

**DISEÑO ELÉCTRICO EN BAJO VOLTAJE PARA UNA EDIFICACIÓN
CONSIDERANDO ANÁLISIS DE DISTINTOS ESCENARIOS CONSTRUCTIVOS.**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DISEÑO ELÉCTRICO EN BAJO VOLTAJE PARA UNA EDIFICACIÓN
CONSIDERANDO ANÁLISIS DE DISTINTOS ESCENARIOS CONSTRUCTIVOS.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: PEDRO WILLIAN FARINANGO GUAÑA
TUTOR: ALEXANDER ÁGUILA TÉLLEZ

Quito -Ecuador
2023

Pedro Willian Farinango Guaña

**DISEÑO ELÉCTRICO EN BAJO VOLTAJE PARA UNA EDIFICACIÓN
CONSIDERANDO ANÁLISIS DE DISTINTOS ESCENARIOS CONSTRUCTIVOS.**

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2023

Carrera de Ingeniería Eléctrica

Breve reseña histórica e información de contacto.



Pedro Willian Farinango Guaña (Y'1990-M'08). Realizó sus estudios de nivel secundario en el Colegio Técnico Electrónico Pichincha de la ciudad de Quito. Egresado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo se basa en Diseño eléctrico en bajo voltaje para una edificación considerando análisis de distintos escenarios constructivos pfarinango@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Alexander Águila Téllez (A'1981-M'09) recibió el título de Ingeniero Eléctrico y el de Máster en Eficiencia Energética en los años 2005 y 2010. Cuenta con un doctorado en Ingeniería en la Universidad Pontificia Bolivariana-Colombia-Medellín. Es miembro del Grupo de Investigación GIREI. Sus principales intereses de investigación incluyen la compensación VOLT-VAR en redes de distribución eléctrica, redes inteligentes, minimización de pérdidas de energía, las energías renovables y la eficiencia energética. Es profesor investigador de la Universidad Politécnica Salesiana - Ecuador. aaguila@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2023 Universidad Politécnica Salesiana

QUITO – ECUADOR

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Pedro Willian Farinango Guaña con documento de identificación N° 1720806528 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 29 de marzo del año 2023

Atentamente,



.....

Pedro Willian Farinango Guaña
1720806528

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Pedro Willian Farinango Guaña con documento de identificación No. 1720806528, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico “Diseño eléctrico en bajo voltaje para una edificación considerando análisis de distintos escenarios constructivos”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 29 de marzo del año 2023

Atentamente,



.....
Pedro Willian Farinango Guaña

1720806528

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Alexander Águila Téllez con documento de identificación N° 1755983184, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO ELÉCTRICO EN BAJO VOLTAJE PARA UNA EDIFICACIÓN CONSIDERANDO ANÁLISIS DE DISTINTOS ESCENARIOS CONSTRUCTIVOS, realizado por Pedro Willian Farinango Guaña, con documento de identificación N° 1720806528, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 29 de marzo del año 2023

Atentamente,



.....

Ing. Alexander Águila Téllez, PhD.

1755983184

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, a mi padre Pedro Farinango y a mi madre María López, por estar siempre en los momentos más difíciles de mi vida, por hacer de mí una persona responsable y sobre todas las cosas por darme el buen ejemplo de vida. Gracias Padre Gracias Madre, siempre serán un orgullo para mí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a toda mi familia y amigos, por el apoyo que me han brindado durante Todos estos años de estudio, y por estar en los momentos más difíciles de mi carrera como estudiante.

Agradezco a mis hermanos, por toda la ayuda que me han brindado, y por ser las personas a quien admiro como un ejemplo a seguir.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo del proyecto	2
1.2. Objetivos a determinar	2
1.3. Descripción del problema	3
1.4. alcance	3
2. MARCO TEORICO	4
2.1. Sistema de potencia	4
2.2. Generación	5
2.3. Transmisión	5
2.4. Distribución	5
2.5. Voltaje de servicio.....	5
2.6. Definición de términos del suministro eléctrico	6
2.7. Sistema de distribución convencional	7
2.8. Conductores eléctricos	8
2.9. Selección del conductor.....	9
2.10. Identificación de los conductores por medio de colores.....	10
2.11. Alimentadores de circuitos de fuerza e iluminación	10
2.12. Protecciones	11
2.13. Tablero eléctrico	12
2.14. Malla de puesta a tierra	13
2.15. Método de instalación de sistema puesta a tierra.....	15
2.16. Blindobarra	16
2.17. Cualidades de construcción.....	17
2.18. Cualidades eléctricas.....	17
2.19. Cualidades de instalación	19
2.20. Consideraciones para la implementación de tableros de medidores.....	19
2.21. Requisitos técnicos para la instalación de la blindobarra.....	20
2.22. Elementos de la blindobarra	21
3. PARAMETROS DE DISEÑO ELÉCTRICO SISTEMA CONVENCIONAL.....	26
3.1. Sistema residencial.....	26
3.2. Sistema comercial	26
3.3. Estrato de consumo eléctrico.....	26
3.4. Parámetros de diseño.....	27
3.5. Cálculo de potencia requerida servicios generales.....	27
3.6. Cálculo de potencia requerida cliente residencial.....	30
3.7. Cálculo del conductor	31
3.8. Selección del conductor.....	31

3.9. Caída de tensión.....	32
3.10. Cálculo de pérdidas de potencia en los conductores eléctricos.....	34
4. PARAMETROS DE DISEÑO ELÉCTRICO SISTEMA BLINDOBARRAS	35
4.1. Dimensionamiento de la blindobarra	35
4.2. Caída de tensión blindobarra.....	36
5. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SISTEMA CONVENCIONAL.....	38
5.1. Características de la edificación	38
5.2. Cálculo de potencia requerida servicios generales.....	38
5.3. Cálculo de potencia requerida cliente residencial.....	39
5.4. Capacidad del transformador.....	41
5.5. Tablero general de medidores	41
5.6. Calibre del conductor	42
5.7. Cálculo de la resistencia del conductor.....	42
5.8. Canalización	43
5.9. Cálculo de caída de tensión.....	44
5.10. Sistema de enmallado a tierra	48
6. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SISTEMA CON BLINDOBARRAS.	49
6.1. Consideraciones	49
6.2. Dimensionamiento de la blindobarra	50
6.3. Cálculo de la caída de tensión en la blindobarra	51
6.4. Instalación de la blindobarra	53
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
7.1. Análisis de parámetros eléctricos sistema convencional frente al sistema con blindobarras.....	55
7.2. Análisis comparativo de pérdidas de potencia en los conductores	56
7.3. Análisis comparativo del proceso de instalación.....	57
7.4. Instalación del sistema convencional en comparativa con la blindobarra	60
7.5. Análisis comparativo de características del sistema convencional frente a la blindobarra	60
7.6. Análisis económico	61
7.7. Análisis de costos	63
8. CONCLUSIONES	65
8.1. Recomendaciones	65
8.2. Trabajos futuros.....	66
8.3. Referencias.....	67
8.4. Tablas de anexos	71
8.5. Anexos precios	76
8.6. Anexos cálculos.....	79
8.7. Anexos de planos	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Rangos de niveles de voltaje.....	6
Tabla 2	Código de Colores.....	10
Tabla 3	Conductores para circuitos electricos.	10
Tabla 4	Estratos de consumo.	27
Tabla 5	Factor de corrección blindobarra.	36
Tabla 6	Cuadro de cargas de servicios generales Torre 1, Torre 2.....	39
Tabla 7	Potencia requerida T1.	40
Tabla 8	Potencia requerida T2.	40
Tabla 9	Potencia requerida Total.	40
Tabla 10	Demanda de diseño total del proyecto.....	41
Tabla 11	Protección y calibres de conductor.	42
Tabla 12	Resistencia de los conductores.....	43
Tabla 13	Caída de tensión alimentadores principales.....	46
Tabla 14	Caída de tensión alimentadores secundarios.....	46
Tabla 15	Caída de tensión departamentos.....	47
Tabla 16	Cuadro de cargas de servicios generales blindobarra.	50
Tabla 17	Potencia requerida por clientes residenciales T1 y T2.....	51
Tabla 18	Cálculo de la Caída de tensión por ramal T1.....	52
Tabla 19	Cálculo de la Caída de tensión por ramal T2.....	52
Tabla 20	Capacidad de cortocircuito Blindobarra.	53
Tabla 21	Análisis Comparativo de Caída de Tensión T1.	56
Tabla 22	Análisis Comparativo de Caída de Tensión T2.	56
Tabla 23	Pérdidas de potencia Conductores eléctricos.....	57
Tabla 24	Pérdida de potencia en la blindobarra T1.	57
Tabla 25	Pérdida de potencia en la blindobarra T2.	57
Tabla 26	Calibre de cables para alimentaciones principales y secundarios.....	62
Tabla 27	Capacidad de protecciones secundarias.....	63
Tabla 28	Capacidad de protecciones Primarias.	63
Tabla 29	Lista de precios Blindobarras vs cable eléctrico.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Normas de diseño eléctrico.	4
Figura 2 Soporte de loza.	8
Figura 3 Calibre de conductores designación AWG.	9
Figura 4 Pozo para implementación de malla a tierra.	14
Figura 5 Conductor de puesta a tierra.....	14
Figura 6 Composición de soldadura exotérmica.....	15
Figura 7 Método de instalación de sistema de puesta a tierra.	15
Figura 8 Soldadura Exotérmica.	16
Figura 9 Blindobarra con tierra independiente.	18
Figura 10 Blindobarra con tierra incluida.....	18
Figura 11 Instalación tablero eléctrico.....	20
Figura 12 Elementos de fijación.	22
Figura 13 Envoltura protectora.....	22
Figura 14 Barras conductoras.	23
Figura 15 Blindobarra tipo alimentador.....	23
Figura 16 Caja de derivación.	24
Figura 17 Unión tipo Joint.	24
Figura 18 Conexión de tablero ingreso superior.....	25
Figura 19 Pasos a seguir para el cálculo de servicios generales.	28
Figura 20 Factores de distribución de corriente.....	37
Figura 21 Sistema de Canalización para Acometidas Eléctricas.	44
Figura 22 Diagrama de conexión de centro de cargas.	44
Figura 23 Sistema de puesta a tierra.	48
Figura 24 Sistema de alimentación en forma vertical.....	49
Figura 25 Sistema de distribución Blindobarras.....	54
Figura 26 Análisis Comparativo del proceso de Instalación.	59
Figura 27 Instalación cables eléctricos vs blindobarra.	60
Figura 28 Características técnicas de ambos sistemas.....	61
Figura 29. Análisis económico.	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Factor M y Factor N para cálculo de DD usuarios residenciales.....	71
Anexo 2 Capacidad de corriente permisible en conductores 60 °C a 90 °C.....	72
Anexo 3 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos.	73
Anexo 4 Valor de Resistencia y reactancia para el calculo de caida de tensión en conductores eléctricos.	74
Anexo 5 Valores de resistencia, reactancia y factor K para el cálculo de la caída de tensión en blindobarras.....	75
Anexo 6 Lista de precios bandejas porta cables.....	76
Anexo 7 Lista de precios Cables Eléctricos.	77
Anexo 8 Lista de precios Blindobarras.....	78
Anexo 9 Demanda de diseño servicios generales.....	79
Anexo 10 Estudio de carga y demanda.....	80
Anexo 11 Caída de tensión tableros primarios	81
Anexo 12 Caída de tensión tableros secundarios	82
Anexo 13 Caída de tensión T1.....	83
Anexo 14 Caída de tensión T2.....	84
Anexo 15 Estudio de Carga y demanda servicios generales (STD-SSGG1) T1.....	85
Anexo 16 Estudio de Carga y demanda servicios generales (STD-SSGG2) T2.....	86
Anexo 17 Estudio de Carga y demanda área salón comunal (STD-SSGSC) T1, T2.....	87
Anexo 18 Estudio de Carga y demanda área de guardianía (STD-SSGGR).....	88
Anexo 19 Estudio de Carga y demanda cuarto de máquinas de piscina (TDR-CMP).....	89
Anexo 20 Estudio de Carga y demanda sistema contra incendios.	90
Anexo 21 Estudio de Carga y demanda Ascensor (TDR-ASC) T1.....	91
Anexo 22 Estudio de Carga y demanda Ascensor (TDR-ASC) T2.....	92
Anexo 23 Diagrama unifilar sistema convencional.....	93
Anexo 24 Diagrama Unifilar Blindobarra.....	94

GLOSARIO DE TERMINOS

Baja Tensión (BT)

Media Tensión (MT)

Voltaje (V)

Corriente (A)

Vatios (W)

Potencia nominal (Pn)

Carga instalada (CI)

Carga instalada resultante (CIR)

Factor de utilización para la carga individual (FFUn)

Factor de simultaneidad (FSn)

Factor de demanda (FDM)

Factor de potencia (Fp)

Factor de diversidad (FD)

Demanda máxima unitaria (DMU)

Demanda de diseño (DD)

Empresa eléctrica Quito (E.E.Q)

Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL)

Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de los parámetros eléctricos tanto a nivel técnico como económico para un diseño eléctrico residencial implementando conductores como líneas principales de alimentación frente a un sistema de distribución con blindobarras. Con el fin de establecer un sistema más seguro y eficiente al momento de ser implementado. Mediante esta perspectiva se realizaron los respectivos estudios de carga para el dimensionamiento de la capacidad del conductor que tendrán ambos sistemas, así como proceso de instalación seguridad y costos por implementación, llegando a demostrar que el cable eléctrico presenta problemas de caída de voltaje, pérdidas de potencia resistivas debido a su topología de diseño. Por otro lado, se estableció que la blindobarra dispone de un mejor sistema eléctrico mejorando aspectos de instalación y de eficiencia eléctrica.

Palabras claves: caída de tensión, pérdidas resistivas, eficiencia, blindobarra, conductor eléctrico, sistema de distribución.

ABSTRACT

The objective of this project is to carry out a comparative analysis of the electrical parameters, both at a technical and economic level, for a residential electrical design implementing conductors as main power lines in front of a distribution system with blindobarras. In order to establish a safer and more efficient system at the time of implementation, Through this perspective, the respective load studies were carried out for the dimensioning of the capacity of the electrical conductor that both systems will have, as well as the installation process, security and costs per implementation, coming to demonstrate that the electrical cable presents voltage drop problems, resistive power losses due to its design topology. On the other hand, it was established that the blindobarra has a better electrical system, improving aspects of installation and electrical efficiency.

Keywords: voltage drop, resistive losses, efficiency, blindobarra, electrical conductors, distribution system.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el alto crecimiento de las construcciones residenciales, comerciales e industriales a nivel nacional y mundial han hecho que se vaya incrementando la demanda de energía Eléctrica en todo el país [1]–[4], provocando que los proyectos eléctricos a nivel de sistemas de distribución en edificaciones para medio y bajo voltaje sean temas de estudio [5]. El principal inconveniente que presenta un sistema eléctrico es debido a sus pérdidas técnicas ocasionado por el nivel de voltaje a la que está expuesto el circuito, el calibre del conductor por el cual se transmite la energía y a las largas distancia de su conexión [6], [7]. Para mitigar las pérdidas técnicas producidas en un sistema de alimentación hoy en día existen varias alternativas que ayudan que un sistema sea más eficiente entre los cuales se puede citar: aumento del calibre de conductor, implementación de un conjunto de condensadores en la instalación que ayudara a reducir el nivel de energía reactiva producida por las máquinas eléctricas [8]–[11]. De la correcta estimación de las cargas depende la racionalidad del esquema seleccionado y de todos los elementos que conformara un sistema eléctrico [12]. Las acometidas principales para edificaciones de bajo voltaje aún se las realiza mediante el sistema tradicional con cables debido a la alta cantidad de energía demandada se utiliza conductores de gran dimensión, lo que ocasiona un gran inconveniente técnico-económico al momento de ser implementado [13]. La problemática de un sistema convencional mediante la implementación de cables radica en su instalación ya que se requiere de varios procesos para su funcionamiento, uno de ellos es la instalación de la bandeja porta cables y el tendido de las líneas principales de alimentación, un mal dimensionamiento en los conductores eléctricos ocasiona variaciones de voltaje llegando a existir calentamientos de las líneas conductoras y pérdidas de energía [14]–[16]. El parámetro principal que establece que un sistema sea eficiente en una instalación eléctrica en general es la caída de tensión, la cual corresponde a la diferencia de potencial entre el voltaje de la fuente y el voltaje del lado de la carga [17]. Todos estos inconvenientes con el tiempo generan gastos considerables y demora de tiempo en la ejecución de la obra por lo que en estos últimos años se ha ido implementado una nueva alternativa para la distribución de energía [18]. Conforme avanza la tecnología el cable está siendo remplazado por un sistema eléctrico encapsulado que internamente

está constituido por una configuración de barras conductoras de fase pareada de forma rectangular separadas entre sí [19].

En [20]. Patal Juan, en su diseño eléctrico logra evidenciar que existe grandes ventajas al momento de realizar una instalación mediante ducto barras haciendo referencia que el sistema minimiza el nivel de porcentaje de caída de tensión a nivel de distribución residencial.

En [21]. Lamadrid, menciona que, Las blindobarras son soluciones personalizadas para distribuir energía, la barra conductora puede ser de (Aluminio o Cobre) existiendo una diferencia en la sección de la barra dependiendo de la potencia requerida que necesitara el proyecto. Bajo esto propósito, Medina, menciona que, un sistema de blindobarras para media tensión tiene la capacidad de conducir energía hasta los 750 amperios pueden operar con voltajes de 27 kV comúnmente este sistema se utiliza en subestaciones eléctricas y grandes plantas industriales. Mientras que, para baja tensión un sistema de blindobarras está diseñado para conducir energía de 25 a 7500 amperios, para un rango de operación de 690 voltios que son utilizados a nivel residencial [8]. El sistema mediante blindobarras mejora el transporte de la energía a largas distancias Por sus características constructivas brinda seguridad tanto para el sistema eléctrico como protección al ser humano ante una posible falla eléctrica [22].

En la actualidad en la ciudad de Quito-Ecuador, se ha ido sustituyendo el uso del sistema tradicional con cables, con un sistema más apropiado, los cuales técnicamente son más eficientes y seguros. En el año 2017 se logra un acuerdo entre el grupo Blindobarras y la empresa CEDAL. con el objetivo de desarrollar un sistema optimo y con mejores características constructivas para sistemas de media y baja tensión. Blindobarras-by-Cedal es una empresa Ecuatoriana que estos últimos años ha implementado su sistema en grandes construcciones en la ciudad Quito, contribuyendo con el desarrollo tecnológico del país.

1.1. Objetivo del proyecto

Realizar un análisis comparativo de diseño residencial usando dos tipos de sistemas de alimentación eléctrico, con el objetivo de establecer una valoración técnica y económica que permita la selección de un diseño factible cumpliendo con criterio de costos, eficiencia y mejores condiciones técnicas.

1.2. Objetivos a determinar

- Analizar los resultados de caída de tensión mediante una serie de magnitudes (longitud, potencia, temperatura y capacidad de corriente)
- Determinar cuadros de cargas de cada área requerida por la edificación que garantice el correcto dimensionamiento de conductores y de los diferentes dispositivos de protección.
- Diseño de diagrama unifilar de ambos sistemas, elaboración de tablas de cargas detalle de alimentadores, detalle de protecciones, lista de materiales y presupuesto correspondiente a cada diseño.

1.3. Descripción del problema

Dado el incremento de la demanda de energía por el alto crecimiento de la población nos hemos visto en la necesidad de optar por otra alternativa de sistema de distribución que garanticen el buen funcionamiento de una instalación eléctrica con un mayor índice de eficiencia.

1.4. alcance

Bajo las iniciativas establecidas por los estatutos que rigen el buen funcionamiento de una instalación eléctrica se realiza un diseño en bajo voltaje donde se dará a conocer los principales elementos que conforma un sistema eléctrico en general con el único objetivo de implementar un diseño que represente una solución viable de carácter técnico y analítico al sistema comúnmente utilizado. Los cálculos de cada centro de carga que estarán estipulados en la edificación se los realizará mediante el programa de cálculo Microsoft Excel y estarán debidamente justificados en sección de anexos, para el diseño eléctrico de los alimentadores se utilizará el software AutoCAD.

2. MARCO TEORICO

En esta sección se describe las características y conceptos principales que presenta el sistema eléctrico en general, con el objetivo de establecer un método que ayude a mitigar las pérdidas eléctricas que se presentan al momento de implementar un sistema de distribución en el área residencial. En este trabajo técnico nos regiremos a las normas establecidas por los entes reguladores instituciones públicas o privadas nacionales y extranjeras, que establecen una normativa donde se menciona los pasos a seguir para un correcto diseño eléctrico. En la siguiente ilustración se muestran las normas a las cuales nos acogemos para la realización de este proyecto.

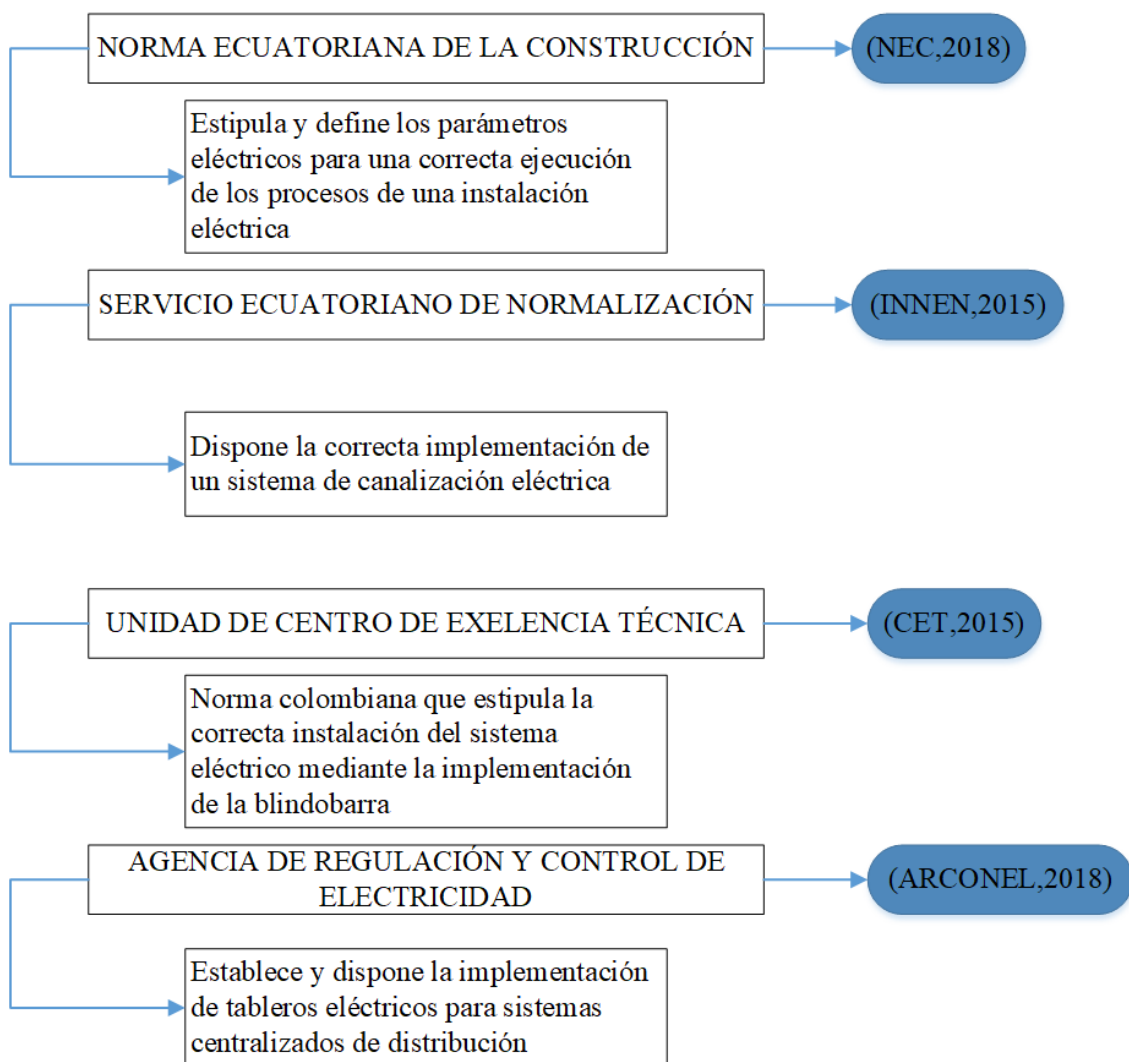


Figura 1 Normas de diseño eléctrico.

2.1. Sistema de potencia

Sistema conformado por varios elementos que están eléctricamente unidos entre sí con la finalidad de generar, transmitir y distribuir energía eléctrica a las diferentes subestaciones de acopio de una manera segura y confiable hacia el consumidor final [5].

2.2. Generación

Capacidad de producir, transformar y convertir energía eléctrica mediante la manipulación de diferentes recursos energéticos entre las cuales se puede citar: Fuentes de energía renovable y fuentes de energía convencionales [23].

2.3. Transmisión

Sistema que transporta grandes cantidades de energía eléctrica obtenidas en las centrales generadoras, que a través de líneas conductoras aéreas implementadas en torres de transmisión llegan hacia las subestaciones de transformación [24].

2.4. Distribución

Sistema eléctrico compuesto por varios equipos conectados a la red, su función principal es garantizar un nivel de tensión adecuada para suministrar energía mediante líneas de alto y medio voltaje hacia los transformadores reductores que dotan de energía a viviendas, centros comerciales y a grandes industrias de producción nacional [24].

2.5. Voltaje de servicio

Cantidad de energía establecida por la empresa distribuidora local que se distribuye a diferentes niveles de tensión mediante líneas trifásicas para áreas urbanas y rurales con el objetivo de suministrar electricidad hacia los respectivos consumidores finales [14].

En la tabla 1 se puede apreciar los valores nominales de voltajes existentes en los diferentes componentes del sistema eléctrico nacional.

Tabla 1 Rangos de niveles de voltaje.

Área	Niveles de voltaje	Unidad de medida
Líneas de transmisión y subtransmisión	46-69-138	[KV]
Líneas primarias del sistema eléctrico	6,3, 22,8 GRDY / 13,2 13,2 GRDY / 7,62	[KV]
Líneas trifásicas.	220/127	[V]
Líneas monofásicas.	240/127	[V]

Nota. Niveles de tensión del sistema eléctrico, EEQ.

2.6. Definición de términos del suministro eléctrico

- **Tensión eléctrica**

Flujo de carga que relaciona la diferencia de potencial eléctrico existente entre dos puntos a esta magnitud también se la conoce como voltaje [25].

- **Voltaje nominal**

Es el valor de voltaje empleado o generado con el que se asigna a un sistema eléctrico para que trabaje en condiciones estables[26].

- **Caída de tensión**

Diferencia de tensión existente al final de un conductor eléctrico comúnmente provocado por las características de la instalación y por la distancia de la línea conductora [27].

- **Bajo voltaje**

Sistema que distribuye energía a niveles regulados que parte de las líneas de medio voltaje hacia los transformadores reductores que por medio de las salidas secundarias reduce el nivel de tensión para consumo final con un valor establecido de 600 V [28].

- **Medio voltaje**

Es una parte del sistema eléctrico compuesta por líneas de transmisión que son distribuidas mediante los centros de transformación hacia la red local, urbana y rural con el fin de alimentar a un trafo que mediante el principio de inducción electromagnética permite elevar o reducir el nivel de voltaje según su función [29].

- **Centro de transformación**

Es una instalación eléctrica que recibe energía en alta tensión y la reduce a bajos niveles de voltaje su sistema está compuesto por un conjunto de elementos interconectados

entre sí, su principal función es la distribución de energía eléctrica [30].

2.7. Sistema de distribución convencional

Es la implementación de un sistema que distribuye energía por medio de conductores eléctricos ya sea de cobre o aluminio, teniendo como objetivo esencial alimentar de suministro eléctrico a las diferentes áreas establecidas en la edificación. Para el cálculo del diseño eléctrico mediante el sistema convencional se realiza un estudio de carga tanto de servicios generales como de usuarios residenciales con el fin de obtener la capacidad total de la demanda de diseño. Este sistema de distribución de energía implica varios procesos de ejecución de obra los cuales se mencionan a continuación: Instalación de bandeja porta cables, tendido de conductores eléctricos e instalación de tableros [31].

2.7.1. Instalación del sistema convencional

La alimentación de las líneas independientes de cada carga de la edificación estará alojada y protegida mediante un sistema de canalización. En este caso, para satisfacer el sistema se utilizará bandejas electricas que serán instalados en el área de los subsuelos [32].

2.7.2. Bandejas eléctricas

Conjunto de unidades y elementos que forman un sistema mecánico para soportar el tendido de cables eléctricos, las canalizaciones de acuerdo con su forma y utilización se clasifican en:

- Modelo escalerilla
- Modelo ducto
- Modelo malla [33].

2.7.3. Instalación de bandeja eléctrica

La bandeja eléctrica debe estar en un nivel superior que las tuberías de agua y del sistema contra incendios, con el objetivo de prevenir cualquier incidente con los demás sistemas instalados, anclar los tacos de expansión en la loza de la edificación,

preenrosar pedazos de varillas a una sola medida para luego fijar el canal estructurado troquelado en los extremos [33].

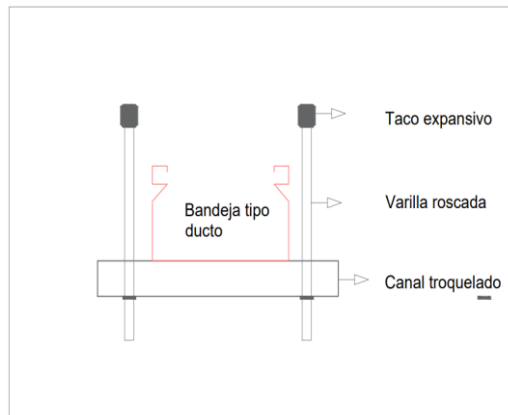


Figura 2 Soporte de loza.
Fuente: Willian Farinango,2023.

2.7.4. Tamaño y Capacidad de carga

Conforme a lo establecido por INEN se especifica la capacidad de conductores que deberán ser instalados según su alimentación.

- Cuando se empleen conductores de calibre 250 MCM como líneas de alimentaciones trifásicas se deberán acomodar una a lado de otra considerando un espacio entre alimentadores.
- Al instalar conductores de calibre mayores a 4/0 AWG como líneas múltiples para alimentaciones trifásicas, se deberán agrupar uniformemente una a continuación de otra.
- Para acometidas de calibre menores a 4/0 AWG como líneas múltiples para alimentaciones trifásicas y monofásicas se podrán instalar en varias ternas por acometida, considerando dejar un espacio libre entre grupo de acometidas.
- Al realizar una distribución eléctrica mediante conductores de calibre 250 hasta 1000 MCM como líneas de alimentación principal deberán ser instalados en ductos diseñados exclusivamente para este tipo de conexión [33].

2.8. Conductores eléctricos

Elemento por el que circula corriente eléctrica de característica sólida o flexible los conductores eléctricos sean para sistemas de una fase, dos fases o tres fases, estarán compuestos con un aislamiento que dependerá de las características de corriente a

transmitir, los materiales más utilizados para el transporte de energía del sistema eléctrico en general son el cobre y el aluminio [34]. En la figura 3 se puede apreciar el calibre de los conductores utilizados en instalaciones residenciales.

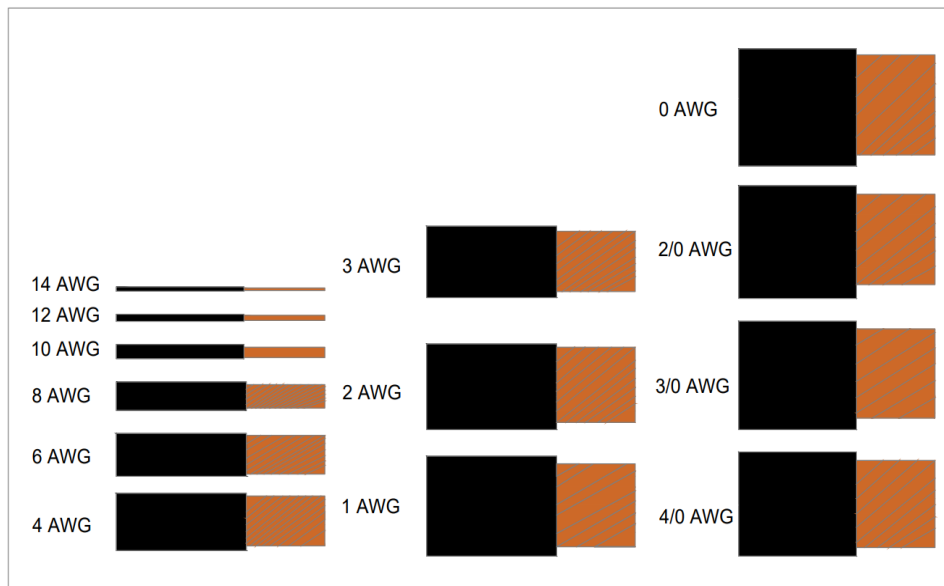


Figura 3 Calibre de conductores designación AWG.
Fuente: Willian Farinango,2023.

2.9. Selección del conductor

Los principales factores que se deben considerar al momento de elegir un conductor eléctrico son los siguientes:

- Flexibilidad
- Aislamiento
- Calibre del conductor

La flexibilidad del material del conductor tendrá que ser acorde con los requerimientos de una instalación en particular, que específicamente depende del tipo de tubería con la que se realice una instalación.

El calibre del conductor eléctrico debe ser dimensionado para soportar la máxima corriente de diseño, el conductor se especifica por su sección, calibre y aislamiento de acuerdo con la siguiente nomenclatura (mm^2 , AWG, THHN)

El aislamiento dependerá de la característica de la instalación en donde se la vaya a implementar, los cables comúnmente utilizados para instalaciones en baja tensión por su tipo de aislante son de tipo: (TW, THW, THHN, THWN) que representa la resistencia al calor y la humedad [34].

2.10. Identificación de los conductores por medio de colores

Con el objetivo de establecer una correcta instalación eléctrica es necesario implementar un código de colores para los circuitos de líneas de fase, neutro y tierra que permita el fácil reconocimiento al momento de realizar una conexión, inspección o mantenimiento. Mediante esta perspectiva seguimos los lineamientos establecidos por el ente regulador NEC, 2018 la cual utiliza la siguiente designación.

Tabla 2 Código de Colores.

CÓDIGO DE COLORES PARA CIRCUITOS ELÉCTRICOS	
Conductor Fase	Rojo, Azul, Negro
Conductor Neutro	Blanco
Conductor Tierra	Verde, Verde con franjas amarillas

Nota. Designación de color según su alimentador, NEC, 2018.

2.11. Alimentadores de circuitos de fuerza e iluminación

Una instalación se la debe realizar por áreas las cuales estarán divididas en diferentes circuitos con respecto a lo indicado en la NEC, 2018 hace referencia a lo siguiente. La instalación eléctrica interna residencial estará compuesta por varios circuitos independientes, cada elemento que conforma el circuito deberá estar protegido por un breaker (SQD) dimensionado correctamente que soporte un nivel de intensidad de cortocircuito ocasionado por cualquier falla eléctrica. En la tabla 3 se puede apreciar la designación de los conductores según los circuitos a implementar.

Tabla 3 Conductores para circuitos electricos.

Conductor	Nivel de voltaje	Designación
12 AWG	110 [V]	Circuito luminarias
14 AWG	110 [V]	Circuito fuerza
10 AWG	220 [V]	Circuitos cargas especiales

Nota. Alimentadores para circuitos residenciales, NEC, 2018.

2.11.1. Alimentadores para sistema de distribución

Son las líneas principales o secundarias que alimentan de energía eléctrica a las diferentes cargas que existen en la edificación, dependiendo de la topología de diseño eléctrico el sistema de distribución se conforma de la siguiente manera:

Instalación vertical (distribución en cada nivel de piso)

Instalación horizontal (distribución a nivel de subsuelo)

Instalación vertical: líneas conductoras instaladas estratégicamente en ductos eléctricos este sistema distribuye energía a cada nivel de piso para el usuario residencial.

Instalación horizontal: líneas conductoras que se derivan del tablero principal, este sistema distribuye energía a cada centro de carga que se encuentre instalado en el área de subsuelos. Cabe mencionar que existen equipos con una gran demanda de energía que requieren de una alta capacidad de consumo que son instalados en los pisos superiores por tal motivo sus líneas principales de alimentación se alojarán en los ductos eléctricos [8].

2.11.2. Sistema de Acometidas

Se denomina acometida a la línea principal de alimentación que se conecta a la red de distribución de la empresa suministradora, esta conexión puede ser instalada de forma aérea o soterrada con el fin de suministrar energía a la instalación de la edificación.

Para el sistema de acometidas en medio voltaje la conexión termina en un cuarto de transformación. Para el sistema de acometidas en bajo voltaje la conexión parte desde el tablero de potencia (TDP) siendo el punto de partida donde comienza la instalación interna de las líneas principales que alimentaran a los tableros generales de medidores [25].

2.12. Protecciones

Dispositivos automáticos de tipo térmicos y magnéticos utilizados para establecer e interrumpir conexiones eléctricas, estos elementos se encuentran implementados en los tableros de distribución principal o tableros de mando y protección. Su función principal es la de proteger a los dispositivos que se encuentran conectados a la red, cuando se presenten las siguientes anomalías eléctricas.

- Sobre intensidades
- Corto circuitos
- Descargas eléctricas [18].

2.12.1. Selectividad

La selectividad en los dispositivos de protección es la forma en la que diseña una instalación, la cual consiste en la coordinación de todos los breakers instalados en un

sistema eléctrico, el objetivo de implementar varios circuitos en el diseño de una instalación residencial es la de poder interrumpir la alimentación por zonas.

Cuando se produzca una anomalía eléctrica se llega a cortar el flujo de energía solo en el área afectada sin dejar desconectado el suministro que se encuentre aguas abajo [18].

2.13. Tablero eléctrico

La finalidad de este elemento es concentrar en un solo punto todas las instalaciones que se derivan de las cargas, su función primordial es la de proveer de un medio de conexión y desconexión manual de cada circuito, con la finalidad de proteger al sistema eléctrico evitando cortocircuitos que puedan afectar su correcto funcionamiento.

Para la instalación de los tableros seguimos los lineamientos estipulados mediante la NEC,2018 donde hace referencia a lo siguiente:

- Todo tablero eléctrico se instalará en zonas de libre acceso que permita al personal técnico realizar las respectivas conexiones y derivaciones a los diferentes centros de carga [26].
- Los circuitos deberán estar debidamente etiquetados con su correspondiente diagrama de conexión y su listado se lo deberá colocar en el tablero eléctrico con el objetivo de dar a conocer al usuario la función que cumple cada breaker [26].
- Los circuitos implementados en los tableros deberán estar protegidos con su respectivo breaker de protección debidamente dimensionado, se deberá tener al menos cuatro reservas adicionales en cada tablero para posteriores instalaciones [26].
- Los tableros son fabricados dependiendo de la función que van a cumplir y de la carga que va a distribuir, con estos parámetros los tableros se clasifican de la siguiente manera [26].

2.13.1. Tablero principal de distribución (TDP)

Tablero diseñado para alimentar a todas las cargas existentes en la edificación Internamente en el tablero estarán instaladas barras de cobre de alta pureza de muy alta conductividad, las barras estarán identificadas con la nomenclatura para cada fase (R, S, T) la barra de neutro deberá ser de la misma dimensión de las barras de fase. El tablero contendrá los dispositivos principales de protección y maniobra que protegen a los distintos circuitos implementados en la edificación [35].

2.13.2. Tablero general de medidores (TGM)

Tablero que distribuye energía a todos los departamentos implementados en la edificación, este tablero contiene dispositivos de maniobra, protección y control que permiten operar directamente los circuitos. Otras de las funciones que cumple este equipo es la de medir de forma precisa el consumo de energía eléctrica (kWh) utilizado por el usuario residencial [35].

2.13.3. Tablero secundario de distribución (STD)

Son aquellos que están energizados desde el tablero principal de distribución y que a su vez suministra energía a circuitos independientes como: servicios generales, ascensor, cuarto de máquinas, parqueaderos entre otros [25].

2.13.4. Tablero de control (TDC)

Este tablero es diseñado para controlar circuitos de manera automática o manual comúnmente se utiliza para sistemas de control de arranque de motores entre los cuales están bombas de agua y sistema contra incendios [35].

2.14. Malla de puesta a tierra

Sistema de seguridad que forma parte de una instalación eléctrica. Este método se lo realiza mediante varillas conductoras directamente colocadas en un lugar específico de la edificación el cual formará un circuito cerrado mediante un conductor desnudo previamente designado. La función principal que debe cumplir un enmallado a tierra es salvaguardar la seguridad del ser humano y proteger a todas las instalaciones que conforma un diseño eléctrico [27].

2.14.1. Varillas copperweld

Elemento conductor que forma parte de una malla de puesta a tierra, su principal función es la de disipar las corrientes de falla o cuando se presente una descarga atmosférica hacia tierra [36].



Figura 4 Pozo para implementación de malla a tierra.
Fuente: Endara Instalaciones.

2.14.2. Conductor

La finalidad de un conductor de cobre desnudo es la de conectar a todos los equipos que conforma el sistema eléctrico en general, el conductor deberá ser de cobre por razones de conductividad y por la alta resistencia de corrosión que presenta a la intemperie. La NEC,2018 menciona que, de acuerdo con el valor de la corriente de protección se seleccionara el calibre mínimo del conductor para conexión a tierra [26].

La figura 5 representa la implementación de un conductor de cobre desnudo para un mallado a tierra.



Figura 5 Conductor de puesta a tierra
Fuente: Endara Instalaciones

2.14.3. Material de mejora de suelo (GEM Cadweld)

Es un material de conductividad que mejora la efectividad de un sistema de puesta a tierra. Se lo aplica alrededor de las varillas conductoras, esta composición mantiene constante la resistencia del suelo durante toda la vida útil del sistema [36].

2.14.4. Soldadura exotérmica

Este proceso consiste en realizar la conexión entre los elementos conductores sean estas varillas de cobre o conductor de cobre, este principio consiste en combinar material de soldadura con un agente de ignición en un molde de grafito [36].

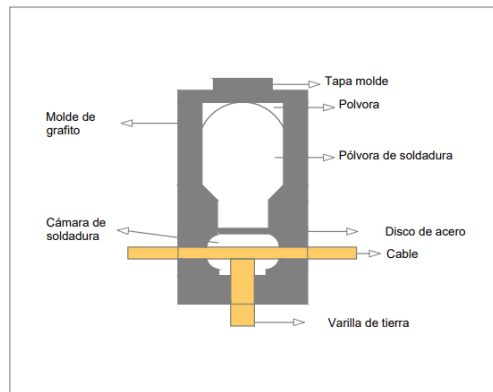


Figura 6 Composición de soldadura exotérmica.
Fuente: Willian Farinango, 2023.

2.15. Método de instalación de sistema puesta a tierra

- 1 Se excava un agujero de 80 cm de diámetro a una profundidad de 1.10 m
- 2 Se procede a colocar la varilla copperweld en el centro de la excavación realizada, con la ayuda de una herramienta manual (Combo) se introduce la varilla aproximadamente 1m del total de la longitud de la varilla.
- 3 Una vez colocado la varilla a tierra se introduce un tubo PVC de 4 pulgadas al interior de la varilla copperweld para evitar que la mezcla se derrame.
- 4 Se mezcla el GEM en un recipiente hasta obtener un líquido homogéneo para luego verterlo en el interior del tubo hasta su tope máximo.
- 5 Esperar a que el GEM endurezca para rellenar la parte superior con la tierra que se sacó del mismo.



Figura 7 Método de instalación de sistema de puesta a tierra.
Fuente: Endara Instalaciones.

Para iniciar el proceso de soldadura exotérmica se introduce el conductor al interior del molde de grafito que se encuentra en contacto con el electrodo, con la pinza de agarre bien sujeta al molde se procede a colocar el disco de acero en la parte interna del mismo se verta el polvo de soldadura hasta llenarlo por completo, en la parte superior se colocará la pólvora que con un encendedor iniciará el proceso de soldadura durante un periodo estimado de 30 segundos [36].



Figura 8 Soldadura Exotérmica.
Fuente: Endara Instalaciones.

2.15.1. Valores de resistencia de un enmallado a tierra

Los valores de resistencias menores a 1 ohm generalmente son aplicados en subestaciones eléctricas, sistemas de transmisión o estaciones de generación estos valores suelen conseguirse mediante la implementación de varias varillas individuales conectadas entre sí. Las resistencias en el rango de 1 a 5 ohm se encuentran generalmente adecuadas para instalaciones eléctricas en plantas industriales, edificios y centros comerciales [37].

2.15.2. Conexión Pararrayos

Dispositivo conectado al exterior de la edificación su principal función es captar una descargar eléctrica directamente hacia tierra, esta instalación deberá estar conectada directamente al sistema de malla a tierra [26].

2.16. Blindobarra

Sistema centralizado compuesto internamente por barras conductoras de aluminio diseñado para transportar energía eléctrica en bajo y medio voltaje. Constituye un método alternativo al sistema tradicional con cables. Este sistema se puede emplear en edificaciones eléctricas residenciales, comerciales e Industriales, permitiendo transmitir hasta 6500 A de forma mucha más compacta y segura [38]. Son fabricados mediante un alto grado de protección y suele especificarse en una estructura de la forma IPXY.

Donde:

- La “X” corresponde al grado de protección contra elementos sólidos.
- La “Y” al grado de protección contra elementos líquidos.

2.16.1. Descripción del sistema

El sistema mediante blindobarras se ha constituido como una alternativa a la distribución de energía eléctrica, este método es más práctico y funcional cuentan con una alta eficiencia eléctrica, baja caída de tensión y una alta resistencia estructural.

2.17. Cualidades de construcción

- Las barras conductoras están fabricadas por láminas de aluminio encapsuladas en un componente resistente de resina [38].
- Los elementos de la blindobarra son fabricados con materiales que no se propagan ante el fuego con una alta resistencia estructural en todo su entorno [38].
- El sistema de la blindobarra y sus diferentes elementos que lo componen están fabricados con un grado de protección IP 68 [38].

2.18. Cualidades eléctricas

Una de las características constructivas que puede tener una blindobarra o un sistema de ducto barra, es la configuración de sus barras conductoras las cuales están especificadas de la siguiente manera.

- 3F + N + T, Sistema Blindobarra
- 3F +N + Tierra independiente, Sistema Ducto Barra

En la figura 9 se puede observar la configuración de la blindobarra con tierra independiente (PE) [39].

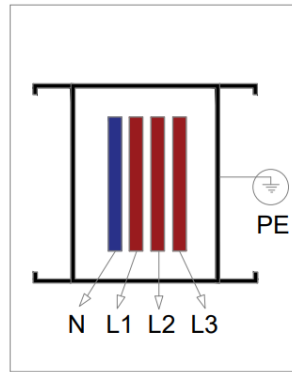


Figura 9 Blindobarra con tierra independiente.
Fuente: Willian Farinango, 2023.

Un sistema con blindobarra para baja tensión está conformado internamente de tres fases un neutro y una tierra. La dimensión de la barra de neutro es igual a la de las fases y la tierra está diseñada a una menor capacidad. En la figura 10 se puede apreciar cómo está configurado internamente una blindobarra [39].

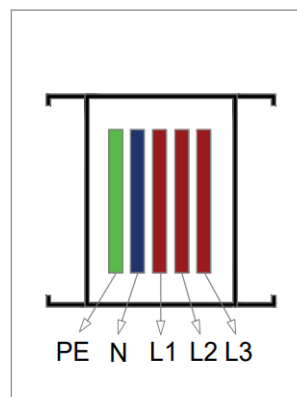


Figura 10 Blindobarra con tierra incluida.
Fuente: Willian Farinango, 2023.

Al realizar una conexión con diferentes materiales entre sus barras de salida es indispensable instalar terminales bimetálicos, con el objetivo de evitar un desgaste entre los puntos de conexión que se producen por el efecto de par galvánico [40].

2.18.1. Efecto por par galvánico

Es el producto de una conexión realizada con dos tipos de materiales diferentes estos pueden ser de cobre y aluminio llegando a ocasionar corrosión entre sus contactos [40].

2.18.2. Puntos calientes

Este efecto se produce por el desgaste existente entre sus contactos ocasionados por una mala conexión o por existir una diferencia de potencial entre sus terminales [40].

2.19. Cualidades de instalación

Conforme a lo establecido por la institución que regula el control de la instalación de la blindobarra (CET,2015). Sugiere seguir los siguientes lineamientos de instalación.

- La línea principal de alimentación se la deberá realizar con blindobarras de tipo alimentador [40].
- Se deberá considerar en el diseño arquitectónico la implementación de un ducto eléctrico exclusivamente para la instalación de la blindobarra [40].
- La instalación de la blindobarra debe soportar cualquier tipo de movimiento físico que llegase a existir en la edificación, para la implementación de la blindobarra de forma vertical se deberá utilizar elementos de fijación que abrasen completamente su contorno con el objetivo de evitar movimientos verticales, los anclajes que soportan al elemento deberán ser instalados a una distancia de 1,50 m con el fin de asegurar cada elemento que lo compone [40].
- Se debe evitar instalar la blindobarra cerca de las instalaciones hidrosanitarias, o de sistemas contra incendio [40].
- El sistema implementado debe ser de libre visualización en todo su recorrido, no podrá cruzar por zonas privadas sean estos: cuartos de basura, apartamentos parqueaderos o bodegas [40].

2.20. Consideraciones para la implementación de tableros de medidores

En la Resolución 5 capítulo II literal b ARCONEL, 2018 menciona que, para edificaciones de grandes magnitudes se podrá implementar tableros de medición en cada nivel de piso siempre y cuando se cuente con un sistema de distribución centralizado y se permita el libre acceso para toma de lecturas [31].

2.20.1. Instalación de tableros internos

- El tablero general de medición debe instalarse directamente en la loza del ducto eléctrico, o en un lugar que represente el libre acceso para su instalación y conexión. El tablero estará ubicado a una distancia cercana de la línea de

distribución principal con el fin de garantizar una conexión directa hacia la caja de derivación implementada en la blindobarra [41].

2.20.2. Instalación de tableros externos

- El tablero eléctrico (TGM) se instalará en el área de pasillos siempre y cuando exista un espacio adecuado de trabajo y no interfiera con el libre acceso a los ascensores o a las salidas de las gradas de emergencia que contempla la edificación [33].

En la figura 11 se observa una representación de la instalación del tablero general de medidores donde se encuentra instalado la blindobarra de manera vertical que pasa por el ducto diseñado para la implementación de las instalaciones electricas residenciales.



Figura 11 Instalación tablero eléctrico.
Fuente: Blindobarras by Cedal.

2.21. Requisitos técnicos para la instalación de la blindobarra

- Información total de la demanda eléctrica del proyecto
- Diagrama unifilar del proyecto por el método tradicional
- Ubicación y dimensiones de ductos eléctricos para la instalación del suministro eléctrico en forma vertical
- Planos de la edificación donde se puede observar alturas entre las losas para pisos y subsuelos [18].

Las principales características que presenta el sistema mediante blindobarras son de aspecto técnico y económico a continuación se detalla los puntos más relevantes que presenta el sistema.

2.21.1. Aspecto Técnico

Seguridad: El envolvente que protege a la blindobarra y a sus aislamientos internos entre barras hacen de la misma un sistema totalmente seguro tanto para el personal que realiza la instalación como para la seguridad del sistema. En caso de llegar a existir un incendio la blindobarra no contienen materiales que generen gases tóxicos o algún componente que pudiera ocasionar contaminación ambiental [20].

Facilidad de instalación: Las conexiones de la red de suministro de baja tensión desde el tablero de distribución de potencia (TDP) hacia los tableros generales de medición se los efectúa con mayor facilidad. Esto sucede gracias al diseño constructivo de la blindobarra [19].

Mejor perfil de voltaje: Una de las principales características que presenta la blindobarra es el bajo valor de pérdidas potenciales que se producen en el sistema, debido a los valores bajos de resistencia y reactancia con la que está fabricado las barras conductoras [18].

2.21.2. Aspecto Económico

Diseño: Desde una perspectiva técnica si la infraestructura a la cual fue diseñada presenta modificaciones o aumentos de carga la blindobarra puede ser desmontada y reutilizada en su totalidad ya que el sistema presenta la facilidad de conexión y desconexión de sus elementos [19].

Costos: La instalación de la blindobarra en comparación con el sistema tradicional con cables es una alternativa más eficiente ya que genera ahorros en los tiempos de implementación [19].

2.22. Elementos de la blindobarra

De acuerdo con los parámetros de diseño y la configuración del sistema se considerarán los elementos que se implementarán en la edificación cuyos detalles específicos dependerán del fabricante y del tipo de blindobarra a utilizar.

2.22.1. Elementos de fijación

Componentes que son anclados a lozas y a muros resistentes para una fijación horizontal y vertical estos soportes deben estar colocados a una distancia de 1,50 m a ambos lados con el fin de garantizar que el elemento quede bien seguro [40].

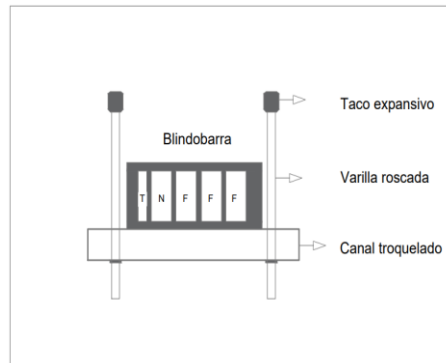


Figura 12 Elementos de fijación.
Fuente: Willian Farinango,2023.

2.22.2. Envoltente protectora

Es la protección externa de la blindobarra que permite aislar a las barras conductoras que se encuentran encapsuladas en resina y fabricadas con un alto grado de protección (IP 68) su función es evitar daños y contactos accidentales en el sistema [40].



Figura 13 Envoltente protectora.
Fuente: Blindobarras by Cedal.

2.22.3. Barras conductoras

Elemento conductor que está fabricado en forma de barras, el material conductor principal es de aluminio su configuración y tamaño depende del sistema que vaya a alimentar [40].



Figura 14 Barras conductoras.
Fuente: Blindobarras by Cedal.

2.22.4. Blindobarra

Es un sistema de distribución exclusivamente diseñado para transportar energía de una manera segura y confiable que permite realizar derivaciones para las cargas existentes en cualquier punto de la edificación. A continuación se hace referencia al tipo de alimentador según su utilización [21].

2.22.5. Tramo tipo alimentador

Está diseñado para instalarse en lugares donde la fuente de alimentación se encuentre muy alejado de los diferentes tableros de carga, son muy utilizados para conexiones de punto a punto [21].

2.22.6. Tramo tipo derivación

Está fabricado para realizar salidas de derivaciones eléctricas a las diferentes cargas que puedan llegar a existir de una manera segura y de fácil instalación, normalmente son utilizadas en fábricas industriales, sectores comerciales y edificaciones [12].



Figura 15 Blindobarra tipo alimentador.
Fuente: Blindobarras by Cedal.

2.22.7. Caja de derivación

Componente de la blindobarra utilizado para hacer derivaciones que alimentan a los distintos tableros implementados estratégicamente en la edificación. Para su derivación hacia los distintos centros de carga se instalará una alimentación de pequeña longitud formado por un cable convencional que llegará hasta el tablero correspondiente a alimentar [40].



Figura 16 Caja de derivación.
Fuente: Blindobarras by Cedal.

La unidad de Centro de Excelencia Técnica (CET,2015), recomienda que las cajas de derivación se deberán instalar a un nivel no superior del 1,60 m del nivel de piso, que garantice su fácil manipulación al momento de accionarlos [40].

2.22.8. Unión tipo Joint

La unión Joint es el elemento que une a la blindobarra por medio de un perno, buscando con ello garantizar el torque de apriete adecuado para su correcta instalación [40].



Figura 17 Unión tipo Joint.
Fuente: Blindobarras by Cedal.

2.22.9. Conector a tablero

Componente utilizado para realizar conexiones en baja y media tensión desde transformadores a tableros de distribución o cualquier elemento de salida de energía que permita realizar una conexión directa entre tablero y las barras. Una de las características es la manera de cómo se realiza su conexión, se la puede conectar desde las terminales que presenta el conector mediante cables eléctricos de una dimensión determinada [40].



Figura 18 Conexión de tablero ingreso superior.
Fuente: Blindobarras by Cedal.

3. PARAMETROS DE DISEÑO ELÉCTRICO SISTEMA CONVENCIONAL

Este apartado detalla los parámetros técnicos y matemáticos que presenta una instalación eléctrica en baja tensión, para la determinación del cálculo del diseño eléctrico, las cargas pueden clasificarse en tres tipos según su topología de distribución para voltajes monofásicos y trifásicos. Para este caso de estudio estaremos estrictamente enfocados en el área residencial y comercial ya que el diseño lo realizaremos en base a estas cargas.

3.1. Sistema residencial

Se caracteriza por su baja potencia en su gran mayoría son sistemas establecidos como monofásicos, el voltaje de referencia para una instalación residencial es de 110 V para circuitos de iluminación y fuerza, los circuitos especiales a 220 V son utilizados para la implementación de cocinas de inducción y calentadores de agua [42].

3.2. Sistema comercial

Estas cargas en la mayoría representan un alto consumo en comparación con las cargas residenciales comúnmente son utilizadas por centros comerciales, establecimientos públicos y edificaciones de gran magnitud se caracterizan por tener un sistema trifásico [29].

3.3. Estrato de consumo eléctrico

Los clientes residenciales se encuentran clasificados mediante cinco estratos de consumo. Para determinar el estrato al que pertenece es necesario ubicar el lugar donde estará situado el proyecto. La tabla 4 representa los valores establecidos por estrato según el consumo eléctrico.

Tabla 4 Estratos de consumo.

Categoría de estrato de consumo	Escalas (kWh/mes/cliente)
E	0-100
D	101-150
C	151-250
B	251-350
A	351-500
A1	501-900

Nota. Normas para sistemas de distribución, EEQ.

3.4. Parámetros de diseño

Para diseñar una instalación se debe evaluar la demanda total de todas las cargas que se implementarán en la edificación, los resultados proporcionarán un valor global para el dimensionamiento de las líneas principales de alimentación. Este es uno de los puntos más importantes y determinantes que requieren el máximo cuidado con el fin de evitar pérdidas técnicas de energía o sobredimensionamiento de conductores.

3.5. Cálculo de potencia requerida servicios generales

Este análisis se lo realizará mediante la determinación de todas las cargas existentes que estarán estipuladas en el proyecto eléctrico, en base a estos términos se realizará el proceso de cálculo de cada centro de carga. A continuación, se detalla los pasos a seguir para determinar la potencia necesaria requerida para el funcionamiento de las distintas áreas de servicios generales.

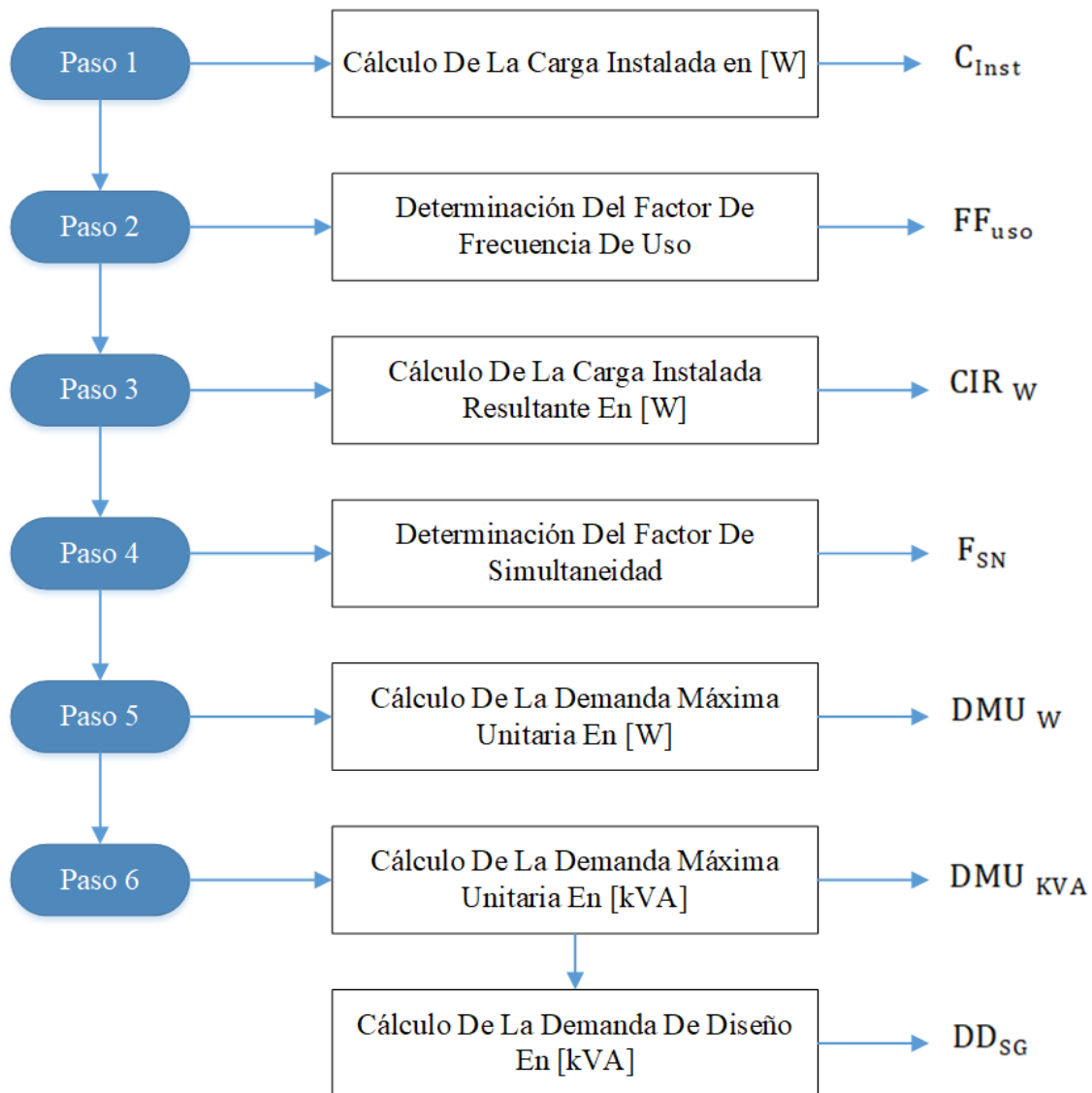


Figura 19 Pasos a seguir para el cálculo de servicios generales.

3.5.1. Paso 1)

Como primer paso se debe conocer la potencia nominal de cada aparato eléctrico y la cantidad de elementos que estarán instalados por circuito, en base a estos parámetros y aplicando (1) se procederá a determinar la (C_{Inst}) [43].

$$C_{Inst} = Cant * P_{nominal} \quad (1)$$

3.5.2. Paso 2)

Para determinar la carga resultante es indispensable emplear el (FF_{uso}), este valor se obtiene a través de un estimado de número de aparatos eléctricos que incidirán en la utilización de todos los clientes residenciales [43]

3.5.3. Paso 3)

El valor de la carga instalada por área se calcula mediante (2) que representa la cantidad total de potencia de cada circuito implementado en la edificación [43].

$$CIR_{[W]} = C_{Inst} * [FF_{uso} * 0,01] \quad (2)$$

3.5.4. Paso 4)

Para el cálculo total de la demanda es de útil importancia la implementación del F_{SN} mediante este factor se establecerá el valor en porcentaje según el tiempo que permanecerán en funcionamiento los artefactos eléctricos [43].

3.5.5. Paso 5)

Con la asignación del F_{SN} que establece el porcentaje en el cual estarán funcionando los aparatos eléctricos y mediante (3) se calcula la carga total utilizada por circuito [43].

$$DMU_{[W]} = CIR_{[W]} * F_{SN} * 0,01 \quad (3)$$

3.5.6. Paso 6)

Este valor es obtenido mediante la suma de todas las cargas parciales de cada circuito que contemplará el diseño eléctrico. Para este cálculo se debe tener presente que el factor de potencia será igual a 0,85 esta medida está asignada para consumo de cargas resistivas y cargas inductivas existentes en una edificación, con estos parámetros e implementando (4) se obtiene la ($DMU_{[KVA]}$)

$$DMU_{[KVA]} = \frac{DMU_{[W]}}{F_{Potencia}} * 0.001 \quad (4)$$

La demanda de diseño para toda el área general del edificio viene a ser igual que la demanda máxima unitaria, ya que para este caso en particular el valor de $N_{usuarios}$ y el $F_{diversidad}$ será igual a la unidad.

$$DD_{SG} = \frac{DMU_{[KVA]} * N_{usuarios}}{F_{diversidad}} \quad (5)$$

3.6. Cálculo de potencia requerida cliente residencial

La siguiente expresión contiene los parámetros que se deben determinar para la obtención de la potencia total requerida que consumirá el cliente residencial en un instante de tiempo dado.

$$DD_{CR} = \frac{DMD_{CI} + D_{AP} + D_{PR}}{F_{Potencia}} \quad (6)$$

El sistema eléctrico en general produce pérdidas de potencia comúnmente ocasionadas al transportar energía por las líneas de alimentación y producidas por las pérdidas en vacío del transformador o por la generación de potencia reactiva que se produce en las máquinas eléctricas [6], [7]. En base a esto se calculará la demanda de pérdidas técnicas resistivas (D_{PT}) existentes en un proyecto eléctrico, que estará establecida mediante la siguiente expresión [43].

$$D_{PR} = DMD_{CI} * 0,036 \quad (7)$$

3.6.1. Cálculo De potencia requerida por cargas especiales (DMD_{CI})

La empresa distribuidora local EEQ recomienda seguir sus lineamientos expresados en la sección (A-11-B1) la cual menciona los valores dependiendo del número de clientes y estrato de consumo predeterminado en kWh/mes/cliente [43].

$$DMD_{CI} = (\text{Factor M} * \text{Factor N}) \quad (8)$$

3.6.2. Cálculo del transformador

Con los cálculos establecidos tanto para el área de servicios generales como para el número total de los clientes residenciales se determinará la capacidad total que tendrá el transformador mediante la siguiente expresión matemática

$$TF_t = DD_{CR} + DMD_{SG} \quad (9)$$

DONDE:

DD_{CR} :	Potencia requerida por el cliente	[kVA]
DMD_{SG} :	Potencia requerida por servicios generales	[kVA]
DMD_{CI} :	Potencia requerida por cargas especiales	[kVA]
D_{AP} :	Potencia requerida por Alumbrado Público	[kW]
D_{PR} :	Pérdidas de potencia resistivas	[kW]
$F_{potencia}$:	Factor de Potencia (0,95)	
Factor M	Número de clientes residenciales	
Factor N	Energía consumida por cliente según estrato	[kWh]

3.7. Cálculo del conductor

Para el cálculo del conductor se determina la corriente que demanda la carga para cada circuito implementado (I_n), sea este bifásico, monofásico o trifásico, los conductores y circuitos a implementar deben dimensionarse para soportar un valor de corriente máxima. Esto quiere decir que a la intensidad nominal calculada se la deberá multiplicar un valor del 125 % con el propósito de establecer un punto máximo para corrientes de cortocircuito. A la corriente calculada (I_n) se le aplicará el factor de agrupamiento (FA) y factor de temperatura (FT) según el tipo de canalización al cual estará expuesto, estos valores de FA Y FT se encuentran referenciados en la tabla del **Anexo 2**. Una vez aplicado los factores de agrupamiento y de temperatura se obtiene la corriente corregida (I_c), la que nos servirá para la elección del tipo de conductor.

3.8. Selección del conductor

La tabla de capacidad de corriente permisible en conductores aislados permite elegir el calibre del conductor según el amperaje calculado, para esto la Norma (NEC,2018) Menciona los siguientes lineamientos:

- Para cargas de 0 a 100 Amp, el conductor que se deberá seleccionar será el que se encuentre ubicado en la sección de 60 °C
- Para cargas mayores a 100 Amp, el conductor que se deberá seleccionar será el que se encuentre ubicado en la sección de 75 °C

- Si el circuito eléctrico es afectado por cualquier factor de temperatura o agrupamiento o ambos, se permite utilizar la sección a 90 °C siempre y cuando se respete el tamaño del conductor seleccionado de acuerdo con la carga. Esta selección del calibre del conductor se lo realizará en la tabla que se encuentra ubicada en el **Anexo 2**.

Para el cálculo de los conductores y para la elección de los dispositivos de mando y protección que estarán contemplados en la edificación se toman en consideración las siguientes ecuaciones.

Circuito a 1 Fase:

$$I_n = \frac{P_{OT}}{V_{FN} * F_{potencia}} \quad (10)$$

Circuito a 2 Fases:

$$I_n = \frac{P_{OT}}{V_n * F_{potencia}} \quad (11)$$

Circuito a 3 Fases:

$$I_n = \frac{P_{OT}}{\sqrt{3} * V_n * F_{potencia}} \quad (12)$$

Intensidad de corriente corregida [Amp]

$$I_c = \frac{I_n * 125\%}{FA * FT} \quad (13)$$

DONDE:

P_{OT} :	Potencia de carga instalada	[W]
V_{FN} :	Voltaje (Fase-Neutro)	[V]
V_n :	Voltaje nominal de operación (fase-fase)	[V]
I_n :	Intensidad nominal del circuito	[A]
F_p :	Factor de potencia (0,85)	
FA :	Factor por agrupamiento	
FT :	Factor por temperatura	

3.9. Caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión en los conductores se deberá considerar varios parámetros eléctricos, Corriente, Resistencia, Impedancia, voltaje y la distancia que recorrerá el conductor. En ningún caso la caída de tensión podrá ser mayor del 3% hasta el tablero de medida más lejano [43].

3.9.1. Caída de tensión por sección transversal

En este método solo se considera la resistividad propia de los conductores se recomienda usar en circuitos para calibres pequeños menores a 4 AWG.

$$\Delta V = 1,73 * \frac{\rho * I_n * L}{S_c} \quad (14)$$

DONDE:

ρ :	Resistividad del conductor	$[\Omega * \text{mm}^2/\text{m}]$
I_n :	Intensidad nominal del circuito	$[\text{Amp}]$
L :	Longitud del conductor	$[\text{m}]$
S_c :	Sección del conductor	$[\text{mm}^2]$

3.9.2. Caída de tensión por el método de impedancias

Circuito a 2 Fases

$$\Delta V = 2 * \frac{I_n}{CF} * L(R_i \cos \theta + X_j \sin \theta) \quad (15)$$

Circuito a 3 Fases

$$\Delta V = \sqrt{3} * \frac{I_n}{CF} * L(R_i \cos \theta + X_j \sin \theta) \quad (16)$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 \quad (17)$$

DONDE:

L :	Longitud del conductor	$[\text{m}]$
I_n :	Intensidad nominal del circuito	$[\text{Amp}]$
CF :	Número de conductores por fase	

R_i :	Resistencia del conductor	[Ohms/Km]
X_j :	Reactancia del conductor	[Ohms/Km]
V_n :	Voltaje nominal de operación (Fase-Fase)	[V]
$\cos \theta$:	Factor de potencia	
θ :	Angulo de desfaseamiento entre la tensión y la corriente	

3.10. Cálculo de pérdidas de potencia en los conductores eléctricos

Las pérdidas de potencia varían según su configuración de conexión y al voltaje al cual están alimentados, esto quiero decir que la corriente que circulará por los conductores eléctricos será directamente proporcional al voltaje suministrado. Las pérdidas resistivas comúnmente son ocasionadas cuando el conductor está expuesto a una gran distancia de conexión, para calcular dicho fenómeno se emplea la siguiente ecuación.

Sistema a 2 Fases

$$P_p = \frac{2 * I_n^2 * R_i}{1000} \quad (18)$$

Sistema a 3 Fases

$$P_p = \frac{3 * I_n^2 * R_i}{1000} \quad (19)$$

Fórmula para calcular la resistencia en los conductores

$$R_i = \rho * \frac{L}{S_c} \quad (20)$$

DONDE:

P_p :	Pérdidas de potencia activa	[KW]
I_n^2 :	Intensidad nominal del conductor	[A]
ρ :	Resistividad del material	$[\frac{\Omega * mm^2}{m}]$
R_i :	Resistencia del conductor	[Ω]
S_c :	Sección del conductor	[mm ²]
L :	Longitud del conductor	[m]
	Resistividad del Aluminio = 0,01724	$[\frac{\Omega * mm^2}{m}]$
	Resistividad del Cobre = $1,72 \times 10^{-8}$	$[\frac{\Omega}{m}]$

4. PARAMETROS DE DISEÑO ELÉCTRICO SISTEMA BLINDOBARRAS

4.1. Dimensionamiento de la blindobarra

Para la elección del tipo de blindobarra que tendrá la edificación para el sistema de distribución se debe tener presente los siguientes parámetros eléctricos.

- Capacidad de corriente de la carga
- Caída de tensión
- Coordinación de protecciones
- Tensión nominal de operación

4.1.1. Capacidad de corriente

Para determinar la corriente de la blindobarra se sigue los mismos criterios y lineamientos usados para los cables. La corriente de utilización I_n en un sistema trifásico se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$I_n = \frac{P_t}{\sqrt{3} * V_n * \cos \theta} \quad (21)$$

DONDE:

I_n :	Corriente de operación nominal	[A]
P_t :	Suma de la potencia activa de las cargas instaladas	[W]
V_n :	Voltaje nominal de operación (fase-fase)	[V]
$\cos \theta$:	Factor de potencia	

$$I_n \leq I_c \leq I_m$$

I_n : Corriente de operación nominal de utilización del circuito

I_c : Corriente corregida para el interruptor de protección

I_m : Corriente máxima permisible

Dependiendo del lugar y del ambiente donde se instale la blindobarra se deberá tomar en cuenta el factor de corrección referente a la temperatura de operación a la cual estará expuesta. En el caso que se instale en un lugar donde el ambiente de temperatura sobrepase lo establecido durante la etapa de diseño será necesario multiplicar la corriente máxima permisible por el factor de corrección de temperatura.

La tabla 5 muestra los valores de factor de corrección (FC) para los diferentes tipos de temperatura.

Tabla 5 Factor de corrección blindobarra.

Factores de corrección fc para temperatura ambiente diferente								
Temperatura Ambiente °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Factor de Corrección Térmica FC	1.20	1.70	1.12	1.08	1.05	1	0.95	0.85

Nota. Factores de corrección de temperatura, Blindobarras by Cedal, 2023.

4.2. Caída de tensión blindobarra

La caída de tensión de la blindobarra se la evaluará por la distancia total recorrida y por los tramos en la cual será distribuida a nivel de pisos. Mediante las siguientes ecuaciones se podrán establecer los cálculos correspondientes.

4.2.1. Caída de tensión mediante resistencia y reactancia

Sistema a 3 Fases

$$\Delta V = b * \sqrt{3} * I_n * L (R_i \cos \theta + X_j \sin \theta) \quad (22)$$

Sistema a 2 Fases

$$\Delta V = b * 2 * I_n * L (R_i \cos \theta + X_j \sin \theta) \quad (23)$$

$$\Delta V\% = \left(\frac{\Delta V * L}{V_n} \right) * 100 \quad (24)$$

4.2.2. Caída de tensión con cargas no distribuidas uniformemente

Para calcular la caída de tensión en la blindobarra se deberá multiplicar el valor de la I_n por la longitud y el factor K el cual viene expresado en la tabla del catálogo del fabricante dividido entre la corriente de barra a utilizar.

$$\Delta V = b * \frac{I_n}{I_b} * L * K \quad (25)$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 \quad (26)$$

DONDE:

$\Delta V\%$	Porcentaje de caída de tensión	[V]
b:	Factor de distribución de corriente	
I_n :	Corriente de operación nominal	[A]
I_b	Ibarra seleccionada	[A]
R_i :	Resistencia del conductor	$[\Omega]$
X_j :	Reactancia del conductor	$[\Omega]$
$\cos \theta$:	Factor de potencia	
$\cos^{-1} \theta$	Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente	
V_n :	Voltaje nominal de operación (fase-fase)	[V]
L:	Longitud del conductor	[m].
K:	factor k caída de tensión por metro a plena carga a $F_p=0,8$	

El factor de distribución de corriente (b) depende de cómo el circuito es alimentado y de la distribución de las cargas eléctricas a lo largo de la blindobarra en la figura 20 se puede observar los valores correspondientes según su distribución.

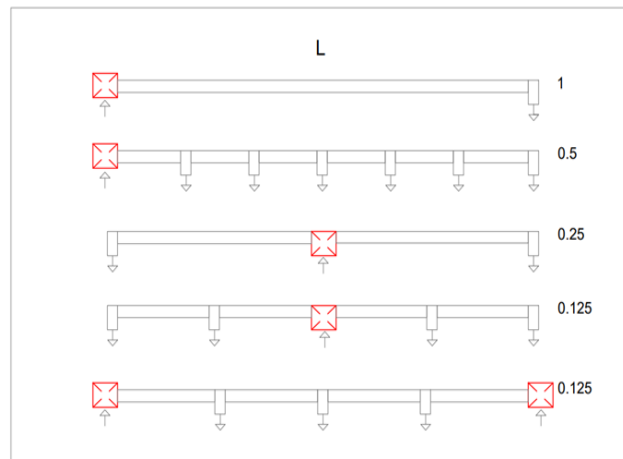


Figura 20 Factores de distribución de corriente.
Fuente: Willian Farinango, 2023.

5. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SISTEMA CONVENCIONAL

En este apartado se presenta el análisis de cálculo de la demanda de diseño tanto de servicios generales como la del usuario residencial.

La demanda de diseño del edificio DIGARDA se lo ha determinado conforme al estatuto de la E.E.Q, del año 2021, tomando en cuenta el cambio considerable de la matriz energética y a la masiva incorporación de equipos tecnológicos en el área eléctrica.

Este trabajo práctico se enfoca en el diseño eléctrico de líneas de alimentación de baja tensión para uso residencial.

5.1. Características de la edificación

La edificación contempla una infraestructura arquitectónica de 2 torres, cada torre cuenta con 8 pisos cada piso tiene 3 departamentos con un total de 48 usuarios además de dos niveles de subsuelo, los servicios generales se conforman de la siguiente manera: Cuarto de máquinas piscina, cuarto de máquinas sistema contra incendios, salón comunal, servicio de guardianía, y un amplio espacio de áreas verdes.

La edificación se encuentra ubicada en el sector de Cumbayá dirección Pasaje S/N lotización Reyes Baca con un área de terreno 5.001,25 m²

5.2. Cálculo de potencia requerida servicios generales

Para este análisis se procedió a realizar los cálculos conforme a lo establecido por los parámetros de diseño eléctrico para el sistema convencional, los cuadros de carga de la edificación están conformados de la siguiente manera:

- Tablero servicios generales T1
- Tablero cuarto de máquinas piscina T1
- Tablero salón comunal T1
- Tablero ascensor T1 y T2
- Tablero servicios generales T2
- Tablero sistema contra incendios T2
- Tablero servicio de guardianía T2

En la tabla 6 se especifica la carga existente instalada por área, donde irán situados los tableros secundarios de cada torre. Estos resultados se los determino mediante los estudios de carga que se encuentran en el **Anexo 9**.

Tabla 6 Cuadro de cargas de servicios generales Torre 1, Torre 2.

DEMANDA DE DISEÑO SERVICIOS GENERALES				
TABLERO PRINCIPAL	DD(KVA)	Descripción	C _{Inst} (W)	DMU (W)
STD-SSGG1				
SBS T1 (STD-SSGG1)	8,05	STD-SSGG1	11400	6840
SBS T1 (STD-SSGSC)	2,83	STD-SSGGR	4006,8	2404,08
SBS T1 (TDR-CMP)	9,47	TDR-CMP	13409	8045,4
SBS T1 (TDR-ASC)	4,26	TDR-ASC	6035	3621
TOTAL	24,60		34850,8	20910,48
TABLERO PRINCIPAL				
STD-SSGG2				
SBS T2 (STD-SSGG2)	8,05	STD-SSGG2	11400	6840
SBS T2 (TDR-SCI)	8,99	TDR-SCI	12730	7638
SBS T2 (STD-SSGGR)	4,73	STD-SC	6700	4020
SBS T2 (TDR-ASC)	4,26	TDR-ASC	6035	3621
TOTAL	26,02		36865	22119
Factor de demanda	0,6			
Factor de potencia (Fp)	0,85			
DMD (KVA)	50,62			
N _{usuarios}	1			
F _{diversidad}	1			
DD _{SG} (KVA)	51			

El valor establecido mediante los cálculos realizados para servicios generales es de 51 (kVA), lo que nos servirá para determinar la demanda de diseño total de la edificación.

5.3. Cálculo de potencia requerida cliente residencial

Para determinar la demanda de diseño, en primer lugar, se debe conocer la potencia requerida por cargas especiales (DMD_{CI}) Considerando la categoría de estrato de consumo.

Para este caso se determinó el estrato de Tipo A1, que esta predeterminado para el valor de consumo que registran los equipos eléctricos para uso general y para circuitos de cargas especiales (220 V).

Para el cálculo de la (DMD_{CI}) la edificación cuenta con 24 clientes residenciales para la torre 1 y 24 clientes para la torre 2 con un total de 48 clientes residenciales. El factor M y el factor N se obtienen de la tabla que se encuentran en el **Anexo 1**. Tomando la ecuación (8). $DMD_{CI} = (\text{Factor M} * \text{Factor N})$

Se determina la potencia requerida por cargas especiales (DMD_{CI}) de las dos torres y del total de numero de usuario para el cálculo de corrientes y caídas de tensión.

Tabla 7 Potencia requerida T1.

N° De Clientes T1	Estrato.	Factor M.	Factor N.	DMD_{CI}
24	A1	33,90	2,44	82,716 [kW]

Tabla 8 Potencia requerida T2.

N° De Clientes T2	Estrato.	Factor M.	Factor N.	DMD_{CI}
24	A1	33,90	2,44	82,716 [kW]

Tabla 9 Potencia requerida Total.

N° De Clientes Tot	Estrato.	Factor M.	Factor N.	DMD_{CI}
48	A1	61,4	2,44	149,816 [kW]

El valor de la potencia requerida total es de 149,816 KW, correspondiente a los 48 clientes considerados en el diseño arquitectónico de estrato tipo A1. Con este dato se procede a calcular la Demanda de diseño.

Tomando la ecuación (6).

$$DD_{CR} = \frac{DMD_{CI} + D_{AP} + D_{PR}}{F_{Potencia}}$$

Para hallar la demanda de pérdidas por potencia resistiva (D_{PR}), se deberá realizar el cálculo de la potencia total requerida (DMD_{CI}) por el valor de 0,036 estipulado por la empresa de distribución local.

Remplazando los datos de DMD_{CI} para los 48 y 24 usuarios se obtienen los siguientes resultados.

$$D_{PR,48 \text{ Clientes}} = DMD_{CI} * 0,036 \qquad D_{PR,24 \text{ Clientes}} = DMD_{CI} * 0,036$$

$$D_{PR,48 \text{ Clientes}} = 149,816 \text{ [kW]} * 0,036 \qquad D_{PR,24 \text{ Clientes}} = 82,716 \text{ [kW]} * 0,036$$

$$D_{PR,48 \text{ Clientes}} = 5,39 \text{ [kW]}$$

$$D_{PR,24 \text{ Clientes}} = 2,97 \text{ [kW]}$$

Los resultados obtenidos de acuerdo con el número de usuarios serán sustituidos en la ecuación de la demanda de diseño.

$$DD_{48 \text{ Clientes}} = \frac{DMD_{CI} + D_{AP} + D_{PR}}{F_{Potencia}}$$

$$DD_{24 \text{ Clientes}} = \frac{DMD_{CI} + D_{AP} + D_{PR}}{F_{Potencia}}$$

$$DD_{48 \text{ Clientes}} = \frac{149,816 + 0 + 5,39}{0,95}$$

$$DD_{24 \text{ Clientes}} = \frac{82,716 + 0 + 2,97}{0,95}$$

$$DD_{48 \text{ Clientes}} = 163 \text{ [kVA]}$$

$$DD_{24 \text{ Clientes}} = 90 \text{ [kVA]}$$

Con la demanda de diseño para servicios generales y la de usuarios residenciales establecidas, se procede a determinar la demanda total del proyecto. En base a este cálculo en la tabla número 10 se puede apreciar los resultados obtenidos.

Tabla 10 Demanda de diseño total del proyecto.

ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA		
DD DIGARDA	DEMANDA	
DD _{CR}	163	[kVA]
DD _{SG}	51	[kVA]
TOTAL	214	[kVA]
Transformador (TF _t)	250	[kVA]
Intensidad nominal	660,71	[A]

5.4. Capacidad del transformador

Una vez obtenido la potencia total que necesitará el proyecto eléctrico la capacidad del transformador se calcula mediante la ecuación nmero (9)

$$TF_t = DD_{CR} + DD_{SG}$$

Donde:

$$TF_t = 163 + 51$$

$$TF_t = 214 \text{ kVA}$$

En base a la capacidad de la carga y al valor de la capacidad del transformador existentes en el mercado. Sera necesario implementar un transformador de 250 kVA trifásico tipo pedestal con relación de voltaje 6,3 / [kV], 220 / 127 [V]

5.5. Tablero general de medidores

Los tableros de medición general (TGM-1, TGM-2) que se ubicarán en los subsuelos de la torre 1 y torre 2 respectivamente, contarán con un interruptor general de corte automático y accionamiento manual, que garantizará la protección de las cargas que alimenta a cada departamento, con una correcta coordinación entre los cuadros eléctricos principales y secundarios.

- Los interruptores automáticos de caja moldeada situados aguas arriba realizan una función de barrera para las fuertes corrientes de corto circuito que lleguen a presentarse durante el periodo de funcionamiento.
- Los tableros de control, tanto principales como secundarios, se dimensionarán e instalarán de acuerdo con su selectividad por Ampacidad.

5.6. Calibre del conductor

Una vez realizado el cálculo de corriente por carga se procede a elegir el conductor eléctrico que será implementado para alimentar a cada circuito.

La sección de cada conductor está dimensionado para soportar sobre tensiones ocasionados por cualquier anomalía que se presente en la edificación. La tabla 11 muestra los distintos tipos de conductores y la capacidad de Amperaje a la que están dimensionados, para circuitos de iluminación, fuerza, y cargas especiales que presenta la edificación.

Tabla 11 Protección y calibres de conductor.

	Monofásico 1P	Conductor
Circuito de iluminación	1P – 16 A	1x (14) F+1x (14) N+1x (14) T
Circuito fuerza	1P – 20 A	1x (12) F+1x (12) N+1x (14) T
	Bifásico 2P	
Secadora eléctrica	2P- 32 A	2x (10) F+1x (10) N+1x (14) T
Cocina de inducción	2P- 32 A	2x (10) F+1x (10) N+1x (14) T
Bombas de filtración	2P- 40 A	2x (10) F+1x (10) N+1x (14) T
Horno eléctrico	2P- 40 A	2x (10) F+1x (10) N+1x (14) T
Calentador de agua	2P- 50 A	2x (8) F+1x (8) N+1x (10) T
	Trifásico 3P	
Bomba de Calor	3P- 50 A	3x (8) F+1x (8) N+1x (10) T

5.7. Cálculo de la resistencia del conductor

Para determinar las pérdidas por potencia en los alimentadores se deberá calcular la resistencia que presenta cada conductor que dependerá de la resistividad, sección y distancia a la que fue fabricado. Tomando la ecuación (20), se determina la resistencia de los alimentadores principales que estarán alimentando al circuito, el cual viene representado en la tabla Numero 12.

Tabla 12 Resistencia de los conductores.

Resistencia de las acometidas electricas de la edificación				
Conductor (AWG, MCM)	Resistividad $\left(\frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}}\right)$	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Resistencia (Ω)
Calibre 8	$1,72 \times 10^{-8}$	33	8,37	0,0679
Calibre 6	$1,72 \times 10^{-8}$	40	13,3	0,0517
Calibre 4	$1,72 \times 10^{-8}$	10	21,2	0,0081
Calibre 4/0	$1,72 \times 10^{-8}$	30	107,02	0,0048
Calibre 250	$1,72 \times 10^{-8}$	48	127	0,0065

5.8. Canalización

La canalización que soportará a la acometida que viene del tablero de distribución hacia el tablero general de medidores se instalará a través de bandejas eléctricas con diámetros estandarizados que estarán implementados en el subsuelo de la T1 y T2 de la edificación como se indica en la figura 21.

La distribución de alimentación a los tableros residenciales de cada planta se llevará a través de bandeja tipo escalera en posición vertical que se instalará en el ducto eléctrico que corresponde a cada torre. Las alimentaciones irán clasificadas por grupos de tres conductores cada acometida de los apartamentos irá separada entre sí, las bandejas alojarán una sola capa de grupo de cables y estos irán atados a ellas, con amarras plásticas.

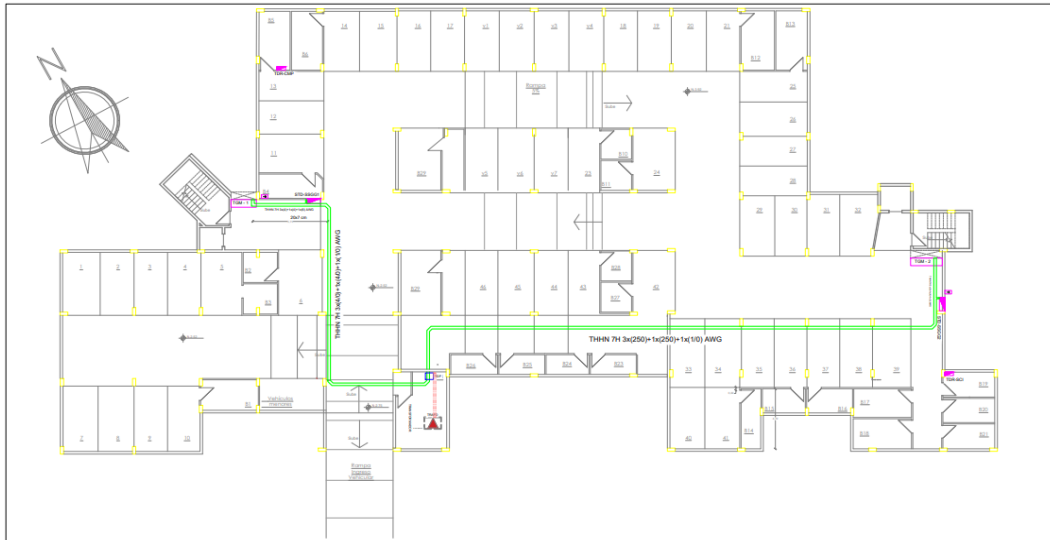


Figura 21 Sistema de Canalización para Acometidas Eléctricas.

Fuente: Willian Farinango, 2023.

5.9. Cálculo de caída de tensión

Una vez conocida la demanda de diseño de la edificación se procede a determinar la caída de tensión de cada centro de carga, en la figura 22 se muestra un esquema eléctrico de las líneas principales de alimentación que suministran energía a los tableros generales de los medidores, los cuales distribuyen con líneas secundarias al tablero principal de servicios generales y que este a su vez se deriva al tablero de sistema contra incendios, tableros de cuarto de máquinas, tableros de ascensores para cada torre de la edificación.

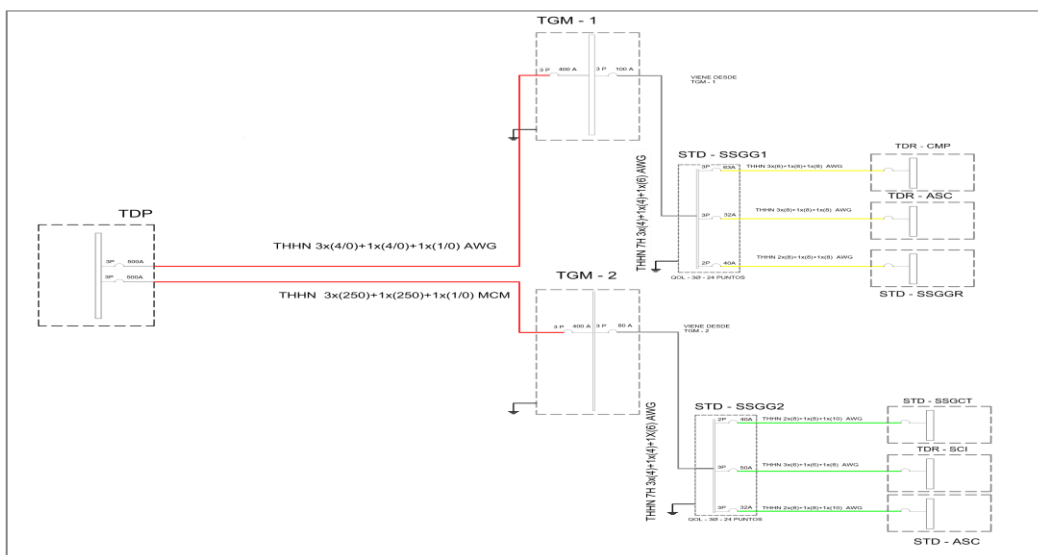


Figura 22 Diagrama de conexión de centro de cargas.

Fuente: Willian Farinango, 2023.

Para el análisis técnico del sistema convencional se determinaron varios parámetros eléctricos, teniendo como dato principal la demanda total de diseño de la T1, T2. Cada centro de carga tendrá una alimentación que deberá ser dimensionada y calculada para soportar la corriente necesaria para alimentar cada circuito empleado en el proyecto.

En la **Tabla 13** y la **Tabla 14** respectivamente, se puede apreciar la DD de cada centro de carga su factor de potencia e Intensidad, con estos parámetros eléctricos se llega a obtener el calibre del conductor y la capacidad del dispositivo de protección que tendrá cada tablero principal. Para el cálculo de caída de tensión de los alimentadores principales que tendrá el diseño eléctrico se partirá desde del tablero de potencia (TDP) para baja tensión hacia los tableros de los medidores establecidos conforme al diseño, teniendo en cuenta que la caída de tensión debe establecerse en un rango que no supere el 3% en los tramos de alimentación.

Los valores de resistencia, Impedancia y sección del conductor para sus respectivos cálculos fueron tomados de la tabla que se encuentra en el **Anexo 4**.

Tabla 13 Caída de tensión alimentadores principales.

DETERMINACIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN TABLEROS PRIMARIOS TDP													
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	DD (KVA)	FP (COSØ)	In (A)	I x tramo (A)	Longitud (m)	Calibre (AWG; MCM)	Sección (mm2)	R(ohm/Km)	X(ohm/Km)	Caída de tensión $\Delta V\%$	Pérdidas (KW)	Pérdidas Total (kwh)
											3,286		
T1	TDR -T1	6,5	0,85	25,053	31,316	40	6	13,3	1,61	0,21	1,315	0,06	
SBS T1	TGM - 1	90,20	0,85	278,50	354,45	30	4/0	107,02	0,207	0,167	1,97	1,12	43,615
SBS T1	STD-SSGG1	24,60	0,85	75,95	75,95	10	4	21,2	1,02	0,197	0,56	0,14	
											3,539		
T2	TDR -T1	6,5	0,85	25,053	31,316	40	6	13,3	1,61	0,21	1,315	0,06	
SBS T2 - N2	TGM - 2	90,20	0,85	278,50	359	48	250	127	0,177	0,171	2,22	1,51	60,27
SBS T2 - N2	STD-SSGG2	26,02	0,85	80,34	80	10	4	21,2	1,02	0,197	0,59	0,16	

Tabla 14 Caída de tensión alimentadores secundarios.

DETERMINACIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN TABLEROS SECUNDARIOS													
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	P (W)	FP (COSØ)	In (A)	IC (A)	Longitud (m)	Calibre (AWG; MCM)	Sección [mm2]	R(ohm/Km) (Ohm)	X(ohm/Km) (Ohm/Km)	Caída de tensión $\Delta V\%$	Pérdidas (KW)	PROTECCIÓN
SBS T1	STD-SSGSC	4006,8	0,85	15,48	19,35	33	8	8,37	2,56	0,171	1,30	0,033	2F -32 A
SBS T1	TDR-CMP	13409	0,85	41,40	51,75	22	6	13,3	1,61	0,21	1,29	0,15	3F -63 A
SBS T1	TDR-ASC	6035	0,85	18,63	23,29	36	6	13,3	1,61	0,21	0,95	0,048	3F -32 A
SBS T2 - N2	STD-SSGGR	6700	0,85	25,89	32,36	30	6	13,3	1,61	0,21	1,27	0,052	2F -40 A
SBS T2 - N2	TDR-SCI	12730	0,85	39,30	49,13	15	6	13,3	1,61	0,21	0,56	0,09	3F -63 A
SBS T2 - N2	TDR-ASC	6035	0,85	18,63	23,29	36	6	13,3	1,61	0,21	0,95	0,048	3F- 32 A

Tabla 15 Caída de tensión departamentos.

D P T	Torre 1-2	P (kV)	FP (COS θ)	In (A)	IC (A)	L (m)	Calibre (AWG; MCM)	Sección (mm ²)	R (ohm /Km)	X (ohm /Km)	Caída de tensión $\Delta V\%$	Protección
P 1	DPT 1	6,5	0,85	25,05	31,32	10	6	13,32	1,61	0,21	0,33	2F -40 A
	DPT 2	6,5	0,85	25,05	31,32	14	6	13,32	1,61	0,21	0,46	2F -40 A
	DPT 3	6,5	0,85	25,05	31,32	18	6	13,32	1,61	0,21	0,59	2F -40 A
	DPT 4	6,5	0,85	25,05	31,32	21	6	13,32	1,61	0,21	0,69	2F -40 A
P 2	DPT 5	6,5	0,85	25,05	31,32	17	6	13,32	1,61	0,21	0,56	2F -40 A
	DPT 6	6,5	0,85	25,05	31,32	21	6	13,32	1,61	0,21	0,69	2F -40 A
	DPT 7	6,5	0,85	25,05	31,32	25	6	13,32	1,61	0,21	0,82	2F -40 A
P 3	DPT 8	6,5	0,85	25,05	31,32	20	6	13,32	1,61	0,21	0,66	2F -40 A
	DPT 9	6,5	0,85	25,05	31,32	25	6	13,32	1,61	0,21	0,82	2F -40 A
	DPT 10	6,5	0,85	25,05	31,32	28	6	13,32	1,61	0,21	0,92	2F -40 A
P 4	DPT 11	6,5	0,85	25,05	31,32	23	6	13,32	1,61	0,21	0,76	2F -40 A
	DPT 12	6,5	0,85	25,05	31,32	28	6	13,32	1,61	0,21	0,92	2F -40 A
	DPT 13	6,5	0,85	25,05	31,32	31	6	13,32	1,61	0,21	1,02	2F -40 A
P 5	DPT 14	6,5	0,85	25,05	31,32	26	6	13,32	1,61	0,21	0,85	2F -40 A
	DPT 15	6,5	0,85	25,05	31,32	31	6	13,32	1,61	0,21	1,02	2F -40 A
	DPT 16	6,5	0,85	25,05	31,32	34	6	13,32	1,61	0,21	1,12	2F -40 A
P 6	DPT 17	6,5	0,85	25,05	31,32	29	6	13,32	1,61	0,21	0,95	2F -40 A
	DPT 18	6,5	0,85	25,05	31,32	34	6	13,32	1,61	0,21	1,12	2F -40 A
	DPT 19	6,5	0,85	25,05	31,32	37	6	13,32	1,61	0,21	1,22	2F -40 A
P 7	DPT 20	6,5	0,85	25,05	31,32	32	6	13,32	1,61	0,21	1,05	2F -40 A
	DPT 21	6,5	0,85	25,05	31,32	37	6	13,32	1,61	0,21	1,22	2F -40 A
	DPT 22	6,5	0,85	25,05	31,32	40	6	13,32	1,61	0,21	1,31	2F -40 A
P 8	DPT 23	6,5	0,85	25,05	31,32	35	6	13,32	1,61	0,21	1,15	2F -40 A
	DPT 24	6,5	0,85	25,05	31,32	40	6	13,32	1,61	0,21	1,31	2F -40 A

Para determinar la caída de tensión existente en los alimentadores de los usuarios residenciales se tomó en consideración la distancia de partida desde el tablero de medidores hasta el punto donde se encuentra instalado el tablero residencial (TDR), con los parámetros de resistencia, reactancia, voltaje y corriente y aplicando la ecuación número (15) se determinó el porcentaje de caída de tensión que como se puede observar en la tabla N° 15 el valor máximo de caída de tensión que presenta el alimentador con la mayor distancia de recorrido tiene un porcentaje del 1,31 % estableciendo que se encuentra en el rango permitido como estipula la norma Ecuatoriana de la construcción NEC, 2018.

5.10. Sistema de enmallado a tierra

La bandeja metálica alojará un conductor de cobre desnudo con una sección de 8,37 mm² Cable 8 AWG, que será de la conexión de puesta a tierra de los departamentos, para la conexión del pararrayos se implementará cable desnudo 1/0 AWG, que vendrá desde la parte superior de la edificación hasta llegar al punto de conexión central del sistema de puesta a tierra. A este mismo punto de conexión deberá conectarse todas las líneas de tierra que estarán conectados a los diferentes tableros principales y secundarios de mando y protección que contemple la edificación.

La conexión general se la realizará en un punto establecido de la edificación, en donde irán situadas las varillas copperweld de longitud y diámetro indicados en el proyecto de estudio, su conexión se la efectuará mediante soldadura exotérmica formando un circuito cerrado.

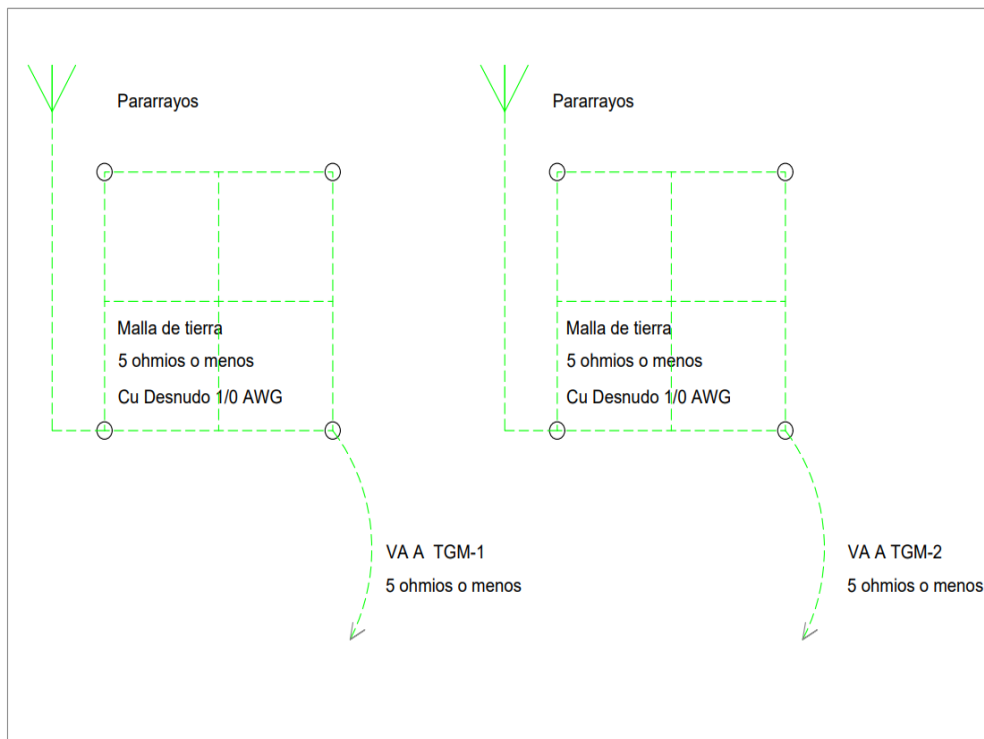


Figura 23 Sistema de puesta a tierra.
Fuente: Willian Farinango, 2023.

6. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SISTEMA CON BLINDOBARRAS.

Esta sección detalla el análisis técnico para la implementación del sistema de distribución mediante Blindobarras con el objetivo de establecer una mejor alternativa de diseño eléctrico al sistema anteriormente estudiado.

6.1. Consideraciones

Para este análisis de diseño se tomará como referencia las barras fabricadas con aleación de Aluminio con Cobre, magnesio y silicio por la empresa Blindobarras by Cedal.

Para la implementación del sistema con blindobarra se establecerá un nuevo diseño eléctrico que será implementado de la siguiente manera:

La torre 1 y la torre 2 contarán con tres tableros de medición los cuales estarán ubicados en el piso 2, 5 y 7 de cada edificación, para alimentar el área de servicios generales se instalarán dos tableros eléctricos en cada torre que estarán ubicados en el subsuelo y en el piso 8. Este método es más práctico y eficiente debido a su construcción y diseño.

En la figura 24 se puede apreciar el nuevo diseño de la blindobarra en forma vertical para cada centro de carga.

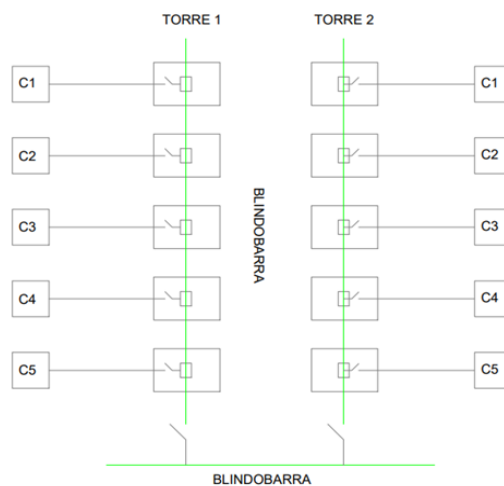


Figura 24 Sistema de alimentación en forma vertical.
Fuente: Willian Farinango, 2023.

Cada torre contará con una distribución de blindobarra independiente que vendrá conectado desde el tablero de potencia de baja tensión en forma horizontal hasta llegar al ducto eléctrico donde se instalará de manera vertical para su distribución a cada centro de carga que contempla la edificación.

6.2. Dimensionamiento de la blindobarra

Para el cálculo y dimensionamiento de la capacidad de la blindobarra se establecerán algunos parámetros técnicos que se detallan a continuación.

- Con lo establecido anteriormente se procederá a determinar la demanda de diseño para servicios generales y usuarios residenciales para el nuevo diseño con el sistema blindobarra.
- Mediante las características constructivas de diseño se calcularán los diferentes parámetros eléctricos contemplados en el proyecto técnico.
- Una vez de haber obtenido la intensidad nominal de cada centro de carga y de haber determinado los diferentes parámetros eléctricos se calcula la caída de tensión.
- Para el cálculo de la caída de tensión se iniciará desde el tablero de distribución de potencia (TDP) el cual energiza a la blindobarra hacia sus distintos centros de carga considerando cada punto de conexión.

6.2.1. Potencia requerida para servicios generales sistema blindobarra

Los tableros para servicios generales serán alimentados mediante una derivación que saldrá de la acometida principal de la blindobarra. Cada tablero principal alimentará a los diferentes subtableros establecidos en el diseño. La tabla 16 representa las cargas principales distribuidas en las diferentes áreas de cada torre.

Tabla 16 Cuadro de cargas de servicios generales blindobarra.

POTENCIA REQUERIDA PARA SERVICIOS GENERALES BLINDOBARRA		
TABLERO SSGG1	DD (kVA)	Descripción
SBS T1	18,10	TSG1
Piso 8 T1	6,50	TSG1
TABLERO SSGG2		
SBS T2	20,00	TSG2
Piso 8 T2	6,02	TSG2

6.2.2. Potencia requerida para clientes residenciales sistema blindobarra

Para este análisis se determinó la demanda de diseño por número de usuarios, que está conformado por tres tableros de servicios generales para alimentar a cada torre.

En la tabla 17 se muestra la carga existente de los diferentes lugares donde se instalarán los tableros de medición.

Tabla 17 Potencia requerida por clientes residenciales T1 y T2.

N° DE Clientes T1-T2	ESTRATO	FACTOR M	FACTOR N	DMD kW	DPR kW	DD kVA
Piso 1,2,3 9 Clientes	A1	14,8	2,44	36,112	1,300032	39
Piso 4,5,6 9 Clientes	A1	14,8	2,44	36,112	1,300032	39
Piso 7, 8 6 Clientes	A1	10,8	2,44	26,352	0,948672	29

La potencia requerida para alimentar al piso 1, piso 2 y piso 3 correspondientes a los 9 abonados es de 39 (kVA).

La potencia requerida para alimentar al piso 4, piso 5 y piso 6 correspondientes a los 9 abonados es de 39 (kVA).

La potencia requerida para alimentar al piso 7 y piso 8 correspondientes a los 6 abonados es de 29 (kVA), con estos parámetros establecidos se define la carga total del diseño eléctrico para el dimensionamiento de la blindobarra.

6.3. Cálculo de la caída de tensión en la blindobarra

- En base a la demanda establecida para cada área de carga se realiza el proceso de cálculo de los distintos parámetros eléctricos.
- Con la intensidad nominal calculada se podrá seleccionar la blindobarra a utilizar para este caso de estudio estaremos apegados al fabricante de Blindobarras By Cedal Cia.Ltda.
- Mediante la tabla que se encuentra en el Anexo 5 se obtendrá el valor de resistencia, reactancia y el factor K para cálculos de caída de tensión.
- El factor k se refiere a la caída de tensión por metro a plena carga con un factor de potencia = 0,8 este valor es utilizado para determinar la caída de tensión para cargas no distribuidas uniformemente,
- El valor de la caída de tensión de todo el tramo de la edificación se obtendrá a través de la suma de todos los ramales de cada centro de carga.

Tabla 18 Cálculo de la Caída de tensión por ramal T1.

CAÍDA DE TENSIÓN BLINDOBARRA T1											
Ubicación	Descripción	DD (KVA)	FP (COS θ)	In (A)	In x Tramo (A)	Longitud (m)	Factor K (V/m)	I Barra (A)	Caída de tensión (V)	$\Delta V\%$	$\Delta V\%$ Acumulada
SBS T1	TSG1	18,1	0,85	55,88	407,85	30	0,087	550	1,935	0,879	0,88
PISO 2	TGM - 1	39,38	0,85	121,6	351,97	8	0,087	550	0,445	0,202	1,08
PISO 5	TGM - 2	39,38	0,85	121,6	230,38	9	0,087	550	0,328	0,149	1,23
PISO7	TGM - 3	28,74	0,85	88,7	108,79	6	0,087	550	0,103	0,046	1,28
PISO 8	TSG2	6,50	0,85	20,07	20,07	6	0,087	550	0,019	0,0086	1,29

Tabla 19 Cálculo de la Caída de tensión por ramal T2.

CAÍDA DE TENSIÓN BLINDOBARRA T2											
Ubicación	Descripción	DD (KVA)	FP (COS θ)	In (A)	In x Tramo (A)	Longitud (m)	Factor K (V/m)	I Barra (A)	Caída de tensión (V)	$\Delta V\%$	$\Delta V\%$ Acumulada
SBS T2	TSG2	20	0,85	61,75	412,23	48	0,087	550	3,130	1,422	1,42
PISO 2	TGM - 1	39,38	0,85	121,6	350,48	8	0,087	550	0,444	0,201	1,62
PISO 5	TGM - 2	39,38	0,85	121,6	228,90	9	0,087	550	0,326	0,148	1,77
PISO7	TGM - 3	28,74	0,85	88,7	107,31	6	0,087	550	0,102	0,046	1,82
PISO 8	TSG2	6,02	0,85	18,6	18,6	6	0,087	550	0,018	0,0080	1,83

Conforme a lo establecido la caída de tensión provocada por la corriente máxima que circula por cada ramal de alimentaciones secundarias no deberá exceder del 3% del voltaje nominal. Mientras que, la caída de tensión desde el punto de partida del sistema de distribución principal más la acometida al centro de carga más alejado de la edificación que tendrá el diseño no deberá exceder el 5% del voltaje nominal.

6.3.1. Capacidad de corto Circuito

La siguiente tabla indica las características dimensionales y la capacidad de corto circuito a la que esta dimensionada la blindobarra, con un grado de protección IP 66/68 estos datos son específicamente del fabricante (blindobarras by Cedal).

Tabla 20 Capacidad de cortocircuito Blindobarra.

Corriente (A)	Capacidad del conductor de tierra	Ancho (mm)	Alto (mm)	Peso (Kg/m)	Corriente de corta duración (kA)	Corriente pico nominal soportada (kA)
550	50%	57	86	7,6	30	63

Nota. Blindobarra by Cedal, 2023.

6.4. Instalación de la blindobarra

Para alimentar los tableros generales de medidores (TGM,1-2) y los tableros de servicios generales (STD-SSGG,1-2) ubicados estratégicamente tanto para la torre 1 y para la torre 2, se iniciará la instalación desde el tablero de potencia de baja tensión (TDP) con dos alimentaciones individuales de forma horizontal, utilizando blindobarras Tramo tipo alimentador y curvas de canto hasta llegar al ducto eléctrico correspondiente.

Cajas de derivación

Las cajas de derivación serán colocadas en el lugar donde se encuentren instalados los tableros de servicios generales y donde se encuentren ubicados los tableros generales de medidores (TGM) que contarán con su respectiva protección. Desde la caja de distribución se deberá instalar una tubería de alimentación de preferencia tipo Conduit (EMT) hasta el TGM, para su respectivo abastecimiento de energía.

Alimentación de cargas

Una vez implementadas las cajas de derivaciones en cada nivel de piso donde se encuentre los tableros de medición se procederá a instalar una tubería que irá desde la caja de derivación hacia el (TGM) donde irán alojadas las alimentaciones.

La alimentación de cada centro de carga situado en la edificación se lo realizará con cables eléctricos convencionales, cada tablero estará protegido por interruptores de caja moldeada debidamente dimensionados. En la figura 25 se puede visualizar la instalación de la blindobarra que estará situada en toda el área se subsuelos hasta llegar a los ductos eléctricos.

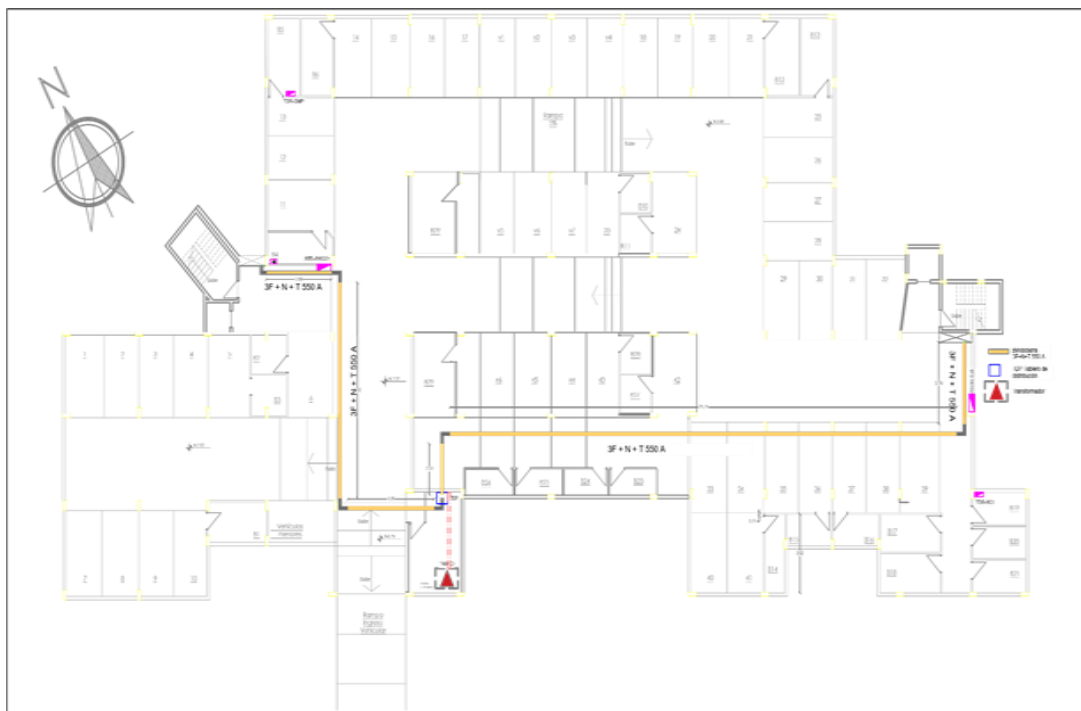


Figura 25 Sistema de distribución Blindobarras.
Fuente: Willian Farinango, 2023.

7. ANALÍS DE RESULTADOS

En esta sección se detalla el análisis de resultados que contempla cada sistema con el objetivo de establecer datos técnicos y económicos que permitan evidenciar cual sistema resulta ser más eficiente al momento de realizar un diseño eléctrico de distribución en baja tensión.

7.1. Análisis de parámetros eléctricos sistema convencional frente al sistema con blindobarras

Para la implementación de ambos diseños se procedió a verificar las características constructivas de la edificación, determinando los requerimientos técnicos necesarios para obtener la demanda total de diseño.

El estudio de carga se lo realizó en base a los siguientes puntos.

- Demanda de potencia requerida clientes residenciales
- Demanda de potencia requerida servicios generales

7.1.1. Demanda de potencia requerida clientes residenciales

En este apartado se determinó el número de abonados residenciales que habitarán la edificación, con los lineamientos establecidos por la E.E.Q y con sus respectivos parámetros de cálculo explicados en los anteriores capítulos, se obtuvo la demanda de diseño de las dos edificaciones para ambos sistemas.

7.1.2. Demanda de potencia requerida servicios generales

En este apartado se estableció el sitio en el cual se instalaron cada centro de carga para cada uno de los diseños realizados, para la implementación de ambos sistemas se analizaron distintos parámetros eléctricos los cuales se describen a continuación.

- Potencia
- Voltaje
- Intensidad
- Caída de tensión

En la Tabla 21 y Tabla 22 respectivamente, se muestran los datos obtenidos de caída de tensión tanto para el sistema convencional como para el sistema con blindobarras, correspondientes a las líneas principales de alimentación.

Tabla 21 Análisis Comparativo de Caída de Tensión T1.

Comparación T1	Cable Eléctrico Caída de tensión $\Delta V\%$	Blindobarra Caída de tensión $\Delta V\%$
Máxima caída de tensión por ramal	1,97	0,88
Máxima caída de tensión en el tramo más alejado	3,286	1,29

Tabla 22 Análisis Comparativo de Caída de Tensión T2.

Comparación T2	Cable Eléctrico Caída de tensión $\Delta V\%$	Blindobarra Caída de tensión $\Delta V\%$
Máxima caída de tensión por ramal	2,22	1,42
Máxima caída de tensión en el tramo más alejado	3,53	1,83

Con los datos obtenidos se llega a la conclusión que el sistema de distribución mediante blindobarras tiene menor porcentaje de caída de tensión esto sucede gracias a sus características constructivas de diseño, el cual consiste en un sistema de canalización compacto donde las cargas están a un mismo potencial eléctrico, sus cajas de derivación se instalan cerca de los tableros generales de medición evitando así largos recorridos al momento de instalar las alimentaciones.

7.2. Análisis comparativo de pérdidas de potencia en los conductores

Para obtener los valores de resistencia de los distintos conductores mediante el sistema convencional que alimentarán a cada centro de carga, se determinaron tres parámetros eléctricos los cuales son: resistividad del conductor (ρ), longitud de la línea (L) y sección del conductor (S_c), con estos tres datos y mediante la implementación de la ecuación número (20) se obtuvo la resistencia del conductor.

Para determinar las pérdidas de potencia en la blindobarra se tomó como referencia el valor de la resistencia según el amperaje de la blindobarra a utilizar la cual se encuentra

en el Anexo 5. Mediante esta comparación se llega a la conclusión que el sistema de distribución con blindobarras tiene menores pérdidas de potencia, debido a la distribución del sistema y a los bajos valores de resistencia con los que están fabricados.

Tabla 23 Pérdidas de potencia Conductores eléctricos.

Descripción	DD (kVA)	FP (COS θ)	In (A)	Ic (A)	Calibre (AWG; MCM)	Pérdidas (kW)	Pérdidas Totales (kWh)
TDR -T1	6,5	0,85	25,05	31,316	6	0,06	
TGM - 1	90	0,85	278,50	348,124	4/0	1,12	43,615
STD-SSGG1	24,60	0,85	75,95	94,941	4	0,14	
TDR -T2	6,5	0,85	25,05	31,316	6	0,06	
TGM - 2	90	0,85	278,50	348,124	250	1,51	60,27
STD-SSGG2	26,02	0,85	80,34	100,428	4	0,16	

Tabla 24 Pérdida de potencia en la blindobarra T1.

Descripción	DD (kVA)	FP (COS θ)	In (A)	I Barra (A)	Pérdidas (kW)	Pérdidas totales (kWh)
TSG1	18,1	0,85	55,88	550	0,0010	
TGM - 1	39,38	0,85	121,6	550	0,0045	
TGM - 2	39,38	0,85	121,6	550	0,0045	2,22
TGM - 3	28,74	0,85	88,7	550	0,0024	
TSG2	6,50	0,85	20,1	550	0,0001	

Tabla 25 Pérdida de potencia en la blindobarra T2.

Descripción	DD (kVA)	FP (COS θ)	In (A)	I Barra (A)	Pérdidas (kW)	Pérdidas totales (kWh)
TSG2	20	0,85	77,27	550	0,0018	
TGM - 1	39,38	0,85	121,6	550	0,0045	
TGM - 2	39,38	0,85	121,6	550	0,0045	2,22
TGM - 3	28,74	0,85	88,7	550	0,0024	
TSG2	6,02	0,85	18,06	550	0,0001	

7.3. Análisis comparativo del proceso de instalación

Con criterio técnico y conocimiento en sistemas eléctricos en baja tensión se estimó el proceso de instalación de ambos sistemas. Para implementar el sistema eléctrico convencional los trabajos se los deben efectuar por etapas, esto provoca que el sistema sea más dificultoso ocasionando más tiempo de trabajo al momento de implementarlo dando como resultado un valor muy elevado en la mano de obra. Por otra parte, la instalación de la blindobarra cuenta con un menor tiempo de instalación esto ocurre gracias a la característica física del sistema, ya que su instalación resulta ser mucho más práctica reduciendo así los tiempos de trabajo, en la figura 26 se describe el proceso de trabajo y el tiempo estimando en la ejecución del proyecto.

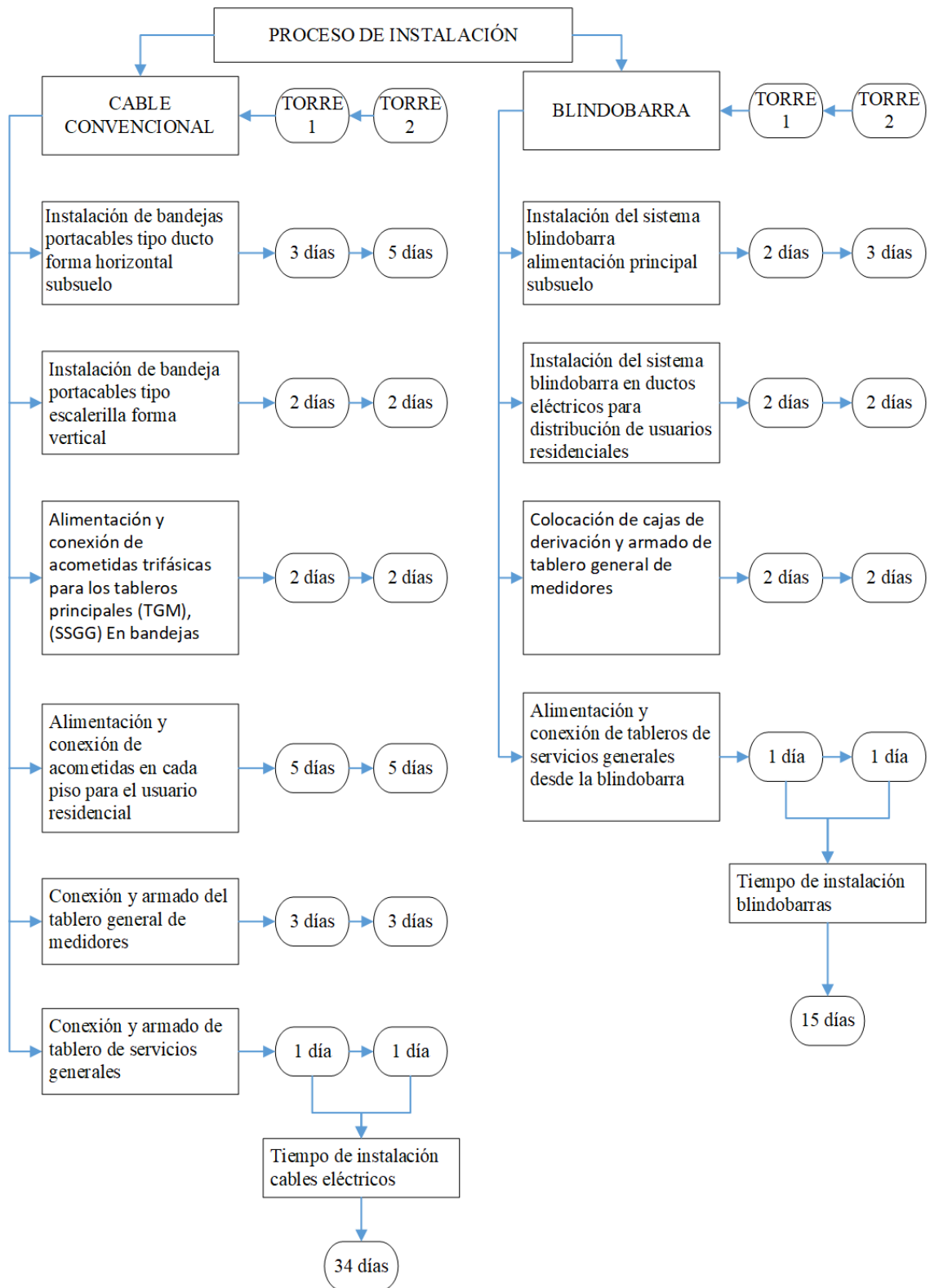


Figura 26 Análisis Comparativo del proceso de Instalación.

El tiempo establecido para la instalación de ambos sistemas se lo realizó mediante un criterio profesional por lo cual se establece que para realizar el trabajo será necesario

contar con dos técnicos eléctricos y un ayudante en una jornada de trabajo de 8:00 horas a 16:00 horas laborables.

7.4. Instalación del sistema convencional en comparativa con la blindobarra

Como se puede apreciar en la **Figura 27**, los dos procesos de instalación empiezan con el anclaje de soportes de fijación ya sea de manera vertical u horizontal, toda la línea de alimentación principal de la blindobarra se la realiza en un solo proceso de trabajo. Mientras tanto, la bandeja portacables y todo el cableado en general se la ejecuta en varias etapas, con esta perspectiva se puede decir que la implementación mediante el sistema de distribución para bajo voltaje con blindobarras presenta varias ventajas técnicas las cuales se describe a continuación:

- Menor tiempo de instalación
- Ahorro de espacios de trabajo
- Sistema seguro y confiable
- Mejor perfil de voltaje



Figura 27 Instalación cables eléctricos vs blindobarra.

7.5. Análisis comparativo de características del sistema convencional frente a la blindobarra

Existen varios parámetros constructivos, técnicos y económicos que se consideran al momento de la implementación de ambos sistemas, para esto se ha detallado las características que presenta cada alimentador llegando a la conclusión que el mejor sistema para distribución de energía viene a ser la blindobarra.

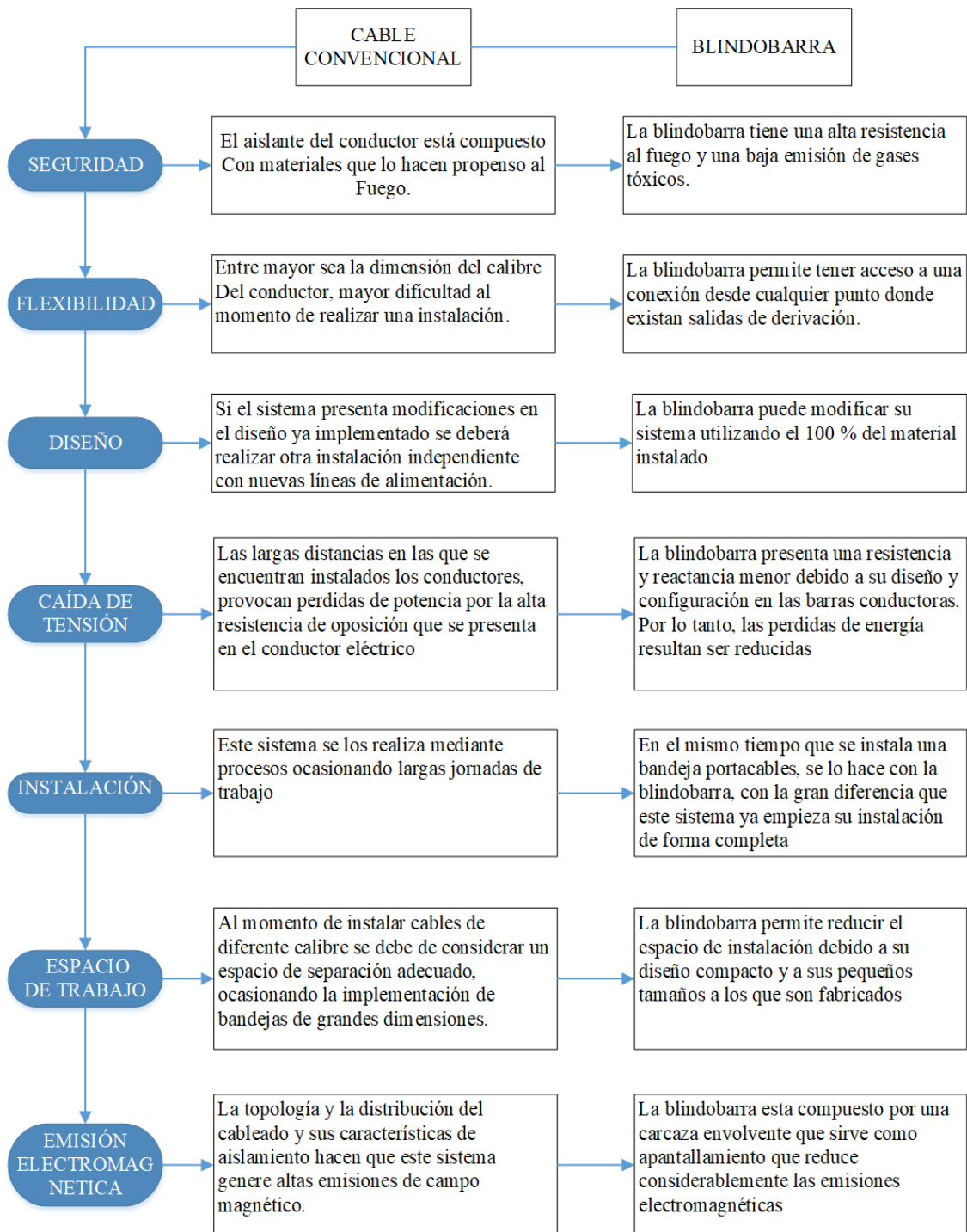


Figura 28 Características técnicas de ambos sistemas.

7.6. Análisis económico

La implementación de cada material se lo realiza mediante las características constructivas de la edificación la forma y el tipo de instalación a realizarse.

En función de esto se procedió a utilizar dos clases de bandejas donde irán situados los alimentadores tanto para la instalación de manera vertical como horizontal.

7.6.1. Bandeja eléctrica modelo ducto

Para la implementación del cableado con el sistema convencional se dimensionó una bandeja modelo ducto base troquelada tramo recto de (150 mm x 85 mm), longitud 3 metros, con un recorrido de 30 metros. Donde irán situados los alimentadores principales de la Torre N° 1. En la torre N° 2 se implementará una bandeja modelo ducto base troquelada tramo recto de (200 mm x 85 mm), longitud 3 metros con un recorrido de 48 metros.

7.6.2. Bandeja eléctrica modelo escalerilla

Para los ductos eléctricos se eligió bandejas modelo escalerilla de un tramo recto de 400 mm x 85 mm, longitud 3 metros con un recorrido de 25 m tanto para la torre 1 como para la torre 2.

7.6.3. Cables eléctricos

Los cables fueron dimensionados para soportar la carga de cada torre tanto para el tablero principal de medidores, como para el tablero de servicios generales.

Para la elección del calibre de cada conductor se determinaron los respectivos parámetros técnicos y matemáticos. En la siguiente tabla se detalla los cables a utilizar para el diseño mediante el sistema convencional.

Tabla 26 Calibre de cables para alimentaciones principales y secundarios.

Calibre AWG/MCM	Alimentadores Primarios	Aislamiento	Área de Alimentación	
4/0	107,2	3x (4/0) +1x (4/0) +1x (1/0)	Super Flex 1 KV 90° C	Tablero (TGM1)
250	127	3x (250) +1x (250) +1x (1/0)	Super Flex 1 KV 90° C	Tablero (TGM2)
		Alimentadores Secundarios		
8	8,37	2x (8) +1x (8) +1x (10)	THNN 7 Hilos 600 V	Tablero (STD-ACS T1) Tablero (STD-ACS T2) Tablero (STD-SSGSC) Tableros Residenciales
6	13,3	3x (6) +1x (6) +1x (8)	THNN 7 Hilos 600 V	Tablero (STD-SCI) Tablero (STD-CMP T1) Tablero (STD-SSGGR)
4	21,2	3x (4) +1x (4) +1x (6)	THNN 7 Hilos 600 V	Tablero (SSGG1) Tablero (SSGG2)

7.6.4. Protecciones

Cada protección está debidamente calculada con una selectividad y coordinación para cada área donde se encuentren las cargas, con la finalidad de proteger y dar seguridad a la instalación ante la presencia de cualquier falla eléctrica, los dispositivos de protección que se eligieron para este diseño cuentan con las siguientes características.

Tabla 27 Capacidad de protecciones secundarias.

Tablero Distribución Residencial (TDR)			Tableros Servicios Generales (SSGG1-2)		
Breaker	Voltaje (V) 1F,2F,3F	Tableros	Breaker	Voltaje (V) 1F, 2F,3F	Tableros
16 Amp	1P	Circuito luces	32 Amp	3P	STD-ACS
20 Amp	1P	Circuito Tomas	40 Amp	2P	STD-SSGGR
32 Amp	2P	Circuito cocinas	40 Amp	2P	STD-SSGSC
40 Amp	2P	Circuito Secadora	50 Amp	3P	STD-CMP
50 Amp	2P	Circuito calentador de agua	63 Amp	3P	STD-SCI

Tabla 28 Capacidad de protecciones Primarias.

Tablero General De Medidores (TGM)			Tablero General De Medidores (TDP)		
Breaker caja moldeada Schneider Electric	Voltaje (V)	Tableros	Breaker caja moldeada Schneider Electric	Voltaje (V)	Tableros
100 Amp	3P	TGM-SSGG1	630 Amp	3P	TDP
125 Amp	3P	TGM-SSGG2	630 Amp	3P	TDP
500 Amp	3P	TGM1			
500 Amp	3P	TGM2			

7.7. Análisis de costos

Con las características que presenta la edificación más un análisis exhaustivo de cada elemento que se utilizaría tanto para el diseño convencional como para el diseño con

blindobarras, se procede a presentar la diferencia de valor económico que representarían ambos sistemas la cual se encuentra detallado en el **Anexo 6**.

Tabla 29 Lista de precios Blindobarras vs cable eléctrico.

Sistema Eléctrico	\$ Valor Total
Cable Eléctrico	\$ 20.403,32
Blindobarras	\$ 23.589



Figura 29. Análisis económico.

Mediante esta perspectiva de estudio de ambos sistemas se llega a la conclusión que el mayor problema en un sistema eléctrico es la pérdida de potencia en los alimentadores principales, comúnmente ocasionado por grandes tendidos de líneas de alimentación pérdidas técnicas en transformadores y un conjunto de problemas asociadas a la misma. Siendo así que, mediante este análisis económico realizado se deduce que el sistema tradicional con cables vendría hacer mucho más beneficioso, pero con las características anteriormente estudiadas en los capítulos anteriores se llega a la conclusión que técnicamente el sistema resulta ser menos conveniente por razones de Instalación, eficiencia, y seguridad.

La blindobarra económicamente resulta ser costosa en comparación con el cable, pero la gran ventaja de este sistema se denota en sus características constructivas las cuales se prescriben a continuación:

- Seguridad
- Facilidad en la instalación
- Mejores veneficios técnicos
- Alto grado de eficiencia eléctrica

8. CONCLUSIONES

- En este trabajo técnico, se ha detallado los parámetros de diseño, así como las normas eléctricas para baja tensión para una correcta implementación de los sistemas estudiados. Con el propósito de establecer un sistemas más eficiente y seguro.
- Mediante el análisis matemático se ha demostrado que el sistema de distribución convencional con cables presenta un mayor porcentaje de caída de tensión mayores pérdidas de energía debido a su topología de diseño y a las características principales del conductor.
- Con el análisis económico realizado se puede apreciar que el sistema con blindobarras resulta ser más costoso en comparación con el sistema convencional Con la diferencia que la blindobarra presenta mejores parámetros eléctricos y técnicos, llegando a obtener grandes veneficios en tiempos de instalación, estética y seguridad gracias a sus características constructivas.
- En esta perspectiva y con las características de diseño presentadas en este trabajo se concluye que el sistema de distribución con cables tiene desventajas técnicas al momento de ser implementado desde lo estético hasta lo funcional, esto se debe al gran tamaño de las bandejas portacables y a la configuración del tendido de los alimentadores que resulta ser una opción desfavorable con respecto al otro sistema, ya que la instalación se la debe realizar por etapas lo cual ocasiona más tiempo de trabajo y un valor elevado en el costo por mano de obra.
- Con estos resultados obtenidos se puede decir que el sistema mediante blindobarras presenta mejores alternativas de distribución de energía eléctrica en baja tensión debido al sistema centralizado por el cual se transporta la energía.

8.1. Recomendaciones

- Establecer normas que proponga el correcto uso de la implementación del sistema de distribución con blindobarras para el área comercial, residencial e industrial en el Ecuador.
- Al momento de diseñar cualquier tipo de sistema de distribución eléctrica, ya sea convencional o con blindobarras se debe seguir los lineamientos técnicos

correspondientes para obtener un sistema eficiente y con menos pérdidas de energía.

8.2. Trabajos futuros

Bajo esta perspectiva de estudio se propone diseñar un sistema eléctrico soterrado implementando un sistema de distribución centralizado mediante el uso de la blindobarra que alimente un sistema de red radial para media tensión el cual distribuya energía a diferentes lugares, Con el objetivo de minimizar las pérdidas de energía y de tener un sistema más eficiente y seguro, donde se mejore el aspecto técnico, visual y estético del sistema.

8.3. Referencias

- [1] V. Orejuela, D. Arias, and A. Aguila, "Response of Residential Electricity Demand Against Price Signals in Ecuador," in *PROCEEDINGS of the 2015 IEEE Thirty Fifth Central American and Panama Convention*, 2015, no. Concapan XXXV, pp. 373–378. [Online]. Available: www.proceedings.com
- [2] E. M. García Torres, A. Águila, I. Isaac, J. W. González, and G. López, "Analysis of Voltage Profile to determine Energy Demand using Monte Carlo algorithms and Markov Chains (MCMC)," in *Power Engineering Conference (UPEC), 2016 51st International Universities*, 2016, no. Mcmc, pp. 1–6. doi: 10.1109/UPEC.2016.8114092.
- [3] A. A. Tellez, D. F. C. Galarza, and L. O. Matos, "Analysis of power losses in the asymmetric construction of electric distribution systems," *IEEE Latin America Transactions*, vol. 13, no. 7, pp. 2190–2194, 2015, doi: 10.1109/TLA.2015.7273776.
- [4] A. Aguila and J. Wilson, "Technical and Economic Assessment of the Implementation of Measures for Reducing Energy Losses in Distribution Systems," *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 73, no. 1, p. 012018, Jul. 2017, doi: 10.1088/1755-1315/73/1/012018.
- [5] J. Rivera, "Eficiencia eléctrica en alimentadores primarios de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.-Ecuador," p. 127p, 2013.
- [6] A. A. Téllez, A. Robayo, I. Isaac, G. López, and J. González, "Optimal sizing of distribution transformers using exhaustive search algorithm," *2019 FISE-IEEE/CIGRE Conference - Living the energy Transition (FISE/CIGRE)*, 2019, doi: 10.1109/FISECIGRE48012.2019.8984965.
- [7] R. Pérez, R. Rodrigues, and A. Aguila, "Analysis and Simulation of Ferroresonance in Power Transformers using Simulink," *IEEE latin american transactions*, vol. 16, no. 2, pp. 460–466, 2018, doi: 10.1109/TLA.2018.8327400.
- [8] M. Eric, "Cálculo y diseño de una instalación eléctrica en baja tensión para edificio aplicando electrobarras.," *Tesis grado,UCSG , Guayaquil*, pp. 1–125, 2014.
- [9] S. M. Medina and A. Aguila, "Óptima Compensación de Potencia Reactiva en Redes de Distribución Radiales considerando periodo de diseño Optimal Compensation of Reactive Power in Radial Distribution Networks considering

- design period,” *2019 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS)*, pp. 108–115, 2019, doi: 10.1109/INCISCOS49368.2019.00026.
- [10] A. Aguila Téllez, “OPTIMIZACIÓN MULTICRITERIO DE FLUJOS DE POTENCIA REACTIVA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN,” *Tesis de Doctorado*, vol. 2021-06–15, p. 105 páginas, 2021, doi: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/8699>.
- [11] A. Águila Téllez, G. López, I. Isaac, and J. W. González, “Optimal reactive power compensation in electrical distribution systems with distributed resources. Review,” *Heliyon*, vol. 4, no. 8, p. e00746, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.heliyon.2018.e00746.
- [12] J. D. Juárez Cervantes, *Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica*, vol. 52, no. 1. 2002.
- [13] A. Casado, “Dimensionamiento de la instalación eléctrica de un edificio de oficinas y almacén de productos farmacéuticos,” p. 206, 2012.
- [14] D. H. Cárdenas Villacrés, C. F. Chávez Córdova, and N. R. Layedra Quinteros, “Estabilidad de Voltaje en Redes de Distribución Eléctrica Monofásicas de Medio Voltaje, Aplicando Reguladores Quick Drive Tap en Estado Estable,” *Ingenio*, vol. 4, no. 1, pp. 17–26, 2021, doi: 10.29166/ingenio.v4i1.3067.
- [15] C. Garrido, A. Aguila Téllez, and L. Ortiz, “Linear Voltage Stability Indicator (LVSI) for Optimal Placement of SVC Devices to Improve the Voltage Stability Margin in Transmission Systems,” *Electronics (Switzerland)*, vol. 12, no. 1, p. 26, 2023, doi: 10.3390/electronics12010043.
- [16] F. A. Castillo Munoz, A. Aguila Tellez, and J. W. Gonzalez Sanchez, “Analysis of Stability of Tension and Losses of Electric Power in Distribution Networks with Distributed Generation,” *IEEE Latin America Transactions*, vol. 14, no. 11, pp. 4491–4498, 2016, doi: 10.1109/TLA.2016.7795819.
- [17] J. Astorga, “Statistical analysis of the voltage drop in a low voltage electrical system,” *Ingeniería Energética*, vol. XXXIV, no. 2, pp. 151–162, 2013.
- [18] M. Barrena, “Estudio de la aplicación de blindobarras en edificios no industriales Autor:,” *Tesis de grado, Universidad de sevilla*, 2020.
- [19] R. Solano, “Modelo de una normativa para el uso de electrobarras como sistema de distribución de energía eléctrica en edificios corporativos y de vivienda,” *Tesis de grado, UPS, Quito*, pp. 1–100, 2015.

- [20] J. Patal, “Diseño y análisis comparativo técnico y económico en la distribución de energía eléctrica de baja tensión, con el sistema ducto barra versus el sistema convencional en el proyecto avia,” *Universidad de San Carlos de Guatemala*, vol. 4, pp. 1–75, 2016.
- [21] J. Lamadrid, “Dimencionamiento de los alimentadores principales de la red de distribución en baja tensión para el edificio Cavenecia Lima, mediante el uso de ductobarras.,” *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, p. 92, 2019.
- [22] H. Ramon, “Mejoramiento del sistema de distribución de energía utilizando Ducto Barras en las instalaciones eléctricas del museo nacional de Aroueología del Perú en el distrito de Lurín Lima.,” *Universidad Nacional Del Centro Del Centro De Posgrado*, pp. 1–60, 2014.
- [23] MERNNR, “Plan Maestro de Electricidad 2019-2027,” *MERNNR Ministerio de Energía y Recursos No Renovables* Ministerio de Energía y Recursos No Renovables, p. 390, 2019.
- [24] J. Yadaicela, “Estudio Técnico- Economico sobre la implementación de generación distribuida en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano,” *Syria Studies*, vol. 7, no. 1, pp. 37–72, 2015.
- [25] L. R. Román Loaiza, “Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tensión para un edificio,” 2018.
- [26] M. Iza, M. Franklin, C. Parra, and et all, “Norma Ecuatoriana de la Construcción: Instalaciones Eléctricas,” *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*, p. 25, 2018.
- [27] C. Vergara, “Diseño de instalaciones eléctricas en la planta industrial Racks del Pacífico,” 2013.
- [28] K. Prado and N. Yonathan, “Diseño de redes de distribución eléctrica de media y baja tensión para la normalización del barrio el Piñoncito de campo de la crruz,” *trabajo de grado*, pp. 1–94, 2012.
- [29] D. Flores, “Diseño de una red de distribución eléctrica en media, baja tensión y sistema de alumbrado público para la cabecera parroquial de guayusa en el cantón francisco de orellana.”.
- [30] CONELEC, “Regulación 004/01-Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución,” *Consejo Nacional de Electricidad CONELEC*, vol. 1. pp. 1–25, 2016.
- [31] E. Gonzales, J. Morante, and W. Vicuña, “Estudio De Un Sistema De Distribución Y Acometidas En Baja Tensión,” pp. 1–249, 2015.

- [32] NEC, “Código Eléctrico Nacional,” p. 1470, 2015.
- [33] INEN, “NTE INEN 2486: Sistema De Bandejas Metálicas Portacables, Electro-Canales O Canaletas. Requisitos,” *Inen*, pp. 1–46, 2015.
- [34] V. Escobar, “Diseño e implementación del sistema de cableado eléctrico y control de carga de las baterías para un prototipo de auto eléctrico.,” *Tesis de grado,UTA,Ambato*, vol. 8, no. 5, p. 55, 2019.
- [35] A. Rodríguez, “Instrumentos para tableros,” *Diciembre*, p. 4, 2012.
- [36] E. Godoy, “Análisis de la red de puesta a tierra en base a la norma IEEE STD 80-2000 y coordinación de mantenimiento en la subestación de Guatemala Sur,” *Universidad de San Carlos de Guatemala*, vol. 4, pp. 1–75, 2016.
- [37] S. Sinchi and F. Mauricio, “Diseño y determinación de sistemas de puesta a tierra mediante pruebas de campo con elementos comunes utilizados en la región, incluyendo gem y electrodo químico.,” *Tesis de grado, UPS, Cuenca*, 2017.
- [38] B. by Cedal, “Sistema de distribución blindobarras,” pp. 1–19, 2023.
- [39] S. A. E.S.P., “Normas y especificaciones técnicas,” *normas y diseño y construcción*, 2017.
- [40] U. N&E, “Norma Técnica Ra8-019: Sistema De Electrobarras Para Medida Descentralizada,” pp. 1–54, 2015.
- [41] Gerencia/CET, “Norma Técnica Ra8-017 Especificaciones Técnicas Para Medida Descentralizada”.
- [42] J. Valle, “Análisis de los parámetros eléctricos de la red subterránea de distribución a 13,8 KVA,” *tesis de grado,UTC*, pp. 1–99, 2016.
- [43] J. Barroso, S. Abata, P. Asanza, and M. Chimarro, “Normas Para Sistemas De Distribución Parte A - Guía Para Diseño De Redes Para Distribución,” p. 194, 2021.

8.4. Tablas de anexos

Anexo 1 Factor M y Factor N para cálculo de DD usuarios residenciales.

Nro. de Usuario	Factor M
1-4	(Nota 1)
5	9,49
6	10,80
7	12,10
8	13,50
9	14,80
10	16,10
11	17,40
12	18,70
13	20,10
14	21,40
15	22,70
16	24
17	25,30
18	26,60
19	27,80
20	29,20
21	30,40
22	31,70
23	32,80
24	33,90
25	34,90
26	36
27	37,20
28	38,90
29	39,50
30	40,70
31	41,91
32	43,10
33	44,30
34	45,40
35	46,60
36	47,70
37	48,90
38	50
39	51,25
40	52,30
41	53,4
42	54,5
43	55,4
44	56,7
45	57,9
46	59
47	60,2
48	61,4
49	62,4

Factor N (2)	
Categoría	Factor N
E	0,348
D	0,497
C	0,784
B	1,057
A	1,45
A1	2,44

Fuente: Normas Para Sistemas De Distribución Parte A p. 194, 2021

Anexo 2 Capacidad de corriente permisible en conductores 60 °C a 90 °C

Sección transversal	TEMPERATURA NOMINAL DEL CONDUCTOR			CALIBRE
	60° C	75° C	90° C	
	Tipo STW, UF	Tipo FEPW, RH, RHW THHW, THW, THWN XHHW, USE, ZW	Tipo TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI RHH, RHW-2, THHN THHW, THW-2, THWN-2 USE-E, XHH, XHHW XHHW-2, ZW-2	
mm2	COBRE			AWG O KCMILS
0,82			14	18
1,31			18	16
2,08	20	20	25	14
3,3	25	25	30	12
5,25	30	35	40	10
8,36	40	50	55	8
13,29	55	65	75	6
21,14	70	85	95	4
26,66	85	100	110	3
33,62	95	115	130	2
42,2	110	130	150	1
53,5	125	150	170	1/0
67,44	145	175	195	2/0
85,02	165	200	225	3/0
107,21	195	230	260	4/0
126,67	215	255	290	250
	FACTORES DE CORRECCIÓN			
T ambiente En °C	Para temperaturas ambiente distintas a 30 ° C multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor			
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	

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC,2018).

Anexo 3 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos.

Capacidad nominal de la acometida o del alimentador (A)	Cobre (AWG O Kcmil)	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
100	4	2
110	3	1
125	2	1/0
150	1	2/0
175	1/0	3/0
200	2/0	4/0
225	3/0	250
250	4/0	300
300	250	350
350	350	500
400	400	600

Fuente: Código Eléctrico Nacional, Artículo 90.

Anexo 4 Valor de Resistencia y reactancia para el calculo de caida de tensión en conductores eléctricos.

Valor de Resistencia y Reactancia Para Cálculo De Caídas De Tensión						
CALIBRE DEL CONDUCTOR		REACTANCIA [Ohms]		RESISTENCIA PARA CONDUCTORES DE COBRE [Ohms]		
AWG/MCM	mm2	ALUMINIO	ACERO	PVC	ALUMINIO	ACERO
14	2,08	0,19	0,24	10,2	10,2	10,2
12	3,31	0,177	0,223	6,6	6,6	6,6
10	5,26	0,164	0,207	3,9	3,9	3,9
8	8,37	0,171	0,213	2,56	2,56	2,56
6	13,3	0,167	0,21	1,61	1,61	1,61
4	21,2	0,157	0,197	1,02	1,02	1,02
2	33,6	0,148	0,187	0,62	0,66	0,66
1/0	53,49	0,144	0,18	0,39	0,43	0,39
2/0	67,43	0,141	0,177	0,33	0,33	0,33
3/0	85,01	0,138	0,171	0,253	0,269	0,259
4/0	107,2	0,135	0,167	0,203	0,22	0,207
250	127	0,135	0,171	0,171	0,187	0,177
300	152	0,135	0,167	0,144	0,161	0,148
350	177	0,131	0,164	0,125	0,141	0,128
400	203	0,131	0,161	0,108	0,125	0,115
500	253	0,128	0,157	0,089	0,105	0,095
600	304	0,128	0,157	0,075	0,092	0,082
750	380	0,125	0,157	0,062	0,079	0,069
1000	507	0,121	0,151	0,049	0,062	0,059

Anexo 5 Valores de resistencia, reactancia y factor K para el cálculo de la caída de tensión en blindobarras.

3F + N + Tierra independiente (aislada)						1000 V
Corriente	Conductores por fase	Resistencia AC	Resistencia Reactiva	Impedancia	Caída de tensión por metro a plena carga FP=0,8	Caída de tensión por metro a plena carga FP=0,9
(A)		($\mu \Omega / m$)	($\mu \Omega / m$)	($\mu \Omega / m$)	(V/m)	(V/m)
550	1 x Fase	101,93	15,45	103,10	0,087	0,094

8.5. Anexos precios

Anexo 6 Lista de precios bandejas porta cables.

PARQUEADEROS	SUBSUELO T1 T2	Bandeja Portacables Tipo Ducto		
Descripción	Cantidad	UNIDAD	P UNIT.	P TOTAL.
Ducto tipo clip, base Troquelada. Tramo recto de 150 mm de ancho x 85 mm de alto. Longitud 3 metros. Lámina galvanizada	12	Und.	24,33	291,96
Tapa para tramo recto. 150 mm de ancho. Longitud 3 metros Lámina galvanizada	12	und.	16,46	197,52
Curva horizontal 90° para ducto tipo clip, 150 mm de ancho x 85 mm de alto. Lámina galvanizada	4	und.	15,16	60,64
Tapa para curva horizontal 90°. 300 mm de ancho. Lámina galvanizada	4	und.	8,35	33,4
Tee horizontal para ducto tipo clip. 150 mm de ancho x 85 mm de alto. Lámina galvanizada	1	und.	20,52	20,52
Tapa para tee horizontal. 150 mm de ancho. Lámina galvanizada	1	und.	10,9	10,9
Reducción simétrica tipo clip de 150 mm a 100 mm de ancho x 85 mm. Lámina galvanizada	1	und.	14,94	14,94
Tapa para reducción simétrica de 150 mm a 100 mm de ancho. Lámina galvanizada -	1	und.	6,68	6,68
Ducto tipo clip, base Troquelada. Tramo recto de 200 mm de ancho x 85 mm de alto. Longitud 3 metros. Lámina galvanizada	17	und.	28,33	481,61
Tapa para tramo recto. 200 mm de ancho. Longitud 3 metros Lámina galvanizada	17	und.	16,46	279,82
Curva horizontal 90° para ducto tipo clip, 200 mm de ancho x 85 mm de alto. Lámina galvanizada	2	und.	16,16	32,32
Tapa para curva horizontal 90°. 200 mm de ancho. Lámina galvanizada	2	und.	8,35	16,7
Tee horizontal para ducto tipo clip. 200 mm de ancho x 85 mm de alto. Lámina galvanizada	1	und.	21,52	21,52
Tapa para tee horizontal. 200 mm de ancho. Lámina galvanizada	1	und.	11,9	11,9
Reducción simétrica tipo clip de 200 mm a 100 mm de ancho x 85 mm. Lámina galvanizada	1	und.	16,94	16,94
Tapa para reducción simétrica de 200 mm a 100 mm de ancho. Lámina galvanizada -	1	und.	8,68	8,68
Ducto tipo clip, base troquelada. Tramo recto de 100 mm de ancho x 85 mm de alto. Longitud 3 metros. Lámina galvanizada. -	6	und.	21,63	129,78
Tapa para tramo recto. 100 mm de ancho. Longitud 3 metros. 6 11,41 68,46 Lámina galvanizada	6	und.	11,41	68,46
Varilla roscada de 3/8". Longitud 3 metros. Galvanizado electrolítico	70	und.	3,84	268,8
Tuerca hexagonal de 3/8". Galvanizado electrolítico	200	und.	0,07	14
Arandela cuadrada liviana para perno de 3/8". Galvanizado electrolítico	200	und.	0,33	66
Arandela redonda para perno de 3/8". Galvanizado electrolítico	200	und.	0,06	12
Taco expansivo de 3/8". Galvanizado electrolítico	200	und.	0,49	98
Canal estructural troquelado C09. 1 5/8" de ancho x 15/16" de alto. Liviano. Longitud 3 metros. Lámina Galvanizada	15	und.	7,05	105,75
			TOTAL	2.268,84

Anexo 7 Lista de precios Cables Eléctricos.

TSSGG1-TSSGG2-TDR	T1 T2	Cables Eléctricos		
Descripción	Cantidad	Unidad	Valor unit.	Subtotal
Cable Cobre THHN #8 AWG 7 hilos, 600v, Color Negro 8,36 mm2	200	m	1,80	360,00
Cable Cobre THHN 8 AWG 7 hilos, 600v, Color Blanco 8,36 mm2	100	m	1,80	180,00
Cable Cobre THHN #6 AWG 7 hilos, 600v, Color Negro 13,29 mm2	2.578	m	2,89	7.450,42
Cable Cobre THHN #6 AWG 7 hilos, 600v, Color Blanco 13,39 mm2	1.300	m	2,89	3.757,00
Cable Cobre THHN #4 AWG Centelflex 0.6/1kv Xlpe/pvc Color Negro	88	m	3,68	323,84
Cable Superflex #4/0 AWG Xlpe 90 c 1kv	50	m	15,57	778,5
Cable Superflex 250 MCM 1kv	160	m	19,61	3.137,60
Cable Cu Desnudo #8 AWG 7 Hilos 3,69 mm2	460	m	1,68	772,8
Cable Cu Desnudo #6 AWG 7 Hilos 4,65 mm2	120	m	1,68	201,6
Cable Cu Desnudo #1/0 AWG 7 Hilos 4,65 mm2	64	m	6,77	433,28
			TOTAL	17.395,04

Anexo 8 Lista de precios Blindobarras.

INSTALACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL	SUBSUELO T1	BLINDOBARRAS 3F+N+Tierra Independiente Aislada Grado de protección IP66/68		
Descripción	Cantidad	UNIDAD	P UNIT.	P TOTAL.
Conector a tablero 550 A 3F+N+T	1	und.	284	284
Tramo recto 550 A 3F+N+T L=3,2 m	13	Und	262	3.406
Tramo recto 550 A 3F+N+T L=60 cm	4	Und	60	240
Curva Flatwise 550 A	5	Und	119	595
Joint 550 A	21	Und	196	4.116
Derivación 160 A	5	Und	70	350
Caja de derivación 160 A	5	Und	311	1.555
Soportes verticales	8	und	85	680
INSTALACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL	SUBSUELO T2	BLINDOBARRAS 3F+N+Tierra Independiente Aislada Grado de protección IP66/68		
Descripción	Cantidad	UNIDAD	P UNIT.	P TOTAL.
Conector a tablero 550 A 3F+N+T	1	Und	284	284
Tramo recto 550 A 3F+N+T L=3,2 m	19	Und	262	4.978
Tramo recto 550 A 3F+N+T L=60 cm	2	Und	60	120
Curva Flatwise 550 A	4	Und	119	476
Joint 550 A	20	Und	196	3.920
Derivación 160 A	5	Und	70	350
Caja de derivación 160 A	5	Und	311	1.555
Soportes verticales	8	und	85	680
			TOTAL	23.589

8.6. Anexos cálculos

Anexo 9 Demanda de diseño servicios generales.

DEMANDA DE DISEÑO SERVICIOS GENERALES						
					FECHA:	29/03/2023
NOMBRE DEL PROYECTO		DIGARDA				
UBICACIÓN		SECTOR CUMBAYA				
USUARIO TIPO		RESIDENCIAL				
Ítem	TABLERO PRINCIPAL STD-SSGG1		DD(KVA)	Descripción	C _{Inst} (W)	DMU (W)
1	SBS T1 (STD-SSGG1)		8,05	STD-SSGG1	11400	6840
2	SBS T1 (STD-SSGSC)		2,83	STD-SSGGR	4006,8	2404,08
3	SBS T1 (TDR-CMP)		9,47	TDR-CMP	13409	8045,4
4	SBS T1 (TDR-ASC)		4,26	TDR-ASC	6035	3621
Total			24,60		34850,8	20910,48
5	TABLERO PRINCIPAL STD-SSGG2					
6	SBS T2 - N2 (STD-SSGG2)		8,05	STD-SSGG2	11400	6840
7	SBS T2 - N2 (TDR-SCI)		8,99	TDR-SCI	12730	7638
8	SBS T2 - N2 (STD-SSGGR)		4,73	STD-SC	6700	4020
9	SBS T2 - N2 (TDR-ASC)		4,26	TDR-ASC	6035	3621
Total			26,02		36865	22119
TOTAL					71715,8	43029
FACTOR DE DEMANDA = 0,6 FACTOR DE POTENCIA (FP) = 0,85 DMD (KVA) = 50,62 N _{usuarios} = 1 F _{diversidad} = 1 DD _{CR} (KVA) = 51						

Anexo 10 Estudio de carga y demanda.

ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA												
		FECHA: 29/03/2023										
NOMBRE DEL PROYECTO	DIGARDA											
UBICACIÓN	SECTOR CUMBAYA											
USUARIO TIPO	RESIDENCIAL											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>N° USUARIOS: 24</p> <p>DMD CI 150</p> <p>FP: 0,95</p> <p>DPR: 5,393376</p> </div> <div style="width: 40%; text-align: center;"> $DD = \frac{DMD_{CI} + D_{AP} + D_{PR}}{F_{potencia}}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-top: 10px;"> DD = 163 KVA </div> </div> </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">DD DIGARDA</th> <th style="width: 40%;">DEMANDA (KVA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DD DEPARTAMENTOS</td> <td>163</td> </tr> <tr> <td>DD SERVICIOS GENERALES</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>TOTAL, KVA</td> <td>214</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 30%;"> <p>DEMANDA TOTAL</p> </div> <div style="width: 60%; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 214 KVA </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 30%;"> <p>TRANSFORMADOR</p> </div> <div style="width: 60%; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 250 KVA </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>INTENSIDAD NOMINAL</p> </div> <div style="width: 60%; text-align: center;"> <p>660,71 A</p> </div> </div>			DD DIGARDA	DEMANDA (KVA)	DD DEPARTAMENTOS	163	DD SERVICIOS GENERALES	51			TOTAL, KVA	214
DD DIGARDA	DEMANDA (KVA)											
DD DEPARTAMENTOS	163											
DD SERVICIOS GENERALES	51											
TOTAL, KVA	214											

Anexo 11 Caída de tensión tableros primarios

DETERMINACIÓN DE LA CAIDA DE TENSIÓN TABLEROS PRIMARIOS TDP																	
Numero de Fases	Conductor por fase	Tensión de Operación 3F	Tensión de Operación 1 F	IC 125%	ρ Ω/m	R Calibre 6	R Calibre 4	R Calibre 4/0	R Calibre 250			FA	FT	T	T		
3	1	220	127	1,25	1,72E-08	0,0517	0,0081	0,0048	0,0065			1	1	60 ° C	75 ° C		
Ubicación	Descripción	DD (KVA)	FP (COS θ)	In (A)	I x tramo (A)	L (m)	Calibre (AWG; MCM)	Sección (mm ²)	R (ohm/Km)	X (ohm/Km)	Caída de tensión $\Delta V\%$	Pérdidas (kW)	Pérdidas Total (kwh)	DD Total (KVA)	In (A)	IC TOTAL (A)	Protección TDP
											3,286						
T1	TDR -T1	6,5	0,85	25,053	31,316	40	6	13,3	1,61	0,21	1,315	0,06					
SBST1	TGM - 1	90,20	0,85	278,50	354,45	30	4/0	107,02	0,207	0,167	1,97	1,12	43,615	114,80	354,45	443,06	3F- 500 A 3x (4/0) +1x (4/0)+1(1/0)
SBST1	STD-SSGG1	24,60	0,85	75,95	75,95	10	4	21,2	1,02	0,197	0,56	0,14					
											3,539						
T2	TDR -T1	6,5	0,85	25,053	31,316	40	6	13,3	1,61	0,21	1,315	0,06					
SBST2 - N2	TGM - 2	90,20	0,85	278,50	359	48	250	127	0,177	0,171	2,22	1,51	60,27	116,23	358,84	448,55	3F- 500 A 3x (250) +1x(250)+1(1/0)
SBST2 - N2	STD-SSGG2	26,02	0,85	80,34	80	10	4	21,2	1,02	0,197	0,59	0,16					

Anexo 12 Caída de tensión tableros secundarios

DETERMINACIÓN DE LA CAIDA DE TENSIÓN TABLEROS SECUNDARIOS													
Numero de Fases	Conductor por fase	Tensión de Operación 3F	Tensión de Operación 1 F	IC 125%	FA	FT	ρ	R Calibre 8	R Calibre 6				
3	1	220	127	1,25	1	1	0,01724	0,06797	0,0285	0,047	0,03889	0,0194	
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	P	FP	In	IC	Longitud	Calibre	Sección	R(ohm/Km)	X(ohm/Km)	Caída de tensión	Pérdidas	PROTECCIÓN
		(W)	(COS θ)	(A)	(A)	(m)	(AWG; MCM)	[mm ²]	(Ohm)	(Ohm/Km)	$\Delta V\%$	(kW)	
SBS T1	STD-SSGSC	4006,8	0,85	15,48	19,35	33	8	8,37	2,56	0,171	1,30	0,033	2F -32 A
SBS T1	TDR-CMP	13409	0,85	41,40	51,75	22	6	13,3	1,61	0,21	1,29	0,15	3F -63 A
SBS T1	TDR-ASC	6035	0,85	18,63	23,29	36	6	13,3	1,61	0,21	0,95	0,048	3F -32 A
SBS T2 - N2	STD-SSGGR	6700	0,85	25,89	32,36	30	6	13,3	1,61	0,21	1,27	0,052	2F -40 A
SBS T2 - N2	TDR-SCI	12730	0,85	39,30	49,13	15	6	13,3	1,61	0,21	0,56	0,09	3F -63 A
SBS T2 - N2	TDR-ASC	6035	0,85	18,63	23,29	36	6	13,3	1,61	0,21	0,95	0,048	3F- 32 A

Anexo 13 Caída de tensión T1.

CAIDA DE TENSIÓN BLINDOBARRA T1														
ELECTRODUCTO DE ALUMINIO 550 A		Numero de Fases	Conductor por fase	Tensión de Operación 3F	Tensión de Operación 1 F	IC 125%	b	R	3F+N+TIERRA INDEPENDIENTE					
		3	1	220	127	1,25	1	0,00010193						
Ubicación	Descripción	DD (KVA)	FP (COSE θ)	In (A)	In x Tramo (A)	Longitud (m)	Factor K (V/m)	I Barra (A)	Caída de tensión (V)	$\Delta V\%$	$\Delta V\%$ de todo el ramal	PÉRDIDAS (KW)	PERDIDA TOTAL (KWh)	
SBS T1	TSG1	18,1	0,85	55,88	407,85	30	0,087	550	1,935	0,87974095	0,88	0,6366	2,22	
PISO 2	TGM - 1	39,38	0,85	121,6	351,97	8	0,087	550	0,445	0,20245356	1,08	4,5206		
PISO 5	TGM - 2	39,38	0,85	121,6	230,38	9	0,087	550	0,328	0,14908071	1,23	4,5206		
PISO7	TGM - 3	28,74	0,85	88,7	108,79	6	0,087	550	0,103	0,04693411	1,28	2,4072		
PISO 8	TSG2	6,50	0,85	20,07	20,07	6	0,087	550	0,019	0,00865757	1,29	0,0821		

Anexo 14 Caída de tensión T2.

CAIDA DE TENSIÓN BLINDOBARRA T2													
ELECTRODUCTO DE ALUMINIO 550 A		Numero de Fases	Conductor por fase	Tensión de Operación 3F	Tensión de Operación 1 F	IC 125%	b	R	3F+N+TIERRA INDEPENDIENTE				
		3	1	220	127	1,25	1	0,00010193					
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	DD (KVA)	FP (COSØ)	In (A)	In x Tramo (A)	Longitud (m)	Factor K (V/m)	I Barra (A)	Caída de tensión (V)	$\Delta v\%$	$\Delta V\%$ Acumulada	PÉRDIDAS (KW)	PERDIDA TOTAL (KWh)
SBS T2	TSG1	20	0,85	61,75	412,23	48	0,087	550	3,130	1,42271629	1,42	0,7773	2,22
PISO 2	TGM - 1	39,38	0,85	121,6	350,48	8	0,087	550	0,444	0,20160113	1,62	4,5206	
PISO 5	TGM - 2	39,38	0,85	121,6	228,90	9	0,087	550	0,326	0,14812172	1,77	4,5206	
PISO7	TGM - 3	28,74	0,85	88,7	107,31	6	0,087	550	0,102	0,04629478	1,82	2,4072	
PISO 8	TSG2	6,02	0,85	18,6	18,59	6	0,087	550	0,018	0,00801825	1,83	0,0704	

Anexo 15 Estudio de Carga y demanda servicios generales (STD-SSGG1) T1.

				ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA					FECHA: 29/03/2023				
NOMBRE DEL PROYECTO		DIGARDA		COS Φ	220	0,85	S bifásico Trifásico		Tablero	3F - 24 P			
LOCALIZACION		SBS T1			120	0,92	S monofásico		Alimentador	3x (4) F+1x(4) N+1x(6) T			
AREA		TORRE 1										Protección	
Ubicación	ESTUDIO DE CARGA TORRE 1			C _{Inst} (W TOTAL)	FF _{uso} (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	INTENSIDAD AL 125%	PROTECCIÓN	CONDUCTORES		
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13		
Torre 1	Luces hall edificio	24	100	2400	100	2400	60	1440	27,17	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG		
Torre1	Luces terraza	8	40	320	100	320	60	192	3,62	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG		
torre 1	Luces gradas de emergencia	20	40	800	100	800	60	480	9,06	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG		
Torre 1	Luces ductos	8	40	320	100	320	60	192	3,62	1P-26 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG		
torre1	Tomas ducto	8	200	1600	100	1600	60	960	18,12	1P-20 A	1X12AWG+1X12AWG+1X14AWG		
Subsuelo 1	Luces Bodegas	24	40	960	100	960	60	576	10,87	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG		
Subsuelo 1	Luces subsuelo T1	50	100	5000	100	5000	60	3000	56,61	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG		
									STD-SSGG1				
TOTALES			560	11400		11400		6840	31,06				
<p>FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA = $\frac{5}{0,8} = 6,25$</p> <p>FDM= FACTOR DE DEMANDA = $\frac{6840}{11400} = 0,60$</p> <p>DMU (kVA)= 8,05</p> <p>N= 1</p> <p>FD= 1</p> <p>DD (kVA)= 8,05</p>													

Anexo 16 Estudio de Carga y demanda servicios generales (STD-SSGG2) T2.

		ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA							FECHA: 29/03/2023			
NOMBRE DEL PROYECTO		DIGARDA		COS Φ	220	0,85	S monofásico		Tablero 3F -24P			
LOCALIZACION		SBS T2 - N2			120	0,92	S bifásico Trifásico		Alimentador 3x (4) F+1x(4) N+1x(6) T			
AREA		TORRE 2							Protección			
Ubicación	ESTUDIO DE CARGA TORRE 2			C _{Inst} (W TOTAL)	FF _{uso} (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	INTENSIDAD AL 125%	PROTECCIÓN	CONDUCTORES	
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	
Torre 2	Luces Hall edificio	24	100	2400	100	2400	60	1440	27,17	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
Torre 2	Luces terraza	8	40	320	100	320	60	192	3,62	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
Torre 2	Luces gradas de emergencia	20	40	800	100	800	60	480	9,06	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
Torre 2	Luces ductos	8	40	320	100	320	60	192	3,62	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
Torre 2	Tomas ducto	8	200	1600	100	1600	60	960	18,12	1P-20 A	1X12AWG+1X12AWG+1X14AWG	
Subsuelo 1 - N2	Luces Bodegas T2	24	40	960	100	960	60	576	10,87	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
Subsuelo 1 - N2	Luces subsuelo T2	50	100	5000	100	5000	60	3000	56,61	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
									STD-SSGG2			
TOTALES			560	11400		11400		6840	31,06			
<p>FACTOR DE POTENCIA</p> <p>= 0,85 FDM= FACTOR DE DEMANDA $\frac{6840}{11400} = 0,60$</p> <p>DMU (kVA) = 8,05</p> <p>N = 1</p> <p>FD = 1</p> <p>DD (kVA) = 8,05</p>												

Anexo 17 Estudio de Carga y demanda área salón comunal (STD-SSGSC) T1, T2.

ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA				FECHA: 29/03/2023							
NOMBRE DEL PROYECTO	DIGARDA	COS Φ	220	0,85	S monofásico	Tablero	2F -6P				
LOCALIZACION	SBS T2 - N2		120	0,92	S bifásico Trifásico	Alimentador	2x (8) F+1x(8) N+1x(8) T				
AREA	TORRE 2					Protección					
Ubicación	ESTUDIO DE CARGA AREA COMUNAL			C _{Inst} (W TOTAL)	FF _{uso} (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	INTENSIDAD AL 125%	PROTECCIÓN	CONDUCTORES
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13
Conjunto	Luces entrada	12	100	1200	100	1200	60	720	13,59	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG
Conjunto	Bomba de Agua	1	2238	2238	60	1342,8	60	805,68	8,98	2P-32 A	1X10AWG+1X10AWG+1X12AWG
Conjunto	Tablero de control	1	440	440	60	264	60	158,4	2,99	1P-20 A	
	Tomas puerta eléctrica	2	200	400	100	400	60	240	4,53	1P-20 A	1X12AWG+1X12AWG+1X14AWG
	Tomas equipos	4	200	800	100	800	60	480	9,06	1P-20 A	1X12AWG+1X12AWG+1X14AWG
									STD-SSGSC		
TOTALES			3178	5078		4006,8		2404,08	10,92		
<p>FACTOR DE POTENCIA = 0,85 FDM= FACTOR DE DEMANDA $\frac{2404,08}{4006,8} = 0,60$</p> <p>DMU (kVA) = 2,83</p> <p>N = 1</p> <p>FD = 1</p> <p>DD (kVA) = 2,83</p>											

Anexo 18 Estudio de Carga y demanda área de guardianía (STD-SSGGR).

ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA				FECHA: 29/03/2023								
NOMBRE DEL PROYECTO	DIGARDA			COS ϕ	220	0,85	S bifásico Trifásico		Tablero	2F -16 P		
LOCALIZACIÓN	SBS T1				120	0,92	S monofásico		Alimentador	3x (6) F+1x(6) N+1x(8)T		
AREA	AREA VERDE T1-T2								Protección			
Ubicación	ESTUDIO DE CARGA AREA VERDE			C _{Inst} (W TOTAL)	FF _{uso} (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	INTENSIDAD AL 125%	PROTECCIÓN	CONDUCTORES	
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	
Área verde	Luces Jardinera	15	100	1500	100	1500	60	900	16,98	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
Área verde	luces Entrada T1 T2	15	100	1500	100	1500	60	900	16,98	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
Área verde	Luces exteriores T1 T2	20	100	2000	100	2000	60	1200	22,64	1P-16 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
Entrada	luces Guardianía	5	100	500	100	500	60	300	5,66	1P-26 A	1X14AWG+1X14AWG+1X14AWG	
Entrada	Tomas Guardianía	4	200	800	100	800	60	480	9,06	1P-20 A	1X12AWG+1X12AWG+1X14AWG	
Entrada	Tomas puertas electricas	2	200	400	100	400	60	240	4,53	1P-20 A	1X12AWG+1X12AWG+1X14AWG	
									STD-SSGGR			
TOTALES			800	6700		6700		4020	18,25			
<p>FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA = 0,85</p> <p>FDM= FACTOR DE DEMANDA $\frac{4020}{6700} = 0,60$</p> <p>DMU (kVA)= 4,73</p> <p>N= 1</p> <p>FD= 1</p> <p>DD (kVA)= 4,73</p>												

Anexo 19 Estudio de Carga y demanda cuarto de máquinas de piscina (TDR-CMP).

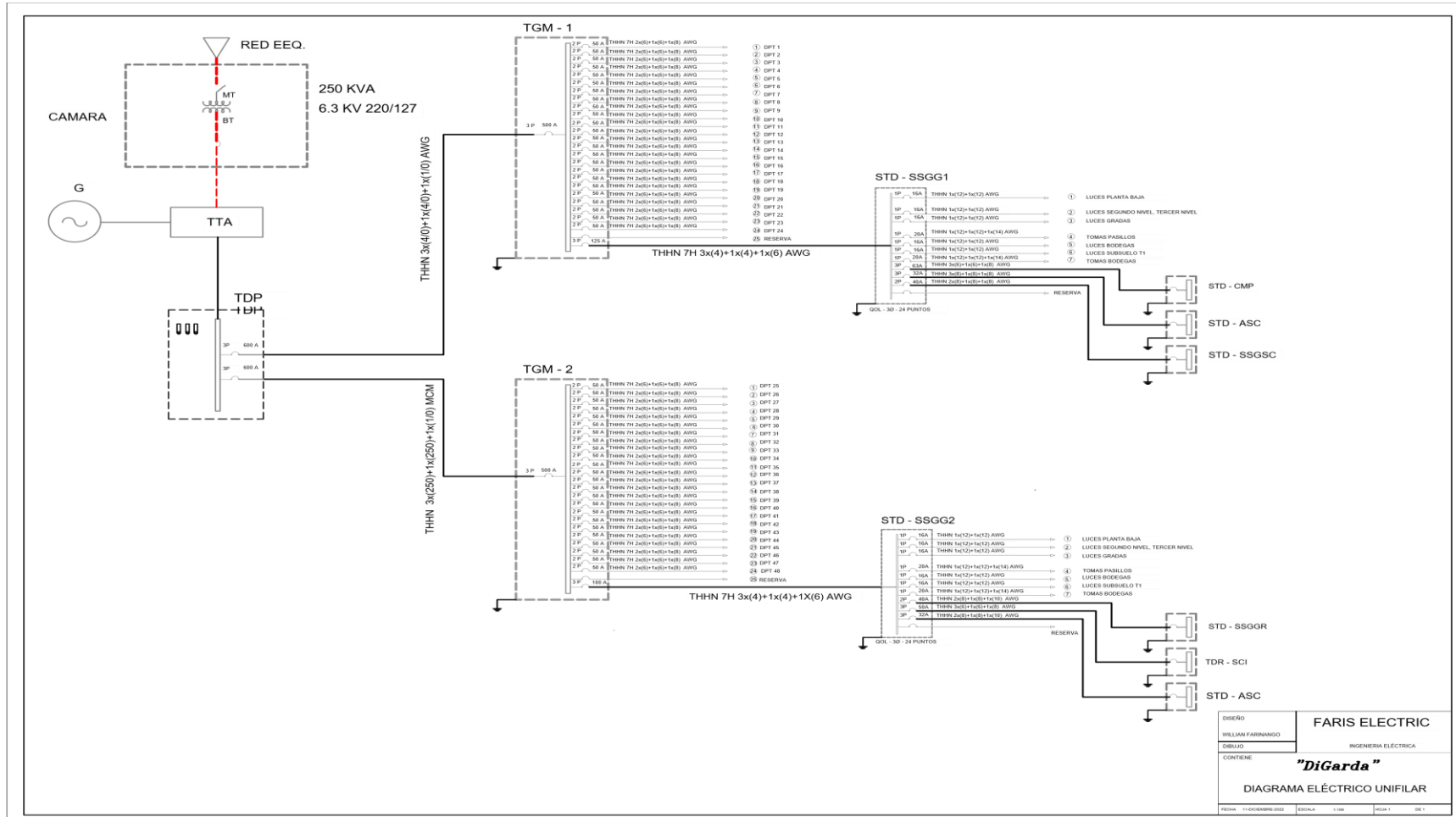
				ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA				FECHA: 29/03/2023				
NOMBRE DEL PROYECTO		DIGARDA		Cos ϕ =	220	0,85	S bifásico o trifásico		Tablero	3F -6P		
LOCALIZACION		SBS T1			120	0,92	S monofásico		Alimentador	3x (6) F+1x(6) N+1x(8) T		
AREA		TORRE 1							Protección	3P-63 A		
UBICACIÓN	CUARTO DE MAQUINAS PISCINA			C _{Inst} (W TOTAL)	FF _{uso} (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	I AL 125 % (A)	PROTECCION	CONDUCTORES	
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)									
Subsuelo 1	Bombas de filtración	1	1119	1119	100	1119	60	671,4	4,319	2P-32 A	2X10AWG+1X10AWG+1X14AWG	
Subsuelo 1	Bomba de calor	1	11600	11600	100	11600	60	6960	44,768	3P-50 A	3X8AWG+1X8AWG+1X10AWG	
Subsuelo 1	Generador de cloro de sal	1	250	250	100	250	60	150	2,396		1X12AWG+1X12AWG+1X14AWG	
Subsuelo 1	Tablero de control	1	440	440	100	440	60	264	4,217		1X12AWG+1X12AWG+1X14AWG	
									TDR-CMP			
TOTALES			13409	13409		13409		8045,4	51,7			
<p>FACTOR DE POTENCIA = 0,85 FDM= FACTOR DE DEMANDA $\frac{8045,4}{13409} = 0,60$</p> <p>DMU (kVA) = 9,47</p> <p>N = 1</p> <p>FD = 1</p> <p>DD (kVA) = 9,47</p>												

Anexo 22 Estudio de Carga y demanda Ascensor (TDR-ASC) T2.

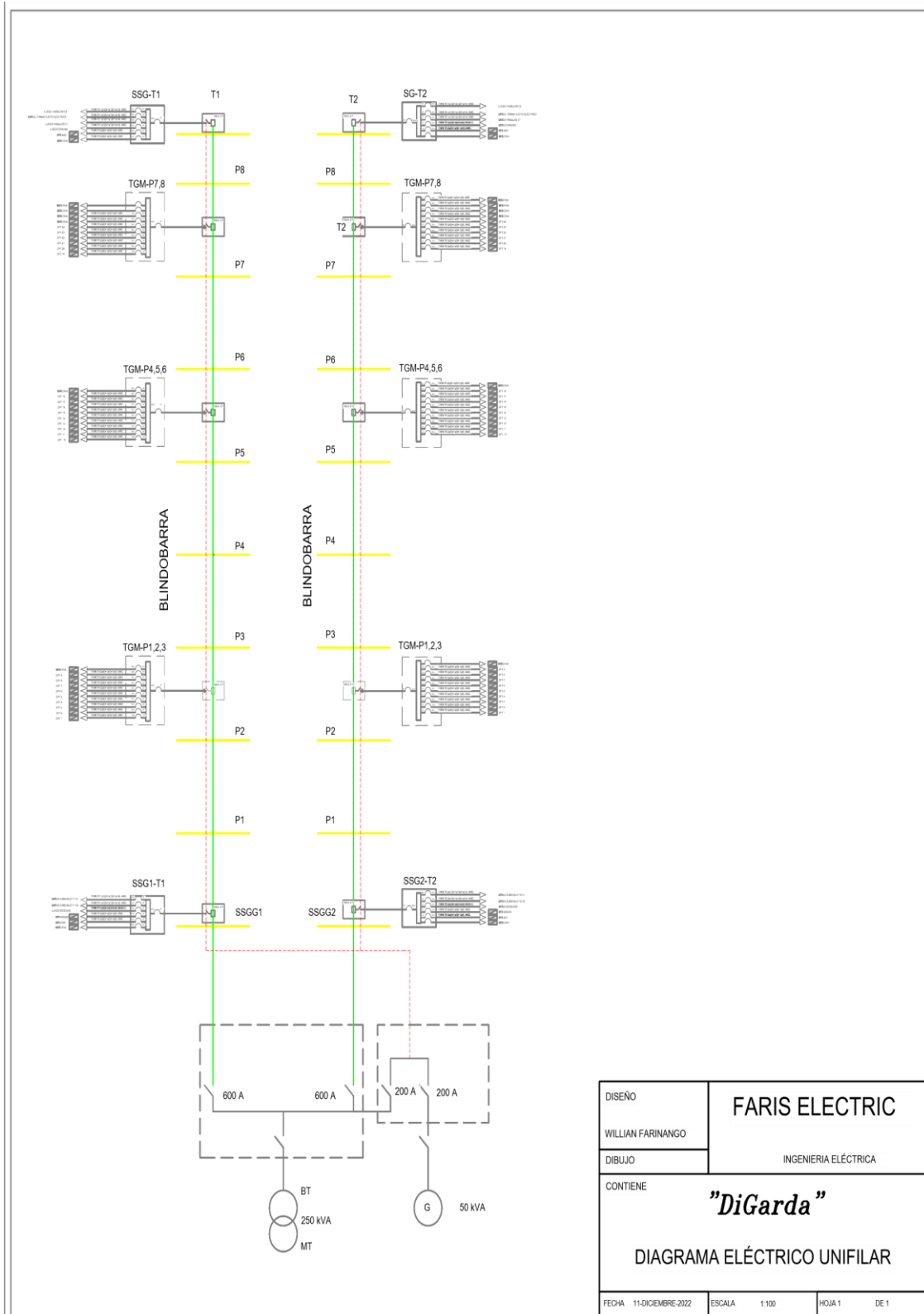
APENDICE: A-11-D Hoja 1 de 1	ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA				FECHA: 29/03/2023						
NOMBRE DEL PROYECTO	DIGARDA	Cos ϕ =	220	0,85	Sistema bifásico o trifásico		Tablero	3F -6			
LOCALIZACIÓN	SBS T2 - N2		120	0,92	Sistema monofásico		Alimentador	3X8 F+1X8 N+1X10 T			
AREA	ASCENSOR T2						Protección	3P-32 A			
UBICACIÓN	ASCENSOR T2			C _{Inst} (W TOTAL)	FF _{uso} (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	I al 125% (A)	PROTECCION	CONDUCTORES
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)								
S1	Ascensor	1	5595	5595	100	5595	60	3357	21,593	3P-40 A	2X8AWG+1X8AWG+1X10AWG
S1	Tablero de control	1	440	440	100	440	60	264	2,876	1P-20 A	2X12AWG+1X12AWG+1X14AWG
TOTALES			6035	6035		6035		3621	TDR-ASC		
FACTOR DE POTENCIA =	0,85	FDM= FACTOR DE DEMANDA				<u>3621</u>	=	0,60	23,29	3P-32 A	
DMU (kVA) =	4,26					6035					
N =	1										
FD=	1										
DD (kVA) =	4,26										

8.7. Anexos de planos

Anexo 23 Diagrama unifilar sistema convencional.



Anexo 24 Diagrama Unifilar Blindobarra.



DISEÑO	FARIS ELECTRIC
WILLIAN FARINANGO	
DIBUJO	INGENIERIA ELÉCTRICA
CONTIENE	"DiGarda"
	DIAGRAMA ELÉCTRICO UNIFILAR
FECHA 11-DICIEMBRE-2022	ESCALA 1:100
HOJA 1	DE 1