

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Tesis

**Efectos de la generación distribuida solar en las redes
de distribución eléctricas de la Subestación Salesiano**

Anderson Vilcas Ramos

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Joel Colonio Llacua
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 24 de Octubre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Efectos de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctricas de la subestación Salesiano

Autor:

Anderson Vilcas Ramos – EAP. Ingeniería Eléctrica

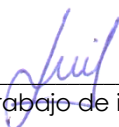
Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI NO
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 15
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



Asesor de trabajo de investigación

ASESOR

MSc. Ing. Joel Colonio Llacua

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, Eliseo y Dominga, que nunca dejaron de confiar en mí y siempre me apoyaron incondicionalmente. A pesar de no estar a mi lado, siempre estuvieron pendientes de mí, durante toda mi trayectoria académica.

De igual manera, agradezco a mis mejores amigos, Miguel y Fernando, por estar siempre a mi lado en momentos que más necesitaba de alguien por dificultades de la vida.

Agradezco al Sr. Juan, Sra. Mary y Jordy; padres y hermano mayor de mi estimado amigo Miguel, quienes me acogieron como un hijo más o un hermano más en su hogar. Me apoyaron de muchas maneras durante bastante tiempo y de forma incondicional. Gracias a Jordy empecé a ejercer mi carrera profesional y competir por un puesto en el mundo laboral. Algunas de sus ideas y enseñanzas me sirvieron de guía para realizar este trabajo.

Agradezco a mi novia Milagros, por ser mi apoyo constante e inspiración durante todo este proceso de crecimiento profesional. Gracias a su amabilidad, amor y comprensión pude superar cada obstáculo.

Agradezco a mi asesor, Ing. Joel Colonio Llacua, por su apoyo constante durante esta larga trayectoria de realización del presente trabajo, además de brindarme excelentes consejos, su tiempo, amabilidad y paciencia en cada oportunidad.

Agradezco a todos los docentes que tuve durante toda mi vida académica, desde la educación inicial hasta finalizar la educación universitaria, por brindarme las enseñanzas suficientes para llevar a cabo todo este largo proceso de crecimiento profesional y personal.

Por último, agradezco a aquellas personas que de una u otra forma me han apoyado con sus consejos, palabras de aliento e ideas para que logre culminar con éxito el presente trabajo.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a:

Mis padres Eliseo Vilcas Huamán y Dominga Padilla Montañes, por su sacrificio constante y confianza total en mí sin importar las dificultades que tuvieran. Por su apoyo incondicional durante toda mi trayectoria estudiantil e incluso más allá de ello.

A mis mejores amigos, Juan Miguel Córdova Alderete y Fernando José Jiménez Romero, quienes siempre fueron leales en muchos aspectos y siempre me brindaron su apoyo y aprecio incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.

Al Sr. Juan Córdova y Sra. Mary Alderete, padres de mi mejor amigo Miguel, que siempre estuvieron presentes brindándome su apoyo incondicional durante gran parte de mi vida académica y siempre guiarme con consejos sabios para mi crecimiento profesional.

A mi novia, Milagros Muñoz, por su amabilidad, amor, comprensión y apoyo constante. Por ser mi inspiración para seguir creciendo profesionalmente y así lograr cumplir todas mis metas.

ÍNDICE

ASESOR	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.2. Formulación del problema	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Justificación e importancia.....	2
1.3.1. Justificación teórica	2
1.3.2. Justificación práctica.....	3
1.3.3. Justificación metodológica	3
1.3.4. Importancia.....	3
1.4. Hipótesis y variables.....	3
1.4.1. Hipótesis general	3
1.4.2. Hipótesis específicas	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes del problema	4

2.1.1.	Antecedentes nacionales.....	4
2.1.2.	Antecedentes internacionales.....	5
2.2.	Bases teóricas.....	7
2.2.1.	Generación distribuida.....	7
2.2.2.	Beneficios de la generación distribuida.....	8
2.2.3.	Modalidades de generación distribuida.....	9
2.2.4.	Tecnologías disponibles	10
2.2.4.1.	Cogeneración	10
2.2.4.2.	Motores alternos.....	10
2.2.4.3.	Microturbinas	11
2.2.4.4.	Turbinas de combustión a gas.....	11
2.2.4.5.	Celdas de combustible.....	11
2.2.4.6.	Fotovoltaica	11
2.2.4.7.	Eólica.....	11
2.2.5.	Normativa de la generación distribuida.....	11
2.2.6.	Sistemas de distribución.....	12
2.2.6.1.	Red de distribución primaria	12
2.2.6.2.	Red de distribución secundaria.....	12
2.2.6.3.	Puntos de transformación.....	13
2.2.6.4.	Clasificación de las redes	13
2.2.7.	Características técnicas de conexión a la red de distribución eléctrica	13
2.2.7.1.	Nivel de potencia de la MGD	14
2.2.7.2.	Calidad de suministro eléctrico	14
2.2.7.3.	Valor de cortocircuito	14
2.2.8.	Recursos energéticos renovables (RER).....	15
2.2.8.1.	Energía solar	15
2.2.8.2.	Energía eólica.....	16
2.2.8.3.	Energía biogás	16

2.2.8.4.	Energía biomasa.....	17
2.2.9.	Sistemas eléctricos de generación	18
2.3.	Definición de términos básicos	18
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		20
3.1.	Método y alcance de la investigación	20
3.2.	Diseño de la investigación	20
3.3.	Población y muestra	20
3.3.1.	Población.....	20
3.3.2.	Muestra	21
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		22
4.1.	Representación de la S.E. Salesiano	22
4.2.	Demanda actual	30
4.2.1.	Demanda del alimentador A4201	30
4.2.2.	Demanda del alimentador A4202	32
4.2.3.	Demanda del alimentador A4203	34
4.2.4.	Demanda del alimentador A4204	36
4.2.5.	Demanda del alimentador A4205	37
4.2.6.	Demanda del alimentador A4206	40
4.2.7.	Demanda del alimentador A4207	42
4.3.	Demanda proyectada	42
4.3.1.	Proyección de la demanda del alimentador A4201	43
4.3.2.	Proyección de la demanda del alimentador A4202	43
4.3.3.	Proyección de la demanda del alimentador A4203	44
4.3.4.	Proyección de la demanda del alimentador A4204	45
4.3.5.	Proyección de la demanda del alimentador A4205	46
4.3.6.	Proyección de la demanda del alimentador A4206	46
4.3.7.	Proyección de la demanda del alimentador A4207	47
4.4.	Simulación del sistema eléctrico sin la instalación de los GD	48

4.4.1.	Flujo de potencia sin la instalación de los GD	48
4.4.2.	Cortocircuito sin la instalación de los GD	53
4.5.	Modelamiento y ubicación de los generadores distribuidos	53
4.5.1.	Modelamiento de los generadores	54
4.5.2.	Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4201	54
4.5.3.	Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4202	55
4.5.4.	Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4203	56
4.5.5.	Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4204	57
4.5.6.	Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4205	58
4.5.7.	Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4206	59
4.5.8.	Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4207	60
4.6.	Simulación del sistema eléctrico con la instalación de los GD	61
4.6.1.	Flujo de potencia con la instalación de los GD	61
4.6.2.	Cortocircuito con la instalación de los GD	66
4.7.	Discusión de resultados	67
CONCLUSIONES		70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		71
ANEXOS		73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Generación distribuida.	9
Figura 2. Ejemplo de una estación fotovoltaica usada para alimentar la red.	9
Figura 3. Ejemplo de sistema fotovoltaico conectado a la red.	10
Figura 4. Configuración general de la instalación fotovoltaica conectada a la red.	15
Figura 5. Partes de un auto generador o turbina.	16
Figura 6. Planta de biogás para autoconsumo.	17
Figura 7. Fuente biomasa.	18
Figura 8. Diagrama unifilar de la S.E. Salesiano.	23
Figura 9. Diagrama unifilar del alimentador A4201.	24
Figura 10. Diagrama unifilar del alimentador A4202.	25
Figura 11. Diagrama unifilar del alimentador A4203.	26
Figura 12. Diagrama unifilar del alimentador A4204.	27
Figura 13. Diagrama unifilar del alimentador A4205.	28
Figura 14. Diagrama unifilar del alimentador A4206.	29
Figura 15. Diagrama unifilar del alimentador A4207.	30
Figura 16. Flujo de carga en la S.E. Salesiano.	48
Figura 17. Resultados del FC del A4201 sin la instalación de los GD.	49
Figura 18. Resultados del FC del A4202 sin la instalación de los GD.	50
Figura 19. Resultados del FC del A4203 sin la instalación de los GD.	50
Figura 20. Resultados del FC del A4204 sin la instalación de los GD.	51
Figura 21. Resultados del FC del A4205 sin la instalación de los GD.	51
Figura 22. Resultados del FC del A4206 sin la instalación de los GD.	52
Figura 23. Resultados del FC del A4207 sin la instalación de los GD.	52
Figura 24. Cortocircuito de la S.E. Salesiano.	53
Figura 25. Potencia instalada del micro generador.	54
Figura 26. Curva de capacidad del micro generador.	54
Figura 27. Ubicación de los micro generadores en A4201.	55
Figura 28. Ubicación de los micro generadores en A4202.	56
Figura 29. Ubicación del micro generador en A4203.	57
Figura 30. Ubicación de los micro generadores en A4204.	58
Figura 31. Ubicación de los micro generadores en A4206.	59
Figura 32. Ubicación de los micro generadores en A4206.	60
Figura 33. Ubicación del micro generador en A4207.	61
Figura 34. Flujo de carga con la instalación de la GD en la S.E. Salesiano.	62

Figura 35. Resultados del FC del A4201 con la instalación de los GD.....	63
Figura 36. Resultados del FC del A4202 con la instalación de los GD.....	63
Figura 37. Resultados del FC del A4203 con la instalación de los GD.....	64
Figura 38. Resultados del FC del A4204 con la instalación de los GD.....	64
Figura 39. Resultados del FC del A4205 con la instalación de los GD.....	65
Figura 40. Resultados del FC del A4206 con la instalación de los GD.....	65
Figura 41. Resultados del FC del A4207 con la instalación de los GD.....	66
Figura 42. Cortocircuito con la instalación de la GD en la S.E. Salesiano.....	66
Figura 43. Potencia activa total de los alimentadores de la S.E. Salesiano.....	68
Figura 44. Potencia reactiva total de los alimentadores de la S.E. Salesiano.....	68
Figura 45. Pérdidas de potencia de los alimentadores de la S.E. Salesiano.....	69
Figura 46. Máxima cargabilidad de los alimentadores de la S.E. Salesiano.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Demanda del alimentador A4201.....	30
Tabla 2. Demanda del alimentador A4202.....	32
Tabla 3. Demanda del alimentador A4203.....	34
Tabla 4. Demanda del alimentador A4204.....	36
Tabla 5. Demanda del alimentador A4205.....	37
Tabla 6. Demanda del alimentador A4206.....	40
Tabla 7. Demanda del alimentador A4207.....	42
Tabla 8. Proyección de la demanda del alimentador A4201.....	43
Tabla 9. Proyección de la demanda del alimentador A4202.....	44
Tabla 10. Proyección de la demanda del alimentador A4203.....	44
Tabla 11. Proyección de la demanda del alimentador A4204.....	45
Tabla 12. Proyección de la demanda del alimentador A4205.....	46
Tabla 13. Proyección de la demanda del alimentador A4206.....	46
Tabla 14. Proyección de la demanda del alimentador A4207.....	47
Tabla 15. Resultados del FC sin la instalación de los GD.....	49
Tabla 16. Resultados del CC sin la instalación de los GD.....	53
Tabla 17. Resultados del FC sin la instalación de los GD.....	62
Tabla 18. Resultados del CC con la instalación de los GD.....	67
Tabla 19. Resultados comparativos de los resultados.....	67

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar los efectos de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctricas de la subestación salesiano. Se trató de un estudio de nivel aplicativo donde se empleó el método analítico y un diseño cuasi experimental. La variable de estudio fue la generación distribuida. La población estuvo constituida por siete alimentadores de media tensión en 10 kV de la S.E. Salesiano. El instrumento para recolección de datos abordó los medios digitales de almacenamiento. Los resultados fueron procesados mediante tablas en Excel, determinando que después de realizar el análisis un estudio flujo de carga y de cortocircuito después de la instalación de generadores distribuidos a cada circuito alimentador en media tensión de la S.E. Salesiano, se concluye que estos micro generadores distribuidos mejoran el consumo de potencia activa, reactiva, disminuyen pérdidas y maximizan la cargabilidad de los alimentadores.

Palabras clave: generación distribuida, sistemas fotovoltaicos.

ABSTRACT

The present investigation had as general objective to determine the effects of solar distributed generation on the electrical distribution networks of the Salesian substation. This was an application-level study using the analytical method and a quasi-experimental design. The study variable was distributed generation. The population consisted of seven 10 kV medium voltage feeders from the S.E. Salesiano. The data collection instrument addressed digital storage media. The results were processed using Excel tables, determining that after performing the analysis of a load flow and short circuit study after the installation of distributed generators to each medium voltage feeder circuit of the S.E. Salesiano, it is concluded that these distributed micro generators improve the consumption of active and reactive power, reduce losses and maximize the loadability of the feeders.

Keywords: distributed generation, photovoltaic systems.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al tema de la aplicación de la generación distribuida, que se define según la normativa peruana como “instalación de generación conectada directamente a la red de distribución y se subdivide en mediana generación y micro generación distribuida”.

Actualmente en el Perú no se implementan estos tipos de generación cerca al centro de la carga, donde entre las causas se puede indicar la falta de estudios de aplicación como el de la investigación para poder analizar la implementación de estos generadores.

La investigación titulada “EFECTOS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA SOLAR EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICAS DE LA SUBESTACIÓN SALESIANO”, tiene como justificación ser una herramienta bibliográfica para futuros trabajos enfocados en el mismo punto de investigación para estudiantes de la carrera en mención, del mismo modo presenta los resultados de los efectos de la instalación de la generación distribuida en las redes de distribución eléctrica en la subestación Salesiano.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

A medida que el ser humano mejora sus condiciones de vida, también aumenta la posibilidad de alcanzar la mayor calidad de vida a través de estas comodidades, donde la electricidad se convierte en una gran herramienta para impulsar los cambios y avances tecnológicos en este campo. Por lo tanto, las redes de distribución de media tensión enfrentan diversos desafíos, como el aumento de la generación distribuida (GD) debido al aumento de la demanda eléctrica y las redes de distribución, por lo que su definición surge dada la implantación de generación de energía mediante energía renovable como fotovoltaica y eólica.

En un mercado como el de las energías renovables, existe una gran oferta disponible para insumos que luego son utilizados como fuentes de generación, centrándose específicamente en el inverso fotovoltaico y sin tomar en cuenta parámetros de calidad de su conversión de corriente continua a alterna en lo referido a la forma en que se comparte su información no existe un estándar en el formato de esta.

En el trabajo de investigación se van a determinar los efectos de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctrica analizando estos efectos en las redes de distribución de la S.E. Salesiano.

1.1.2. Formulación del problema

- Problema general:

¿Cuáles son los efectos de la generación distribuida solar en redes de distribución eléctrica de la subestación Salesiano?

- Problemas específicos:

- ¿Cómo realizar el estudio de flujo de carga con la implementación de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctrica de la subestación Salesiano?
- ¿Cómo realizar el estudio del cortocircuito con la implementación de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctrica de la subestación Salesiano?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar cuáles son los efectos de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctrica de la subestación Salesiano.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar el estudio de flujo de carga con la implementación de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctrica de la subestación Salesiano.
- Realizar el estudio de cortocircuito con la implementación de la generación solar en las redes de distribución eléctrica de la subestación Salesiano.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación teórica

El trabajo de investigación servirá como herramienta bibliográfica para futuros trabajos enfocados en el mismo punto de investigación para estudiantes de la carrera en mención, de la misma manera se presentan los resultados de los efectos de la instalación de la generación distribuida en las redes de distribución eléctrica en la subestación Salesiano.

1.3.2. Justificación práctica

El trabajo de investigación es importante porque lleva a determinar los impactos técnicos por la utilización de la generación distribuida en las redes de media tensión en la subestación Salesiano. A ello suma la necesidad de utilizar herramientas informáticas para las simulaciones eléctricas del trabajo en investigación.

1.3.3. Justificación metodológica

Para el trabajo de investigación, se basó el autor en textos basados en temas de generación distribuida, sistemas eléctricos, redes de distribución y otros, lo cual fue beneficioso y aportó de forma representativa en la investigación.

1.3.4. Importancia

La presente investigación evidencia su importancia por conocer los efectos de la instalación de la generación distribuida en las redes de distribución eléctrica para contribuir en un marco normativo de la generación distribuida en nuestro país.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis general

Se logrará determinar cuáles son los efectos de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctrica de la subestación Salesiano.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Se logrará el estudio de flujo de carga con la implementación de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctricas de la subestación Salesiano.
- Se logrará el estudio de cortocircuito con la implementación de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctricas de la subestación Salesiano.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes nacionales

Callasi (1), en su trabajo de investigación “Impactos por la integración de la generación distribuida con energía solar fotovoltaica en redes de media tensión de la ciudad del Cusco”, tuvo en cuenta la investigación aplicada, con un nivel explicativo y un diseño no experimental, donde aplicó un cuestionario así como la penetración de las nuevas tecnologías, estableciendo como resultados el emplazamiento de generación distribuida solar como suministro eléctrico aislado para la carga estudiada, que dispone de elementos favorables en términos técnicos, ambientales (las emisiones contaminantes se inhiben en la atmósfera), social, normativo y económico (ahorro potencial del servicio eléctrico). Se determinó que los módulos de paneles solares dimensionados en proporción del modelo comercial de 250Wp, corresponde a los requerimientos de potencia, proporcionando beneficios de distinta índole, de acuerdo con los hallazgos de la simulación eléctrica, que conlleva a la inclusión de una forma de producción de energía en sitio para alimentar una demanda en proporciones de incremento lineal y contribuir a la contención del calentamiento global (1).

Ramos y Espinoza (2) realizaron el estudio “Modelamiento de generación distribuida fotovoltaica para mejorar del servicio eléctrico del alimentador Caudivilla-51 de Enel distribución Perú”, con el objeto de reducir pérdidas

técnicas y mejorar perfiles de tensión del alimentador en mención. Dicho alimentador fue seleccionado por presentar mayores fallas; en dicha zona de evaluación se presentaron valores de irradiancia solar que pueden ser aprovechados para la inyección de generación distribuida fotovoltaica. Los autores para el desarrollo de la tesis realizaron un modelamiento completo en software Digsilent del alimentador en estudio, incluyendo las redes aéreas, subterráneas y cargas de transformadores de distribución, realizando el modelamiento de los perfiles de carga horaria con software Cymdist. Luego se modeló GD fotovoltaica considerando la irradiancia promedio del alimentador, y por último se analizó la variación de los perfiles horarios de tensión al inyectar GD en distintos nodos de conexión en la red eléctrica, calculando también las pérdidas técnicas de energía al implementar la GD, todo para construir con la ubicación óptima y la potencia instalada de la GD para mejores perfiles de tensión (2).

Gutiérrez (3), en su tesis titulada “Análisis del impacto de la introducción de la generación distribuida en las redes de distribución eléctrica de la Unidad de Negocios Chiclayo - Electronorte S.A. de la Región de Lambayeque”, se planteó diversos escenarios que suponen la inyección de la energía eléctrica de sistemas fotovoltaicos en las redes de distribución eléctrica. Analizó las diferentes barras de carga de la subestación de potencia Pomalca 60 kV, la misma que presenta una radiación solar de 5.5 kWh/m²; para ello, realizó varias simulaciones utilizando el sistema Digsilent Power Factory versión 15.1, para determinar las consecuencias de incorporar la MGD de IMW, en SEP Pomalca y determinar sus efectos en la red de distribución eléctrica. Menciona también que se encuentra la generación eléctrica por medio de los sistemas fotovoltaicos inyectando a la red de distribución, lo que permite el mejor flujo de potencia, incrementado la confiabilidad del sistema eléctrico, disminuyendo las pérdidas de potencia y evitando modificar los valores de cortocircuito concluyendo que es viable (3).

2.1.2. Antecedentes internacionales

García (4), en su tesis titulada “Desarrollo de un relevador para protección de generación distribuida en redes de media tensión”, menciona la importancia de la generación distribuida en redes de media tensión. Para

su alcance, estudió las características y fuentes de GD, y tomó el modelo de autogenerador como modelo GD y realizó estudios de comportamiento en condiciones de operación anormal y de falla. Con esto propuso un algoritmo programado en una tarjeta de desarrollo rápido de prototipos (TDRP) y que integra diferentes funciones de protección y que controla la conexión y desconexión del aerogenerador en caso de fallas y/o eventos de operación anormal en el sistema además de que cumple con los criterios de operación de redes eléctricas en GD (4).

Segura (5) en su tesis titulada “Evaluación del impacto de la generación distribuida en sistemas de distribución primaria de energía eléctrica” conceptualiza la GD y la ventaja que brinda al ser incorporado en el sistema eléctrico, además describe las diferentes tecnologías en GD y también hace mención al problema que presenta la introducción masiva de forma aleatoria de GD en el sistema eléctrico de distribución primaria y la evaluación de estos problemas se realiza desde el punto de vista operativo, estudiando el impacto que tiene la introducción de la GD en el comportamiento del sistema eléctrico de distribución en los aspectos como flujo de potencia, las pérdidas, las variaciones de tensión y sus contribución al nivel de falla. También usó el parámetro denominado Capacidad de Transferencia Disponible en el sistema de Distribución (CTDD) similar al parámetro ATC (Available Transmission Capacity) utilizado en las líneas de transporte para el estudio del impacto que produce GD. De todas las alternativas tecnológicas de GD, el estudio se modela en el comportamiento de dos sistemas de generación distribuida: la generación eólica y la cogeneración. La elección ha sido por una parte a su nivel de utilización y por el tipo de energía primaria utilizada en base a ello, de entre los generadores de GD que utilizan la fuente primaria variable (5).

Martín (6) realizó la investigación titulada “Evaluación del impacto de la generación distribuida en la operación y planificación de las redes de distribución eléctrica”, donde evaluó el impacto económico y técnico que tiene la conexión de generación distribuida en las redes de distribución, teniendo en cuenta tecnología, potencia, localización y número de generadores en una red de distribución dada. Para llevar a cabo, el autor realizó una revisión del posible impacto que puede causar la GD en la red

de distribución y los cuantifica en tres puntos fundamentales: las pérdidas, el control de tensiones y el retraso de posibles inversiones. Para cuantificar se modelaron tres tipos de generadores distribuidos el eólico, fotovoltaico y cogeneración, y como segundo punto se han modelado los diferentes elementos que componen la red (líneas, transformadores reguladores y bancos de condensadores). También desarrolló un completo algoritmo de optimización programado en MATLAB y GAMS con el fin de comprobar diferentes niveles de control sobre la red y ver cuál es el adecuada cuando se conecta a la GD (6).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generación distribuida

La IEEE la define como las instalaciones de generación eléctrica conectadas al sistema eléctrico mediante un punto de conexión común: “un subconjunto de fuentes distribuidas”.

Según el catedrático Francisco Javier Sanz Larruga de la Universidad de Coruña, en la generación distribuida, las centrales de generación son de reducido tamaño y están conectadas a las redes de distribución y situadas muy cerca de los puntos de consumo, dentro del concepto de generación distribuida esta la (autoproducción) o el autoconsumo.

La autoproducción o autoconsumo consiste en que son los propios consumidores (hogares, empresas, entes públicos) los que instalan y aprovechan pequeños generadores que producen parte o toda la electricidad que necesitan para su propio consumo, lo que trae ventajas como el acercamiento del suministro eléctrico a puntos alejados o de difícil acceso para la red de distribución, así como la reducción de las pérdidas en las redes de transporte o distribución; cabe mencionar que también tiene desventajas, siendo una de ellas la modalidad de producción de energía eléctrica, al no estar centralizada la generación eléctrica en el operador del sistema, el funcionamiento del mismo depende de las circunstancias de sus titulares, por tal motivo se hace necesario desarrollar “Redes inteligente”, en dicho caso los costos de generación distribuida son superiores a los producidos por las grandes instalaciones de generación, ya que permite aprovechar las economías en escala (7).

2.2.2. Beneficios de la generación distribuida

Al estar conectada a la red del distribuidor, genera múltiples beneficios:

Ventajas económicos-sociales:

- Se estimula el empleo (aprovechamiento de la biomasa del sector rural).
- El monto y el riesgo de las inversiones se reducen al poder tener una estrecha correspondencia entre la capacidad instalada y el crecimiento de la demanda.
- Los impactos medioambientales se reducen, en particular cuando se utilizan fuentes renovables de energía.
- Se reduce la vulnerabilidad de los sistemas energéticos a fenómenos climáticos y de otra índole.
- Se incrementa la seguridad energética al ampliarse la gama de fuentes de energía en el sistema.

Ventajas tecnológicas:

- La generación local reduce las pérdidas de transmisión de energía.
- Se mejora la eficiencia global y el aprovechamiento de la energía primaria.
- Puede evitarse congestión en las redes de transmisión existentes.
- Posibilita un mayor aprovechamiento del calor residual.
- Se mejora la calidad y fiabilidad del suministro de energía.
- Las fuentes de generación distribuida se pueden poner en línea mucho más rápido.
- Se incrementa la diversidad de combustibles y fuentes de energía.

Ventajas para el usuario final:

- Incremento en la confiabilidad.
- Aumento de la calidad de energía.
- Reducción de número de interrupciones.
- Uso eficiente de la energía.
- Uso de energías renovables.
- Facilidad de adaptación a las condiciones del sitio.

- Disminución de emisiones contaminantes.
- Menor costo de energía (es decir cuando se utilizan los vapores de desecho, o por el costo de energía eléctrica en horas pico) (8).



Figura 1. Generación distribuida.

Fuente: Reynal (9).

2.2.3. Modalidades de generación distribuida

A. Sistemas conectados a la red:

Estos sistemas poseen una conexión física con la red nacional, los que se clasifican:

Estaciones de energía que alimentan la red: estos sistemas por lo general tienen generadores de salida de energía y son operados por las compañías de electricidad, es decir toda energía eléctrica producida es inyectada a la red directamente.

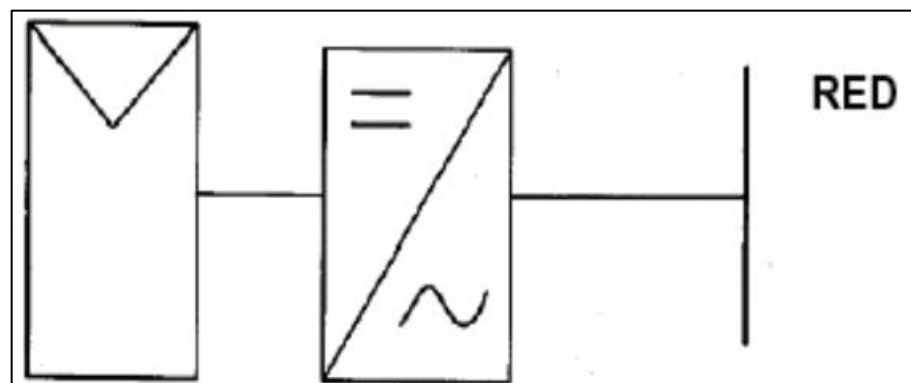


Figura 2. Ejemplo de una estación fotovoltaica usada para alimentar la red.

Sistemas que intercambian energía con la red: estos son sistemas de generación que les permite autoabastecerse que están conectados a una red. (consumidores normales de electricidad).

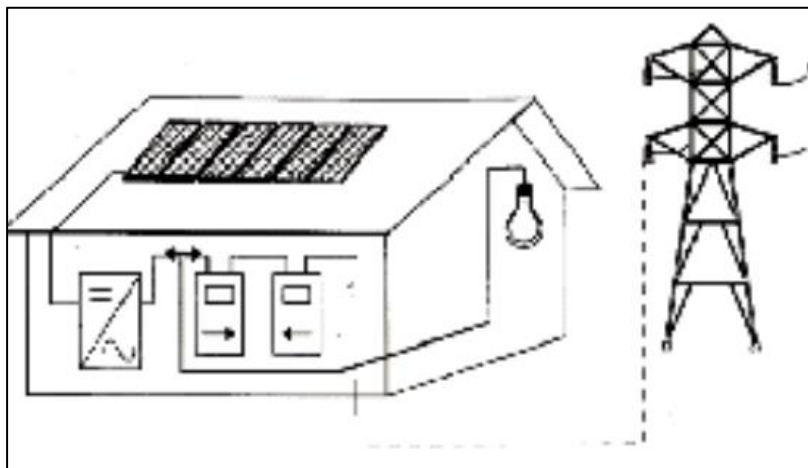


Figura 3. Ejemplo de sistema fotovoltaico conectado a la red.

B. Sistemas aislados de la red:

Son sistemas creados con la finalidad de suministrar energía eléctrica en sitios remotos y aislados (ejemplo sector rural); hay diferentes alternativas: extensión de redes, plantas eléctricas individuales o comunitarias, baterías recargables, generadores diésel, sistemas fotovoltaicos, etc.

2.2.4. Tecnologías disponibles

Para la aplicación de la generación distribuida, existen formas convencionales y no convencionales de generación. Seguidamente, se detallan los más importantes (8).

2.2.4.1. Cogeneración

Se define como un sistema que parte de energía de calidad media (combustible) y la convierte en otras formas de energía útiles y de alta calidad, como vapor o agua caliente y electricidad.

2.2.4.2. Motores alternos

Inventados hace más de 100 años, estos motores funcionan con diésel o gas natural.

2.2.4.3. Microturbinas

Se componen de compresores, quemadores, turbinas y generadores. El rango de potencia de las microturbinas es de 30 - 400 kW (sistema de energía auxiliar de aeronaves).

2.2.4.4. Turbinas de combustión a gas

La capacidad de estas turbinas de gas oscila entre 1 MW y cientos de MW. De 1 a 15 MW se denominan turbinas industriales o microturbinas.

2.2.4.5. Celdas de combustible

Se trata de sistemas que utilizan hidrógeno como combustible, que al mezclarse con oxígeno produce electricidad (se llaman pilas de combustible porque casi parecen baterías).

2.2.4.6. Fotovoltaica

También se le llama paneles solares. Los paneles solares fotoeléctricos constan de células individuales interconectadas que convierten la radiación luminosa en energía eléctrica.

2.2.4.7. Eólica

Una de las características de la energía generada por el viento es que está infinitamente disponible, sometiéndola a una función lineal de su superficie de caída. En los barcos, cuanto mayor es la superficie de guerra, mayor es la velocidad. Cuantas más turbinas eólicas haya en un parque eólico, más potencia habrá al final de la central.

2.2.5. Normativa de la generación distribuida

La Ley Peruana N° 28832 regula la generación micro distribuida (MIGD) desde varios kilovatios hasta 0.2 MW y la generación mediana distribuida (MEGD) desde 0.2 MW hasta 10 MW, pero la limitación es que MIGD solo puede producirse a partir de fuentes de energía renovables. Sólo MEGD puede utilizar cualquier tecnología. Existe un estándar mundial IEE 1547

para sistemas descentralizados de generación de energía conectados al sistema eléctrico, que enumera normas orientativas, requisitos, información técnica y otros aspectos relacionados con el tema en varios capítulos (10).

2.2.6. Sistemas de distribución

Según el autor José Ramírez Castaño (11), el sistema eléctrico incluye las etapas de generación, transmisión, distribución y uso de electricidad. Su función principal es transportar electricidad desde el centro de generación de energía hasta el centro de consumo de energía y finalmente entregarla de forma segura a los usuarios con el nivel de calidad requerido. Alrededor del 2 % de la inversión total en el sistema eléctrico se dedica a la parte de distribución de energía (el gigante invisible), lo que ciertamente significa que la planificación, diseño, construcción y operación del sistema de distribución de energía requiere un trabajo y una gestión cuidadosos. Gran cantidad de información e información. una tarea, pero muy importante. Cabe señalar que el mayor porcentaje de pérdida de energía en todas las manifestaciones se produce en este tramo debido al mayor volumen de los elementos que componen este tramo y al menor voltaje manejado (11).

2.2.6.1. Red de distribución primaria

Para Wilber Navas (12), la línea de distribución primaria es la parte del sistema que comienza en la subestación y generalmente distribuye energía a través de un anillo alrededor de un gran centro de consumo hasta llegar al transformador de distribución. Los voltajes aplicados varían de 25 a 132 kV. Entre estos anillos existen estaciones de distribución que reducen la tensión desde el nivel de distribución al nivel de media tensión (12).

2.2.6.2. Red de distribución secundaria

Diseñado para la transmisión de electricidad suministrada con tensión de servicio al cliente desde la salida de baja tensión del punto de transformación (transformador) hasta la conexión. En esta red también se ubican instalaciones de alumbrado público.

2.2.6.3. Puntos de transformación

Están conectados a la red de distribución primaria, por un lado, y a la red de distribución secundaria, por otro, y se utilizan para cambiar el nivel de voltaje de la electricidad para la distribución parcial y para regular el voltaje de las estaciones de carga.

2.2.6.4. Clasificación de las redes

Se clasifican según se detalla a continuación (12).

A. Red radial:

“Se caracteriza por la alimentación por uno de sus extremos transmitiendo la energía en forma radial a los receptores. Una de las ventajas es su simplicidad y la facilidad radial o en antena que presentan para ser equipadas de protecciones selectivas” (5).

B. Bucle o en anillo:

“La red en bucle o en anillo se caracteriza por el modo de alimentación tener dos de sus extremos alimentados, quedando estos puntos intercalados en el anillo o bucle. Una de sus ventajas es la seguridad y facilidad de mantenimiento, presentando una mayor complejidad y sistemas de protección así mismo más complicados” (5).

C. Mallada:

“Este tipo de red es el resultado de entrelazar anillos y líneas radiales formando mallas. Sus ventajas son la seguridad en el servicio, flexibilidad de alimentación y facilidad de conservación y manutención. Entre sus inconvenientes la mayor complejidad, extensiva a las protecciones y el rápido aumento de las potencias de cortocircuito” (5).

2.2.7. Características técnicas de conexión a la red de distribución eléctrica

La interconexión de la mediana generación distribuida (MGD) presenta las siguientes características.

2.2.7.1. Nivel de potencia de la MGD

De acuerdo a la Ley N° 28832, se establece que el nivel de Generación Distribuida con capacidad mayor a 200 kW e inferior a 10 MW, debe estar conectado a las redes de un concesionario de distribución es decir en MT, a este tipo de generación se le llama Mediana Generación Distribuida (MGD); el D.L. N° 1221 indica que los usuarios del servicio eléctrico pueden generar para su propio consumo o pueden inyectar sus excedentes al sistema de distribución si la capacidad de generación es menor de 200 kW, se le denomina Microgeneración Distribuida (MCD).

2.2.7.2. Calidad de suministro eléctrico

Para tener un suministro eléctrico de calidad se debe tener en consideración la generación de los flickers y los armónicos.

Flicker:

“Es el nombre que recibe el parpadeo o la bajada y subida de la intensidad de la luz que se produce de forma intermitente y a una velocidad que puede ser percibida por el ojo humano” (13).

Armónicos:

“Cuando la onda de corriente o de tensión medida en cualquier punto de un sistema eléctrico se encuentra distorsionada, con relación a la onda sinusoidal que idealmente deberíamos encontrar, se dice que se trata de una onda contaminada con componentes armónicas” (14).

2.2.7.3. Valor de cortocircuito

El valor mínimo de cortocircuito que debe tener la red de distribución es uno de los límites que suelen dar las empresas de distribución, considerando que debe ser por lo menos 20 veces la potencia de las unidades generadoras sean solares o eólicas. El

nivel de corto circuito está determinado por la contribución de cortocircuito combinada de la red aguas arriba y el de la generación distribuida, estos valores deben permanecer por debajo del valor de diseño de la red. Esta restricción es frecuentemente el mayor impedimento para la interconexión de nuevas instalaciones de generación distribuida en las redes existentes (15).

2.2.8. Recursos energéticos renovables (RER)

Hoy en día existe un desarrollo constante en la generación de energía eléctrica con fuente de recursos energéticos renovables (RER) tanto en el aspecto económico como de tecnología. Asimismo, los RER cuentan con el beneficio de mitigar la cuantiosa emisión de gases de efecto invernadero existente para contrarrestar el cambio climático.

2.2.8.1. Energía solar

Es un tipo de energía renovable en la cual se adquiere a partir de aprovechar la radiación electromagnética proveniente del sol, es decir, la radiación solar. Esta se puede obtener de forma inagotable. El aprovechamiento del calor y la luz se puede obtener a través de distintos captadores como lo son células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, con los cuales se puede realizar la transformación de energía.

Las tecnologías usadas se clasifican en pasivas y activas, esto en relación con la forma en como captura convierte y distribuye la energía solar. Actualmente, en el Perú se tiene un potencial aproximado de 250 W/m^2 de radiación media diaria, con mayor presencia en el sur del país.

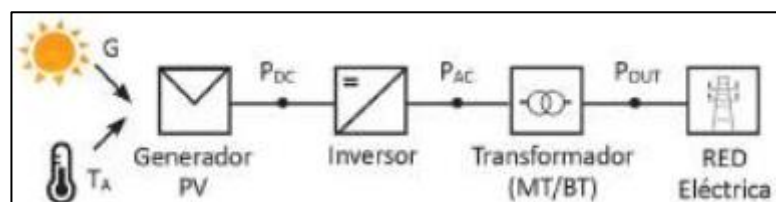


Figura 4. Configuración general de la instalación fotovoltaica conectada a la red.
Fuente: Soifo.

2.2.8.2. Energía eólica

Es el tipo de fuente de energía obtenida a partir de la energía cinética obtenida de las corrientes del viento, transformada a un tipo de energía útil para la humanidad (energía eléctrica). La generación se realiza con ayuda de aerogeneradores conectadas a las redes de distribución. Un aspecto técnico importante de este tipo de energía es la posibilidad de implementarlos en zona alejadas o aisladas, que no tienes acceso a la red, de la misma forma que la energía solar fotovoltaica.

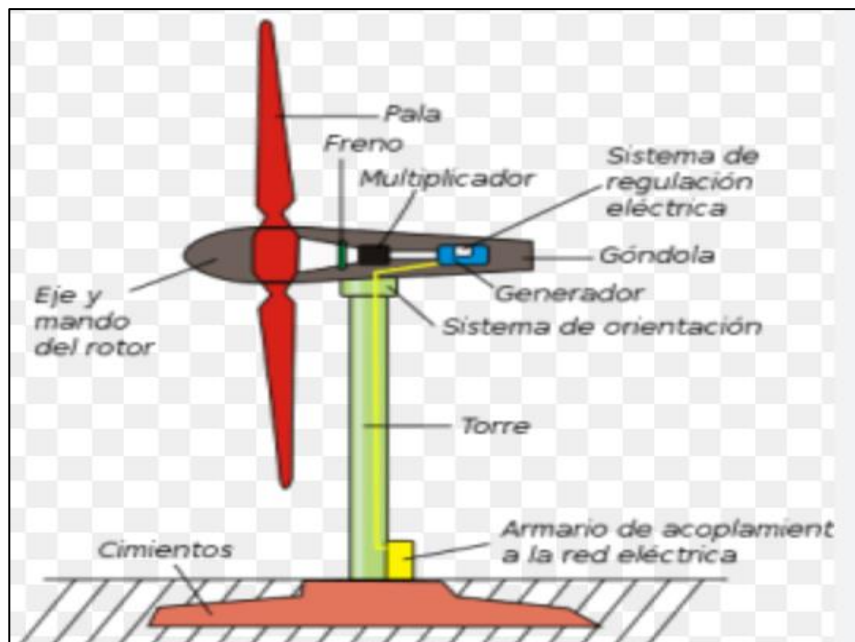


Figura 5. Partes de un auto generador o turbina.

2.2.8.3. Energía biogás

El biogás es un tipo de combustible obtenido a partir de un proceso natural en consecuencia de la degradación de materia orgánica. Este proceso se realiza en ausencia del oxígeno, siendo este una condición indispensable para su obtención. Las estructuras en las cuales se realiza este proceso son conocidos como biodigestores. Durante el proceso de descomposición anaeróbica (en ausencia de oxígeno) los residuos del proceso mencionado presentan un valor agregado, a poder ser utilizados como material de abono. Las formas de obtención de energía

eléctrica a partir de este combustible son bastante variadas, en las cuales van desde, turbinas o plantas generadoras de gas, hornos, estufas, secadores, calderas u otros sistemas de combustión a gas.

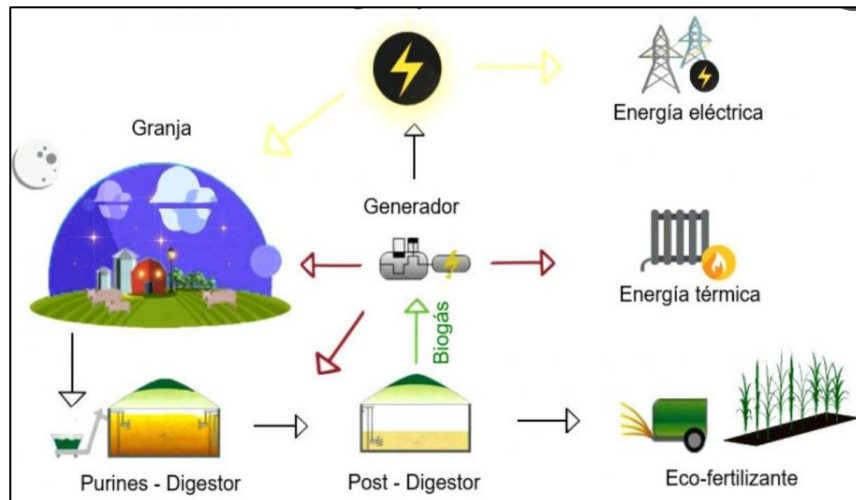


Figura 6. Planta de biogás para autoconsumo.

2.2.8.4. Energía biomasa

La energía de biomasa, o también conocida como bioenergía, es el tipo de energía con más posibilidad de desarrollo en la zona agroindustrial del Perú, como lo es el departamento de Lambayeque, en la cual tiene gran cantidad de empresas agroindustriales las cuales tienen gran cantidad de material de desecho orgánico, como la cascarilla de arroz o bagazo de caña de azúcar, la cual puede ser aprovechada para la producción de energía. El aprovechamiento de este tipo de energía se puede realizar de dos formas, ya sea forma directa (combustión) o por transformación en otras sustancias que pueden ser aprovechadas como combustible, alimento para animales o abono para tierra. La energía que se encuentra dentro de materia orgánica seca, como los casos mostrados anteriormente, se aprovechan mediante procesos termoquímicos como combustión o gasificación.

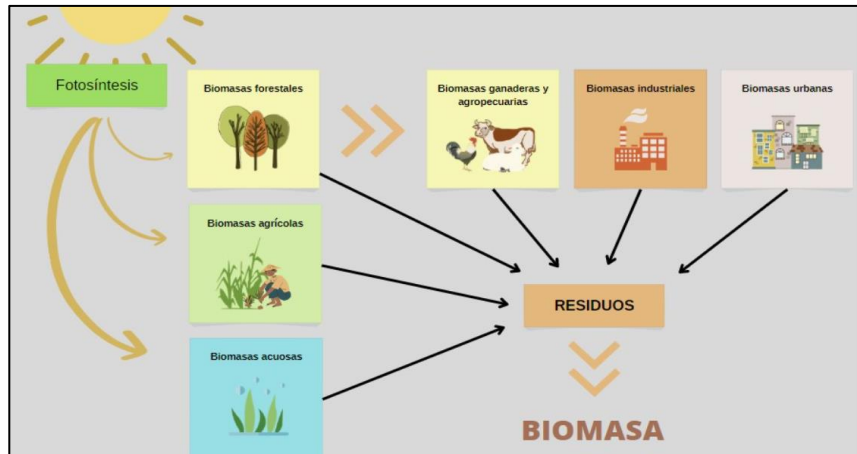


Figura 7. Fuente biomasa.

2.2.9. Sistemas eléctricos de generación

El principal tipo de energía en la actualidad es la energía eléctrica, la cual es necesaria en un país para su desarrollo, por ende, su uso se hace ineludible para su crecimiento desde un punto de vista social, tecnológico, económico y entre muchos otros. Destacando su importancia, se puede entender lo indispensable para la sociedad y por lo tanto existe una regulación que tiene como base brindar un servicio de calidad a sus clientes. El problema actual concerniente al tópico de generación se centra en la fuente usada para su desarrollo, clasificados en dos grandes grupos, de generación convencional y no convencional. La mayor cantidad de electricidad en la actualidad se genera en grandes plantas las cuales tienen como principales fuentes los combustibles fósiles (gas, carbón, diésel) además de grandes centrales hidroeléctricas, que entregan energía al sistema interconectado con un flujo unidireccional.

2.3. Definición de términos básicos

- ATC: Available Transmission Capacity.
- Biomasa: es el conjunto de materia orgánica, de origen vegetal o animal y los materiales que proceden de su transformación natural o artificial.
- Biogás: es un gas renovable que se compone de metano y dióxido de carbono, pequeñas cantidades de sulfuro de hidrogeno, siloxanos y humedad.
- Bucle: es un circuito cerrado o recorrido alrededor del cual fluye una corriente eléctrica.
- CTDD: Capacidad de transferencia disponible en el sistema de distribución.

- GD: Generación Distribuida.
- IEC: Comisión Electrónica Internacional.
- IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
- MIGD: Micro generación distribuida.
- MEGD: Mediana generación distribuida.
- MGD: Mediana Generación Distribuida.
- MCD: Micro generación distribuida.
- RER: Recursos energéticos renovables.
- TDRP: Tarjeta de desarrollo rápido de prototipos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

La investigación “Efectos de la generación distribuida solar en las redes de distribución eléctrica” se desarrolla siguiendo el tipo de investigación aplicada por lo conceptualizado por Murillo (16), al cual denomina también como investigación practica o empírica, porque se busca la aplicación de los conocimientos adquiridos en el tiempo, a la vez que se adquieren otros para resolver problemas de la vida diaria o controlar las situaciones prácticas.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es “cuasi experimental”, o llamado casi experimento, según Hernández *et al.* (17), la cual es útil como primer acercamiento al problema de investigación en la realidad. Se manipula deliberadamente una variable independiente pero los grupos ya están formados, es decir, no se asignan al azar como es el caso del estudio de la subestación Salesiano.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población está conformada por las redes de distribución eléctrica de la subestación Salesiano que se ubica en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

3.3.2. Muestra

La muestra es la misma población que está conformada por las redes de distribución eléctrica de la subestación Salesiano que se ubica en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Representación de la S.E. Salesiano

El sistema eléctrico de la subestación Salesiano cuenta con 07 circuitos de media tensión de 10kV.

En la barra B4017_10KV se encuentra conectadas:

- Alimentador A4204.
- Alimentador A4205.
- Alimentador A4206.
- Alimentador A4201.

En la barra B4018_10KV se encuentra conectadas:

- Alimentador A4203.
- Alimentador A4202.
- Alimentador A4207.

Estos circuitos de media tensión se encuentran conectados a dos transformadores de potencia que reducen los niveles de tensión de 60 kV a 10 kV.

Diagrama unifilar general:

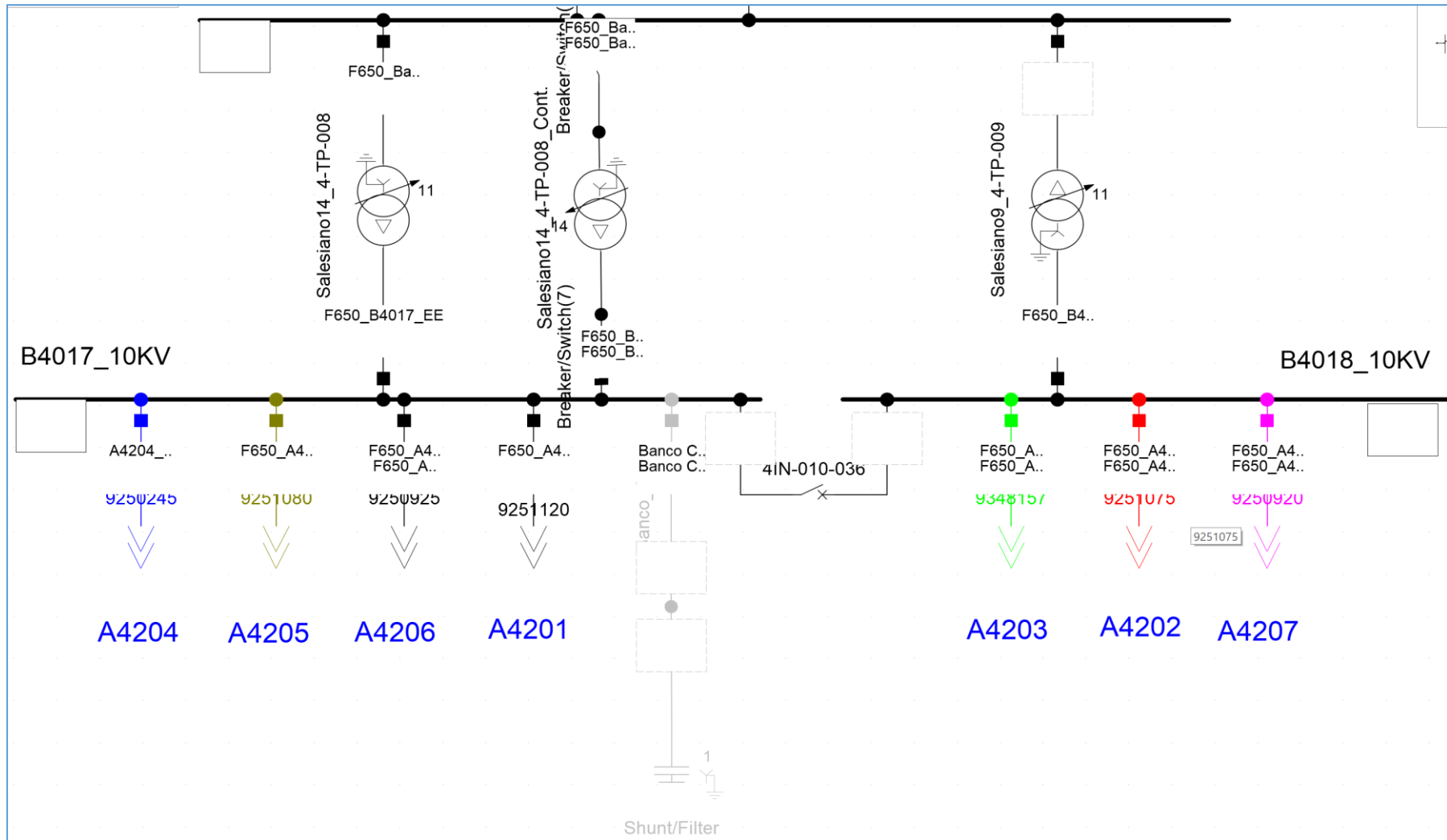


Figura 8. Diagrama unifilar de la S.E. Salesiano.

Alimentador A4201:

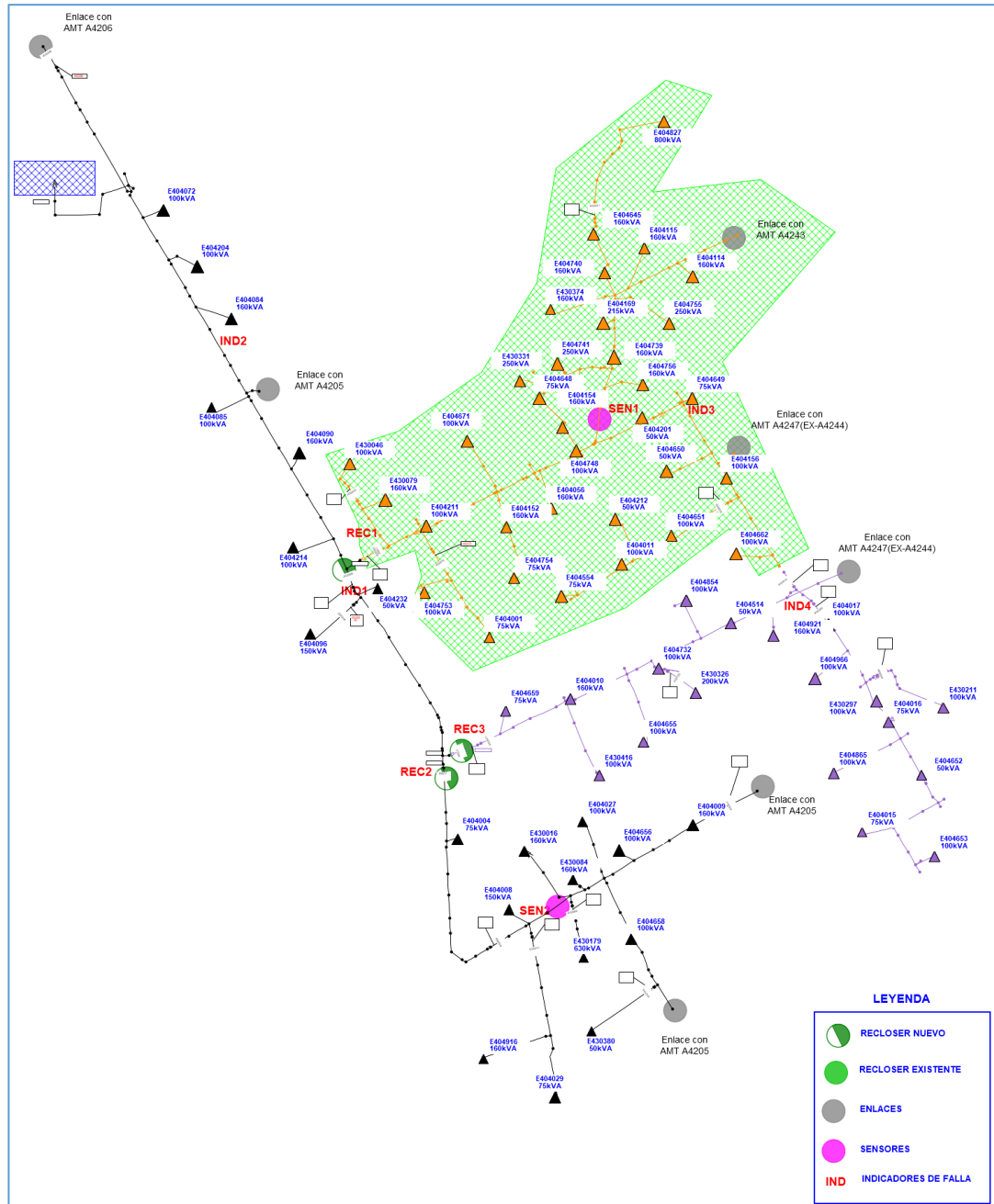


Figura 9. Diagrama unifilar del alimentador A4201.

Alimentador A4202:

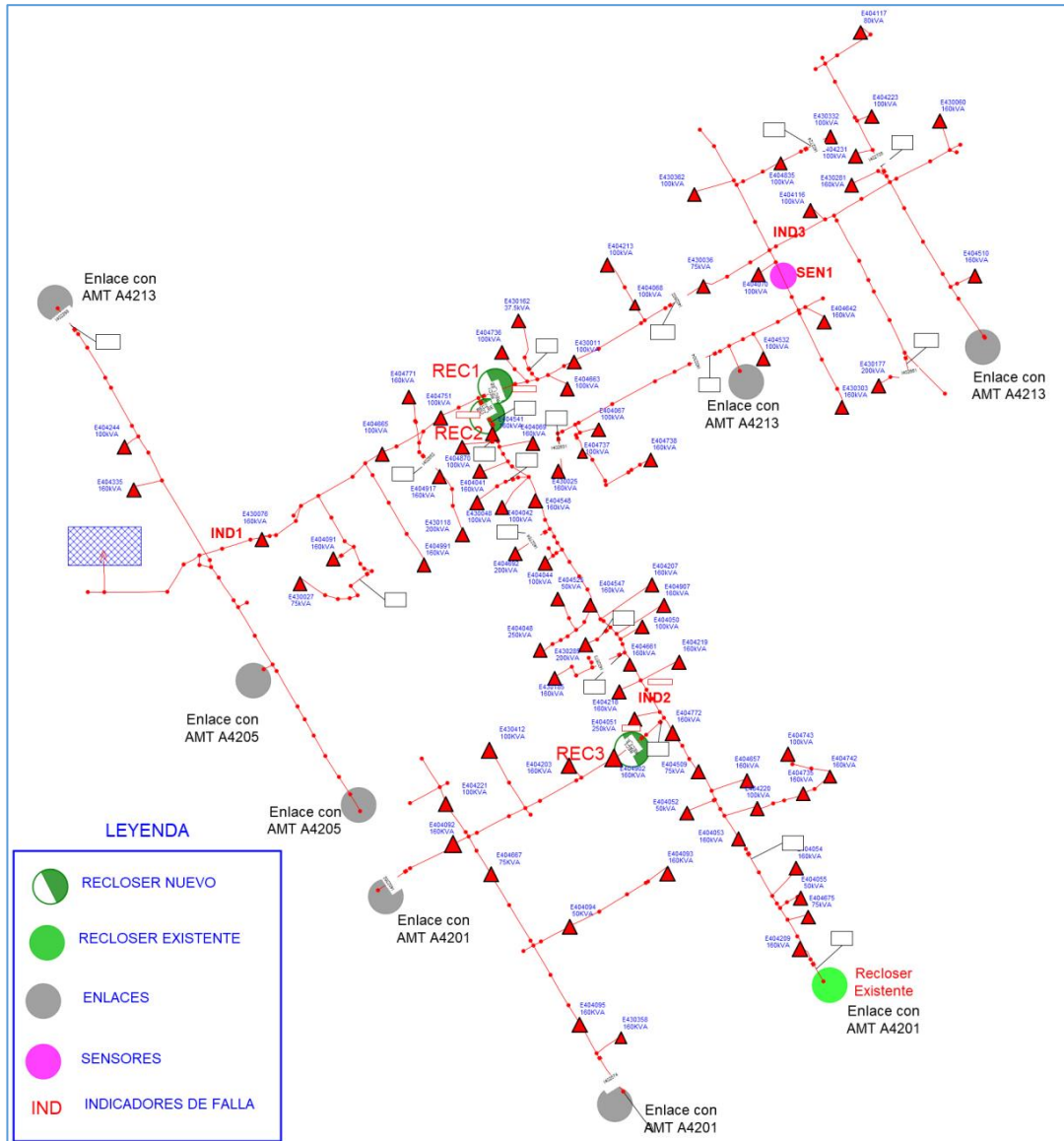


Figura 10. Diagrama unifilar del alimentador A4202.

Alimentador A4203:

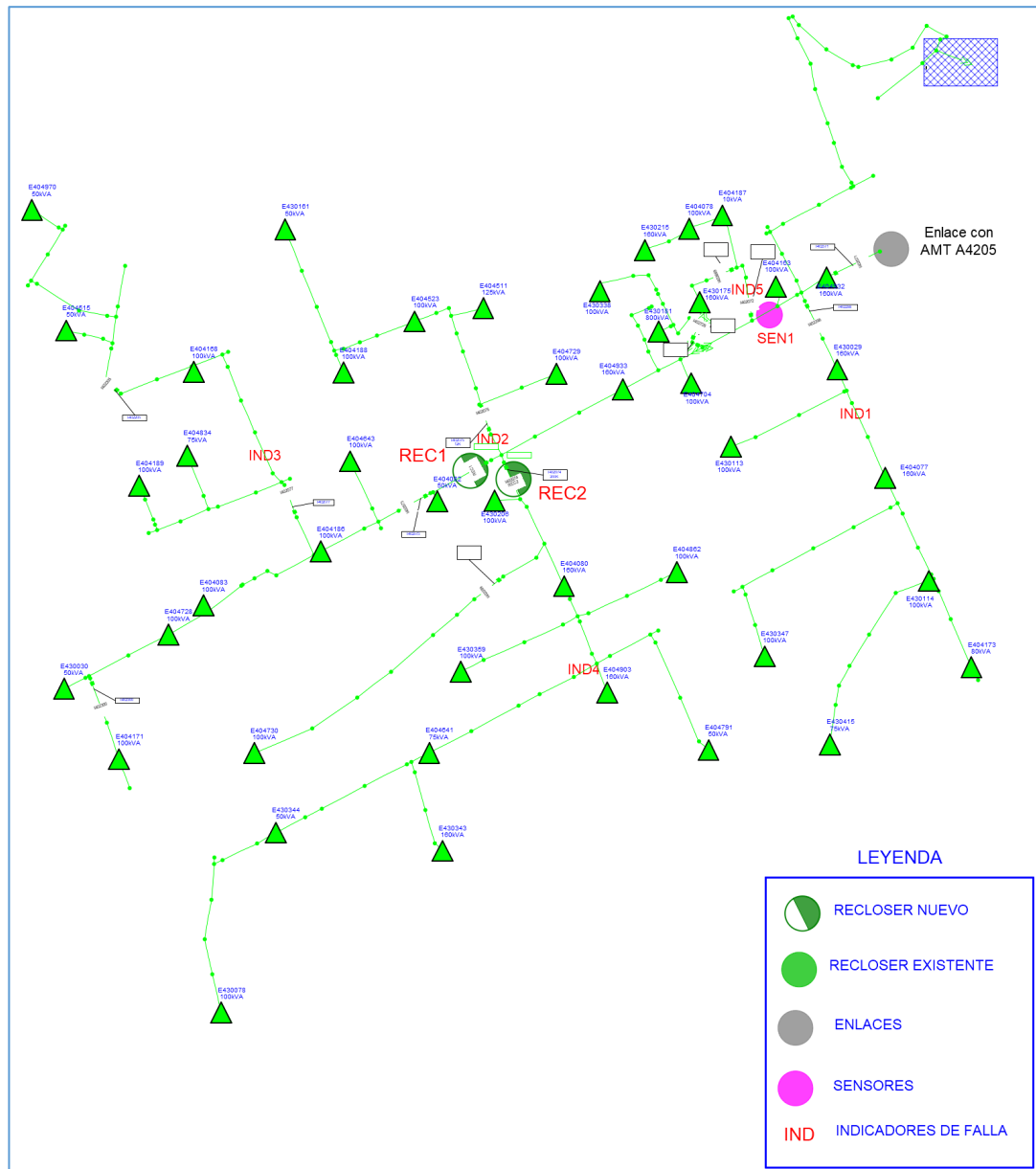


Figura 11. Diagrama unifilar del alimentador A4203.

Alimentador A4204:

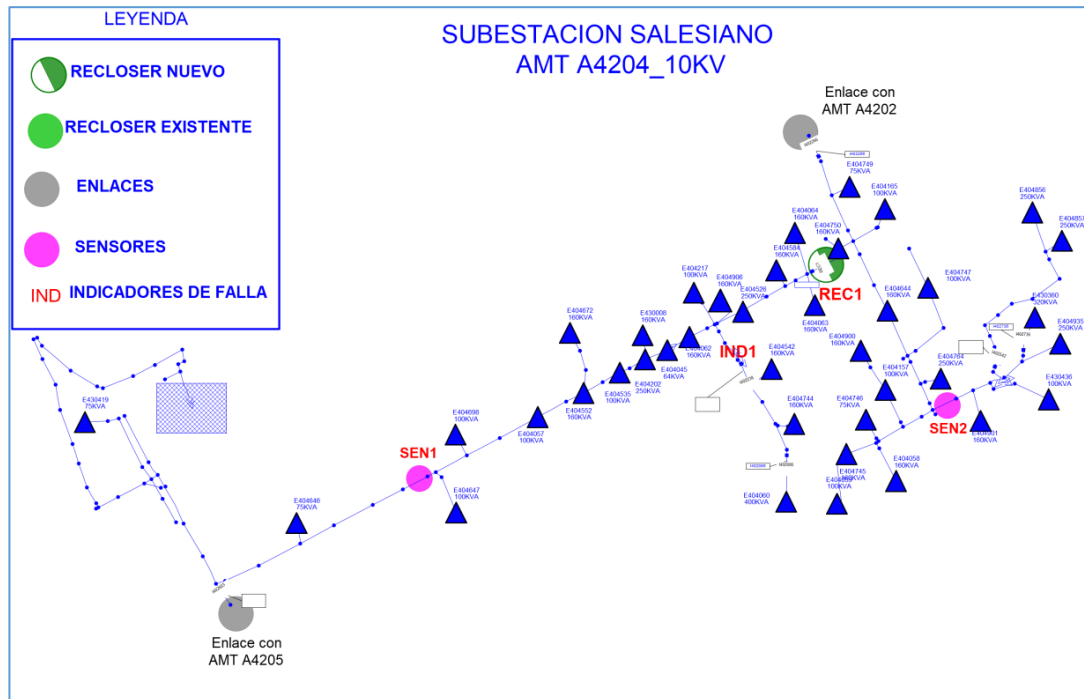


Figura 12. Diagrama unifilar del alimentador A4204.

Alimentador A4205:

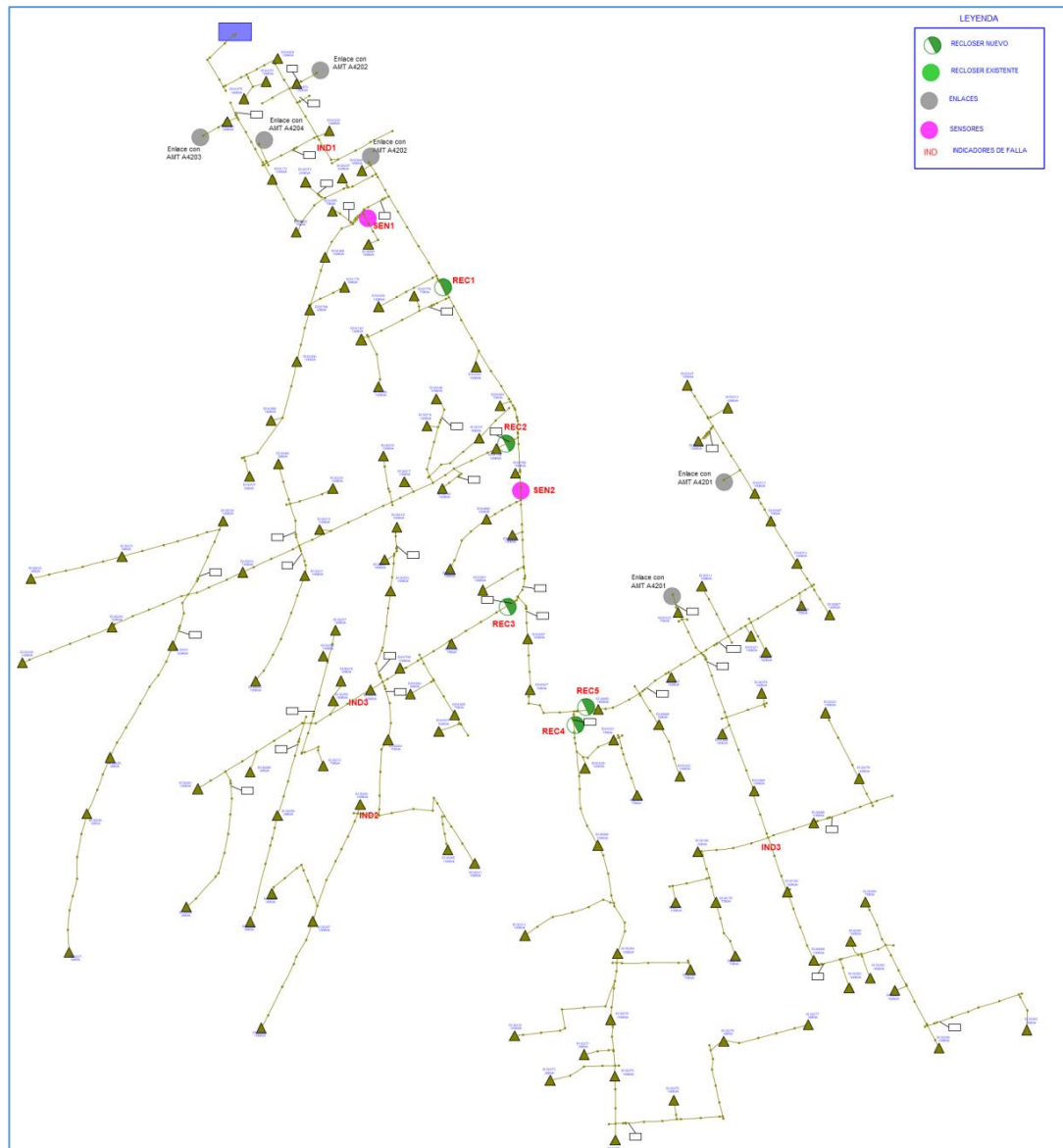


Figura 13. Diagrama unifilar del alimentador A4205.

Alimentador A4206:

SUBESTACION SALESIANO AMT A4206_10KV

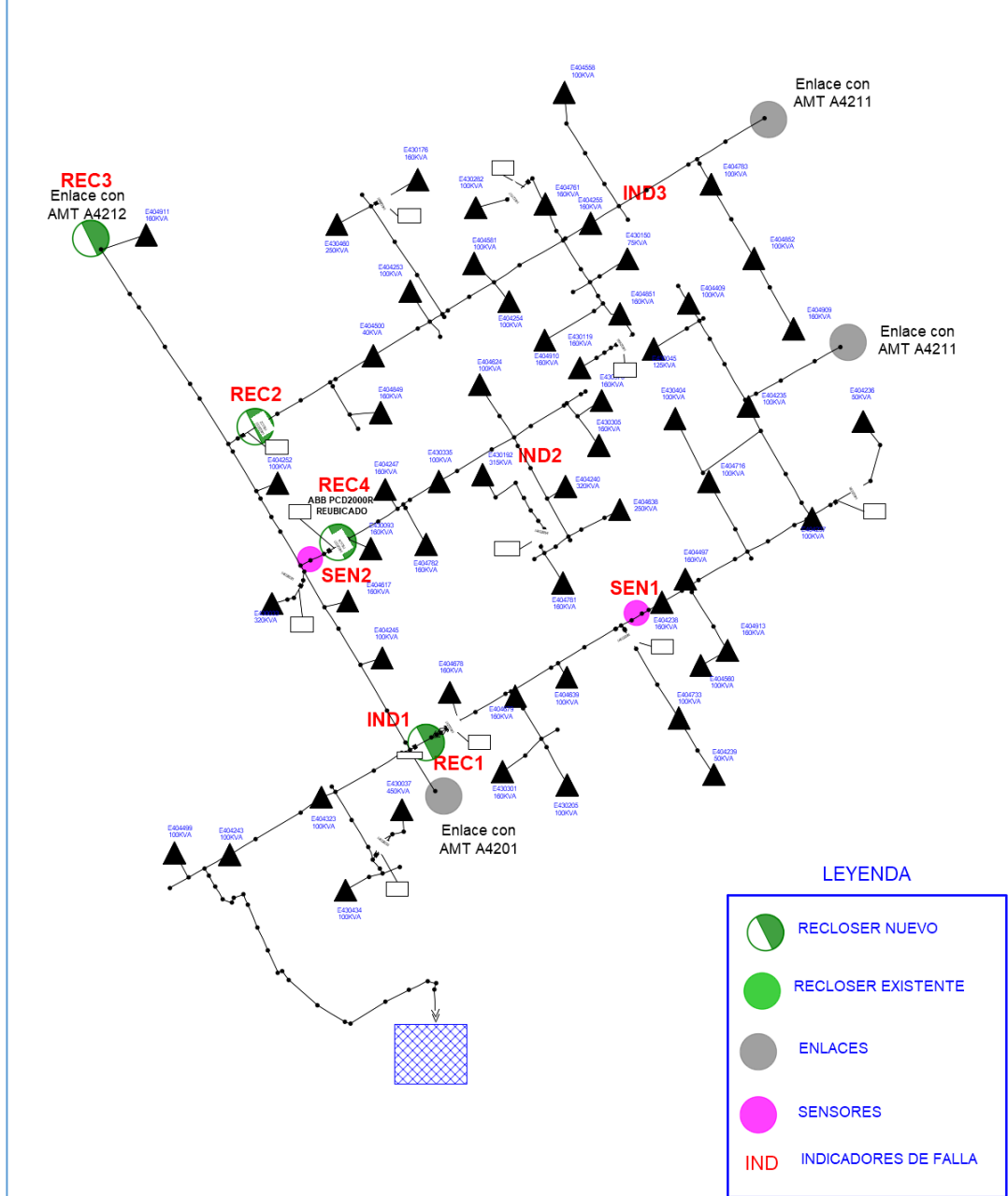


Figura 14. Diagrama unifilar del alimentador A4206.

Alimentador A4207:

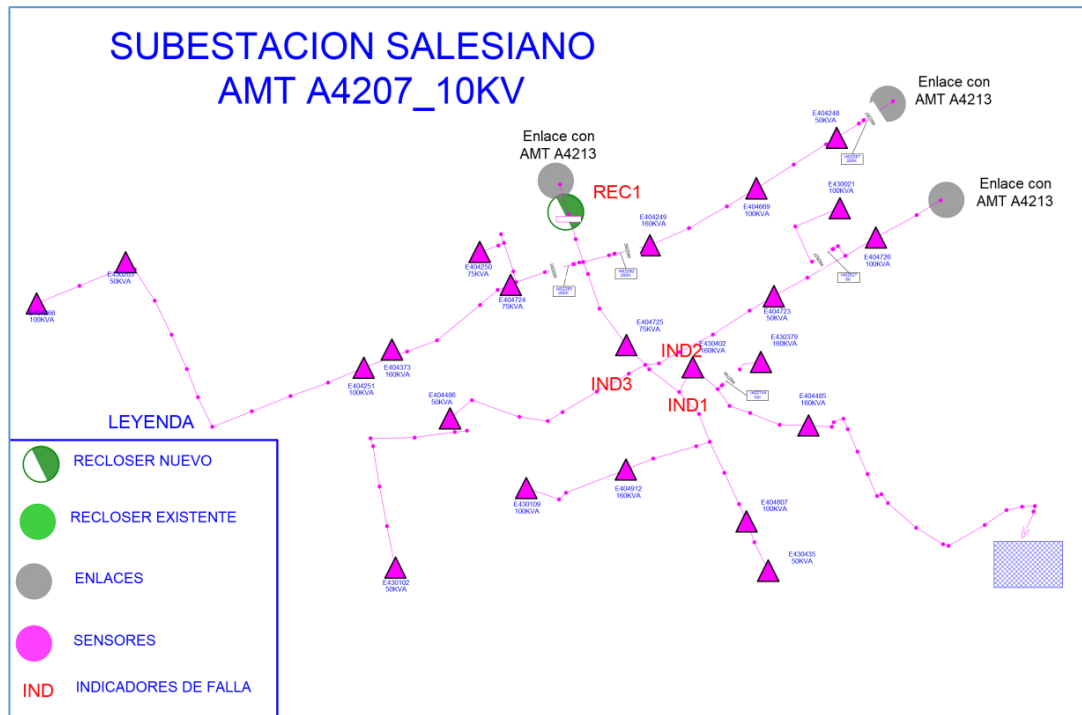


Figura 15. Diagrama unifilar del alimentador A4207.

4.2. Demanda actual

La demanda actual del sistema, por cada alimentador, se presenta a continuación.

4.2.1. Demanda del alimentador A4201

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4201.

Tabla 1. Demanda del alimentador A4201.

Name	Grid	Total Active Power MW	Total Reactive Power MVAR	Total Apparent Power MVA	Total Power Factor
E404001	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404004	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404008	A4201	0.049	0.010	0.050	0.980
E404009	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404010	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404011	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404015	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404016	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404017	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980

E404027	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404029	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404056	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404072	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404084	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404085	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404090	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404096	A4201	0.049	0.010	0.050	0.980
E404114	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404115	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404152	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404154	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404156	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404169	A4201	0.070	0.014	0.071	0.980
E404201	A4201	0.016	0.003	0.017	0.980
E404204	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404211	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404212	A4201	0.016	0.003	0.017	0.980
E404214	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404232	A4201	0.016	0.003	0.017	0.980
E404514	A4201	0.016	0.003	0.017	0.980
E404554	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404645	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404648	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404649	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404650	A4201	0.016	0.003	0.017	0.980
E404651	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404652	A4201	0.016	0.003	0.017	0.980
E404653	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404655	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404656	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404658	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404659	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404662	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404671	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404732	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404739	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404740	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404741	A4201	0.081	0.017	0.083	0.980
E404748	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404753	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404754	A4201	0.024	0.005	0.025	0.980
E404755	A4201	0.081	0.017	0.083	0.980

E404756	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404827	A4201	0.260	0.053	0.266	0.980
E404854	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404865	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E404916	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404921	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E404966	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E430016	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E430046	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E430079	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E430084	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E430179	A4201	0.205	0.042	0.209	0.980
E430211	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E430297	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
E430326	A4201	0.065	0.013	0.066	0.980
E430331	A4201	0.081	0.017	0.083	0.980
E430374	A4201	0.052	0.011	0.053	0.980
E430380	A4201	0.016	0.003	0.017	0.980
E430416	A4201	0.033	0.007	0.033	0.980
		3.135	0.637	3.199	

4.2.2. Demanda del alimentador A4202

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4202.

Tabla 2. *Demanda del alimentador A4202.*

Name	Grid	Total Active Power MW	Total Reactive Power MVAR	Total Apparent Power MVA	Total Power Factor
E404041	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404042	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404044	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404048	A4202	0.066	0.009	0.067	0.990
E404050	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404051	A4202	0.066	0.009	0.067	0.990
E404052	A4202	0.013	0.002	0.013	0.990
E404053	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404054	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404055	A4202	0.013	0.002	0.013	0.990
E404067	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404068	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990

E404069	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404070	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404091	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404092	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404093	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404094	A4202	0.013	0.002	0.013	0.990
E404095	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404116	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404117	A4202	0.021	0.003	0.021	0.990
E404203	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404207	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404209	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404213	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404218	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404219	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404220	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404221	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404223	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404231	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404244	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404335	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404509	A4202	0.020	0.003	0.020	0.990
E404510	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404525	A4202	0.013	0.002	0.013	0.990
E404532	A4202	0.026	0.004	0.027	0.990
E404541	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404547	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404548	A4202	0.042	0.006	0.043	0.990
E404642	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404657	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404661	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404663	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E404665	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E404667	A4202	0.019	0.003	0.019	0.990
E404675	A4202	0.019	0.003	0.019	0.990
E404692	A4202	0.051	0.007	0.051	0.990
E404735	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404736	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E404737	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E404738	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404742	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404743	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E404751	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990

E404771	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404772	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404835	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E404870	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E404902	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404907	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404917	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E404991	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E430011	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E430025	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E430027	A4202	0.019	0.003	0.019	0.990
E430036	A4202	0.019	0.003	0.019	0.990
E430048	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E430060	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E430076	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E430118	A4202	0.051	0.007	0.051	0.990
E430162	A4202	0.010	0.001	0.010	0.990
E430177	A4202	0.051	0.007	0.051	0.990
E430185	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E430281	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E430285	A4202	0.051	0.007	0.051	0.990
E430303	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E430332	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E430358	A4202	0.041	0.006	0.041	0.990
E430362	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
E430412	A4202	0.025	0.004	0.026	0.990
		2.754	0.392	2.782	

4.2.3. Demanda del alimentador A4203

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4203.

Tabla 3. *Demanda del alimentador A4203.*

Name	Grid	Total Active Power MW	Total Reactive Power MVAR	Total Apparent Power MVA	Total Power Factor
E404077	A4203	0.056	0.008	0.057	0.990
E404078	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404080	A4203	0.056	0.008	0.057	0.990
E404082	A4203	0.018	0.003	0.018	0.990
E404083	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404163	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990

E404168	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404171	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404173	A4203	0.028	0.004	0.029	0.990
E404186	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404187	A4203	0.004	0.001	0.004	0.990
E404188	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404189	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404511	A4203	0.044	0.006	0.045	0.990
E404515	A4203	0.018	0.003	0.018	0.990
E404523	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404641	A4203	0.026	0.004	0.027	0.990
E404643	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404704	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404728	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404729	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404730	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404791	A4203	0.018	0.003	0.018	0.990
E404834	A4203	0.026	0.004	0.027	0.990
E404862	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E404903	A4203	0.056	0.008	0.057	0.990
E404932	A4203	0.056	0.008	0.057	0.990
E404933	A4203	0.056	0.008	0.057	0.990
E404970	A4203	0.018	0.003	0.018	0.990
E430029	A4203	0.056	0.008	0.057	0.990
E430030	A4203	0.018	0.003	0.018	0.990
E430078	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E430113	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E430114	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E430161	A4203	0.018	0.003	0.018	0.990
E430175	A4203	0.056	0.008	0.057	0.990
E430181	A4203	0.282	0.040	0.285	0.990
E430206	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E430215	A4203	0.056	0.008	0.057	0.990
E430338	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E430343	A4203	0.056	0.008	0.057	0.990
E430344	A4203	0.018	0.003	0.018	0.990
E430347	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E430359	A4203	0.035	0.005	0.036	0.990
E430415	A4203	0.026	0.004	0.027	0.990
		1.845	0.263	1.864	

4.2.4. Demanda del alimentador A4204

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4204.

Tabla 4. *Demanda del alimentador A4204.*

Name	Grid	Total Active Power MW	Total Reactive Power Mvar	Total Apparent Power MVA	Total Power Factor
E404045	A4204	0.017	0.002	0.018	0.990
E404057	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
E404058	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404059	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
E404060	A4204	0.109	0.015	0.110	0.990
E404062	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404063	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404064	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404157	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
E404165	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
E404202	A4204	0.171	0.024	0.173	0.990
E404217	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
E404526	A4204	0.147	0.021	0.148	0.990
E404535	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
E404542	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404552	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404584	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404644	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404646	A4204	0.020	0.003	0.021	0.990
E404647	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
E404672	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404698	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
E404744	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404745	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404746	A4204	0.020	0.003	0.021	0.990
E404747	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
E404749	A4204	0.020	0.003	0.021	0.990
E404750	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404764	A4204	0.147	0.021	0.148	0.990
E404856	A4204	0.223	0.032	0.225	0.990
E404857	A4204	0.223	0.032	0.225	0.990
E404900	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404901	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E404906	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990

E404935	A4204	0.068	0.010	0.069	0.990
E430008	A4204	0.043	0.006	0.044	0.990
E430360	A4204	0.087	0.012	0.088	0.990
E430419	A4204	0.020	0.003	0.021	0.990
E430436	A4204	0.027	0.004	0.027	0.990
		2.239	0.319	2.262	

4.2.5. Demanda del alimentador A4205

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4205.

Tabla 5. *Demanda del alimentador A4205.*

Name	Grid	Total Active Power MW	Total Reactive Power Mvar	Total Apparent Power MVA	Total Power Factor
E404002	A4205	0.063	0.009	0.063	0.990
E404003	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404005	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404006	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404007	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404012	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404013	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404014	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404021	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404025	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404031	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404032	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404037	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404039	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404073	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404074	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404075	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E404086	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404088	A4205	0.063	0.009	0.063	0.990
E404164	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404172	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404179	A4205	0.020	0.003	0.020	0.990
E404200	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404627	A4205	0.020	0.003	0.020	0.990
E404660	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404666	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990

E404670	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404694	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404697	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404758	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404779	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404786	A4205	0.010	0.001	0.010	0.990
E404789	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404790	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404800	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404801	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404863	A4205	0.020	0.003	0.020	0.990
E404897	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E404915	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E404926	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404929	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404930	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E404931	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E404967	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E404968	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E404969	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E404995	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E406248	A4205	0.020	0.003	0.020	0.990
E430017	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E430028	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430085	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E430086	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430087	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E430089	A4205	0.020	0.003	0.020	0.990
E430091	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E430098	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430099	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430100	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430101	A4205	0.020	0.003	0.020	0.990
E430168	A4205	0.010	0.001	0.010	0.990
E430169	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E430170	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E430171	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E430186	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430216	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430217	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430218	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430219	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430220	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990

E430221	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430222	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430223	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430224	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430225	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430226	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430227	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430228	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430229	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430230	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430231	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430232	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430252	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430253	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430254	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430255	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430256	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430257	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430258	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430259	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430260	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430261	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430262	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430263	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E430264	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430265	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430266	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430267	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430268	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430269	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430270	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430271	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430272	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430273	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430274	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430275	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430276	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430277	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430278	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430279	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430296	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E430298	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430299	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990

E430300	A4205	0.020	0.003	0.020	0.990
E430302	A4205	0.020	0.003	0.020	0.990
E430304	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430309	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430312	A4205	0.029	0.004	0.030	0.990
E430313	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430321	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430322	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430337	A4205	0.079	0.011	0.079	0.990
E430341	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430373	A4205	0.079	0.011	0.079	0.990
E430391	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430392	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430393	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
E430401	A4205	0.020	0.003	0.020	0.990
E430414	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430432	A4205	0.015	0.002	0.015	0.990
E430433	A4205	0.039	0.006	0.040	0.990
E430449	A4205	0.063	0.009	0.064	0.990
		4.680	0.667	4.727	

4.2.6. Demanda del alimentador A4206

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4206.

Tabla 6. *Demanda del alimentador A4206.*

Name	Grid	Total Active Power MW	Total Reactive Power MVAR	Total Apparent Power MVA	Total Power Factor
E404235	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404236	A4206	0.015	0.002	0.015	0.990
E404237	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404238	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404239	A4206	0.015	0.002	0.015	0.990
E404240	A4206	0.093	0.013	0.094	0.990
E404243	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404245	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404247	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404252	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404253	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404254	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404255	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990

E404323	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404409	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404497	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404499	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404500	A4206	0.012	0.002	0.012	0.990
E404558	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404560	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404581	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404617	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404624	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404638	A4206	0.073	0.010	0.073	0.990
E404639	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404678	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404679	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404716	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404733	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404761	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404781	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404782	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404783	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404849	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404851	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404852	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E404909	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404910	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404911	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E404913	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E430033	A4206	0.093	0.013	0.094	0.990
E430037	A4206	0.131	0.019	0.132	0.990
E430045	A4206	0.036	0.005	0.037	0.990
E430093	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E430119	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E430150	A4206	0.022	0.003	0.022	0.990
E430176	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E430192	A4206	0.092	0.013	0.093	0.990
E430205	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E430282	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E430301	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E430305	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E430335	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E430375	A4206	0.047	0.007	0.047	0.990
E430404	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990
E430434	A4206	0.029	0.004	0.029	0.990

E430460	A4206	0.073	0.010	0.073	0.990
		2.376	0.339	2.400	

4.2.7. Demanda del alimentador A4207

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4207.

Tabla 7. *Demanda del alimentador A4207.*

Name	Grid	Total Active Power MW	Total Reactive Power MVAR	Total Apparent Power MVA	Total Power Factor
E404248	A4207	0.019	0.003	0.019	0.990
E404249	A4207	0.062	0.009	0.062	0.990
E404250	A4207	0.029	0.004	0.029	0.990
E404251	A4207	0.039	0.005	0.039	0.990
E404266	A4207	0.039	0.005	0.039	0.990
E404373	A4207	0.062	0.009	0.062	0.990
E404485	A4207	0.062	0.009	0.062	0.990
E404486	A4207	0.015	0.002	0.015	0.990
E404669	A4207	0.039	0.005	0.039	0.990
E404723	A4207	0.019	0.003	0.019	0.990
E404724	A4207	0.029	0.004	0.029	0.990
E404725	A4207	0.029	0.004	0.029	0.990
E404726	A4207	0.039	0.005	0.039	0.990
E404807	A4207	0.039	0.005	0.039	0.990
E404912	A4207	0.062	0.009	0.062	0.990
E430021	A4207	0.039	0.005	0.039	0.990
E430102	A4207	0.019	0.003	0.019	0.990
E430109	A4207	0.039	0.005	0.039	0.990
E430203	A4207	0.019	0.003	0.019	0.990
E430379	A4207	0.062	0.009	0.062	0.990
E430402	A4207	0.062	0.009	0.062	0.990
E430435	A4207	0.019	0.003	0.019	0.990
		0.837	0.119	0.845	

4.3. Demanda proyectada

La proyección de la demanda eléctrica se determina con la siguiente formula:

$$D_f = D_o (1 + r)^n$$

Donde:

$*D_i = \text{Demanda inicial}$

$*D_f = \text{Demanda final}$

$*r = \text{tasa de crecimiento poblacional}$

$*n = \text{tasa de crecimiento poblacional}$

La proyección se realizó teniendo la consideración de una tasa de crecimiento de 1.6 %, en un horizonte de 20 años.

4.3.1. Proyección de la demanda del alimentador A4201

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4201.

Tabla 8. *Proyección de la demanda del alimentador A4201.*

Año	Demanda (MW)
0	3.135
1	3.185
2	3.236
3	3.288
4	3.340
5	3.394
6	3.448
7	3.503
8	3.559
9	3.616
10	3.674
11	3.733
12	3.793
13	3.853
14	3.915
15	3.978
16	4.041
17	4.106
18	4.172
19	4.238
20	4.306

De la estimación se tiene 1171.298 kW.

4.3.2. Proyección de la demanda del alimentador A4202

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4202.

Tabla 9. *Proyección de la demanda del alimentador A4202.*

Año	Demanda (MW)
0	2.754
1	2.799
2	2.843
3	2.889
4	2.935
5	2.982
6	3.030
7	3.078
8	3.127
9	3.177
10	3.228
11	3.280
12	3.332
13	3.386
14	3.440
15	3.495
16	3.551
17	3.608
18	3.665
19	3.724
20	3.784

De la estimación se tiene 1029.197 kW.

4.3.3. Proyección de la demanda del alimentador A4203

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4203.

Tabla 10. *Proyección de la demanda del alimentador A4203.*

Año	Demanda (MW)
0	1.845
1	1.875
2	1.905
3	1.935
4	1.966
5	1.998
6	2.029
7	2.062
8	2.095
9	2.128

10	2.163
11	2.197
12	2.232
13	2.268
14	2.304
15	2.341
16	2.379
17	2.417
18	2.455
19	2.495
20	2.535

De la estimación se tiene 689.419 kW.

4.3.4. Proyección de la demanda del alimentador A4204

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4204.

Tabla 11. *Proyección de la demanda del alimentador A4204.*

Año	Demanda (MW)
0	2.239
1	2.275
2	2.312
3	2.349
4	2.386
5	2.424
6	2.463
7	2.503
8	2.543
9	2.583
10	2.625
11	2.667
12	2.709
13	2.753
14	2.797
15	2.842
16	2.887
17	2.933
18	2.980
19	3.028
20	3.076

De la estimación se tiene 836.759 kW.

4.3.5. Proyección de la demanda del alimentador A4205

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4205.

Tabla 12. *Proyección de la demanda del alimentador A4205.*

Año	Demanda (MW)
0	4.680
1	4.755
2	4.831
3	4.908
4	4.987
5	5.067
6	5.148
7	5.230
8	5.314
9	5.399
10	5.485
11	5.573
12	5.662
13	5.753
14	5.845
15	5.938
16	6.033
17	6.130
18	6.228
19	6.327
20	6.429

De la estimación se tiene 1748.657 kW.

4.3.6. Proyección de la demanda del alimentador A4206

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4206.

Tabla 13. *Proyección de la demanda del alimentador A4206.*

Año	Demanda (MW)
0	2.376
1	2.414
2	2.453
3	2.492
4	2.532
5	2.573
6	2.614

7	2.656
8	2.698
9	2.741
10	2.785
11	2.830
12	2.875
13	2.921
14	2.968
15	3.015
16	3.064
17	3.113
18	3.162
19	3.213
20	3.264

De la estimación se tiene 887.940 kW.

4.3.7. Proyección de la demanda del alimentador A4207

Se presenta la proyección de la demanda del alimentador A4207.

Tabla 14. *Proyección de la demanda del alimentador A4207.*

Año	Demanda (MW)
0	0.837
1	0.850
2	0.864
3	0.878
4	0.892
5	0.906
6	0.921
7	0.935
8	0.950
9	0.965
10	0.981
11	0.997
12	1.013
13	1.029
14	1.045
15	1.062
16	1.079
17	1.096
18	1.114
19	1.131

De la estimación se tiene 312.703 kW.

4.4. Simulación del sistema eléctrico sin la instalación de los GD

La simulación del sistema eléctrico en estudio permite conocer los parámetros eléctricos como: los niveles de tensión, el flujo de carga, la cargabilidad de las líneas y los transformadores.

Además de ello, permite conocer los parámetros de cortocircuito que son útiles para establecer o ajustar los equipos de protección del sistema.

4.4.1. Flujo de potencia sin la instalación de los GD

En la siguiente figura se puede apreciar el flujo de carga en la subestación Salesiano.

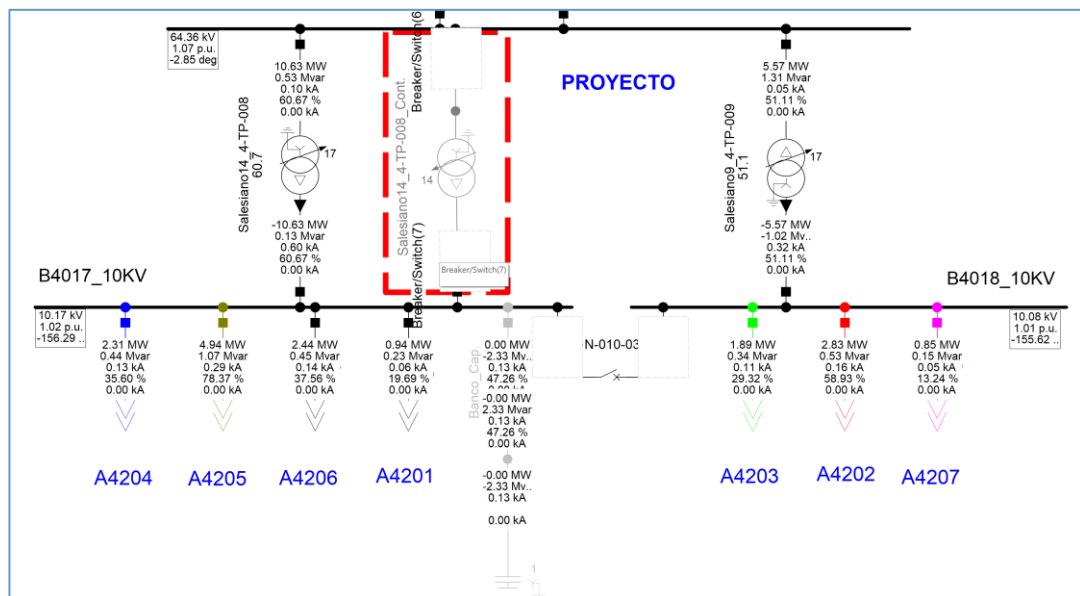


Figura 16. Flujo de carga en la S.E. Salesiano.

Tabla 15. Resultados del FC sin la instalación de los GD.

Name	Total Active Power, Infeed	Total Reactive Power, Infeed	Input Current, Magnitude, Average	Total Load, Power Factor	Losses	Max. Loading	Maximum Length
	MW	Mvar	kA		MW	%	
A4201	0.945	0.225	0.055	0.980	0.021	101.921	3.161
A4202	2.831	0.531	0.165	0.990	0.076	58.931	2.195
A4203	1.889	0.339	0.110	0.990	0.043	139.526	2.827
A4204	2.308	0.445	0.133	0.990	0.069	110.951	2.954
A4205	4.942	1.074	0.287	0.990	0.262	86.439	6.300
A4206	2.439	0.453	0.141	0.990	0.062	64.303	2.668
A4207	0.854	0.148	0.050	0.990	0.017	39.743	2.122

Flujo de carga A4201:

Load Flow Calculation						Grid Summary	
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)						Automatic Model Adaptation for Convergence	
Automatic tap adjustment of transformers	Yes					Max. Acceptable Load Flow Error	
Consider reactive power limits	No					Bus Equations (HV)	
						Model Equations	
						1.00 kVA	
						0.10 %	
Grid: A4201	System Stage: A4201		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:	/ 1	
Grid: A4201	Summary						
No. of Substations	71	No. of Busbars	71	No. of Terminals	445	No. of Lines	373
No. of 2-w Trfs.	71	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0	No. of asyn. Machines	0
No. of Loads	71	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0		
Generation	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA			
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA			
Inter Grid Flow	=	-3.20 MW	-0.76 Mvar				
Load P (U)	=	3.13 MW	0.64 Mvar	3.20 MVA			
Load P (Un)	=	3.13 MW	0.64 Mvar	3.20 MVA			
Load P (Un-U)	=	0.00 MW	0.00 Mvar				
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA			
Grid Losses	=	0.06 MW	0.12 Mvar				
Line Charging	=		-0.01 Mvar				
Compensation ind.	=		0.00 Mvar				
Compensation cap.	=		0.00 Mvar				
Installed Capacity	=	0.00 MW					
Spinning Reserve	=	0.00 MW					
Total Power Factor:							
Generation	=	0.00 [-]					
Load/Motor	=	0.98 / 0.00 [-]					
Grid: A4201	System Stage: A4201		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:	/ 2	
Inter Grid Flow to							
A4243	=	-1.64 MW	-0.39 Mvar				
A4244	=	-0.61 MW	-0.14 Mvar				
SE HUANCAYO	=	-0.94 MW	-0.23 Mvar				
Total	=	-3.20 MW	-0.76 Mvar				

Figura 17. Resultados del FC del A4201 sin la instalación de los GD.

Flujo de carga A4202:

				DigSILENT	Project:
				PowerFactory	-----
				2021 SP2	Date: 16/07/2024
Load Flow Calculation				Grid Summary	
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)			Automatic Model Adaptation for Convergence	No	
Automatic tap adjustment of transformers	Yes		Max. Acceptable Load Flow Error		
Consider reactive power limits	No		Bus Equations (HV)	1.00 kVA	
			Model Equations	0.10 %	
Grid: A4202	System Stage: A4202	Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 3	
Grid: A4202 Summary					
No. of Substations	81	No. of Busbars	81	No. of Terminals	422
No. of 2-w Trfs.	81	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0
No. of Loads	81	No. of Shunts/Filters	0	No. of asyn.Machines	0
No. of SVS					0
Generation	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Inter Grid Flow	=	-2.83 MW	-0.53 Mvar		
Load P(U)	=	2.75 MW	0.39 Mvar	2.78 MVA	
Load P(Un)	=	2.75 MW	0.39 Mvar	2.78 MVA	
Load P(Un-U)	=	0.00 MW	0.00 Mvar		
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Grid Losses	=	0.08 MW	0.14 Mvar		
Line Charging	=		-0.01 Mvar		
Compensation ind.	=		0.00 Mvar		
Compensation cap.	=		0.00 Mvar		
Installed Capacity	=	0.00 MW			
Spinning Reserve	=	0.00 MW			
Total Power Factor:					
Generation	=	0.00 [-]			
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]			
Grid: A4202	System Stage: A4202	Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 4	
Inter Grid Flow to					
SE HUANCAYO	=	-2.83 MW	-0.53 Mvar		
Total	=	-2.83 MW	-0.53 Mvar		

Figura 18. Resultados del FC del A4202 sin la instalación de los GD.

Flujo de carga A4203:

Grid: A4203	System Stage: A4203	Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 5	
Grid: A4203 Summary					
No. of Substations	45	No. of Busbars	45	No. of Terminals	313
No. of 2-w Trfs.	45	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0
No. of Loads	45	No. of Shunts/Filters	0	No. of asyn.Machines	0
No. of SVS					0
Generation	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Inter Grid Flow	=	-1.89 MW	-0.34 Mvar		
Load P(U)	=	1.85 MW	0.26 Mvar	1.86 MVA	
Load P(Un)	=	1.85 MW	0.26 Mvar	1.86 MVA	
Load P(Un-U)	=	0.00 MW	0.00 Mvar		
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Grid Losses	=	0.04 MW	0.08 Mvar		
Line Charging	=		-0.01 Mvar		
Compensation ind.	=		0.00 Mvar		
Compensation cap.	=		0.00 Mvar		
Installed Capacity	=	0.00 MW			
Spinning Reserve	=	0.00 MW			
Total Power Factor:					
Generation	=	0.00 [-]			
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]			
Grid: A4203	System Stage: A4203	Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 6	
Inter Grid Flow to					
SE HUANCAYO	=	-1.89 MW	-0.34 Mvar		
Total	=	-1.89 MW	-0.34 Mvar		
				DigSILENT	Project:
				PowerFactory	-----
				2021 SP2	Date: 16/07/2024
Load Flow Calculation				Grid Summary	
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)			Automatic Model Adaptation for Convergence	No	
Automatic tap adjustment of transformers	Yes		Max. Acceptable Load Flow Error		
Consider reactive power limits	No		Bus Equations (HV)	1.00 kVA	
			Model Equations	0.10 %	

Figura 19. Resultados del FC del A4203 sin la instalación de los GD.

Flujo de carga A4204:

AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)				Automatic Model Adaptation for Convergence	No
Automatic tap adjustment of transformers	Yes			Max. Acceptable Load Flow Error	
Consider reactive power limits	No			Bus Equations(HV)	1.00 kVA
				Model Equations	0.10 %

Grid: A4204	System Stage: A4204		Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 7

Grid: A4204 Summary					
No. of Substations	39	No. of Busbars	39	No. of Terminals	201
No. of 2-w Trfs.	39	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0
No. of Loads	39	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0
Generation	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Inter Grid Flow	=	-2.31 MW	-0.44 Mvar		
Load P(U)	=	2.24 MW	0.32 Mvar	2.26 MVA	
Load P(Un)	=	2.24 MW	0.32 Mvar	2.26 MVA	
Load P(Un-U)	=	0.00 MW	0.00 Mvar		
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Grid Losses	=	0.07 MW	0.13 Mvar		
Line Charging	=		-0.01 Mvar		
Compensation ind.	=		0.00 Mvar		
Compensation cap.	=		0.00 Mvar		
Installed Capacity	=	0.00 MW			
Spinning Reserve	=	0.00 MW			
Total Power Factor:					
Generation	=	0.00 [-]			
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]			

Grid: A4204	System Stage: A4204		Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 8

Inter Grid Flow to					
SE HUANCAYO	=	-2.31 MW	-0.44 Mvar		
Total	=	-2.31 MW	-0.44 Mvar		

Figura 20. Resultados del FC del A4204 sin la instalación de los GD.

Flujo de carga A4205:

Grid: A4205	System Stage: A4205		Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 9

Grid: A4205 Summary					
No. of Substations	131	No. of Busbars	131	No. of Terminals	872
No. of 2-w Trfs.	131	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0
No. of Loads	131	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0
Generation	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Inter Grid Flow	=	-4.94 MW	-1.07 Mvar		
Load P(U)	=	4.68 MW	0.67 Mvar	4.73 MVA	
Load P(Un)	=	4.68 MW	0.67 Mvar	4.73 MVA	
Load P(Un-U)	=	0.00 MW	0.00 Mvar		
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Grid Losses	=	0.26 MW	0.41 Mvar		
Line Charging	=		-0.01 Mvar		
Compensation ind.	=		0.00 Mvar		
Compensation cap.	=		0.00 Mvar		
Installed Capacity	=	0.00 MW			
Spinning Reserve	=	0.00 MW			
Total Power Factor:					
Generation	=	0.00 [-]			
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]			

Grid: A4205	System Stage: A4205		Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 10

Inter Grid Flow to					
SE HUANCAYO	=	-4.94 MW	-1.07 Mvar		
Total	=	-4.94 MW	-1.07 Mvar		

				DIGSILENT	Project:
				PowerFactory	-----
				2021 SP2	Date: 16/07/2024

Load Flow Calculation					Grid Summary
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)				Automatic Model Adaptation for Convergence	No
Automatic tap adjustment of transformers	Yes			Max. Acceptable Load Flow Error	
Consider reactive power limits	No			Bus Equations(HV)	1.00 kVA
				Model Equations	0.10 %

Figura 21. Resultados del FC del A4205 sin la instalación de los GD.

Flujo de carga A4206:

Grid: A4206		System Stage: A4206		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:		/ 11	
Grid: A4206 Summary									
No. of Substations	57	No. of Busbars	57	No. of Terminals	323	No. of Lines	271		
No. of 2-w Trfs.	57	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0	No. of asyn.Machines	0		
No. of Loads	57	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0				
Generation	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA					
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA					
Inter Grid Flow	=	-2.44 MW	-0.45 Mvar						
Load P(U)	=	2.38 MW	0.34 Mvar	2.40 MVA					
Load P(Un)	=	2.38 MW	0.34 Mvar	2.40 MVA					
Load P(Un-U)	=	0.00 MW	0.00 Mvar						
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA					
Grid Losses	=	0.06 MW	0.11 Mvar						
Line Charging	=		-0.01 Mvar						
Compensation ind.	=		0.00 Mvar						
Compensation cap.	=		0.00 Mvar						
Installed Capacity	=	0.00 MW							
Spinning Reserve	=	0.00 MW							
Total Power Factor:									
Generation	=	0.00 [-]							
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]							

Grid: A4206		System Stage: A4206		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:		/ 12	
Inter Grid Flow to									
SE HUANCAYO	=	-2.44 MW	-0.45 Mvar						
Total	=	-2.44 MW	-0.45 Mvar						

Figura 22. Resultados del FC del A4206 sin la instalación de los GD.

Flujo de carga A4207:

Grid: A4207		System Stage: A4207		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:		/ 13	
Grid: A4207 Summary									
No. of Substations	22	No. of Busbars	22	No. of Terminals	138	No. of Lines	117		
No. of 2-w Trfs.	22	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0	No. of asyn.Machines	0		
No. of Loads	22	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0				
Generation	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA					
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA					
Inter Grid Flow	=	-0.85 MW	-0.15 Mvar						
Load P(U)	=	0.84 MW	0.12 Mvar	0.85 MVA					
Load P(Un)	=	0.84 MW	0.12 Mvar	0.85 MVA					
Load P(Un-U)	=	0.00 MW	0.00 Mvar						
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA					
Grid Losses	=	0.02 MW	0.03 Mvar						
Line Charging	=		-0.00 Mvar						
Compensation ind.	=		0.00 Mvar						
Compensation cap.	=		0.00 Mvar						
Installed Capacity	=	0.00 MW							
Spinning Reserve	=	0.00 MW							
Total Power Factor:									
Generation	=	0.00 [-]							
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]							

Grid: A4207		System Stage: A4207		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:		/ 14	
Inter Grid Flow to									
SE HUANCAYO	=	-0.85 MW	-0.15 Mvar						
Total	=	-0.85 MW	-0.15 Mvar						

Figura 23. Resultados del FC del A4207 sin la instalación de los GD.

4.4.2. Cortocircuito sin la instalación de los GD

El cortocircuito se realizó utilizando el método completo.

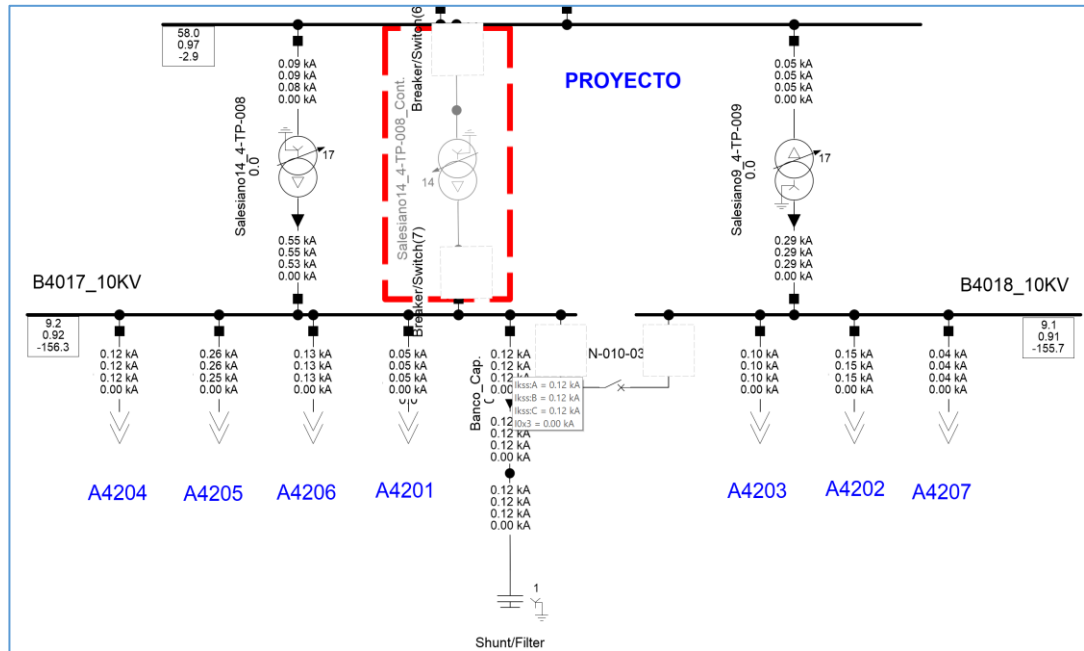


Figura 24. Cortocircuito de la S.E. Salesiano.

Tabla 16. Resultados del CC sin la instalación de los GD.

Descripción	Tipo	Barra	Sk" (MVA)	Ik" (kA)	Ik" (kA)	ip (kA)
Sales_Parque_120m	Lne	DV2	3.85 MVA	0.11 kA	0.11 kA	0.00kA
		DV3	3.87 MVA	0.11 kA	0.11 kA	0.00kA
Hyo Este 2	Tr2	B4008_60kV	16.57 MVA	0.48 kA	0.48 kA	0.00kA
		HYOEST10kV	17.39 MVA	3.01 kA	3.01 kA	0.00kA
Salesiano14_4-TP-0	Tr2	B4015_60kV	2.96 MVA	0.09 kA	0.09 kA	0.00kA
		B4017_10kV	3.19 MVA	0.55 kA	0.55 kA	0.00kA
Salesiano9_4-TP-00	Tr2	B4015_60kV	1.60 MVA	0.05 kA	0.05 kA	0.00kA
		B4018_10kV	1.69 MVA	0.29 kA	0.29 kA	0.00kA

4.5. Modelamiento y ubicación de los generadores distribuidos

En referencia a la determinación de la proyección de la demanda, se realizó en modelamiento de los generadores distribuidos. Estos micro generadores tienen una capacidad operación de 500 kW.

4.5.1. Modelamiento de los generadores

Se realizó un solo modelamiento para todos los micro generadores eléctricos teniendo en consideración la potencia instalada y la potencia de operación.

Field	Value
Name	PV
Terminal	A4201\4HP32359\Cub_1
Zone	
Area	
Out of Service	<input type="checkbox"/>
Model	Active Power Input
Technology	3PH
Number of Parallel Inverters	1
Rated Apparent Power	625 kVA
Rated Power Factor	0.8

Figura 25. Potencia instalada del micro generador.

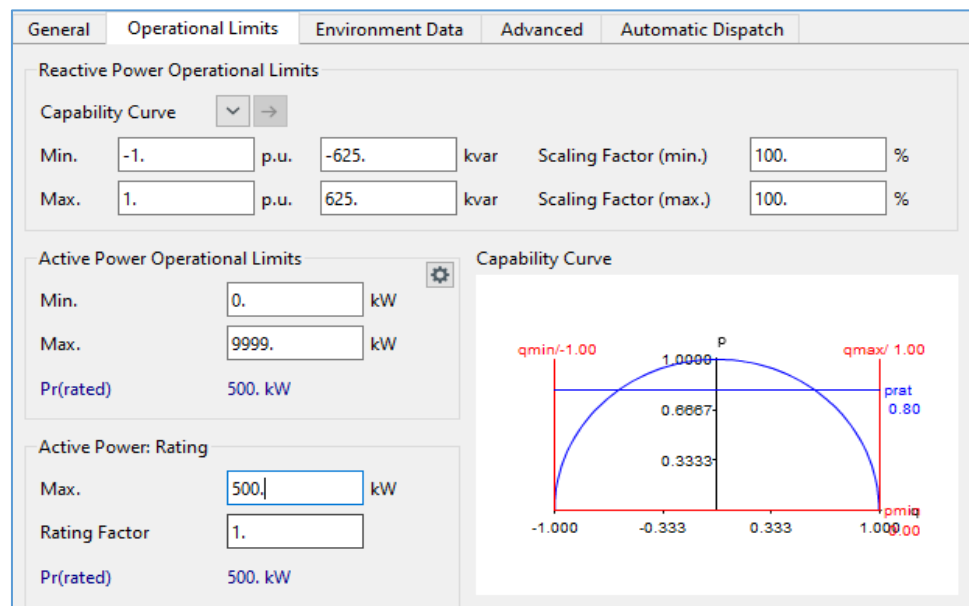


Figura 26. Curva de capacidad del micro generador.

4.5.2. Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4201

En este circuito, de acuerdo con la proyección de la demanda, son necesarios dos micro generadores.

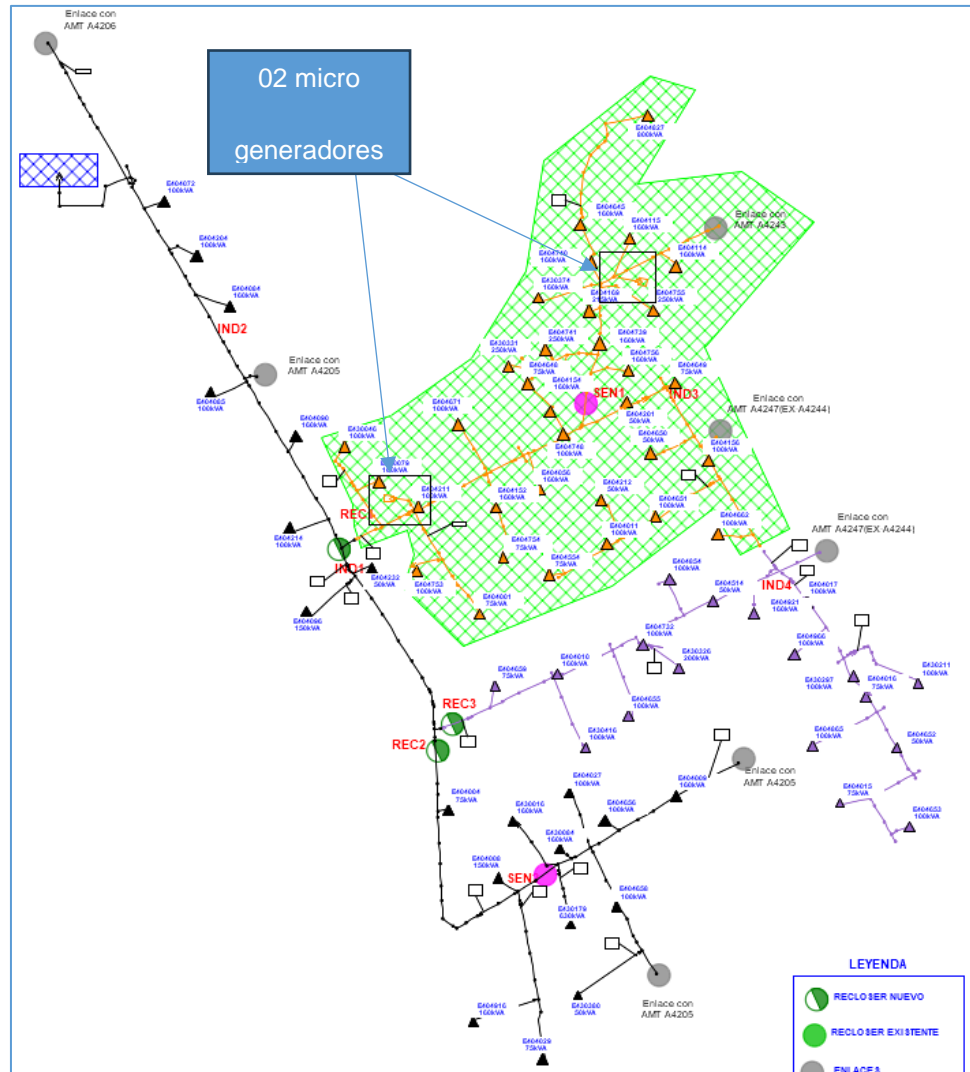


Figura 27. Ubicación de los micro generadores en A4201.

4.5.3. Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4202

En este circuito, de acuerdo con la proyección de la demanda, son necesarios dos micro generadores.

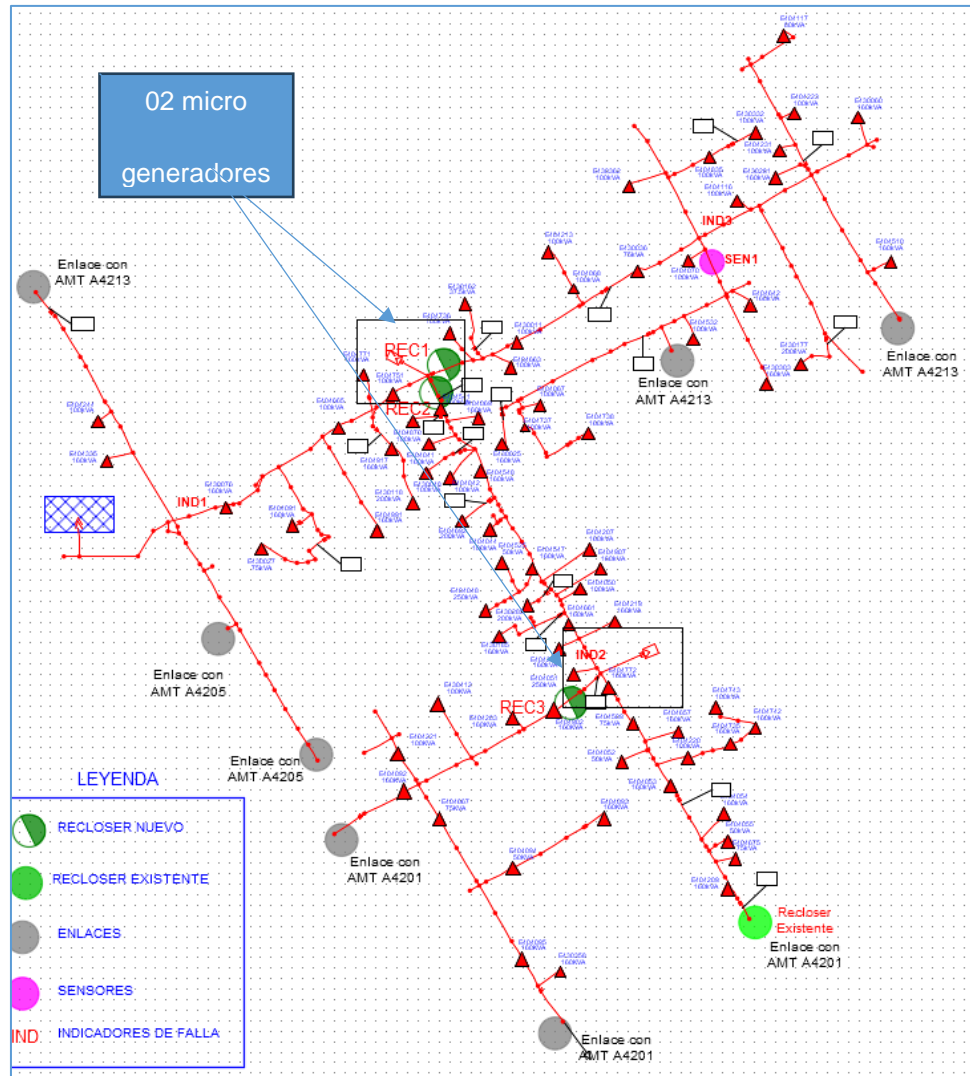


Figura 28. Ubicación de los micro generadores en A4202.

4.5.4. Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4203

En este circuito, de acuerdo con la proyección de la demanda, es necesario solo un micro generador.

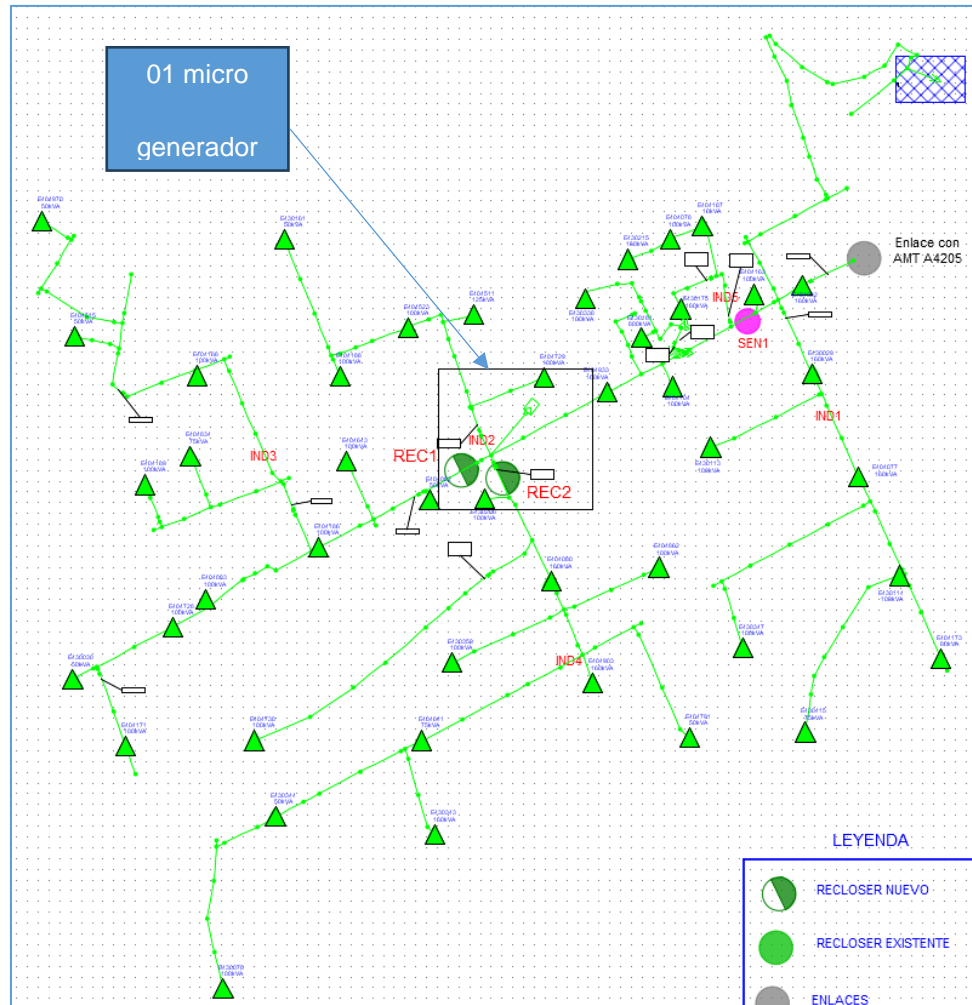


Figura 29. Ubicación del micro generador en A4203.

4.5.5. Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4204

En este circuito, de acuerdo con la proyección de la demanda, son necesarios dos micro generadores.

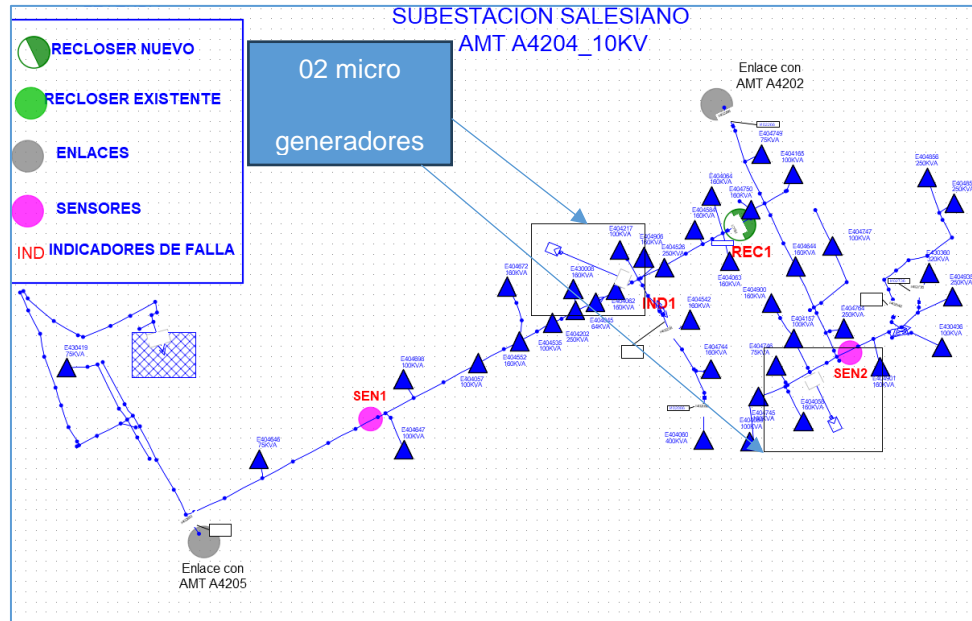


Figura 30. Ubicación de los micro generadores en A4204.

4.5.6. Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4205

En este circuito, de acuerdo con la proyección de la demanda, son necesarios tres micro generadores.

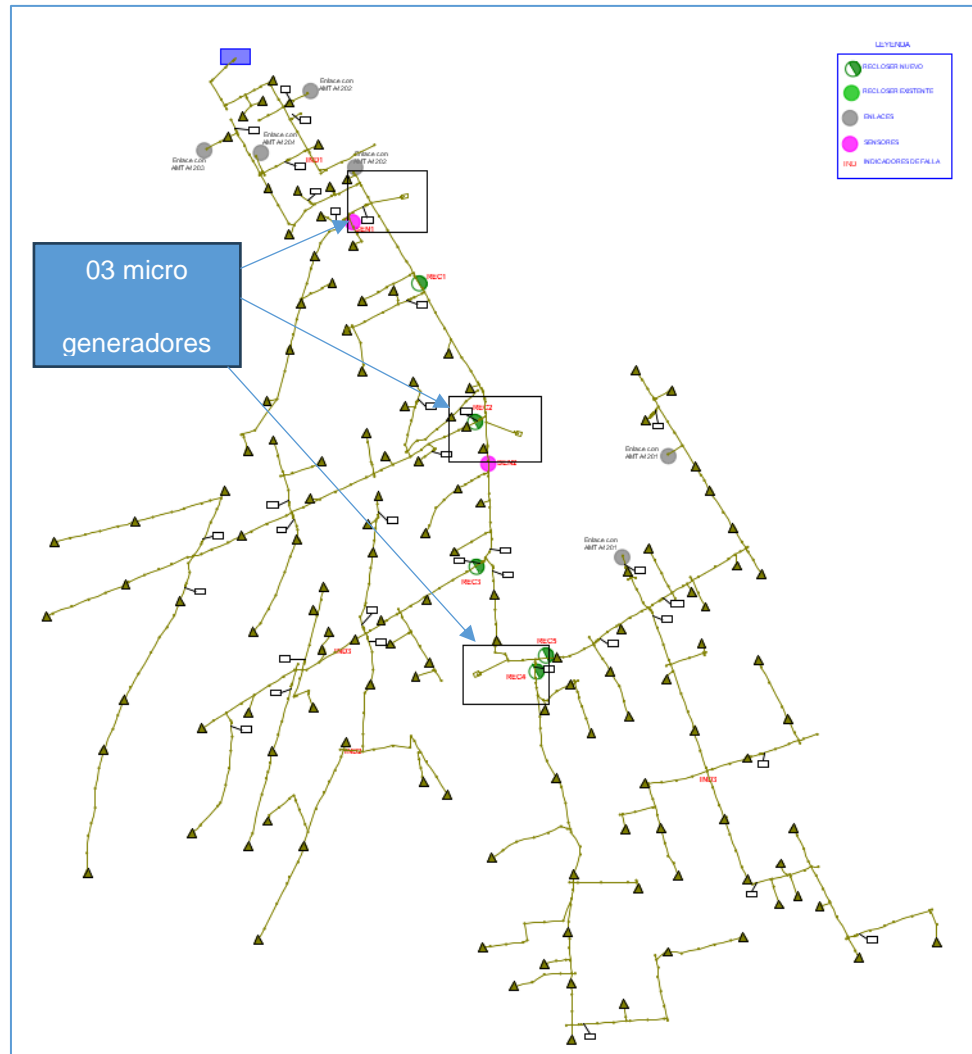


Figura 31. Ubicación de los micro generadores en A4206.

4.5.7. Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4206

En este circuito, de acuerdo con la proyección de la demanda, son necesarios dos micro generadores.

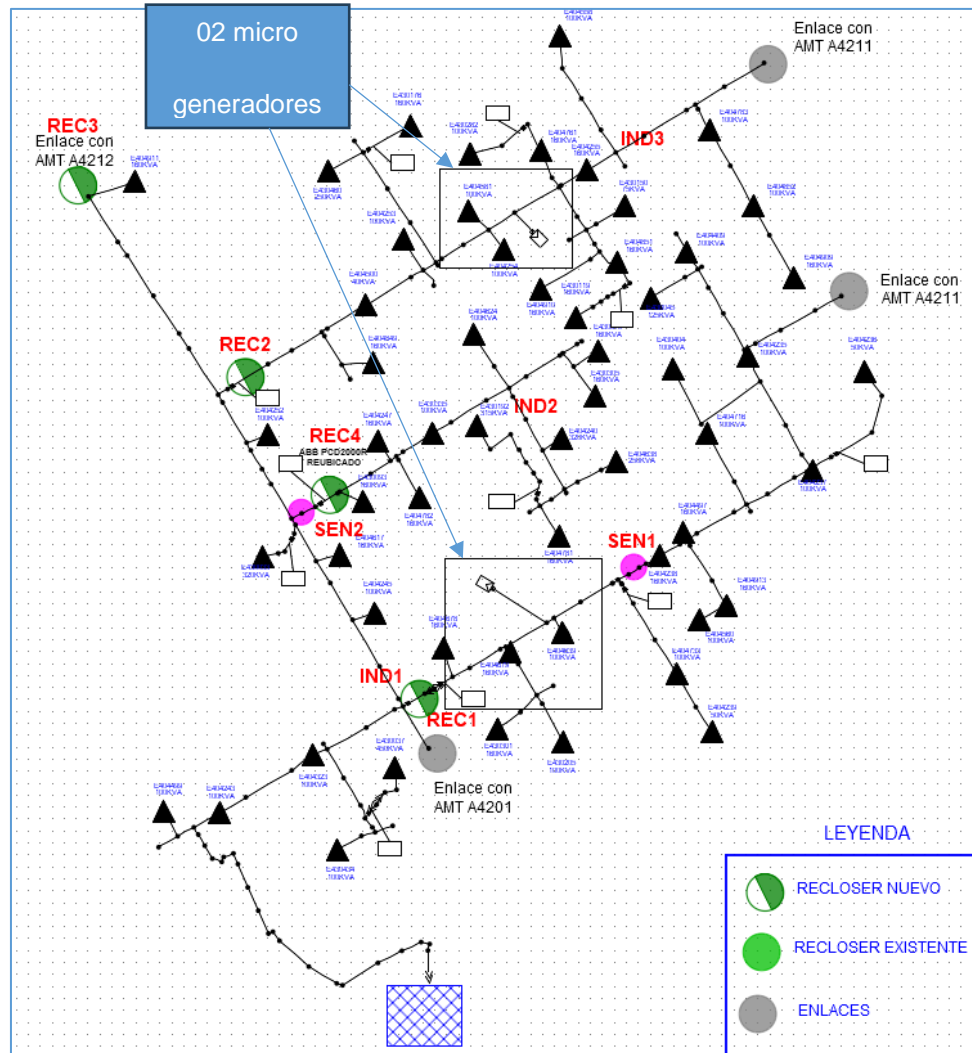


Figura 32. Ubicación de los micro generadores en A4206.

4.5.8. Ubicación de los generadores en circuito alimentador A4207

En este circuito, de acuerdo con la proyección de la demanda, es necesario solo un micro generador.

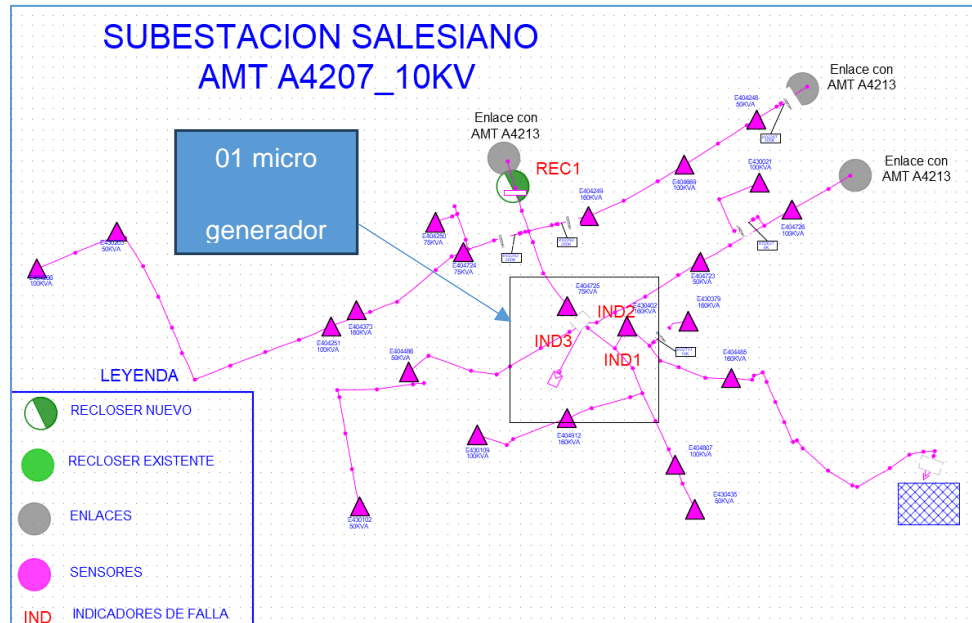


Figura 33. Ubicación del micro generador en A4207.

4.6. Simulación del sistema eléctrico con la instalación de los GD

La simulación del sistema eléctrico en estudio permite conocer los parámetros eléctricos después de la instalación de los micro generadores como son: los niveles de tensión, el flujo de carga, la cargabilidad de las líneas y los transformadores.

Además de ello, permite conocer los parámetros de cortocircuito que son útiles para establecer o ajustar los equipos de protección del sistema.

4.6.1. Flujo de potencia con la instalación de los GD

En la siguiente figura se puede apreciar el flujo de carga en la subestación Salesiano.

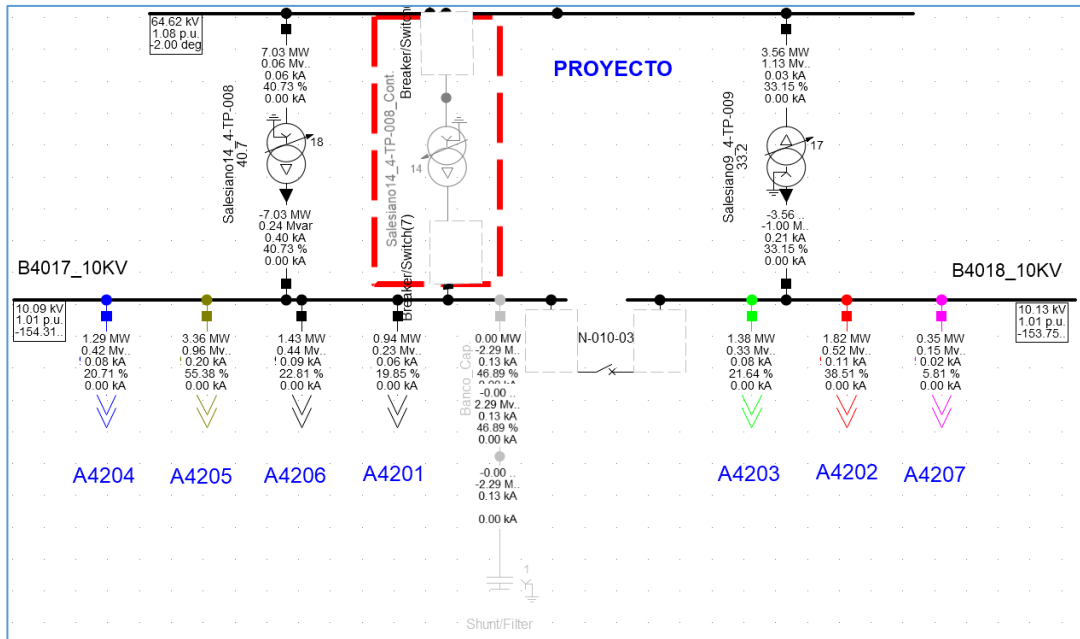


Figura 34. Flujo de carga con la instalación de la GD en la S.E. Salesiano.

Tabla 17. Resultados del FC sin la instalación de los GD.

Name	Total Active Power, Infeed	Total Reactive Power, Infeed	Input Current, Magnitude, Average	Total Load, Power Factor	Losses	Max. Loading	Maximum Length
	MW	Mvar	kA		MW	%	
A4201	0.945	0.225	0.056	0.980	0.021	102.733	3.161
A4202	1.820	0.516	0.108	0.990	0.065	80.000	2.195
A4203	1.384	0.333	0.081	0.990	0.039	138.635	2.827
A4204	1.290	0.420	0.078	0.990	0.050	111.206	2.954
A4205	3.363	0.961	0.200	0.990	0.183	80.000	6.300
A4206	1.428	0.440	0.086	0.990	0.051	80.000	2.668
A4207	0.353	0.147	0.022	0.990	0.016	80.000	2.122

Flujo de carga A4201:

Load Flow Calculation						Grid Summary		
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)						Automatic Model Adaptation for Convergence	No	
Automatic tap adjustment of transformers	Yes					Max. Acceptable Load Flow Error		
Consider reactive power limits	No					Bus Equations (HV)	1.00 kVA	
						Model Equations	0.10 %	
Grid: A4201						System Stage: A4201	Study Case: Max_Dem_2023	Annex: / 1
Grid: A4201 Summary								
No. of Substations	71	No. of Busbars	71	No. of Terminals	445	No. of Lines	373	
No. of 2-w Trfs.	71	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0	No. of asyn. Machines	0	
No. of Loads	71	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0			
Generation	=	1.00 MW	-0.00 Mvar	1.00 MVA				
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA				
Inter Grid Flow	=	-2.20 MW	-0.76 Mvar					
Load P(U)	=	3.13 MW	0.64 Mvar	3.20 MVA				
Load P(Un)	=	3.13 MW	0.64 Mvar	3.20 MVA				
Load P(Un-U)	=	-0.00 MW	0.00 Mvar					
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA				
Grid Losses	=	0.06 MW	0.12 Mvar					
Line Charging	=		-0.01 Mvar					
Compensation ind.	=		0.00 Mvar					
Compensation cap.	=		0.00 Mvar					
Installed Capacity	=	1.00 MW						
Spinning Reserve	=	0.00 MW						
Total Power Factor:								
Generation	=	1.00 [-]						
Load/Motor	=	0.98 / 0.00 [-]						
Grid: A4201						System Stage: A4201	Study Case: Max_Dem_2023	Annex: / 2
Inter Grid Flow to								
A4243	=	-0.64 MW	-0.39 Mvar					
A4244	=	-0.61 MW	-0.14 Mvar					
SE HUANCAYO	=	-0.94 MW	-0.23 Mvar					
Total	=	-2.20 MW	-0.76 Mvar					

Figura 35. Resultados del FC del A4201 con la instalación de los GD.

Flujo de carga A4202:

Load Flow Calculation						Grid Summary		
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)						Automatic Model Adaptation for Convergence	No	
Automatic tap adjustment of transformers	Yes					Max. Acceptable Load Flow Error		
Consider reactive power limits	No					Bus Equations (HV)	1.00 kVA	
						Model Equations	0.10 %	
Grid: A4202						System Stage: A4202	Study Case: Max_Dem_2023	Annex: / 3
Grid: A4202 Summary								
No. of Substations	81	No. of Busbars	81	No. of Terminals	422	No. of Lines	347	
No. of 2-w Trfs.	81	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0	No. of asyn. Machines	0	
No. of Loads	81	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0			
Generation	=	1.00 MW	-0.00 Mvar	1.00 MVA				
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA				
Inter Grid Flow	=	-1.82 MW	-0.52 Mvar					
Load P(U)	=	2.75 MW	0.39 Mvar	2.78 MVA				
Load P(Un)	=	2.75 MW	0.39 Mvar	2.78 MVA				
Load P(Un-U)	=	-0.00 MW	0.00 Mvar					
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA				
Grid Losses	=	0.07 MW	0.12 Mvar					
Line Charging	=		-0.01 Mvar					
Compensation ind.	=		0.00 Mvar					
Compensation cap.	=		0.00 Mvar					
Installed Capacity	=	1.00 MW						
Spinning Reserve	=	0.00 MW						
Total Power Factor:								
Generation	=	1.00 [-]						
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]						
Grid: A4202						System Stage: A4202	Study Case: Max_Dem_2023	Annex: / 4
Inter Grid Flow to								
SE HUANCAYO	=	-1.82 MW	-0.52 Mvar					
Total	=	-1.82 MW	-0.52 Mvar					

Figura 36. Resultados del FC del A4202 con la instalación de los GD.

Flujo de carga A4203:

Load Flow Calculation						Grid Summary	
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)				Automatic Model Adaptation for Convergence	No		
Automatic tap adjustment of transformers	Yes			Max. Acceptable Load Flow Error			
Consider reactive power limits	No			Bus Equations (HV)	1.00 kVA		
				Model Equations	0.10 %		

Grid: A4203	System Stage: A4203		Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 5		

Grid: A4203 Summary							
No. of Substations	45	No. of Busbars	45	No. of Terminals	313	No. of Lines	271
No. of 2-w Trfs.	45	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0	No. of asyn.Machines	0
No. of Loads	45	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0		
Generation	=	0.50 MW	-0.00 Mvar	0.50 MVA			
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA			
Inter Grid Flow	=	-1.38 MW	-0.33 Mvar				
Load P(U)	=	1.85 MW	0.26 Mvar	1.86 MVA			
Load P(Un)	=	1.85 MW	0.26 Mvar	1.86 MVA			
Load P(Un-U)	=	-0.00 MW	0.00 Mvar				
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA			
Grid Losses	=	0.04 MW	0.07 Mvar				
Line Charging	=		-0.01 Mvar				
Compensation ind.	=		0.00 Mvar				
Compensation cap.	=		0.00 Mvar				
Installed Capacity	=	0.50 MW					
Spinning Reserve	=	0.00 MW					
Total Power Factor:							
Generation	=	1.00 [-]					
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]					

Grid: A4203	System Stage: A4203		Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 6		

Inter Grid Flow to							
SE HUANCAYO	=	-1.38 MW	-0.33 Mvar				
Total	=	-1.38 MW	-0.33 Mvar				

Figura 37. Resultados del FC del A4203 con la instalación de los GD.

Flujo de carga A4204:

Load Flow Calculation						Grid Summary	
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)				Automatic Model Adaptation for Convergence	No		
Automatic tap adjustment of transformers	Yes			Max. Acceptable Load Flow Error			
Consider reactive power limits	No			Bus Equations (HV)	1.00 kVA		
				Model Equations	0.10 %		

Grid: A4204	System Stage: A4204		Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 7		

Grid: A4204 Summary							
No. of Substations	39	No. of Busbars	39	No. of Terminals	201	No. of Lines	164
No. of 2-w Trfs.	39	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0	No. of asyn.Machines	0
No. of Loads	39	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0		
Generation	=	1.00 MW	-0.00 Mvar	1.00 MVA			
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA			
Inter Grid Flow	=	-1.29 MW	-0.42 Mvar				
Load P(U)	=	2.24 MW	0.32 Mvar	2.26 MVA			
Load P(Un)	=	2.24 MW	0.32 Mvar	2.26 MVA			
Load P(Un-U)	=	-0.00 MW	0.00 Mvar				
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA			
Grid Losses	=	0.05 MW	0.10 Mvar				
Line Charging	=		-0.01 Mvar				
Compensation ind.	=		0.00 Mvar				
Compensation cap.	=		0.00 Mvar				
Installed Capacity	=	1.00 MW					
Spinning Reserve	=	0.00 MW					
Total Power Factor:							
Generation	=	1.00 [-]					
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]					

Grid: A4204	System Stage: A4204		Study Case: Max_Dem_2023	Annex:	/ 8		

Inter Grid Flow to							
SE HUANCAYO	=	-1.29 MW	-0.42 Mvar				
Total	=	-1.29 MW	-0.42 Mvar				

Figura 38. Resultados del FC del A4204 con la instalación de los GD.

Flujo de carga A4205:

Load Flow Calculation					Grid Summary		
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)					Automatic Model Adaptation for Convergence	No	
Automatic tap adjustment of transformers	Yes				Max. Acceptable Load Flow Error		
Consider reactive power limits	No				Bus Equations (HV)	1.00 kVA	
					Model Equations	0.10 %	

Grid: A4205	System Stage: A4205		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:	/ 9	

Grid: A4205 Summary							
No. of Substations	131	No. of Busbars	131	No. of Terminals	872	No. of Lines	746
No. of 2-w Trfs.	131	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0	No. of asyn.Machines	0
No. of Loads	131	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0		
Generation	=	1.50 MW	-0.00 Mvar		1.50 MVA		
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar		0.00 MVA		
Inter Grid Flow	=	-3.36 MW	-0.96 Mvar				
Load P(U)	=	4.68 MW	0.67 Mvar		4.73 MVA		
Load P(Un)	=	4.68 MW	0.67 Mvar		4.73 MVA		
Load P(Un-U)	=	-0.00 MW	0.00 Mvar				
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar		0.00 MVA		
Grid Losses	=	0.18 MW	0.29 Mvar				
Line Charging	=		-0.01 Mvar				
Compensation ind.	=		0.00 Mvar				
Compensation cap.	=		0.00 Mvar				
Installed Capacity	=	1.50 MW					
Spinning Reserve	=	0.00 MW					
Total Power Factor:							
Generation	=	1.00 [-]					
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]					

Grid: A4205	System Stage: A4205		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:	/ 10	

Inter Grid Flow to							
SE HUANCAYO	=	-3.36 MW	-0.96 Mvar				
Total	=	-3.36 MW	-0.96 Mvar				

Figura 39. Resultados del FC del A4205 con la instalación de los GD.

Flujo de carga A4206:

Load Flow Calculation					Grid Summary		
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)					Automatic Model Adaptation for Convergence	No	
Automatic tap adjustment of transformers	Yes				Max. Acceptable Load Flow Error		
Consider reactive power limits	No				Bus Equations (HV)	1.00 kVA	
					Model Equations	0.10 %	

Grid: A4206	System Stage: A4206		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:	/ 11	

Grid: A4206 Summary							
No. of Substations	57	No. of Busbars	57	No. of Terminals	323	No. of Lines	271
No. of 2-w Trfs.	57	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0	No. of asyn.Machines	0
No. of Loads	57	No. of Shunts/Filters	0	No. of SVS	0		
Generation	=	1.00 MW	-0.00 Mvar		1.00 MVA		
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar		0.00 MVA		
Inter Grid Flow	=	-1.43 MW	-0.44 Mvar				
Load P(U)	=	2.38 MW	0.34 Mvar		2.40 MVA		
Load P(Un)	=	2.38 MW	0.34 Mvar		2.40 MVA		
Load P(Un-U)	=	-0.00 MW	0.00 Mvar				
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar		0.00 MVA		
Grid Losses	=	0.05 MW	0.10 Mvar				
Line Charging	=		-0.01 Mvar				
Compensation ind.	=		0.00 Mvar				
Compensation cap.	=		0.00 Mvar				
Installed Capacity	=	1.00 MW					
Spinning Reserve	=	0.00 MW					
Total Power Factor:							
Generation	=	1.00 [-]					
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]					

Grid: A4206	System Stage: A4206		Study Case: Max_Dem_2023		Annex:	/ 12	

Inter Grid Flow to							
SE HUANCAYO	=	-1.43 MW	-0.44 Mvar				
Total	=	-1.43 MW	-0.44 Mvar				

Figura 40. Resultados del FC del A4206 con la instalación de los GD.

Flujo de carga A4207:

Load Flow Calculation				Grid Summary	
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC)		Automatic tap adjustment of transformers		Automatic Model Adaptation for Convergence	
Consider reactive power limits		Yes	No	Max. Acceptable Load Flow Error	
				Bus Equations (HV)	
				Model Equations	
				1.00 kVA	
				0.10 %	
Grid: A4207		System Stage: A4207		Study Case: Max_Dem_2023	
				Annex: / 13	
Grid: A4207		Summary			
No. of Substations	22	No. of Busbars	22	No. of Terminals	138
No. of 2-w Trfs.	22	No. of 3-w Trfs.	0	No. of syn. Machines	0
No. of Loads	22	No. of Shunts/Filters	0	No. of asyn. Machines	0
No. of SVS	0				
Generation	=	0.50 MW	-0.00 Mvar	0.50 MVA	
External Infeed	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Inter Grid Flow	=	-0.35 MW	-0.15 Mvar		
Load P(U)	=	0.84 MW	0.12 Mvar	0.85 MVA	
Load P(Un)	=	0.84 MW	0.12 Mvar	0.85 MVA	
Load P(Un-U)	=	0.00 MW	-0.00 Mvar		
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA	
Grid Losses	=	0.02 MW	0.03 Mvar		
Line Charging	=		-0.00 Mvar		
Compensation ind.	=		0.00 Mvar		
Compensation cap.	=		0.00 Mvar		
Installed Capacity	=	0.50 MW			
Spinning Reserve	=	0.00 MW			
Total Power Factor:					
Generation	=	1.00 [-]			
Load/Motor	=	0.99 / 0.00 [-]			
Grid: A4207		System Stage: A4207		Study Case: Max_Dem_2023	
				Annex: / 14	
Inter Grid Flow to					
SE HUANCAYO		=	-0.35 MW	-0.15 Mvar	
Total		=	-0.35 MW	-0.15 Mvar	

Figura 41. Resultados del FC del A4207 con la instalación de los GD.

4.6.2. Cortocircuito con la instalación de los GD

El cortocircuito se realizó utilizando el método completo.

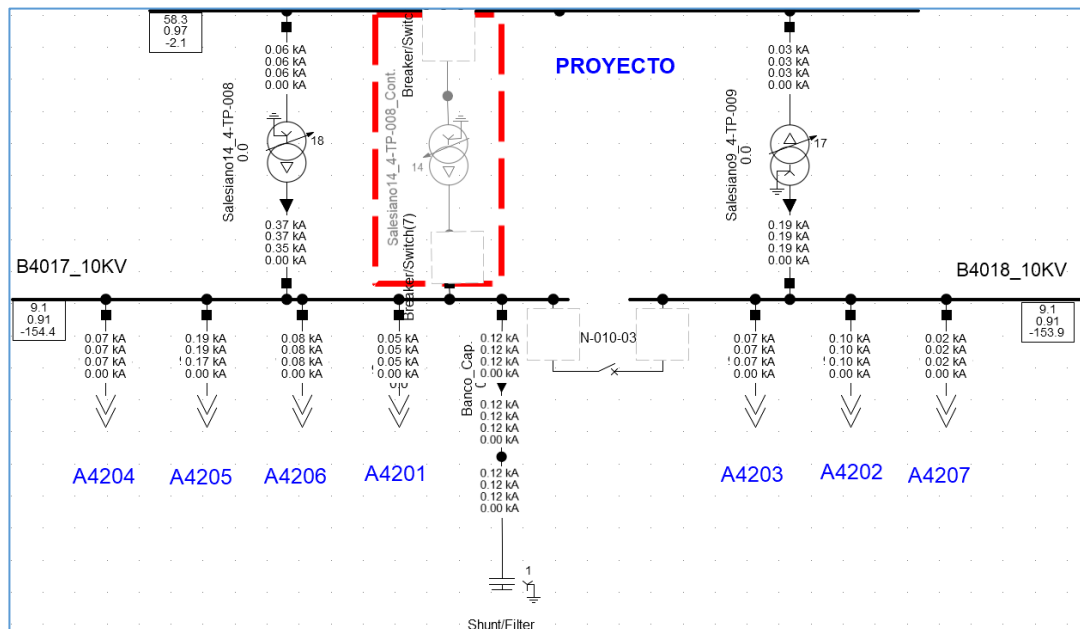


Figura 42. Cortocircuito con la instalación de la GD en la S.E. Salesiano.

Tabla 18. Resultados del CC con la instalación de los GD.

Descripción	Tipo	Barra	Sk" (MVA)	Ik" (kA)	Ik" (kA)	ip (kA)
Sales_ Parque_120m	Lne	DV2	3.90 MVA	0.11 kA	0.11 kA	0.00kA
		DV3	3.92 MVA	0.11 kA	0.11 kA	0.00kA
Hyo Este 2	Tr2	B4008_60kV	16.36 MVA	0.47 kA	0.47 kA	0.00kA
		HYOEST10kV	17.33 MVA	3.00 kA	3.00 kA	0.00kA
Salesiano14_4-TP-0	Tr2	B4015_60kV	1.94 MVA	0.06 kA	0.06 kA	0.00kA
		B4017_10kV	2,14 MVA	0.37 kA	0.37 kA	0.00kA
Salesiano9_4-TP-00	Tr2	B4015_60kV	1.04 MVA	0.03 kA	0.03 kA	0.00kA
		B4018_10kV	1.10 MVA	0.19 kA	0.19 kA	0.00kA

4.7. Discusión de resultados

Según los resultados alcanzados, se determina que los generadores distribuidos instalados en los sistemas eléctricos de distribución de la S.E. Salesiano, contiene efectos positivos en el consumo de potencia activa, disminución de la potencia reactiva, pérdidas de potencia y aumento de la cargabilidad de los alimentadores de la S.E. Salesiano, por ello la investigación fortalece las bases para la implementación de la generación distribuida en los sistemas eléctricos de media tensión de las zonas urbanas en la región centro.

Tabla 19. Resultados comparativos de los resultados.

Name	Total Active Power, Infeed	Total Active Power, Infeed	Total Reactive Power, Infeed	Total Reactive Power, Infeed	Input Current, Magnitude, Average	Input Current, Magnitude, Average	Total Load, Power Factor	Total Load, Power Factor	Losses	Losses	Max. Loading	Max. Loading
	MW	MW	Mvar	Mvar	kA	kA			MW	MW	%	%
	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta
A4201	0.945	0.945	0.225	0.225	0.055	0.056	0.980	0.980	0.021	0.021	101.921	102.733
A4202	2.831	1.820	0.531	0.516	0.165	0.108	0.990	0.990	0.076	0.065	58.931	80.000
A4203	1.889	1.384	0.339	0.333	0.110	0.081	0.990	0.990	0.043	0.039	139.526	138.635
A4204	2.308	1.290	0.445	0.420	0.133	0.078	0.990	0.990	0.069	0.050	110.951	111.206
A4205	4.942	3.363	1.074	0.961	0.287	0.200	0.990	0.990	0.262	0.183	86.439	80.000
A4206	2.439	1.428	0.453	0.440	0.141	0.086	0.990	0.990	0.062	0.051	64.303	80.000
A4207	0.854	0.353	0.148	0.147	0.050	0.022	0.990	0.990	0.017	0.016	39.743	80.000

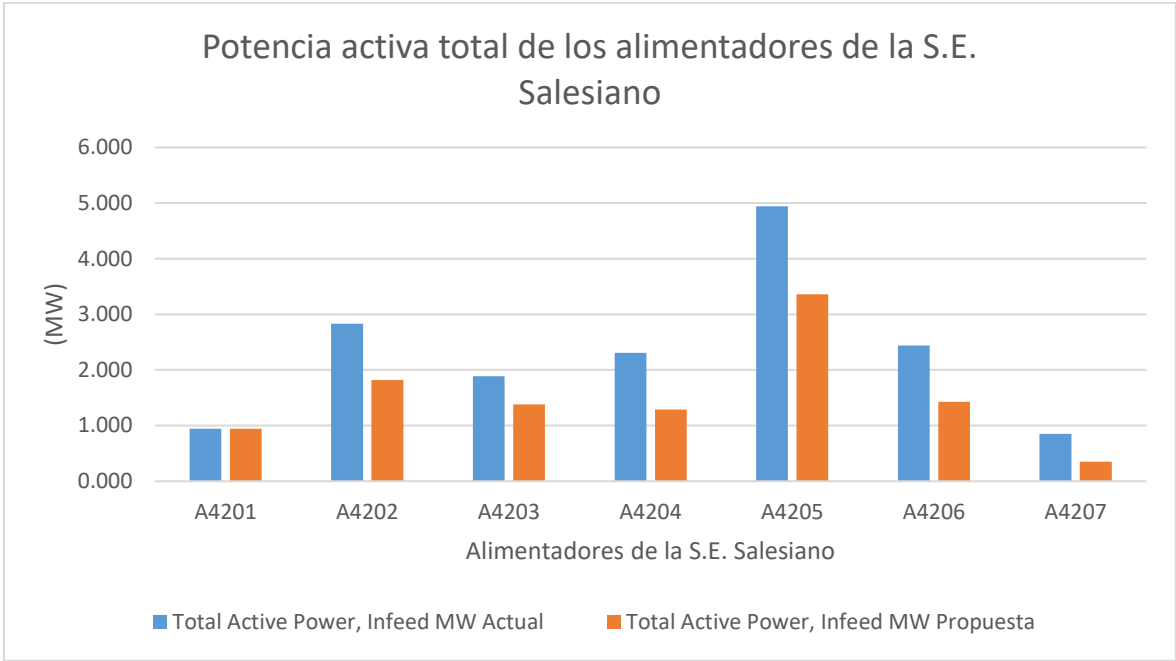


Figura 43. Potencia activa total de los alimentadores de la S.E. Salesiano.

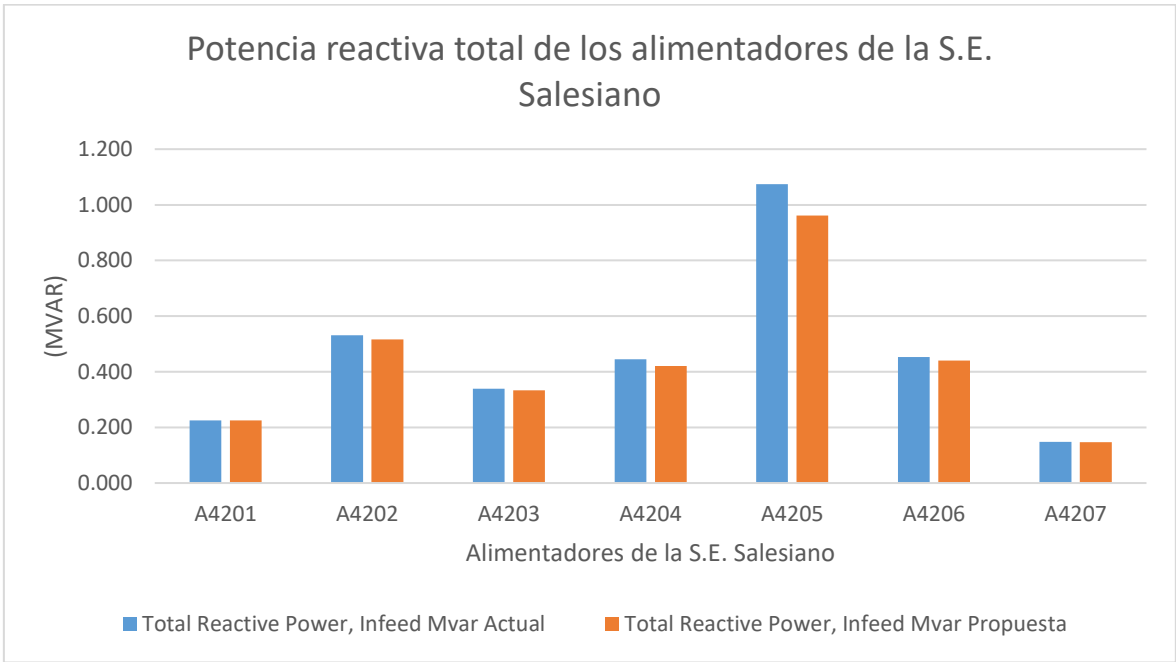


Figura 44. Potencia reactiva total de los alimentadores de la S.E. Salesiano.

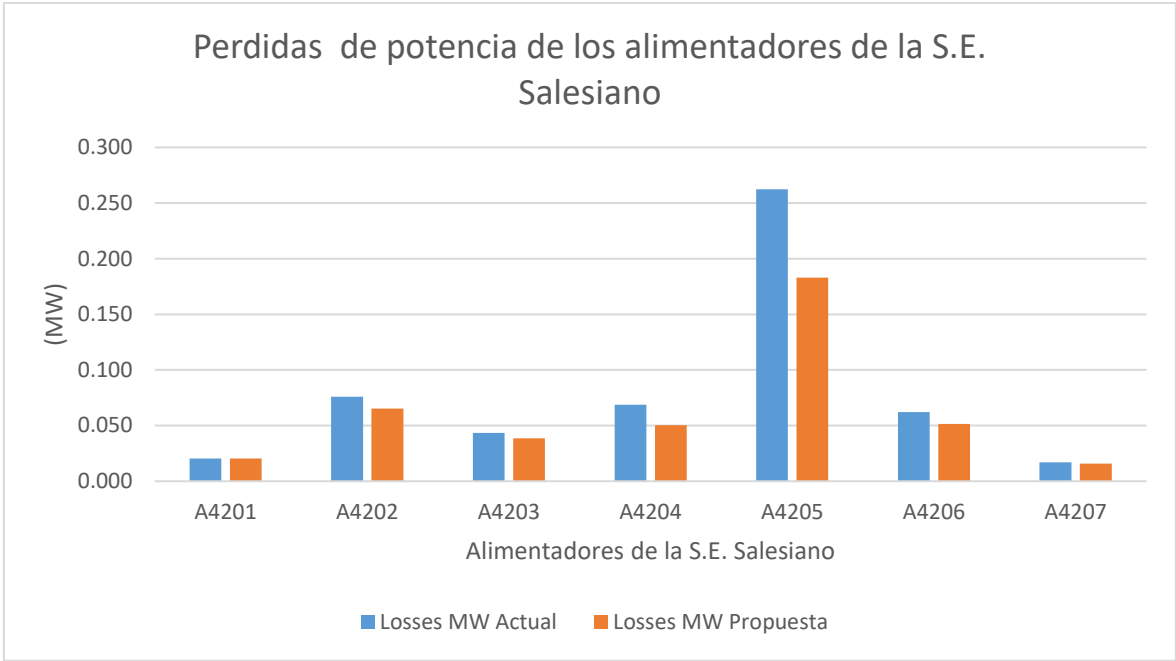


Figura 45. Pérdidas de potencia de los alimentadores de la S.E. Salesiano.

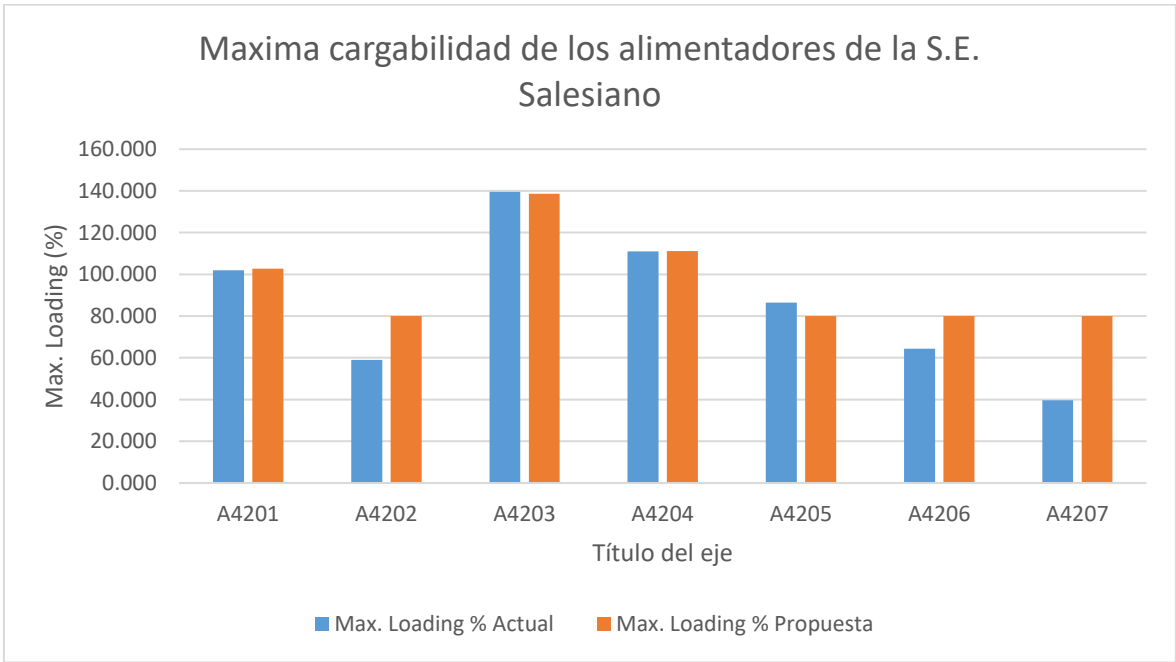


Figura 46. Máxima cargabilidad de los alimentadores de la S.E. Salesiano.

CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis un estudio flujo de carga y de cortocircuito después de la instalación de generadores distribuidos a cada circuito alimentador en media tensión de la S.E. Salesiano, se puede concluir que estos micro generadores distribuidos mejoran el consumo de potencia activa, reactiva, disminuyen pérdidas y maximizan la cargabilidad de los alimentadores.

Además, se concluye que si existen efectos positivos cuando se instalan los micro generadores distribuidos de potencia de 500 kW en los 07 alimentadores de la S.E. Salesiano, teniendo en total 13 generadores distribuidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CALLASI, J. Impactos por la integración de la generación distribuida con energía solar fotovoltaica en redes de media tensión de la ciudad del Cusco. Tesis Doctoral (Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2020.
2. RAMOS, N. y ESPINOZA, W. Modelamiento de generación distribuida fotovoltaica para mejorar del servicio eléctrico del alimentador Caudivilla-51 de Enel distribución Perú. Tesis de Maestría (Maestro en Ingeniería Eléctrica). Callao: Universidad Nacional del Callao, 2023.
3. GUTIÉRREZ, E. Análisis del impacto de la introducción de la generación distribuida en las redes de distribución eléctrica de la Unidad de Negocios Chiclayo-Electronorte S.A. de la Región de Lambayeque. Tesis de Maestría (Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2021.
4. GARCÍA, S. Desarrollo de un relevador para protección de generación distribuida en redes de media tensión. México: Instituto Politécnico Nacional, 2015.
5. SEGURA, I. Evaluación del impacto de la generación distribuida en sistemas de distribución primaria de energía eléctrica. Tesis Doctoral. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2005.
6. MARTÍN, A. Evaluación del impacto de la generación distribuida en la operación y planificación de las redes de distribución eléctrica. Proyecto de Fin de Carrera. España: Universidad Pontificia Comillas, 2006.
7. SANZ, F. *El tortuoso camino hacia la generación distribuida y el autoconsumo en el derecho español. El impuesto "al sol"*. España: Universidade da Coruña, 2019. ISBN: 978-84-7351-673-0.
8. ALMEIDA, W. Generación distribuida y su potencial aplicación en Ecuador. Revista Técnica "Energía", 2006, 2(1).
9. REYNAL, F. [En línea]. ¿Cómo la generación distribuida cambia al consumidor de energía?, 2021. Disponible en: <https://blog.softtek.com/es/generacion-distribuida>.
10. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley N° 28832, Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica. Lima: El Peruano, 2006.
11. RAMIREZ, S. Redes de distribución de energía. Universidad Nacional de Colombia, 2009.
12. NAVAS, W. *Redes de distribución*. Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño", 2015.

13. ENERGYGO [En línea]. ¿Qué es el flicker en electricidad?, 2024. Disponible en: <https://blog.energygo.es/glosario/definicion-flicker/>.
14. TELLEZ, E. *Distorsión armónica*. México: AP&C, 2000.
15. SUÁREZ, P. Impacto de la generación eólica y solar en el sistema eléctrico de Baja California Norte. Tesis de Maestría (Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica). México: Instituto Politécnico Nacional, 2010.
16. MURILLO, W. [En línea]. La investigación científica, 2008. Disponible en: <http://www.monografias.com/>.
17. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

ANEXOS

Anexo 1. Proyección de la demanda.

A4201

Año	Demanda (MW)
0	3.135
1	3.185
2	3.236
3	3.288
4	3.340
5	3.394
6	3.448
7	3.503
8	3.559
9	3.616
10	3.674
11	3.733
12	3.793
13	3.853
14	3.915
15	3.978
16	4.041
17	4.106
18	4.172
19	4.238
20	4.306

A4202

Año	Demanda (MW)
0	2.754
1	2.799
2	2.843
3	2.889
4	2.935
5	2.982
6	3.030
7	3.078
8	3.127
9	3.177
10	3.228
11	3.280
12	3.332
13	3.386
14	3.440
15	3.495
16	3.551
17	3.608
18	3.665
19	3.724
20	3.784

A4203

Año	Demanda (MW)
0	1.845
1	1.875
2	1.905
3	1.935
4	1.966
5	1.998
6	2.029
7	2.062
8	2.095
9	2.128
10	2.163
11	2.197
12	2.232
13	2.268
14	2.304
15	2.341
16	2.379
17	2.417
18	2.455
19	2.495
20	2.535

A4204

Año	Demanda (MW)
0	2.239
1	2.275
2	2.312
3	2.349
4	2.386
5	2.424
6	2.463
7	2.503
8	2.543
9	2.583
10	2.625
11	2.667
12	2.709
13	2.753
14	2.797
15	2.842
16	2.887
17	2.933
18	2.980
19	3.028
20	3.076

A4205

Año	Demanda (MW)
0	4.680
1	4.755
2	4.831
3	4.908
4	4.987
5	5.067
6	5.148
7	5.230
8	5.314
9	5.399
10	5.485
11	5.573
12	5.662
13	5.753
14	5.845
15	5.938
16	6.033
17	6.130
18	6.228
19	6.327
20	6.429

A4206

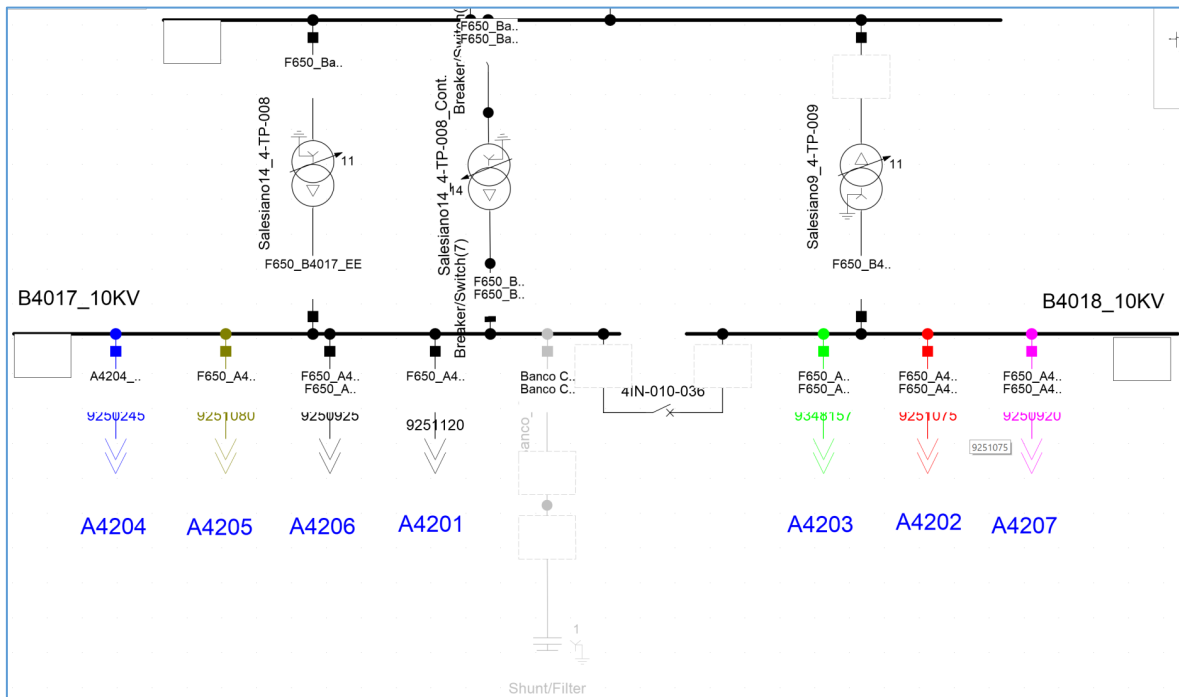
Año	Demanda (MW)
0	2.376
1	2.414
2	2.453
3	2.492
4	2.532
5	2.573
6	2.614
7	2.656
8	2.698
9	2.741
10	2.785
11	2.830
12	2.875
13	2.921
14	2.968
15	3.015
16	3.064
17	3.113
18	3.162
19	3.213
20	3.264

A4207

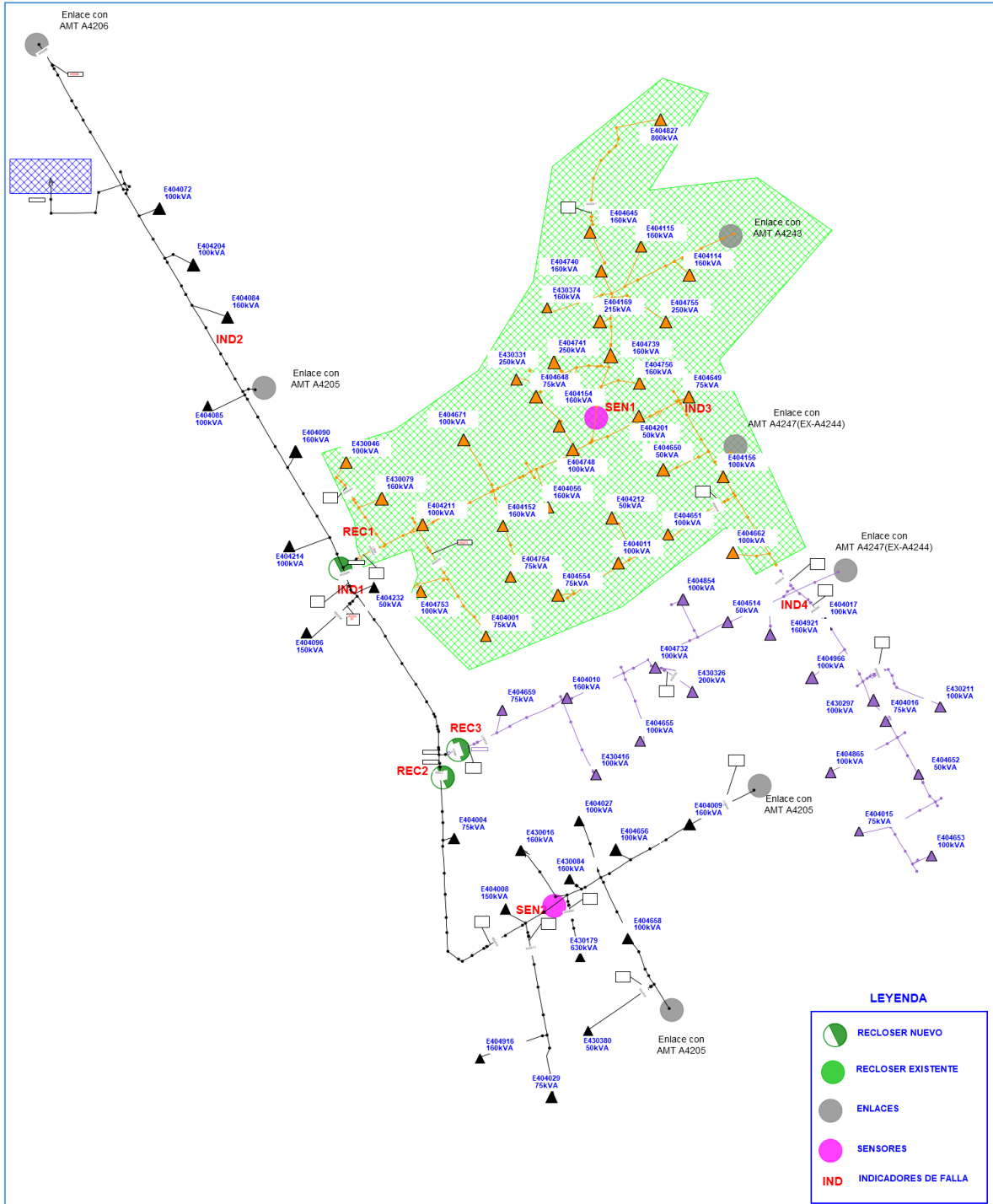
Año	Demanda (MW)
0	0.837
1	0.850
2	0.864
3	0.878
4	0.892
5	0.906
6	0.921
7	0.935
8	0.950
9	0.965
10	0.981
11	0.997
12	1.013
13	1.029
14	1.045
15	1.062
16	1.079
17	1.096
18	1.114
19	1.131
20	1.150

Anexo 2. Diagramas unifilares.

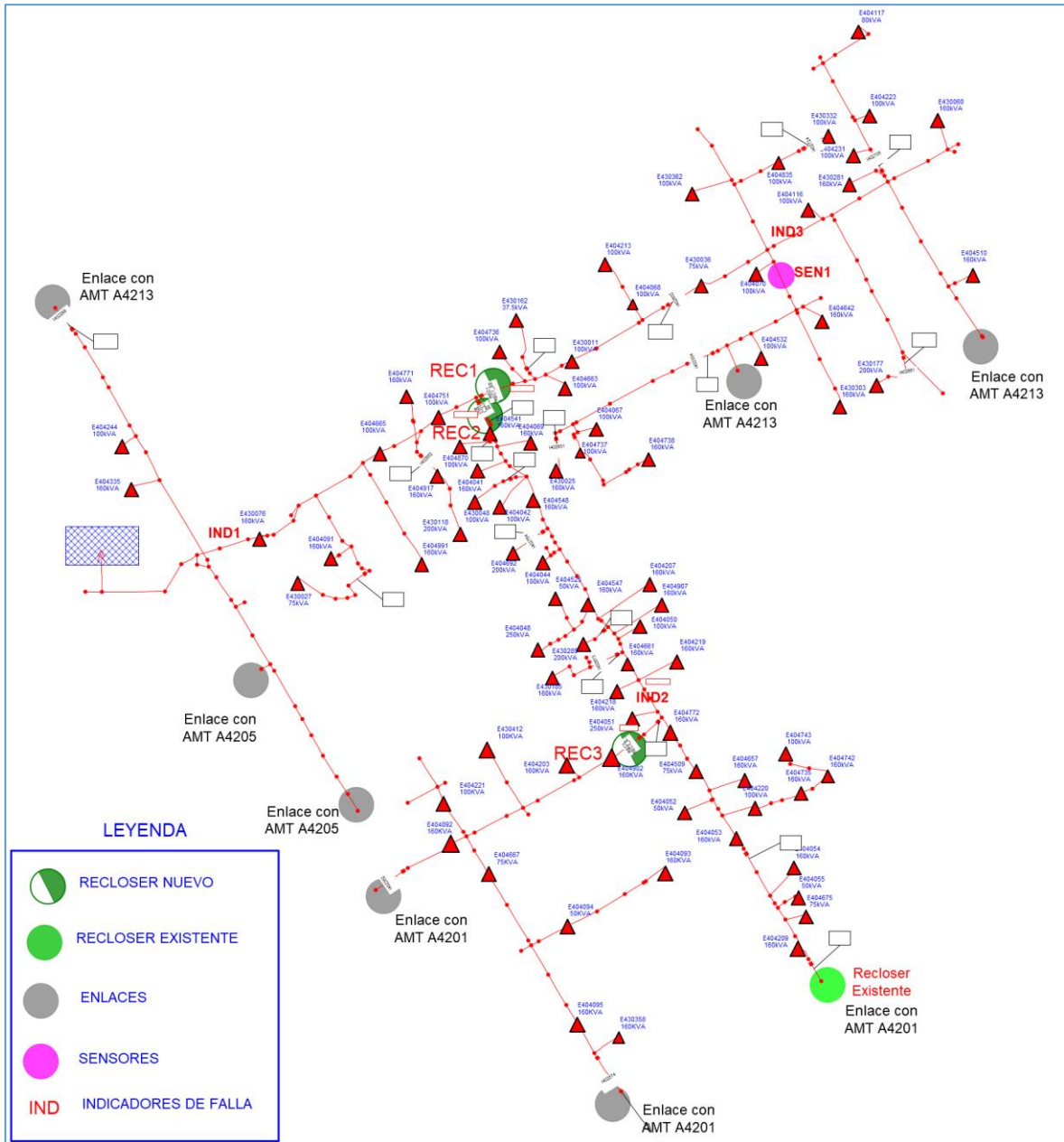
Diagrama unifilar general:



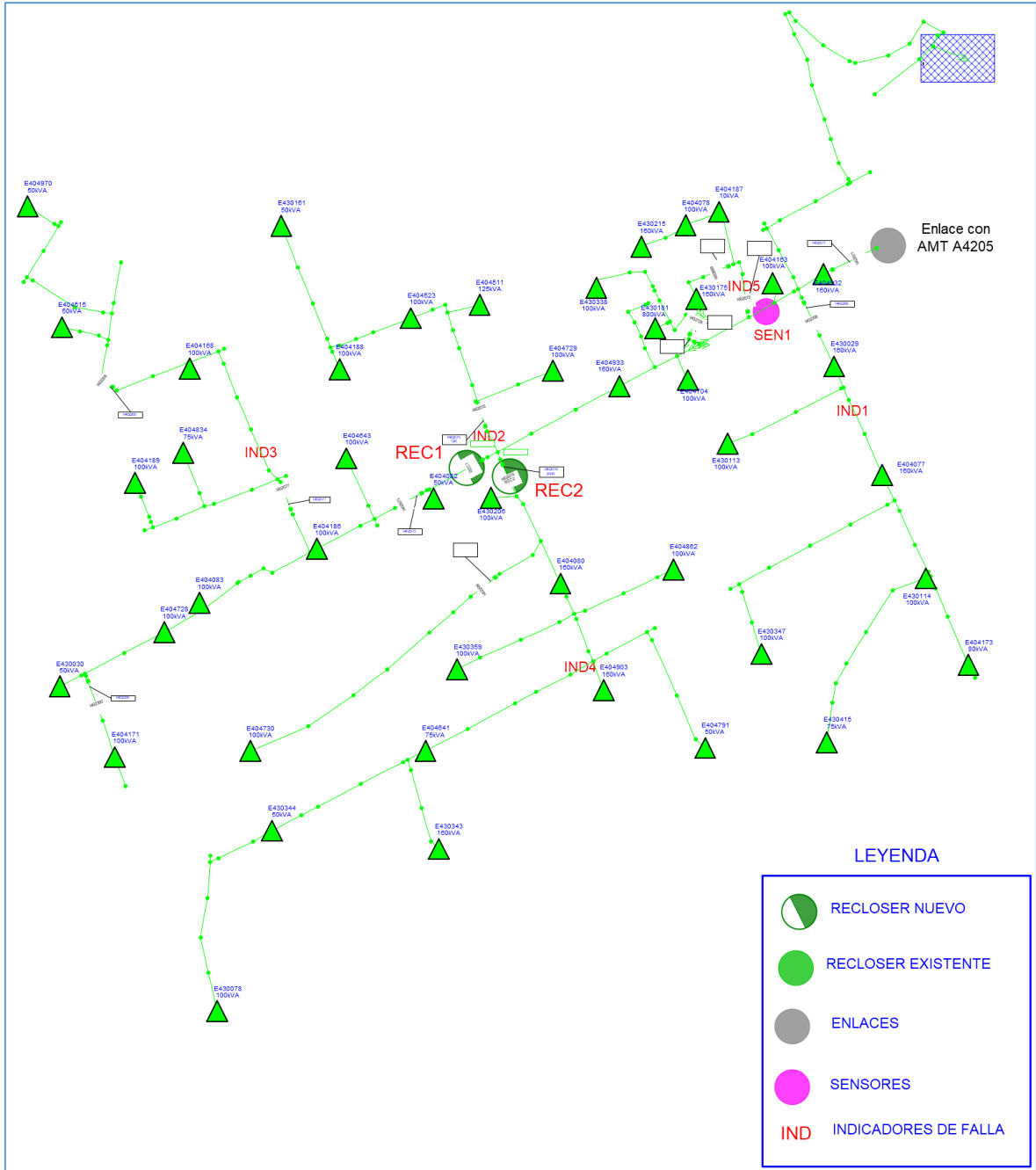
A4201:



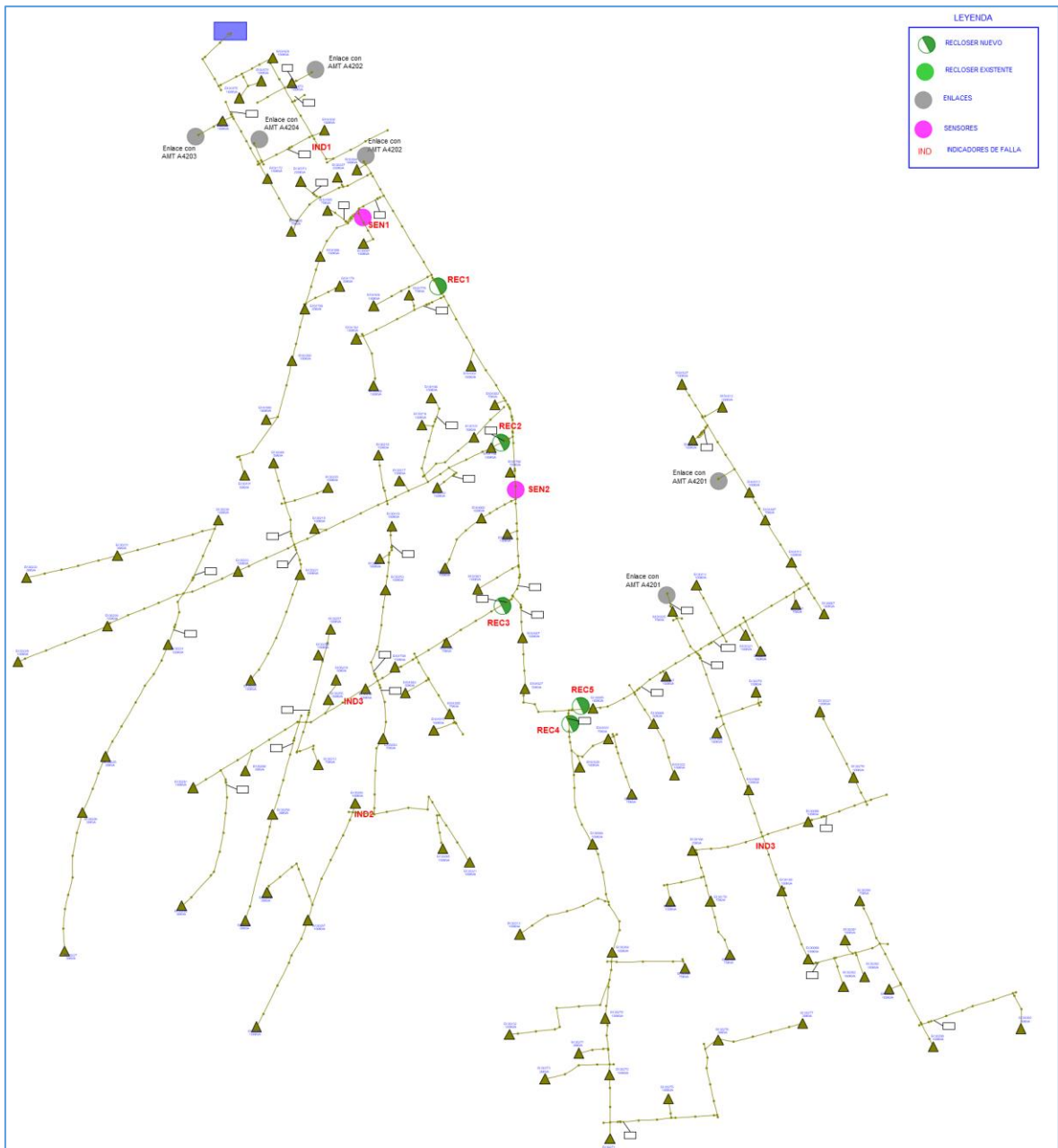
A4202:



A4203:

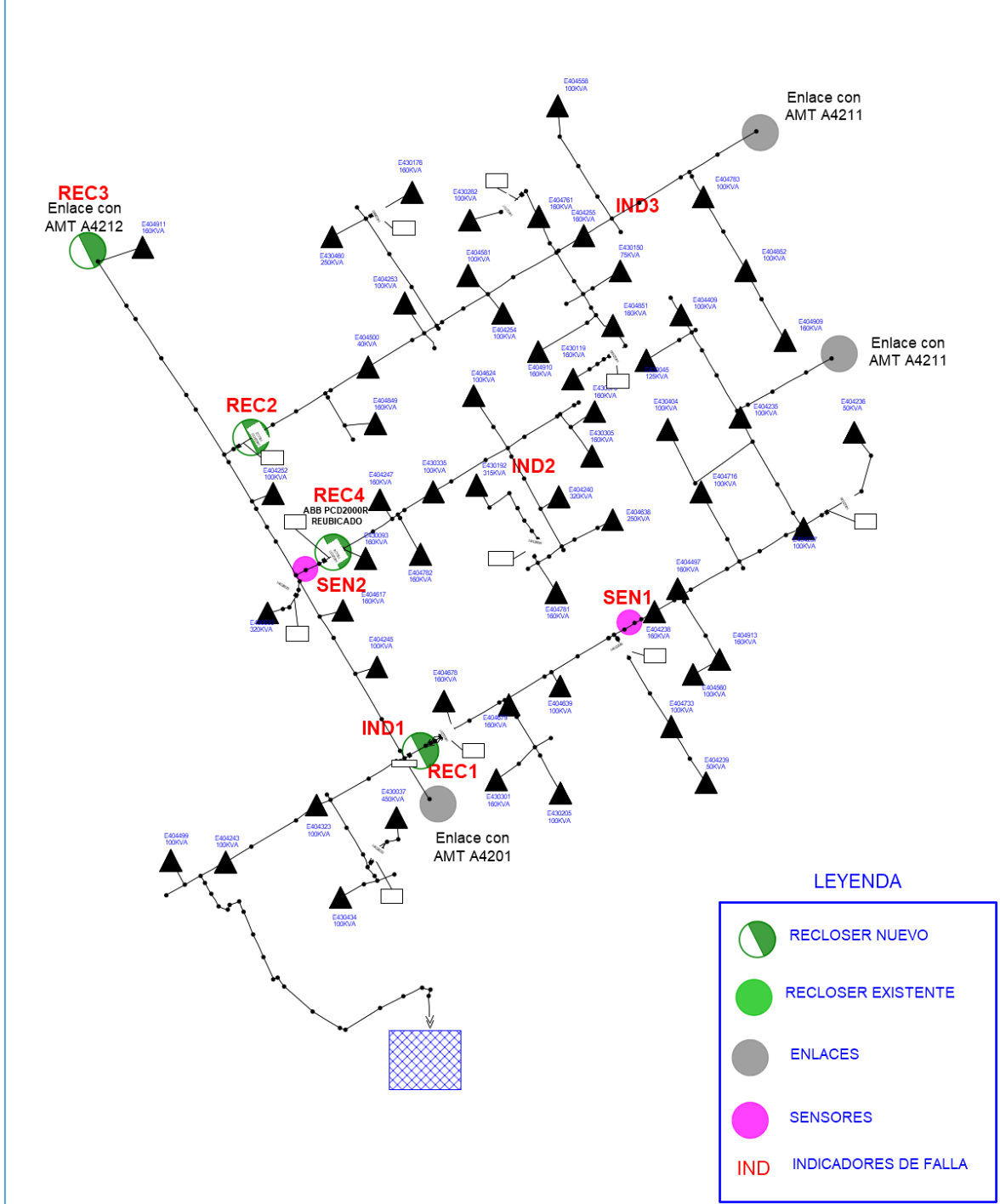


A4205:



A4206:

SUBESTACION SALESIANO AMT A4206_10KV



A4207:

