

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA CONEXIÓN DE PROYECTOS DE
GENERACIÓN DISTRIBUIDA INSTALADOS DE MANERA
CONCENTRADA O DISPERSA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN
DESBALANCEADAS DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE**

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA CONEXIÓN DE GENERACIÓN
DISTRIBUIDA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DESBALANCEADAS
DE BAJO VOLTAJE**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

ALEJANDRO SEBASTIÁN CHICAIZA TIPÁN

alejandro.chicaiza@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. EDISON GABRIEL NOVOA GUAMÁN MGTR.

edison.novoa@epn.edu.ec

DMQ, febrero - 2024

CERTIFICACIONES

Yo, Alejandro Sebastian Chicaiza Tipán declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

ALEJANDRO SEBASTIÁN CHICAIZA TIPÁN

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Alejandro Sebastian Chicaiza Tipán, bajo mi supervisión.

EDISON GABRIEL NOVOA GUAMÁN
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

ALEJANDRO SEBASTIÁN CHICAIZA TIPÁN

ING. EDISON GABRIEL NOVOA GUAMÁN MGTR.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María por haberme dado la vida, por ser fuentes de fortaleza y guía.

Su gracia y bendición han sido una luz en los días más oscuros.

A mi querida madre María Luisa, aunque físicamente ya no esté conmigo, su amor, sabiduría y sacrificios siguen siendo mi mayor motivación. Este logro es un tributo a todo lo que significó en mi vida, al apoyo que siempre me brindo y a todos los bonitos recuerdos que compartimos.

A todos los valientes estudiantes que, confrontando desafíos insuperables, han evidenciado una firme determinación. A aquellos que lidian con dificultades económicas, emocionales, pérdida de seres queridos, discapacidades, enfermedades y todas las adversidades imaginables: este logro también les pertenece. Su fuerza y resistencia son ejemplos motivadores que indican que, a pesar de los obstáculos, es posible lograr las metas que nos proponemos.

Que este proyecto sea un testimonio de la capacidad humana para superar cualquier contratiempo y un recordatorio de que, motivados y con dedicación, podemos trazar un camino hacia el éxito.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios y a la Virgen María por haberme brindado la vida y la oportunidad de alcanzar mi anhelado objetivo académico de convertirme en Ingeniero Eléctrico.

A continuación, dedico mis más sinceros agradecimientos a mi madre, María Luisa, quien ha sido mi mayor fuente de inspiración en términos de dedicación, esfuerzo, perseverancia y, sobre todo, en cultivar valores fundamentales como la bondad, la empatía y la disposición para escuchar los problemas de los demás.

A mi padre, Miguel Ángel, le agradezco de corazón por ser un pilar fundamental en mi vida. Sus enseñanzas sobre la naturaleza constructiva de los errores y su apoyo constante han sido invaluable para mi crecimiento personal y académico.

Mi hermana, Alina, merece un lugar especial en este agradecimiento como una de mis fuentes primordiales de motivación. Su habilidad para superar adversidades ha sido un recordatorio constante de que, a pesar de los desafíos, es posible salir adelante.

Expreso mi agradecimiento a toda mi familia, incluyendo tíos, primos, y especialmente a mis cuatro abuelitos, Antonio, Isabel, Olimpia y Belisario, así como a mis tías, Anita, Norma y Clara. Su apoyo y orientación en mi crecimiento personal y académico los han convertido en verdaderos guardianes y cuidadores, procurando siempre velar por mi seguridad.

A mis amigos, quienes hicieron más llevadera la travesía universitaria, les agradezco sinceramente por su compañía y apoyo incondicional. Pamela, Stefy, Paul, David, Bryan, José, Jonathan, Frank, Alexis, Fabricio, Alex, Pablo, su amistad ha sido un tesoro invaluable.

Al Ing. Edison Novoa, le expreso mi agradecimiento por su valioso conocimiento, su tiempo y su remarcable dirección, fundamentales para llevar a cabo este trabajo de titulación. Igualmente, al Ing. Luis Salazar, agradezco su constante apoyo, no solo en temas académicos, sino también por sus sabios consejos de vida.

A mi mejor amigo, Cristian, le agradezco su apoyo incondicional que se ha manifestado de diversas formas, y quiero resaltar que no habría logrado este título sin toda la ayuda que me brindó.

Finalmente, dedico mi más sincero agradecimiento a mi novia, Eugenia. Gracias por hacer mi vida mágica, por ser un apoyo incondicional y por contribuir con lo más hermoso a mi existencia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Alcance.....	2
1.4. Marco teórico.....	4
1.4.1. Descripción de los sistemas eléctricos.....	4
1.4.1.1 Sistemas de distribución de energía eléctrica.....	4
1.4.1.2 Características de las redes de distribución de energía eléctrica.....	5
1.4.2 Generación Distribuida.....	9
1.4.2.1 Definición de Generación Distribuida.....	9
1.4.2.2 Clasificación de la Generación Distribuida.....	10
1.4.3 Tecnología solar fotovoltaica y sistemas de generación distribuida fotovoltaicos.....	11
1.4.4 Acoplamiento de la GD al sistema de distribución.....	15
1.4.4.1 Aspectos regulatorios para el acoplamiento de la GD en el Ecuador.....	16
1.4.5 Aspectos técnicos a ser considerados para el análisis de las redes de bajo voltaje.....	19
1.4.5.1 Perfil de voltaje.....	19
1.4.5.2 Cargabilidad de los componentes del sistema.....	20
1.4.5.3 Pérdidas de potencia en los sistemas de distribución.....	20
1.4.5.4 Desbalance de Voltaje.....	21
1.4.6 Especificación de los criterios para la fase de evaluación de los aspectos técnicos considerados.....	22
1.4.7 Software de Simulación.....	22
2. METODOLOGÍA.....	23
2.1. Selección de la red de bajo voltaje.....	23
2.2. Implementación de la red de bajo voltaje en CYME.....	25
2.2.1 Datos del Transformador de distribución.....	26

2.2.2	Datos para la distribución de distancias en los postes.....	26
2.2.3	Calibre del conductor para la red aérea de bajo voltaje.	27
2.2.4	Calibre del conductor para las acometidas de la red de bajo voltaje.	27
2.2.5	Diseño de las cargas para la red de bajo voltaje.....	27
2.2.6	Especificaciones del sistema de Generación Distribuida mediante paneles fotovoltaicos.....	28
2.3.	Modelamiento de la red de bajo voltaje y sus componentes en CYME para el Caso Base.	30
2.4.	Extracción de datos desde CYME.	37
2.5.	Generación de los casos de estudio.....	38
3.	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
3.1	Resultados.....	41
3.1.1	Perfiles de voltaje	41
3.1.2.	Análisis de los niveles de voltaje de la Red de Bajo Voltaje.	51
3.1.3.	Análisis del porcentaje de cargabilidad del transformador de distribución de la Red de Bajo Voltaje.	52
3.1.4.	Análisis del porcentaje de cargabilidad de las líneas de distribución de la Red de Bajo Voltaje.	53
3.1.5.	Análisis de las pérdidas de potencia de la Red de Bajo Voltaje.	54
3.1.6.	Análisis del Desbalance de Voltaje para la Red de Bajo Voltaje.	56
3.2.	Conclusiones.....	57
3.3.	Recomendaciones.....	59
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
5.	ANEXOS.....	62
	ANEXO I. Resultados obtenidos en los nodos para cada caso de estudio.	62
	ANEXO II. Resultados obtenidos en las líneas para cada caso de estudio.	66
	ANEXO III. Resultados obtenidos en el transformador de distribución para cada caso de estudio.	108
	ANEXO IV. Esquemas eléctricos de la red de bajo voltaje para cada caso de estudio.....	110

RESUMEN

El Trabajo de Integración Curricular (TIC) se enfoca en evaluar el impacto técnico de la integración de generación distribuida, principalmente a través de generación fotovoltaica, en redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje. Este proceso se inicia con la selección y modelación de una red de bajo voltaje representativa, en la cual se implementará la generación distribuida mediante proyectos fotovoltaicos. La investigación abarca tres niveles de penetración de generación distribuida (30%, 60% y 90% de la capacidad de la red), junto con dos escenarios clave para la ubicación de los proyectos fotovoltaicos: uno concentrado en dos ubicaciones estratégicas (extremo lejano y centro) y otro distribuido en varios puntos de la red. Además, se examinan configuraciones tanto monofásicas como trifásicas para los inversores de los proyectos fotovoltaicos.

La siguiente fase del trabajo implica la utilización de simulaciones de flujos de potencia para la red modelada y para los escenarios mencionados. Esto permitirá realizar un análisis de los niveles de voltaje, las pérdidas de potencia y la capacidad de carga de la red, asegurando que estas variables cumplan con los límites establecidos en los respectivos estándares y normas. En última instancia, con base en los resultados de las simulaciones, se evalúa el impacto técnico de la generación distribuida al conectarse a las redes de bajo voltaje. Además, se establecen criterios que podrían resultar útiles para la aprobación de nuevos proyectos de generación distribuida en situaciones donde las redes de distribución presenten altos porcentajes de penetración de generación distribuida.

PALABRAS CLAVE: Generación distribuida, proyectos fotovoltaicos, nivel de penetración, perfil de voltaje, cargabilidad, pérdidas de potencia.

ABSTRACT

The Curricular Integration Work (CIW) focuses on evaluating the technical impact of integrating distributed generation, primarily through photovoltaic generation, into unbalanced low-voltage distribution networks. This process begins with the selection and modeling of a representative low-voltage network, where distributed generation will be implemented through photovoltaic projects. The research covers three levels of distributed generation penetration (30%, 60%, and 90% of the network capacity), along with two key scenarios for the location of photovoltaic projects: one concentrated in two strategic locations (far end and center) and another distributed across various points in the network. Additionally, both single-phase and three-phase configurations for inverters connected to photovoltaic projects are examined.

The next phase of the work involves the use of power flow simulations for the modeled network and the mentioned scenarios. This will allow an analysis of voltage levels, power losses, and network load capacity, ensuring that these variables comply with the limits established in respective standards and norms. Ultimately, based on the simulation results, the technical impact of distributed generation connecting to low-voltage networks is assessed. Furthermore, criteria are established that could be useful for approving new distributed generation projects in situations where distribution networks have high percentages of distributed generation penetration.

KEYWORDS: Distributed generation, photovoltaic panels, penetration level, voltage profile, loadability, power losses.

1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El crecimiento de las redes de Distribución de Energía Eléctrica se atribuye al continuo aumento de la demanda, generando así una necesidad creciente de potencia de generación entregada mediante los sistemas de transmisión. Este fenómeno implica una readaptación necesaria de todo el sistema de potencia, abarcando sus distintas etapas: generación, transmisión y distribución. Por lo tanto, resulta de gran interés investigar y evaluar, desde el punto de vista técnico, el impacto que la conexión de generación distribuida, con diversos niveles de penetración y ubicación, tendrá en las redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje.

El Trabajo de Integración Curricular (TIC) tiene como objetivo evaluar el impacto técnico de la conexión de generación distribuida, incluyendo generación fotovoltaica instalada tanto en configuraciones monofásicas como trifásicas, con una capacidad de generación de hasta 100 kW. Este proceso se llevará a cabo mediante la selección y desarrollo de una red de bajo voltaje con características propias de una red de distribución de este tipo. Aquí se implementará la generación distribuida mediante proyectos fotovoltaicos, a través de la propuesta de dos escenarios: concentrada en dos ubicaciones dentro de la red de distribución, una en el extremo más lejano y otra en el centro, y de manera dispersa en varios puntos de la misma red. Además, se considerarán tres escenarios de penetración de la generación distribuida, que corresponden al 30%, 60% y 90% de la capacidad de la red de análisis.

En cada uno de estos escenarios, se llevarán a cabo simulaciones de flujos de potencia para obtener los niveles de voltaje en los elementos de la red de bajo voltaje, las pérdidas de potencia y la cargabilidad de los elementos de la red, asegurándose de que estas variables eléctricas se mantengan dentro de los límites permitidos. El propósito de este análisis es establecer criterios que guíen la aprobación de proyectos de generación distribuida en redes de distribución, basándose en los resultados obtenidos en la red de bajo voltaje para los diversos casos y escenarios propuestos.

En última instancia, el análisis de las variables en estado estacionario de una red de distribución desbalanceada de bajo voltaje, en comparación con la condición de tener generación distribuida instalada en la red de distribución, resulta útil para determinar criterios que podrían ser útiles para la priorización, aprobación o negación de la viabilidad de conectar nuevos proyectos de generación distribuida en las redes eléctricas de distribución del país, ya sea en una configuración dispersa o concentrada en un solo sitio.

1.1. Objetivo general

Analizar el impacto técnico que supone la conexión de Generación Distribuida con proyectos fotovoltaicos, ubicados de forma dispersa o concentrada, en una red de distribución desbalanceada de prueba de bajo voltaje, con el propósito de establecer criterios técnicos que sean útiles para evaluar la viabilidad técnica de conectar nuevos proyectos de generación distribuida en las redes de distribución de bajo voltaje del país.

1.2. Objetivos específicos

1. Establecer el modelo de una red de distribución desbalanceada de bajo voltaje que servirá como una red de prueba para llevar a cabo el análisis de flujos de potencia en el programa CYME.
2. Definir proyectos fotovoltaicos de diferentes capacidades y en diferentes escenarios de análisis que se implementará en CYME y se simularán para su respectivo análisis.
3. Realizar simulaciones de estado estacionario para analizar el comportamiento de la red de prueba con y sin generación distribuida ubicada de forma concentrada o dispersa en dicha red.
4. Describir estándares y normativas que servirán como referencia para validar los resultados obtenidos de las simulaciones. Se analizarán los niveles de voltaje, las pérdidas de potencia en los elementos y la cargabilidad de los equipos conectados a la red de prueba.
5. Establecer criterios necesarios de análisis en la fase de evaluación de viabilidad o aprobación de proyectos de generación distribuida en redes de distribución de bajo voltaje, teniendo en cuenta los resultados obtenidos para los casos de generación distribuida en una configuración dispersa en varios sitios o concentrada en 2 sitios de la red de prueba.

1.3. Alcance

El TIC llevará a cabo un análisis del impacto de la conexión de proyectos de generación distribuida mediante proyectos fotovoltaicos. Estos proyectos se instalarán de manera concentrada en dos sitios de la red de prueba y de manera dispersa en varios puntos de la

red de distribución desbalanceada de bajo voltaje. Durante este análisis, se verificarán los niveles de voltaje, las pérdidas de potencia y la cargabilidad en los elementos del sistema de distribución. El propósito principal de esta evaluación es analizar la viabilidad de los proyectos de generación distribuida en las redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje, tomando como referencia los resultados obtenidos en la red de prueba para los diferentes casos y escenarios propuestos

Para llevar a cabo el análisis de los niveles de voltaje en los nodos, las pérdidas de potencia y la cargabilidad de los elementos del sistema de distribución, se utilizará el paquete CYMDIST del software CYME. En este programa se modelará la red de distribución de bajo voltaje desbalanceada en una red de prueba, siguiendo normas y criterios de diseño específicos para este tipo de redes.

Una vez que se tenga modelada la red de distribución de bajo voltaje desbalanceada en la red de prueba, se llevará a cabo diversos casos de estudio para los dos escenarios propuestos: generación distribuida en configuración concentrada en dos sitios y en una configuración dispersa en varios puntos de la red de prueba. En cada caso de estudio, se modificarán los parámetros clave de la red, que incluyen la potencia en el transformador de distribución, la potencia consumida por las cargas en la red de prueba y la potencia suministrada por los proyectos fotovoltaicos. Además, se planea realizar este análisis considerando tanto el aporte de generación trifásico como monofásico.

Una vez obtenidos los resultados de niveles de voltaje, potencia de pérdidas y cargabilidad en los elementos del sistema de distribución, se realizará un análisis comparativo para cada escenario de simulación propuesto. El objetivo es obtener una evaluación exhaustiva de estas variables y, como parte final del TIC, se determinará la viabilidad de instalar este tipo de generación distribuida en redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje. Esta determinación se basará en la comparación de los resultados con las normativas y los valores estándar establecidos para este tipo de instalaciones.

1.4. Marco teórico

En esta sección del documento se presenta una breve descripción de las características de las redes de distribución eléctrica, se presenta sus características, niveles de voltaje, topologías componentes eléctricos. Adicionalmente, se realiza una introducción a los conceptos de Generación Distribuida, sus principales características, tecnologías actuales en estos sistemas eléctricos y la forma en cómo se acoplan al sistema de distribución de electricidad en bajo voltaje. Finalmente, se presentan aspectos técnicos a ser considerados para analizar el impacto de la conexión de la Generación Distribuida en las redes de bajo voltaje.

1.4.1. Descripción de los sistemas eléctricos.

A continuación, se ofrece una descripción detallada de las características fundamentales de las redes de distribución. Se abordará su posición en el Sistema Eléctrico de Potencia, sus elementos constituyentes, su clasificación y sus topologías. Esta explicación tiene como objetivo proporcionar una comprensión profunda de la naturaleza de las redes de distribución, ya que constituirán la etapa del Sistema Eléctrico de Potencia en la cual se conectarán los proyectos de Generación Distribuida.

Un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) constituye una infraestructura destinada a transportar la electricidad desde las plantas generadoras hasta los puntos de consumo. Estos sistemas comprenden diversas etapas, como la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. Estas etapas son procesos secuenciales que permiten la generación, transporte y entrega de energía eléctrica. La generación implica la producción de energía en las centrales eléctricas. La transmisión transporta la energía generada a largas distancias a través de líneas de alto voltaje. Finalmente, la distribución se encarga de entregar la energía eléctrica a los usuarios finales a través de redes de medio y bajo voltaje, asegurando un suministro confiable y eficiente. Esto es posible mediante el empleo de transformadores de distribución y dispositivos de conmutación, logrando adecuar y ajustar la energía eléctrica conforme a las necesidades específicas de cada etapa

1.4.1.1 Sistemas de distribución de energía eléctrica.

Los sistemas eléctricos de distribución de energía eléctrica son redes interconectadas mediante componentes y equipos eléctricos diseñados para garantizar la entrega segura y eficiente de la energía generada en centrales distantes hasta los consumidores finales. Estos sistemas desempeñan un papel esencial en la infraestructura eléctrica global de los

sistemas eléctricos de potencia al facilitar la distribución de energía eléctrica desde las subestaciones hasta hogares, empresas e industrias.

1.4.1.2 Características de las redes de distribución de energía eléctrica.

Una red de distribución eléctrica se configura como un sistema compuesto por infraestructuras, equipos y circuitos con la finalidad de transportar la electricidad desde los puntos de generación o subestaciones de transmisión hasta los usuarios finales, incluyendo hogares, empresas e industrias. Su propósito fundamental radica en la distribución eficiente y confiable de la energía eléctrica a lo largo de una región o área geográfica específica [1].

A continuación, la Figura 1.1 muestra un diagrama típico de una red de distribución de energía eléctrica.

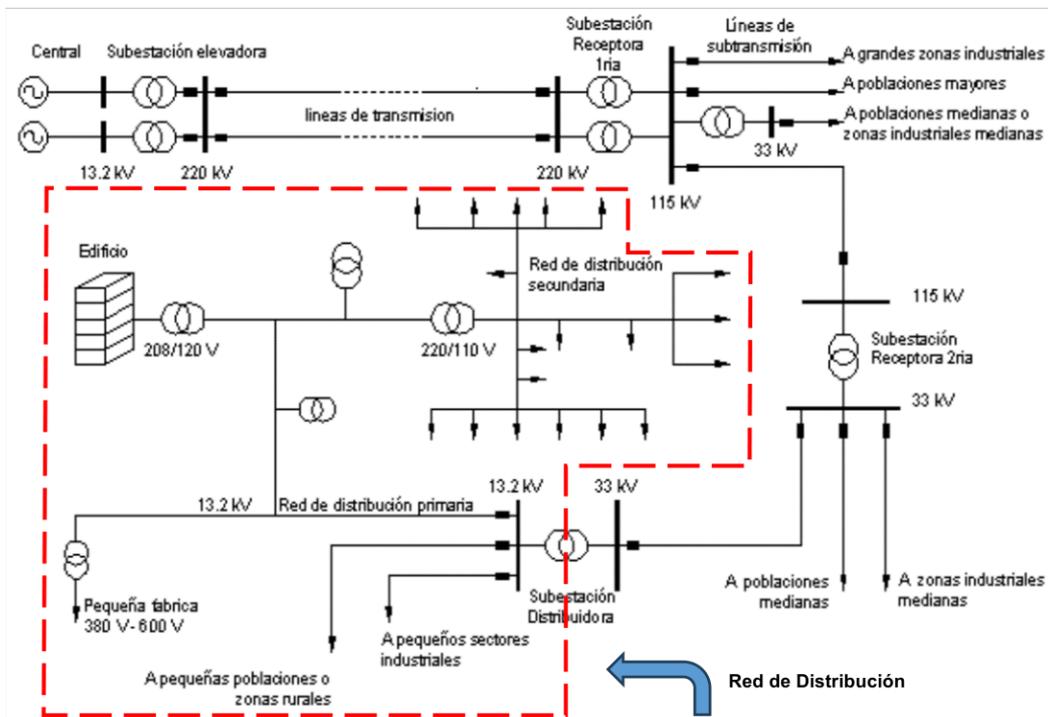


Figura 1.1. Esquema de un Sistema Eléctrico de Potencia con la especificación de la etapa de distribución [1].

Para identificar la etapa de distribución en un sistema eléctrico de potencia, es esencial examinar los componentes que constituyen un sistema de distribución [2]:

1. Subestaciones receptoras secundarias: En estas subestaciones (S/E) se reduce el nivel de voltaje proveniente de las líneas de subtransmisión, dando paso a los sistemas de distribución primarios.

2. Circuitos primarios: También conocidos como redes de medio voltaje, estos circuitos cubren la mayor extensión de la red de distribución. Están conectados a través de todos los sectores urbanos y rurales que requieren suministro eléctrico, alimentando a los transformadores de distribución. Estos últimos operan con voltajes en sus terminales del primario, como 22,8 kV, 13.2 kV, 6300 V y 7620 V.
3. Transformadores de distribución: Estos equipos se encargan de realizar la última reducción del nivel de voltaje en las redes de distribución. Conectados directamente a los circuitos primarios, suministran voltaje a los usuarios y centros de carga mediante sus terminales del secundario.
4. Circuitos secundarios: También llamados redes de bajo voltaje, distribuyen la energía eléctrica a los usuarios conectados al sistema de distribución. Las redes de bajo voltaje operan con voltajes como 220/127 V para circuitos secundarios trifásicos y 240/120 V para circuitos secundarios monofásicos [2].

Existen diversos criterios para la clasificación de redes de distribución, siendo algunos de los parámetros principales los siguientes [1]:

Sistemas eléctricos de distribución según sus parámetros constructivos:

1. Red área
2. Red subterránea

Sistemas eléctricos de distribución según sus parámetros de voltajes nominales [2]:

1. Medio voltaje a 6,3 kV, tres conductores de fase y bajo voltaje trifásico.
2. Medio voltaje a 6,3 kV, dos conductores de fase y bajo voltaje monofásico.
3. Medio voltaje a 13,2 kV, tres conductores de fase y bajo voltaje trifásico.
4. Medio voltaje a 13,2 kV, un conductor de fase y bajo voltaje monofásico
5. Medio voltaje a 22,8 kV, tres conductores de fase y bajo voltaje trifásico.
6. Medio voltaje a 22,8 kV, tres conductores de fase y bajo voltaje trifásico.
7. Medio voltaje a 22,8 kV, uno o dos conductores de fase y bajo voltaje monofásico.

Sistemas eléctricos de distribución según si ubicación geográfica:

1. Redes de distribución urbanas.
2. Redes de distribución rurales.

3. Redes de distribución suburbanas.
4. Redes de distribución turísticas.

Sistemas eléctricos de distribución según el tipo de cargas que alimentan [2]:

1. Redes de distribución para cargas residenciales.
2. Redes de distribución para cargas comerciales.
3. Redes de distribución para cargas industriales.
4. Redes de distribución para cargas de alumbrado público.
5. Redes de distribución para cargas mixtas.

Todas estas configuraciones pueden presentar diversas topologías con el propósito de lograr la distribución eficiente de la energía eléctrica hacia los usuarios o centros de carga. La topología en un sistema eléctrico de distribución se refiere al diseño o circuito mediante el cual se suministra energía a las cargas en la red de distribución. En términos generales, existen dos topologías comunes en un sistema de distribución: radial y mallado. Una red de distribución radial es aquella que cuenta con un único camino para el suministro de energía hacia los centros de carga. En contraste, una red de distribución mallada dispone de al menos dos rutas simultáneas para la circulación de la energía hacia las cargas [3].

A continuación, la Figura 1.2 muestra un diagrama típico de una red de distribución de energía eléctrica con topología radial.

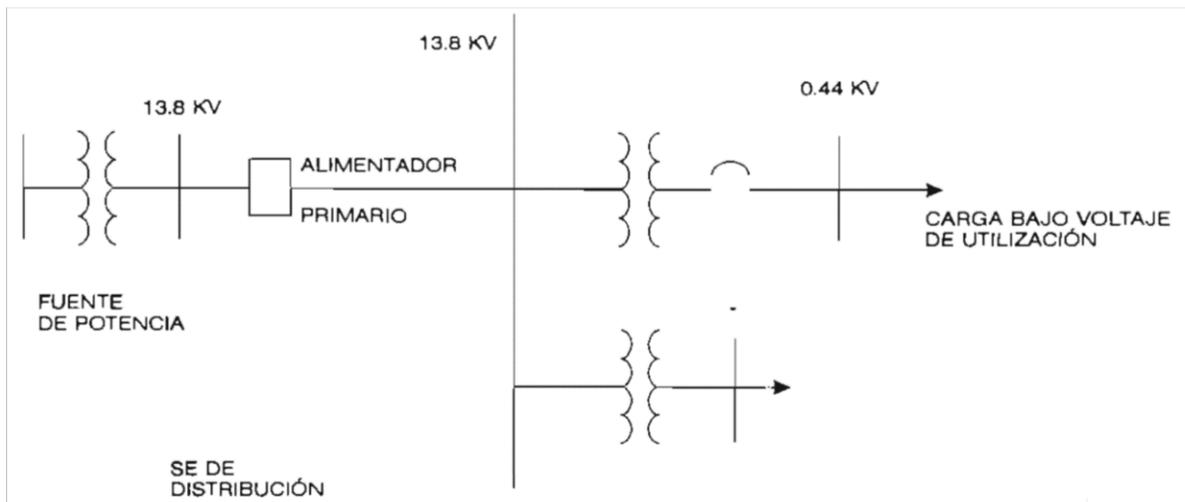


Figura 1.2. Red de distribución con topología radial [3].

A continuación, la Figura 1.3 muestra un diagrama típico de una red de distribución de energía eléctrica con topología mallada.

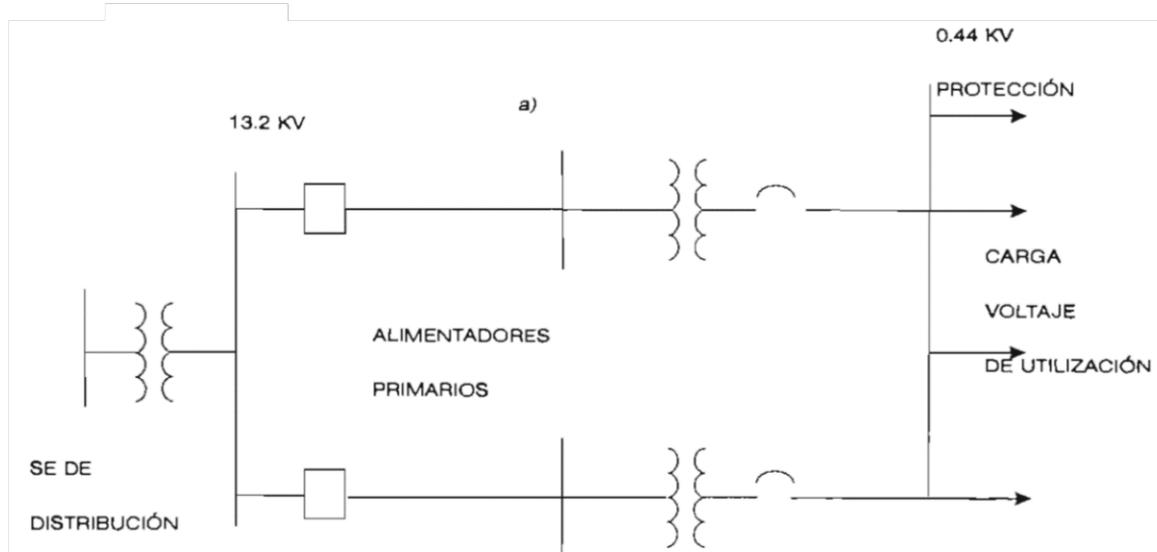


Figura 1.3. Red de distribución con topología mallada [3].

En el Ecuador, existe una predominancia de las redes de distribución áreas. Los principales componentes de estas redes son [2]:

1. Postes: que pueden ser de madera, concreto o metálicos y sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinadas por el tipo de construcción de los circuitos.
2. Conductores: son utilizados para circuitos primarios el Aluminio y el ACSR sin asilamiento. Para circuitos secundarios en cables desnudos o aislados con calibres desde 1/0 hasta 4/0.
3. Crucetas: son utilizadas crucetas de madera inmunizada o de ángulo de hierro galvanizado.
4. Aisladores: Son del tipo suspensión con materiales de porcelana o polímero. Además de que se utilizan de tipo rollo, espiga o retenidos.
5. Herrajes: todos los herrajes utilizados en redes aéreas de bajo y medio voltaje son de acero galvanizado: grapas, varillas de anclaje, tornillos de máquina, collarines, etc.
6. Equipos de seccionamiento y protección: elementos como reconectador automático, seccionalizador, seccionador tripolar, seccionador de fase unipolar, etc.

7. Transformadores: la potencia de los transformadores dependerá del número de fases con el que opere. Para transformadores de distribución monofásicos se tiene potencias de : 5; 10; 15; 25; 37,5; 50; 75 kVA. Para transformadores trifásicos se tiene potencias de: 15; 30; 45; 50; 60; 75; 100; 112,5; 125; 150;160; 200, 225, 250, 300, 350 kVA.

1.4.2 Generación Distribuida

A continuación, se proporciona una descripción de los sistemas de Generación Distribuida, abordando la definición de estos proyectos de generación y las tecnologías empleadas en este tipo de sistemas. Esta explicación resulta fundamental para contextualizar el TIC desarrollado.

1.4.2.1 Definición de Generación Distribuida.

En la actualidad, la investigación y desarrollo en el ámbito de la generación eléctrica han tomado un papel prioritario, principalmente motivado por la necesidad prioritaria de mitigar los efectos del cambio climático generados por las emisiones de combustibles fósiles utilizados en las centrales convencionales (carbón, fueloil, gas natural, etc.), así como por el aumento de la demanda global de electricidad. En este contexto, la generación distribuida y las fuentes de energía renovable desempeñan un papel fundamental en la configuración del sistema eléctrico.

La Generación Distribuida (GD) es aquella producción de energía eléctrica conectada en las cercanías del consumidor final. Ejemplos de esta modalidad incluyen cogeneradores, paneles fotovoltaicos, turbinas eólicas de pequeña escala, generadores de emergencia y centrales hidroeléctricas también a pequeña escala. Es importante destacar que la GD se caracteriza por ser: descentralizada, conectarse a la red de distribución de medio o bajo voltaje y tener una capacidad de generación inferior a 50 o 100 MW. Considerando este rango de potencias mencionado, es posible clasificar el tipo de Generación Distribuida conectada en los sistemas de distribución según la potencia generada [4]:

Tabla 1.1. Especificación de los tipos de GD en función de la potencia generada.

Tipo de Generación Distribuida	Rango de potencia generada
Micro GD	Desde 1 W hasta 5 kW
Pequeña GD	Desde 5 W hasta 5 MW
Mediana GD	Desde 5 MW hasta 50 MW
Gran GD	Desde 50 MW hasta 100 MW

Adicionalmente, los sistemas de generación distribuida se caracterizan comúnmente por ser sistemas diseñados para el autoconsumo, los cuales ofrecen la capacidad de inyectar excedentes de energía a la red de distribución. Aquellos que eligen esta modalidad de autoconsumo pueden generar electricidad mientras permanecen conectados al suministro de la red eléctrica de distribución. A continuación, la Figura 1.4 muestra una proyección a futuro de la estructura de los sistemas eléctricos de distribución con la implementación de los sistemas de generación distribuida.

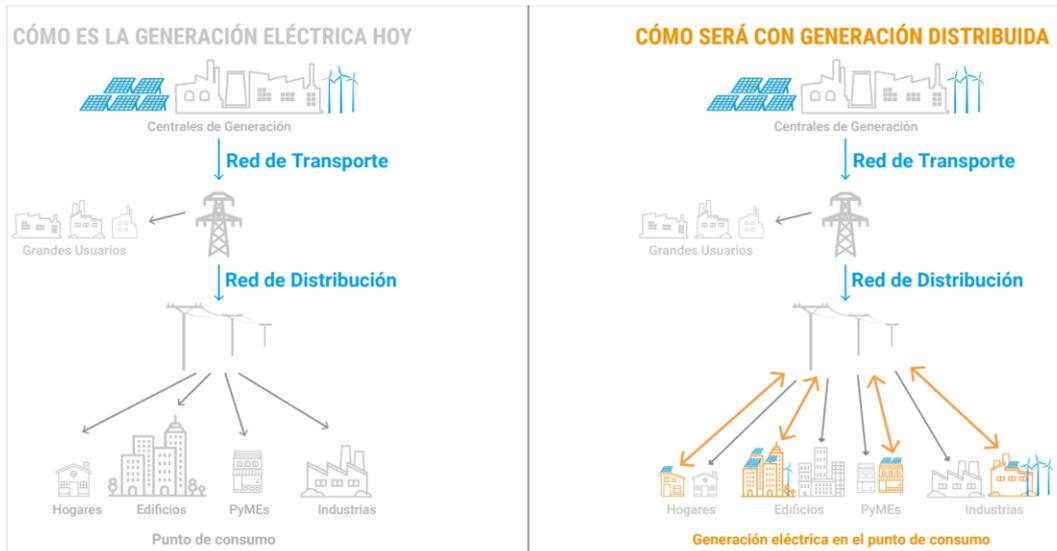


Figura 1.4. Proyección de la configuración de los sistemas eléctricos al agregar la generación distribuida [5].

El nivel de penetración de la generación distribuida se refiere al porcentaje de la capacidad total de generación de electricidad que es aportado por sistemas de generación distribuida en relación con la capacidad total instalada en un área o red eléctrica específica. El nivel de penetración se expresa como un porcentaje y proporciona una medida de la contribución relativa de la generación distribuida al suministro de energía en comparación con la generación centralizada [4].

1.4.2.2 Clasificación de la Generación Distribuida.

Existen distintas categorías de Generación Distribuida (GD) tanto desde una perspectiva tecnológica como constructiva. A continuación, en la Tabla 1.2, se detallan diversas tecnologías y sistemas utilizados en instalaciones de proyectos de generación distribuida [6]:

Tabla 1.2. Resumen de las tecnologías aplicadas para la Generación Distribuida.

Generación Distribuida con implementación de tecnologías tradicionales	Generación Distribuida con implementación de tecnologías no tradicionales.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Turbina de gas. 2. Microturbina. 3. Motores alternativos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biomasa 2. Eólica. 3. Geotérmica. 4. Mareomotriz. 5. Minihidráulica. 6. Pilas de combustible. 7. Solar fotovoltaica. 8. Solar térmica.

1.4.3 Tecnología solar fotovoltaica y sistemas de generación distribuida fotovoltaicos.

A continuación, se proporciona una descripción detallada del funcionamiento, las características y la configuración de conexión del sistema solar fotovoltaico a la red de distribución. Cabe destacar que este sistema será el único considerado en el desarrollo del presente trabajo de TIC.

La tecnología de generación solar fotovoltaica convierte directamente la energía renovable del sol en energía eléctrica al absorber fotones de la luz mediante celdas fotovoltaicas, liberando electrones y generando una corriente eléctrica. A continuación, la Figura 1.5 muestra un diagrama general de la transformación de radiación solar en energía eléctrica mediante una fotocelda [7].

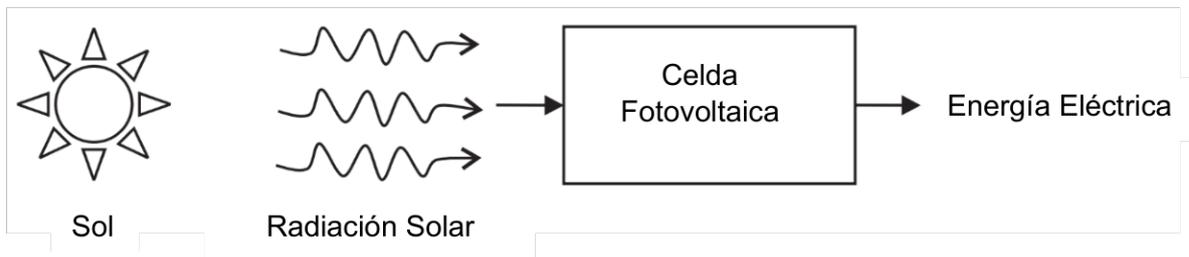


Figura 1.5. Proyección de la configuración de los sistemas eléctricos al agregar la generación distribuida [7].

Los paneles solares, compuestos por la interconexión de diversas celdas fotovoltaicas, se emplean para generar una potencia eléctrica superior aprovechando la radiación solar. El número de celdas fotovoltaicas y la disposición en la que se conecten son especificaciones clave que determinarán los niveles de corriente y voltaje obtenidos por cada panel solar,

así como la energía eléctrica promedio generada diariamente bajo condiciones de irradiancia específicas. A continuación, la Figura 1.6 muestra la conexión típica de celdas fotovoltaicas para formar un panel solar.

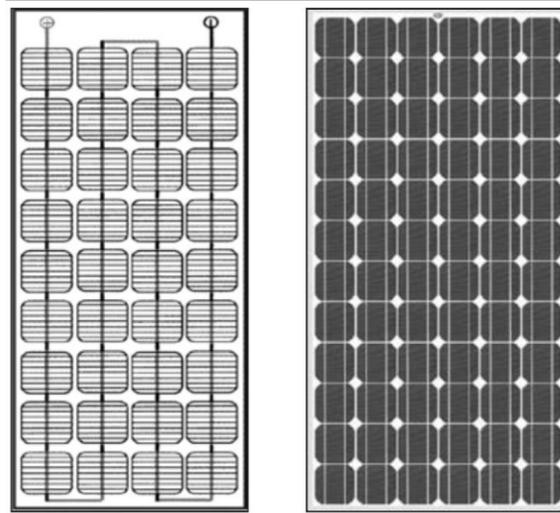


Figura 1.6. Conexión típica de celdas fotovoltaicas en un panel solar [7].

Los paneles fotovoltaicos son componentes esenciales en los sistemas utilizados para la Generación Distribuida, y comprender sus características principales resulta de vital importancia [7]:

- Para generar potencia eléctrica, un panel fotovoltaico requiere la incidencia directa de la luz solar. En ausencia de proyección directa de la luz solar o durante la noche, no se produce generación de energía.
- La potencia eléctrica generada por un panel fotovoltaico está directamente relacionada con su tamaño físico; a mayor número de celdas instaladas, mayor será la potencia generada.
- La caracterización de los paneles fotovoltaicos se realiza mediante su potencia nominal o máxima, representada como "Wp" (vatio pico). Esta especificación indica la potencia máxima que un panel puede generar bajo condiciones de prueba estándar (STC). Las capacidades de los paneles varían desde 1 Wp hasta 300 Wp.
- La potencia eléctrica generada por un panel fotovoltaico es de naturaleza continua (DC), mientras que la energía proveniente del sistema de distribución es alterna (AC). Por ende, se requiere un "inversor" para convertir la potencia de DC a AC y poder utilizar la electricidad generada por el sistema fotovoltaico.

- En situaciones donde se necesite aprovechar la potencia generada durante la noche, se precisa un sistema de almacenamiento de energía mediante el uso de baterías. La ventaja de que los paneles fotovoltaicos generen electricidad en forma de DC radica en que las baterías almacenan y suministran energía bajo el mismo tipo de energía.

Al considerar todo esto, es posible que los usuarios de la red de distribución puedan emplear esta tecnología para establecer pequeñas redes de generación distribuida, ya sea operando de manera independiente o conectados a la red principal. Los sistemas de generación distribuida mediante paneles fotovoltaicos pueden clasificarse según su tipo de conexión y los elementos que los componen. Estos sistemas pueden ser autónomos (aislados), híbridos o conectados a la red de distribución. En términos generales, los sistemas autónomos utilizan baterías, especialmente en instalaciones donde el usuario no tiene acceso a la red eléctrica pública. Estos sistemas requieren un inversor DC-AC para alimentar las cargas. En cuanto a los sistemas híbridos, se necesita acceso a una o más fuentes de energía auxiliares, como generadores eólicos o de combustión interna, para suministrar energía constante a las cargas. Por último, los sistemas conectados a la red no necesitan baterías adicionales; en este caso, la red eléctrica pública actúa como un suministro robusto capaz de entregar potencia eléctrica y absorber cualquier excedente de potencia generado por el sistema fotovoltaico. A continuación, la Figura 1.7 y 1.8 muestran los esquemas de conexión de los sistemas de generación distribuida fotovoltaicos los cuales están aislados y conectados a la red eléctrica de distribución de energía eléctrica, respectivamente [4].

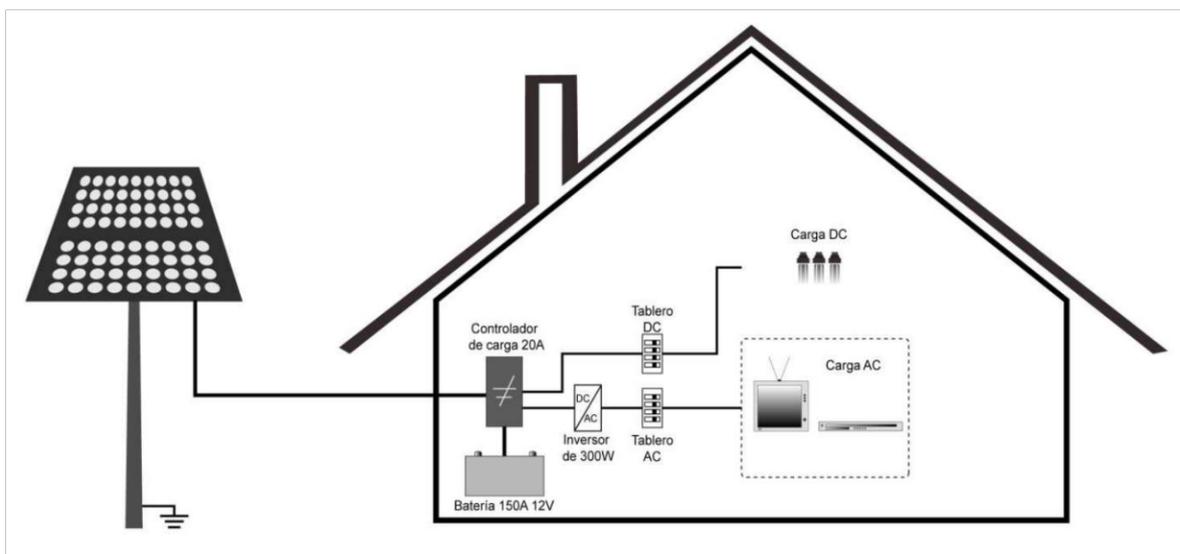


Figura 1.7. Esquema de conexión de un sistema GD fotovoltaico aislado de la red [8].

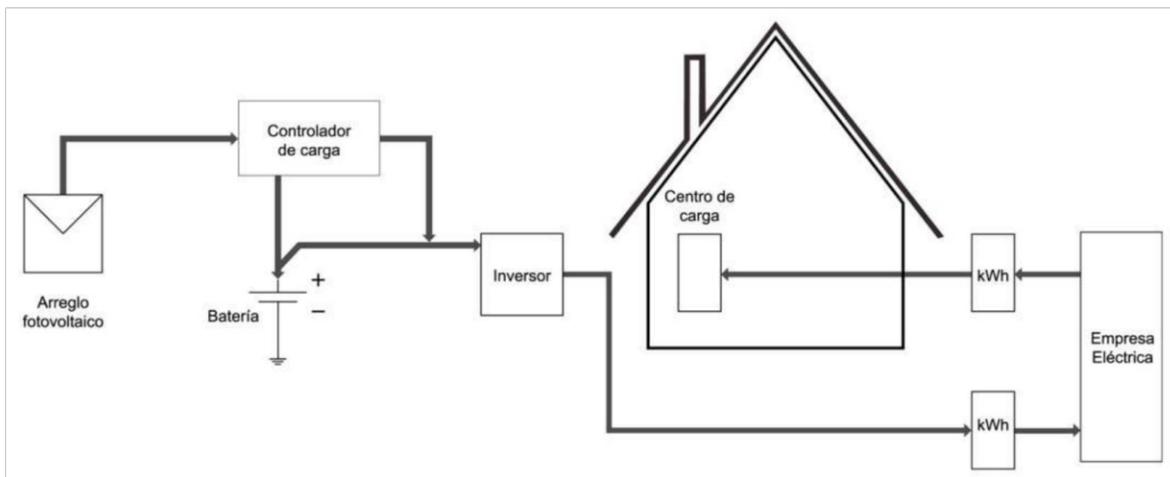


Figura 1.8. Esquema de conexión de un sistema GD fotovoltaico conectado a la red [8].

Según la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC, los elementos esenciales que integran un sistema de Generación Distribuida (GD) fotovoltaico para su conexión a una red eléctrica de distribución son los siguientes [8]:

1. **Arreglo de paneles fotovoltaicos:** Conjunto interconectado de paneles fotovoltaicos dispuestos en serie y paralelo para lograr una mayor generación de energía eléctrica.
2. **Banco de baterías:** Componente destinado a almacenar energía y suministrarla en momentos nocturnos o cuando la potencia generada por los paneles no puede cubrir la demanda de las cargas. En sistemas GD fotovoltaicos conectados a la red, la conexión del banco de baterías no es obligatoria.
3. **Controlador de carga:** Dispositivo de protección para el banco de baterías, evitando sobrecargas y sobredescargas que puedan afectar su vida útil.
4. **Inversor:** Dispositivo encargado de convertir la energía de corriente continua (DC) proveniente del arreglo de paneles fotovoltaicos en energía de corriente alterna (AC).
5. **Estructuras de soporte:** Componentes de anclaje y sujeción diseñados para mantener los arreglos de paneles fotovoltaicos orientados de manera óptima hacia la fuente de luz solar.
6. **Dispositivos de protección:** Elementos comunes de protección eléctrica que resguardan contra sobrevoltajes, sobrecorrientes, cortocircuitos y otros eventos adversos. Además, realiza la desconexión automática de la red en caso de altas variaciones de los parámetros de esta.

7. **Tablero eléctrico:** Necesario para la instalación eléctrica de GD, comprende armarios de conexiones, gabinetes y tableros de protección dimensionados según la potencia y corriente que deberán manejar.
8. **Cables y conductores:** Elementos encargados de transportar la energía generada por los paneles a lo largo del sistema GD. Se requiere un análisis de corriente nominal, caída de voltaje y parámetros de seguridad para determinar el calibre adecuado de los diferentes conductores del sistema.

1.4.4 Acoplamiento de la GD al sistema de distribución.

A continuación, la Figura 1.8 muestra la para el acoplamiento de un sistemas de generación distribuida fotovoltaico hacia la red de distribución de bajo voltaje.

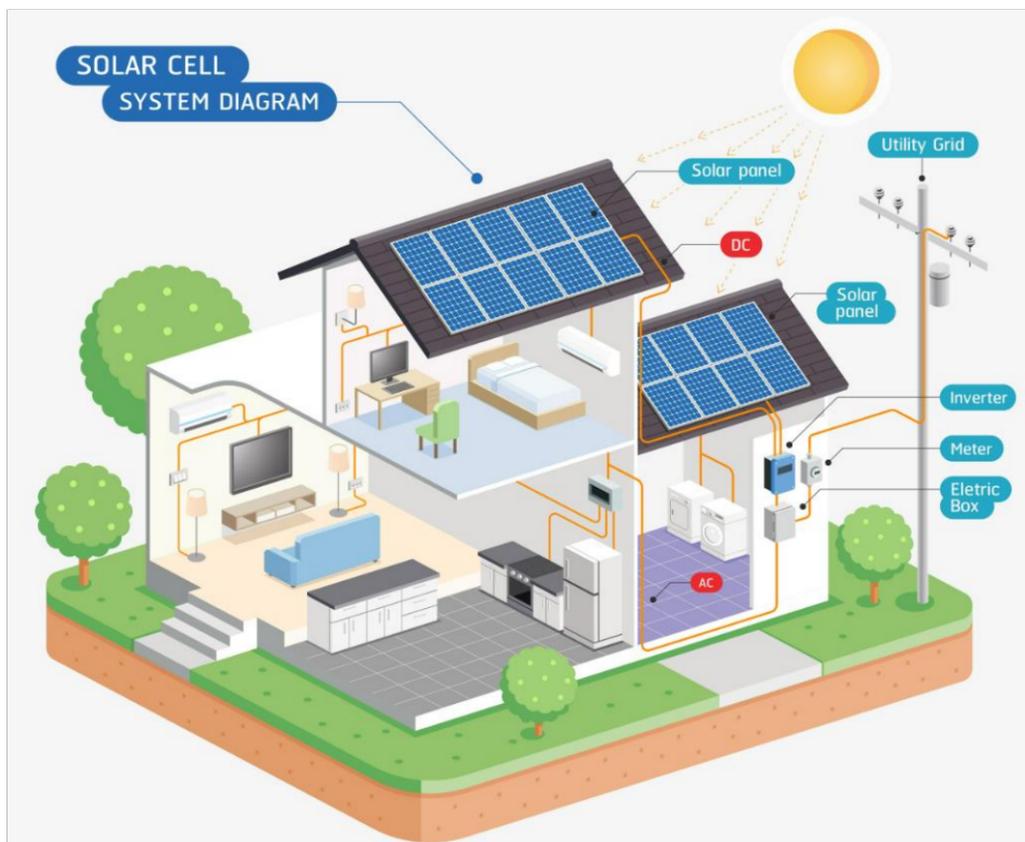


Figura 1.8. Diagrama de conexión para el acoplamiento de la GD fotovoltaica a la red de bajo voltaje [6].

Siguiendo la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-11, específicamente en el capítulo 14, se establecen las pautas para la conexión de proyectos fotovoltaicos a la red de distribución. La interconexión de estos proyectos debe llevarse a cabo a través de un inversor DC-AC y un medidor bidireccional [8].

Inversor

El inversor de conexión a red desempeña un papel crucial al transformar la corriente continua (DC) generada por los proyectos fotovoltaicos en corriente alterna (AC), alineándola con las características de la red eléctrica de distribución. Además, el inversor debe ser capaz de sincronizarse con la red eléctrica a la cual el usuario está conectado, evitando así la ocurrencia de fallas o disturbios que podrían afectar la calidad del servicio proporcionado a los usuarios, infringiendo normativas establecidas. La conexión del inversor al sistema de distribución se realiza en la red de bajo voltaje (210/121 V para conexiones trifásicas y 120/240 V para conexiones monofásicas a tres hilos). Las principales características de estos equipos según la normativa son [8]:

- Su principio de funcionamiento se basa en una fuente de corriente.
- Comportamiento autoconmutado.
- Debe realizar el seguimiento automático del punto de máxima potencia de la GD.
- Inhabilitación en caso de que el usuario opere en modo aislado.

Medidor Bidireccional

Dado que el sistema de Generación Distribuida (GD) está vinculado a la red de distribución, se requiere efectuar una medición de la potencia consumida por las cargas del usuario. Estas cargas pueden recibir alimentación tanto de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos como de la red de distribución de bajo voltaje. Además, en caso de contar con un excedente de generación por parte de la GD, es necesario contabilizar la potencia que se suministra a la red de bajo voltaje [8].

1.4.4.1 Aspectos regulatorios para el acoplamiento de la GD en el Ecuador.

Es esencial familiarizarse con los aspectos regulatorios establecidos por organismos como la ARCERNNR (Agencia de Regulación y Control de Electricidad y Recursos Naturales No Renovables) para la integración de sistemas de Generación Distribuida (GD), ya sea de manera aislada o conectados a la red de distribución de energía eléctrica. Este conocimiento busca garantizar el cumplimiento normativo, prevenir posibles sanciones legales y asegurar la incorporación legal y segura de la generación distribuida en la red eléctrica. En Ecuador, un mayor porcentaje de clientes o consumidores regulados buscan llevar a cabo la integración de nuevos proyectos de Generación Distribuida Fotovoltaicos (GDFV), los cuales se conectarán a las redes de distribución eléctrica de bajo voltaje. La

información legal relacionada con el acoplamiento de la GDFV en los sistemas de distribución eléctrica se encuentra detallada en el marco normativo de la generación distribuida para el autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica (Regulación Nro. ARCERNNR-008/23). Aunque la normativa completa es extensa, es posible identificar el procedimiento para poder conectar proyectos de GD en la red de distribución eléctrica de bajo voltaje [9]:

- 1. Solicitud:** los consumidores regulados que aspiren a llevar a cabo la implementación y administración de un proyecto de Generación Distribuida deben presentar una solicitud para evaluar la Factibilidad de Conexión para Autoabastecimiento. Este documento contendrá información detallada acerca del solicitante, la modalidad de conexión, la categoría del proyecto GD, las especificaciones técnicas del proyecto, el tipo de tecnología de GD propuesta, entre otros aspectos relevantes.
- 2. Certificación de habilitación:** será imprescindible obtener un certificado de habilitación del proyecto de Generación Distribuida por parte de la empresa distribuidora que opere en el sector. Para obtener este certificado, será necesario detallar aspectos del proyecto GD tales como la ubicación de la instalación, el certificado de propiedad del lugar de instalación, el dimensionamiento del proyecto, los diagramas unifilares de la instalación y las autorizaciones ambientales correspondientes, entre otros.
- 3. Revocatoria de habilitación:** en el caso de que no se disponga de la información completa del proyecto GD, no se cumplan con las especificaciones registradas en el certificado de habilitación, o si la instalación del proyecto GD representa un riesgo para el servicio o la calidad del suministro eléctrico, la empresa distribuidora se reserva el derecho de negar la conexión y proceder a la desconexión del proyecto GD con un aviso previo al cliente regulado.
- 4. Construcción e instalación del proyecto GD:** se establece que la construcción, operación y mantenimiento del proyecto solicitado estarán a cargo del cliente regulado. Ni la empresa distribuidora de energía eléctrica ni los organismos reguladores intervendrán en los aspectos mencionados del proyecto GD.
- 5. Pruebas y conexión:** antes de conectar el proyecto GD, los equipos y componentes de dicho proyecto deben cumplir con las especificaciones aprobadas por la Distribuidora. La conexión del sistema GD a la red de distribución requiere coordinación entre la Distribuidora y el cliente regulado. Además, se destaca que el

cliente debe facilitar las inspecciones, verificaciones y pruebas que la Distribuidora considere necesarias en los equipos e instalaciones del proyecto.

6. **Daño a terceros:** en situaciones en las que la construcción, conexión, operación o desmantelamiento del proyecto GD pueda ocasionar daños a terceros, el cliente regulado, dueño de la instalación, estará obligado a compensar estos daños a través de una póliza o acuerdo. Este proceso será supervisado por la empresa distribuidora de energía eléctrica en el sector.
7. **Sistema de medición:** la empresa distribuidora será le encargada de realizar la adquisición, calibración e instalación del medidor bidireccional con la finalidad de registrar la potencia generada por el proyecto GD instalado.
8. **Facturación:** para llevar a cabo la facturación de la energía generada por el proyecto de Generación Distribuida (GD), existen dos sistemas implementables. El primero es el sistema de Medición Neta, donde la energía eléctrica generada por el proyecto GD, ya sea aislado o conectado a la red de distribución, se resta del registro de consumo energético del usuario. De esta manera, la factura mensual del usuario refleja la diferencia entre la potencia consumida y la potencia generada por el proyecto GD. Es importante señalar que cualquier excedente de energía entregado a la red de distribución, que supere el nivel de consumo del usuario, no será reconocido por la empresa distribuidora. El segundo sistema de facturación es la Tarifa Preferencial, que implica que la energía producida por el proyecto GD tiene un valor de venta superior al costo de consumo establecido por la empresa distribuidora. En este sistema, es necesario registrar tanto el consumo del usuario como la producción de energía por parte del proyecto GD. En Ecuador, se aplica el sistema de tarifa preferencial de acuerdo con las regulaciones establecidas por las autoridades competentes, que determinan el precio de venta de energía del usuario hacia la red de distribución.
9. **Infracciones y sanciones:** es fundamental destacar que el no cumplimiento de estas responsabilidades por parte del cliente regulado al implementar proyectos de Generación Distribuida se considera una infracción a la normativa y los reglamentos establecidos. Esto puede dar lugar a un proceso de evaluación sujeto a las disposiciones de los organismos competentes en la materia.

1.4.5 Aspectos técnicos a ser considerados para el análisis de las redes de bajo voltaje.

La etapa del sistema de distribución en donde se enfocará el análisis del impacto de la Generación Distribuida, por proyectos fotovoltaicos, será en la red de bajo voltaje. Debido a esto, se presentan criterios de evaluación para las redes de distribución que pueden ayudar a comprender el beneficio y riesgo de la instalación de la GD.

1.4.5.1 Perfil de voltaje

El perfil de voltaje en las redes de distribución se refiere a cómo varía la magnitud del voltaje a lo largo de la red eléctrica, dependiendo de la distancia o la ubicación con respecto a la fuente y a un punto específico de la red. Este análisis permite representar cómo se comporta el nivel de voltaje en diferentes puntos de la red de distribución, teniendo en cuenta varios escenarios o condiciones operativas. En este sentido, es esencial tener en cuenta un rango máximo de caída de voltaje con el cual se puede operar en las redes secundarias. En las redes de bajo voltaje, este rango máximo es la diferencia entre el voltaje nominal de alimentación (transformador de distribución) y el voltaje de carga evaluado en el punto más alejado de la red. A continuación, la Figura 1.9 muestra una caída de voltaje típica en función de la distancia recorrida de una red de distribución [3].

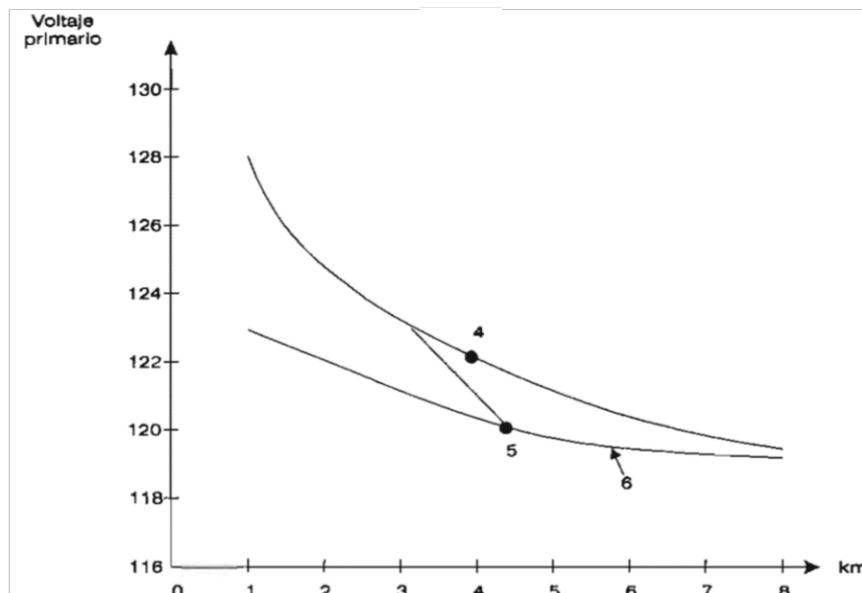


Figura 1.9. Perfil de voltaje de un alimentador [3].

En muchos casos, los límites de caída de voltaje se establecen para garantizar que la calidad del suministro eléctrico cumpla con estándares establecidos. Según la Empresa Eléctrica Quito, se establece que el límite de caída de tensión es del 3% con respecto al voltaje nominal de alimentación [2].

1.4.5.2 Cargabilidad de los componentes del sistema.

La cargabilidad de un componente eléctrico se refiere a la capacidad que poseen estos elementos del sistema eléctrico de distribución para manejar cargas eléctricas de manera segura y eficiente. En una red de bajo voltaje, los componentes en donde se puede analizar la cargabilidad son las líneas aéreas y el transformador de distribución.

1. Cargabilidad de una línea aérea de distribución:

La capacidad de carga de una línea aérea de distribución se refiere a la máxima corriente que la línea puede transportar de manera continua sin exceder sus límites térmicos y eléctricos. Este valor depende de factores como la sección transversal del conductor, el tipo de aislamiento, las condiciones climáticas y otros parámetros de diseño. Por lo general, en el caso de las líneas aéreas de la red de bajo voltaje, se puede estimar una capacidad de carga que oscila entre el 80% y el 100%, teniendo en cuenta que se trata de un conductor desnudo con una sección transversal significativa [2].

2. Cargabilidad de un transformador de distribución

La capacidad de carga de un transformador de distribución se refiere a su habilidad para suministrar energía eléctrica de manera continua a una carga sin exceder sus límites de temperatura y capacidad nominal. Este factor depende de variables como su capacidad nominal (expresada en kVA), su clase de aislamiento, la temperatura ambiente y la eficacia del sistema de enfriamiento. En la Empresa Eléctrica Quito, se encuentran disponibles transformadores de distribución con sistemas de enfriamiento de tipo OA/ONAN (Oil Natural and Air Natural), los cuales pueden operar de manera óptima con el 100% de la capacidad nominal, FA/ONAF (Oil Natural and Air Forced), que puede incrementar la capacidad de carga del transformador hasta un 33% de la potencia nominal, y FOA/OFAF ((Oil Forced and Air Forced), que posibilita un aumento de hasta el 66% en la capacidad de carga con la que opera el transformador [10].

1.4.5.3 Pérdidas de potencia en los sistemas de distribución.

Las pérdidas de potencia en las redes de distribución eléctrica corresponden a la disipación de energía eléctrica que tiene lugar durante el proceso de llevar la electricidad desde la fuente de generación hasta los puntos de consumo. Estas pérdidas, ocasionadas por el calor generado en los conductores y en los equipos eléctricos debido a la circulación de corriente, se denominan pérdidas técnicas y pueden manifestarse en elementos tales como el transformador de distribución, conductores de la red aérea, y conductores de las

acometidas, entre otros. Además, existen pérdidas conocidas como no técnicas, que se refieren a la pérdida de energía eléctrica debido a factores externos no vinculados a las características técnicas del sistema. Estas pérdidas suelen tener un carácter comercial y están relacionadas con actividades fraudulentas, errores en la medición y facturación, o problemas en la gestión de cobros [11].

La Empresa Eléctrica Quito, por ejemplo, tiene como objetivo que las pérdidas totales del sistema de distribución no excedan el 6,20% anual, por lo que, en el presente trabajo de TIC se considerara a este valor como el límite establecido para las pérdidas de potencia en las redes de distribución. En cualquier caso, el límite de pérdidas de potencia para las redes de distribución estará establecido por las entidades pertinentes [12].

1.4.5.4 Desbalance de Voltaje

El desbalance de voltaje en las redes de distribución eléctrica se manifiesta cuando las magnitudes de voltaje en las distintas fases de un sistema trifásico no son iguales. En este contexto, se emplean diversos criterios para determinar el porcentaje de desequilibrio de voltaje presente en una red de distribución [13].

1. La NEMA (National Equipment Manufacturer's Association) define el desbalance como LVUR (Line Voltage Unbalance Rate):

$$\%LVUR = \frac{|Desviación\ máxima(V_{ab}, V_{bc}, V_{ca})|}{Promedio\ de\ (V_{ab}, V_{bc}, V_{ca})} * 100$$

2. La IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) define el desbalance como PVUR (Phase Voltage Unbalance Rate):

$$\%PVUR = \frac{Desviación\ máxima(V_{ab}, V_{bc}, V_{ca})}{Promedio\ de\ (V_{ab}, V_{bc}, V_{ca})} * 100$$

3. La IEC define el desbalance de voltaje como VUF (Voltage Unbalance Factor):

$$\%VUF = \frac{V_2(Componete\ de\ voltaje\ de\ sec.\ negativa)}{1(Componete\ de\ voltaje\ de\ sec.\ positiva)} * 100$$

Para el Ecuador, se establece un límite de Desbalance de Voltaje del 2% para las redes trifásicas de distribución [14].

Para el presente trabajo, el criterio de desbalance de voltaje se lo obtendrá aplicando la definición PVUR (Phase Voltage Unbalance Rate) establecida por la organización IEEE.

1.4.6 Especificación de los criterios para la fase de evaluación de los aspectos técnicos considerados.

Los criterios que no deben ser transgredidos con la instalación de los nuevos proyectos de generación distribuida mediante paneles fotovoltaicos incluyen: la caída de voltaje, que, según la EEQ, no debe superar el 0,97 p.u. del valor nominal en las redes de distribución de bajo voltaje. Respecto a las pérdidas de potencia, la EEQ establece que la meta aproximada de pérdidas técnicas de potencia eléctrica para las redes de distribución debe, ser menores a un 2,6% de la potencia nominal suministrada a los usuarios. En cuanto a la cargabilidad del transformador de distribución y las líneas aéreas desbalanceadas, no existe un criterio específico que determine la viabilidad de la conexión de nuevos proyectos de GDFV. No obstante, se analizará la variación en este parámetro para los diferentes escenarios propuestos, con el fin de determinar si hay reducciones o aumentos en estas características para los componentes mencionados. Finalmente, en relación con el desbalance de voltaje, se considerará el límite establecido por la ARCERNNR, que se sitúa en el 2%. Todos estos parámetros fueron detallados en la explicación de cada aspecto técnico para el análisis de la red de bajo voltaje [2], [14].

1.4.7 Software de Simulación.

Diversos programas informáticos posibilitan el modelado y la simulación de sistemas eléctricos de distribución, entre los cuales se incluyen: OpenDSS (Distribution System Simulator), ETAP (Electrical Transient Analyzer Program), PowerWorld Simulator, DlgSILENT PowerFactory, entre otros. En el contexto de este proyecto, se optó por utilizar CYME (Distribution Management System), un software especializado en el análisis y diseño de sistemas eléctricos de distribución que es muy utilizado y está homologado por la empresas distribuidoras de energía eléctrica en el Ecuador.

2. METODOLOGÍA

Con el objetivo de analizar los impactos derivados de la integración de generación distribuida en una red de bajo voltaje, se explorarán diversos escenarios de estudio, cada uno con niveles diferentes de penetración de generación distribuida. En este capítulo se estructurarán los pasos seguidos para establecer criterios que determinen cuál de los variados escenarios propuestos beneficia más a la red de distribución. En primer lugar, se describirán las características específicas de la red de bajo voltaje seleccionada para el análisis, la cual será modelada en el programa CYME, siguiendo las normas y estándares de la Empresa Eléctrica Quito. El diseño de la red de bajo voltaje se iniciará desde el transformador de distribución, conectando postes, conductores, acometidas y cargas correspondientes. Posteriormente, se llevará a cabo una evaluación preliminar para registrar el comportamiento del caso base. En cuanto al análisis del impacto de la generación distribuida, se detallará el proceso de creación de escenarios relevantes que consideren la distribución de la generación de manera dispersa o concentrada. A continuación, se simularán flujos de potencia desbalanceados para obtener resultados que puedan ser analizados y comparados. Se presentarán los resultados de variables eléctricas clave, como perfiles de voltaje, desbalance de voltaje, cargabilidad en los elementos de la red y pérdidas de potencia. Los resultados se exhibirán para contrastar con el caso base con cada escenario propuesto.

2.1. Selección de la red de bajo voltaje.

Como se detalló en la sección 1.4.1.2, las redes de distribución de energía eléctrica presentan distintas particularidades que las distinguen entre sí. En este proyecto, se inició con la búsqueda de una red de bajo voltaje alimentada por un transformador de distribución con una potencia considerable. Se seleccionó una red de bajo voltaje con un transformador de distribución 100 kVA de una potencia para facilitar la determinación de la potencia generada por la Generación Distribuida Fotovoltaica (GDFV), según el nivel de penetración establecido para los casos de estudio. Una vez identificadas las posibles redes de bajo voltaje con transformadores de distribución de 100 kVA, se avanzó con la selección de una red que cumpliera con características específicas. Se priorizó la selección de una red radial que presentara una distancia significativa desde el nodo de origen hasta el punto más alejado, además de contar con un número sustancial de cargas conectadas. Para obtener una representación visual más clara de estas características, se empleó el portal ARCGIS de la EEQ, donde se logró identificar y seleccionar una red de bajo voltaje que cumplía con los requisitos establecidos. A continuación, la Figura 2.1 muestra la vista general del sector en donde se seleccionó la red de bajo voltaje mediante el portal ARCGIS de la EEQ [15].



Figura 2.1. Vista general del sector en el portal ARCGIS de la EEQ [15].

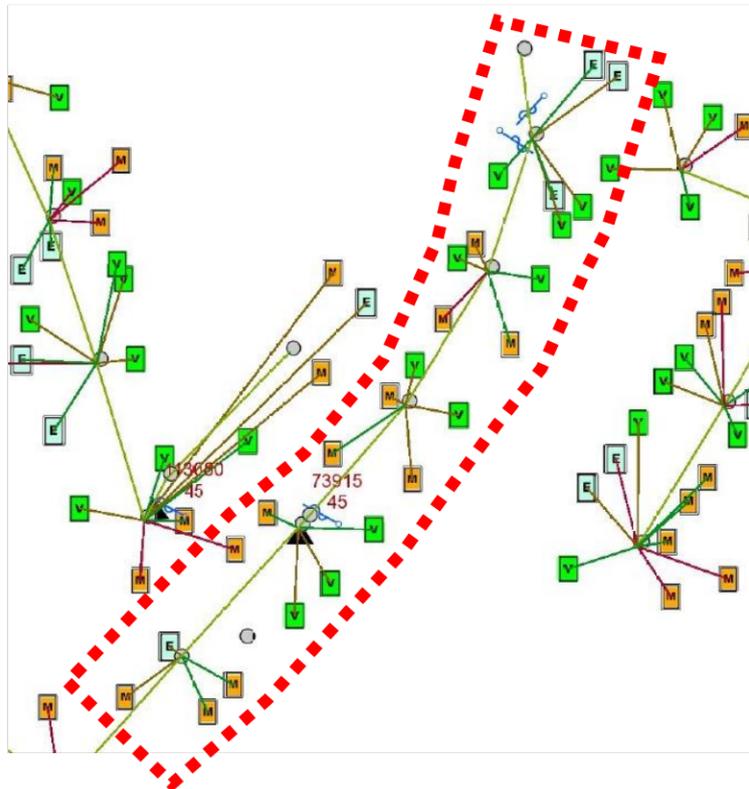


Figura 2.2. Especificación de la red de bajo voltaje seleccionada [15].

En la Figura 2.2, se presenta de forma general la red de bajo voltaje elegida para el análisis en este trabajo. La simbología utilizada por la empresa distribuidora se detalla a continuación [2]:



: Transformador de distribución de la red de bajo voltaje.



: Poste de hormigón.



: Agrupación de medidores de varios tipos.



: Medidor de tipo electromecánico.

 : Línea aérea de bajo voltaje.

  : Acometida aérea.

La red de bajo voltaje elegida exhibe las siguientes características distintivas:

1. Su topología es estrictamente radial.
2. El transformador de distribución tiene una potencia nominal de 100 kVA.
3. La distancia desde el nodo origen hasta el punto más alejado de la red de bajo voltaje es de 110 metros.
4. Presenta una distribución de cargas de manera aleatoria.
5. El número de usuarios conectados a esta red abarca 70 acometidas, en donde se incluyen acometidas de tipo trifásicas, bifásicas y monofásicas.

Todas estas características indican que la red de bajo voltaje seleccionada es representativa de las redes de distribución típicas en Ecuador y resulta apropiada para cumplir con los objetivos del presente trabajo. Su topología radial y la potencia del transformador de distribución de 100 kVA facilitan la determinación del nivel de penetración de la GDFV. Además, la distancia considerable y el número adecuado de cargas conectadas, distribuidas de manera aleatoria, la asemejan a una red de distribución desbalanceada típica.

2.2. Implementación de la red de bajo voltaje en CYME.

Una vez seleccionada la red de bajo voltaje para llevar a cabo la implementación de los diversos escenarios de GDFV, se procedió al modelado de dicha red utilizando el programa CYME. Para realizar esta tarea, es esencial tener un conocimiento detallado de las características de los distintos componentes que serán modelados en el programa.

2.2.1 Datos del Transformador de distribución.

Tabla 2.1. Especificaciones del transformador para el modelo en CYME [16].

Característica	Especificación
Tipo de Transformador	Trifásico
Tipo de aislamiento	Inmerso en aceite
Tipo de devanado	Acorazado
Capacidad Nominal	100 kVA
Voltaje Primario (VLL)	13.800 V
Voltaje secundario (VLL)	220 V
Grupo de conexión	GrdY

2.2.2 Datos para la distribución de distancias en los postes.

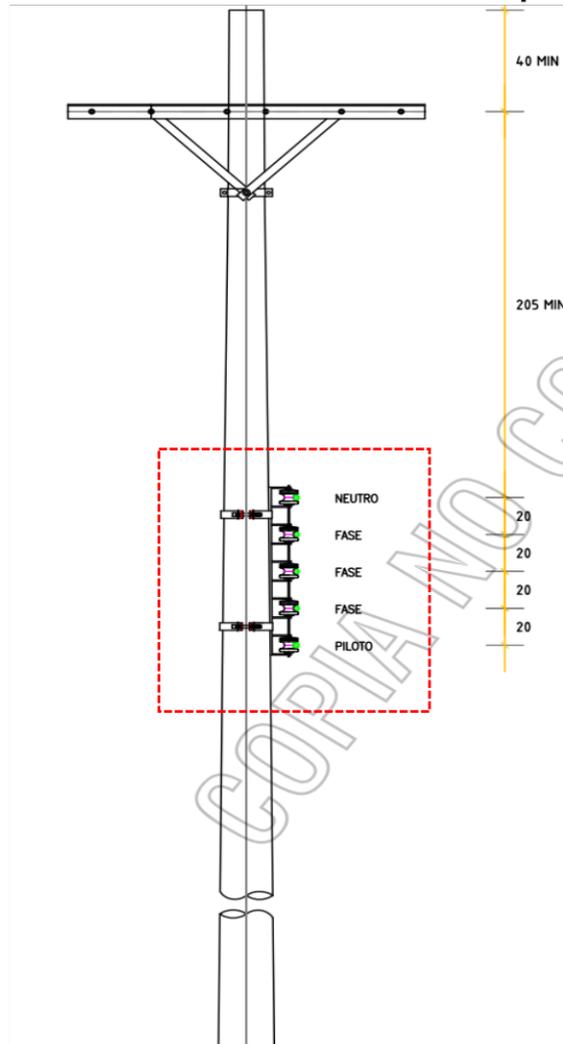


Figura 2.3. Especificación de las distancias utilizadas para las 3 fases y el cable de neutro en un poste de hormigón [17].

Tabla 2.2. Especificación de los espaciamientos entre conductores para la red aérea.

Característica	Especificación
Altura del Neutro	7,5 metros
Altura de Fase 1	7,3 metros
Altura de Fase 2	7,1 metros
Altura de Fase 3	6,9 metros

2.2.3 Calibre del conductor para la red aérea de bajo voltaje.

Según las normas constructivas de la EEQ, para redes de bajo voltaje se tiene las siguientes especificaciones para el calibre del conductor:

Tabla 2.3. Especificación del rango de calibre de conductor para la red de bajo voltaje [2].

Tipo de conductor	Calibre mínimo	Calibre máximo
AAC	53,49 mm ²	107,22 mm ²
Conductor de Aluminio trenzado desnudo	1/0 AWG	4/0 AWG

2.2.4 Calibre del conductor para las acometidas de la red de bajo voltaje.

Conforme a la Norma Ecuatoriana de Construcción, específicamente en el capítulo de instalaciones eléctricas, se establece que el calibre del conductor para el circuito de una acometida residencial debe variar entre el 6 AWG como mínimo hasta el calibre 4/0 AWG como máximo. Esta elección dependerá de la capacidad máxima de corriente que fluirá desde la red de bajo voltaje hacia la acometida residencial, conforme a lo estipulado en la normativa [18].

2.2.5 Diseño de las cargas para la red de bajo voltaje.

Considerando que el sistema GDFV a implementar se conectará a la red de bajo voltaje, eliminando la necesidad de un banco de baterías, se llevará a cabo un análisis del impacto de dicha conexión al medio día (12:00 horas), cuando la radiación solar alcanza niveles significativos. Esta radiación se mide en Vatios por hora, y de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción, la ciudad de Quito registra un promedio de 4990 Wh/m² [8]. Simultáneamente, en las horas matutinas de una red de bajo voltaje, es posible estimar la capacidad de potencia suministrada por el transformador de distribución mediante una curva de carga típica. En el horario seleccionado, se puede establecer que el transformador estará operando al 50% de su capacidad nominal, lo que implica que entregará una

potencia de 50 kVA a las cargas conectadas a la red de bajo voltaje. A continuación, la Figura 2.3 muestra una curva de carga típica de un transformador [19].

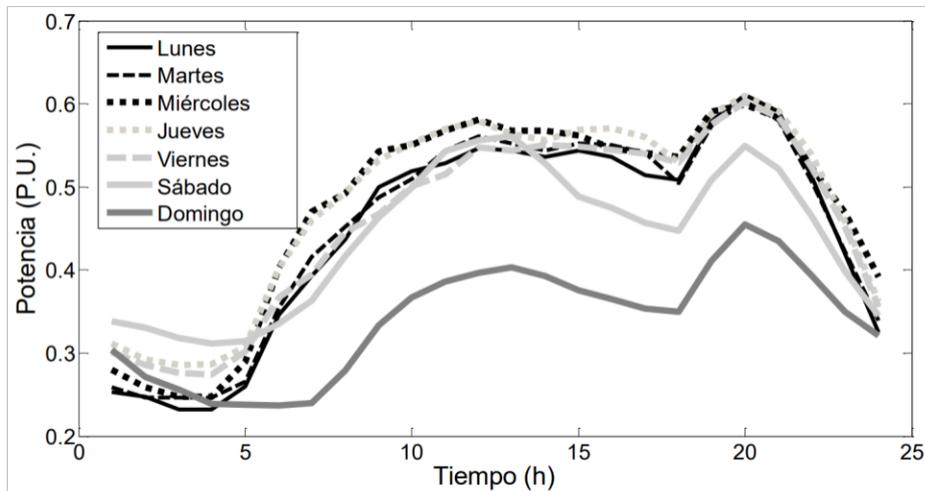


Figura 2.3. Curva de carga típica de un transformador [19].

Para el modelamiento de las cargas, el portal ARCGIS de la EEQ no proporciona información completa sobre las acometidas en la red seleccionada. Por esta razón, se llevó a cabo un registro presencial del número de medidores correspondientes a cada acometida y su ubicación, identificándose un total de 70 medidores o consumidores conectados a la red. Por razones de simplificación, se decidió distribuir uniformemente la potencia de 50 kVA entre las 70 acometidas de la red de bajo voltaje. Esto se debe a que el desbalance en la red se presentaría al distribuir las cargas de manera desigual en las tres fases del sistema. Además, dado que la red seleccionada es predominantemente residencial y alberga cargas con un factor de potencia cercano a 1, se puede considerar que los 50 kVA entregados a la red son equivalentes a 50 kW consumidos por las acometidas con cargas mayormente resistivas. De esta manera, el cálculo de la potencia consumida por las cargas se realizará de la siguiente manera:

$$P_{cargas} = \frac{P_{transformador}}{\#_{consumidores}} = \frac{50 \text{ kW}}{70 \text{ consumidores}} = 0,71 \text{ kW/consumidores}$$

2.2.6 Especificaciones del sistema de Generación Distribuida mediante paneles fotovoltaicos.

Para implementar un modelo de sistemas de Generación Distribuida en el software CYME, es necesario conocer los parámetros de los paneles fotovoltaicos, del inversor DC-AC y la configuración de paneles solares.

Parámetros de los paneles fotovoltaicos.

Los parámetros para los paneles solares fueron seleccionados en base a la hoja de datos del fabricante Jinko Solar, el modelo: Tiger Pro 54HC 395-415 Watt y se presentan en la Tabla 2.4 [20].

Tabla 2.4. Especificaciones del panel fotovoltaico para el modelo en CYME.

Característica	Especificación
Corriente en el punto de máxima potencia.	13,3 A
Voltaje en el punto de máxima potencia.	30,0 V
Corriente de cortocircuito.	13,71 A
Voltaje de circuito abierto.	36 V
Temperatura ambiente de referencia.	20°C
Temperatura en Condiciones de Prueba.	35°C
Irradiancia en Condiciones de Prueba.	1000 W/m ²

Parámetros del inversor DC-AC.

Los parámetros para el inversor trifásico y monofásico fueron seleccionados en base a la hoja de datos del fabricante Huawei, el modelo SUN2000 y se presentan en la Tabla 2.5 [21], [22].

Tabla 2.5. Especificaciones de los inversores para el modelo en CYME.

Característica	Especificaciones para Inversor Triásico de 20 kVA	Especificaciones para Inversor Triásico de 10 kVA	Especificaciones para Inversor Monofásico de 6 kVA
Rendimiento	98,30 %	98,00 %	97,80 %
Voltaje en el lado de DC.	500 V	500 V	500 V
Capacidad Nominal.	20 kVA	10 kVA	6 kVA
Factor de Potencia.	0,8	0,8	0,8
Potencia Nominal Activa.	20 kW	10 kW	6 kW
Potencia Nominal Reactiva.	16 kVAR	8 kVAR	4,8 kVAR
Tipo de barra en la red.	Tipo PV	Tipo PV	Tipo PV

Parámetros de el arreglo de paneles fotovoltaicos.

Como se detalló en la sección de configuración de paneles fotovoltaicos, la disposición de un conjunto de paneles tiene un impacto directo en la potencia generada por el sistema

GD. En términos generales, conectar los paneles en serie aumenta el voltaje generado, mientras que la conexión en paralelo permite incrementar la corriente suministrada a la red. Por lo tanto, para determinar la disposición óptima de los paneles fotovoltaicos, es esencial establecer tanto el voltaje en el lado de CC, que debe generarse para activar el inversor, como la corriente que permite alcanzar la potencia máxima del inversor. Los parámetros utilizados para el arreglo de los paneles fotovoltaicos se presentan en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Configuración para los arreglos de paneles fotovoltaicos en CYME.

Componente del Inversor	Inversor Trifásico de 20 kVA	Inversor Trifásico de 10 kVA	Inversor Monofásico de 6 kVA
Voltaje en el lado de DC.	500 V	500 V	500 V
Potencia Nominal Activa.	20 kW	10 kW	6 kW
Configuraciones de los paneles fotovoltaicos.			
Componente Generado por el arreglo de paneles.	Configuración 1: 17 serie – 4 paralelo	Configuración 2: 17 serie – 2 paralelo	Configuración 3: 17 serie – 1 paralelo
Voltaje generado.	510 V	510 V	510 V
Potencia DC en los paneles.	27,13 kW	13,57 kW	6,78 kW

2.3. Modelamiento de la red de bajo voltaje y sus componentes en CYME para el Caso Base.

Al contar con las especificaciones necesarias para todos los elementos que componen la red de bajo voltaje, se procedió a modelar cada uno de estos elementos en el software CYME, siguiendo una serie de pasos:

1. Para identificar las coordenadas geográficas de la red de bajo voltaje seleccionada, se ajustaron las preferencias del programa CYME. Se especificó el sistema de coordenadas para trabajar en la ubicación geográfica del país, basándose en el portal ARCGIS de la EEQ.

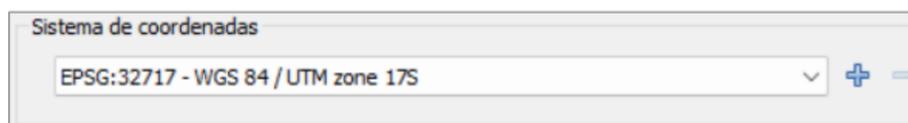


Figura 2.4. Sistema de coordenadas en CYME para la red de bajo voltaje.

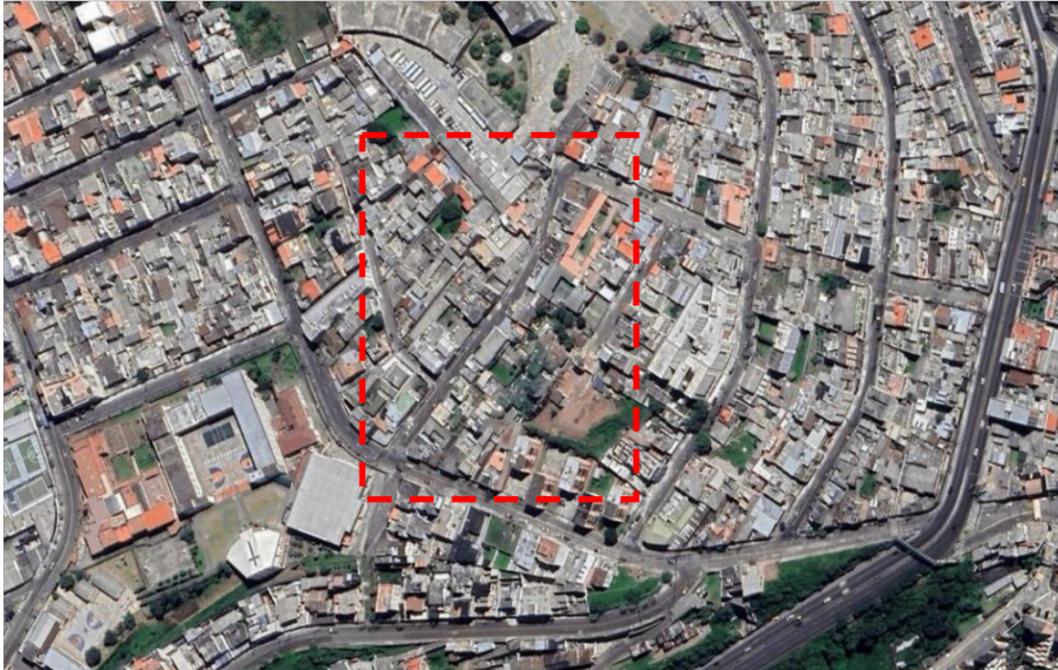


Figura 2.5. Especificación de la ubicación de la red de bajo voltaje en el mapa de CYME.

2. Una vez ubicada la red de bajo voltaje, se procedió a modelar cada componente del sistema de distribución. Esto incluyó el transformador de distribución, el espaciamiento de los conductores de fase, la línea aérea desequilibrada, los conductores de las acometidas y los sistemas GDFV.

Datos nominales		Configuración	
Tipo de transformador:	Trifásico	Primario	
Tipo de aislamiento:	Immerso en líquido	Secundario	
Tipo de devanado:	Tipo acorazado	Desfase:	Dyn5
Capacidad nominal:	100,0 kVA		-150,0
Tensión primaria:	13800,0 VLL	<input checked="" type="checkbox"/> Reversible	
Tensión secundaria:	220,0 VLL		
Pérdidas en vacío:	0,0 kW		
Corriente magnetizante:	0,0 %		
Impedancias de secuencia			
<input type="button" value="Estimar..."/>	Z1:	6,0 %	X1/R1: 10,0
	Z0:	6,0 %	X0/R0: 10,0

Figura 2.6. Especificación del transformador de distribución de dos devanados modelado en CYME.

Configuración de la torre

Genérico

Nro fases: 3

Nro conductores / fase: 1

Distancia de paquete (h): 0,01 m

Nro conductores neutros: 1

Distancias

a: 0,0 m

b: 0,0 m

c: 0,0 m

d: 0,0 m

e: 0,0 m

f: 0,0 m

Coordenadas (en metros)

	X	Y
1	0,0	7,5
2	0,0	7,3
3	0,0	7,1
N1	0,0	6,9

Previsualizar...

Figura 2.7. Especificación de las distancias para la línea aérea de distribución en CYME.

Conductores

Fase A: AAC DAFFODIL 350 KCMIL

Fase B: AAC DAFFODIL 350 KCMIL

Fase C: AAC DAFFODIL 350 KCMIL

Neutro 1: AAC DAFFODIL 350 KCMIL

Neutro 2: NONE

Distancia: MODELO_DISTANCIAS_LINEA_AREA

Corriente permanente admisible

	Fase A	Fase B	Fase C	
Crte perman. nominal:	480,0	480,0	480,0	A

Figura 2.8. Especificación de los conductores para las 3 fases de la línea aérea de distribución de bajo voltaje en CYME.

Construcción del cable

Tipo: Doble

Material del conductor: COBRE

Material de aislamiento: mm² AWG / kcmil

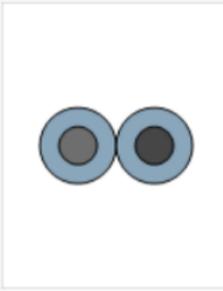
Tamaño del conductor: 8 AWG

Pantallas metálicas: 16,51 kcmil

Mismo tamaño & número de filamentos por fase y neutral

Material de aislamiento: XLPE_UNFILLED

Detalles...



a)

Construcción del cable

Tipo: Triplex

Material del conductor: COBRE

Material de aislamiento: mm² AWG / kcmil

Tamaño del conductor: 8 AWG

Pantallas metálicas: 16,51 kcmil

Mismo tamaño & número de filamentos por fase y neutral

Material de aislamiento: XLPE_UNFILLED

Detalles...



b)

Construcción del cable

Tipo: Tripolar con conductor neutro

Material del conductor: COBRE

Material de aislamiento: mm² AWG / kcmil

Tamaño del conductor: 8 AWG

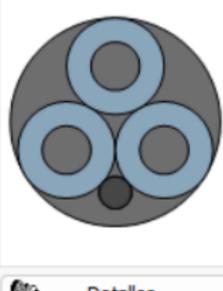
Pantallas metálicas: 16,51 kcmil

Material de aislamiento: XLPE_UNFILLED

Pantalla metálica: No

Neutros concéntricos: No

Detalles...



c)

Figura 2.9. Especificación de los conductores establecidos para las acometidas de la red de distribución en CYME. a) Acometida monofásica. b) Acometida bifásica. c) Acometida trifásica.

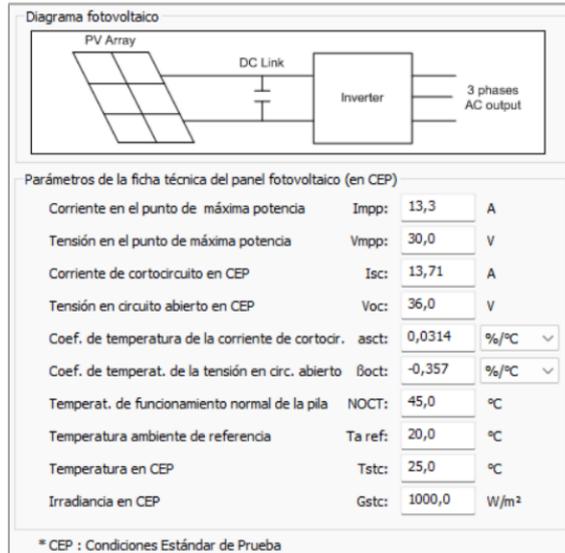


Figura 2.10. Especificación de las características de un panel fotovoltaico en CYME.

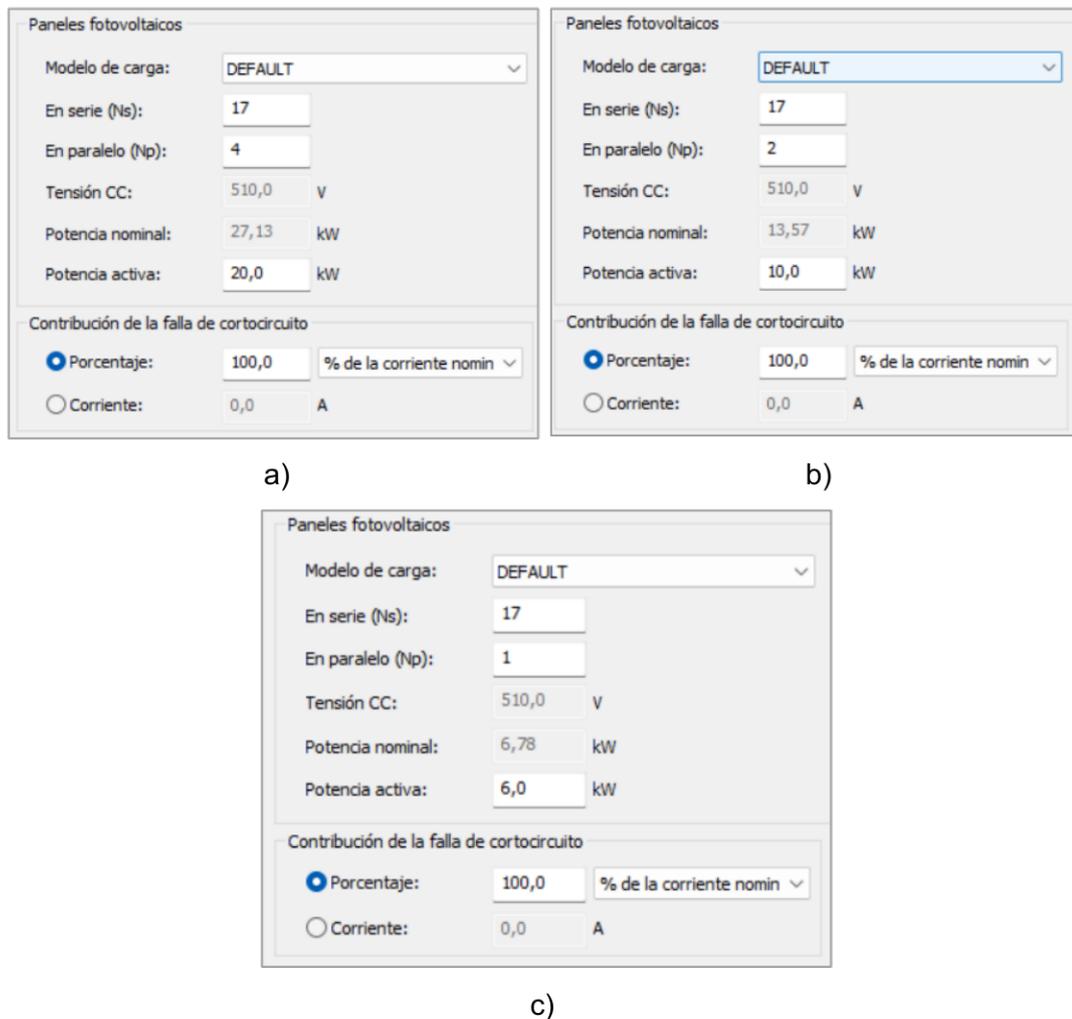


Figura 2.11. Especificación de los inversores del sistema GDFV en CYME. a) Inversor trifásico 20 kW. b) Inversor trifásico 10 kW. c) Inversor monofásico 6 kW.

3. Con los modelos de los componentes creados, se construyó la red de bajo voltaje. Se empezó creando una fuente equivalente que representaría la red de medio voltaje y alimentaría al transformador de distribución de dos devanados con un voltaje de 13.8 kV. Luego, se ubicó el transformador en el primer poste de la red. La red contó con 5 postes, espaciados según las normas constructivas de la EEQ (40 metros de distancia máxima entre cada poste). Se crearon las líneas aéreas para llevar el servicio eléctrico a toda la red. Se instalaron nodos para representar las acometidas del sistema, totalizando 25 entre trifásicas, bifásicas y monofásicas. La conexión de cargas se realizó con base en la identificación y ubicación de los medidores de energía registrados en el sitio, logrando que la red de bajo voltaje se asemejara lo más posible a la red real.

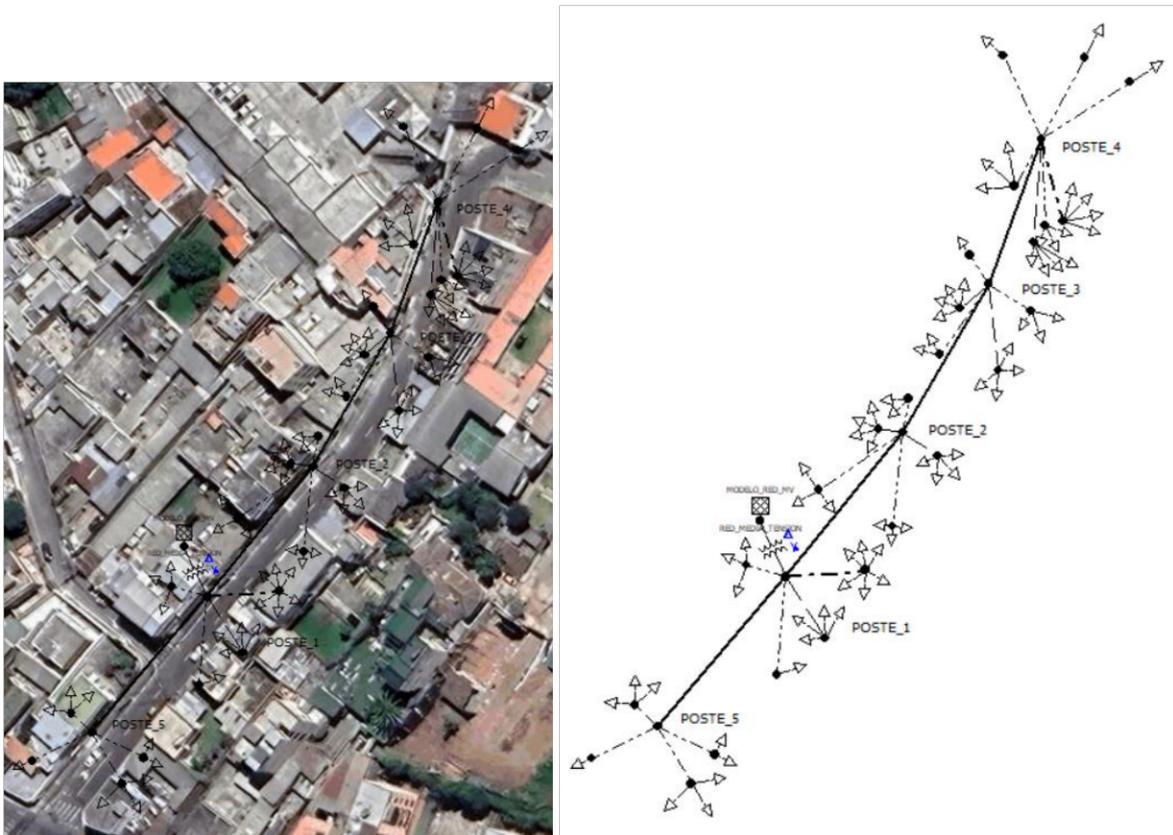


Figura 2.12. Esquema de la red de bajo voltaje modelada en CYME.

En la Figura 2.12, se presenta la red de bajo voltaje modelada en CYME. La simbología utilizada para este esquema eléctrico es:



: Fuente equivalente para la red de medio voltaje.



: Transformador de distribución de la red de bajo voltaje.



: Poste de hormigón.



: Carga simple o agrupación de cargas.



: Línea aérea de bajo voltaje.



: Acometida aérea.

Con la red de bajo voltaje modelada, se llevó a cabo un análisis de flujo de potencia que proporcionó resultados coherentes en términos de caídas de voltaje, pérdidas de potencia y cargabilidad tanto del transformador como de las líneas aéreas. Estos resultados específicos del Caso Base se detallarán en la sección de resultados. En líneas generales, el reporte sumario generado por CYME, al ejecutar el flujo de potencia, se muestra en la Figura 2.13.

Resumen total	kW	kvar	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	51,04	2,09	51,09	99,92
Generadores	0,00	0,00	0,00	0,00
Producción total	51,04	2,09	51,09	99,92
Carga leída (no regulada)	50,40	0,00	50,40	100,00
Carga utilizada (regulada)	50,40	-0,00	50,40	100,00
Condensadores shunt (regulados)	0,00	0,00	0,00	0,00
Reactancias shunt (reguladas)	0,00	0,00	0,00	0,00
Motores	0,00	0,00	0,00	0,00
Cargas totales	50,40	-0,00	50,40	100,00
Capacitancia del cable	0,00	-0,00	0,00	0,00
Capacitancia de la línea	0,00	-0,00	0,00	0,00
Capacitancia shunt total	0,00	-0,00	0,00	0,00
Pérdidas en las líneas	0,27	0,45	0,53	50,74
Pérdidas en los cables	0,22	0,05	0,22	97,42
Pérdidas de carga del transformador	0,16	1,58	1,59	9,95
Pérdidas en vacío del transformador	0,00	0,00	0,00	0,00
Pérdidas totales	0,64	2,09	2,18	29,50

Figura 2.13. Visualización de los resultados obtenidos en el reporte sumario para el Caso Base en CYME.

Estos resultados ofrecen una visión clara de que el diseño de la red de bajo voltaje logró su objetivo de operar al 50% de la capacidad nominal del transformador de distribución. Se obtuvo un valor de 51,04 kW, considerando las pérdidas presentes en los componentes de

la red debido a la transmisión de energía a través del transformador, las líneas aéreas y las acometidas.

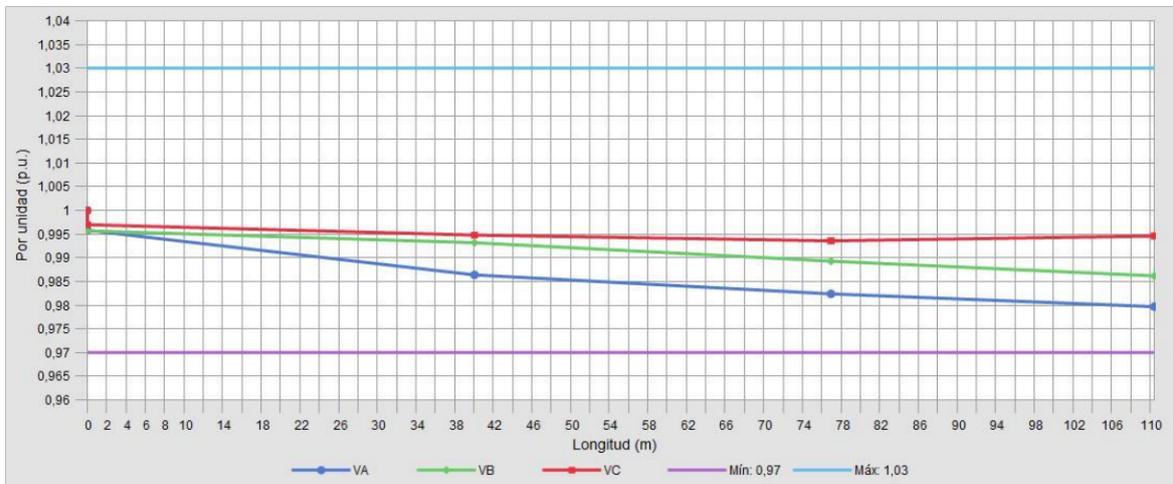


Figura 2.14. Visualización de un perfil de voltaje para el extremo más lejano la red simulada en CYME.

Adicionalmente, se extrajo un perfil de voltaje para el extremo más distante de la red de bajo voltaje (Poste 4). La Figura 2.14 ilustra un comportamiento característico de la caída de voltaje en relación con la distancia en una red de distribución eléctrica. Se puede destacar que, a pesar de que la longitud del extremo más alejado de la red supera los 100 metros, no se observa ninguna violación del límite establecido por la empresa distribuidora para la caída de voltaje (0.97 p.u.).

2.4. Extracción de datos desde CYME.

Con el fin de analizar los aspectos técnicos de la red de bajo voltaje, detallados en el marco teórico de este trabajo, resulta imperativo extraer los datos brutos que se obtienen a través de la simulación de flujos de potencia en el programa CYME.

Esta extracción de datos se llevó a cabo mediante la especificación de reportes de salida para cada elemento principal de la red de distribución eléctrica del cual se deseaban conocer los valores de voltaje (en voltios y en por unidad), corriente, capacidad de carga, potencia y pérdidas de potencia. Los elementos especificados fueron el transformador de distribución, las líneas aéreas de distribución, los postes (nodos) y las acometidas de la red de bajo voltaje (cargas). A continuación, la Figura 2.15 muestra los reportes de salida configurados para los componentes que se van a analizar en el presente trabajo.



Figura 2.15. Reportes de salida para los componentes de la red de distribución de bajo voltaje.

En estos reportes se especificó que la extracción de datos se la realizaría mediante documentos de Excel. Esto con la finalidad de simplificar el análisis posterior a los eventos de simulación. A continuación, la Figura 2.16 muestra la configuración para los reportes de salida mediante la exportación de datos hacia documentos de Excel.

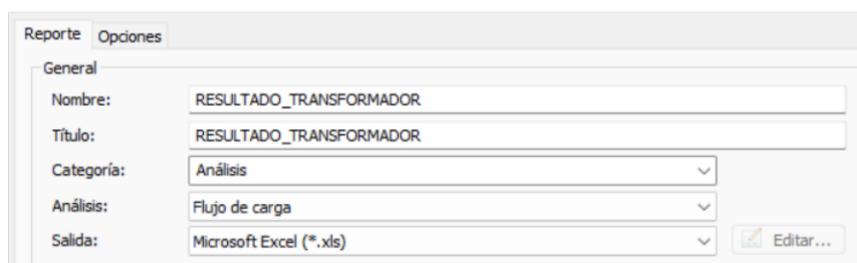


Figura 2.16. Especificación de la extracción de datos mediante hojas de cálculo en Excel.

2.5. Generación de los casos de estudio.

Como se detalló en la sección que abordaba las características de la GD, existe una relación entre la potencia eléctrica instalada en una red de distribución y la generada por pequeñas unidades de generación distribuida. Esta relación se denomina "nivel de penetración de la generación distribuida" y se expresa como un porcentaje. Así, se pueden definir diversos escenarios de simulación al modificar el nivel de penetración de la generación distribuida y su ubicación. Para este trabajo, inicialmente se propuso analizar tres escenarios en los que se variaría el nivel de penetración de la GD en un 30%, 60% y 90% en relación con la potencia del transformador de distribución. Dado que se eligió una red de bajo voltaje con un transformador de distribución de 100 kVA, se puede determinar la potencia suministrada por los proyectos de GDFV instalados en la red de manera precisa, correspondiendo a potencias de 30 kVA, 60 kVA y 90 kVA, respectivamente, para cada nivel de penetración establecido.

Con las potencias asignadas para cada nivel de penetración de la GDFV, se configuraron los casos de estudio mediante la alteración de las ubicaciones según la potencia generada

por los proyectos fotovoltaicos. De esta manera, se plantearon tres ubicaciones para realizar el análisis dentro de la red de bajo voltaje: en el extremo más alejado de la red, en el centro de la red y distribuida de manera dispersa a lo largo de toda la red, con ubicaciones específicas en los extremos y en el centro. A continuación, la Figura 2.17 muestra una referencia de la ubicación de la instalación de los proyectos GDFV para los escenarios propuestos.

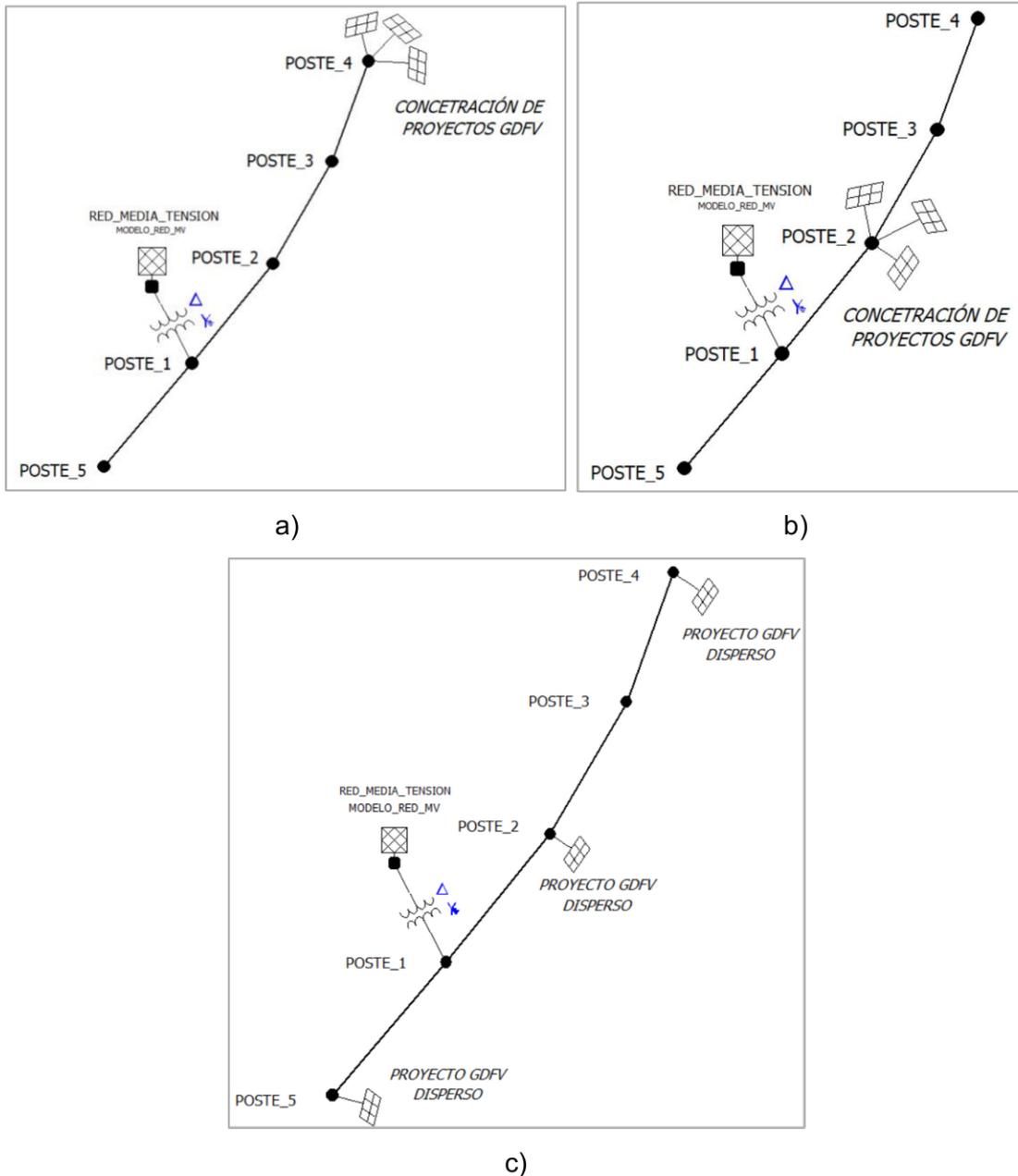


Figura 2.17. Especificación de la ubicación de los proyectos GDFV para cada caso de estudio. a) Configuración concentrada en el extremo más lejano. b) Configuración concentrada en el centro de la red. c) Configuración dispersa por la red.

En este estudio, se pretende evaluar el impacto de la conexión de proyectos de generación distribuida fotovoltaicos tanto en configuración trifásica como monofásica. No obstante, para los escenarios con un 90% y 60% de penetración de la GDFV, la conexión trifásica se revela como la opción más adecuada, dado que estos niveles de potencia son demasiado elevados para considerar el modelado de proyectos fotovoltaicos con conexiones monofásicas. Así, se implementará la conexión tanto trifásica como monofásica solo en los casos de estudio con un 30% de penetración de la GDFV. Con las potencias y ubicaciones de los sistemas GDFV definidas anteriormente, se procedió a desarrollar los siguientes casos de estudio detallándolos en la Tabla 2.6:

Tabla 2.6. Tabla resumen de las especificaciones de los casos de estudio.

Escenario.	Potencia generada por los proyectos.	Ubicación de los proyectos en la red.
Caso 1	90 kW – trifásicos.	En el extremo más alejado.
Caso 2	90 kW – trifásicos.	En el centro.
Caso 3	90 kW – trifásicos.	Configuración dispersa.
Caso 4	60 kW – trifásicos.	En el extremo más alejado.
Caso 5	60 kW – trifásicos.	En el centro.
Caso 6	60 kW – trifásicos.	Configuración dispersa.
Caso 7	30 kW – trifásicos.	En el extremo más alejado.
Caso 8	30 kW – trifásicos.	En el centro.
Caso 9	30 kW – trifásicos.	Configuración dispersa.
Caso 10	30 kW – monofásicos.	En el extremo más alejado.
Caso 11	30 kW – monofásicos.	En el centro.
Caso 12	30 kW – monofásicos.	Configuración dispersa.

3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Habiendo modelado todos los casos de estudio, se procedió a realizar el análisis mediante flujos de potencia con el objetivo de obtener los criterios de evaluación para la red de bajo voltaje establecidos en este trabajo. Esta sección permitirá determinar si existe una mejora en el comportamiento de la red al tener instalada la GDFV y establecerá cuál de los escenarios es más favorable para la red de bajo voltaje. Para lograr esto, se revisarán criterios como el perfil de voltaje, observando si hay una disminución en la caída de voltaje al conectar proyectos fotovoltaicos. También, se analizará la cargabilidad del transformador y de las líneas aéreas para observar si hay un aumento o disminución de la potencia y corriente que circulan por estos componentes. Finalmente, se examinarán las pérdidas de

potencia para observar si hay una reducción en las pérdidas técnicas de la red de bajo voltaje, lo cual sería ventajoso para la empresa distribuidora.

En cuanto al desbalance de voltaje, es crucial especificar que este análisis se llevó a cabo gracias a la disponibilidad de los datos necesarios para obtener esta característica, es decir, se contaba con los voltajes por fases de las acometidas trifásicas de la red de bajo voltaje. El análisis del Desbalance de Voltaje respalda la premisa de que efectivamente se ha trabajado con una red de bajo voltaje desbalanceada. De este modo, este análisis complementa el objetivo principal de este trabajo, que es realizar un análisis del impacto de la instalación de nuevos proyectos GDFV en las redes de bajo voltaje desbalanceadas, y de cualquier forma, no constituye un estudio completo de los parámetros de calidad de la energía eléctrica en una red de distribución con conexión de generación distribuida.

3.1 Resultados

En esta sección del documento, se abordan los aspectos técnicos delineados en el marco teórico, con el propósito de analizar el impacto resultante de la instalación de proyectos de Generación Distribuida, con diferentes niveles de penetración y en distintas ubicaciones, en la red de distribución de bajo voltaje modelada en CYME. Los gráficos que se presentarán a continuación ilustrarán perfiles de voltaje, niveles de voltaje, cargabilidad de las líneas aéreas y del transformador, pérdidas de potencia, y desbalance de voltaje. Cada uno de estos aspectos técnicos será evaluado para cada caso de estudio propuesto. Además, las tablas completas con el procesamiento de los datos obtenidos de los archivos del CYME se encontrarán al final del documento en la sección de Anexos.

3.1.1 Perfiles de voltaje

Con el fin de determinar si hay una mejora en los niveles de voltaje desde el transformador hasta el extremo más lejano de la red de bajo voltaje, se llevó a cabo el cálculo del perfil de voltaje en ambas direcciones de la red. Los perfiles de voltaje obtenidos permitirán supervisar el nivel de voltaje suministrado a los usuarios y evaluar el impacto de la conexión de la GDFV en las diferentes configuraciones propuestas. La división de la red de bajo voltaje se basó en la ubicación del transformador de distribución. El tramo más extenso, ubicado a la derecha del poste que alberga el transformador, fue designado como Tramo de Bajo Voltaje 1 (BV 1). Por otro lado, el tramo más corto, situado a la izquierda del poste con el transformador, se identificó como tramo de bajo voltaje 2 (BV 2).

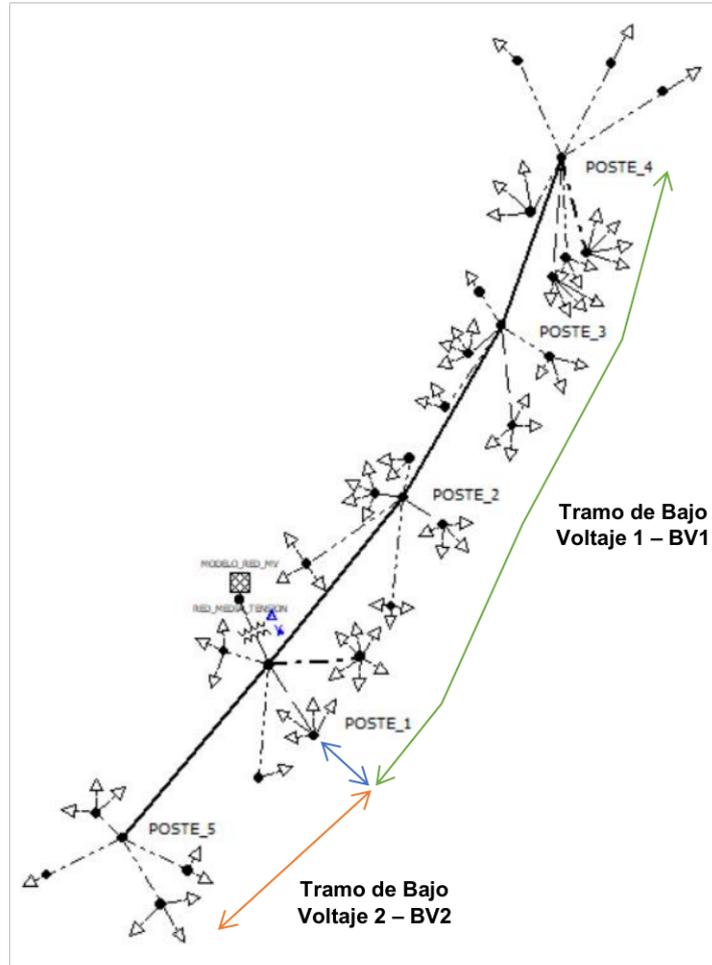


Figura 3.1. División de la red de bajo voltaje.

Tramo de Bajo Voltaje 1

Para el caso base del Tramo de Bajo Voltaje 1 (BV1), se logró visualizar que existe una caída de voltaje considerable al extremo del tramo, en donde se llega a tener un voltaje de 0.98 p.u., lo cual está muy cercano al límite inferior del 3% (0,97 p.u.). De igual forma, es posible evidenciar el desbalance de voltaje que se presenta entre las 3 fases del tramo. A partir de estos resultados, se realizará la comparación para cada uno de los casos propuestos a través de los perfiles de voltaje obtenidos. Todos los resultados del tramo de bajo voltaje 1 (BV1) se encuentran en la parte final de documento en la sección de Anexos.

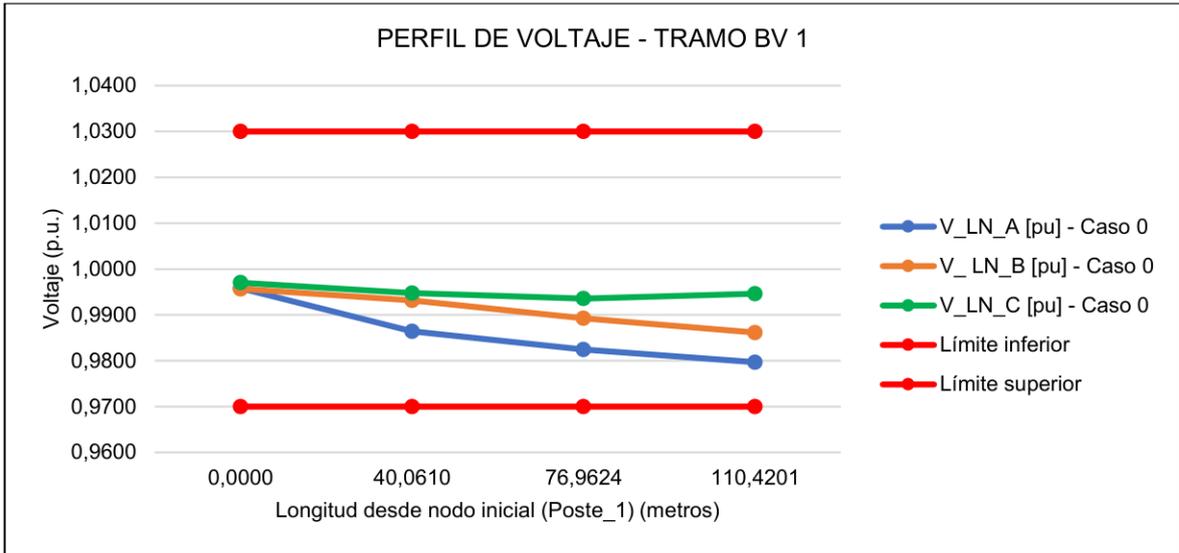


Figura 3.2. Perfil de voltaje para el Tramo de Bajo Voltaje 2: Caso 0.

Tramo de Bajo Voltaje 2

En cuanto al Tramo de Bajo Voltaje 2, se observó una variación insignificante en el perfil de voltaje para cada caso analizado. Esta falta de variación se atribuye al tamaño reducido de este tramo, con una longitud inferior a 43 metros y un único poste que alimenta no más de 4 acometidas. Así, el perfil de voltaje obtenido en cada caso de estudio se asemeja al ilustrado en la Figura 3.3, donde se aprecia la ausencia de una caída de voltaje significativa en función de la distancia recorrida en este tramo. Por consiguiente, a continuación, se dará prioridad al análisis del Tramo de Bajo Voltaje 1. Todos los resultados del tramo de bajo voltaje 2 (BV2) se encuentran en la parte final de documento en la sección de Anexos.

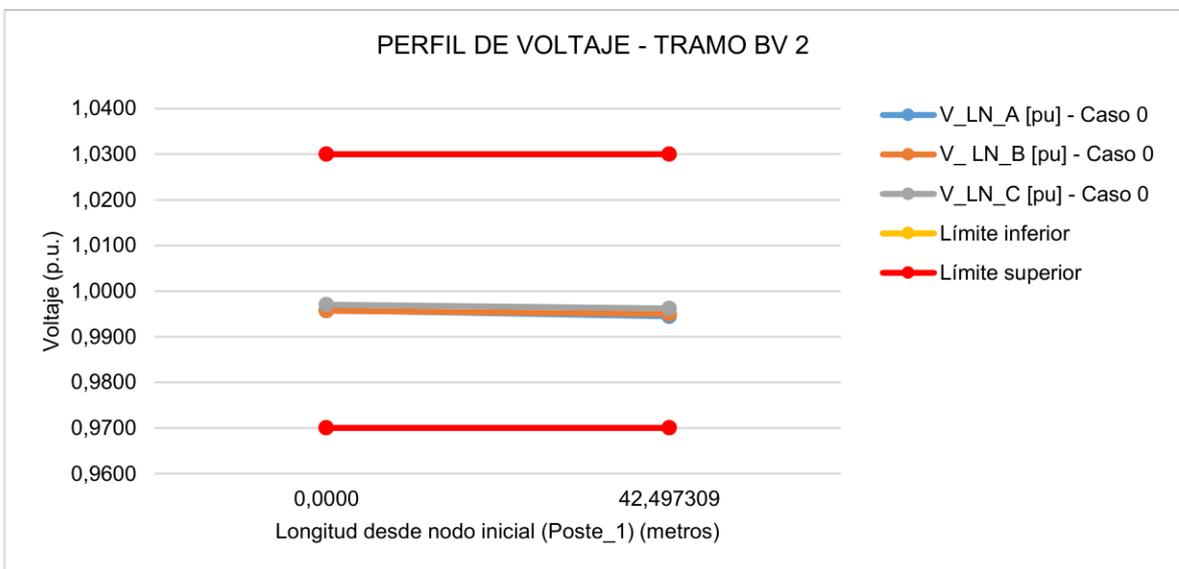


Figura 3.3. Perfil de voltaje para el Tramo de Bajo Voltaje 2: Caso 0.

Tramo BV 1: Caso 1 – GDFV de 90 kW trifásica concentrada en el extremo del tramo.

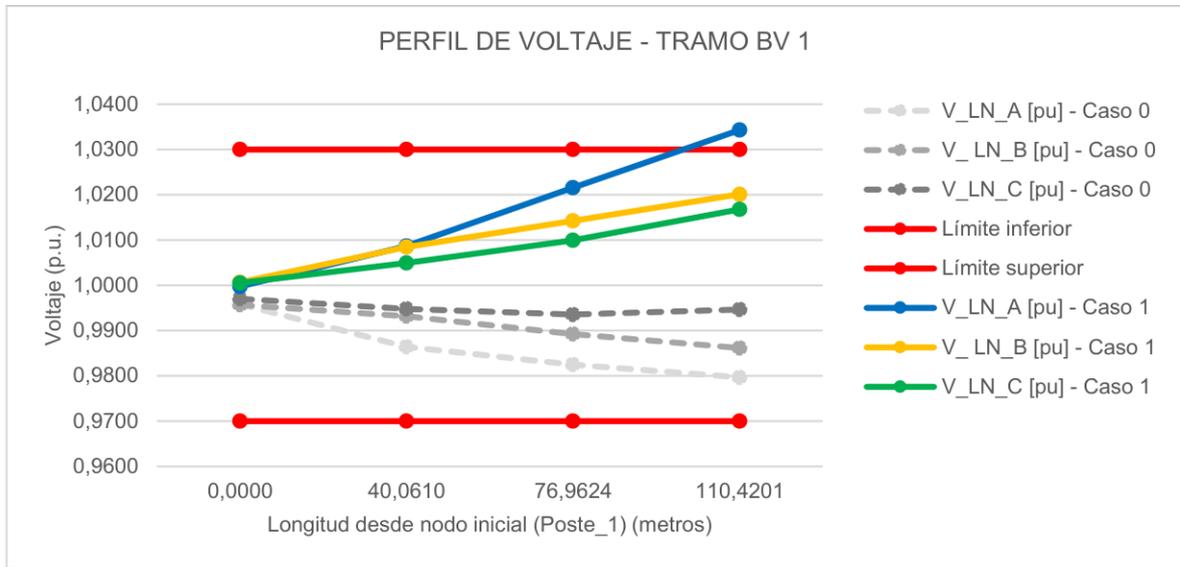


Figura 3.4. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 1.

Para el Caso 1, se realizó la conexión de 90 kW, de manera concentrada, en el extremo lejano del tramo. Al tener conectada esta potencia de GDFV se puede observar que existe una mejora considerable de los niveles de voltaje en función de la distancia del tramo. Sin embargo, también se puede evidenciar que se presenta un elevado nivel de voltaje en la fase A el cual sobrepasa el límite superior del voltaje de 1,03 p.u.

Tramo BV 1: Caso 2 – GDFV de 90 kW trifásica concentrada en el centro del tramo.

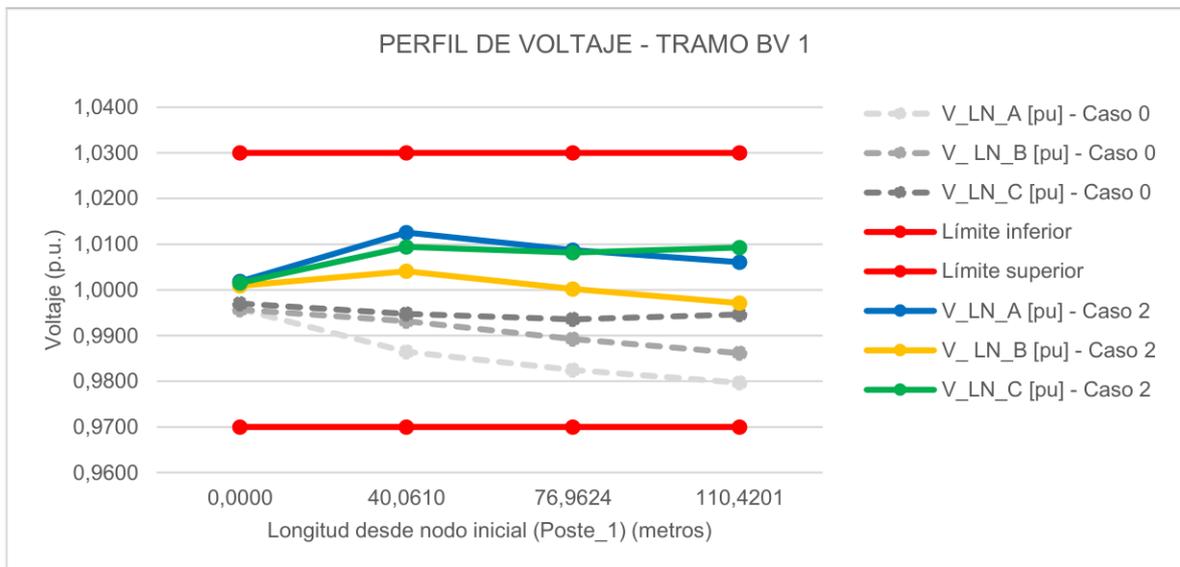


Figura 3.5. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 2.

Para el Caso 2, se puede observar que existe una mejora en los niveles de voltaje y que, para este caso, ya no se supera el límite de voltaje superior.

Tramo BV 1: Caso 3 – GDFV de 90 kW trifásica distribuida en todo el tramo.

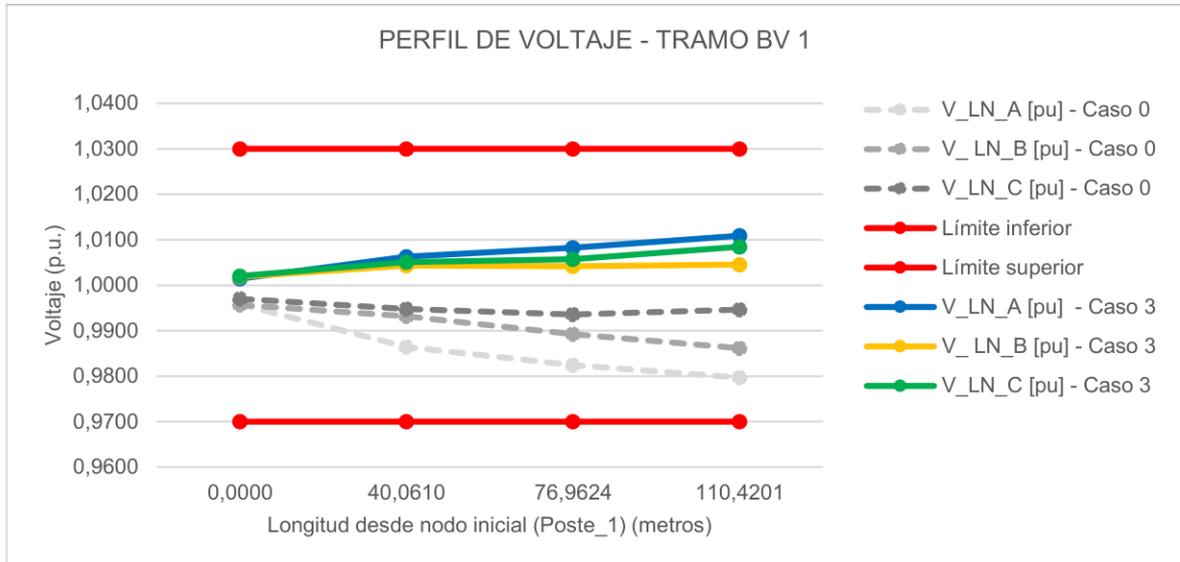


Figura 3.6. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 3.

En el Caso 3, se puede observar una mejora más evidente de los niveles de voltaje en función de la distancia recorrida en el tramo, a comparación del caso anterior. Para estos 3 primeros casos, se podría establecer que el mejor escenario radica en tener el 90% de la potencia del transformador de distribución (90 kW) instalada de manera distribuida por todo el tramo. Esto evitaría sobrepasar los límites superiores de voltaje y mejora los perfiles de voltaje de manera satisfactoria.

Tramo BV 1: Caso 4 – GDFV de 60 kW trifásica concentrada en el extremo el tramo.

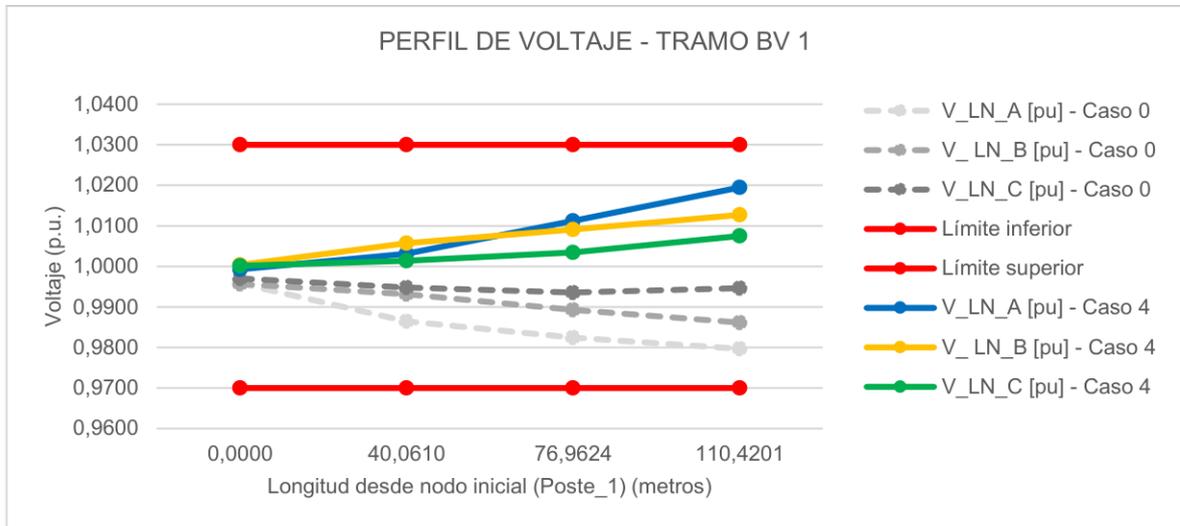


Figura 3.7. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 4.

Para el Caso 4, se reduce la potencia instalada en el extremo más lejano del tramo de 90 kW a 60 kW, en este escenario, se puede apreciar una mejora en los niveles de voltaje en función de la distancia sin sobrepasar los límites establecidos.

Tramo BV 1: Caso 5 – GDFV de 60 kW trifásica concentrada en el centro del tramo.

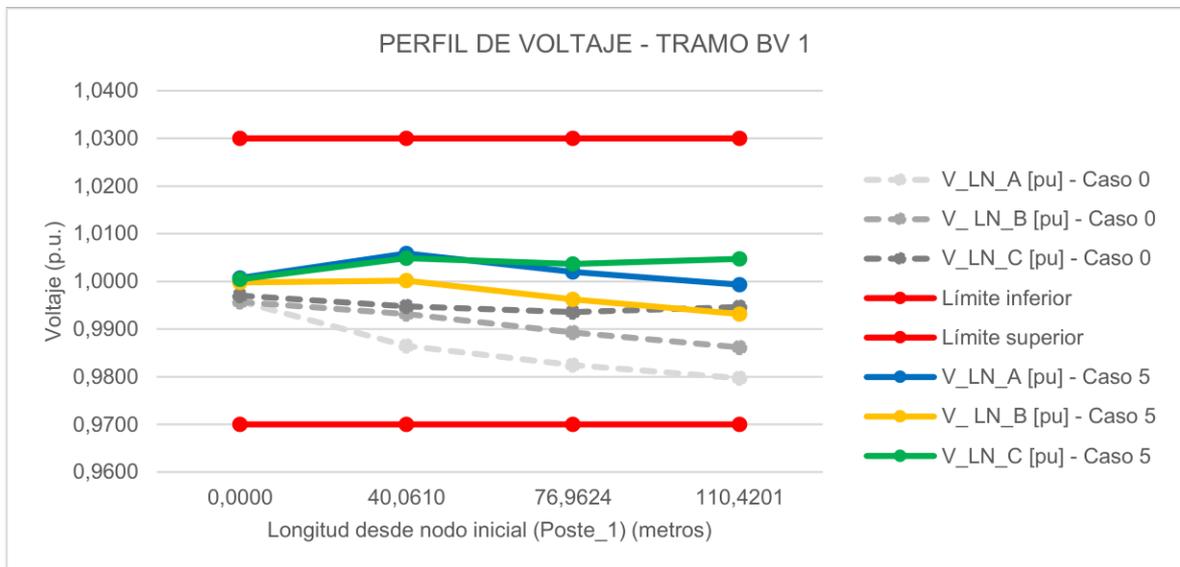


Figura 3.8. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 5.

En el Caso 5, al tener conectados los 60 kW en el centro de la red de bajo voltaje, se puede apreciar una leve mejora en los niveles de voltaje que, conforme aumenta la distancia del tramo, va disminuyendo considerablemente.

Tramo BV 1: Caso 6 – GDFV de 60 kW trifásica distribuida por todo el tramo.

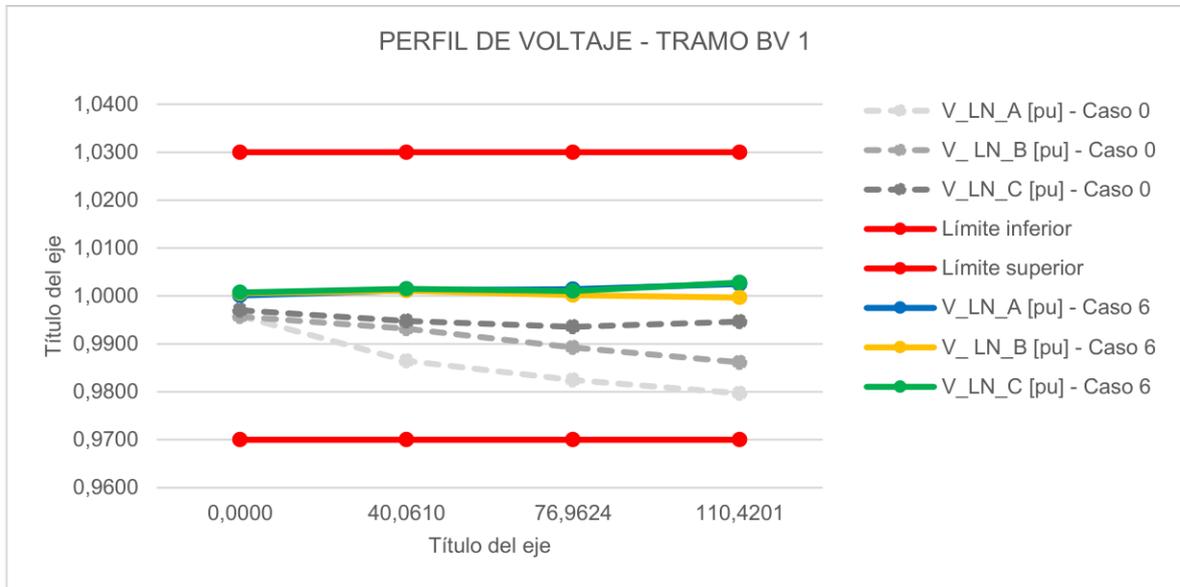


Figura 3.9. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 6.

Para el Caso 6, se distribuye la potencia de 60 kW a través de toda la red de bajo voltaje, en este escenario, se puede apreciar una leve mejora en los niveles de voltaje en función de la distancia, sin embargo, se puede apreciar que el desbalance de magnitud de voltaje se reduce considerablemente. Para estos 3 casos, donde se instaló 60 kW de GDFV, se puede establecer que el mejor escenario radica en el caso 6 ya que, al tener la GDFV distribuida por toda la red de bajo voltaje, no solo mejora los niveles de voltaje, también mejora el desbalance de voltaje, el cual se calcula más adelante.

Tramo BV 1: Caso 7 – GDFV de 30 kW trifásica concentrada en el extremo el tramo.

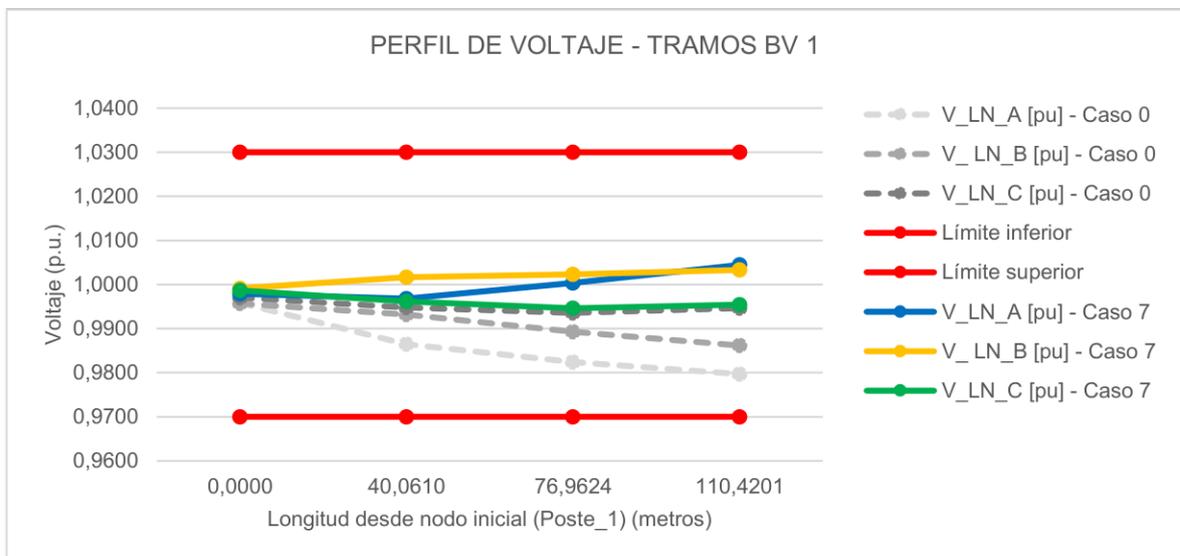


Figura 3.10. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 7.

Para el Caso 7, se reduce la potencia instalada en el extremo más lejano del tramo de 60 kW a 30 kW, en este escenario, se puede apreciar una leve mejora en los niveles de voltaje del tramo, sin embargo, el perfil de voltaje de la fase C no presenta una mejora muy significativa y tiene un comportamiento muy similar a la red sin la conexión de GDFV.

Tramo BV 1: Caso 8 – GDFV de 30 kW trifásica concentrada en el centro del tramo.

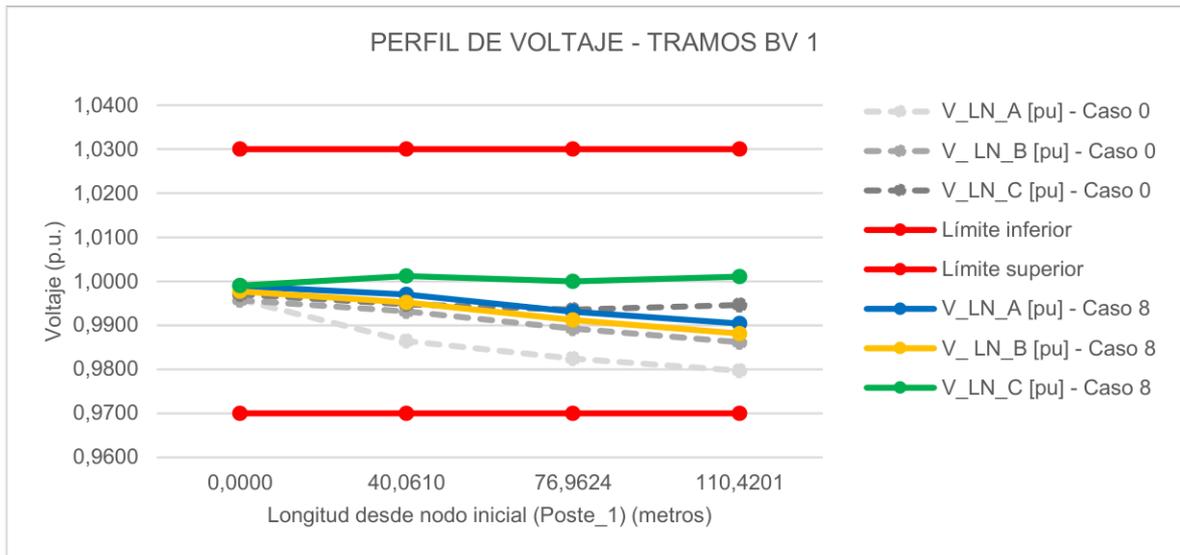


Figura 3.11. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 8.

Para el Caso 8, al tener conectado los 30 kW en el centro de la red de bajo voltaje, se puede apreciar que la mejora en los niveles de voltaje es muy baja.

Tramo BV 1: Caso 9 – GDFV de 30 kW trifásica distribuida por todo el tramo.

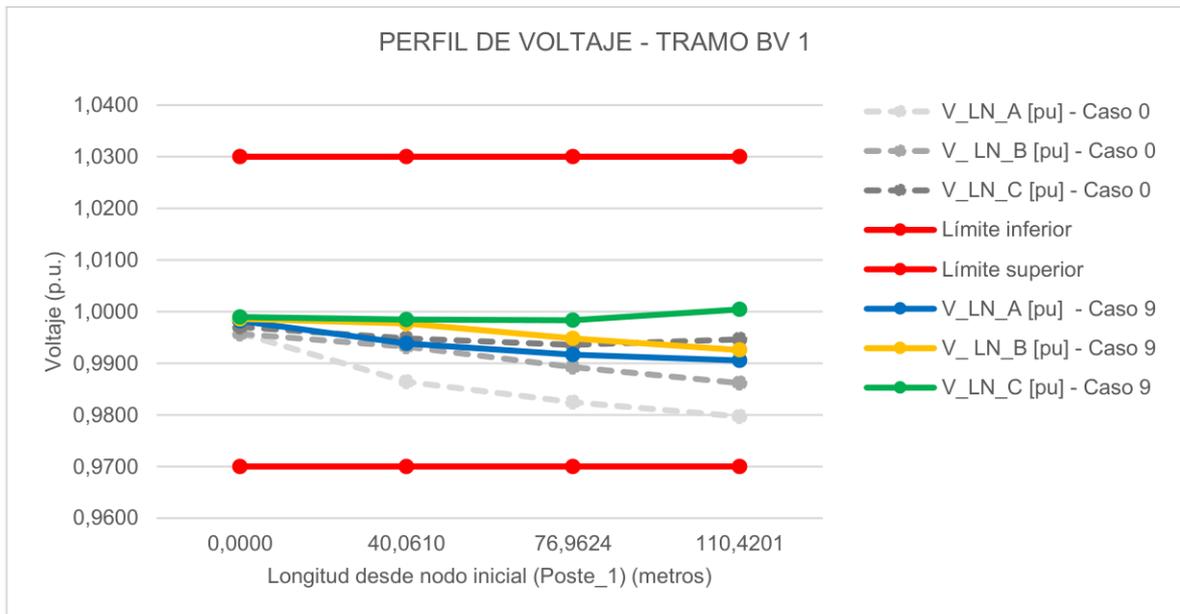


Figura 3.12. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 9.

Para el Caso 9, al tener los 30 kW dispersos por toda la red de bajo voltaje, se puede apreciar que, al igual que el caso anterior, no existe una mejora muy significativa en los niveles de voltaje. Para estos 3 nuevos caso donde se estableció conectar 30[kW] en GDFV, se puede establecer que la mejor alternativa radica en conectar toda esta potencia al extremo más lejano de la red de bajo voltaje.

Tramo BV 1: Caso 10 – GDFV de 30 kW monofásica concentrada en el extremo del tramo.

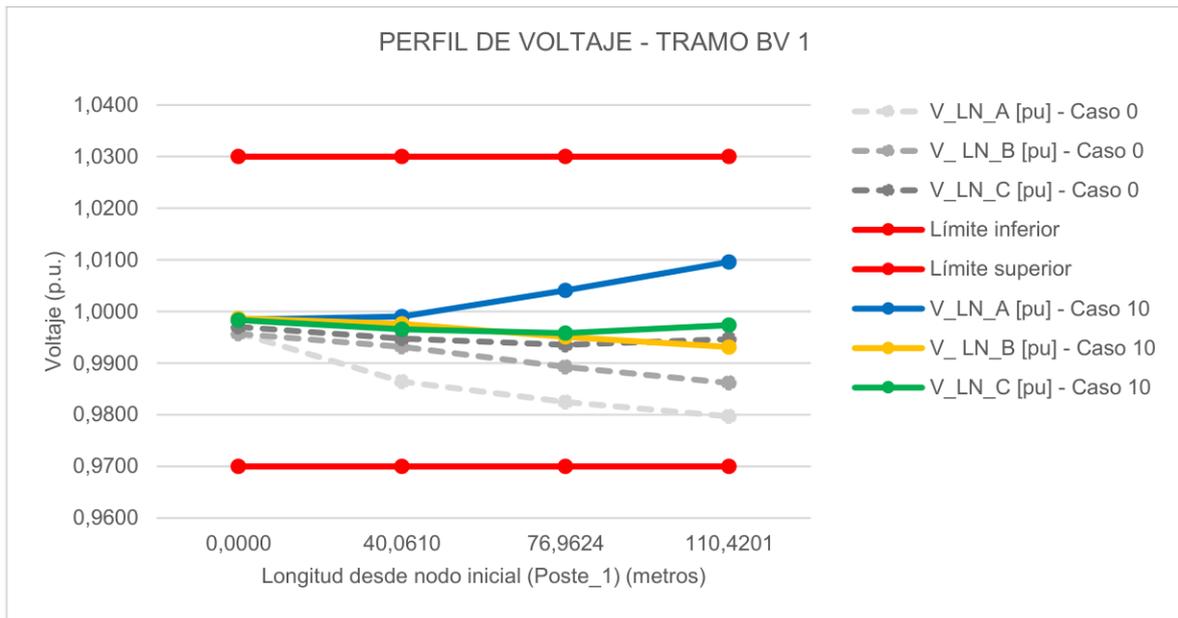


Figura 3.13. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 10.

Para el Caso 10, se realiza la conexión monofásica de 30 kW de GDFV de manera concentrada en el extremo más lejano de la red de bajo voltaje. En la gráfica se puede apreciar que existe un mejora en los niveles de voltaje, en especial en la fase A. Sin embargo, en el caso del voltaje de la fase C, se aprecia que no existe una variación muy significativa. Esto se debe al hecho de que el análisis preliminar de la red de bajo voltaje indico que la fase C era la menos cargada de las 3 fases, siendo la fase A la fase con más carga.

Tramo BV 1: Caso 11 – GDFV de 30 kW monofásica concentrada en el centro del tramo.

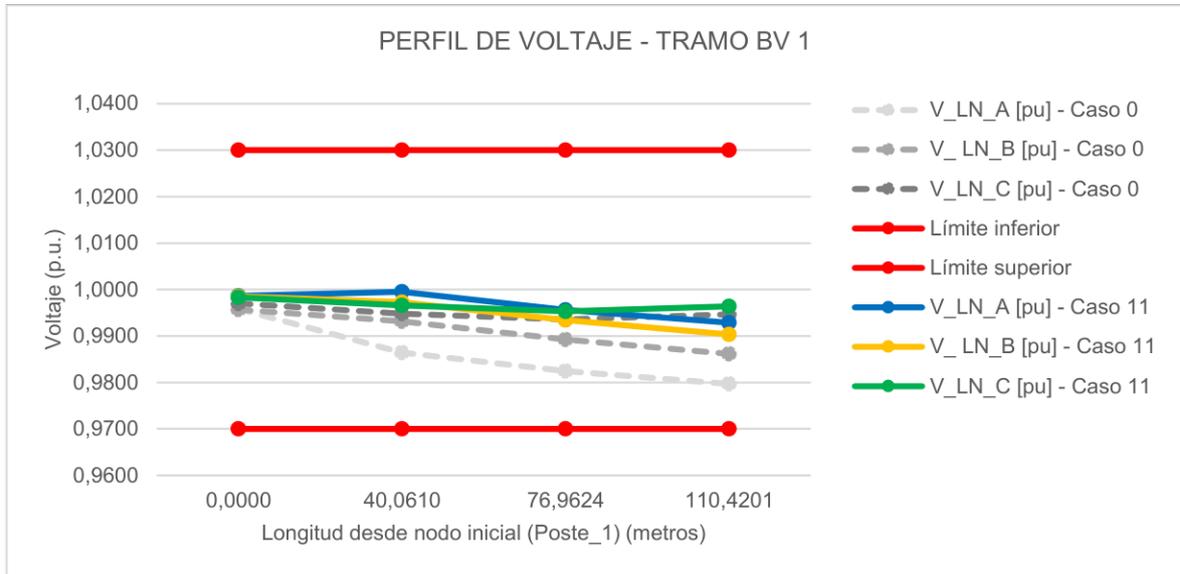


Figura 3.14. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 11.

Para el Caso 11, se realiza la conexión monofásica de 30 kW de GDFV de manera concentrada en centro de la red de bajo voltaje. En esta configuración, se puede apreciar que, tanto la fase A y la fase B suben su nivel de voltaje en función de la distancia que recorre el tramo. Sin embargo, este aumento no resulta ser significativo. De igual forma, la fase C sigue siendo la fase con el menor aumento en su nivel de voltaje.

Tramo BV 1: Caso 12 – GDFV de 30 kW monofásica distribuida por todo el tramo.

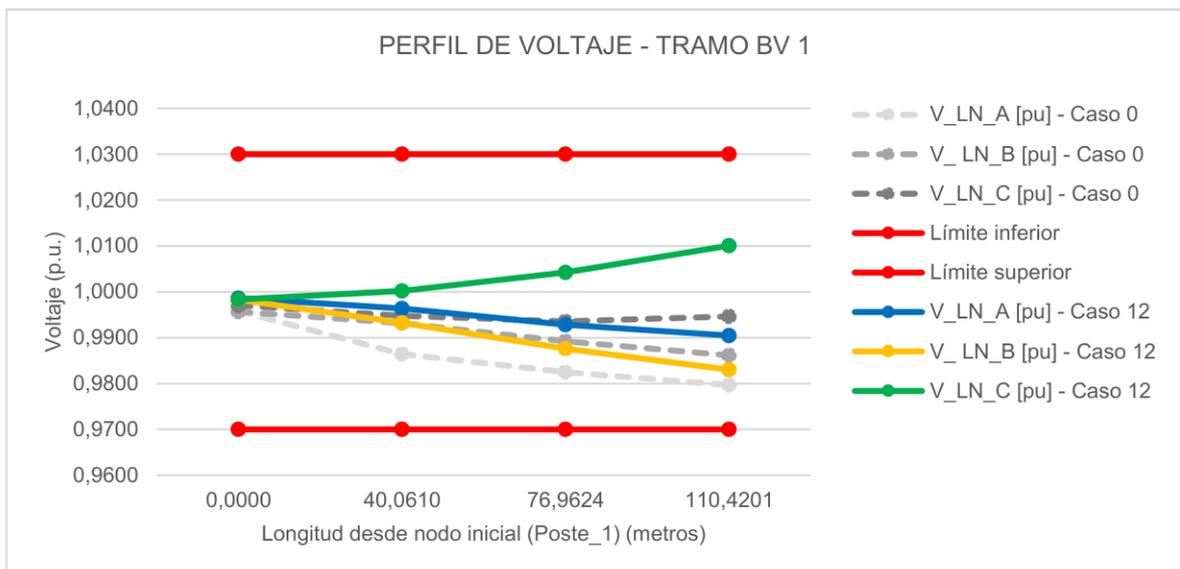


Figura 3.15. Comparación de Perfiles de voltaje: Caso 0 y el Caso 12.

Para el Caso 12, se realiza la conexión monofásica de 30[kW] de GDFV de manera dispersa por toda la red de bajo voltaje. Al tener esta configuración se puede apreciar un muy bajo aumento en el nivel de voltaje de las fases A y B, mientras que la fase C presenta un aumento considerable en su nivel de voltaje.

3.1.2. Análisis de los niveles de voltaje de la Red de Bajo Voltaje.

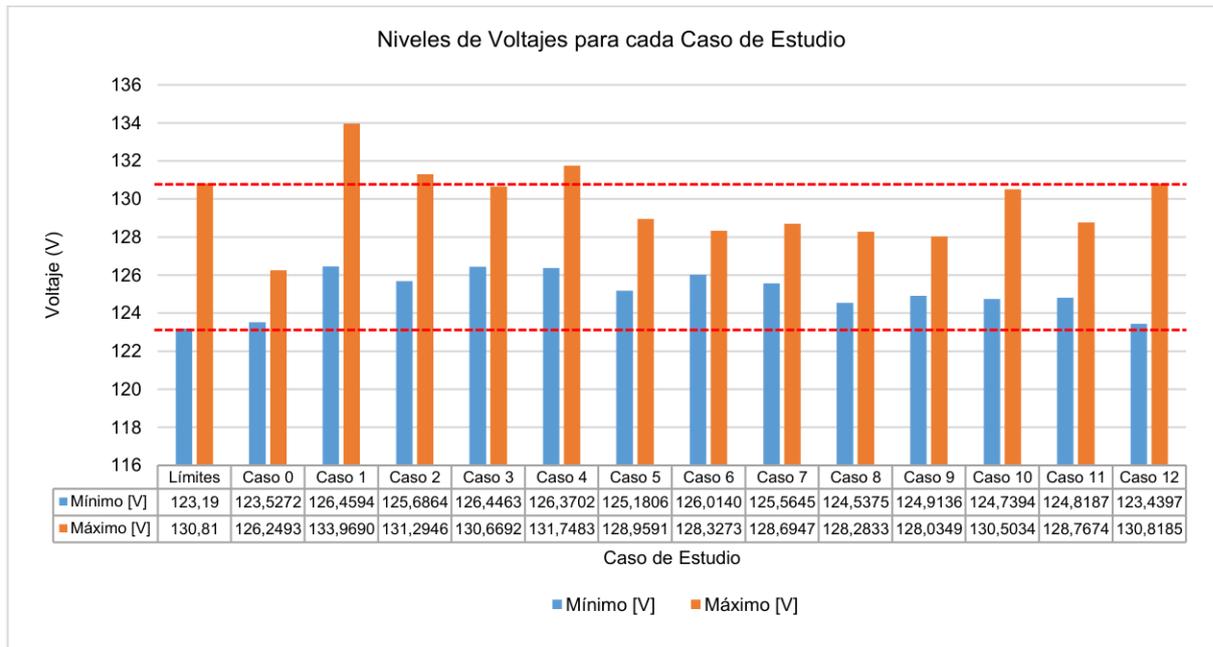


Figura 3.16. Niveles mínimos y máximos de voltaje línea-neutro, en V para cada caso de estudio.

En la gráfica superior se representó el nivel mínimo y máximo de voltaje que se obtuvo en las acometidas de la red de bajo voltaje para cada uno de los escenarios analizados. En el escenario del caso base, se puede apreciar que el nivel mínimo de voltaje en las acometidas es de 123,52 V y el máximo nivel se encuentra en 126,24 V. Considerando que el nivel de voltaje de esta red es de 127 V línea neutro se tiene que: para el Caso 1, el tener la GDFV de 90 kW tan agrupada y al extremo de la red, ocasiona que exista un nivel de voltaje muy alto, llegando a superar el límite con 133,96 V. Para el Caso 2, al tener la GDFV de 90 kW en el centro de la red, se puede observar que todavía se sobrepasa el nivel máximo de voltaje con 131,29 V. Para los casos posteriores, se puede apreciar que existe una mejora en los niveles mínimos y máximos de los voltaje en las acometidas, en donde se tiene una tendencia de tener un mayor incremento de los niveles de voltaje para los casos en donde se tenía la GDFV concentrada en el extremo más lejos de la red de bajo voltaje. En lo que respecta a los mínimos niveles de voltaje, en ninguna ocasión se llegó a tener niveles de voltaje tan bajos que sobrepasen el límite mínimo de 123,19 V.

3.1.3. Análisis del porcentaje de cargabilidad del transformador de distribución de la Red de Bajo Voltaje.

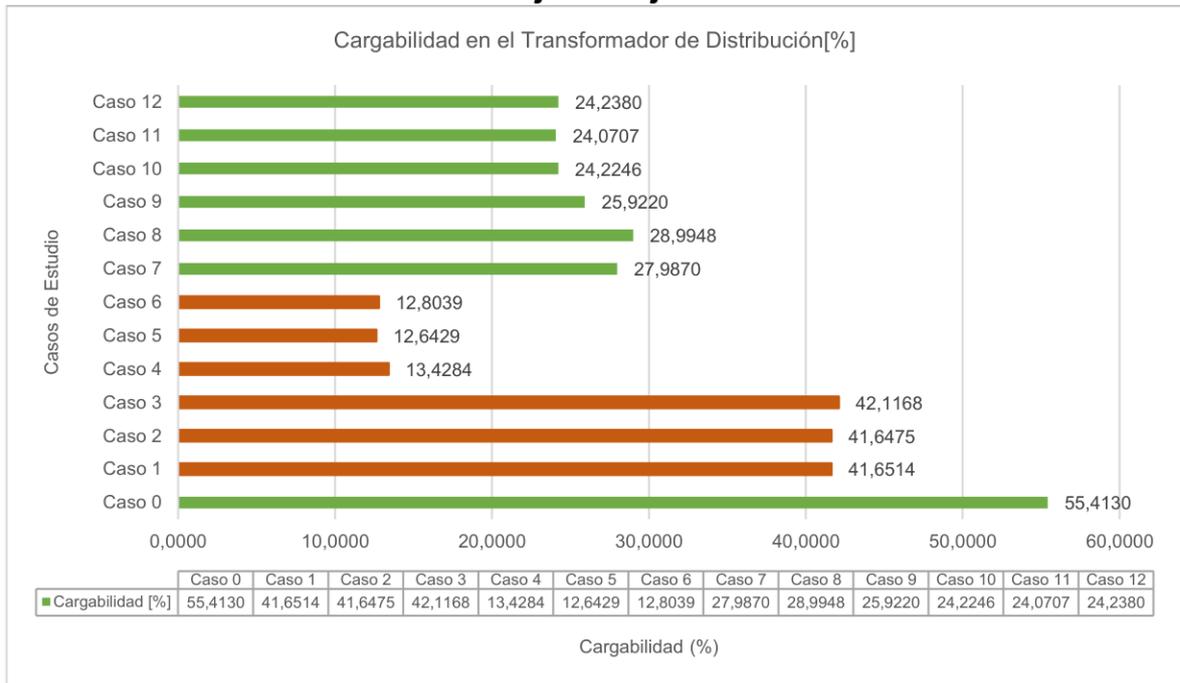


Figura 3.17. Cargabilidad del transformador de distribución en porcentaje para cada caso de estudio.

Al analizar la cargabilidad del transformador de distribución, se puede apreciar que, para el Caso Base, se tiene una cargabilidad del 55% del transformador, lo que indicaría que se está inyectando una potencia de 55,41 kW hacia la red de bajo voltaje. Los casos de estudio más importantes a tomar en cuenta son los 6 primeros casos en donde se tenía una GDFV de 90 kW para los 3 primeros casos y de 60 kW para los 3 casos posteriores. Para estos escenarios, se puede visualizar que existe un flujo de potencia desde la red de bajo voltaje hacia el transformador, esto se debe al excedente de generación que se tiene por parte de la GDFV, ya que, al tener una potencia de 90 kW y 60 kW, respectivamente, en la red de bajo voltaje y considerando los 55 kW de potencia que se consumen, visualizados el Caso Base, se puede observar que existirá un excedente de potencia que regresará desde la red hacia el transformador. Para los 6 casos restantes en donde se tiene 30 kW de GDFV, con conexión trifásica y monofásica, respectivamente, se puede observar que ya no se presenta un flujo de potencia desde la red hacia el transformador. Sin embargo, se evidencia que existe una mejora en la cargabilidad del transformador debido a que esta característica disminuye de un 55% hasta un rango de 28% a 24% de cargabilidad. De esta forma, se puede establecer que, de manera general existe una mejora en la cargabilidad del transformador de distribución al tener GDFV de distintas potencias conectadas en la red de bajo voltaje.

3.1.4. Análisis del porcentaje de cargabilidad de las líneas de distribución de la Red de Bajo Voltaje.

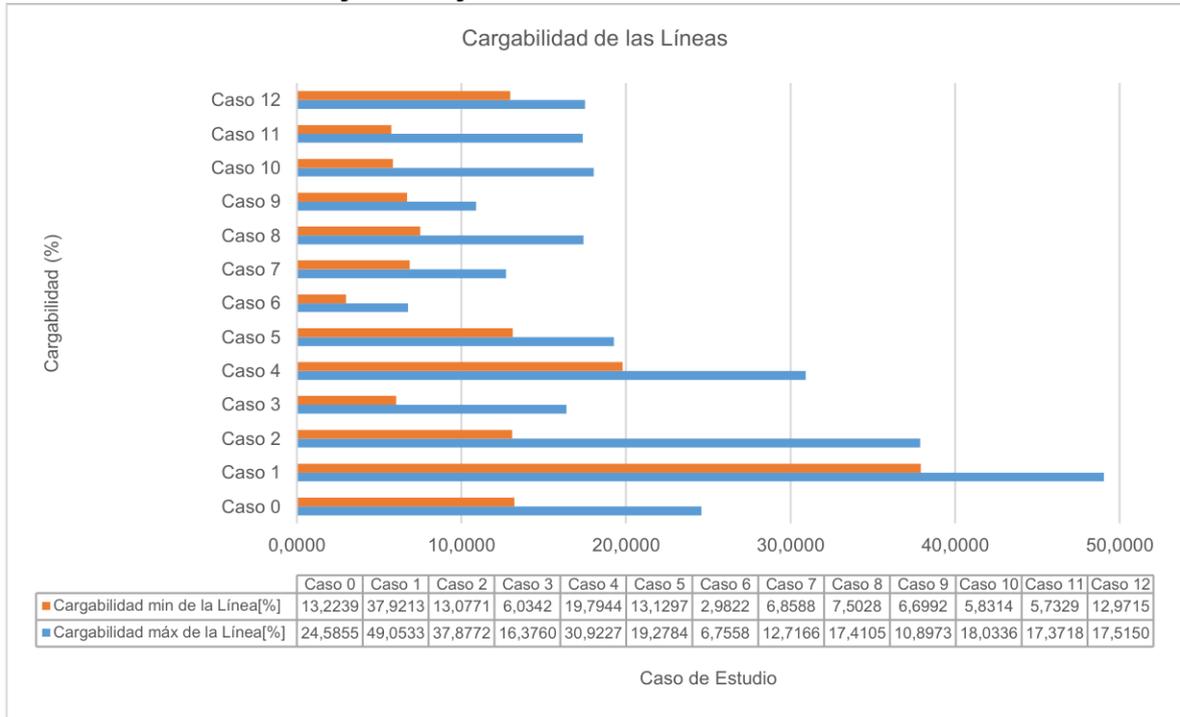


Figura 3.18. Cargabilidad de las líneas de distribución en porcentaje para cada caso de estudio.

En lo que respecta a la cargabilidad de las líneas de distribución, Se puede apreciar que el nivel mínimo de cargabilidad para el Caso Base es de 13,22% y el máximo de cargabilidad se establece en 24,59%. Para este análisis, se puede apreciar que el mayor nivel de cargabilidad de las líneas de distribución se establece en el Caso 1 con 90 kW de GDFV concentrada al extremo de la red, en el Caso 2 con 90 kW de GDFV concentrada en el centro de la red y en el caso 4 con 60 kW de GDFV concentrada en el extremo de la red de bajo voltaje. Para estos casos mencionados, la cargabilidad de las líneas de distribución aumentan de manera considerable con respecto al Caso Base, siendo el Caso 1 en donde se tiene el mayor aumento de la cargabilidad mínima llegando a un 37,92% y un 49,05%, para la cargabilidad máxima. Este aumento en la cargabilidad de las líneas se debe a la instalación de la GDFV de manera concentrada ya que, al tener 90 kW o 60 kW de potencia de generación, la líneas de distribución próximas a las acometidas en donde se tiene instalada la GDFV tendrá un aumento de su porcentaje de cargabilidad debido a son el primer componente de la red por el cual circulará toda esta potencia. Para el resto de los escenarios que se analizó, se puede visualizar que existe una mejora de la cargabilidad de las líneas de distribución ya que disminuye la magnitud de esta característica con respecto al Caso Base, en especial para los casos en donde la GDFV está instalada de manera

dispersa. De esta forma, el menor nivel de cargabilidad de las líneas radica en el Caso 6, al tener 60 kW de GDFV instalada de manera dispersa, lo cual ocasiona que el mínimo de cargabilidad de las líneas sea de 2,98% y el máximo de cargabilidad sea de 6,75%.

3.1.5. Análisis de las pérdidas de potencia de la Red de Bajo Voltaje.

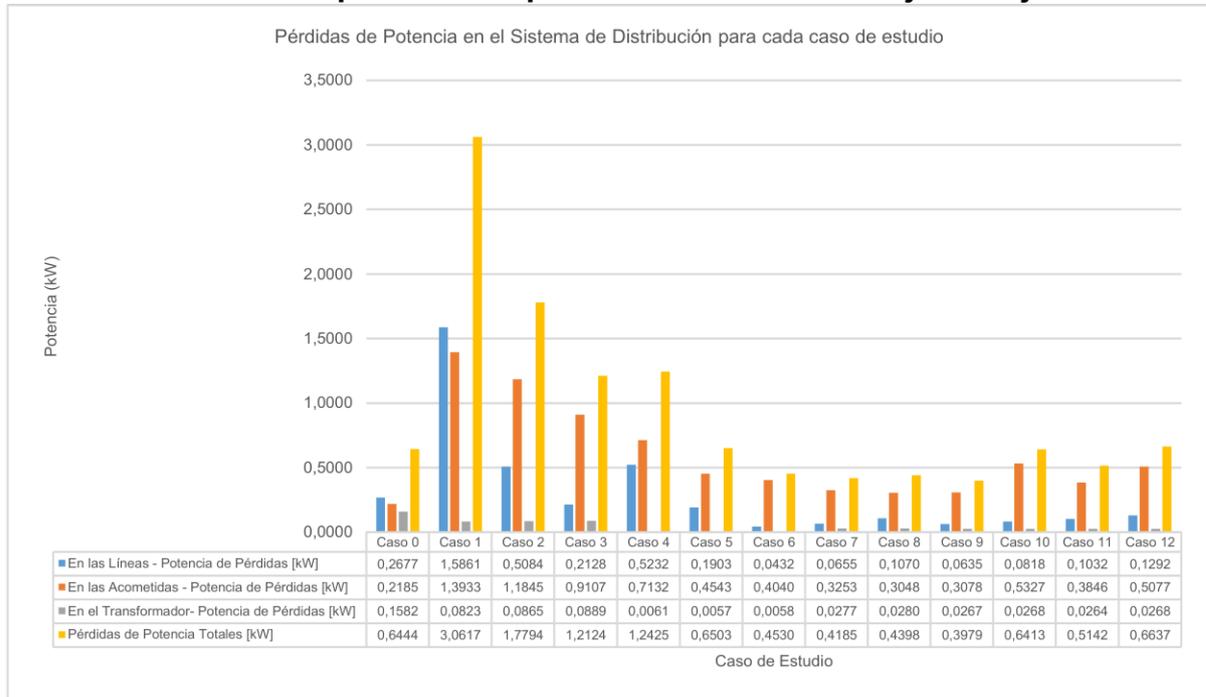


Figura 3.19. Niveles de pérdida de potencia kW para cada caso de estudio.

En las pérdidas de potencia de la red de bajo voltaje, se puede apreciar que el caso base se tiene un total de 0,6444 kW de pérdidas totales de potencia, siendo las líneas de distribución el componente del sistema en donde más pérdidas de potencia se tiene. Para los casos de estudio en donde se tiene una GDFV de 90 kW y 60 kW se puede observar que el nivel de pérdidas de potencia se eleva de manera considerable. Esto se debe al nivel superior de potencia que está circulando por la red de bajo voltaje, lo cual ocasiona que exista un mayor nivel de pérdidas en el transformador, en las líneas de distribución y en las acometidas. De esta forma, para el Caso 1 se tiene un total de pérdidas de potencia de 3,0617 kW siendo el escenario en donde se tiene el mayor nivel de pérdidas. Para este análisis se puede apreciar que existe una tendencia de presentarse menores pérdidas de potencia para los escenarios en donde se tiene la GDFV instalada de manera dispersa, ya que, en comparación al Caso 1, el Caso 3 con 90 kW de GDFV dispersa, se tiene un valor de pérdidas de 1,2124 kW. Esta situación es similar para los escenarios en donde se tiene 30 kW de GDFV, ya que, al tener dicha generación instalada de manera concentrada, se tiene un nivel de pérdidas de 1,2425 kW. Mientras que, para el caso en donde se tiene

instalada la GDFV de manera dispersa, el nivel de pérdidas baja hasta un valor de 0,453 kW.

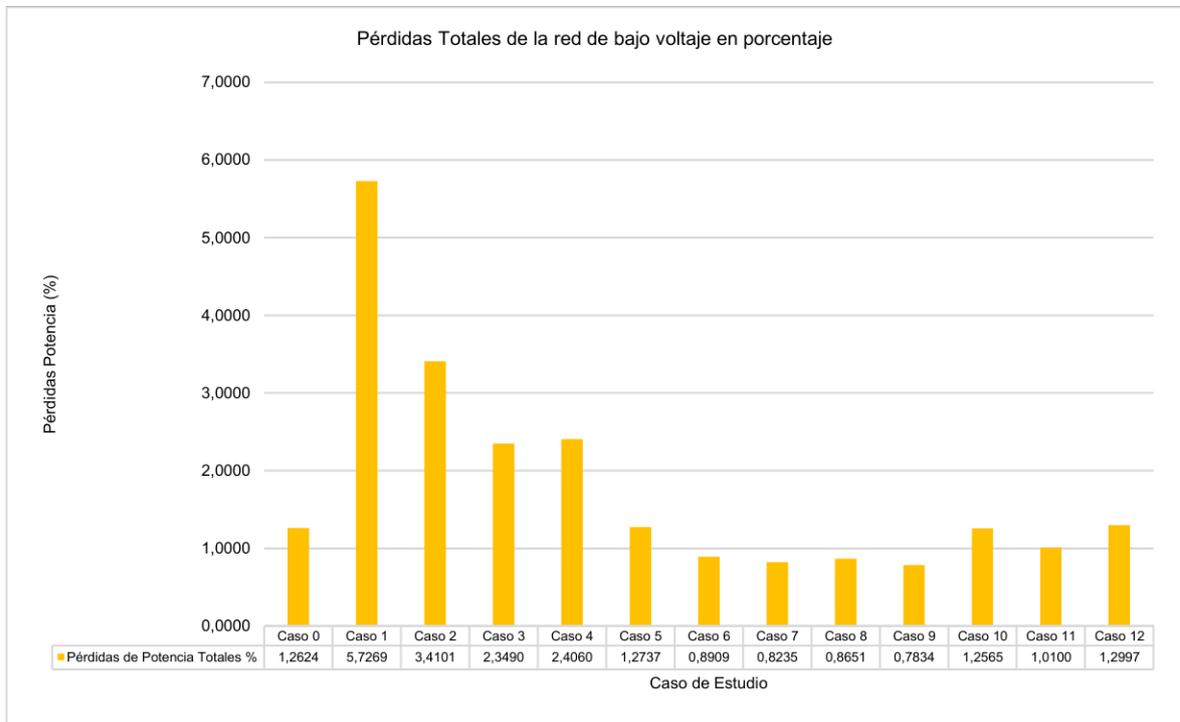


Figura 3.20. Pérdidas de potencia totales en porcentaje para cada caso de estudio.

Al examinar las pérdidas totales de potencia como porcentaje de la potencia suministrada a la red de bajo voltaje, se observa que los casos con 90 kW de GDFV presentan el índice más alto, siendo el máximo en el Caso 1 con un 5,7269%. A medida que se reduce la potencia generada por la GD, se aprecia una disminución en los porcentajes de pérdida de potencia en la red de bajo voltaje. Para este criterio, el escenario más beneficioso se presenta en los casos en los que la GDFV tiene una conexión trifásica y está distribuida por toda la red. Estas configuraciones poseen el menor nivel de pérdidas en comparación con los escenarios donde la GDFV está concentrada. Esto se debe a que, al tener una mayor potencia agrupada en un solo sector, se genera un índice de pérdidas más alto en los conductores de las líneas aéreas y en las acometidas de las cargas. Por otro lado, en los casos en que la GDFV tiene una conexión monofásica, se observa que las mayores pérdidas ocurren cuando hay una configuración dispersa. Esto se debe a la presencia de varios proyectos fotovoltaicos dispersos en la red de bajo voltaje, generando mayores pérdidas de potencia en los conductores de las acometidas.

3.1.6. Análisis del Desbalance de Voltaje para la Red de Bajo Voltaje.

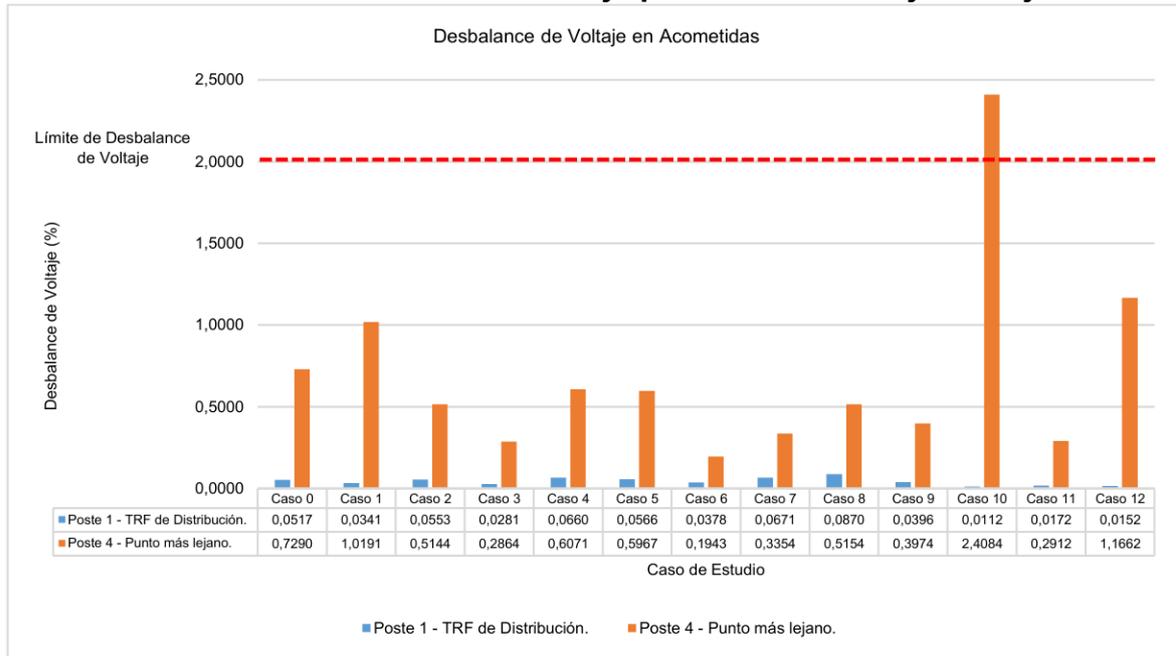


Figura 3.1. Porcentaje de desbalance de voltaje para las acometidas trifásicas para cada caso de estudio.

En cuanto al desbalance de voltaje, en el Caso Base se observa que esta variable tiene un valor del 0,729% en el poste ubicado en el extremo más distante de la red de bajo voltaje (Poste 4) y un valor del 0,0517% en el poste donde se encuentra el transformador de distribución (Poste 1). En los escenarios propuestos, al tener la GDFV con conexión trifásica, se evidencia que el desbalance de voltaje persiste para cada caso. Este comportamiento era esperado debido a la naturaleza desbalanceada de la red de bajo voltaje. Sin embargo, es posible notar que al tener la GDFV instalada de manera dispersa (Caso 3, Caso 6 y Caso 9), el desbalance de voltaje en el poste más lejano de la red de bajo voltaje disminuye en comparación con los casos en los que la GDFV está instalada de manera concentrada. En el caso de tener GDFV con conexión monofásica, se aprecia un mayor desbalance de voltaje, alcanzando hasta un 2,4084% en el extremo de la red. Esto se debe a la conexión monofásica de la GDFV en distintas fases del sistema. El desbalance de voltaje está relacionado con las caídas de voltaje que ocurren a lo largo de la red de distribución. Así, al colocar la GDFV en el extremo de la red, donde se produce la mayor caída de voltaje, la fase en la que estén conectados los proyectos fotovoltaicos experimentará un aumento brusco del nivel de voltaje, contribuyendo a la componente de desbalance de voltaje en la red de distribución.

3.2. Conclusiones

1. El impacto derivado de la conexión de proyectos de Generación Distribuida mediante sistemas fotovoltaicos en redes de bajo voltaje desbalanceadas varía según el nivel de penetración de la GDFV y su ubicación específica en la red. Se observa una tendencia en la que los escenarios más favorables para la red de bajo voltaje se caracterizan por tener GDFV distribuida de manera dispersa en toda la red secundaria. Esta configuración dispersa conlleva mejoras en los perfiles de voltaje, reduciendo la caída de voltaje a lo largo del tramo. Además, se registraron menores pérdidas de potencia y una menor cargabilidad en las líneas aéreas de distribución en estos escenarios. Estos hallazgos respaldan y establecen criterios técnicos que indican una mayor viabilidad técnica al conectar nuevos proyectos de generación distribuida en las redes de distribución de bajo voltaje, especialmente cuando se instalan con una configuración dispersa en toda la red secundaria de distribución.
2. Es posible desarrollar un modelo de red de distribución desbalanceada de bajo voltaje, basado en una infraestructura real, que ha servido como red de prueba para llevar a cabo análisis detallados en cada uno de los escenarios planteados. Este logro fue posible gracias al levantamiento de la información en campo de la red de distribución y al conocimiento de normativas constructivas establecidas por empresas distribuidoras y entidades regulatorias, garantizando la fidelidad de cada componente modelado en la red de bajo voltaje desbalanceada.
3. Se lograron identificar y definir diversos escenarios para llevar a cabo un análisis exhaustivo del impacto de la GDFV. La variación en los niveles de penetración de proyectos fotovoltaicos se estableció en 30%, 60% y 90% de la potencia nominal del transformador de distribución por ser representativos para la red de análisis. Respecto a la ubicación de la GDFV, se eligieron tres puntos clave: el extremo más alejado de la red, un punto central de la red y una disposición, con proyectos de GDFV de menor potencia, ubicados en los dos extremos y en el centro de la red.
4. Con el modelo de la red de bajo voltaje desbalanceada establecido, se llevaron a cabo simulaciones de estado estacionario para examinar el comportamiento de la red, tanto en el Caso Base como en cada uno de los 12 escenarios propuestos con Generación Distribuida mediante sistemas fotovoltaicos (GDFV). Estas simulaciones proporcionaron resultados que, a su vez, sirvieron de base para establecer criterios de evaluación destinados a analizar el rendimiento de la red de

bajo voltaje. De esta forma, se logró comparar los criterios de evaluación de la red de bajo voltaje con estándares y normativas establecidos por la empresa distribuidora y entidades regulatorias en relación con los niveles de voltaje, las pérdidas de potencia en los elementos y la capacidad de carga de los equipos conectados a la red de prueba.

5. En base a los resultados obtenidos se puede concluir que podría no resultar beneficioso para la red de bajo voltaje el conectar GDFV con una elevada potencia, de manera concentrada en un solo punto de la red. La conexión de una potencia que GDFV que supere el 60% de la potencia nominal del transformador de distribución ocasiona que se presenten sobrevoltajes mayores a los valores estándar establecidos en el nodo en donde se conecten. Adicionalmente, se presenta un aumento en la cargabilidad de las líneas aéreas de distribución en el tramo en donde se tenga conectada la GD. De esta forma se puede establecer que existen menores condiciones técnicas favorables en las redes de distribución de bajo voltaje cuando se instalan los proyectos de GDFV con una configuración concentrada y con una elevada potencia de generación.
6. En términos de cargabilidad del transformador de distribución, se observa una mejora significativa en cada caso de estudio, ya que este indicador se redujo para todos los escenarios. Además, la generación de potencia elevada por parte de la GDFV resultó en flujos de potencia inversos, indicando que se estaba suministrando energía a la red de medio voltaje. Esto sugiere que, en situaciones de sobrecarga operativa del transformador de distribución, la instalación de proyectos fotovoltaicos, ya sea con bajo o alto nivel de penetración y distribuidos de manera concentrada o dispersa en la red de bajo voltaje, contribuye a disminuir la cargabilidad del transformador de distribución.
7. En lo que respecta al desbalance de voltaje, este criterio de evaluación se ve beneficiado cuando la GDFV tiene una conexión trifásica, ya que esto facilita que el Desbalance de Voltaje sea controlado por parte de la generación de los proyectos fotovoltaicos. Sin embargo, se puede observar que este parámetros empeora cuando el tipo de conexión de los proyectos fotovoltaicos es monofásico. Esto se debe a que el Desbalance de voltaje está relacionado con las caídas de voltaje que ocurren a lo largo de la red de distribución. De esta forma, al instalar sistemas de GDFV con conexión monofásica, en una sola fase, ocasionará que exista un aumento brusco del nivel de voltaje en la fase en donde se conecte el proyecto,

ocasionando que exista un aumento en el desbalance de voltaje en la red de distribución.

3.3. Recomendaciones

1. Se recomienda llevar a cabo un análisis exhaustivo del impacto derivado de la incorporación de sistemas de Generación Distribuida mediante proyectos fotovoltaicos, considerando la variación de la radiación solar a lo largo del día. Esta evaluación permitiría obtener una comprensión más detallada del comportamiento de la red de bajo voltaje en presencia de proyectos de GDFV en distintas horas del día.
2. Se recomienda enriquecer el análisis efectuado en este estudio, centrado en el análisis del impacto de la conexión de proyectos de GDFV en redes de bajo voltaje, mediante la evaluación de los efectos de la instalación de proyectos similares en redes de medio voltaje, variando la ubicación y el nivel de penetración de los proyectos. Esta aproximación posibilitaría entender el comportamiento de una red de medio voltaje con múltiples redes de distribución de bajo voltaje conectadas aguas abajo.
3. Se recomienda que las empresas distribuidoras de energía eléctrica realicen un levantamiento de la información faltante de las redes eléctricas de distribución de bajo voltaje para su modelación. Este proceso es fundamental para garantizar la obtención de datos oficiales y confiables sobre las redes de bajo voltaje, especialmente al llevar a cabo estudios técnicos avanzados. La disponibilidad de información completa y precisa no solo optimizará la calidad de los análisis realizados, sino que también facilitará la toma de decisiones informadas para la mejora continua de las redes de distribución eléctrica.
4. Se recomienda llevar a cabo un análisis adicional al estudio existente, centrándose en criterios de calidad del producto relacionados con la energía eléctrica suministrada a los clientes. Este análisis permitiría evaluar si la calidad de la energía eléctrica proporcionada a los usuarios, analizando aspectos como los niveles de voltaje, las perturbaciones rápidas de voltaje, la presencia de armónicos de voltaje y el desequilibrio de voltaje, se ven afectados tras la conexión de proyectos de GDFV en las redes de distribución de bajo voltaje.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. R. CASTAÑO, Redes de Distribución de Energía, vol. Tercera Edición, Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, 2009.
- [2] Empresa Eléctrica Quito S.A., «NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A,» GERENCIA DE DISTRIBUCIÓN, Quito, 2022.
- [3] J. D. Juárez Cervantes , Sistemas de Eistribución de Energía Eléctrica, vol. Primera Edición, México: Universidad Autónoma Metropolitana Azcnpotzalco, 1955.
- [4] W. Kling, «Impact of increasing contribution of dispersed generation on the power system.,» CIGRÉ (Consejo Internacional de Grandes Sistemas Eléctricos), Paris., 1999.
- [5] . C. Navntoft, «INTRODUCCIÓN A LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍAS RENOVABLES,» Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, Argentina. , 2019.
- [6] J. M. López Espada, «Generación Distribuida: Tecnologías de Generación.,» Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Sevilla, 2018.
- [7] . S. . S. Chetan, Solar Photovoltaic Technology and Systems - A Manual for Technicians, Trainers and Engineers, Bombay: Indian Institute of Technology Bombay, Department of Energy Science and Engineering, 2013.
- [8] Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción., «NORMA ECUATORIANA DE CONTRUCCIÓN - NEC-11, CAPÍTULO 14 ENERGÍAS RENOVABLES,» Quito, Ecuador., 2011.
- [9] Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables., «Marco normativo de la generación distribuida para el autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica.,» REGULACIÓN Nro. ARCERNNR-008/23, Quito, Ecuador, 2023.
- [10] E. D. Barrionuevo Guerra, «ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA REGULACIÓN EN VACÍO DE TRASNFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN SOBRE LA NORMA DE CALIDAD DE ENERGÍA DEL CONELEC REFERIDA A NIVELES DE VOLTAJE.,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador., 2011.
- [11] A. López Proaño, A. Chiles Puma, C. Junia Guerra, R. Briones Vizuete y S. Dávila Rodríguez, «ATLAS DE SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO,» Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, Quito, Ecuador., 2021.
- [12] Empresa Eléctrica Quito S.A., «Resumen Ejecutivo Rendición de Cuentas 2022,» EEQ S.A., Quito, Ecuador., 2023.

- [13] J. R. LÓPEZ BELTRÁN y E. N. VENTURA GÁMEZ, «ESTUDIO DEL DESBALANCE DE TENSIONES Y SUS EFECTOS EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO TÉCNICO PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL INDUSTRIAL,» UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CIUDAD UNIVERSITARIA, 2019.
- [14] Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, «Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica.,» REGULACIÓN Nro. ARCERNNR-002/20, Quito, Ecuador. , 2020.
- [15] ArcGIS, «ArcGIS EEQ,» [En línea]. Available: <https://arcgis.eeq.com.ec/portal/home/webmap/viewer.html?useExisting=1&layers=726a15e6828d4d7abc1347c9460728ef>. [Último acceso: 10 Noviembre 2023].
- [16] inatra TRANSFORMADORES, «TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS CONVENCIONALES DE DISTRIBUCIÓN CLASE 6kV, 15kV Y 25kV.,» GUAYAQUIL, ECUADOR, 2023.
- [17] EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A., «NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE B UNIDADES DE PROPIEDAD Y DE CONSTRUCCIÓN,» SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD, Quito, Ecuador., 2015.
- [18] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda., «Instalaciones Eléctricas.,» Norma Ecuatoriana de la Construcción. , Quito, Ecuador., 2018.
- [19] L. Agudelo, E. Velilla y J. López, «Estimación de la Carga de Transformadores de Potencia Utilizando una Red Neuronal Artificial,» Grupo de Manejo Eficiente de la Energía – GIMEL, Medellín, Colombia., 2014.
- [20] JinKO Solar, «Tiger Pro 54HC 395-415 Watt Mono-facial Module,» Jinko Solar Co., Ltd., 2020.
- [21] HUAWEI, «Smart PV Controller SUN2000-8,» SOLAR HUAWEI, 2022.
- [22] HUAWEI, «Smart Energy Center SUN2000-2,» SOLAR HUAWEI, 2022.

5. ANEXOS

ANEXO I. Resultados obtenidos en los nodos para cada caso de estudio.

Tabla 5.1. Resultado de voltajes en los Nodos de la red de bajo voltaje para todos los casos de estudio.

CASO 0 – Red de bajo voltaje sin la conexión de Generación Distribuida.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 0	V_LN_B (p.u.) - Caso 0	V_LN_C (p.u.) - Caso 0	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	0,9958	0,9957	0,9970	126,4857	126,4696	126,6387	219,0594	218,6927	219,7207
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	0,9864	0,9932	0,9948	125,2936	126,1498	126,3551	217,7143	217,7648	218,8735
	POSTE_3	76,9624	0,9824	0,9893	0,9936	124,7876	125,6519	126,1987	217,0652	217,0762	218,2005
	POSTE_4	110,4201	0,9797	0,9862	0,9946	124,4372	125,2588	126,3371	216,8037	216,5806	217,9031
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	0,9945	0,9950	0,9962	126,3141	126,3801	126,5338	218,8119	218,5172	219,5092
CASO 1 – GDFV trifásico de 90 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 1	V_LN_B (p.u.) - Caso 1	V_LN_C (p.u.) - Caso 1	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	0,9998	1,0007	1,0005	126,9853	127,1022	127,0846	219,5657	220,2132	220,4278
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	1,0086	1,0085	1,0050	128,1157	128,0948	127,6464	221,1614	221,6890	222,0027
	POSTE_3	76,9624	1,0215	1,0143	1,0100	129,7541	128,8287	128,2816	223,2330	223,2374	223,5911
	POSTE_4	110,4201	1,0343	1,0201	1,0168	131,3735	129,5720	129,1463	225,4608	224,8013	225,3894
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	0,9984	1,0000	0,9997	126,8135	127,0148	126,9794	219,3196	220,0384	220,2173
CASO 2 – GDFV trifásico de 90 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 2	V_LN_B (p.u.) - Caso 2	V_LN_C (p.u.) - Caso 2	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	1,0018	1,0009	1,0016	127,2518	127,1332	127,2149	220,6421	220,0123	220,2947
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	1,0126	1,0041	1,0094	128,6133	127,5364	128,2145	222,6618	221,1732	221,8962
	POSTE_3	76,9624	1,0087	1,0002	1,0082	128,1267	127,0396	128,0576	222,0292	220,4884	221,2331
	POSTE_4	110,4201	1,0061	0,9971	1,0093	127,7877	126,6494	128,1933	221,7736	219,9974	220,9398

Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	1,0005	1,0002	1,0007	127,0823	127,0441	127,1093	220,3960	219,8376	220,0849
CASO 3 – GDFV trifásico de 90 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 3	V_LN_B (p.u.) - Caso 3	V_LN_C (p.u.) - Caso 3	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	1,0014	1,0019	1,0020	127,1994	127,2530	127,2746	220,1233	220,3410	220,7052
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	1,0063	1,0043	1,0051	127,8124	127,5641	127,6671	221,0170	220,9700	221,4637
	POSTE_3	76,9624	1,0082	1,0042	1,0057	128,0641	127,5511	127,7443	221,3003	221,1054	221,5926
	POSTE_4	110,4201	1,0109	1,0045	1,0085	128,3978	127,5924	128,0913	221,8736	221,3557	222,0194
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	1,0052	1,0061	1,0045	127,6810	127,7931	127,5920	220,8696	221,0752	221,5424
CASO 4 – GDFV trifásico de 60 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 4	V_LN_B (p.u.) - Caso 4	V_LN_C (p.u.) - Caso 4	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	0,9993	1,0003	1,0001	126,9254	127,0606	127,0356	219,4699	220,1381	220,3380
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	1,0031	1,0057	1,0014	127,4101	127,7457	127,1984	220,1309	220,9769	221,1401
	POSTE_3	76,9624	1,0112	1,0091	1,0035	128,4398	128,1773	127,4553	221,3204	221,9152	221,9865
	POSTE_4	110,4201	1,0195	1,0127	1,0075	129,4884	128,6300	127,9690	222,7278	222,9038	223,0814
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	0,9979	0,9997	0,9993	126,7535	126,9732	126,9304	219,2236	219,9632	220,1275
CASO 5 – GDFV trifásico de 60 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 5	V_LN_B (p.u.) - Caso 5	V_LN_C (p.u.) - Caso 5	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	1,0007	0,9998	1,0004	127,1058	126,9862	127,0715	220,3865	219,7608	220,0458
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	1,0059	1,0002	1,0049	127,7608	127,0366	127,6358	221,3934	220,2120	220,7826
	POSTE_3	76,9624	1,0020	0,9962	1,0036	127,2704	126,5389	127,4780	220,7564	219,5249	220,1169
	POSTE_4	110,4201	0,9993	0,9932	1,0047	126,9291	126,1475	127,6141	220,4990	219,0321	219,8224
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	0,9994	0,9991	0,9996	126,9361	126,8970	126,9658	220,1401	219,5859	219,8358
CASO 6 – GDFV trifásico de 60 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 6	V_LN_B (p.u.) - Caso 6	V_LN_C (p.u.) - Caso 6	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	1,0001	1,0006	1,0007	127,0285	127,0871	127,1100	219,8277	220,0554	220,4177

Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	1,0012	1,0011	1,0015	127,1652	127,1571	127,2053	220,0328	220,2002	220,5913
	POSTE_3	76,9624	1,0014	1,0001	1,0010	127,1987	127,0339	127,1469	220,0013	220,1147	220,4525
	POSTE_4	110,4201	1,0025	0,9997	1,0028	127,3341	126,9745	127,3720	220,2904	220,1640	220,6359
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	1,0019	1,0038	1,0020	127,2587	127,4991	127,2698	220,2099	220,5325	220,9452
CASO 7 – GDFV trifásico de 30 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 7	V_LN_B (p.u.) - Caso 7	V_LN_C (p.u.) - Caso 7	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	0,9979	0,9991	0,9987	126,7528	126,9071	126,8479	219,1805	219,9289	219,9469
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	0,9968	1,0016	0,9961	126,6110	127,2259	126,5247	218,8560	220,0765	219,8619
	POSTE_3	76,9624	1,0004	1,0023	0,9946	127,0638	127,3093	126,3317	219,1320	220,3696	219,8816
	POSTE_4	110,4201	1,0044	1,0033	0,9954	127,5804	127,4367	126,4367	219,7023	220,7631	220,2134
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	0,9966	0,9984	0,9978	126,5807	126,8198	126,7423	218,9339	219,7539	219,7362
CASO 8 – GDFV trifásico de 30 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 8	V_LN_B (p.u.) - Caso 8	V_LN_C (p.u.) - Caso 8	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	0,9989	0,9977	0,9990	126,8761	126,7249	126,8913	220,0417	219,1275	219,8599
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	0,9970	0,9952	1,0012	126,6355	126,4044	127,1681	219,9704	218,7686	219,7900
	POSTE_3	76,9624	0,9931	0,9912	1,0000	126,1409	125,9032	127,0119	219,3266	218,0789	219,1223
	POSTE_4	110,4201	0,9904	0,9881	1,0010	125,7975	125,5094	127,1499	219,0661	217,5834	218,8268
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	0,9976	0,9970	0,9982	126,7061	126,6350	126,7860	219,7948	218,9523	219,6493
CASO 9 – GDFV trifásico de 30 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 9	V_LN_B (p.u.) - Caso 9	V_LN_C (p.u.) - Caso 9	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	0,9982	0,9986	0,9990	126,7877	126,8378	126,8843	219,3976	219,6401	220,0236
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	0,9938	0,9977	0,9984	126,2324	126,7298	126,8183	218,8260	219,2513	219,7183
	POSTE_3	76,9624	0,9917	0,9948	0,9983	125,9572	126,3559	126,8043	218,5151	218,8018	219,3310
	POSTE_4	110,4201	0,9905	0,9926	1,0004	125,8145	126,0715	127,0703	218,5548	218,5215	219,2893
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	0,9996	1,0001	0,9978	126,9696	127,0315	126,7331	219,4650	219,8821	220,1004
CASO 10 – GDFV monofásico de 30 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.											

Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 10	V_LN_B (p.u.) - Caso 10	V_LN_C (p.u.) - Caso 10	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	0,9984	0,9987	0,9983	126,8149	126,8472	126,8066	219,6604	219,8627	219,4677
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	0,9990	0,9976	0,9966	126,8903	126,7162	126,5831	219,5426	219,7854	219,1774
	POSTE_3	76,9624	1,0041	0,9950	0,9958	127,5404	126,3883	126,4866	220,0068	219,8735	219,0037
	POSTE_4	110,4201	1,0096	0,9931	0,9974	128,2385	126,1441	126,6817	220,7462	220,0833	219,1596
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	0,9971	0,9980	0,9975	126,6442	126,7593	126,7001	219,4136	219,6875	219,2574
CASO 11 – GDFV monofásico de 30 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 11	V_LN_B (p.u.) - Caso 11	V_LN_C (p.u.) - Caso 11	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	0,9987	0,9985	0,9983	126,8486	126,8298	126,8034	219,6947	219,8326	219,4860
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	0,9995	0,9973	0,9966	126,9549	126,6713	126,5853	219,5890	219,7413	219,2129
	POSTE_3	76,9624	0,9956	0,9934	0,9953	126,4573	126,1786	126,4220	218,9500	219,0530	218,5417
	POSTE_4	110,4201	0,9929	0,9903	0,9964	126,1107	125,7884	126,5562	218,6931	218,5601	218,2451
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	0,9973	0,9978	0,9975	126,6780	126,7418	126,6969	219,4479	219,6573	219,2757
CASO 12 – GDFV monofásico de 30 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.											
Nodo		DISTANCIA AL POSTE_1	V_LN_A (p.u.) - Caso 12	V_LN_B (p.u.) - Caso 12	V_LN_C (p.u.) - Caso 12	V_LN_A (V)	V_LN_B (V)	V_LN_C (V)	V_LL_AB (V)	V_LL_BC (V)	V_LL_CA (V)
Nodo Inicial	POSTE_1	0,0000	0,9986	0,9983	0,9983	126,8403	126,7973	126,8056	219,6669	219,8048	219,4750
Tramo BV 1	POSTE_2	40,0610	0,9964	0,9933	1,0002	126,5542	126,1621	127,0443	219,4977	219,1652	219,0956
	POSTE_3	76,9624	0,9928	0,9876	1,0042	126,1046	125,4442	127,5547	219,3856	218,3855	218,8231
	POSTE_4	110,4201	0,9905	0,9830	1,0101	125,8058	124,8602	128,2962	219,6054	217,8080	218,8808
Tramo BV 2	POSTE_5	42,4973	1,0006	1,0014	0,9937	127,0875	127,1889	126,2227	219,4715	220,1969	219,3666

ANEXO II. Resultados obtenidos en las líneas para cada caso de estudio.

Tabla 5.2. Resultados obtenidos en las líneas aéreas de la red de bajo voltaje para todos los casos de estudio.

CASO 0 – Red de bajo voltaje sin la conexión de Generación Distribuida.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	12,6866	0,1638	99,99	100,3088	24,5855	0,1186
			FASE B	12,6297	0,2412	99,98	99,8817	24,4808	0,0302
			FASE C	8,9387	0,0763	100,00	70,5872	17,3008	0,0198
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	6,0602	0,0233	100,00	48,3682	11,8550	0,0244
			FASE B	8,9785	0,1101	99,99	71,1787	17,4458	0,0349
			FASE C	7,4730	0,0447	100,00	59,1437	14,4960	0,0091
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	2,4205	0,0001	100,00	19,3971	4,7542	0,0068
			FASE B	6,7791	0,0506	100,00	53,9533	13,2239	0,0210
			FASE C	3,1257	0,0068	100,00	24,7683	6,0707	-0,0034
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1698	0,0060	100,00	17,1547	4,2046	0,0029
			FASE B	2,1742	0,0070	100,00	17,1912	4,2135	0,0015
			FASE C	2,1677	0,0047	100,00	17,1170	4,1953	0,0018
CASO 1 – GDFV trifásico de 90 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	-15,4035	1,0083	-99,79	121,5607	29,7943	0,1469
			FASE B	-19,6476	0,8290	-99,91	154,7190	37,9213	0,1633
			FASE C	-18,2002	0,8542	-99,89	143,3708	35,1399	0,0895
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	-22,0570	0,8472	-99,93	172,2913	42,2283	0,2928
			FASE B	-23,4313	0,5490	-99,97	182,9718	44,8460	0,1400
			FASE C	-19,7355	0,6357	-99,95	154,6913	37,9145	0,1035
POSTE_3	POSTE_4	FASE A	-25,9638	0,5018	-99,98	200,1376	49,0533	0,3289	

			FASE B	-25,7355	0,1890	-100,00	199,7704	48,9633	0,1486
			FASE C	-24,1766	0,4423	-99,98	188,4965	46,2001	0,1664
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1698	0,0060	100,00	17,0867	4,1879	0,0029
			FASE B	2,1740	0,0069	100,00	17,1043	4,1922	0,0015
			FASE C	2,1676	0,0047	100,00	17,0566	4,1805	0,0018
CASO 2 – GDFV trifásico de 90 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	-19,6646	0,1734	-100,00	154,5391	37,8772	0,2105
			FASE B	-16,6500	0,4603	-99,96	131,0151	32,1115	0,0565
			FASE C	-18,2226	0,2833	-99,99	143,2597	35,1127	0,1452
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	6,0567	0,0217	100,00	47,0923	11,5422	0,0229
			FASE B	8,9767	0,1070	99,99	70,3907	17,2526	0,0345
			FASE C	7,4722	0,0435	100,00	58,2799	14,2843	0,0090
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	2,4194	0,0000	100,00	18,8827	4,6281	0,0064
			FASE B	6,7779	0,0493	100,00	53,3544	13,0771	0,0206
			FASE C	3,1256	0,0065	100,00	24,4075	5,9822	-0,0033
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1697	0,0059	100,00	17,0503	4,1790	0,0029
			FASE B	2,1740	0,0069	100,00	17,1002	4,1912	0,0015
			FASE C	2,1676	0,0047	100,00	17,0390	4,1762	0,0018
CASO 3 – GDFV trifásico de 90 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	-8,4978	0,1236	-99,99	66,8142	16,3760	0,0416
			FASE B	-8,4451	0,0868	-99,99	66,3685	16,2668	0,0210
			FASE C	-8,4862	0,0626	-100,00	66,6778	16,3426	0,0264
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	-3,1464	0,0422	-99,99	24,6194	6,0342	0,0063
			FASE B	-2,3847	0,0372	-99,99	18,6962	4,5824	-0,0002
			FASE C	-1,6899	0,0310	-99,98	13,2392	3,2449	0,0010

	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	-6,7671	0,0291	-100,00	52,8420	12,9515	0,0177
FASE B			-4,5488	0,0330	-100,00	35,6634	8,7410	0,0015	
FASE C			-6,0287	0,0270	-100,00	47,1937	11,5671	0,0164	
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	-6,2799	0,0756	-99,99	49,3744	12,1016	0,0240
			FASE B	-8,4436	0,0423	-100,00	66,3538	16,2632	0,0359
			FASE C	-8,4428	0,0287	-100,00	66,3355	16,2587	0,0211
CASO 4 – GDFV trifásico de 60 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	-5,9534	0,4111	-99,76	47,0160	11,5235	0,0238
			FASE B	-10,2590	0,2292	-99,98	80,7610	19,7944	0,0568
			FASE C	-8,7817	0,2715	-99,95	69,1606	16,9511	0,0128
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	-12,4840	0,3896	-99,95	98,0306	24,0271	0,1039
			FASE B	-13,9363	0,1416	-99,99	109,0996	26,7401	0,0478
			FASE C	-10,2403	0,2153	-99,98	80,5247	19,7365	0,0216
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	-16,2022	0,2777	-99,99	126,1647	30,9227	0,1343
			FASE B	-16,1483	0,0035	100,00	125,9845	30,8785	0,0564
			FASE C	-14,5997	0,1661	-99,99	114,5548	28,0772	0,0596
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1698	0,0060	100,00	17,0949	4,1899	0,0029
			FASE B	2,1740	0,0069	100,00	17,1099	4,1936	0,0015
			FASE C	2,1676	0,0047	100,00	17,0632	4,1822	0,0018
CASO 5 – GDFV trifásico de 60 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	-9,9976	0,0066	-100,00	78,6560	19,2784	0,0511
			FASE B	-7,0124	0,2484	-99,94	55,2565	13,5433	0,0036
			FASE C	-8,5759	0,0947	-99,99	67,4932	16,5424	0,0384
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	6,0575	0,0221	100,00	47,4130	11,6208	0,0232
			FASE B	8,9774	0,1080	99,99	70,6731	17,3218	0,0347

			FASE C	7,4725	0,0439	100,00	58,5469	14,3497	0,0091
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	2,4197	0,0000	100,00	19,0119	4,6598	0,0065
			FASE B	6,7784	0,0497	100,00	53,5691	13,1297	0,0208
			FASE C	3,1256	0,0066	100,00	24,5190	6,0096	-0,0033
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1697	0,0060	100,00	17,0701	4,1839	0,0029
			FASE B	2,1740	0,0069	100,00	17,1203	4,1962	0,0015
			FASE C	2,1676	0,0047	100,00	17,0584	4,1810	0,0018
CASO 6 – GDFV trifásico de 60 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	-1,9609	0,0436	-99,98	15,4408	3,7845	0,0022
			FASE B	-1,9318	0,0197	-99,99	15,2015	3,7258	0,0011
			FASE C	-1,9655	-0,0018	100,00	15,4629	3,7899	0,0015
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	0,1086	0,0187	98,54	0,8665	0,2124	0,0000
			FASE B	0,8460	0,0148	99,98	6,6545	1,6310	0,0008
			FASE C	1,5477	0,0073	100,00	12,1672	2,9822	0,0007
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	-3,5060	0,0142	-100,00	27,5637	6,7558	0,0038
			FASE B	-1,3191	0,0141	-99,99	10,3846	2,5452	-0,0006
			FASE C	-2,7909	0,0016	-100,00	21,9499	5,3799	0,0049
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	-3,0264	0,0395	-99,99	23,8265	5,8398	0,0055
			FASE B	-5,1945	0,0110	-100,00	40,8736	10,0180	0,0168
			FASE C	-5,1928	0,0017	100,00	40,8530	10,0130	0,0065
CASO 7 – GDFV trifásico de 30 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	3,5443	0,1398	99,92	27,9839	6,8588	0,0033
			FASE B	-0,8118	-0,0455	99,84	6,4071	1,5704	0,0019
			FASE C	1,4276	0,0497	99,94	11,2613	2,7601	0,0036
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	-2,9662	0,1136	-99,93	23,4451	5,7464	0,0108

			FASE B	-4,4344	-0,0536	99,99	34,8572	8,5434	0,0026			
			FASE C	-0,0220	0,0490	-40,90	0,4246	0,1041	-0,0001			
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	-6,5917	0,1041	-99,99	51,8835	12,7166	0,0272			
					FASE B	-6,6013	-0,0748	99,99	51,8562	12,7098	0,0062	
					FASE C	-4,3600	0,0455	-99,99	34,5140	8,4593	0,0037	
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1698	0,0060	100,00	17,1183	4,1957	0,0029			
						FASE B	2,1740	0,0069	100,00	17,1309	4,1987	0,0015
						FASE C	2,1677	0,0047	100,00	17,0887	4,1884	0,0018
CASO 8 – GDFV trifásico de 30 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.												
	Tramo		Variables Eléctricas									
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]			
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	0,1897	-0,0189	-99,51	1,5029	0,3684	0,0003			
						FASE B	3,8728	0,2231	99,83	30,6115	7,5028	0,0088
						FASE C	0,1184	0,0038	99,95	0,9335	0,2288	-0,0003
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	6,0585	0,0224	100,00	47,8425	11,7261	0,0236			
						FASE B	8,9785	0,1093	99,99	71,0350	17,4105	0,0351
						FASE C	7,4726	0,0444	100,00	58,7628	14,4026	0,0091
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	2,4200	0,0000	100,00	19,1848	4,7022	0,0066			
						FASE B	6,7790	0,0503	100,00	53,8443	13,1971	0,0210
						FASE C	3,1256	0,0067	100,00	24,6091	6,0316	-0,0034
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1697	0,0060	100,00	17,1013	4,1915	0,0029			
						FASE B	2,1741	0,0069	100,00	17,1561	4,2049	0,0015
						FASE C	2,1676	0,0047	100,00	17,0828	4,1870	0,0018
CASO 9 – GDFV trifásico de 30 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.												
	Tramo		Variables Eléctricas									
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]			
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	5,4579	0,0547	99,99	43,0498	10,5514	0,0237			
						FASE B	5,4457	0,1029	99,98	42,9417	10,5249	0,0042
						FASE C	3,2033	-0,0123	-100,00	25,2464	6,1878	0,0017

	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	2,7281	0,0079	100,00	21,6117	5,2970	0,0059
			FASE B	5,6341	0,0707	99,99	44,4611	10,8973	0,0164
			FASE C	4,1300	0,0003	100,00	32,5665	7,9820	0,0005
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	-0,8928	0,0017	-100,00	7,0881	1,7373	-0,0010
			FASE B	3,4534	0,0448	99,99	27,3327	6,6992	0,0076
			FASE C	-0,2084	-0,0144	99,76	1,6475	0,4038	0,0004
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	-0,4313	0,0181	-99,91	3,4048	0,8345	0,0006
			FASE B	-2,5964	-0,0014	100,00	20,4706	5,0173	0,0039
			FASE C	-0,4272	-0,0021	100,00	3,3672	0,8253	-0,0005
CASO 10 – GDFV monofásico de 30 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	0,7685	0,1852	97,22	6,2334	1,5278	-0,0005
			FASE B	0,5987	0,0619	99,47	4,7451	1,1630	0,0007
			FASE C	3,0166	0,0510	99,99	23,7922	5,8314	0,0052
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	-5,7381	0,1774	-99,95	45,2425	11,0888	0,0304
			FASE B	-3,0228	0,0560	-99,98	23,8588	5,8478	-0,0077
			FASE C	1,5654	0,0415	99,96	12,3713	3,0322	0,0010
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	-9,3830	0,1384	-99,99	73,5769	18,0336	0,0522
			FASE B	-5,1795	0,0458	-100,00	40,9824	10,0447	-0,0099
			FASE C	-2,7737	0,0316	-99,99	21,9300	5,3750	0,0042
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1698	0,0060	100,00	17,1097	4,1936	0,0029
			FASE B	2,1740	0,0069	100,00	17,1391	4,2008	0,0015
			FASE C	2,1677	0,0047	100,00	17,0944	4,1898	0,0018
CASO 11 – GDFV monofásico de 30 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	0,6334	0,0523	99,66	5,0107	1,2281	-0,0005
			FASE B	0,6584	0,1317	98,06	5,2942	1,2976	0,0009

			FASE C	2,9651	0,0713	99,97	23,3904	5,7329	0,0049			
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	6,0585	0,0229	100,00	47,7220	11,6966	0,0237			
					FASE B	8,9774	0,1085	99,99	70,8768	17,3718	0,0344	
					FASE C	7,4734	0,0441	100,00	59,0396	14,4705	0,0095	
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	2,4200	0,0001	100,00	19,1368	4,6904	0,0066			
					FASE B	6,7786	0,0501	100,00	53,7237	13,1676	0,0208	
					FASE C	3,1258	0,0066	100,00	24,7252	6,0601	-0,0033	
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1698	0,0060	100,00	17,1051	4,1924	0,0029			
						FASE B	2,1740	0,0069	100,00	17,1415	4,2014	0,0015
						FASE C	2,1677	0,0047	100,00	17,0948	4,1899	0,0018
CASO 12 – GDFV monofásico de 30 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.												
	Tramo		Variables Eléctricas									
	Poste Inicial	Poste Final	FASE	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]			
Tramo BV 1	POSTE_1	POSTE_2	FASE A	0,6498	0,0808	99,24	5,1622	1,2652	0,0017			
						FASE B	6,7065	0,2349	99,94	52,9238	12,9715	0,0321
						FASE C	3,0128	0,0532	99,98	23,7628	5,8242	-0,0058
	POSTE_2	POSTE_3	FASE A	0,0908	0,0608	83,09	0,8638	0,2117	0,0006			
						FASE B	9,0141	0,1683	99,98	71,4612	17,5150	0,0500
						FASE C	1,5763	0,0411	99,97	12,4117	3,0421	-0,0064
	POSTE_3	POSTE_4	FASE A	-3,5247	0,0563	-99,99	27,9539	6,8514	-0,0080			
						FASE B	6,7996	0,0757	99,99	54,2078	13,2862	0,0312
						FASE C	-2,7551	0,0367	-99,99	21,6015	5,2945	0,0161
Tramo BV 2	POSTE_1	POSTE_5	FASE A	2,1625	0,0128	100,00	17,0497	4,1788	-0,0043			
						FASE B	-3,7900	0,0367	-100,00	29,8915	7,3263	0,0119
						FASE C	2,1759	0,0064	100,00	17,1594	4,2057	0,0100

Tabla 5.3. Resultados obtenidos en las acometidas de la red de bajo voltaje para todos los casos de estudio.

CASO 0 – Red de bajo voltaje sin la conexión de Generación Distribuida.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1678	0,0023	99,9999	17,1384	20,1628	0,0078
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,4323	13,4498	0,0060
			FASE B	1,4461	0,0004	100,0000	11,4340	13,4518	0,0061
			FASE C	1,4460	0,0003	100,0000	11,4180	13,4330	0,0060
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	1,4472	0,0005	100,0000	11,4430	13,4624	0,0072
			FASE C	1,4444	0,0016	99,9999	11,4060	13,4188	0,0044
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7221	0,0006	100,0000	5,7094	6,7170	0,0021
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1795	0,0058	99,9996	17,2773	20,3263	0,0195
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4424	0,0002	100,0000	11,5124	13,5440	0,0024
			FASE B	1,4415	0,0005	100,0000	11,4268	13,4433	0,0015
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 3	FASE A	1,4432	0,0010	100,0000	11,5189	13,5516	0,0032
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	1,4438	0,0013	100,0000	11,5232	13,5567	0,0038
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	1,4460	0,0004	100,0000	11,4436	13,4631	0,0060

		Acometida 5	FASE A	2,1784	0,0054	99,9997	17,3863	20,4545	0,0184	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4472	0,0021	99,9999	11,4679	13,4917	0,0072
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	1,4437	0,0003	100,0000	11,4898	13,5174	0,0037
				FASE C	1,4423	0,0008	100,0000	11,4286	13,4454	0,0023
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,7359	6,7482	0,0007
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 4	FASE A	2,1697	0,0029	99,9999	17,3875	20,4559	0,0097
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 5	FASE A	1,4455	0,0019	99,9999	11,5837	13,6279	0,0055
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4486	0,0006	100,0000	11,4789	13,5046	0,0086
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	2,1716	0,0034	99,9999	17,3372	20,3967	0,0116
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7219	0,0006	100,0000	5,7142	6,7226	0,0019
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,7152	6,7238	0,0020
			Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		FASE B		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

			FASE C	0,7222	0,0006	100,0000	5,7165	6,7252	0,0022	
		Acometida 5	FASE A	0,9631	0,0001	100,0000	7,7397	9,1056	0,0031	
			FASE B	0,9631	0,0002	100,0000	7,6887	9,0456	0,0031	
			FASE C	0,9630	0,0002	100,0000	7,6223	8,9675	0,0030	
			Acometida 6	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		FASE B		2,1769	0,0050	99,9997	17,3794	20,4464	0,0169	
		FASE C		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 7	FASE A	1,4506	0,0007	100,0000	11,6573	13,7145	0,0106	
			FASE B	1,4465	0,0022	99,9999	11,5480	13,5858	0,0065	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,7122	6,7202	0,0015	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	2,1659	0,0017	100,0000	17,1170	20,1376	0,0059	
		Acometida 3	FASE A	1,4454	0,0016	99,9999	11,4426	13,4619	0,0054	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	2,1726	0,0037	99,9999	17,1912	20,2249	0,0126	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
CASO 1 – GDFV trifásico de 90 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.										
	Tramo		Variables Eléctricas							
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]	
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0705	20,0829	0,0077	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,3871	13,3965	0,0060	

			FASE B	1,4460	0,0004	100,0000	11,3765	13,3842	0,0060	
			FASE C	1,4459	0,0003	100,0000	11,3777	13,3855	0,0059	
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,3854	13,3946	0,0071	
			FASE C	1,4444	0,0015	99,9999	11,3658	13,3715	0,0044	
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,7220	0,0006	100,0000	5,6809	6,6834	0,0020	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	2,1789	0,0056	99,9997	17,0103	20,0122	0,0189
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 2	FASE A	1,4423	0,0002	100,0000	11,2580	13,2447	0,0023
				FASE B	1,4414	0,0005	100,0000	11,2529	13,2388	0,0014
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 3	FASE A	1,4431	0,0009	100,0000	11,2640	13,2518	0,0031
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 4	FASE A	1,4436	0,0013	100,0000	11,2680	13,2564	0,0036
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4458	0,0004	100,0000	11,3269	13,3258	0,0058
			Acometida 5	FASE A	2,1776	0,0052	99,9997	16,9970	19,9964	0,0176
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4470	0,0021	99,9999	11,2799	13,2705	0,0070
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	1,4435	0,0002	100,0000	11,2050	13,1823	0,0035
				FASE C	1,4422	0,0008	100,0000	11,2426	13,2265	0,0022

		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,5942	6,5814	0,0007
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	2,1690	0,0027	99,9999	16,7163	19,6662	0,0090
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 5	FASE A	1,4450	0,0018	99,9999	11,1368	13,1021	0,0050
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	1,4483	0,0006	100,0000	11,2903	13,2827	0,0083
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	-5,9435	0,0140	-99,9997	45,2416	53,2254	0,0714
			FASE B	-5,8523	-0,0390	99,9978	45,1675	53,1383	0,0714
			FASE C	-5,8307	0,0367	-99,9980	45,1489	53,1164	0,0707
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,7218	0,0005	100,0000	5,5893	6,5757	0,0018
		Acometida 3	FASE A	-3,0962	0,0068	-99,9998	23,5680	27,7271	0,0313
			FASE B	-3,0505	-0,0198	99,9979	23,5432	27,6979	0,0313
			FASE C	-3,0397	0,0182	-99,9982	23,5370	27,6906	0,0310
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,7221	0,0006	100,0000	5,5914	6,5781	0,0021
Acometida 5		FASE A	-5,6779	0,0154	-99,9996	43,2194	50,8463	0,0968	
		FASE B	-5,5872	-0,0373	99,9978	43,1216	50,7313	0,0967	
		FASE C	-5,5656	0,0379	-99,9977	43,0966	50,7019	0,0958	
Acometida 6		FASE A	-5,9124	0,0157	-99,9996	45,0049	52,9469	0,1022	
		FASE B	-5,8218	-0,0370	99,9980	44,9316	52,8608	0,1022	
		FASE C	-5,8002	0,0382	-99,9978	44,9129	52,8387	0,1012	
Acometida 7	FASE A	-5,6627	0,0162	-99,9996	43,1037	50,7102	0,1119		
	FASE B	-5,5723	-0,0364	99,9979	43,0064	50,5958	0,1118		

			FASE C	-5,5508	0,0386	-99,9976	42,9814	50,5663	0,1106	
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6896	6,6936	0,0015	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	2,1658	0,0017	100,0000	17,0566	20,0666	0,0058	
		Acometida 3	FASE A	1,4453	0,0016	99,9999	11,3972	13,4084	0,0053	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	2,1725	0,0037	99,9999	17,1043	20,1227	0,0125	
FASE C	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			

CASO 2 – GDFV trifásico de 90 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.

	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0345	20,0405	0,0077
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4459	0,0003	100,0000	11,3628	13,3680	0,0059
			FASE B	1,4460	0,0003	100,0000	11,3738	13,3810	0,0060
			FASE C	1,4459	0,0003	100,0000	11,3659	13,3717	0,0059
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,3826	13,3913	0,0071
			FASE C	1,4444	0,0015	99,9999	11,3540	13,3577	0,0044
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7220	0,0006	100,0000	5,6794	6,6817	0,0020
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		POSTE_2	Acometida 1	FASE A	-5,8500	-0,0391	99,9978	45,4858	53,5127

			FASE B	-5,7952	0,0455	-99,9969	45,4406	53,4595	0,1221	
			FASE C	-5,8297	0,0139	-99,9997	45,4682	53,4920	0,1211	
		Acometida 2	FASE A	-5,7044	-0,0452	99,9969	44,3544	52,1816	0,0277	
			FASE B	-5,6487	0,0410	-99,9974	44,2919	52,1082	0,0277	
			FASE C	-5,6839	0,0088	-99,9999	44,3309	52,1540	0,0275	
		Acometida 3	FASE A	-2,8552	-0,0228	99,9968	22,2007	26,1184	0,0109	
			FASE B	-2,8273	0,0204	-99,9974	22,1694	26,0816	0,0109	
			FASE C	-2,8449	0,0042	-99,9999	22,1889	26,1046	0,0108	
		Acometida 4	FASE A	-5,6640	-0,0425	99,9972	44,0400	51,8118	0,0681	
			FASE B	-5,6087	0,0429	-99,9971	43,9785	51,7394	0,0681	
			FASE C	-5,6435	0,0110	-99,9998	44,0165	51,7842	0,0676	
		Acometida 5	FASE A	-5,8582	-0,0396	99,9977	45,5501	53,5883	0,1137	
			FASE B	-5,8033	0,0451	-99,9970	45,5048	53,5350	0,1138	
			FASE C	-5,8379	0,0134	-99,9997	45,5325	53,5677	0,1129	
	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4470	0,0021	99,9999	11,2998	13,2939	0,0070
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	1,4436	0,0003	100,0000	11,3635	13,3688	0,0036
				FASE C	1,4422	0,0008	100,0000	11,2622	13,2496	0,0022
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,6731	6,6743	0,0007
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 4	FASE A	2,1692	0,0027	99,9999	16,9303	19,9181	0,0092
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 5	FASE A	1,4452	0,0018	99,9999	11,2793	13,2698	0,0052
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4484	0,0006	100,0000	11,3105	13,3064	0,0084

	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1714	0,0033	99,9999	17,1448	20,1703	0,0114
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,7219	0,0005	100,0000	5,6311	6,6248	0,0019
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,6320	6,6259	0,0020
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,7221	0,0006	100,0000	5,6332	6,6273	0,0021
		Acometida 5	FASE A	0,9629	0,0001	100,0000	7,5354	8,8652	0,0029
			FASE B	0,9630	0,0002	100,0000	7,6038	8,9456	0,0030
			FASE C	0,9629	0,0002	100,0000	7,5113	8,8369	0,0029
		Acometida 6	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1765	0,0049	99,9997	17,1855	20,2183	0,0165
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 7	FASE A	1,4500	0,0007	100,0000	11,3473	13,3497	0,0100
			FASE B	1,4464	0,0022	99,9999	11,4203	13,4357	0,0064
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6775	6,6794	0,0015
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	2,1658	0,0017	100,0000	17,0390	20,0459	0,0058
		Acometida 3	FASE A	1,4453	0,0016	99,9999	11,3729	13,3799	0,0053
FASE B	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		

			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1725	0,0037	99,9999	17,1002	20,1179	0,0125
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CASO 3 – GDFV trifásico de 90 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0415	20,0489	0,0077
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,3677	13,3737	0,0060
			FASE B	1,4460	0,0004	100,0000	11,3630	13,3682	0,0060
			FASE C	1,4459	0,0003	100,0000	11,3605	13,3653	0,0059
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,3718	13,3786	0,0071
			FASE C	1,4444	0,0015	99,9999	11,3487	13,3514	0,0044
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7220	0,0006	100,0000	5,6741	6,6754	0,0020
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1791	0,0056	99,9997	17,0823	20,0969	0,0191
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	-5,6856	0,0140	-99,9997	44,4841	52,3343	0,0279
			FASE B	-5,6727	-0,0012	100,0000	44,4698	52,3174	0,0280
			FASE C	-5,6780	-0,0081	99,9999	44,4755	52,3241	0,0277
		Acometida 3	FASE A	1,4431	0,0009	100,0000	11,2909	13,2834	0,0031
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	1,4436	0,0013	100,0000	11,2948	13,2880	0,0036

			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	1,4458	0,0004	100,0000	11,3251	13,3236	0,0058	
		Acometida 5	FASE A	-2,5942	0,0074	-99,9996	20,2968	23,8786	0,0226	
			FASE B	-2,5878	-0,0001	100,0000	20,2862	23,8661	0,0226	
			FASE C	-2,5904	-0,0036	99,9999	20,2903	23,8709	0,0224	
	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4471	0,0021	99,9999	11,3278	13,3268	0,0071
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	1,4436	0,0002	100,0000	11,3178	13,3150	0,0036
				FASE C	1,4422	0,0008	100,0000	11,2899	13,2823	0,0022
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,6503	6,6475	0,0007
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 4	FASE A	2,1692	0,0027	99,9999	16,9387	19,9279	0,0092
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 5	FASE A	1,4452	0,0018	99,9999	11,2849	13,2763	0,0052
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4484	0,0006	100,0000	11,3384	13,3393	0,0084
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	-2,6086	-0,0041	99,9999	20,3162	23,9015	0,0144	
				FASE B	-2,5877	0,0051	-99,9998	20,2813	23,8603	0,0144
				FASE C	-2,6006	0,0014	-100,0000	20,3028	23,8856	0,0143
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7219	0,0005	100,0000	5,6356	6,6301	0,0019
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,6365	6,6312	0,0020

		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,7221	0,0006	100,0000	5,6377	6,6326	0,0021
		Acometida 5	FASE A	-5,6262	-0,0041	100,0000	43,8187	51,5514	0,0995
			FASE B	-5,5851	0,0140	-99,9997	43,7734	51,4981	0,0997
			FASE C	-5,6105	0,0066	-99,9999	43,8006	51,5302	0,0989
		Acometida 6	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1763	0,0048	99,9998	17,0567	20,0666	0,0163
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 7	FASE A	1,4500	0,0007	100,0000	11,2929	13,2857	0,0100
			FASE B	1,4463	0,0022	99,9999	11,3351	13,3354	0,0063
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6507	6,6479	0,0015
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	-2,6056	0,0151	-99,9983	20,4074	24,0087	0,0075
			FASE B	-2,6086	-0,0045	99,9999	20,4123	24,0145	0,0076
			FASE C	-2,6033	-0,0094	99,9993	20,4034	24,0040	0,0075
		Acometida 3	FASE A	1,4452	0,0015	99,9999	11,3192	13,3167	0,0052
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	-5,8651	0,0336	-99,9984	45,9364	54,0428	0,0811
			FASE B	-5,8710	-0,0052	100,0000	45,9415	54,0488	0,0815
			FASE C	-5,8606	-0,0149	99,9997	45,9321	54,0378	0,0807
CASO 4 – GDFV trifásico de 60 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0786	20,0924	0,0077
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,3925	13,4029	0,0060		
			FASE B	1,4460	0,0004	100,0000	11,3803	13,3886	0,0060		
			FASE C	1,4459	0,0003	100,0000	11,3821	13,3907	0,0059		
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,3892	13,3990	0,0071		
			FASE C	1,4444	0,0015	99,9999	11,3702	13,3767	0,0044		
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE B	0,7220	0,0006	100,0000	5,6827	6,6856	0,0020		
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
				FASE B	2,1790	0,0056	99,9997	17,0576	20,0678	0,0190	
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			Acometida 2	FASE A	1,4423	0,0002	100,0000	11,3205	13,3182	0,0024	
				FASE B	1,4414	0,0005	100,0000	11,2837	13,2750	0,0014	
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			Acometida 3	FASE A	1,4431	0,0009	100,0000	11,3267	13,3255	0,0031	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			Acometida 4	FASE A	1,4436	0,0013	100,0000	11,3306	13,3302	0,0036	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE C	1,4459	0,0004	100,0000	11,3671	13,3731	0,0059	
			Acometida 5	FASE A	2,1778	0,0052	99,9997	17,0926	20,1089	0,0178	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
					FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
					FASE C	1,4471	0,0021	99,9999	11,3537	13,3573	0,0071
				Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

			FASE B	1,4436	0,0002	100,0000	11,2622	13,2496	0,0036	
			FASE C	1,4422	0,0008	100,0000	11,3157	13,3125	0,0022	
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,6227	6,6149	0,0007	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	2,1692	0,0027	99,9999	16,8887	19,8691	0,0092	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 5	FASE A	1,4451	0,0018	99,9999	11,2515	13,2371	0,0051	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	1,4484	0,0006	100,0000	11,3643	13,3698	0,0084	
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	-2,6195	0,0167	-99,9980	20,2301	23,8001	0,0143	
				FASE B	-2,5974	-0,0248	99,9954	20,1936	23,7572	0,0143
				FASE C	-2,5804	0,0105	-99,9992	20,1645	23,7230	0,0141
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7219	0,0005	100,0000	5,6410	6,6364	0,0019
			Acometida 3	FASE A	-3,0818	0,0176	-99,9984	23,7999	27,9999	0,0319
				FASE B	-3,0598	-0,0237	99,9970	23,7879	27,9858	0,0320
				FASE C	-3,0429	0,0114	-99,9993	23,7782	27,9744	0,0317
			Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7221	0,0006	100,0000	5,6431	6,6389	0,0021
			Acometida 5	FASE A	-5,6485	0,0368	-99,9979	43,6227	51,3208	0,0986
				FASE B	-5,6049	-0,0450	99,9968	43,5756	51,2654	0,0988
				FASE C	-5,5713	0,0246	-99,9990	43,5367	51,2197	0,0977
			Acometida 6	FASE A	-2,6132	0,0170	-99,9979	20,1814	23,7428	0,0205
				FASE B	-2,5912	-0,0244	99,9956	20,1451	23,7002	0,0206
				FASE C	-2,5742	0,0108	-99,9991	20,1160	23,6659	0,0203

		Acometida 7	FASE A	-2,3735	0,0169	-99,9975	18,3305	21,5653	0,0202	
			FASE B	-2,3515	-0,0243	99,9946	18,2822	21,5085	0,0202	
			FASE C	-2,3346	0,0108	-99,9989	18,2433	21,4627	0,0199	
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6923	6,6968	0,0015	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	2,1658	0,0017	100,0000	17,0632	20,0743	0,0058	
		Acometida 3	FASE A	1,4453	0,0016	99,9999	11,4026	13,4148	0,0053	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	2,1725	0,0037	99,9999	17,1099	20,1293	0,0125	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
CASO 5 – GDFV trifásico de 60 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.										
	Tramo		Variables Eléctricas							
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]	
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0542	20,0638	0,0077	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,3760	13,3836	0,0060	
			FASE B	1,4460	0,0003	100,0000	11,3871	13,3966	0,0060	
			FASE C	1,4459	0,0003	100,0000	11,3789	13,3869	0,0059	
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,3960	13,4070	0,0071	
			FASE C	1,4444	0,0016	99,9999	11,3669	13,3729	0,0044	
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,7221	0,0006	100,0000	5,6861	6,6895	0,0021	

			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	-2,5964	-0,0181	99,9976	20,3226	23,9089	0,0243
			FASE B	-2,5776	0,0198	-99,9970	20,2911	23,8719	0,0243
			FASE C	-2,5931	0,0023	-100,0000	20,3167	23,9020	0,0242
		Acometida 2	FASE A	-5,6934	-0,0377	99,9978	44,5641	52,4283	0,0280
			FASE B	-5,6558	0,0388	-99,9976	44,5217	52,3785	0,0280
			FASE C	-5,6870	0,0035	-100,0000	44,5564	52,4193	0,0278
		Acometida 3	FASE A	-2,8498	-0,0190	99,9978	22,3059	26,2422	0,0110
			FASE B	-2,8309	0,0193	-99,9977	22,2846	26,2172	0,0110
			FASE C	-2,8465	0,0016	-100,0000	22,3021	26,2377	0,0109
		Acometida 4	FASE A	-2,3687	-0,0189	99,9968	18,5404	21,8122	0,0121
			FASE B	-2,3498	0,0193	-99,9966	18,4979	21,7623	0,0120
			FASE C	-2,3654	0,0017	-100,0000	18,5326	21,8031	0,0120
		Acometida 5	FASE A	-2,5980	-0,0182	99,9975	20,3357	23,9244	0,0227
			FASE B	-2,5793	0,0198	-99,9971	20,3042	23,8873	0,0227
			FASE C	-2,5948	0,0022	-100,0000	20,3299	23,9175	0,0225
	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	1,4471	0,0021	99,9999	11,3517	13,3550	0,0071
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	1,4437	0,0003	100,0000	11,4088	13,4221	0,0037
			FASE C	1,4422	0,0008	100,0000	11,3136	13,3101	0,0022
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,6956	6,7007	0,0007
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	2,1694	0,0028	99,9999	17,0453	20,0533	0,0094
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 5	FASE A	1,4453	0,0019	99,9999	11,3558	13,3598	0,0053

			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE C	1,4485	0,0006	100,0000	11,3625	13,3677	0,0085		
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
				FASE B	2,1715	0,0034	99,9999	17,2137	20,2514	0,0115	
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE C	0,7219	0,0006	100,0000	5,6568	6,6550	0,0019	
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,6577	6,6561	0,0020	
			Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE C	0,7222	0,0006	100,0000	5,6589	6,6575	0,0022	
			Acometida 5	FASE A	0,9630	0,0001	100,0000	7,5867	8,9256	0,0030	
				FASE B	0,9630	0,0002	100,0000	7,6342	8,9814	0,0030	
				FASE C	0,9629	0,0002	100,0000	7,5457	8,8773	0,0029	
			Acometida 6	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	2,1767	0,0049	99,9997	17,2550	20,3000	0,0167	
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			Acometida 7	FASE A	1,4502	0,0007	100,0000	11,4252	13,4414	0,0102	
				FASE B	1,4464	0,0022	99,9999	11,4661	13,4896	0,0064	
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6841	6,6871	0,0015		
					FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
					FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
					FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
					FASE C	2,1658	0,0017	100,0000	17,0584	20,0687	0,0058

		Acometida 3	FASE A	1,4453	0,0016	99,9999	11,3861	13,3954	0,0053
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1725	0,0037	99,9999	17,1203	20,1415	0,0125
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CASO 6 – GDFV trifásico de 60 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0646	20,0761	0,0077
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,3831	13,3919	0,0060
			FASE B	1,4460	0,0004	100,0000	11,3779	13,3858	0,0060
			FASE C	1,4459	0,0003	100,0000	11,3754	13,3828	0,0059
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,3868	13,3963	0,0071
			FASE C	1,4444	0,0015	99,9999	11,3635	13,3688	0,0044
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7220	0,0006	100,0000	5,6815	6,6842	0,0020
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1792	0,0057	99,9997	17,1380	20,1624	0,0192
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	-2,3682	0,0093	-99,9992	18,6229	21,9093	0,0049
			FASE B	-2,3680	-0,0020	100,0000	18,6224	21,9087	0,0049
			FASE C	-2,3692	-0,0064	99,9996	18,6252	21,9120	0,0049
Acometida 3	FASE A	1,4431	0,0009	100,0000	11,3486	13,3513	0,0031		
	FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		

			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
		Acometida 4	FASE A	1,4437	0,0013	100,0000	11,3526	13,3560	0,0037		
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE C	1,4459	0,0004	100,0000	11,3666	13,3724	0,0059		
		Acometida 5	FASE A	-2,5903	0,0102	-99,9992	20,3700	23,9647	0,0227		
			FASE B	-2,5902	-0,0010	100,0000	20,3698	23,9645	0,0228		
			FASE C	-2,5914	-0,0054	99,9998	20,3715	23,9665	0,0226		
	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE C	1,4471	0,0021	99,9999	11,3816	13,3901	0,0071	
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	1,4436	0,0003	100,0000	11,3641	13,3695	0,0036	
				FASE C	1,4422	0,0008	100,0000	11,3432	13,3449	0,0022	
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,6734	6,6746	0,0007	
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			Acometida 4	FASE A	2,1694	0,0028	99,9999	17,0550	20,0647	0,0094	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			Acometida 5	FASE A	1,4453	0,0018	99,9999	11,3623	13,3674	0,0053	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE C	1,4485	0,0006	100,0000	11,3923	13,4027	0,0085	
		POSTE_4	Acometida 1	FASE A	-2,6016	0,0009	100,0000	20,4312	24,0367	0,0146	
					FASE B	-2,5922	0,0035	-99,9999	20,4154	24,0182	0,0146
					FASE C	-2,6026	-0,0020	100,0000	20,4327	24,0385	0,0145
				Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
					FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C		0,7219	0,0006	100,0000	5,6676	6,6677	0,0019	
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,6685	6,6688	0,0020
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,7222	0,0006	100,0000	5,6697	6,6703	0,0022
		Acometida 5	FASE A	-2,3584	0,0010	100,0000	18,5211	21,7895	0,0178
			FASE B	-2,3491	0,0037	-99,9999	18,5002	21,7649	0,0178
			FASE C	-2,3593	-0,0018	100,0000	18,5230	21,7918	0,0177
		Acometida 6	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1765	0,0049	99,9998	17,1410	20,1658	0,0165
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 7	FASE A	1,4502	0,0007	100,0000	11,3886	13,3983	0,0102
			FASE B	1,4463	0,0022	99,9999	11,3907	13,4008	0,0063
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6696	6,6701	0,0015
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	-2,6036	0,0167	-99,9979	20,4593	24,0697	0,0076
			FASE B	-2,6099	-0,0050	99,9998	20,4699	24,0822	0,0076
			FASE C	-2,6039	-0,0104	99,9992	20,4596	24,0702	0,0075
		Acometida 3	FASE A	1,4453	0,0016	99,9999	11,3570	13,3612	0,0053
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	-2,5951	0,0171	-99,9978	20,3931	23,9918	0,0160
			FASE B	-2,6015	-0,0045	99,9998	20,4037	24,0044	0,0161
			FASE C	-2,5954	-0,0099	99,9993	20,3934	23,9922	0,0159
CASO 7 – GDFV trifásico de 30 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.									
		Tramo		Variables Eléctricas					
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]

Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,1020	20,1200	0,0077	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,4081	13,4213	0,0060	
			FASE B	1,4460	0,0004	100,0000	11,3942	13,4049	0,0060	
			FASE C	1,4460	0,0003	100,0000	11,3991	13,4107	0,0060	
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,4031	13,4154	0,0071	
			FASE C	1,4444	0,0015	99,9999	11,3871	13,3966	0,0044	
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,7221	0,0006	100,0000	5,6896	6,6937	0,0021	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	2,1792	0,0057	99,9997	17,1286	20,1513	0,0192	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	1,4424	0,0002	100,0000	11,3922	13,4026	0,0024	
			FASE B	1,4415	0,0005	100,0000	11,3299	13,3293	0,0015	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 3	FASE A	1,4432	0,0009	100,0000	11,3985	13,4100	0,0032	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	1,4437	0,0013	100,0000	11,4026	13,4148	0,0037	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	1,4459	0,0004	100,0000	11,4281	13,4449	0,0059	
		Acometida 5	FASE A	2,1780	0,0053	99,9997	17,2023	20,2380	0,0180	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

			FASE C	1,4472	0,0021	99,9999	11,4557	13,4774	0,0072	
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	1,4436	0,0002	100,0000	11,3394	13,3404	0,0036	
			FASE C	1,4423	0,0008	100,0000	11,4167	13,4314	0,0023	
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,6611	6,6601	0,0007	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	2,1694	0,0028	99,9999	17,0732	20,0862	0,0094	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 5	FASE A	1,4453	0,0018	99,9999	11,3743	13,3816	0,0053	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	1,4486	0,0006	100,0000	11,4666	13,4901	0,0086	
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	-2,6100	0,0246	-99,9955	20,4583	24,0685	0,0146	
				FASE B	-2,6061	-0,0348	99,9911	20,4524	24,0616	0,0147
				FASE C	-2,5802	0,0126	-99,9988	20,4074	24,0087	0,0144
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7219	0,0006	100,0000	5,7097	6,7173	0,0019
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,7107	6,7185	0,0020
			Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7222	0,0006	100,0000	5,7119	6,7199	0,0022
			Acometida 5	FASE A	-2,3667	0,0247	-99,9945	18,5517	21,8255	0,0178
				FASE B	-2,3629	-0,0345	99,9894	18,5440	21,8165	0,0179
				FASE C	-2,3370	0,0127	-99,9985	18,4840	21,7458	0,0176
			Acometida 6	FASE A	0,7216	0,0001	100,0000	5,6562	6,6543	0,0016

			FASE B	0,7216	0,0001	100,0000	5,6626	6,6619	0,0016	
			FASE C	0,7216	0,0001	100,0000	5,7075	6,7147	0,0016	
		Acometida 7	FASE A	-2,3639	0,0249	-99,9945	18,5294	21,7993	0,0207	
			FASE B	-2,3601	-0,0343	99,9895	18,5218	21,7903	0,0208	
			FASE C	-2,3342	0,0128	-99,9985	18,4618	21,7197	0,0204	
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,7001	6,7060	0,0015	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	2,1659	0,0017	100,0000	17,0887	20,1043	0,0059	
		Acometida 3	FASE A	1,4453	0,0016	99,9999	11,4183	13,4333	0,0053	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	2,1725	0,0037	99,9999	17,1309	20,1540	0,0125	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
CASO 8 – GDFV trifásico de 30 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.										
	Tramo		Variables Eléctricas							
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]	
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0853	20,1004	0,0077	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,3968	13,4080	0,0060	
			FASE B	1,4460	0,0003	100,0000	11,4108	13,4245	0,0060	
			FASE C	1,4459	0,0004	100,0000	11,3952	13,4061	0,0059	
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	1,4472	0,0005	100,0000	11,4197	13,4350	0,0072	
			FASE C	1,4444	0,0016	99,9999	11,3832	13,3920	0,0044	

		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,7221	0,0006	100,0000	5,6978	6,7033	0,0021	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	2,1794	0,0057	99,9997	17,2418	20,2845	0,0194
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 2	FASE A	-2,3658	-0,0145	99,9981	18,6824	21,9793	0,0049
				FASE B	-2,3597	0,0293	-99,9923	18,6689	21,9635	0,0049
				FASE C	-2,3798	-0,0140	99,9983	18,7140	22,0164	0,0049
			Acometida 3	FASE A	1,4432	0,0009	100,0000	11,3963	13,4074	0,0032
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 4	FASE A	-2,3586	-0,0140	99,9982	18,6252	21,9121	0,0122
				FASE B	-2,3524	0,0296	-99,9921	18,6119	21,8963	0,0122
				FASE C	-2,3725	-0,0136	99,9984	18,6565	21,9489	0,0121
			Acometida 5	FASE A	-2,5879	-0,0134	99,9987	20,4360	24,0423	0,0229
				FASE B	-2,5818	0,0301	-99,9932	20,4261	24,0307	0,0229
				FASE C	-2,6017	-0,0129	99,9988	20,4592	24,0696	0,0228
	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4471	0,0021	99,9999	11,3938	13,4045	0,0071
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	1,4437	0,0003	100,0000	11,4666	13,4902	0,0037
				FASE C	1,4422	0,0008	100,0000	11,3552	13,3591	0,0022
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,7244	6,7346	0,0007
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 4	FASE A	2,1695	0,0028	99,9999	17,1993	20,2345	0,0095
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 5	FASE A	1,4454	0,0019	99,9999	11,4584	13,4804	0,0054	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	1,4485	0,0006	100,0000	11,4047	13,4173	0,0085	
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	2,1716	0,0034	99,9999	17,3021	20,3554	0,0116
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7219	0,0006	100,0000	5,6775	6,6794	0,0019
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,6785	6,6806	0,0020
			Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,7222	0,0006	100,0000	5,6797	6,6820	0,0022
			Acometida 5	FASE A	0,9630	0,0001	100,0000	7,6554	9,0064	0,0030
				FASE B	0,9631	0,0002	100,0000	7,6733	9,0274	0,0031
				FASE C	0,9630	0,0002	100,0000	7,5734	8,9098	0,0030
			Acometida 6	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	2,1768	0,0050	99,9997	17,3440	20,4048	0,0169
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 7	FASE A	1,4504	0,0007	100,0000	11,5294	13,5640	0,0104
				FASE B	1,4465	0,0022	99,9999	11,5248	13,5586	0,0065
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6944	6,6993	0,0015	
					FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
					FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	2,1659	0,0017	100,0000	17,0828	20,0974	0,0059
		Acometida 3	FASE A	1,4453	0,0016	99,9999	11,4069	13,4199	0,0053
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1726	0,0037	99,9999	17,1561	20,1837	0,0126
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CASO 9 – GDFV trifásico de 30 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.									
	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0973	20,1144	0,0077
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,4049	13,4175	0,0060
			FASE B	1,4460	0,0004	100,0000	11,4005	13,4123	0,0060
			FASE C	1,4459	0,0003	100,0000	11,3958	13,4068	0,0059
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,4094	13,4228	0,0071
			FASE C	1,4444	0,0016	99,9999	11,3838	13,3927	0,0044
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7221	0,0006	100,0000	5,6928	6,6974	0,0021
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1793	0,0057	99,9997	17,1968	20,2316	0,0193
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	-2,3589	0,0146	-99,9981	18,6874	21,9852	0,0049
			FASE B	-2,3720	0,0017	-100,0000	18,7171	22,0201	0,0050
			FASE C	-2,3743	-0,0155	99,9979	18,7224	22,0263	0,0049

	POSTE_3	Acometida 3	FASE A	1,4432	0,0009	100,0000	11,4328	13,4504	0,0032	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	1,4437	0,0013	100,0000	11,4370	13,4553	0,0037	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	1,4459	0,0004	100,0000	11,4015	13,4136	0,0059	
		Acometida 5	FASE A	2,1781	0,0054	99,9997	17,2548	20,2997	0,0181	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	1,4472	0,0021	99,9999	11,4126	13,4266	0,0072	
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	1,4437	0,0003	100,0000	11,4254	13,4416	0,0037
				FASE C	1,4423	0,0008	100,0000	11,3739	13,3811	0,0023
	Acometida 3		FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,7039	6,7105	0,0007	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	Acometida 4	FASE A	2,1696	0,0028	99,9999	17,2246	20,2642	0,0096		
		FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
		FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
	Acometida 5	FASE A	1,4454	0,0019	99,9999	11,4752	13,5002	0,0054		
		FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
		FASE C	1,4485	0,0006	100,0000	11,4235	13,4394	0,0085		
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	2,1715	0,0034	99,9999	17,2242	20,2638	0,0115	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

		Acometida 3	FASE C	0,7219	0,0006	100,0000	5,6811	6,6836	0,0019		
			FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,6821	6,6848	0,0020		
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE C	0,7222	0,0006	100,0000	5,6833	6,6862	0,0022		
		Acometida 5	FASE A	-2,3422	-0,0012	100,0000	18,6160	21,9012	0,0180		
			FASE B	-2,3489	0,0205	-99,9962	18,6318	21,9198	0,0181		
			FASE C	-2,3749	-0,0162	99,9977	18,6904	21,9888	0,0180		
		Acometida 6	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE B	2,1767	0,0049	99,9997	17,2656	20,3125	0,0167		
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
		Acometida 7	FASE A	1,4504	0,0007	100,0000	11,5279	13,5623	0,0104		
			FASE B	1,4464	0,0022	99,9999	11,4729	13,4976	0,0064		
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
		Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6825	6,6853	0,0015
					FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
					FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
					FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
FASE C	2,1659				0,0017	100,0000	17,0899	20,1058	0,0059		
Acometida 3	FASE A			1,4453	0,0016	99,9999	11,3831	13,3918	0,0053		
	FASE B			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
	FASE C			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
Acometida 4	FASE A			-2,5987	0,0164	-99,9980	20,4678	24,0797	0,0161		
	FASE B			-2,6004	-0,0099	99,9993	20,4706	24,0831	0,0162		
	FASE C			-2,5926	-0,0039	99,9999	20,4571	24,0671	0,0160		
CASO 10 – GDFV monofásico de 30 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.											

	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0936	20,1101	0,0077
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,4024	13,4146	0,0060
			FASE B	1,4460	0,0003	100,0000	11,3996	13,4113	0,0060
			FASE C	1,4460	0,0003	100,0000	11,4029	13,4152	0,0060
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,4085	13,4218	0,0071
			FASE C	1,4444	0,0015	99,9999	11,3908	13,4010	0,0044
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7221	0,0006	100,0000	5,6923	6,6969	0,0021
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1793	0,0057	99,9997	17,1987	20,2338	0,0193
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4424	0,0002	100,0000	11,3670	13,3730	0,0024
			FASE B	1,4415	0,0005	100,0000	11,3756	13,3831	0,0015
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 3	FASE A	1,4432	0,0009	100,0000	11,3733	13,3803	0,0032
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	1,4437	0,0013	100,0000	11,3773	13,3851	0,0037
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	1,4460	0,0004	100,0000	11,4229	13,4388	0,0060
		Acometida 5	FASE A	2,1779	0,0053	99,9997	17,1638	20,1927	0,0179
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	1,4472	0,0021	99,9999	11,4416	13,4607	0,0072	
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	1,4437	0,0002	100,0000	11,4224	13,4381	0,0037	
			FASE C	1,4423	0,0008	100,0000	11,4026	13,4148	0,0023	
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,7024	6,7088	0,0007	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	2,1693	0,0027	99,9999	17,0089	20,0105	0,0093	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 5	FASE A	1,4452	0,0019	99,9999	11,3314	13,3311	0,0052	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	1,4486	0,0006	100,0000	11,4526	13,4737	0,0086	
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	-3,8048	0,0104	-99,9996	30,1623	35,4850	0,0352	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	-5,1816	0,0291	-99,9984	40,9032	48,1214	0,0984	
Acometida 3		FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,6996	6,7054	0,0020		
Acometida 4		FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		FASE C	0,7222	0,0006	100,0000	5,7008	6,7068	0,0022		
Acometida 5		FASE A	-4,9524	0,0296	-99,9982	38,6195	45,4348	0,0876		
		FASE B	0,9684	0,0010	99,9999	7,6770	9,0318	0,0084		

			FASE C	0,9595	0,0042	99,9990	7,5739	8,9105	-0,0005	
		Acometida 6	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	-3,7895	0,0150	-99,9992	30,0409	35,3422	0,0506	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			Acometida 7	FASE A	-4,4828	0,0301	-99,9977	34,9574	41,1263	0,0772
		FASE B		1,4562	0,0039	99,9996	11,5441	13,5813	0,0162	
		FASE C		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6972	6,7026	0,0015	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	2,1659	0,0017	100,0000	17,0944	20,1110	0,0059	
		Acometida 3	FASE A	1,4453	0,0016	99,9999	11,4125	13,4265	0,0053	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	2,1725	0,0037	99,9999	17,1391	20,1637	0,0125	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
CASO 11 – GDFV monofásico de 30 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.										
	Tramo		Variables Eléctricas							
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]	
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0890	20,1047	0,0077	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,3993	13,4110	0,0060	
			FASE B	1,4460	0,0003	100,0000	11,4012	13,4132	0,0060	
			FASE C	1,4460	0,0003	100,0000	11,4032	13,4155	0,0060	
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,4101	13,4237	0,0071	
			FASE C	1,4444	0,0015	99,9999	11,3911	13,4013	0,0044	
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,7221	0,0006	100,0000	5,6931	6,6978	0,0021	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	-3,7817	0,0172	-99,9990	29,8547	35,1232	0,0583
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 2	FASE A	1,4409	0,0020	99,9999	11,3499	13,3528	0,0009
				FASE B	-4,5382	0,0062	-99,9999	35,8265	42,1489	0,0218
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 3	FASE A	-4,5289	0,0092	-99,9998	35,6734	41,9687	0,0311
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 4	FASE A	1,4494	0,0021	99,9999	11,4165	13,4312	0,0094
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	-4,5132	0,0181	-99,9992	35,6537	41,9455	0,0468
			Acometida 5	FASE A	-3,7859	0,0160	-99,9991	29,8212	35,0838	0,0541
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4472	0,0021	99,9999	11,4475	13,4676	0,0072
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	1,4437	0,0003	100,0000	11,4415	13,4606	0,0037
				FASE C	1,4423	0,0008	100,0000	11,4084	13,4217	0,0023
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,7119	6,7199	0,0007
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

		Acometida 4	FASE A	2,1695	0,0028	99,9999	17,1559	20,1834	0,0095	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 5	FASE A	1,4453	0,0019	99,9999	11,4294	13,4463	0,0053	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	1,4486	0,0006	100,0000	11,4585	13,4806	0,0086	
		POSTE_4	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	2,1715	0,0034	99,9999	17,2634	20,3099	0,0115
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Acometida 2		FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,7219	0,0006	100,0000	5,7043	6,7109	0,0019	
	Acometida 3		FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,7220	0,0006	100,0000	5,7053	6,7121	0,0020	
	Acometida 4		FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,7222	0,0006	100,0000	5,7065	6,7135	0,0022	
	Acometida 5		FASE A	0,9630	0,0001	100,0000	7,6363	8,9839	0,0030	
			FASE B	0,9630	0,0002	100,0000	7,6561	9,0072	0,0030	
			FASE C	0,9630	0,0002	100,0000	7,6092	8,9520	0,0030	
	Acometida 6		FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE B	2,1768	0,0050	99,9997	17,3051	20,3589	0,0168	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	Acometida 7		FASE A	1,4503	0,0007	100,0000	11,5005	13,5300	0,0103	
			FASE B	1,4464	0,0022	99,9999	11,4991	13,5283	0,0064	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Tramo BV 2	POSTE_5		Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6957	6,7008	0,0015
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	2,1659	0,0017	100,0000	17,0948	20,1116	0,0059
			Acometida 3	FASE A	1,4453	0,0016	99,9999	11,4095	13,4229
		FASE B		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		FASE C		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	2,1725	0,0037	99,9999	17,1415	20,1665	0,0125
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

CASO 12 – GDFV monofásico de 30 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.

	Tramo		Variables Eléctricas						
	Poste	Acometida	Fase	P [kW]	Q [kVAR]	FP [%]	I [A]	Cargabilidad %	Pérdidas Potencia [kW]
Tramo BV 1	POSTE_1	Acometida 1	FASE A	2,1677	0,0023	99,9999	17,0901	20,1060	0,0077
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4460	0,0003	100,0000	11,4001	13,4118	0,0060
			FASE B	1,4460	0,0003	100,0000	11,4041	13,4166	0,0060
			FASE C	1,4460	0,0003	100,0000	11,4030	13,4153	0,0060
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	1,4471	0,0005	100,0000	11,4130	13,4271	0,0071
			FASE C	1,4444	0,0015	99,9999	11,3909	13,4011	0,0044
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	0,7221	0,0006	100,0000	5,6946	6,6995	0,0021
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	POSTE_2	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			FASE B	-3,7812	0,0174	-99,9989	29,9715	35,2606	0,0588
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Acometida 2	FASE A	1,4424	0,0002	100,0000	11,3973	13,4086	0,0024

			FASE B	1,4415	0,0005	100,0000	11,4257	13,4420	0,0015	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 3	FASE A	1,4432	0,0009	100,0000	11,4036	13,4160	0,0032	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		Acometida 4	FASE A	-4,5063	0,0152	-99,9994	35,6081	41,8919	0,0537	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	1,4423	0,0048	99,9994	11,3526	13,3560	0,0023	
		Acometida 5	FASE A	2,1780	0,0053	99,9997	17,2102	20,2473	0,0180	
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	POSTE_3	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4471	0,0021	99,9999	11,3448	13,3469	0,0071
			Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	1,4437	0,0003	100,0000	11,5088	13,5397	0,0037
				FASE C	1,4422	0,0008	100,0000	11,3067	13,3020	0,0022
			Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE B	0,7207	0,0002	100,0000	5,7454	6,7593	0,0007
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 4	FASE A	2,1695	0,0028	99,9999	17,2043	20,2403	0,0095
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			Acometida 5	FASE A	1,4454	0,0019	99,9999	11,4617	13,4844	0,0054
				FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
				FASE C	1,4485	0,0006	100,0000	11,3558	13,3598	0,0085
	POSTE_4	Acometida 1	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
				FASE B	2,1717	0,0035	99,9999	17,3931	20,4625	0,0117
				FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

		Acometida 2	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE C	0,7219	0,0005	100,0000	5,6265	6,6195	0,0019	0,0019		
		Acometida 3	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE C	-5,1781	0,0302	-99,9983	40,3613	47,4838	0,1019	0,1019		
		Acometida 4	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE C	0,7221	0,0006	100,0000	5,6286	6,6219	0,0021	0,0021		
		Acometida 5	FASE A	0,9630	0,0001	100,0000	7,6549	9,0057	0,0030	0,0030		
			FASE B	0,9631	0,0002	100,0000	7,7135	9,0746	0,0031	0,0031		
			FASE C	0,9629	0,0002	100,0000	7,5053	8,8298	0,0029	0,0029		
		Acometida 6	FASE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
			FASE B	2,1770	0,0050	99,9997	17,4357	20,5126	0,0170	0,0170		
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
		Acometida 7	FASE A	-4,4796	0,0313	-99,9976	35,6085	41,8923	0,0804	0,0804		
			FASE B	1,4566	0,0042	99,9996	11,6656	13,7242	0,0166	0,0166		
			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
		Tramo BV 2	POSTE_5	Acometida 1	FASE A	0,7215	0,0004	100,0000	5,6773	6,6791	0,0015	
					FASE B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
					FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Acometida 2	FASE A			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
	FASE B			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
	FASE C			2,1659	0,0017	100,0000	17,1594	20,1875	0,0059	0,0059		
Acometida 3	FASE A			1,4453	0,0016	99,9999	11,3724	13,3793	0,0053	0,0053		
	FASE B			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
	FASE C			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
Acometida 4	FASE A			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
	FASE B			-3,8018	0,0113	-99,9996	29,8915	35,1664	0,0382	0,0382		

			FASE C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
--	--	--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

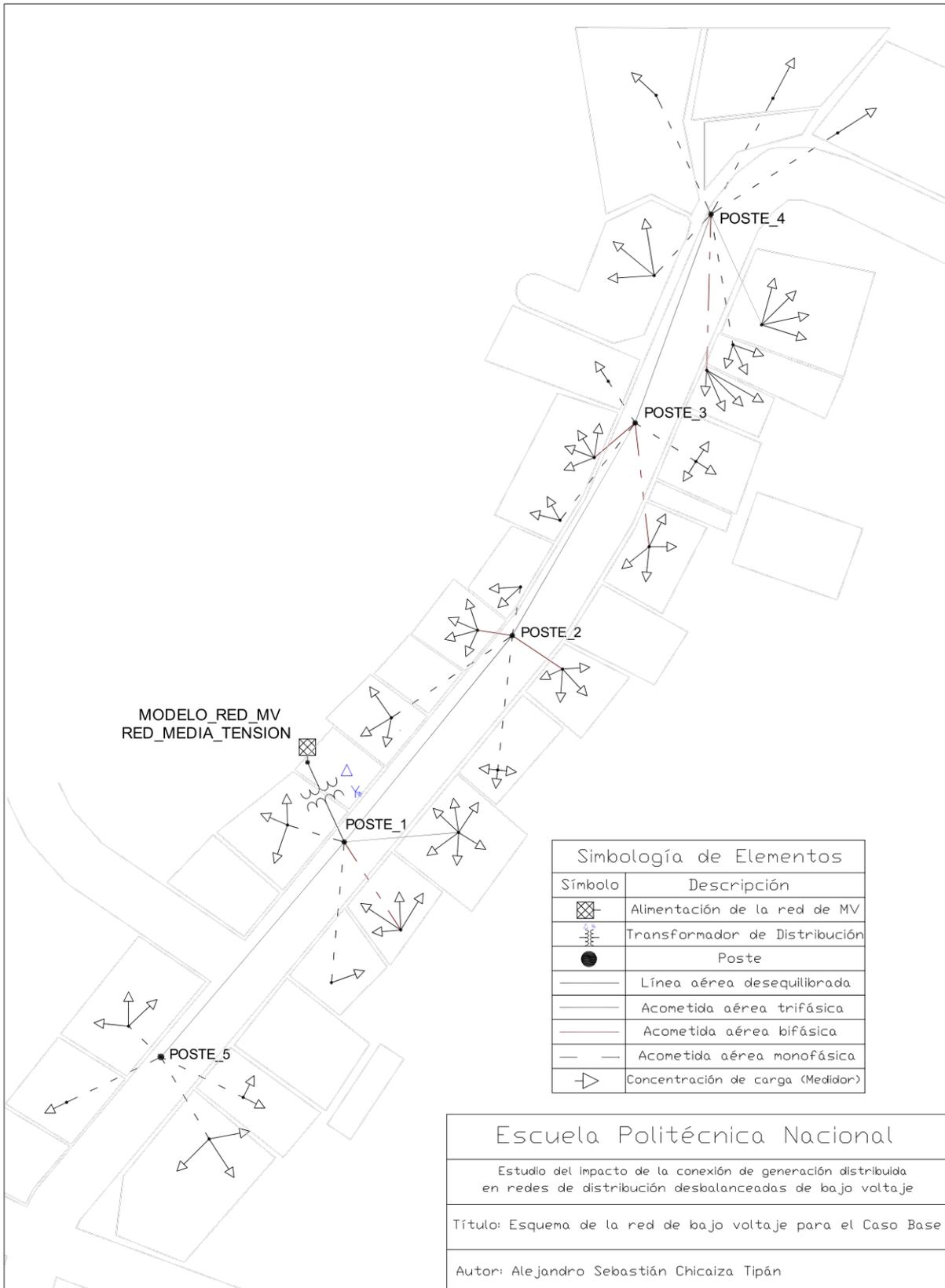
ANEXO III. Resultados obtenidos en el transformador de distribución para cada caso de estudio.

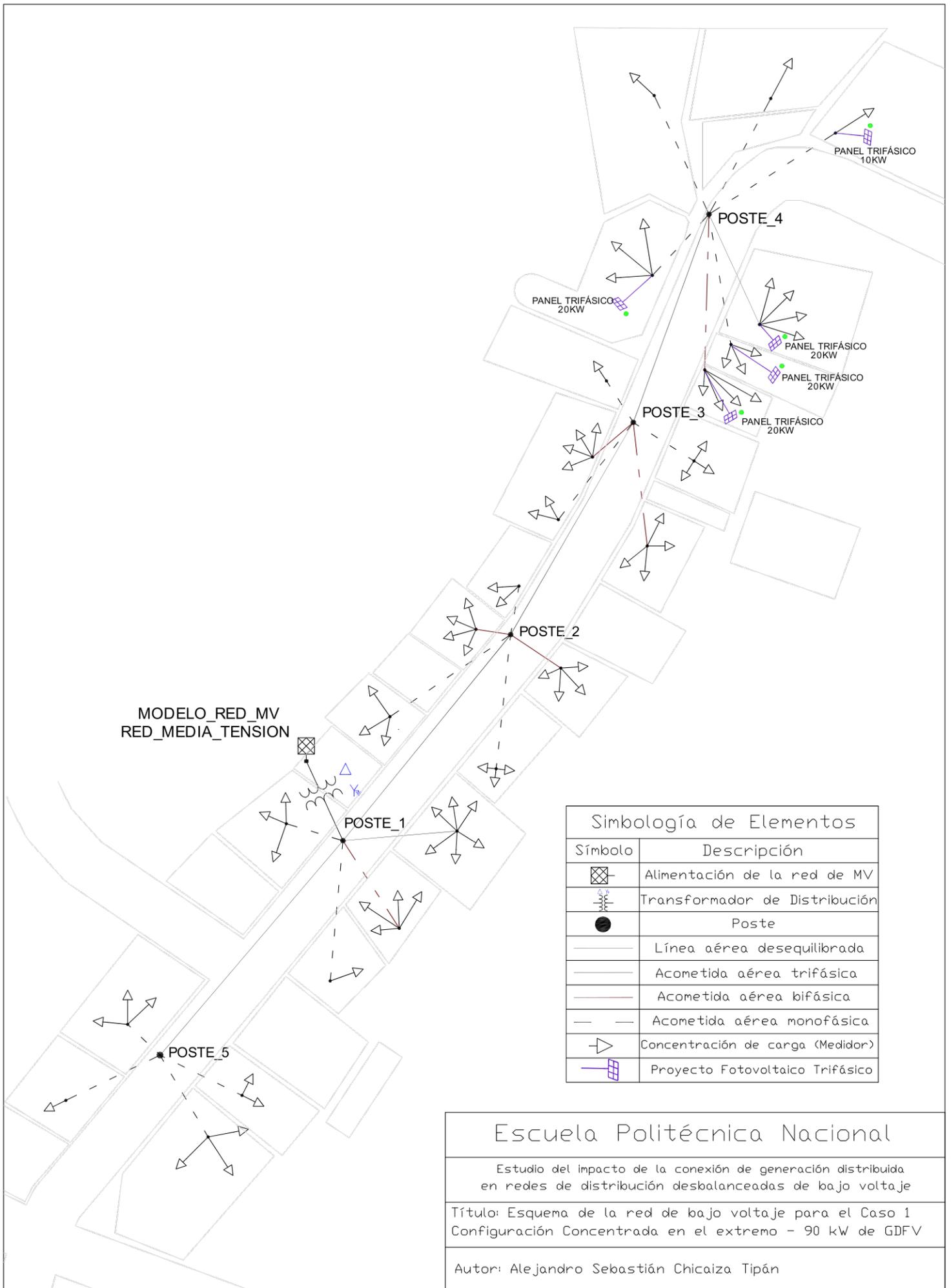
Tabla 5.4. Resultados obtenidos en el transformador de distribución de la red de bajo voltaje para todos los casos de estudio.

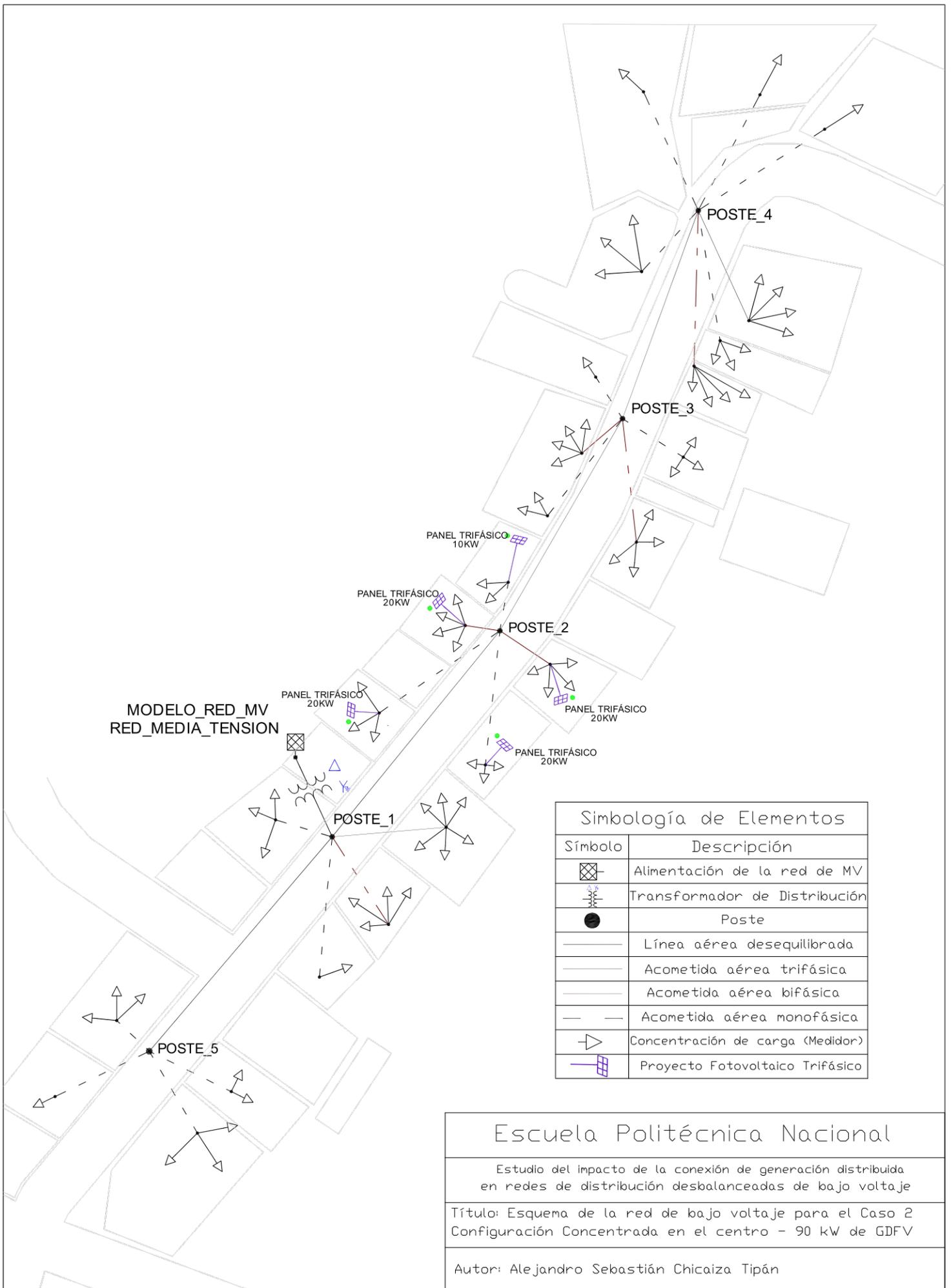
CASO 0 – Red de bajo voltaje sin la conexión de Generación Distribuida.				CASO 1 – GDFV trifásico de 90 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.				CASO 2 – GDFV trifásico de 90 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.			
Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	55,4130	Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	41,6514	Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	41,6475
Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,1582	Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0823	Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0865
Potencia Total [kW]	51,0444			Potencia Total [kW]	-36,5385			Potencia Total [kW]	-37,8203		
CASO 3 – GDFV trifásico de 90 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.				CASO 4 – GDFV trifásico de 60 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.				CASO 5 – GDFV trifásico de 60 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.			
Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	42,1168	Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	13,4284	Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	12,6429
Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0889	Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0061	Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0057
Potencia Total [kW]	-38,3875			Potencia Total [kW]	-8,3573			Potencia Total [kW]	-8,9498		
CASO 6 – GDFV trifásico de 30 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.				CASO 7 – GDFV trifásico de 30 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.				CASO 8 – GDFV trifásico de 30 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.			
Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	27,9870	Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	28,9948	Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	28,9948
Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0277	Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0280	Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0280

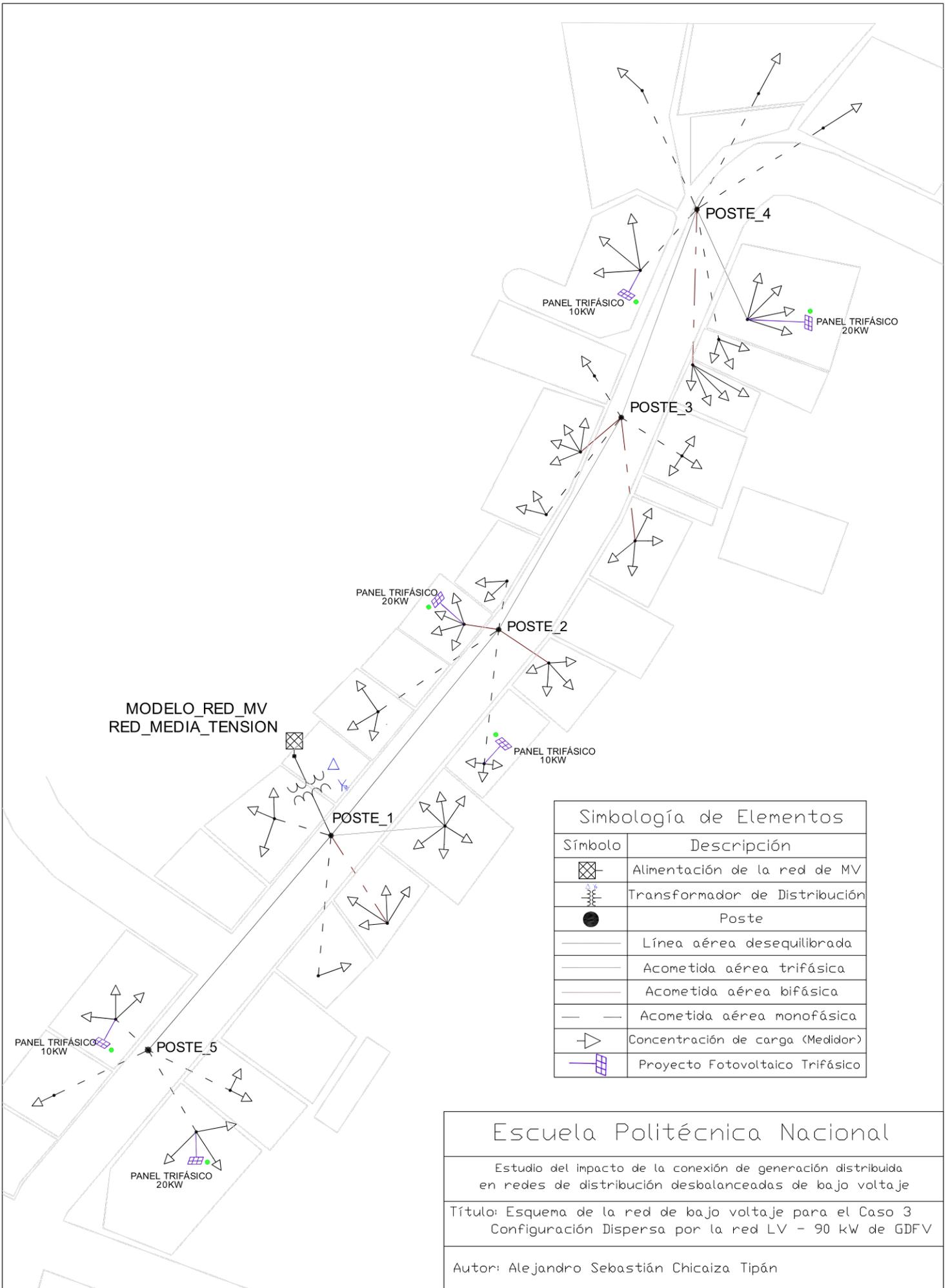
Potencia Total [kW]	20,8185			Potencia Total [kW]	20,8398			
CASO 9 – GDFV trifásico de 30 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.				CASO 10 – GDFV monofásico de 30 kW conectada en el extremo más alejado de la red de bajo voltaje.				
Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	25,9220	Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	24,2246	
Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0267	Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0268	
Potencia Total [kW]	20,7979			Potencia Total [kW]	21,0413			
CASO 11 – GDFV monofásico de 30 kW conectada en el centro de la red de bajo voltaje.				CASO 12 – GDFV monofásico de 30 kW conectada de manera dispersa por la red de bajo voltaje.				
Voltaje Primario [V]		13800	Cargabilidad [%]	24,0707	Voltaje Primario [V]	13800	Cargabilidad [%]	24,2380
Voltaje Secundario[V]		220	Pérdidas [kW]	0,0264	Voltaje Secundario[V]	220	Pérdidas [kW]	0,0268
Potencia Total [kW]	20,9142			Potencia Total [kW]	21,0637			

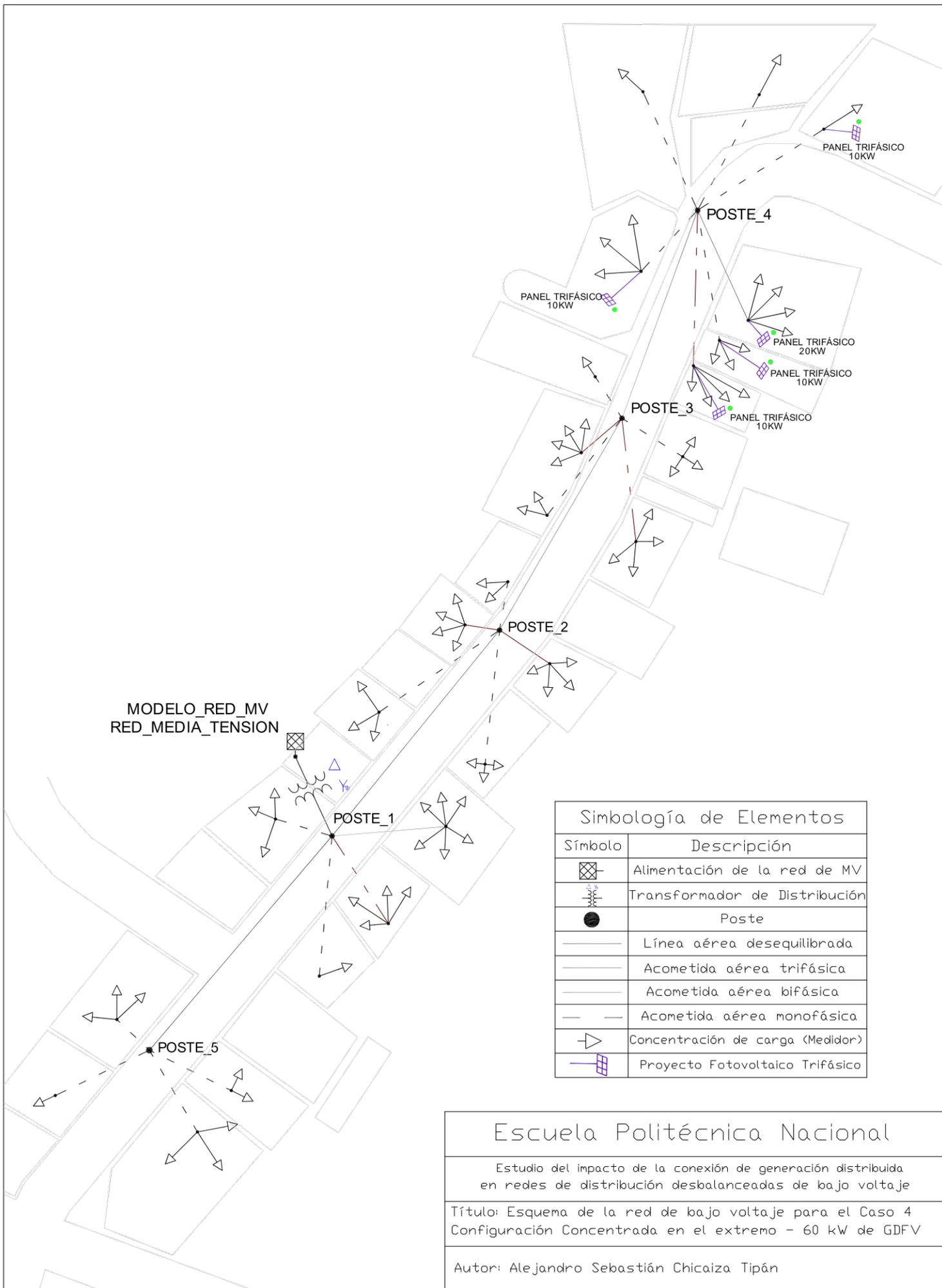
ANEXO IV. Esquemas eléctricos de la red de bajo voltaje para cada caso de estudio











MODELO_RED_MV
RED_MEDIA_TENSION

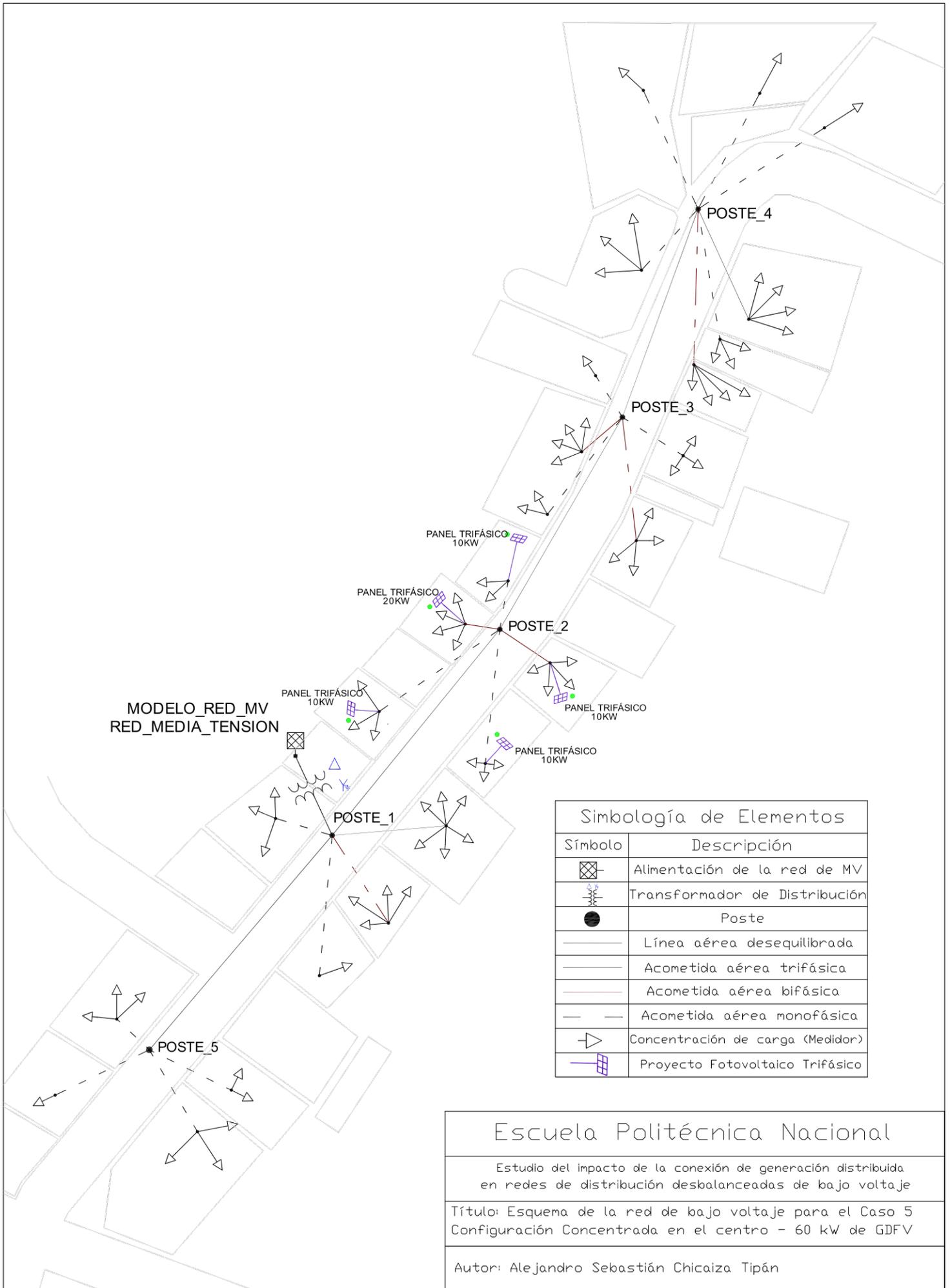
Simbología de Elementos	
Símbolo	Descripción
	Alimentación de la red de MV
	Transformador de Distribución
	Poste
	Línea aérea desequilibrada
	Acometida aérea trifásica
	Acometida aérea bifásica
	Acometida aérea monofásica
	Concentración de carga (Medidor)
	Proyecto Fotovoltaico Trifásico

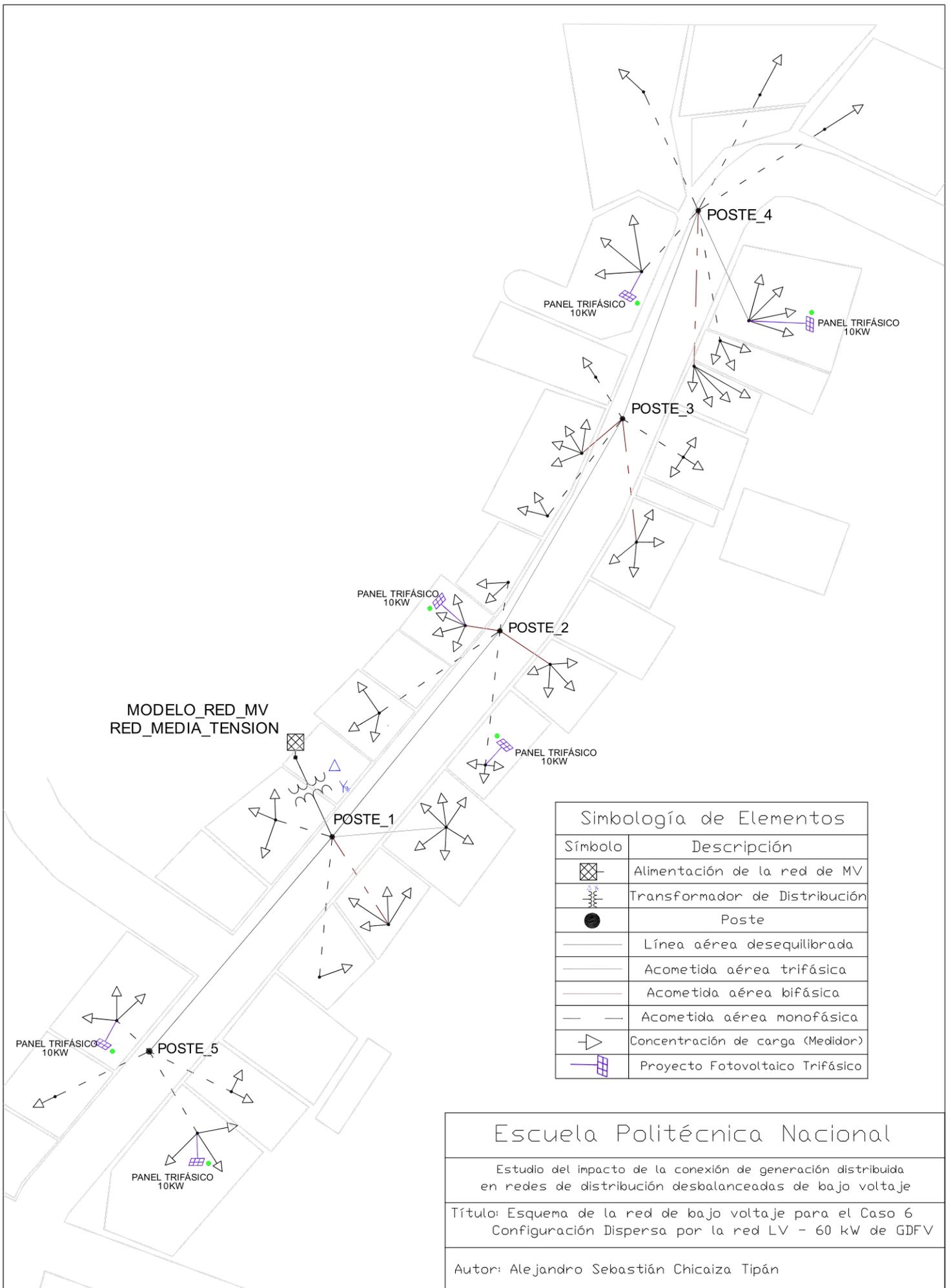
Escuela Politécnica Nacional

Estudio del impacto de la conexión de generación distribuida en redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje

Título: Esquema de la red de bajo voltaje para el Caso 4 Configuración Concentrada en el extremo - 60 kW de GDFV

Autor: Alejandro Sebastián Chicaiza Tipán





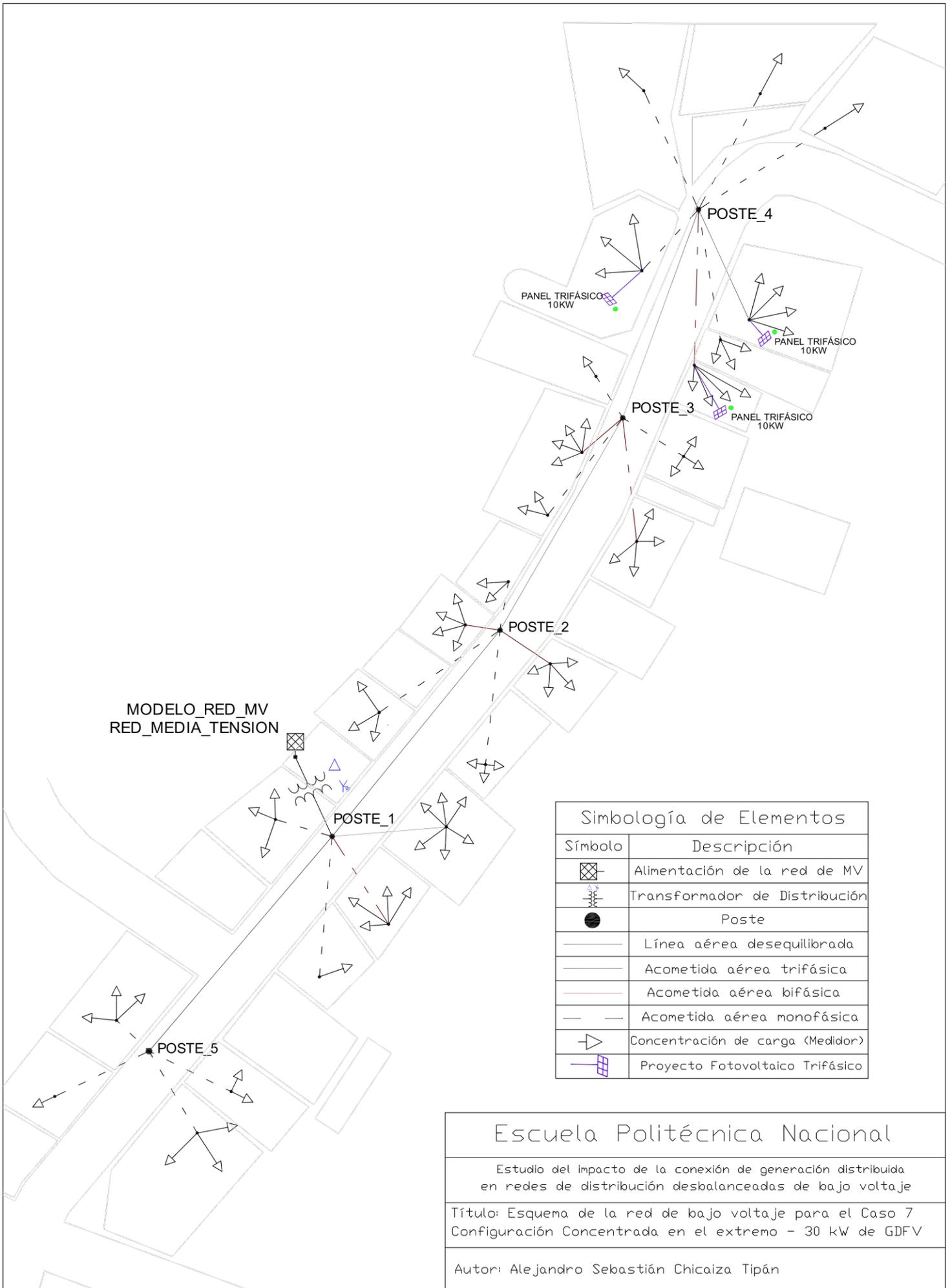
Simbología de Elementos	
Símbolo	Descripción
	Alimentación de la red de MV
	Transformador de Distribución
	Poste
	Línea aérea desequilibrada
	Acometida aérea trifásica
	Acometida aérea bifásica
	Acometida aérea monofásica
	Concentración de carga (Medidor)
	Proyecto Fotovoltaico Trifásico

Escuela Politécnica Nacional

Estudio del impacto de la conexión de generación distribuida en redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje

Título: Esquema de la red de bajo voltaje para el Caso 6 Configuración Dispersa por la red LV - 60 kW de GDFV

Autor: Alejandro Sebastián Chicaiza Tipán



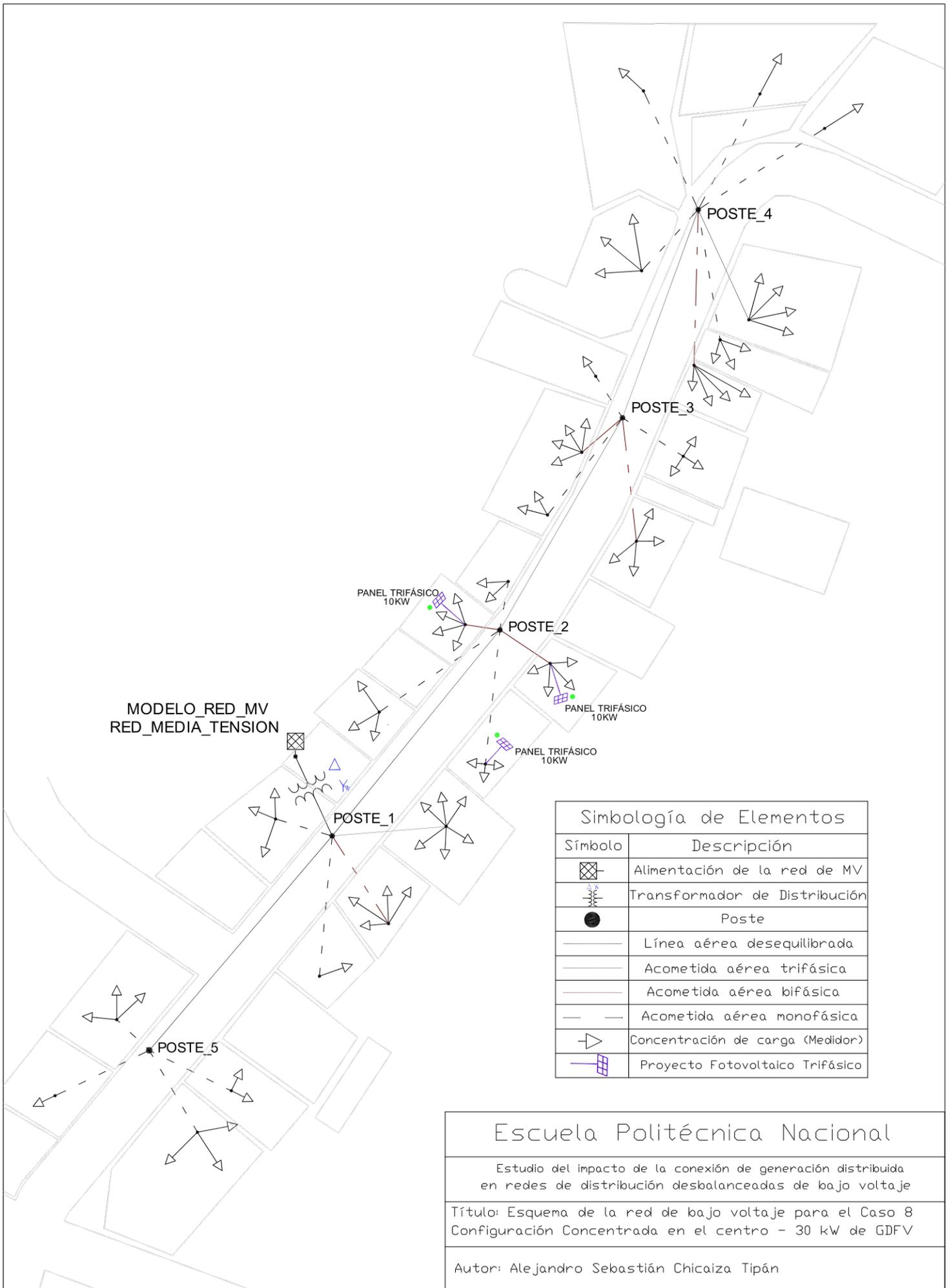
Simbología de Elementos	
Símbolo	Descripción
	Alimentación de la red de MV
	Poste
	Línea aérea desequilibrada
	Acometida aérea trifásica
	Acometida aérea bifásica
	Acometida aérea monofásica
	Concentración de carga (Medidor)
	Proyecto Fotovoltaico Trifásico

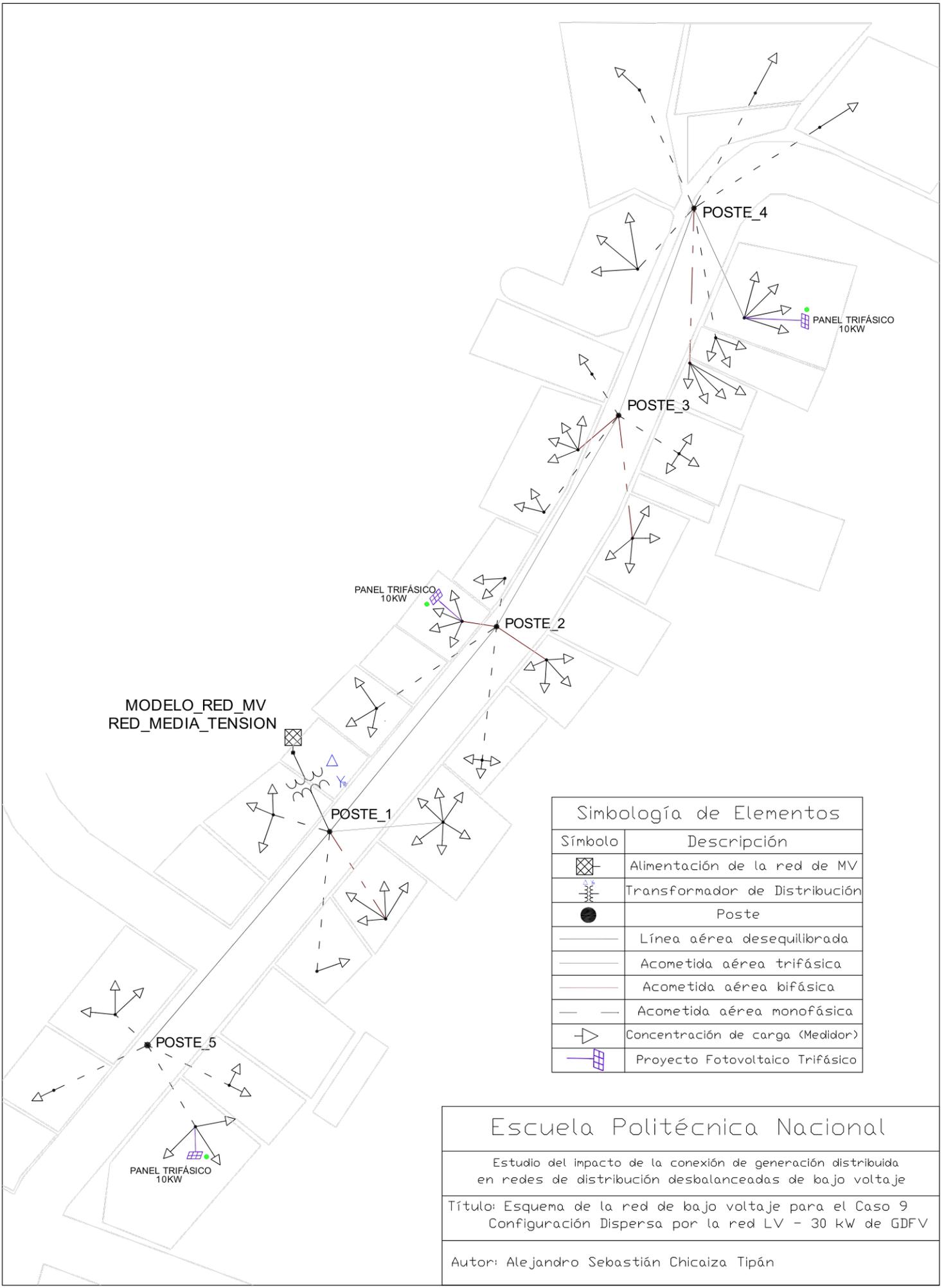
Escuela Politécnica Nacional

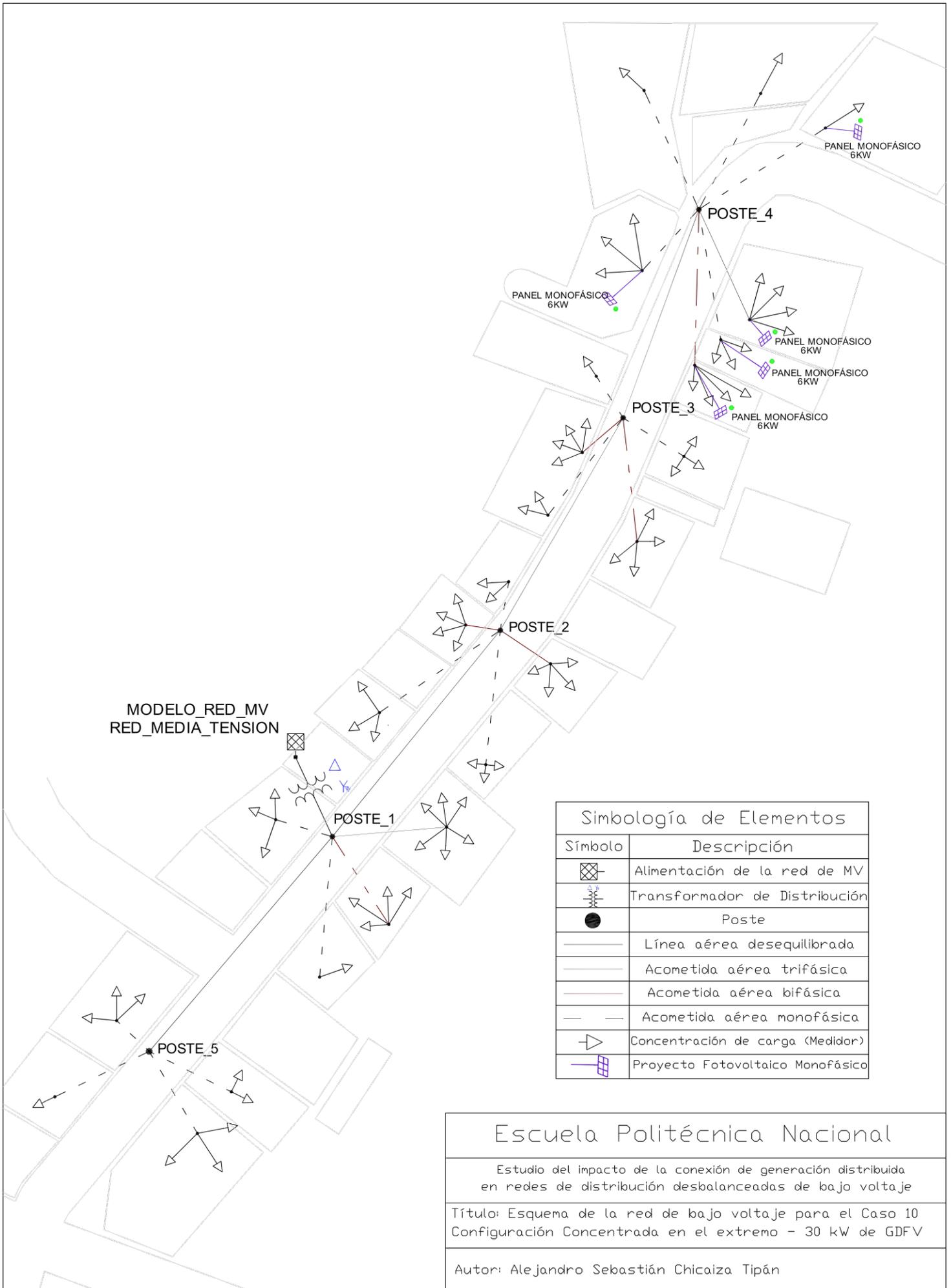
Estudio del impacto de la conexión de generación distribuida en redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje

Título: Esquema de la red de bajo voltaje para el Caso 7 Configuración Concentrada en el extremo - 30 kW de GDFV

Autor: Alejandro Sebastián Chicaiza Tipán







MODELO_RED_MV
RED_MEDIA_TENSION

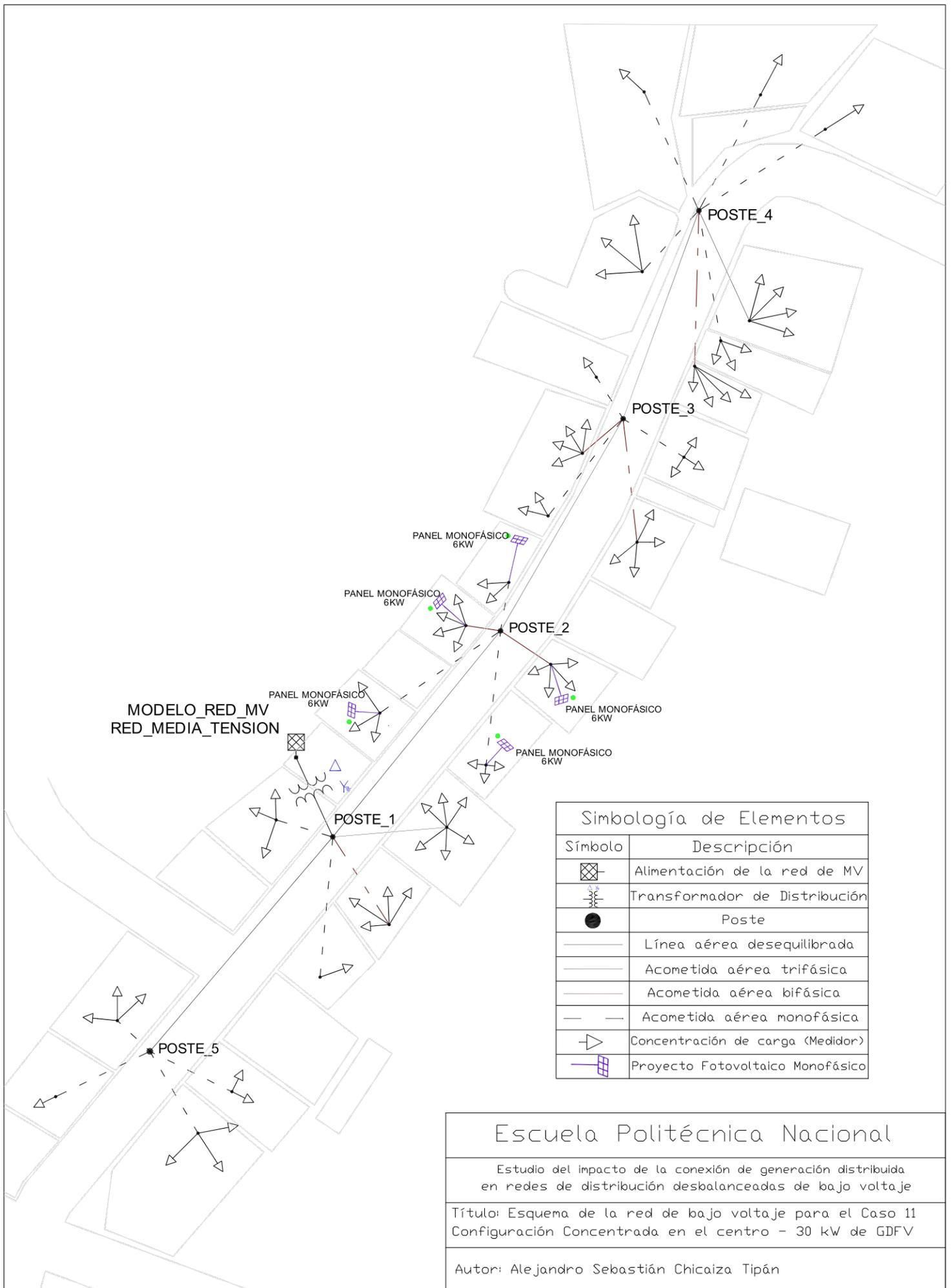
Simbología de Elementos	
Símbolo	Descripción
	Alimentación de la red de MV
	Transformador de Distribución
	Poste
	Línea aérea desequilibrada
	Acometida aérea trifásica
	Acometida aérea bifásica
	Acometida aérea monofásica
	Concentración de carga (Medidor)
	Proyecto Fotovoltaico Monofásico

Escuela Politécnica Nacional

Estudio del impacto de la conexión de generación distribuida en redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje

Título: Esquema de la red de bajo voltaje para el Caso 10 Configuración Concentrada en el extremo - 30 kW de GDFV

Autor: Alejandro Sebastián Chicaiza Tipán

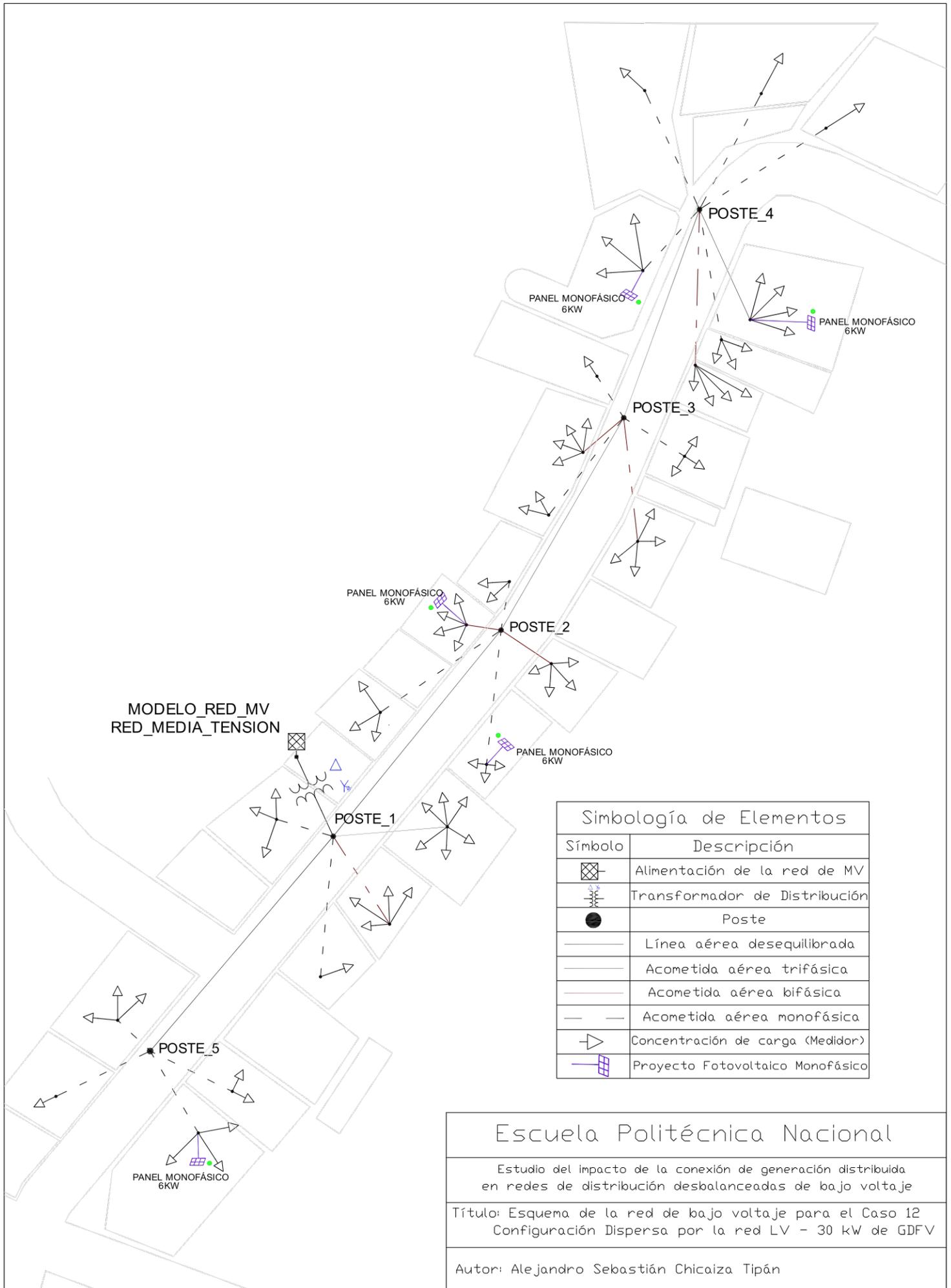


Escuela Politécnica Nacional

Estudio del impacto de la conexión de generación distribuida en redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje

Título: Esquema de la red de bajo voltaje para el Caso 11 Configuración Concentrada en el centro - 30 kW de GDFV

Autor: Alejandro Sebastián Chicaiza Tipán



Escuela Politécnica Nacional

Estudio del impacto de la conexión de generación distribuida en redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje

Título: Esquema de la red de bajo voltaje para el Caso 12 Configuración Dispersa por la red LV - 30 kW de GDFV

Autor: Alejandro Sebastián Chicaiza Tipán