NYCE	Telecomunicaciones-Cables-Parte 02-Cable Coaxial para acometida en sistemas de televisión por cable (STVC)	250, 324, 800
NMX-I-236/01 NYCE	Telecomunicaciones-Cables-Cables de fibras ópticas para uso interior-Especificaciones y métodos de prueba-Parte 01: Características básicas	350,324,800
NMX-I-237 NYCE	Telecomunicaciones-Cables-Cables de fibras ópticas para uso interior-Especificaciones y métodos de prueba.	350, 324, 800

REFERENCIAS

- [1] Palomino, Á. B. (2020). *Instalaciones eléctricas seguras y prevención del riesgo eléctrico en base a la normatividad vigente en instalaciones interiores en la provincia de Cusco Periodo - 2020*. Trabajo de Investigación para optar al Grado de Bachiller en Ingeniería Eléctrica. Cusco, Perú.
- [2] *La importancia de una correcta instalación eléctrica*. (2018, Marzo 8). Retrieved from Energía y Network: <http://www.energiaynetwork.com/blog/post/la-importancia-de-una-correcta-instalacion-electrica>
- [3] Bratu, N., & Campero, E. (1995). *Instalaciones Eléctricas: Conceptos Básicos y Diseño*. México, D. F.: Alfaomega Grupo Editor.
- [4] DCE, G. (2017, Abril 18). *La importancia de las Normas en los productos eléctricos*. Retrieved from dce.mx: <http://www.dce.mx/2017/04/18/la-importancia-de-las-normas-en-los-productos-electricos/>
- [5] Economía, S. d. (2016, Marzo 17). *Competitividad y Normatividad / Normalización*. Retrieved from Gobierno de México: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-normalizacion#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20la%20normalizaci%C3%B3n%20se,de%20los%20Organismos%20Nacionales%20de>
- [6] Acevedo, M. I. (2019). *Seguridad en las Instalaciones Eléctricas*. Revista InTech México Automatización, <https://www.isamex.org/intechmx/index.php/2019/03/12/seguridad-en-las-instalaciones-electricas/>.
- [7] Vivienda, C. N. (2021, Diciembre 7). *Si pones muchas luces en Navidad o tienes conectados numerosos aparatos... aguas con tu instalación eléctrica, ¡denuncia!* Retrieved from Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conavi/prensa/si-pones-muchas-luces-en-navidad-o-tienes-conectados-numerosos-aparatos-aguas-con-tu-instalacion-electrica-denuncia?idiom=es>
- [8] Tapia, A. (2012). *Seguridad en Instalaciones Eléctricas*. Energy Management Magazine, <https://e-management.mx/2012/04/18/seguridad-en-instalaciones-electricas/>.
- [9] Hernández, G. (2019, Julio 23). *Seguridad en los riesgos eléctricos*. Retrieved from Blog de Schneider Electric: <https://blogspanol.se.com/servicios/2019/08/13/seguridad-en-los-riesgos-electricos-2/>
- [10] Condumex, G. (2009). *Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión*. D.F., México.
- [11] Pérez, I. A. (2015). *Leyes y conceptos técnicos básicos, para lograr instalaciones eléctricas seguras*. Buenos Aires, Argentina.

- [12] Enríquez Harper, G. (1998). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. México, D. F.: Ed. Limusa.
- [13] Naturaleza educativa. (n.d.). Retrieved from natureduca.com: <https://natureduca.com/fisica-electricidad-corriente-voltaje-y-resistencia-07.php>
- [14] Black&Decker. (2009). *La Guía Completa Sobre Instalaciones Eléctricas 4ta Edición*. México, D.F.: Creative Publishing.
- [15] Técnico Electricista. (2008, Junio). *Curso de Instalaciones Eléctricas*. Retrieved from Blogger: <http://cursosdeelectricidad.blogspot.com/2008/06/tema-21-cada-de-tensin-en-instalaciones.html?m=1>
- [16] Noma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización). Secretaria de Energía. México: Diario Oficial de la Federación.
- [17] Pérez, A. (2019, Agosto 12). *10 Errores comunes que pueden ocasionar accidentes*. Retrieved from Blog de Schneider Electric: <https://blogspanol.se.com/residencial/2019/08/12/10-errores-comunes-que-pueden-ocasionar-accidentes/>
- [18] *Más del 80% de las viviendas en México no cuentan con instalaciones eléctricas seguras*. (2021, Diciembre 13). NOTI.mx, pp. <https://www.notimx.mx/2021/12/mas-del-80-de-las-viviendas-en-mexico.html>.
- [19] DCE, G. (2017, Abril 18). *11 principios fundamentales de la NOM-001-SEDE-2012*. Retrieved from dce.mx: <https://www.dce.mx/2017/04/18/11-principios-fundamentales-de-la-nom-001-sede-2012/>
- [20] Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización). México, 2014: Diario Oficial de la Federación.
- [21] (n.d.). Retrieved from Soluciones eléctricas: <https://www.electricistasrd.com/que-son-los-afci-y-gfci-y-donde-debe-instalarlos/>
- [22] LEDBOXBlog. (n.d.). Retrieved from Niveles recomendados de iluminación por zonas: <https://blog.ledbox.es/niveles-recomendados-lux/>
- [23] Enríquez Harper, G. (n.d.). *Guía para el diseño de instalaciones eléctricas residenciales, industriales y comerciales*. 2a edición. Ed. Limusa.
- [24] Departamento de Iluminación y Alta Tensión. (2019, Enero). *Ingeniería de una Instalación Eléctrica en Baja Tensión*. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - UANL. Retrieved from <https://www.scribd.com/document/626404596/3-Seleccion-de-Equipo-Tableros#>
- [25] Ing. Becerril L., D. O. (2005). *Instalaciones eléctricas prácticas*. 12a edición. México: Instituto Politécnico Nacional.

[26] Aguilar García, M. Á. (2019, Junio 15). *Tipos de tubo conduit. NOM-001-SEDE-2012*. Retrieved from Blogger: <https://miguelangelaguilargarcia.blogspot.com/2019/06/tipos-de-tubo-conduit-nom-001-sede-2012.html>

[27] (n.d.). Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-Há, Municipio de Othón P. Blanco. Retrieved from <http://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/transparencia/93/I/f/PDU2018/I-3%20anexo%20medio%20f%C3%ADsico%20natural%2019012018.pdf>