

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMÁTICA Y MECÁNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS:

**ESTUDIO DE LA CARGABILIDAD DE LOS ALIMENTADORES EN MT
CACHIMAYO CA-03 Y CA-02 PROYECTADO AL AÑO 2025-2030**

PRESENTADO POR:

Br. ELISBAN CHILLITUPA SEGOVIA

Br. FREDDY MANCCO HANCCO

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRICISTA**

ASESOR:

Dr. Ing. JOSÉ WILFREDO CALLASI QUISPE

CUSCO –PERU

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor JOSE WILFREDO CALLASI QUISPE
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesistitulada: ESTUDIO DE LA CARGABILIDAD
DE LOS ALIMENTADORES EN MT CACHIMAYO CA-03 Y
CA - 02 PROYECTADO AL AÑO 2025 - 2030

Presentado por: ELISBAN CHILLITUPA SEGOVIA DNI N° 73505051 ;
presentado por: FREDDY MANCCO HANCCO DNI N°: 73977498

Para optar el título Profesional/Grado Académico de
INGENIERO ELECTRICISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 7 de ABRIL de 2026.....

Firma

Post firma JOSE W. CALLASI Q.

Nro. de DNI 23812797

ORCID del Asesor 0000-0003-0714-4499

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:575479499

ESTUDIO DE LA CARGABILIDAD DE LOS ALIMENTADORES EN MT CACHIMAYO CA-03 Y CA-02 PROYECTADO AL AÑO 2025-2...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:575479499

Fecha de entrega

6 abr 2026, 8:24 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

6 abr 2026, 8:28 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

ESTUDIO DE LA CARGABILIDAD DE LOS ALIMENTADORES EN MT CACHIMAYO CA-03 Y CA-02 PROY....pdf

Tamaño del archivo

7.4 MB

261 páginas

67.066 palabras

252.222 caracteres




8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe



- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
85 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
27 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

PRESENTACIÓN

Señor.

Decano de la facultad de Ingeniería: Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica.

En cumplimiento con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos Vigentes, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Electricista, presentamos a vuestra consideración la tesis intitulada:

**“ESTUDIO DE LA CARGABILIDAD DE LOS ALIMENTADORES EN MT
CACHIMAYO CA-03 Y CA-02 PROYECTADO AL AÑO 2025-2030”**

Br. Elisban Chillitupa Segovia

Br. Freddy Mancco Hanco

DEDICATORIA

A Dios, por poner en mi camino grandes y maravillosas personas que han fortalecido mi vida. A mis padres Wilbert y Faustina, a mi hermana Ana, por su apoyo y motivación permanente. Los disfruto y los valoro enormemente.

A mi pareja Rossy y mis familiares por sus muy buenos consejos y apoyo en momentos complicados.

Elisban chillitupa Segovia

A Dios, por guiar mis pasos, darme fuerza en los momentos más difíciles. A mi amada esposa Luz por su amor, paciencia y por ser mi compañera en este camino. A mis padres Mateo y Juana Francisca, por su ejemplo, sacrificio y apoyo constante, pilares fundamentales en mi vida. A mis hermanas Luz Marina, Noemi y Nayda, por su cariño, ánimo y por siempre estar presentes con una palabra de aliento.

A todos ustedes, con todo mi corazón, dedico este logro.

Freddy Mancco Hanco

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a nuestro asesor, **Dr. José Wilfredo Callasi Quispe**, por la orientación constante brindada, la cual fue fundamental para enfocar adecuadamente nuestro proyecto de tesis y clarificar la metodología empleada.

Asimismo, agradecemos a nuestros dictaminadores, **M.Sc Vladimiro Casildo Canal Bravo** y **Dr. Edgar Zacarias Alarcón Valdivia**, quienes, brindaron su dedicación, rigurosidad y profundo interés en el desarrollo del estudio, contribuyendo de manera significativa al fortalecimiento y mejora del presente trabajo de investigación.

De igual manera, expresamos nuestro reconocimiento a la **Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica** por la oportunidad de formarnos académica y profesionalmente en su prestigiosa institución, aportándonos los conocimientos, habilidades y el apoyo necesario para la consecución de uno de nuestros principales objetivos profesionales y la empresa Electro Sur Este S.A.A. por brindarnos la información requerida para el desarrollo de este proyecto de tesis.

Br. Elisban Chillitupa Segovia

Br. Freddy Mancco Hancco

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación analiza la cargabilidad de las redes de media tensión con un horizonte de proyección al año 2030. Se realiza la predicción de la demanda futura a partir de las máximas demandas anuales y de los perfiles de carga de los usuarios del área de estudio, con el fin de determinar la alternativa técnica más adecuada. Mediante el uso de software de flujo de potencia, se simulan los alimentadores CA-03 y CA-02 para obtener resultados cercanos a las condiciones reales de operación, y se plantea una propuesta que garantice el abastecimiento de energía de forma eficiente para los usuarios en el año 2030.

El trabajo de tesis titulado “ESTUDIO DE LA CARGABILIDAD DE LOS ALIMENTADORES EN MT CACHIMAYO CA-03 Y CA-02 PROYECTADO AL AÑO 2025-2030”:

La tesis se estructura en cinco capítulos:

Capítulo I presenta los aspectos generales de la investigación, incluyendo el problema, objetivos, hipótesis, indicadores y metodología.

Capítulo II desarrolla el marco teórico, incorporando definiciones y conceptos de la Ingeniería Eléctrica y las simbologías normalizadas por el Código Nacional de Electricidad (CNE) – Terminología, con énfasis en la Distribución Eléctrica.

Capítulo III expone el diagnóstico técnico de los alimentadores, describiendo sus características y condiciones operativas actuales.

Capítulo IV se analiza la proyección de la demanda en base a la demanda de energía histórica de los alimentadores CA-02 y CA-03 y se desarrolla un programa computacional (MATLAB) para optimizar los cálculos, finalizando con la simulación del flujo de potencia proyectado al año 2030.

Capítulo V presenta el análisis de los resultados, propone una solución a las limitaciones de cargabilidad y evalúa su viabilidad mediante indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es determinar el nivel de cargabilidad de los AMT CA-02 y CA-03 en 10.5 kV de la subestación Cachimayo (ELP) TR4, considerando la proyección de demanda para el periodo 2025-2030. Esto permitirá evaluar cómo evoluciona la cargabilidad tanto en las subestaciones de distribución como en las líneas de media tensión.

La metodología utilizada corresponde al método **hipotético-deductivo** y se desarrolla dentro de un enfoque **descriptivo**, empleando datos de mediciones proporcionados por la empresa concesionaria Electro Sur Este. En esta investigación se utiliza el software **DigSilent PowerFactory** como herramienta de simulación. Gracias a estas simulaciones, se determinaron los niveles de cargabilidad en las troncales y subestaciones de distribución de los alimentadores CA-03 y CA-02, además del análisis de flujo de potencia y la evaluación de las caídas de tensión en nodos y en los extremos de las líneas de media tensión.

Finalmente, se procedió a reemplazar subestaciones de distribución y tramos de línea que presentaban sobrecarga, logrando una reducción significativa de la cargabilidad, de hasta un 50 %, en las subestaciones analizadas, considerando la proyección de demanda para el periodo 2025-2030.

Palabras clave: Cargabilidad, Demanda eléctrica, Nivel de tensión, Flujo de carga.

ABSTRACT

The main objective of this study is to determine the loadability level of the AMT feeders CA-02 and CA-03 at 10.5 kV of the Cachimayo (ELP) TR4 substation, considering the projected demand for the period 2025–2030. This analysis enables the evaluation of how loadability evolves in both distribution substations and medium-voltage lines.

The methodology applied corresponds to the hypothetical–deductive method and is developed within a descriptive approach, using measurement data provided by the concessionaire Electro Sur Este. The DigSilent PowerFactory software is employed as the simulation tool for this research. Through these simulations, the loadability levels of the main lines and distribution substations of feeders CA-03 and CA-02 were determined, along with the power flow analysis and the evaluation of voltage drops at nodes and along the ends of the medium-voltage lines.

Finally, distribution substations and line segments that presented overload conditions were replaced, achieving a significant reduction in loadability up to 50% in the analyzed substations, considering the demand projection for the 2025–2030 period.

Keywords: Loadability, Electrical demand, Voltage level, Load flow.

CONTENIDO

Presentación.....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Introducción.....	IV
Resumen.....	VI
Abstract.....	VII
Índice De Tablas.....	XV
Índice De Figuras.....	XVII
Glosario.....	XX
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Ámbito Geográfico.....	1
1.2 El Problema.....	2
1.2.1 Planteamiento del Problema	2
1.3 Formulación del Problema	6
1.3.1 Problema General.....	6
1 Problemas Específicos.....	6
1.4 Objetivos de la Investigación.....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
1.5 Identificación de Variables e Indicadores	7
1.5.1 Variables Independientes	7
1.5.2 Variables Dependientes	7

1.5.3	Variables Intervinientes	7
1.6	Matriz de operacionalización de Variables	8
1.7	Justificación del problema.....	8
1.8	Justificación Técnica.....	9
1.9	Justificación Social.....	10
1.10	Alcances y Limitaciones	10
1.10.1	Alcances.....	10
1.10.2	Limitaciones.....	10
1.11	Hipótesis.....	11
1.11.1	Hipótesis general.....	11
1.11.2	Hipótesis específicas.....	11
1.12	Metodología	12
1.12.1	Características de la investigación	12
1.13	Matriz de consistencia.....	13
2	CAPITULO II.....	15
	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	15
2.1	Introducción	15
2.2	Antecedentes de la Investigación.....	15
2.2.1	Antecedentes Locales.....	15
2.2.2	Antecedente Nacional	17
2.2.3	Antecedente Internacional	18
2.3	Cargabilidad	18
2.4	Análisis de la Carga Eléctrica	19

2.4.1	Carga Eléctrica.....	19
2.4.2	Densidad de Carga	19
2.4.3	Distribución de Carga	19
2.4.4	Crecimiento de la Demanda.....	19
2.5	Cargabilidad de Transformador	19
2.5.1	Criterio Para Determinar la Cargabilidad en Transformadores	19
2.6	Cargabilidad de Línea de Media Tensión (MT).....	20
2.7	Sistema de Distribución	21
2.7.1	Clasificación de los Sistemas de Distribución	22
2.7.2	Componentes Básicos de un Sistema de Distribución	23
2.8	Diseño de Sistemas de Distribución.....	24
2.8.1	Red radial	24
2.9	Red Anillo	26
2.10	Niveles de Tensión Existentes y Recomendadas	27
2.11	Análisis de la Demanda Eléctrica	28
2.11.1	Demanda Eléctrica	28
2.11.2	Demanda Máxima.....	28
2.11.3	Factor de Carga.....	28
2.12	Curva de la Demanda	29
2.13	Método de Extrapolación para el Pronóstico de Demanda de Energía y Potencia	30
2.13.1	Cambio Aritmético o lineal.....	30
2.13.2	Cambio Geométrico o Exponencial	32
2.13.3	Crecimiento Logístico.....	33

2.13.4	Refrigeración Transformador de Potencia	35
2.13.5	Nivel de Potencia y Tamaño de un Transformador.	35
2.14	Conductores en Redes de Media Tensión MT	36
2.14.1	Conductor Eléctrico	36
2.14.2	Partes de los Conductores	36
2.15	Subestaciones de Distribución	37
2.16	Flujo de Potencia.....	40
2.17	Digsilent Power Factory Versión 2024.....	41
2.18	Marco Normativo.....	43
3	CAPITULO III.....	44
EVALUACIÓN Y DIAGNOSTICO DE LA CARGABILIDAD DE LOS ALIMENTADORES		
DE MEDIA EN 10.5KV Y SED 138/34.5/10.5 KV.....		
3.1	Introducción	44
3.2	Descripción del Transformador de Potencia Cachimayo 6/3/3 MVA con Niveles de Tensión 138/34.5/10.5 KV.....	44
3.3	Descripción General de los Alimentadores CA-03, CA-02 y SED TR4 (138/34.5/10.5KV).....	46
3.4	Ubicación de los Alimentadores	46
3.4.1	Descripción General del Alimentador CA-03.....	47
3.4.2	Descripción General del Alimentador CA-02.....	52
3.5	Alumbrado Público	57
3.5.1	Alumbrado Público Alimentador CA-03	57
3.5.2	Alumbrado Público Alimentador CA-02	59

3.6	Topología de los Alimentadores CA-03 y CA-02.....	60
3.6.1	Topología Alimentador CA-03	61
3.6.2	Topología Alimentador CA-02.....	62
3.7	Diagrama Unifilar de los Alimentadores CA-03, CA-02 y SED 138/34.5/10.5 KV	63
3.7.1	Diagrama Unifilar de los Alimentadores CA-03	63
3.7.2	Diagrama Unifilar de los Alimentadores CA-02	64
3.8	Cargabilidad de los Alimentadores CA-03, CA-02 y SED 138/34.5/ 10.5 KV.....	65
3.9	Evaluación de la Cargabilidad	65
3.10	Situación Actual de la Cargabilidad de los Alimentadores CA-03 y CA-02 y SED 138/34.5/ 10.5 KV	67
3.10.1	Situación Actual del Transformador de Potencia 6/3/3 MVA con Niveles de Tensión 138/34.5/ 10.5 KV.....	67
3.10.2	Situación Actual de los Alimentadores CA-03 y CA-02	69
3.11	Diagnóstico Actual de la Demanda de Energía de los Alimentadores CA-03 y CA-02	69
3.11.1	Demanda Histórica de Energía Alimentador CA-03	69
3.11.2	Demanda Histórica de Energía Alimentador CA-02	73
3.11.3	Simulación de los Alimentadores CA-03 y CA-02 y SED Cachimayo 6/3/3 MVA Usando el Software Digsilent Power Factory.....	77
4	CAPITULO IV	83
	ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE LOS ALIMENTADORES CA-03 y CA- 02.....	83
4.1	Análisis y Elección del Método de Proyección de Demanda	83

4.2	Ventajas y Desventajas de la Proyección de Demanda.....	83
4.3	Método Geométrico Seleccionado	84
4.4	Disponibilidad de Datos y Perspectiva de Estudio.	85
4.5	Análisis de Demanda Máxima de los Alimentadores CA-03 y CA-02	85
4.6	Factor de Carga de los Alimentadores CA-03 y CA-02	86
4.7	Taza de Crecimiento del Consumo de los Alimentadores CA-03 y CA-02	87
4.8	Desarrollo de Programa para la Proyección de Demanda.....	88
4.8.1	Diagrama Flujo Matlab	88
4.9	Resultados de la Proyección de Demanda Para los Años 2025-2030.....	89
4.9.1	Proyección de Demanda del Alimentador CA-02	89
4.9.2	Proyección de Demanda del Alimentador CA-03	96
4.10	Reporte de Simulación Para los Años Proyectados	102
4.10.1	Análisis de Cargabilidad de los Alimentadores CA-03 y CA-02 Para los Años 2026 al 2030.....	102
4.10.2	Cargabilidad de las líneas de MT alimentador CA-02.....	106
4.10.3	Cargabilidad de SED's del alimentador CA-03.....	112
4.10.4	Cargabilidad de las líneas de MT Alimentador CA-03	116
4.11	Análisis de la Caída de Tensión de los alimentadores CA-03 y CA-02 periodo 2026- 2030.....	126
4.11.1	Análisis de la Caída de Tensión para los Años Proyectados 2026-2030 del Alimentador CA-02	126
4.11.2	Análisis de la Caída de Tensión para los Años Proyectados 2026-2030 del Alimentador CA-03	136

4.12 Evolución de la cargabilidad de la SED Cachimayo 6/3/3 MVA para los años proyectados 2026-2030.....	146
5 CAPITULO V.....	148
ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA PARA LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE CARGABILIDAD AL 2030	148
5.1 Introducción	148
5.2 Planteamiento de Alternativas Formuladas.....	148
5.2.1 Alternativa Planteada N° 1	148
5.2.2 Alternativa Planteada N° 2	169
5.3 Selección de la Alternativa Propuesta para la Solución a los Problemas de Cargabilidad	173
5.3.1 Cargabilidad de la SED Cachimayo y de los Alimentadores (2026-2030)	173
5.4 Análisis Económico	174
5.4.1 Análisis de Costos.....	174
5.4.2 Estudio de Beneficios	177
CONCLUSIONES	181
RECOMENDACIONES.....	184
BIBLIOGRAFÍA	185
ANEXOS	189

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evolución histórica y proyectada de la demanda máxima en hora punta para CA-02 y CA-03 (2018–2030).....	2
Tabla 2 Población absoluta y relativa por área urbana y rural, según distritos 2007.....	5
Tabla 3 Matriz de operacionalización de variables.....	8
Tabla 4 Matriz de consistencia.....	14
Tabla 5 Grados de cargabilidad de transformador	20
Tabla 6 Grados de cargabilidad de la línea en MT	21
Tabla 7 Niveles de tensión existentes en los alimentadores CA-02 Y CA-03.....	27
Tabla 8 Características de los conductores alimentador CA-03	48
Tabla 9 Resumen de los datos generales del alimentador CA-03	48
Tabla 10 Características de los conductores en el alimentador CA-02.....	53
Tabla 11 Datos generales del alimentador CA-02	53
Tabla 12 Características del alumbrado público en el alimentador CA-03	58
Tabla 13 Cantidad de alumbrado público en el alimentador CA-03.....	58
Tabla 14 Características alumbrado público alimentador CA-02	59
Tabla 15 Cantidad de alumbrado público en el alimentador CA-02.....	60
Tabla 16 Clasificación de las horas, hora punta HP y hora fuera de Punta HFP.....	65
Tabla 17 Demanda histórica de energía alimentador CA-03	70
Tabla 18 Demanda histórica de energía alimentador CA-02	73
Tabla 19 Proyección de energía alimentador CA-02 al año 2030	90
Tabla 20 Proyección de energía en el alimentador CA-03 al año 2030.....	96
Tabla 21 Cargabilidad SED's alimentador CA-02 año 2026-2030	102

Tabla 22 Cargabilidad línea MT alimentador CA-02 año 2026-2030	106
Tabla 23 Cargabilidad SED's alimentador CA-03 año 2026-2030	112
Tabla 24 Cargabilidad línea MT alimentador CA-03 año 2026-2030	116
Tabla 25 Análisis de la caída de tensión del alimentador CA-02 año 2026-2030	126
Tabla 26 Análisis de la Caída de tensión del alimentador CA-03 año 2026-2030	136
Tabla 27 Características transformadores alternativa N°1 alimentador CA-03.....	149
Tabla 28 Cargabilidad de las SED's alimentador CA-03 Año 2026-2030 con Aplicación de la Alternativa N°1	150
Tabla 29 Características transformadores alternativa N°1 alimentador CA-02.....	154
Tabla 30 Cargabilidad de las SED's del alimentador CA-02 Año 2026-2030 con Aplicación de la Alternativa N°1	155
Tabla 31 Características línea MT implementada alternativa N°1 alimentador CA-02	159
Tabla 32 Cargabilidad de las líneas de MT alimentador CA-02 Año 2026-2030	159
Tabla 33 Características del TR5 implementado	169
Tabla 34 Características técnicas y evolución de la cargabilidad de los transformadores de la S.E. Cachimayo (2026–2029).....	174
Tabla 35 Valorización de los costos de inversión alimentador CA-02.....	175
Tabla 36 Valorización de los costos de inversión alimentador CA-03.....	176
Tabla 37 Valorización costo de inversión CA-03 y CA-02.....	177
Tabla 38 Ingresos anuales de los alimentadores CA-03 y CA-02 año 2025-2030	178
Tabla 39 Resumen de beneficios y costos 2025-2030	178
Tabla 40 Análisis de Sensibilidad.....	180

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica regional, provincial y distrital	1
Figura 2 Registro histórico y proyección de la demanda máxima en hora punta para los alimentadores CA-02 y CA-03 (2018–2030).....	3
Figura 3 Diagrama Unifilar SED Cachimayo y Alimentador CA-03, CA-02.....	4
Figura 4 Panorama general de la infraestructura eléctrica.....	22
Figura 5 Subestación de transformación Cachimayo-Cusco	23
Figura 6 Diagrama de radial simple.....	25
Figura 7 Diagrama red radial extendido	25
figura 8 Diagrama red radial con uniones	26
Figura 9 Diagrama de red anillo	27
Figura 10 Comportamiento de la demanda.....	30
Figura 11 Crecimiento Lineal	31
Figura 12 Crecimiento exponencial.....	32
Figura 13 Crecimiento de curva logística	33
Figura 14 Subestación eléctrica biposte S.E. cod. 007 0731 alimentador CA-03	35
Figura 15 Partes de un conductor	37
Figura 16 Subestación de distribución simple	38
Figura 17 Portada del programa Digsilent power factory 2024.....	42
Figura 18 Transformador de potencia 6/3/3 MVA tensiones 138/34.5/10.5 Kv	45
Figura 19 Diagrama unifilar subestación de Cachimayo.....	46
Figura 20 Diagrama unifilar Valle Sagrado 03, alimentadores CA-03, CA-02	47
Figura 21 Subestaciones según el tipo de instalación.....	49

Figura 22 Número de SED's alimentador CA-03 por potencia nominal.....	50
Figura 23 Conductores utilizados en el alimentador CA-03.....	51
Figura 24 Usuario por pliego tarifario en el alimentador CA-03	52
Figura 25 Subestaciones según el tipo de instalación.....	54
Figura 26 Número de SED's por potencia nominal alimentador CA-02.....	55
Figura 27 Conductores utilizados en el alimentador CA-02.....	56
Figura 28 Usuarios por pliego tarifario en el alimentador CA-02	57
Figura 29 Topología georreferenciado del alimentador CA-03.....	61
Figura 30 Topología geo referenciado del alimentador CA02	62
Figura 31 Diagrama unifilar del alimentador CA-03.....	63
Figura 32 Diagrama unifilar del alimentador CA-02.....	64
Figura 33 Curva hora punta (HP) y hora fuera de punta (HFP)	66
Figura 34 Evolución de la cargabilidad transformador 6/3/3 MVA año enero 2020-mayo 2025	68
Figura 35 Evolución de la cargabilidad año 2018-2024	69
Figura 36 Cargabilidad del transformador en el año 2025	78
Figura 37 Cargabilidad del alimentador CA-03 año 2025-2030	79
Figura 38 Cargabilidad del alimentador CA-02 año 2025-2030	80
Figura 39 Caída de tensión alimentador CA-02 año 2025.....	81
Figura 40 Caída de tensión en el alimentador CA-02 año 2025	82
Figura 41 Ventajas y desventajas de la proyección de demanda.....	84
Figura 42 Factor de carga de los alimentadores CA-03 y CA-02.....	87
Figura 43 Diagrama del flujo de Matlab.....	88
Figura 44 Energía Proyectada en CA-02 de los Años 2025-2030.....	95

Figura 45 Proyección de demanda del alimentador CA-03	101
Figura 46 Cargabilidad de la Subestación de potencia 6/3/3 MVA para el año 2030	147
Figura 47 Cargabilidad para el año 2030 de los alimentadores y SED's	170
Figura 48 Caída de tensión del Alimentador CA-03 al año 2030.....	171
Figura 49 Caída de tensión Alimentador CA-02 al año 2030.....	172

GLOSARIO DE TÉRMINOS

MT: Media tensión

BT: Baja tensión

SED: Subestación de distribución

CA: Alimentador de la subestación de transformación Cachimayo

k.W.h: kilo Watt-hora

MW: Mega Watt

AAAC: Conductor de aleación de aluminio

N2XSY: Cable de media tensión con aislamiento XLPE y revestimiento de PVC.

CNE: Código nacional de electricidad

DGE: Dirección general de electricidad

kV: Kilo Voltio

L.T.: Línea de transmisión

MINAM: Ministerio del ambiente

MINEM: Ministerio de energía y minas

msnm: Metros sobre el nivel del mar

MVA: Mega volt - amperios

MVAR: Mega volt amperios reactivos

p.u.: Por unidad

S.E.: Subestación eléctrica

SEIN: Sistema eléctrico interconectado nacional

LOAD: Cargabilidad

ONAN: Oil Natural Air Natural- Aceite y aire no forzados

ONAF: Oil Natural Air Natural- Aceite no forzado y aire forzados

ELSE: Electro sur este

C.A.C: concreto armado centrifugado.

MRT: monofásico retorno por tierra.

SED's: Subestaciones de distribución.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

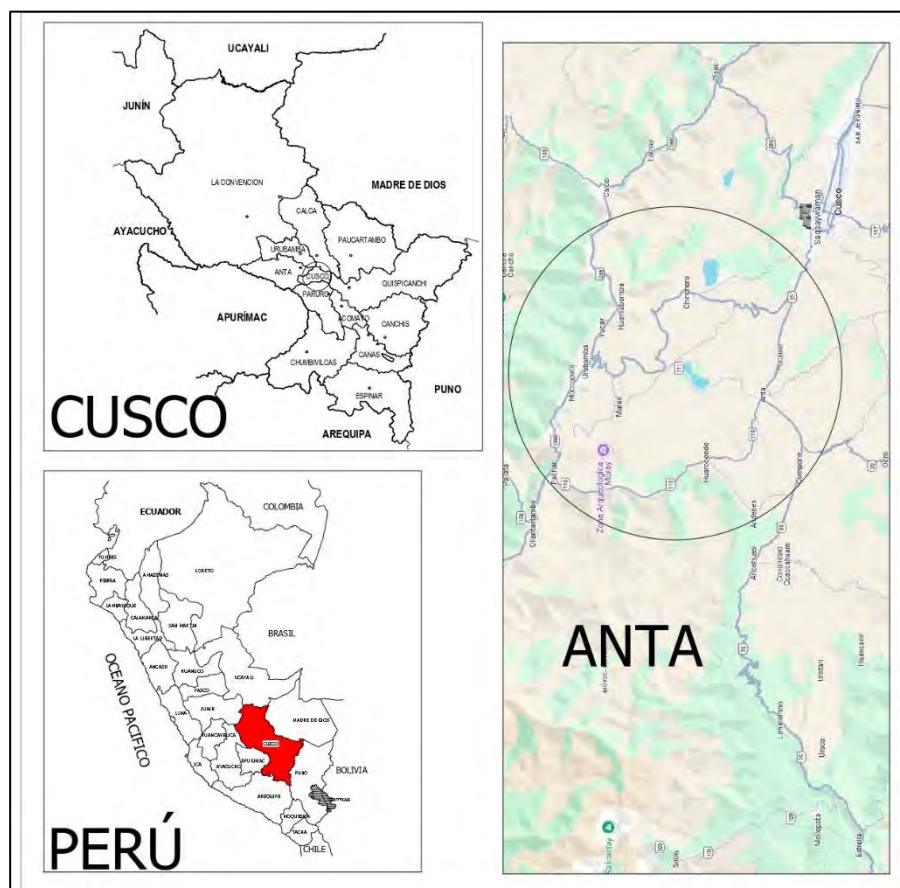
1.1 Ámbito Geográfico

El presente trabajo abarca, en términos geográficos, el recorrido de las redes eléctricas de media tensión de los alimentadores CA-3 y CA-02 perteneciente a la subestación eléctrica de transformación Cachimayo ELP, cuyas redes se extienden:

CA-03: se extiende por los distritos de Cachimayo y Chinchero.

CA-02: se extiende principalmente por la provincia de Anta y sus distritos Pucyura, Huarucondo y Zurite.

Figura 1 Ubicación geográfica regional, provincial y distrital



Fuente: Elaboración propia

1.2 El Problema

1.2.1 Planteamiento del Problema

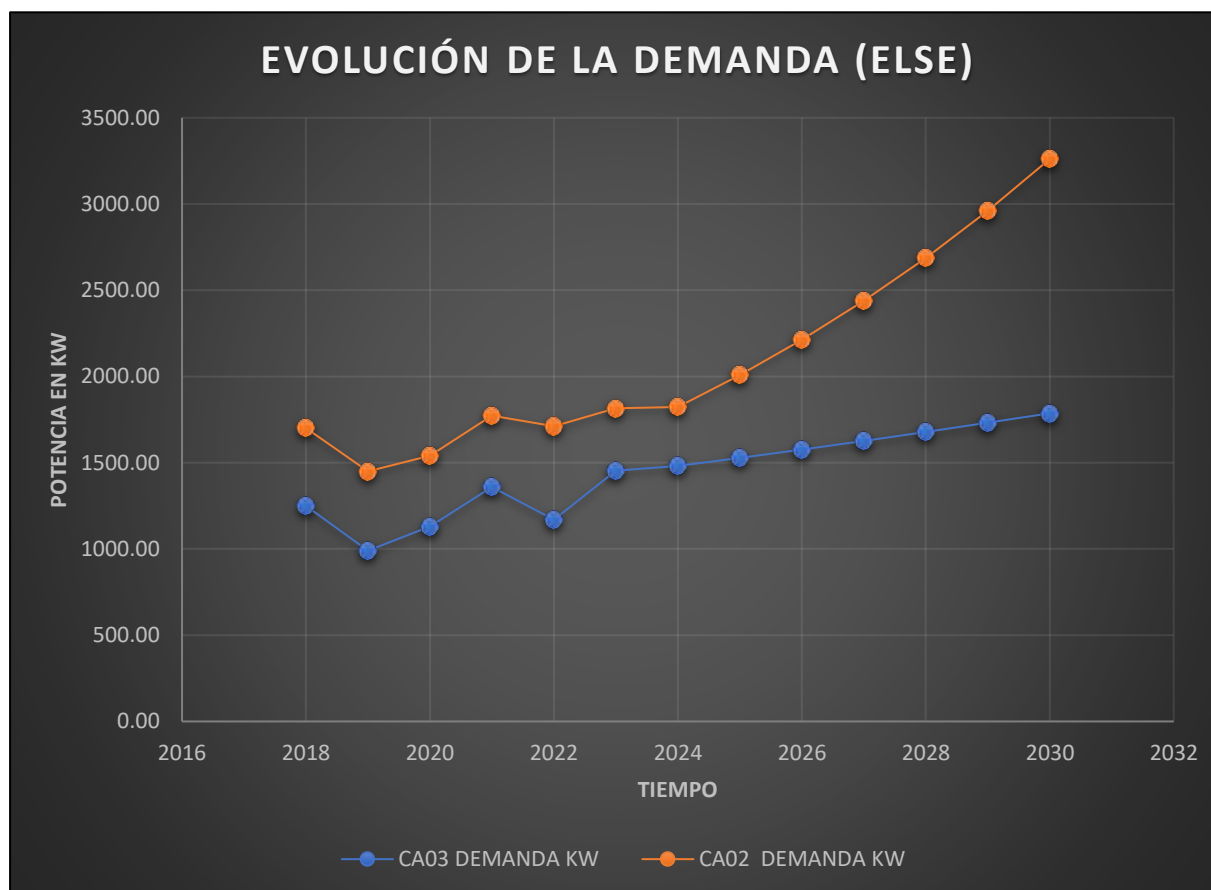
La creciente demanda energética en la región del cusco, especialmente en las zonas de Chinchero alimentador (CA-03) y Anta alimentador (CA-02), ha generado un incremento sostenido en el consumo eléctrico según los reportes de medición de la empresa concesionaria Electro Sur Este S.A.A. como se muestra en la siguiente tabla N° 1 y figura N°2.

Tabla 1 Evolución histórica y proyectada de la demanda máxima en hora punta para CA-02 y CA-03 (2018–2030)

AÑOS	CA-03 DEMANDA (KW)	CA-02 DEMANDA (KW)	TOTAL, SUMA(KW)
2018	1249.00	1701.00	2950.00
2019	990.00	1450.00	2440.00
2020	1130.00	1540.00	2670.00
2021	1359.861572	1773.087891	3132.949463
2022	1169.76709	1711.654541	2881.421631
2023	1453.483154	1814.812134	3268.295288
2024	1481.312866	1823.705444	3305.018311
2025	1528.270484	2009.176288	3537.446772
2026	1576.716658	2213.509517	3790.226175
2027	1626.698576	2438.623434	4065.322011
2028	1678.264921	2686.631438	4364.896359
2029	1731.465919	2959.861855	4691.327774
2030	1786.353389	3260.879805	5047.233194

Fuente: Datos centro de control (ELSE)

Figura 2 Registro histórico y proyección de la demanda máxima en hora punta para los alimentadores CA-02 y CA-03 (2018–2030)

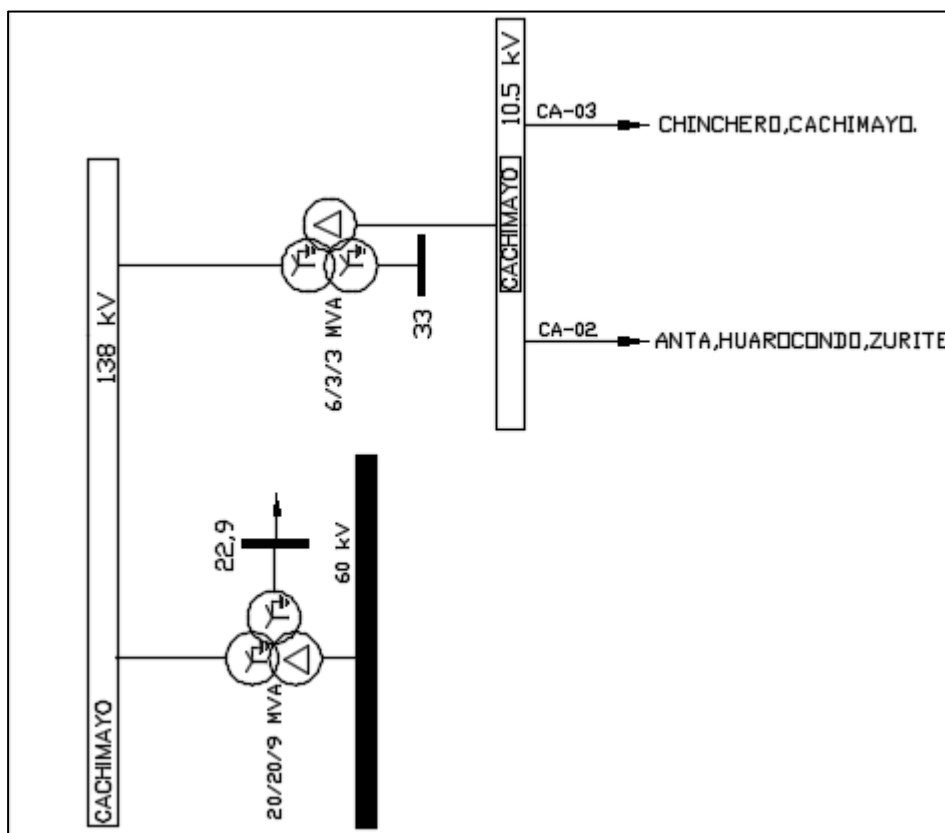


Fuente: Datos centro de control (ELSE)

El aumento en la demanda eléctrica provoca la sobrecarga en los transformadores y las líneas de media tensión (MT), las cuales comienzan a operar por encima de su capacidad, esta situación acelera el desgaste de los equipos conectados a los alimentadores CA-03 Y CA-02. Estos alimentadores trabajan actualmente cercanos a su límite de capacidad con corrientes de 126 A para el alimentador CA-02 y cargabilidad de 79% para una demanda de potencia punta y en el alimentador CA-03 con corriente de 102 A y con cargabilidad de 64%, lo que a su vez reduce su vida útil de los conductores de media tensión y provocando pérdidas económicas a la empresa concesionaria (Electro Sur Este S.A.A).

La Subestación Eléctrica Cachimayo ELP, equipada con un transformador de 6/3/3 MVA, cumple la función de abastecer dicha área mediante una red de distribución en media tensión de 10.5 kV. como se muestra en la siguiente figura N.º 3

Figura 3 Diagrama Unifilar SED Cachimayo y Alimentador CA-03, CA-02



Fuente: Diagrama unifilar (COES-2025)

En el marco del sistema eléctrico del Valle Sagrado 3, la subestación Cachimayo ELP representa un nodo clave, ya que alimenta cargas tanto residenciales como comerciales y de infraestructura pública. La sostenibilidad del suministro depende directamente de la adecuada operación de sus equipos, en especial del transformador principal y los alimentadores.

Por lo tanto, es fundamental realizar un estudio de cargabilidad que permita evaluar la situación actual y proyectar el comportamiento futuro de las redes de media tensión (MT). En el presente trabajo se analiza la Subestación Cachimayo ELP(6/3/3MVA) y los alimentadores

CA-03 y CA-02, debido a que estos alimentadores cubren la mayor demanda de energía anual a los usuarios.

Según al censo nacional de población y vivienda del 2017, la población de la provincia de Urubamba es de 60739 habitantes, con respecto a la población estimada por el ministerio de salud a marzo del 2022 se cuenta con una población de 70940 habitantes como se observa un crecimiento poblacional con una tasa de 0.69 % tal como muestra la tabla 2.

Tabla 2 Población absoluta y relativa por área urbana y rural, según distritos 2007

POBLACION	1993	2007	2010	2013	2015	2017	2022
Total, Provincial	48254	60354	61992	63547	64520	60739	70940
URUBAMBA	13692	18899	19696	20434	20879	20082	24327
CHINCHERO	9146	10060	9986	9868	9763	10477	12482
HUAYLLABAMBA	4736	5318	5304	5266	5228	5499	6302
MACHUPICCHU	2298	5560	6507	7565	8332	5347	5907
MARAS	7437	6716	6382	6032	5794	5946	6677
OLLANTAYTAMBO	8065	10492	10800	11071	11225	10165	11879
YUCAY	2880	3309	3317	3311	3299	3223	3366

Fuente: Censos nacionales de población y vivienda 2017, población estimada ministerio de

Salud

Por lo tanto, el presente estudio permitirá evaluar el impacto de la proyección de la demanda eléctrica, debido a que estos alimentadores tienen una mayor demanda de energía anual que asegure un suministro eléctrico tanto para los usuarios residenciales, comerciales e industriales.

1.3 Formulación del Problema

1.3.1 Problema General

¿Cómo será la Cargabilidad de los alimentadores en MT CA-03 y CA-02 con la proyección de la demanda al año 2025-2030?

Problemas Específicos

P.E.1: ¿Cuál es la condición operativa actual de los alimentadores en MT CA-03, CA-02 y su capacidad de carga?

P.E.2: ¿Qué nivel de carga alcanzarán los alimentadores CA-02, CA-03 y SED's bajo el escenario de demanda proyectada para el periodo 2025-2030?

P.E.3: ¿Qué alternativas pueden proponerse para mejorar la cargabilidad de los alimentadores en MT CA-03 y CA-02 considerando la proyección de la demanda para el año 2025–2030?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar el estudio de Cargabilidad de los Alimentadores Cachimayo CA-03 y CA-02 con la proyección de la demanda al año 2025- 2030.

1.4.2 Objetivos Específicos

O.E.1: Diagnosticar las condiciones operativas actuales de los Alimentadores CA-03 y CA-02 a fin de comprender su estado actual y su capacidad para afrontar la proyección de la demanda al año 2030.

O.E.2: Determinar el nivel de carga que alcanzarán los alimentadores CA-02, CA-03 y SED's bajo el escenario de demanda proyectada para el periodo 2025-2030

O.E.3: Plantear la alternativa más adecuada para abordar la cargabilidad de los alimentadores CA-03 y CA-02 causado por el incremento de la demanda al año 2030.

1.5 Identificación de Variables e Indicadores

1.5.1 Variables Independientes

- Demanda eléctrica

Indicador:

- Consumos de energía (MW- h)
- Potencia activa (MW)
- Potencia reactiva (MVAR)

1.5.2 Variables Dependientes

- Cargabilidad

Indicador:

- Factor de utilización (Fu)
- Nivel de sobrecarga (%)
- Eficiencia

1.5.3 Variables Intervinientes

- Tensión, Potencia eléctrica y corriente

Indicador:

- Vatio(W)
- Voltios (V).
- Amperio(A)
- Ohmios (Ω)

1.6 Matriz de operacionalización de Variables

Tabla 3 Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS
Demanda eléctrica	Ingreso de una nueva potencia demandada por un grupo de usuarios clasificados de acuerdo a sus particularidades y características (DGE,2012)	Demanda máxima proyectada	Factor de utilización (Fu)	MW	Reporte de OSINERMINING, norma CNE y Software DigSilent. Software DigSilent, Reporte Sistemas de Medición – ELSE.
			Potencia activa		
Cargabilidad	La cargabilidad en redes de distribución se refiere a la capacidad de una red eléctrica para soportar el aumento de la demanda de energía sin comprometer la calidad y la seguridad del suministro (Gansino,2020)	Capacidad máxima	Eficiencia	%	Reporte de OSINERMINING, norma CNE y Software DigSilent. Software DigSilent, Reporte Sistemas de Medición – ELSE.
			Vatio	W	
		Capacidad máxima sobrecarga	Voltios	V	Normas de calidad de producto. Software DigSilent, Reporte Sistemas de Medición – ELSE, Especificaciones técnicas del conductor.
			Amperio	A	Software DigSilent, Reporte Sistemas de Medición – ELSE, Especificaciones técnicas del conductor.
			Ohmios	Ω	

Fuente: Elaboración propia

1.7 Justificación del problema

Con el crecimiento de la demanda en los alimentadores CA-03 y CA-02 el sistema eléctrico involucrado, trabaja cercano al límite de capacidad nominal de corriente, existiendo la posibilidad de riesgo del sistema ante la presencia de sobrecargas ocasionando daños en la línea MT 10,5 KV Entonces, surge la necesidad de un estudio de la operación que permitirá identificar y evaluar los posibles problemas que pueden surgir con el incremento de demanda en el alimentador CA-03,

CA-02. Para lo cual es oportuno analizar nuevas alternativas para la operación correcta de la línea MT con la proyección de la demanda al año 2025-2030 en el alimentador.

Esto implica el análisis de parámetros, como la capacidad de conducción de corriente del alimentador, la capacidad de transformadores y equipos de distribución, Al determinar estos factores, se pueden implementar medidas correctivas y estrategias de gestión de carga adecuadas para garantizar un funcionamiento garantizado del sistema eléctrico.

Es importante destacar que un estudio de cargabilidad no solo beneficia a la empresa de distribución eléctrica, sino también a los consumidores y usuarios del servicio. Un suministro de energía eficiente es esencial para el desarrollo económico y social de una región, y cualquier deficiencia en el suministro puede tener consecuencias significativas. Además, un sistema eléctrico bien planificado y gestionado eficientemente contribuye a la adecuada operación de la línea de media tensión, minimizando los impactos ambientales y promoviendo la eficiencia energética.

1.8 Justificación Técnica

Este estudio de análisis de cargabilidad en el alimentador CA-03,CA-02 con la proyección de la demanda es técnicamente justificable debido a la necesidad de evaluar y comprender el impacto de la proyección de la demanda al año 2025-2030.

El crecimiento de la demanda eléctrica en los alimentadores mencionados puede generar desafíos técnicos significativos, como sobrecargas en los equipos de distribución, desequilibrios en la distribución de carga y caídas de tensión. Estos problemas pueden afectar la operación del suministro eléctrico para los consumidores existentes en el alimentador.

1.9 Justificación Social

Este estudio de análisis de Cargabilidad es socialmente justificable ya que garantizará un suministro eléctrico adecuado para el alimentador CA-03 y CA-02 el cual beneficiará el desarrollo económico de distrito de Chinchero y la región, generando empleo y oportunidades para la comunidad local. Además, contribuirá a la sostenibilidad al promover un uso responsable de los recursos energéticos y minimizar los impactos ambientales asociados con la generación y distribución de energía eléctrica.

1.10 Alcances y Limitaciones

1.10.1 Alcances

El estudio se enfocará específicamente en el análisis de la cargabilidad en Los alimentadores CA-03 y CA-02 y subestaciones de distribución, considerando la proyección de la demanda al año 2030. Con ese propósito, se analizará la capacidad del alimentador para conducir corriente, así como la de los equipos de distribución y los niveles de tensión, teniendo en cuenta el aumento de la demanda proyectado entre los años 2025 al 2030. Asimismo, serán propuestas medidas correctivas y estrategias de gestión para garantizar un suministro eléctrico.

1.10.2 Limitaciones

- El estudio de cargabilidad abarca las redes primarias y las subestaciones asociadas a los alimentadores CA-02 y CA-03.
- El presente estudio se encuentra limitado a un horizonte de análisis a mediano plazo, por lo que no se consideran escenarios de largo plazo.

- Este estudio no considera el análisis de armónicos, la coordinación de aislamiento, la evaluación de transitorios electromagnéticos, ni los estudios de coordinación y protección del sistema eléctrico.
- La aplicación de las medidas correctivas planteadas en esta investigación depende de limitaciones técnicas, económicas y de factibilidad en campo.

1.11 Hipótesis

1.11.1 Hipótesis general

El análisis de la cargabilidad en los alimentadores CA-03 y CA-02 permitirá determinar las secciones adecuadas y modificaciones en los alimentadores para las diferentes situaciones operativas.

1.11.2 Hipótesis específicas

HE1. La evaluación de las condiciones operativas de los alimentadores CA-03 y CA-02 permitirá determinar las condiciones de operación con la demanda proyectada al 2030.

HE2. La incorporación de la demanda proyectada para los años 2025-2030 determinará las necesidades de suministro para cubrir la demanda en los alimentadores CA-03 Y CA-02.

HE3. La selección de alternativas adecuadas serán la solución para abordar y mejorar la cargabilidad de los alimentadores CA-03 y CA-02.

1.12 Metodología

1.12.1 Características de la investigación

1.12.1.1 Tipo de Investigación

El presente estudio adopta un enfoque **CUANTITATIVO**, dado que se utilizarán datos empíricos extraídos de las bases de datos de la empresa Electro Sur Este S.A.A., los cuales serán procesados y analizados mediante un software de flujo de potencia.

1.12.1.2 Método de Investigación

El método de investigación empleado es el **HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO**, dado que parte de la identificación de un problema, seguido de la formulación de una hipótesis. Posteriormente, se procede a la deducción de posibles consecuencias derivadas de dicha hipótesis, con el propósito de plantear alternativas de solución al problema. Finalmente, los resultados obtenidos son contrastados en un escenario real y actual correspondiente a los alimentadores CA-02 Y CA-03

1.12.1.3 Nivel de Investigación

el presente estudio se enmarca dentro de un nivel **DESCRIPTIVO** ya que la finalidad de esta investigación es describir y determinar las características más importantes de las variables de estudio como la demanda eléctrica, el porcentaje de cargabilidad alcanzado en los alimentadores CA02 Y CA03 y la caída de tensión. También se explicará cómo evoluciona la cargabilidad en el periodo 2025-2030 a través de tablas comparativas.

1.12.1.4 Población de Estudio

Para el presente estudio la población está conformada por el sistema eléctrico Anta operadas por Electro Sur Este S.A.A., con características mixtas urbano-rurales.

1.12.1.5 Tamaño de Muestra

- Alimentador CA-03: Sistema en 10.5Kv con una longitud de 84.58 km, que suministra energía a 6891 usuarios.
- Alimentador CA-02: Sistema en 10.5Kv con una longitud de 142.82 km, que suministra energía a 11549 usuarios.

1.12.1.6 Técnicas de Recolección de Datos

La información será recopilada a partir de las fichas técnicas proporcionadas por ELSE, específicamente del área responsable del sistema GIS y de operaciones. Dicha empresa cuenta con registros y mediciones que permiten el procesamiento y análisis de datos mediante el software DIGSILENT, también se contara con la siguiente información.

- Observación, fotografías, videos, etc.
- Opinión de tesis, libros, papers, etc.
- Dialogo con especialistas relacionados al tema.

1.12.1.7 Herramientas Para el Procesamiento de Datos

Serán procesados mediante el uso de ecuaciones, fórmulas Matemáticas e introducción de datos al computador con los programas Informáticos tales como:

- Digsilent Power Factory 2024
- Hoja de cálculo de Microsoft Office Excel
- Hoja de cálculo de Microsoft Office Word
- ArcGIS
- AutoCAD
- MATLAB

1.13 Matriz de consistencia

Tabla 4 Matriz de consistencia

ESTUDIO DE LA CARGABILIDAD DE LOS ALIMENTADORES EN MT CACHIMAYO CA-03 Y CA-02 PROYECTADO AL AÑO 2025-2030						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	CONCLUSIONES	
<p>PG. ¿Cómo será la Cargabilidad de los Alimentadores Cachimayo CA-03 Y CA-02 con la proyección de la demanda al año 2025-2030?</p> <p>PE1. ¿Cuál es la condición operativa actual de los alimentadores en MT CA-03, CA-02 y su capacidad de carga?</p> <p>PE2. ¿Qué nivel de carga alcanzarán los alimentadores CA-02, CA-03 y SED's bajo el escenario de demanda proyectada para el periodo 2025-2030?</p> <p>PE3. ¿Qué alternativas pueden proponerse para mejorar la cargabilidad de los alimentadores en MT CA-03 y CA-02 considerando la proyección de la demanda para el año 2025-2030?</p>	<p>O.G. Desarrollar el estudio de Cargabilidad de los Alimentadores Cachimayo CA-03 y CA-02 con la proyección de la demanda al año 2030.</p> <p>OE1. Diagnosticar las condiciones operativas actuales de Los alimentadores CA-03 y CA-02, a fin de comprender su estado actual y su capacidad para afrontar la proyección de la demanda al año 2025-2030.</p> <p>OE2. Determinar el nivel de carga que alcanzarán los alimentadores CA-02, CA-03 y SED's bajo el escenario de demanda proyectada para el periodo 2025-2030</p> <p>OE3. Plantear la alternativa más adecuado para abordar la cargabilidad de los alimentadores CA-03 y CA-02 causado por el incremento de la demanda al año 2025-2030.</p>	<p>HG. El análisis de la cargabilidad en los alimentadores CA-03 y CA-02 permitirá determinar las secciones adecuadas y modificaciones en los alimentadores para las diferentes situaciones operativas.</p> <p>HE1. La evaluación de las condiciones operativas de los alimentadores CA-03 y CA-02 permitirá determinar las condiciones de operación con la demanda proyectada al 2030.</p> <p>HE2. La incorporación de la demanda proyectada para los años 2025-2030 determinará las necesidades de suministro para cubrir la demanda en los alimentadores CA-03 Y CA-02.</p> <p>HE3. La selección de alternativas adecuadas serán la solución para abordar y mejorar la cargabilidad de los alimentadores CA-03 y CA-02.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Demanda eléctrica</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Consumos de energía (MW- h) ➤ Potencia activa (MW) ➤ Potenci a reactiva (MVAR) <p>VARIABLES DEPENDIENTES</p> <p>Cargabilidad</p> <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de utilización (Fu) ➤ Nivel de sobrecarga (%) ➤ eficiencia 	<p>Método de Investigación</p> <p>El método de investigación empleado es el hipotético-deductivo, dado que parte de la identificación de un problema, seguido de la formulación de una hipótesis. Posteriormente, se procede a la deducción de posibles consecuencias derivadas de dicha hipótesis, con el propósito de plantear alternativas de solución al problema. Finalmente, los resultados obtenidos son contrastados en un escenario real y actual correspondiente a los alimentadores CA-02 Y CA-03</p> <p>Tipo de Investigación</p> <p>El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, dado que se utilizarán datos empíricos extraídos de las bases de datos de la empresa Electro Sur Este S.A.A., los cuales serán procesados y analizados mediante un software de flujo de potencia.</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>el presente estudio se enmarca dentro de un nivel DESCRIPTIVO ya que la finalidad de esta investigación es describir y determinar las características más importantes de las variables de estudio como la demanda eléctrica, el porcentaje de cargabilidad alcanzado en los alimentadores CA02 Y CA03 y la caída de tensión. También se explicará cómo evoluciona la cargabilidad en el periodo 2025-2030 a través de tablas comparativas.</p>	<p>CG Del análisis de cargabilidad realizado, se evidenció que el alimentador CA-02 presenta catorce (14) transformadores sobrecargados al año 2030, con los siguientes niveles de cargabilidad proyectados: SED 70042 (132.6 %), SED 70134 (161.2 %), SED 70149 (108.7 %), SED 70153 (118.5 %), SED 70169 (103.2 %), SED 70269 (109.4 %), SED 70354 (128.2 %), SED 70460 (411.4 %), SED 70493 (107.4 %), SED 70585 (97.8 %), SED 70200 (95.6 %), SED 70021 (93.8 %), SED 70008 (96.2 %) y SED 70006 (90.8 %). En el caso del alimentador CA-03, se identificaron ocho (8) transformadores sobrecargados, cuyos niveles de cargabilidad proyectados son: SED 70144 (180.1 %), SED 70699 (172.7 %), SED 70640 (163.5 %), SED 70458 (137.5 %), SED 70224 (118.7 %), SED 70111 (116.2 %), SED 70125 (95.2 %) y SED 70099 (88.4 %). Por otro lado el alimentador CA-02 es el que presenta el mayor incremento de demanda eléctrica, proyectándose a 3,39 MW para el año 2030. En sus troncales principales, se estima que la línea L-24 alcanzará una cargabilidad del 81 %, la línea L-25 un 77,6 % y la línea L-26 un 74,3 %, obteniéndose un promedio de cargabilidad en general de 74,01 % para el alimentador CA-02, el alimentador CA-03 registra una demanda proyectada de 1,7 MW, manteniendo niveles de cargabilidad por debajo del 75 % en el mismo horizonte temporal. De manera conjunta, la demanda total esperada para ambos alimentadores asciende a 5,09 MW al año 2030, valor que supera la capacidad del devanado terciario del transformador de potencia TR4 (3 MVA), generando una cargabilidad del 169,59 %.</p> <p>CE1 El diagnóstico reciente de las condiciones operativas de los alimentadores CA-02 y CA-03 permitió analizar el estado actual al año 2025. En el alimentador CA-02 se identifican dos subestaciones de distribución que presentan sobrecarga por encima del 100%: la SED 70460 con 257,2% y la SED 70134 con 113,8%. En el alimentador CA-03 se registran tres SED sobrecargadas: la SED 70144 con 124,6%, la SED 70640 con 113,3% y la SED 70699 con 119,9% de cargabilidad. Asimismo, en el alimentador CA-02 se evidenciaron problemas de caída de tensión, registrándose valores de 10.48% en los ramales L-31-1 y L-32; 13.33% en L-33 y L-34; 14.29% en L-35; 15.24% en L-36 y L-37; 16.19% en L-38, L-39 y L-40. Estos valores superan el límite permitido por la norma NTCSE, que establece un máximo de 6%. En contraste, el alimentador CA-03 presenta niveles de tensión dentro de los márgenes permitidos por la normativa, manteniendo un desempeño operativo adecuado. Con respecto a las líneas, los resultados indican que en el alimentador CA-02 las cargabilidades en los tramos troncales alcanzan valores de 59,33% para la línea L-24, 57,30% para la línea L-25 y 54,60% para la línea L-26. En el alimentador CA-03, el nivel de cargabilidad se mantiene por debajo del 50% durante el mismo periodo de análisis</p> <p>CE2 La evaluación determinó el nivel de cargabilidad en los alimentadores CA-02 y CA-03, considerando la proyección de la demanda eléctrica para los años 2025-2030. Para el año 2030, en el alimentador CA-02 se identifica una tendencia general de disminución de tensión en la mayoría de los tramos. Los valores registrados indican que los niveles más críticos se localizan en los ramales L-31-1 con 20% de caída de tensión, L-31-2 con 20%, L-31-3 con 20%, L-32-1 con 24.76%, L-33 con 24.76%, L-33-1 con 25.71%, L-33-2 con 25.71%, L-33-3 con 25.71%, L-36 con 27.62%, L-36-2 con 30.48%, L-37 con 28.57%, L-38 con 28.57%, L-39 con 29.52% y L-40 con 29.52%. Esto representa caídas de tensión respecto al nivel nominal (10.5 kV). Sin embargo, en el alimentador CA-03 los valores mínimos se encuentran entre 10.2 y 10.3 kV, y corresponden a circuitos con conductores de menor sección. Por otro lado, en el alimentador CA-02 la cargabilidad de las subestaciones de distribución alcanza valores de hasta 180%, mientras que en el alimentador CA-03 llega hasta 172.7% para el año 2030.</p> <p>CE3 Para abordar la cargabilidad de los alimentadores CA-03 y CA-02, se han implementado diversas acciones. Entre ellas, destacan la instalación de nuevos transformadores de distribución y la sustitución de conductores de media tensión por otros de mayor capacidad, lo que permite incrementar la capacidad de transporte de energía, reducir las pérdidas eléctricas y mejorar la caída de tensión. En el alimentador CA-02, se realizó la propuesta para el reemplazo de los conductores troncales en las líneas L-24, L-25 y L-26, medidas que contribuirán significativamente a la mejora de la cargabilidad y caída de tensión. Además, se propone incorporar dos bancos de capacitores con el objetivo de optimizar el perfil de tensiones y elevar el desempeño operativo del sistema. El primer banco, con una potencia de 1.3 MVAR, fue instalado entre las líneas L-26-1 y L-26, mientras que el segundo banco, de 1.5 MVAR, se ubicó entre las líneas L-36 y L-37. Estas acciones, junto con el incremento de transformadores de distribución, han permitido una operación más eficiente y estable del alimentador. Como resultado, se obtuvieron proyecciones favorables al año 2030. En el alimentador CA-03, la cargabilidad de las subestaciones de distribución varía entre 26% y 77.4%, mientras que en el alimentador CA-02 los valores oscilan entre 32.6% y 74.4%, manteniéndose ambos dentro de rangos de operación adecuados y garantizando la atención del crecimiento de la demanda eléctrica prevista. De igual manera, en la Subestación Cachimayo, se propone la incorporación de un nuevo transformador de potencia (T5) en paralelo con el transformador existente (T4), con características de 138/34.5/10.5 kV y una potencia de 25/7.5/17.5 MVA. Esta implementación permitió mejorar la cargabilidad del devanado terciario del transformador T4 (6/3/3 MVA) de 120% a 17.07% para el año 2026, logrando así una mayor confiabilidad operativa y una distribución equilibrada de la carga en la subestación.</p>	

Fuente: elaboración propia

2 CAPITULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Introducción

Para llevar a cabo la evaluación comparativa entre la operación vigente y la alternativa propuesta de la red eléctrica en análisis, es imprescindible considerar una base conceptual sólida que incluya definiciones técnicas fundamentales, las cuales servirán como marco de referencia para el desarrollo de los temas subsecuentes: demanda, cargabilidad, flujo de carga, En tal sentido, el presente capítulo establece el marco teórico y normativo que fundamentará metodológicamente el desarrollo de la presente investigación.

2.2 Antecedentes de la Investigación

2.2.1 Antecedentes Locales

(Baca & Ramos, 2024) En el año 2024 se presentó el trabajo de investigación titulada “Estudio de cargabilidad con la reconfiguración de la red de los alimentadores de media tensión en 10.5 kv de la subestación eléctrica de dolorespata de Cusco” elaborado por Julio Cesar Baca Flores y Hans Christian Ramos Gutiérrez de la facultad de ingeniería eléctrica, electrónica, informática y mecánica escuela profesional de ingeniería eléctrica lo cual proponen lo siguiente.

- Evaluar la capacidad de carga de los alimentadores de media tensión de la Subestación Dolorespata a 10.5 kV, considerando la reconfiguración de la red.
- los autores realizaron un análisis de las máximas demandas registradas entre 2016 al 2022.
- Para llevar a cabo la evaluación de la cargabilidad, se han definido los horarios correspondientes a las horas fuera de punta.

- De demanda máxima y mínima, con el fin de efectuar un análisis adecuado del comportamiento de la cargabilidad.
- también se emplearon un software de flujo de potencia para simular el comportamiento de la subestación y alimentadores.
- "Se concluyó que, tras evaluar la cargabilidad, los alimentadores DO03, DO04 y DO09 a 10.5 kV presentan niveles de operatividad superiores al 78%, alcanzando hasta un 106% en condiciones de máxima demanda. Sin embargo, al aplicar la reconfiguración de la red y proyectar la evaluación al año 2028, los niveles de cargabilidad se redujeron, registrando valores entre 21.05% y 54.52%, ubicándose dentro del rango operativo permitido.

Torobeo, S., Flores S. (2021). Análisis de Cargabilidad en MT del alimentador DO-04 de la Ciudad del Cusco Proyectado al Año 2025 (tesis de pregrado). "La Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ubicada en Cusco, Perú, desarrolló una tesis centrada en el análisis de la cargabilidad en redes de Media Tensión con proyección al año 2025. En esta investigación, los autores realizaron una estimación futura de la demanda eléctrica a partir de los perfiles de carga de los usuarios dentro del área de estudio, con el objetivo de identificar las alternativas más viables. Asimismo, se utilizó un software de flujo de carga para simular el comportamiento del alimentador DO-04, permitiendo obtener resultados representativos del comportamiento real del sistema. A partir de los datos obtenidos, se propuso una solución que asegure un suministro eléctrico confiable y continuo, capaz de satisfacer la demanda proyectada del alimentador DO-04 para el año 2025.

Vera, D., Puma, G. (2019). Estudio de la Cargabilidad en las Redes del AMT QU04 con la Incorporación de Vehículos Eléctricos en la Ciudad del Cusco Proyectado Desde el Año 2018 al 2022. "La investigación evalúa la factibilidad y el impacto de la incorporación de vehículos

eléctricos al sistema de distribución eléctrica en la ciudad del Cusco. Para ello, los autores aplicaron una metodología que combinó encuestas, análisis estadísticos y simulaciones de flujo de potencia mediante el software DIGSILENT Power Factory. Los resultados indican que la integración de 77 vehículos eléctricos en el área de estudio es técnicamente posible; no obstante, se identifican posibles complicaciones operativas, como caídas de tensión y sobrecargas en líneas y transformadores hacia el año 2022. A partir de estos resultados, se proponen recomendaciones orientadas a asegurar el correcto funcionamiento y disponibilidad del sistema de distribución eléctrica frente al incremento en la demanda energética.

2.2.2 Antecedente Nacional

(Condor, 2019) “Análisis de cargabilidad en transformadores de distribución aéreo del servicio eléctrico concepción – alimentador radial A4504 para mejorar la calidad de suministro eléctrico. Universidad nacional del centro del Perú-Huancayo”.

"La presente tesis evalúa la sobrecargabilidad de las subestaciones pertenecientes al alimentador A4504, el cual opera con un nivel de tensión de 22.9 kV en configuración delta. Este alimentador ha infringido en múltiples ocasiones la Norma Técnica de Calidad del Suministro Eléctrico, tanto en términos de calidad como de continuidad del servicio. Sin embargo, actualmente no se cuenta con un método que permita determinar el índice de incumplimiento de dicha norma en las subestaciones de distribución, lo que dificulta la identificación precisa de los transformadores que se encuentran correctamente balanceados y aquellos que presentan sobrecarga.

Llegando a la conclusión que con el análisis adecuado, basado en la aplicación de software de Digsilent Power Factory y las normas de calidad suministro y producto, se puede analizar las condiciones actuales de cargabilidad de los transformadores de distribución radial A4504.

2.2.3 Antecedente Internacional

Guzmán, W. (2020). “Análisis de cargabilidad de redes eléctricas de distribución basado en la modificación del algoritmo de Gauss-seidel - Ecuador”. El artículo presenta una adaptación del algoritmo de Gauss-Seidel aplicado a sistemas de distribución eléctrica, con el objetivo de identificar un punto crítico de corriente en los conductores de los sistemas eléctricos de 13 y 34 nodos establecidos por el IEEE. A través de los resultados obtenidos en ese estudio, es posible identificar el nivel de corriente a partir del cual se produce una extensión térmica en los conductores, y se verificarán dichos resultados utilizando un simulador que validará los hallazgos obtenidos en el análisis de flujo de potencia.

2.3 Cargabilidad

La cargabilidad de una línea de se refiere al límite térmico dado en capacidad de corriente para líneas de transporte de energía, transformadores, y elementos que componen un sistema de análisis (Flores Turpo & Torobeo Palomino, 2021).

Se define como la cantidad máxima de potencia eléctrica que se puede enviar a través de una o varias líneas de transmisión, sin que se vean afectadas las condiciones. Así también se define como el límite o capacidad térmica del conductor, limitaciones para la transferencia de potencia real; la capacidad térmica está definida por la máxima temperatura que soporta el conductor sin perder sus características eléctricas mecánicas, el incremento de temperatura afecta a los conductores la pérdida de su resistencia mecánica. La temperatura del conductor depende de la magnitud de la corriente de la duración de esta, así como el ambiente las condiciones físicas del conductor. (Monzon, 2017)

$$(\%) \text{ de cargabilidad} = \frac{\text{potencia transportada por la línea}}{\text{capacidad de potencia de transporte de la línea}} \times 100\%$$

2.4 Análisis de la Carga Eléctrica

2.4.1 Carga Eléctrica

La carga de un sistema de distribución de energía eléctrica es la parte terminal del sistema que convierte la energía eléctrica a otra forma de energía (León Nina, 2024, p.31).

2.4.2 Densidad de Carga

La densidad de carga se define como el cociente entre carga y el área geográfica de una red de distribución eléctrica (Baca Flores, & Ramos Gutiérrez, 2024, p.42)

2.4.3 Distribución de Carga

Las cargas en un sistema de distribución eléctrica pueden estar concentradas en una determinada área del sistema o distribuidas sobre una parte particular (Ramírez Castaño, 2004)

2.4.4 Crecimiento de la Demanda

El crecimiento de la demanda es de suma importancia para la planificación del Sistema de Distribución debido a que condiciona al sistema eléctrico y define su capacidad para satisfacer la demanda energética. El incremento de la carga eléctrica está estrechamente vinculado al crecimiento poblacional, el cual se presenta de forma acelerada, así como al desarrollo industrial y al progreso tecnológico. Por ello, al diseñar los sistemas de distribución, resulta esencial tener en cuenta la tasa de crecimiento anual, con el fin de garantizar el abastecimiento de la demanda proyectada durante un periodo de diez años. (Torobeo Palomino & Flores Turpo, 2021, p. 32).

2.5 Cargabilidad de Transformador

2.5.1 Criterio Para Determinar la Cargabilidad en Transformadores

Con el fin del análisis y control del factor de utilización o cargabilidad en los transformadores se aplica el método o criterio utilizado por OSINERGMIN en su informe

técnico “Evaluación de la utilización de la capacidad de las instalaciones del SEIN” del año 2024. Que calcula de la siguiente forma:

$$factor\ de\ utilización = \frac{maxima\ carga\ registrada(MVA)}{capacidad\ nominal(MVA)}$$

Es importante mencionar que para los transformadores con tres devanados se determina el Factor de Utilización por cada devanado. En el presente estudio se tienen en cuenta tres grados de cargabilidad de transformadores como se muestra a continuación:

Tabla 5 Grados de cargabilidad de transformador

PORCENTAJE DE CARGABILIDAD	ESTADO DE CARGABILIDAD	OPERACIÓN DEL TRANSFORMADOR
0%-75%	habitual o normal	operación del transformador fuera de sobrecarga
75%-100%	Aviso o advertencia	Operación del transformador próximo a sobrecarga.
>100%	Elevado o alto	Operación del transformador en sobrecarga.

Fuente: Obtenido de osinerming

2.6 Cargabilidad de Línea de Media Tensión (MT)

El criterio utilizado para determinar la cargabilidad en las líneas de media tensión (MT) se basa en el análisis y control del factor de utilización. Para ello, se adopta el enfoque aplicado por OSINERGMIN en su informe técnico titulado 'Evaluación de la utilización de la capacidad de las instalaciones del SEIN', correspondiente al año 2024. Que calcula de la siguiente forma:

$$factor\ de\ utilización = \frac{maxima\ corriente\ registrada(A)}{corriente\ nominal\ (A)}$$

En el presente estudio se tienen en cuenta tres grados de cargabilidad de los conductores como se muestra a continuación:

Tabla 6 Grados de cargabilidad de la línea en MT

PORCENTAJE DE CARGABILIDAD	ESTADO DE CARGABILIDAD	DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR
0%-75%	Habitual o normal	Operación del conductor fuera de sobrecarga
75%-100%	Aviso o advertencia	Operación del conductor próximo a sobrecarga.
>100%	Elevado o alto	Operación del conductor en sobrecarga.

Fuente: Obtenido de Osinerming

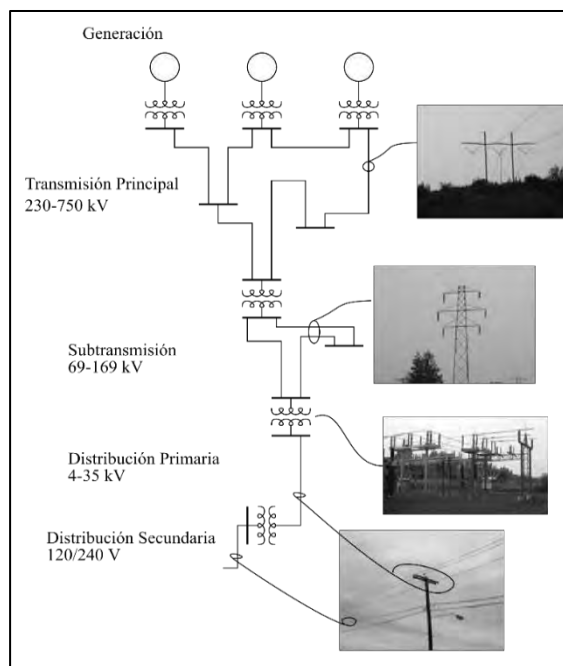
2.7 Sistema de Distribución

Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de elementos encargados de conducir la energía eléctrica desde una subestación de potencia hasta el usuario final de la red. (Yebra Morón, 2009). La distribución es la etapa final de la cadena de suministro eléctrico al cliente final, este segmento traslada la energía eléctrica a los consumidores mediante redes de media y baja tensión. La infraestructura de la distribución comprende las redes primarias y secundarias, las subestaciones de distribución (SED), el servicio particular, las acometidas, y las instalaciones de alumbrado público (Curo, 2022).

El sistema de distribución de energía eléctrica requiere un diseño óptimo que garantice la seguridad y la eficiencia del suministro. La seguridad implica la capacidad de mantener el servicio ante eventuales contingencias o averías en las instalaciones, mientras que la eficiencia implica la minimización de los costos de operación y mantenimiento. Por lo

tanto, el diseño de las redes de distribución es un aspecto clave para el desempeño del sistema eléctrico.

Figura 4 Panorama general de la infraestructura eléctrica



Fuente: Adaptado de short (2004)

2.7.1 Clasificación de los Sistemas de Distribución

2.7.1.1 Subsistema de Distribución Primaria

“Es el sistema de distribución que transporta la energía producida de un sistema de generación para alimentar una o más Subestaciones de Distribución. Comprende desde el sistema alimentador hasta las Subestación alimentada” (Palomino & Turpo, 2021.p.17)

2.7.1.2 Subsistema de Distribución Secundaria

“Es el sistema de distribución que permite abastecer al servicio residencial, comercial, alumbrado público y pequeñas industrias”. (Palomino & Turpo, 2021.p.18)

2.7.2 Componentes Básicos de un Sistema de Distribución

2.7.2.1 Transformador de Potencia

el transformador de potencia es una parte clave del sistema eléctrico. su función principal es ayudar a transmitir energía eléctrica de manera eficiente, con pocas pérdidas y pequeñas caídas de voltaje. La potencia eléctrica depende del voltaje y de la corriente. si se usa un voltaje alto, la corriente puede ser baja. esto es útil porque una corriente baja genera menos pérdidas y hace más eficiente el transporte de la electricidad a largas distancias. Los transformadores de potencia se encargan de cambiar el voltaje y la corriente de corriente alterna (ca) a los niveles más adecuados para cada etapa del sistema eléctrico: generación, transmisión, distribución y uso final de la energía. (GLOVER, SARMA, & OVERBYE, 2004.p.71)

Figura 5 Subestación de transformación Cachimayo-Cusco



Fuente: Elaboración propia

2.7.2.2 Alimentadores

“Generalmente son líneas aéreas de distribución de energía eléctrica montados en postes de concreto o madera; subterráneas, enterradas directamente en la tierra o colocados en tuberías debidamente protegidas” (Palomino & Turpo, 2021.p.19)

2.8 Diseño de Sistemas de Distribución

En un sistema de distribución existe varios diseños las cuales se manifiestan de qué manera los alimentadores están entre si interconectados.

2.8.1 Red radial

“Este tipo de configuración es el más usado debido a que es simple, fácil de modificar y de bajo costo. La confiabilidad del servicio es baja debido a que está expuesta a interrupciones por fallas en los conductores y transformadores” (Bocangel & Bedia, 2014)

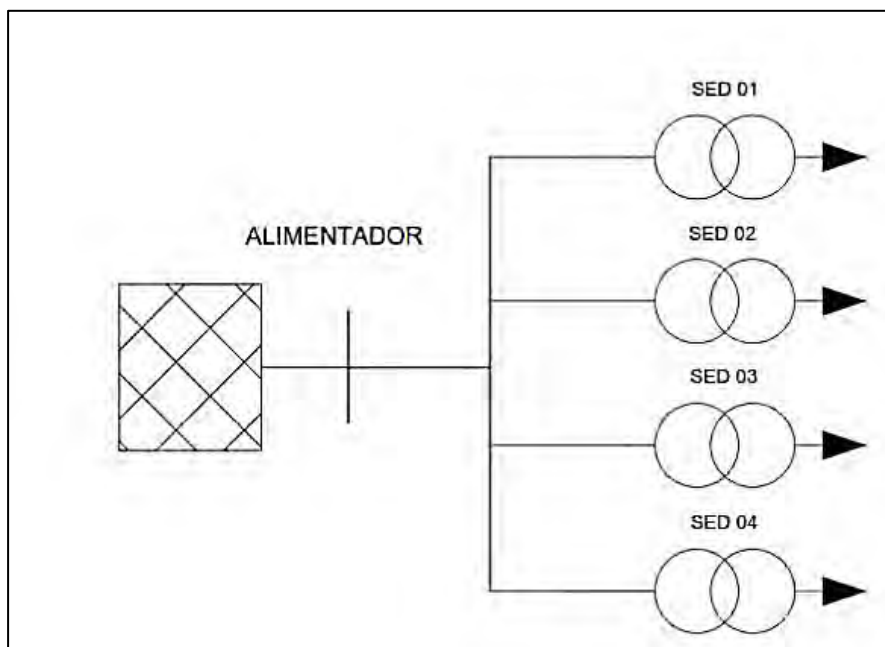
Este tipo de red radial es simple para determinar el flujo de carga que pasa por una rama principal simplemente se suma las cargas comprendidas a ese ramal.

Clasificación de la red radial:

2.8.1.1 Red Radial Simple

“Es el más sencillo y económico de todos los sistemas. Consiste en un solo alimentador que suministra de energía a todas las SED's. Su confiabilidad es baja debido a que una falla en el alimentador causará la interrupción del servicio a todos los usuarios” (Bocangel & Bedia, 2014).

Figura 6 Diagrama de radial simple

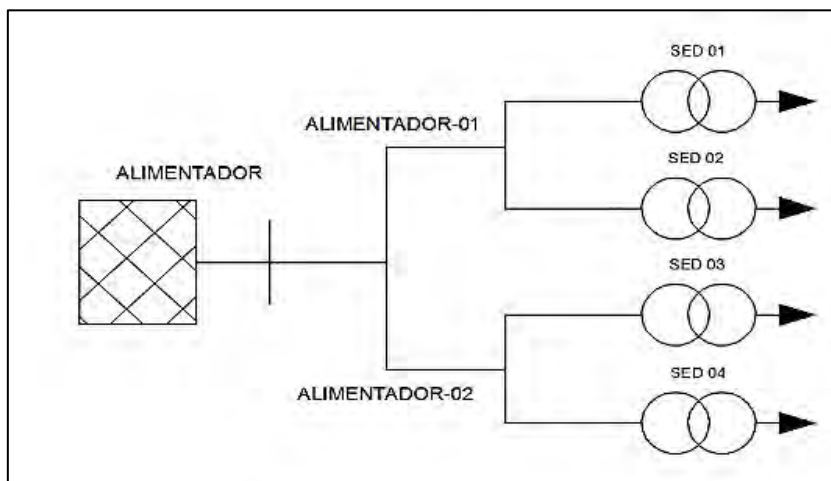


Fuente: Obtenido de Bocangel Quispe & Bedia Condori, 2014

2.8.1.2 Red Radial Expandido

“La confiabilidad del sistema aumenta, si a partir del alimentador principal se derivan sub- alimentadores separados del alimentador principal mediante seccionadores. Ya que una falla solo afectará a un alimentador y no a los demás” (Bocangel & Bedia, 2014)

Figura 7 Diagrama red radial extendido

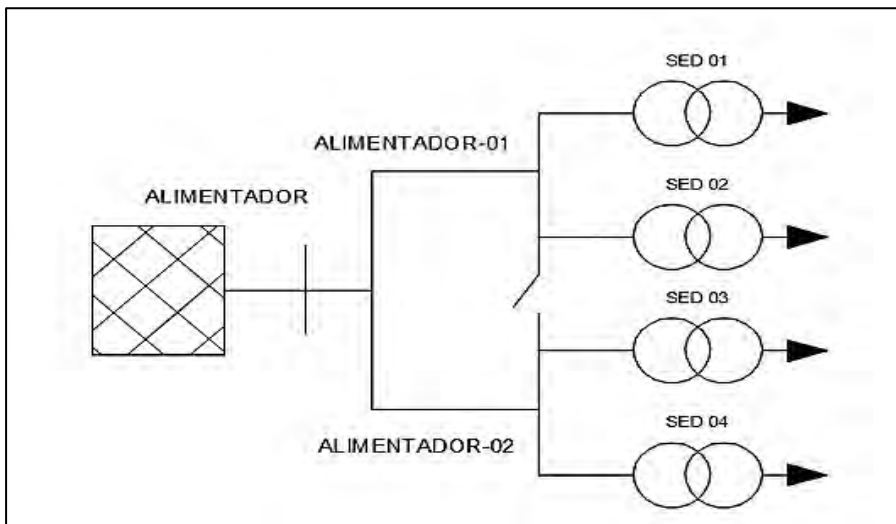


Fuente: Obtenido de Bocangel Quispe & Bedia Condori, 2014

2.8.1.3 Red Radial con Uniones

“Este sistema al igual que el tipo radial expandido emplea varios sub-alimentadores con la diferencia que se unen por medio de seccionadores, normalmente abiertos. Así en caso de una falla, los usuarios del ramal afectado no perderán el servicio sino durante el tiempo en que se localice la falla y se operen los seccionadores. El costo es mayor debido a la implementación de equipos de seccionadores. Se asemeja a la configuración tipo anillo abierto” (Bocangel & Bedia, 2014).

figura 8 Diagrama red radial con uniones

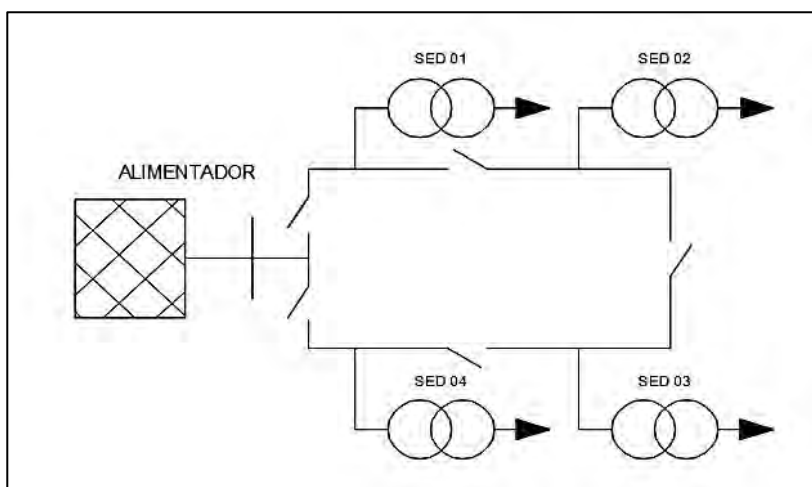


Fuente: Obtenido de Bocangel Quispe & Bedia Condori, 2014

2.9 Red Anillo

“En este caso el alimentador recorre el área de suministro de energía y regresa al punto de inicio formando un circuito cerrado. En cada tramo existen seccionadores diseñados para aislar fallas en distintas partes del circuito. Los costos del sistema aumentan debido a la implementación de seccionadores o interruptores” (Bocangel & Bedia, 2014)

Figura 9 Diagrama de red anillo



Fuente: Obtenido de Bocangel Quispe & Bedia Condori, 2014

2.10 Niveles de Tensión Existentes y Recomendadas

Tabla 7 Niveles de tensión existentes en los alimentadores CA-02 Y CA-03

BAJA TENSION	
380/220 V	
440/220 V	
	ALTA TENSION
	60 KV
	138 KV
	220 KV
MEDIA TENSION	MUY ALTA TENSION
20,0 KV (*)	500 KV
22,9 KV	
33 KV	
22,9 /13,2 KV	
33/19 KV	

Fuente: Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011)

(*) Tensión nominal en media tensión considerada en la NTP-IEC 60038: "Tensiones normalizadas IEC".

En la Actualidad Electro Sur Este S.A.A. tiene sistemas de media tensión operando a un nivel de tensión de 10.5 kV, este nivel no está normalizado sin embargo seguirá operando hasta su adecuación.

2.11 Análisis de la Demanda Eléctrica

2.11.1 Demanda Eléctrica

“La demanda de una instalación eléctrica es la carga media medida en las terminales receptoras, durante un periodo de tiempo determinado. Este periodo se conoce como intervalo de demanda. El intervalo de demanda puede ser de 10 a 30 minutos o más, dependiendo del objetivo que se persiga” (Juárez Cervantes, 1995)

2.11.2 Demanda Máxima

La demanda máxima o Potencia Máxima de un sistema, es la más grande de las demandas dada en un intervalo de tiempo. Está expresada en unidades del tipo carga tales como kW, kVA o Amperios. Generalmente la Demanda Máxima es la de mayor importancia e interés debido a que condiciona la capacidad y diseño del sistema de distribución (Flores Turpo & Torobeo Palomino, 2021,p.26)

La demanda máxima está dada por la siguiente ecuación:

$$D_{max} = \frac{E}{F_c \times t}$$

Donde:

D_{max}: Demanda maxima[kW]

t: Tiempo[h]

E: Energia consumida[kW.h]

F_c: factor de carga

2.11.3 Factor de Carga

El factor de carga es la relación entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la Demanda máxima observada en el mismo intervalo de tiempo está dada por la siguiente ecuación:

$$Fc = \frac{D_{prom}}{D_{max}} = \frac{1}{P_{max}} \int_0^T \frac{p(t)}{T} dt$$

Donde:

Fc: factor de carga

Dprom: demanda promedio [kW]

Dmax: demanda maxima [kW]

Pmax: potencia maxima [kW]

$\int_0^T \frac{p(t)}{T} dt$: demanda promedio en un intervalo de tiempo

“Un factor de carga elevado indica un uso más eficiente del sistema eléctrico, mientras que un valor bajo sugiere variaciones bruscas en la demanda, lo que puede generar problemas operativos en la red de distribución” (Huanca Ttito & Huamán Quispe, 2024.p.48)

2.12 Curva de la Demanda

Indica el ciclo de carga que muestra la variación de la demanda durante un periodo en el tiempo.

Figura 10 Comportamiento de la demanda



Fuente: Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Pot>

2.13 Método de Extrapolación para el Pronóstico de Demanda de Energía y Potencia

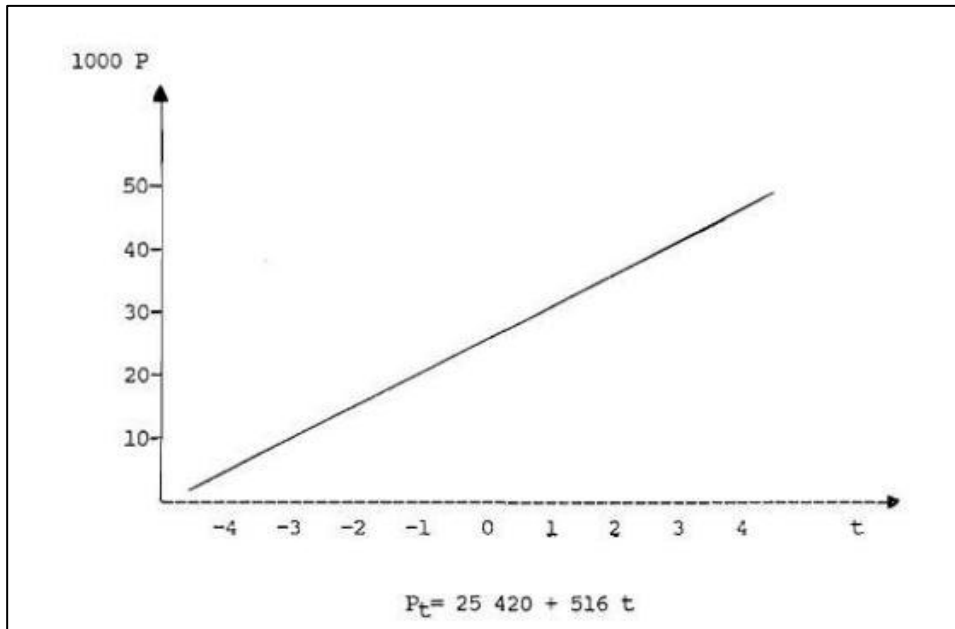
Se hace uso de fórmulas matemáticas para proyectar la demanda de energía el cual predice que esta tiene un comportamiento histórico relativamente regular.

Las ecuaciones matemáticas más utilizadas para la proyección se describen como se muestra a continuación:

2.13.1 Cambio Aritmético o lineal

La más simple de las funciones matemáticas es la línea recta o polinomio de primer grado, la cual, se deriva de una progresión aritmética. El crecimiento aritmético supone que en cada periodo la población aumenta o disminuye en el mismo número de personas, tal como se muestra en la figura a continuación:

Figura 11 Crecimiento Lineal



Fuente: obtenido de Página web: <https://prezi.com/duprzkw6g-1w/gradiente-aritmético-o-lineal>

Esta ecuación no debe ser muy utilizada debido a que es muy difícil encontrar una Variación que presente estas características y sólo justifica que se utilice en el caso de disponer únicamente de dos puntos en el tiempo. (Gonzales & Torres, 2013.p.109)

El crecimiento lineal está dado por la siguiente ecuación matemática:

$$D_F = D_A(1 + t)$$

Donde:

D_F : Demanda futura (kW)

D_A : Demanda actual (kW)

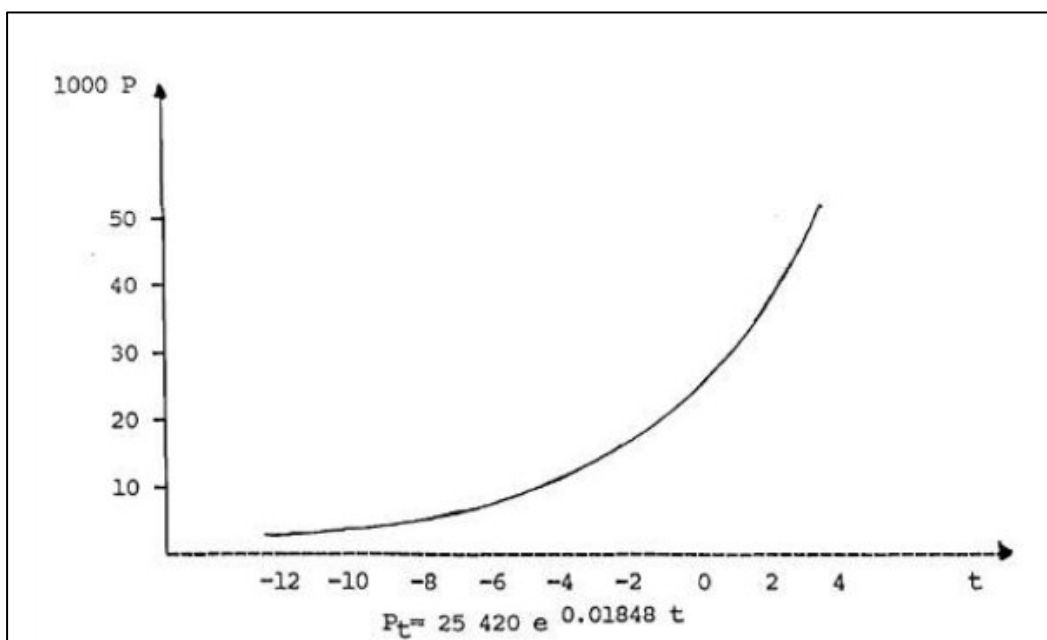
t : tasa anual de incremento de la demanda

2.13.2 Cambio Geométrico o Exponencial

Desde el siglo XVII y el siglo XVIII una gran cantidad de autores, observaron cómo la población tendía a crecer en forma geométrica, por lo cual esta función fue ampliamente utilizada.

Un crecimiento en forma geométrica o exponencial, supone que crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada periodo de tiempo y en forma creciente. (Gonzales & Torres, 2013.p.110)

Figura 12 Crecimiento exponencial



Fuente: técnicas de proyecciones

El crecimiento geométrico está dado por la siguiente ecuación matemática:

$$D_F = D_A \times (1 + t)^n$$

Donde:

D_F : Demanda futura (kW)

D_A : Demanda actual (kW)

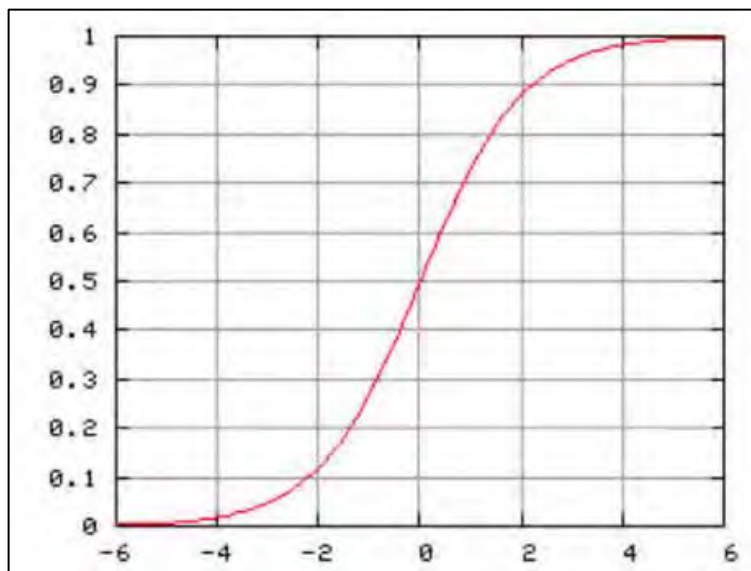
t : tasa anual de incremento de la demanda (%)

n : Nro de años considerados

2.13.3 Crecimiento Logístico

La Logística es una función que tiene forma de S alargada, con dos asíntotas: una inferior y otra superior. Supone que en un principio la variable crecerá aceleradamente, pero después de un crecimiento máximo, su ritmo cesará a cero. Por esta razón la primera parte de la curva es convexa y la segunda parte es cóncava. (Gonzales & Torres, 2013.p.113)

Figura 13 Crecimiento de curva logística



Fuente: técnicas de proyecciones

El crecimiento logístico está dado por la siguiente ecuación matemática:

$$D_F = \frac{k}{1 + e^{a+bt}}$$

Donde:

D_F : Demanda futura (kW)

k : asintota superior (kW)

t : tasa anual de incremento de la demanda (%)

a y b : constantes

e : base de los logaritmos naturales Subestaciones de Distribución

Subestación según el tipo de instalación:

- a) subestación de distribución mono poste.

Se hace referencia a las subestaciones eléctricas instaladas en un poste de concreto (C.A.C).

- b) subestación de distribución biposte.

Son aquellas subestaciones eléctricas instaladas en dos postes de concreto (C.A.C), el transformador se ubica encima de un soporte que se encuentra abrazando los dos postes.

Figura 14 Subestación eléctrica biposte S.E. cod. 007 0731 alimentador CA-03



Fuente: Electro sur este S.A.A

2.13.4 Refrigeración Transformador de Potencia

La refrigeración constituye un factor clave en la determinación de la cargabilidad de un transformador. Cualquier alteración en su sistema de enfriamiento generará variaciones en su capacidad de carga. Por lo tanto, si debido a alguna contingencia el transformador no puede operar con el sistema de refrigeración previsto para su potencia nominal, su nivel de carga admisible se verá disminuido. No existe ningún tipo de limitación normativa al aumento de la refrigeración, por lo que cualquier aumento de ésta permitirá aumentar la capacidad del transformador realizando un estudio previo que refleje en qué medida este aumento será posible (Alcón Mesa, 2010.p.33)

2.13.5 Nivel de Potencia y Tamaño de un Transformador.

Ambos aspectos son determinantes para definir el límite de cargabilidad de un transformador. No es adecuado evaluar de la misma manera la capacidad de carga de un transformador de baja potencia respecto a uno de gran potencia, ya que, a medida que aumenta

el tamaño del transformador, el sistema de refrigeración se vuelve más complejo. El tamaño y el nivel de potencia de los transformadores resultarán, por tanto, parámetros básicos para definir su cargabilidad, de tal forma que todas las guías de carga de las distintas normas diferencian las limitaciones para tres tipos de transformadores definidos previamente: transformadores de gran potencia, transformadores de mediana potencia y transformadores de distribución (Alcón Mesa, 2010, p. 29)

2.14 Conductores en Redes de Media Tensión MT

2.14.1 Conductor Eléctrico

“Conductor. Un material, usualmente en forma de alambre, cable o barra capaz de conducir corriente eléctrica” (Ministerio de energía y minas, 2012,15 de marzo)
(Código nacional de electrificación, 2011)

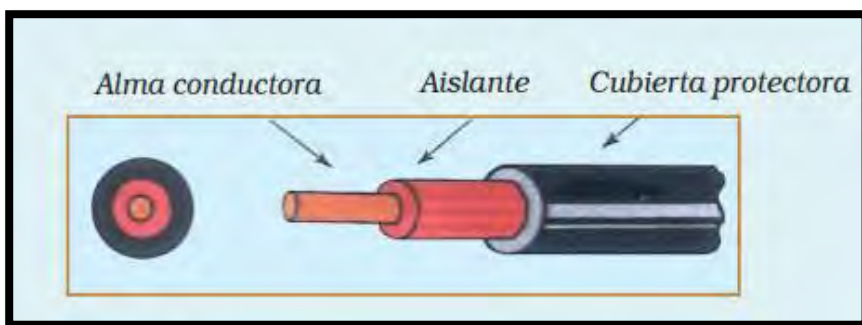
2.14.2 Partes de los Conductores

Un conductor está constituido por tres componentes principales:

- El alma: Es el núcleo conductor del cable; el material aislante.
- El aislante: Evita el paso de corriente hacia el exterior
- La cubierta protectora: resguarda al conjunto frente a factores mecánicos y ambientales.

Como se muestra en la siguiente figura:

Figura 15 Partes de un conductor



Fuente: Catalogo (PROCOBRE)

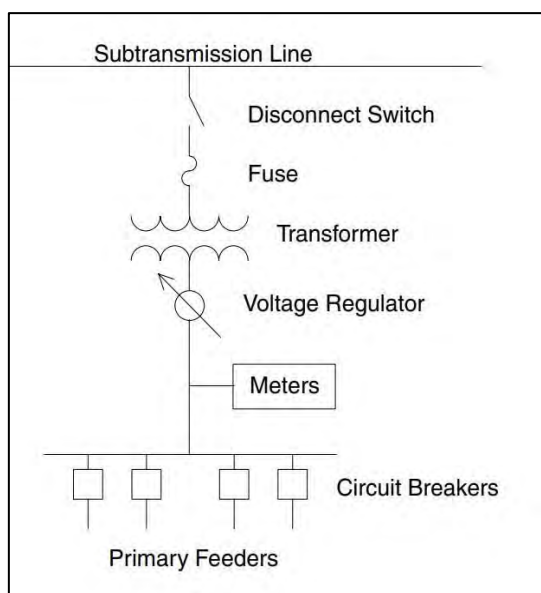
- **El alma o elemento conductor.** Su función principal es transportar la energía eléctrica desde los centros de generación hasta los centros de distribución o hacia otras redes, con el objetivo de abastecer a diversos puntos de consumo. Comúnmente, el alma del conductor está compuesta por una aleación de aluminio. el alma conductora puede ser: alambre, si el conductor está formado por una sola pieza o cable, si el conductor está formado por una serie de hilos conductores (INDECO & s.a., 2020)
- **Aislante.** “Su objetivo es evitar que la energía que circula por el conductor, entre en contacto con otros conductores, personas o circule por otros elementos que forman parte de la instalación”. (INDECO & s.a., 2020)
- **Cubierta (del conductor, del cable).** “Es una envoltura continua y ajustada, destinada a proteger el aislamiento del cable” (CNE, 2011)

2.15 Subestaciones de Distribución

"Las subestaciones de distribución presentan una amplia variedad de tamaños y configuraciones. Por ejemplo, una subestación rural de baja capacidad puede contar con una potencia nominal de 5 MVA, mientras que una subestación ubicada en un entorno

urbano puede superar los 200 MVA (Short, 2004). En muchos casos, las empresas distribuidoras optan por estandarizar el diseño de sus subestaciones, así como los tamaños de transformadores, sistemas de protección, automatización y supervisión mediante SCADA (Sistema de Control y Adquisición de Datos). Generalmente, las configuraciones de barras en estas subestaciones son sencillas y presentan un nivel de redundancia limitado. Algunos elementos comúnmente presentes en las subestaciones de distribución se presentan a continuación (Kersting, 2002)

Figura 16 Subestación de distribución simple



Fuente: Adaptado de (Kersting, 2002)

- **Disyuntores:** Las subestaciones de mayor escala pueden incorporar disyuntores de alta tensión dentro de distintas configuraciones de barras de alta tensión. La conmutación en el lado de baja tensión se realiza mediante disyuntores operados por sistemas de protección con relés. En varios casos, se recurre al uso de reconectores como alternativa a la tradicional combinación relé-disyuntor. Algunos esquemas de subestaciones contemplan un disyuntor adicional para la barra de baja tensión, además de los disyuntores asignados

a cada alimentador. Al igual que en el caso de las barras de alta tensión, las barras de baja tensión también pueden configurarse de diversas maneras.

- **Transformación de voltaje:** La función esencial de una subestación de distribución es disminuir el nivel de voltaje hasta el valor requerido para la red de distribución. En la Figura 2 se presenta un ejemplo de subestación con un único transformador; sin embargo, existen configuraciones que demandan dos o más transformadores trifásicos, según los requerimientos del sistema. Estos transformadores pueden ser unidades trifásicas integradas o conformarse mediante tres transformadores monofásicos interconectados bajo una configuración estándar.
- **Regulador de tensión (TAPS):** Los TAPS, o derivaciones ubicadas en el devanado primario del transformador, permiten efectuar ajustes finos en la relación de transformación, con el objetivo de corregir variaciones en la tensión de entrada. Gracias a estos ajustes, se garantiza que la tensión de salida permanezca dentro de los límites aceptables para el suministro a los usuarios finales.

Las líneas de media tensión están sujetas a variaciones en el nivel de voltaje debido a las caídas de tensión que ocurren a lo largo del recorrido de la red de distribución. Cuando un transformador se ubica a una distancia considerable del punto de generación, la tensión en su punto de conexión puede ser inferior a la nominal. En este contexto, los TAPS desempeñan un papel fundamental, ya que permiten ajustar la relación de transformación para garantizar un suministro eléctrico estable y dentro de los valores establecidos.

- **Protección:** La subestación debe contar con protección adecuada frente a posibles cortocircuitos. En configuraciones simples, como la mostrada en la Figura 2, la única protección automática frente a fallas internas es proporcionada por los fusibles

instalados en el lado de alta tensión del transformador. Sin embargo, a medida que los diseños de subestaciones se hacen más complejos, se implementan esquemas de protección más avanzados que resguardan no solo el transformador, sino también las barras de alta y baja tensión, así como otros equipos. Para los cortocircuitos que ocurren fuera de la subestación, se utilizan disyuntores o reconectores individuales en cada alimentador para su correcta interrupción.

- **Medición:** Todas las subestaciones cuentan con algún tipo de sistema de medición. En algunos casos, este puede ser tan básico como un amperímetro analógico que indica la corriente instantánea, así como los valores mínimo y máximo registrados en un periodo determinado. Sin embargo, el uso de medidores digitales registradores se ha vuelto cada vez más común. Estos dispositivos permiten registrar parámetros como corriente, voltaje, potencia y factor de potencia, proporcionando sus valores mínimos, promedios y máximos dentro de intervalos de tiempo definidos, típicamente de 15, 30 o 60 minutos. Además, los medidores digitales pueden monitorear individualmente la salida de cada transformador en la subestación o de cada alimentador.

2.16 Flujo de Potencia

El objetivo de un estudio de flujo de potencia es de analizar el desempeño de una red eléctrica en régimen permanente bajo diferentes condiciones de explotación. Se trata de la herramienta de análisis de base para el planeamiento, el diseño y la explotación de cualquier red de energía eléctrica, ya sea de transporte o de distribución de energía, pública o industrial. Para este caso se hace un análisis de Fallas (Grainger & Stevenson, 1994)

2.17 Digsilent Power Factory Versión 2024

El programa Digsilent Power Factory Versión 2024, es una herramienta de ingeniería asistida por ordenador para el análisis de transmisión, distribución y sistemas de energía eléctrica industrial.

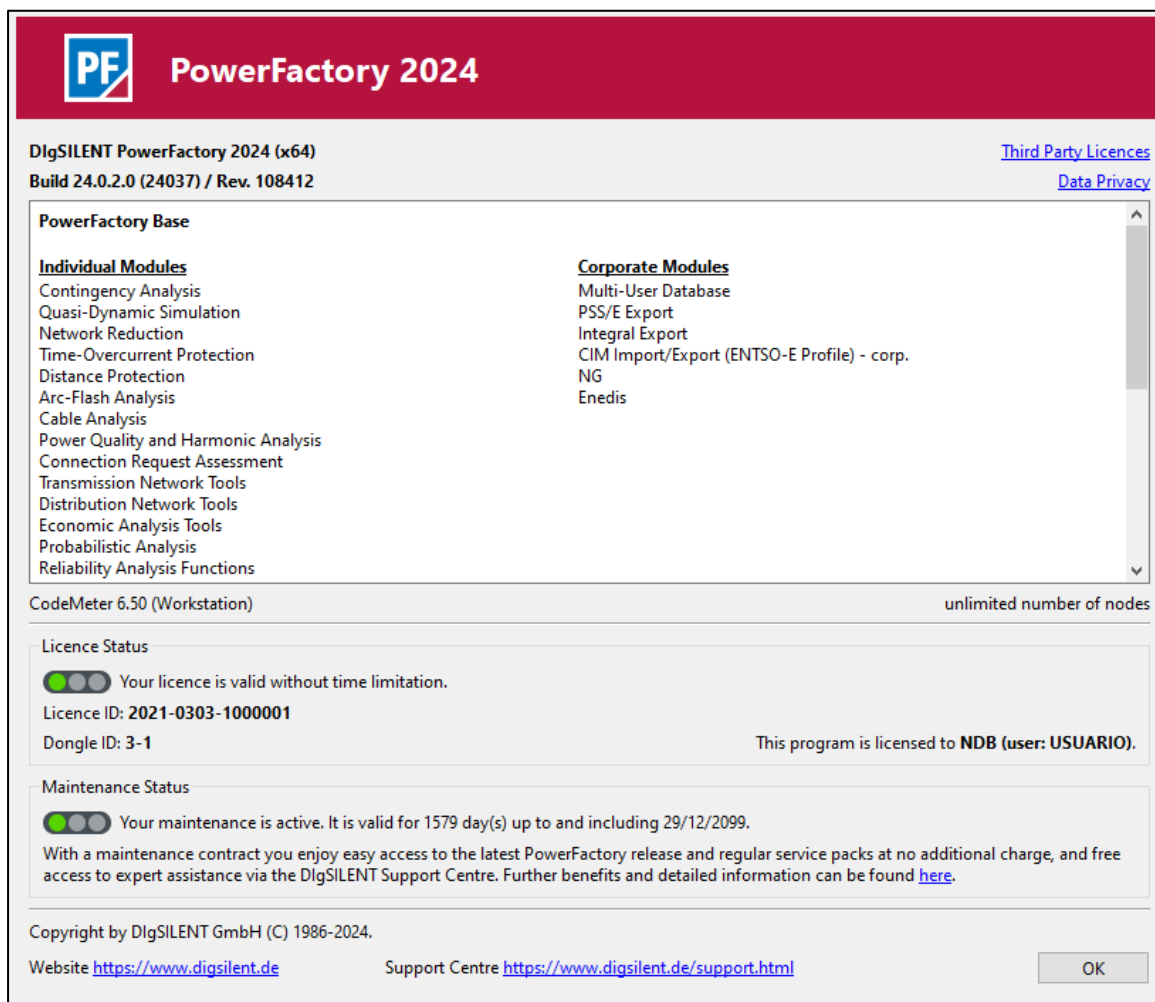
Ha sido diseñado como un paquete de software avanzado integrado e interactivo dedicado al análisis de control y sistemas de energía eléctrica para lograr los principales objetivos de planificación y optimización de la operación. DIGSILENT Versión 7 fue el primer software de análisis de sistemas de energía del mundo con una interfaz gráfica integrada de una sola línea. Ese diagrama unifilar interactivo incluía funciones de dibujo, capacidades de edición y todos los datos estáticos y relevantes (Powerfactory 2024, pág. 8).

El alcance de este software es sumamente amplio, el cual se describe a continuación:

- Análisis de flujo de carga, que permite redes de CA y/o CC monofásicas, bifásicas y trifásicas malladas y mixtas.
- Análisis de cortocircuito, para redes de CA malladas y mixtas monofásicas, bifásicas y trifásicas
- Sensibilidades / Factores de Distribución, para tensión, flujo derivado y sensibilidades del transformador
- Análisis de red de bajo voltaje
- Análisis de contingencias
- Simulación cuasi dinámica, que permite realizar varios cálculos de flujo de carga en un período de tiempo
- Reducción de la red
- Análisis de protección

- Análisis de peligro de arco eléctrico
- Análisis de cables, incluido el tamaño del cable y el cálculo de la ampacidad del cable.
- Calidad de energía y análisis de armónicos

Figura 17 Portada del programa Digsilent power factory 2024



Fuente: Digsilent Power Factory versión 2024(Guía Básica de Uso)

2.18 Marco Normativo

Para el desarrollo de este trabajo de tesis se tomó en cuenta las siguientes normas:

- Código nacional de electricidad (suministro 2011) RM N° 0214-2011
- Norma técnica de calidad de servicios eléctricos NTCSE D.S. N° 020-97
- NORMA DGE – terminología en electricidad. lima. DGE, (2012).
- Norma “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final” 2013
- Ley de Concesiones Eléctricas (LCE) Ley N° 25844.
- (2018). NORMA TÉCNICA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS RURALES. Diario Oficial el peruano.
- (2024). Catalogo: instalaciones de transmisión en alerta primer trimestre 2024.
- Norma “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final”

3 CAPITULO III

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA CARGABILIDAD DE LOS ALIMENTADORES DE MEDIA EN 10.5KV Y SED 138/34.5/10.5 KV

3.1 Introducción

Los alimentadores estudiados CA-03 y CA-02 en este capítulo, se explican con amplio detalle el cual es sumamente importante para de esta forma conocer las condiciones de operación, las características de los alimentadores y subestaciones de distribución con el propósito de poder realizar la simulación con el apoyo del software Digsiling Power Factory, el cual ayudará a comprender el comportamiento de los alimentadores mencionados.

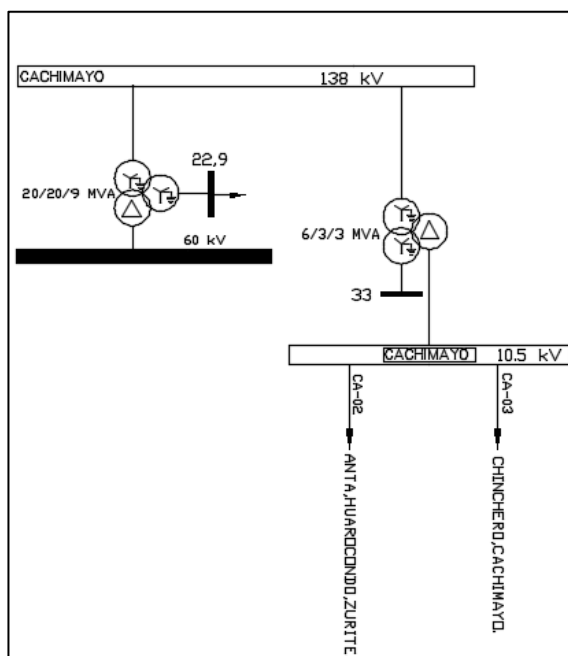
También se da una explicación de las condiciones de operación actual, del transformador de potencia de la subestación Cachimayo 6/3/3 MVA con niveles de tensión 138/34.5/10.5 KV

3.2 Descripción del Transformador de Potencia Cachimayo 6/3/3 MVA con Niveles de Tensión 138/34.5/10.5 KV

En la actualidad la Subestación de Cachimayo cuenta con 2 transformadores de 3 devanados, con potencias 20/20/9 MVA, con tensiones 138/60/22.9 KV y 6/3/3 MVA con tensiones 138/34.5/10.5 KV, que actualmente es administrada por EGEMSA.

El presente estudio se desarrolla en el transformador 6/3/3 MVA con tensiones 138/34.5/10.5 KV y con las siguientes características, como se puede apreciar en la placa del transformador mencionado a continuación.

Figura 19 Diagrama unifilar subestación de Cachimayo



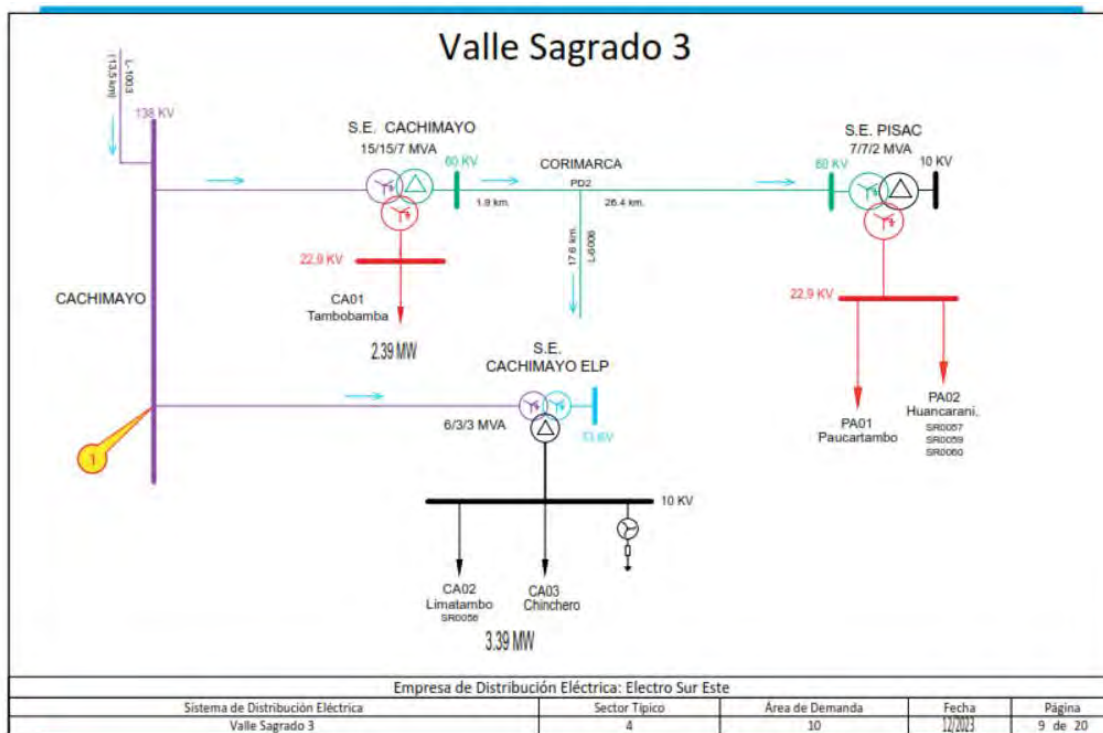
Fuente: Elaboración propia- Electro Sur Este S.A.A

3.3 Descripción General de los Alimentadores CA-03, CA-02 y SED TR4 (138/34.5/10.5 KV).

3.4 Ubicación de los Alimentadores

Los alimentadores CA-03 y CA-02, se conectan mediante la barra de 10.5 KV de la subestación de TR4 (138/34.5/10.5 KV), los cuales son parte del sistema de distribución eléctrica valle sagrado 3 y sector típico 4. Esta área de demanda, suministra energía a los usuarios residenciales (BT5B), clientes mayores (centro de salud, ladrilleras) y comerciales (centros artesanales, inmobiliarias). En el cual son parte los alimentadores CA-03 y CA-02 como se muestra el diagrama unifilar de la figura siguiente.

Figura 20 Diagrama unifilar Valle Sagrado 03, alimentadores CA-03, CA-02



Fuente: Diagramas unifilares de transmisión secundaria-2023-OSINERMIN

3.4.1 Descripción General del Alimentador CA-03

El alimentador CA-03 posee el tipo de red de distribución radial con un nivel de tensión de 10.5 kV con una longitud de 84.58 km.

En el alimentador CA-03 se puede apreciar postes de C.A.C en una gran parte, en la actualidad este alimentador tiene un sistema trifásico en su troncal, también cuenta con sistemas monofásico MRT para pequeños sectores.

Los conductores utilizados en el alimentador CA-03 en su mayoría son del tipo de AAAC con un porcentaje de 89%, con calibres de 70 mm², 50 mm², 35 mm², 25 mm², 16mm² y 10mm², el que más predomina es el conductor de 35 mm² de 7 hilos como se muestra a continuación:

Tabla 8 Características de los conductores alimentador CA-03

CARACTERÍSTICAS CONDUCTOR ALIMENTADOR CA-03	TIPO DE CONDUCTOR ALIMENTADOR CA-03	SECCIÓN DE CONDUCTOR ALIMENTADOR CA-03 EN MM2	LONGITUD EN KM
		AAAC	10
	AAAC	16	8.064
	AAAC	25	12.307
	AAAC	35	44.602
	AAAC	50	1.185
	AAAC	70	12.514

Fuente: Elaboración propia - Electro Sur Este S.A.A

Actualmente el alimentador CA-03 cuenta con 124 transformadores de distribución, los cuales son (trifásicos, bifásicos y monofásicos) este alimentador beneficia 6891 usuarios, como se muestra a continuación:

Tabla 9 Resumen de los datos generales del alimentador CA-03

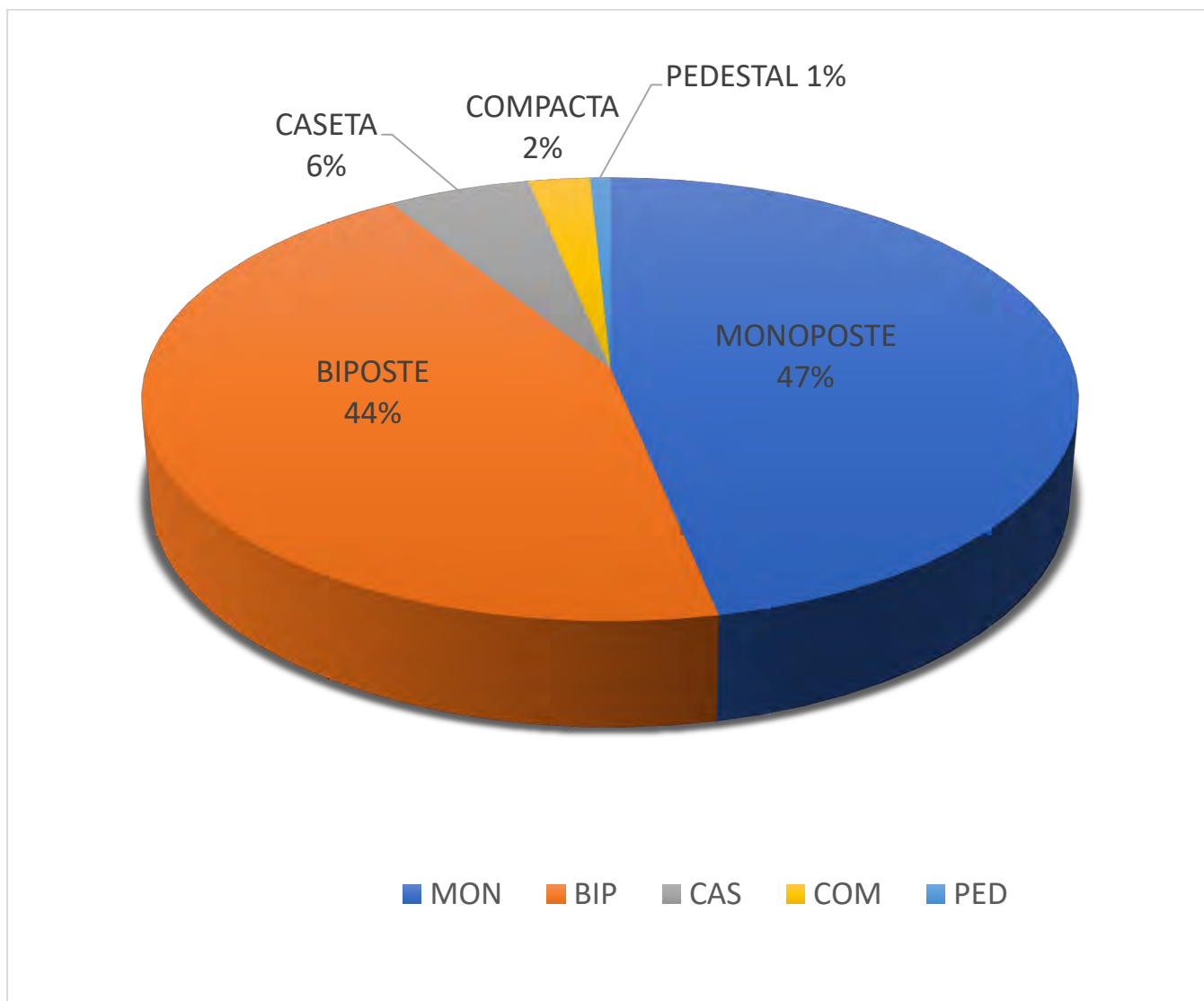
DATOS GENERALES DEL ALIMENTADOR CA-03		
Datos	unidad	cantidad
Longitud	Km	84.58
Total, subestaciones de distribución	Und	124
Usuarios GIS	Und	6891
Cantidad de equipos alumbrado público AP	Und	2044

Fuente: Elaboración propia - Electro Sur Este S.A.A

3.4.1.1 Subestaciones de Distribución del Alimentador CA-03 Según Tipo de Instalación

Se aprecia en la figura N.º 21 las subestaciones, según el tipo de instalación en el alimentador CA-03. (Mono poste, Biposte, Caseta, Compacta y pedestal).

Figura 21 Subestaciones según el tipo de instalación



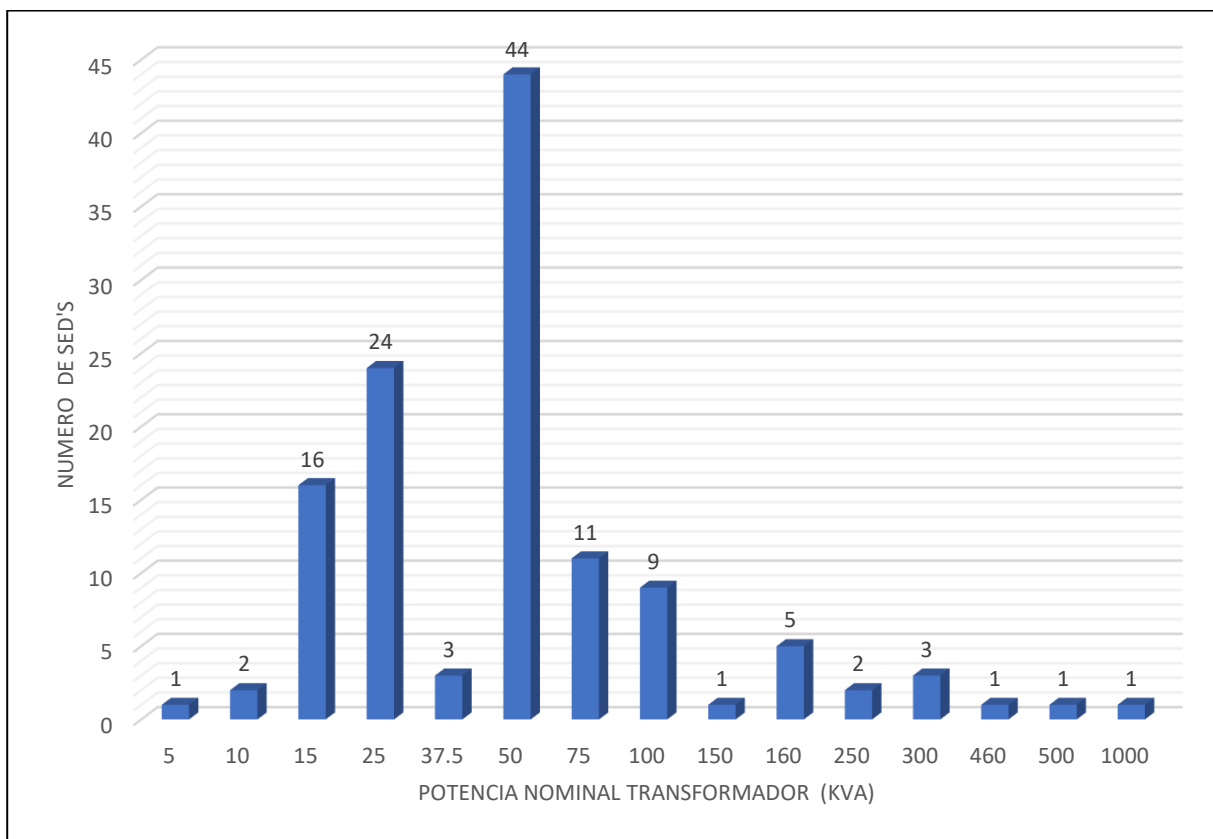
Fuente: GIS-Electro Sur Este S.A.A

El gráfico circular muestra que la mayoría de subestaciones son monoposte (47%) y biposte (44%), siendo las más utilizadas. En menor cantidad aparecen las subestaciones Caseta (6%), Compacta (2%) y Pedestal (1%), que representan una proporción muy reducida del total.

3.4.1.2 Cantidad de SED's por Potencia Instalada en el Alimentador CA-03

Se pueden observar que los transformadores que más predominan en el alimentador CA-03 son de 50 y 25 KVA como se puede observar en la figura N.º 22 a continuación:

Figura 22 Número de SED's alimentador CA-03 por potencia nominal

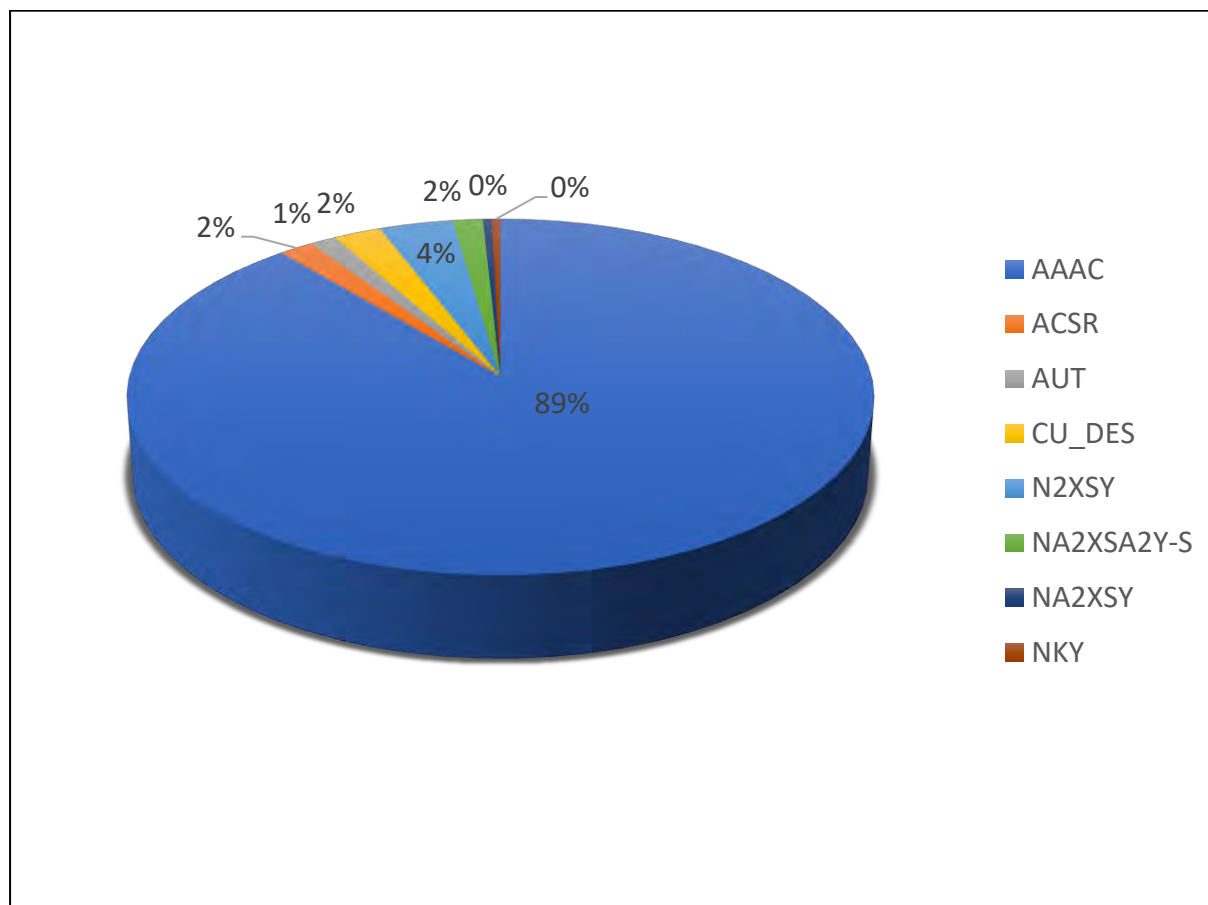


Fuente: Elaboración propia-Electro Sur Este S.A.A

3.4.1.3 Conductores Empleados en el Alimentador CA-03

De acuerdo con la figura N.º23, el conductor **AAAC** es el más utilizado, representando **89%** del total. Los demás tipos de conductores tienen una participación muy reducida, cada uno con porcentajes que van entre **0%** y **4%**, lo que evidencia el amplio predominio del AAAC en el sistema.

Figura 23 Conductores utilizados en el alimentador CA-03

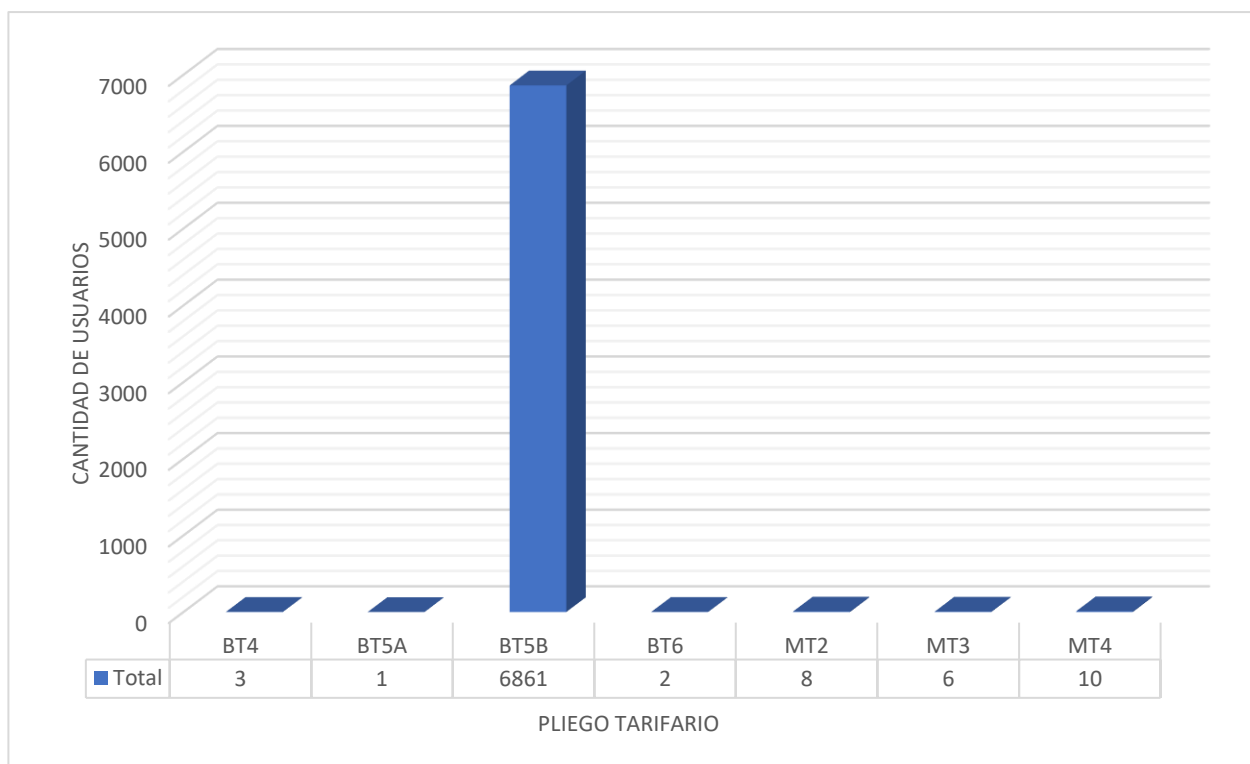


Fuente: GIS-Electro Sur Este S.A.A

3.4.1.4 Consumo de Energía por Pliego Tarifario en el Alimentador CA-03

El alimentador CA-03 cuenta con 6891 usuarios distribuidos en diferentes pliegos tarifarios definidos en contrato con la empresa concesionaria Electro Sur Este S.A.A; entre ellos, la tarifa residencial BT5B sobresale por ser la de mayor demanda y crecimiento, como se aprecia en la figura N.º 24.

Figura 24 Usuario por pliego tarifario en el alimentador CA-03



Fuente: Área GIS-Electro Sur Este S.A.A

3.4.2 Descripción General del Alimentador CA-02

El alimentador CA-02 corresponde a una red de distribución radial con un nivel de tensión de 10.5 kV y una extensión de 142,82 km. Predominan en gran parte de su recorrido los postes de C.A.C. Actualmente, dispone de un sistema trifásico en su troncal principal y de sistemas monofásicos MRT destinados a pequeños sectores.

En el alimentador CA-02, el 95% de los conductores corresponde al tipo AAAC, con calibres de 70 mm², 50 mm², 35 mm², 25 mm², 16 mm² y 10 mm²; de estos, el conductor de 35 mm² de 7 hilos es el de mayor predominio, como se presenta en la tabla N.º 10.

Tabla 10 Características de los conductores en el alimentador CA-02

CARACTERÍSTICAS CONDUCTOR ALIMENTADOR CA-02	TIPO DE CONDUCTOR ALIMENTADOR CA-02	SECCIÓN DE CONDUCTOR ALIMENTADOR CA02 EN MM2	LONGITUD EN KM
		AAAC	10
	AAAC	16	16.736
	AAAC	25	42.172
	AAAC	35	51.684
	AAAC	50	1.363
	AAAC	70	16.697

Fuente: Obtenido de Electro Sur Este S.A.A

El alimentador CA-02 dispone actualmente de 137 transformadores de distribución, tanto trifásicos, bifásicos como monofásicos, beneficiando a un total de 11549 usuarios, tal como se muestra la tabla N. ° 11.

Tabla 11 Datos generales del alimentador CA-02

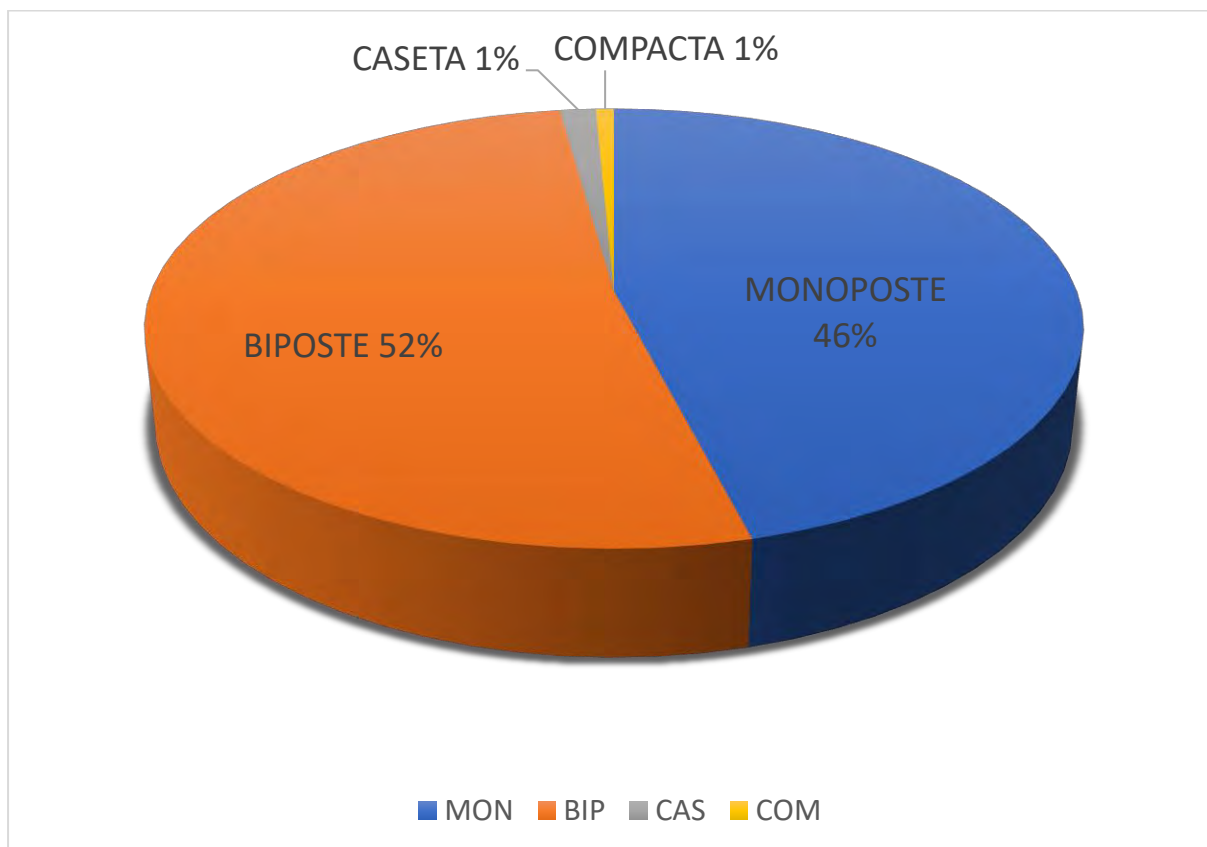
DATOS GENERALES DEL ALIMENTADOR CA-02		
Datos	Unidad	Cantidad
Longitud	Km	142.82
Total, subestaciones de distribución	Und	137
Usuarios GIS	Und	11549
Cantidad de equipos Alumbrado público AP	Und	2505

Fuente: Elaboración propia - Electro Sur Este S.A.A

3.4.2.1 Subestaciones de Distribución del Alimentador CA-02 Según Tipo de Instalación

En el alimentador CA-02 se identifican subestaciones según su tipo de instalación: monoposte, biposte, caseta y compacta.

Figura 25 Subestaciones según el tipo de instalación



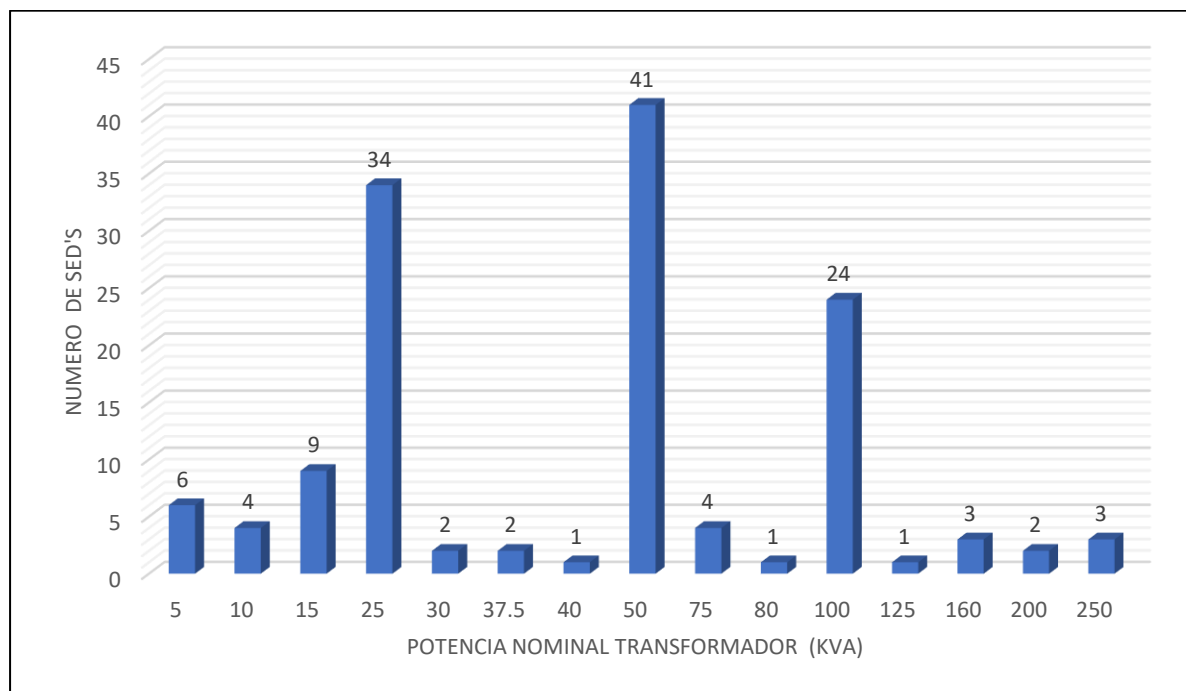
Fuente: Área GIS-Electro Sur Este S.A.A

La figura muestra que el tipo de subestación biposte es el más empleado, representando 52% del total. Le sigue el tipo monoposte, con 46%. En menor proporción se encuentran las subestaciones caseta y compacta, cada una con apenas 1%, lo que indica que su uso es poco frecuente.

3.4.2.2 Cantidad de SED's por Potencia Instalada en el Alimentador CA-02

En el alimentador CA-02 predominan los transformadores de 50 kVA, 100 kVA y 25 kVA, tal como se muestra en la figura N.º 26.

Figura 26 Número de SED's por potencia nominal alimentador CA-02

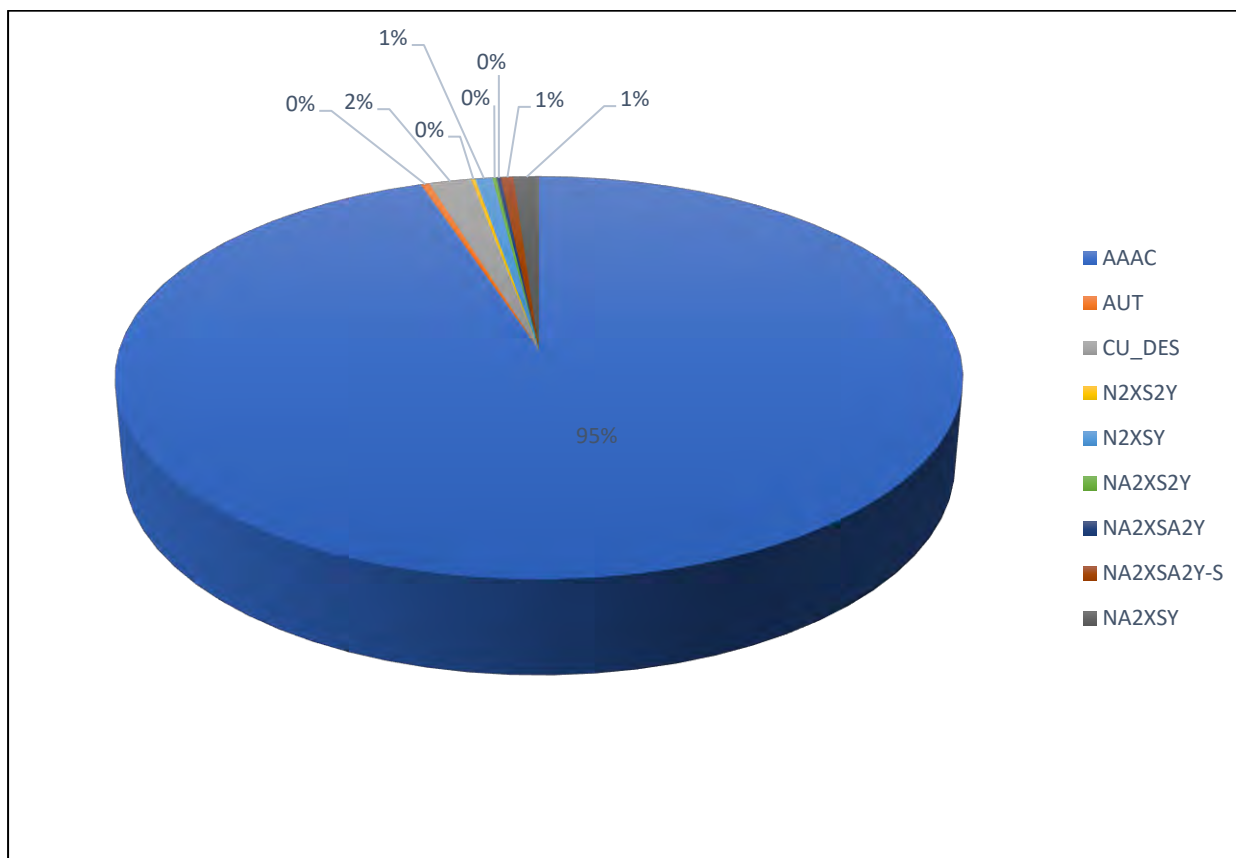


Fuente: Elaboración propia-Electro Sur Este S.A.A

3.4.2.3 Conductores Empleados en el Alimentador CA-02

El conductor AAAC es el más utilizado en el sistema, concentrando 95% de participación, tal como se observa en la figura N.º 27. Los demás tipos de conductores presentan porcentajes muy reducidos, cada uno entre 0% y 2%, lo que confirma el predominio absoluto del AAAC.

Figura 27 Conductores utilizados en el alimentador CA-02

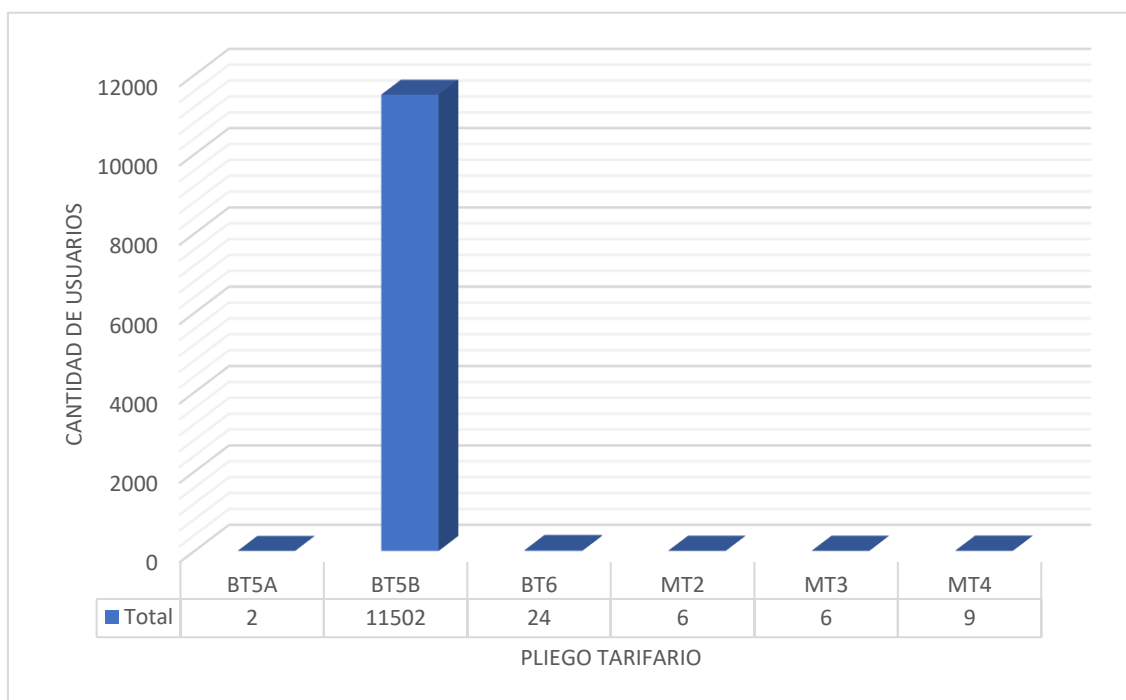


Fuente: Área GIS-Electro Sur Este S.A.A.

3.4.2.4 Consumo de Energía por Pliego Tarifario en el Alimentador CA-02

El alimentador CA-02 cuenta con 11549 usuarios bajo distintos pliegos tarifarios establecidos en contrato con la empresa concesionaria Electro Sur Este S.A.A., destacando la tarifa residencial BT5B como la de mayor cantidad de usuarios y crecimiento, tal como se evidencia en la figura N.º28.

Figura 28 Usuarios por pliego tarifario en el alimentador CA-02



Fuente: Área GIS-Electro Sur Este S.A.A.

3.5 Alumbrado Público

El sistema de alumbrado público es una infraestructura diseñada para suministrar iluminación artificial en calles, carreteras, espacios recreativos y demás áreas de uso común, con el propósito de asegurar visibilidad y seguridad en condiciones de baja iluminación.

3.5.1 Alumbrado Público Alimentador CA-03

El alimentador CA-03 cuenta con 2044 luminarias de distintas potencias, distribuidas en 124 subestaciones de distribución. El resumen correspondiente al alumbrado público del alimentador CA-03 se presenta en el anexo respectivo y se ilustra en la tabla N.º 12.

Tabla 12 Características del alumbrado público en el alimentador CA-03

POTENCIA LUMINARIA EN (W)	CANTIDAD DE LUMINARIAS
Potencia de vapor de sodio de 50 W	24450
Potencia de vapor de sodio de 70 W	52850
Potencia de vapor de sodio de 150 W	1350
Potencia led de 35 W	0
Potencia led de 38 W	456
Potencia led de 40 W	4120
Potencia led de 50 W	6200
Potencia led de 52 W	13260
Potencia led de 53 W	689
Potencia led de 54 W	432
Potencia led de 55 W	4015
Potencia led de 58 W	696
Potencia led de 70 W	280
Potencia led de 90 W	630
Potencia led de 92 W	5796
Potencia led de 100 W	10800
Potencia led de 140 W	1260

Fuente: Elaboración propia- Electro Sur Este S.A.A.

Tabla 13 Cantidad de alumbrado público en el alimentador CA-03

ITEM	ALUMBRADO PUBLICO	TOTAL
1	Total, de Unidades Alumbrado Público	2044
2	Total, de Potencia (kW)	127.284

Fuente: Elaboración Propia- Electro Sur Este S.A.A.

De acuerdo con la tabla elaborada, el alimentador registra una potencia total de 127.284 kW, valor considerado relevante para el presente estudio de análisis de cargabilidad.

3.5.2 Alumbrado Público Alimentador CA-02

El alimentador CA-02 cuenta con 2 505 luminarias de distintas potencias, distribuidas en 137 subestaciones de distribución. El resumen del alumbrado público correspondiente se presenta en el anexo CA-02 y se detalla en la tabla N.º 14.

Tabla 14 Características alumbrado público alimentador CA-02

POTENCIA LUMINARIA EN (W)	CANTIDAD DE LUMINARIAS
Potencia de vapor de sodio de 50 W	39700
Potencia de vapor de sodio de 70 W	50540
Potencia de vapor de sodio de 150 W	1500
Potencia led de 35 W	35
Potencia led de 38 W	2052
Potencia led de 40 W	3920
Potencia led de 50 W	2750
Potencia led de 52 W	12116
Potencia led de 53 W	636
Potencia led de 54 W	702
Potencia led de 55 W	12430
Potencia led de 58 W	1334
Potencia led de 90 W	5040
Potencia led de 92 W	14076
Potencia led de 100 W	5100
Potencia led de 140 W	560

Fuente: Elaboración propia - Electro Sur Este S.A.A.

Tabla 15 Cantidad de alumbrado público en el alimentador CA-02

ITEM	ALUMBRADO PUBLICO	TOTAL
1	Total, de Unidades Alumbrado Público	2505
2	Total, de potencia (kW)	152.491

Fuente: Elaboración propia - Electro Sur Este S.A.A.

De acuerdo con la tabla elaborada, el alimentador presenta una potencia total de 152.491 kW, valor que se considera fundamental para el análisis de cargabilidad en el presente estudio.

3.6 Topología de los Alimentadores CA-03 y CA-02

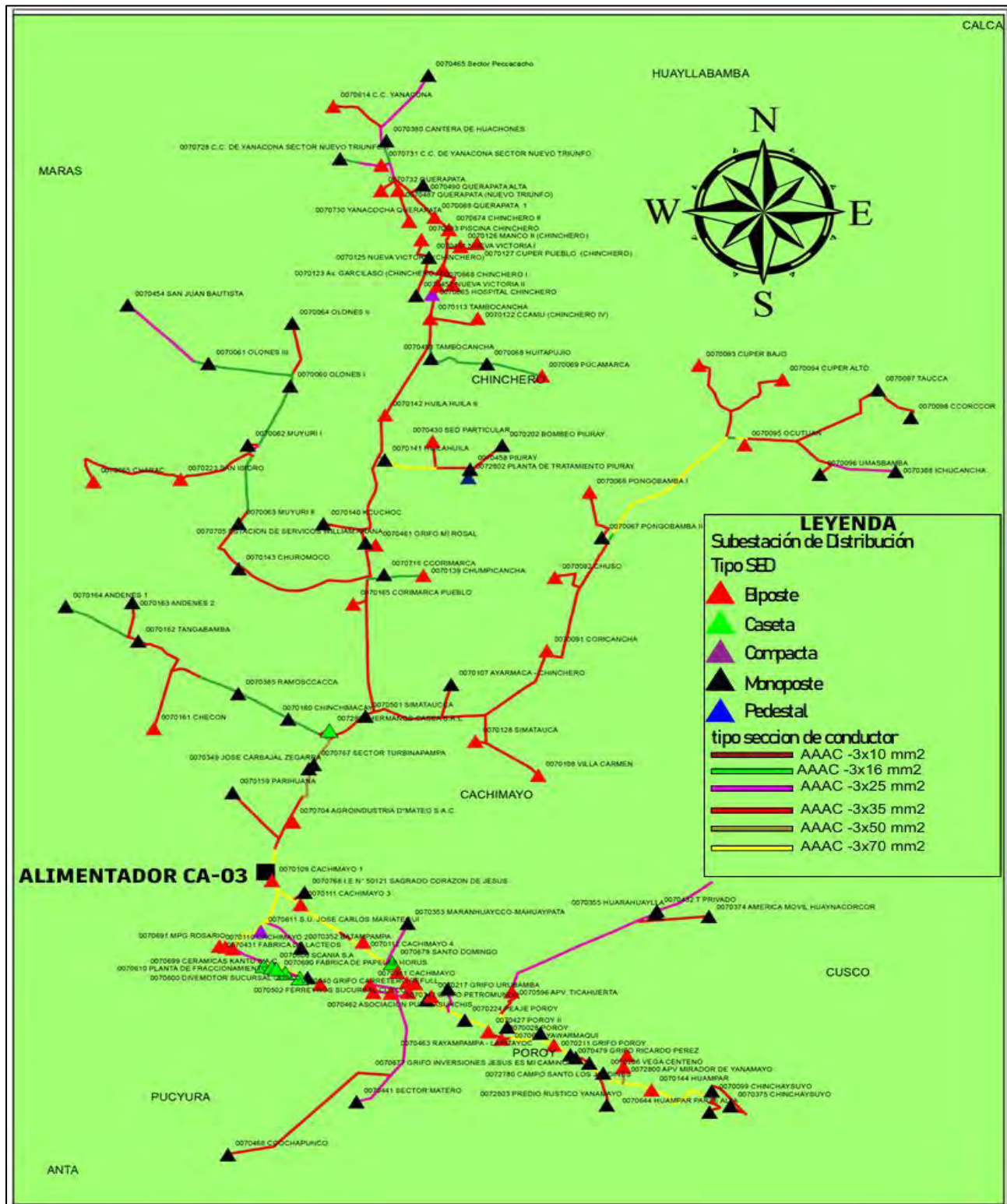
En los alimentadores CA-02 y CA-03 de la Subestación de Cachimayo, la configuración implementada corresponde a topologías radiales con derivaciones múltiples, optimizadas para garantizar el suministro eléctrico en zonas urbanas y rurales del área de influencia.

Trayectoria principal CA-02: Desde la Subestación Cachimayo hacia Chacán, Huarcocondo, Zurite, Anapahua, Inquilpata y otras localidades.

Trayectoria principal CA-03: Desde la Subestación Cachimayo hacia Chinchero, Pucyura, Pongobamba, Huarahuaylla, Batampampa, Muyuri, Olones y zonas industriales como Cerámicas Kantu.

3.6.1 Topología Alimentador CA-03

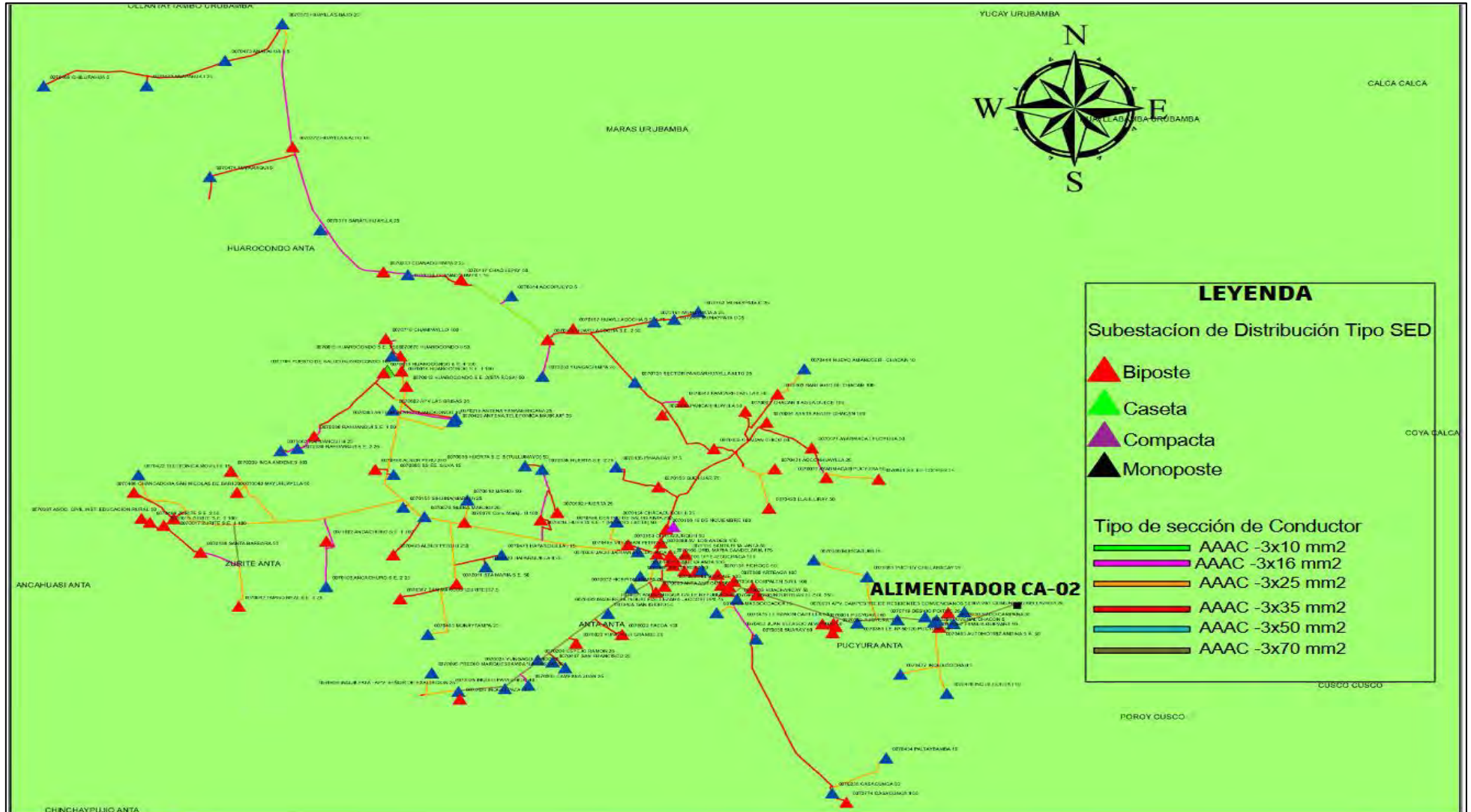
Figura 29 Topología georreferenciado del alimentador CA-03



Fuente: Elaboración propia - Electro Sur Este S.A.A

3.6.2 Topología Alimentador CA-02

Figura 30 Topología georeferenciado del alimentador CA02

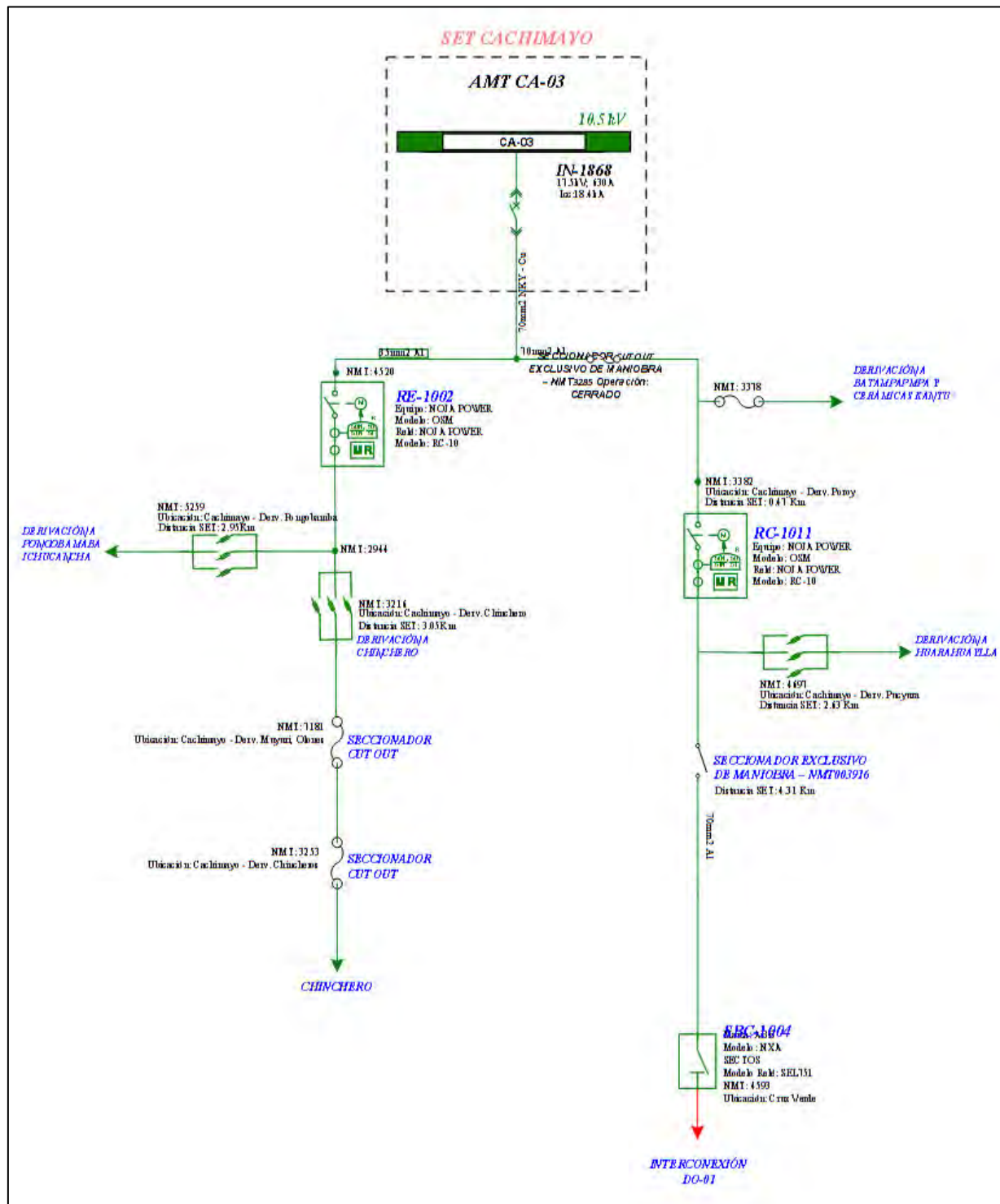


Fuente: Elaboración propia - Electro Sur Este S.A.A

3.7 Diagrama Unifilar de los Alimentadores CA-03, CA-02 y SED 138/34.5/10.5 KV

3.7.1 Diagrama Unifilar de los Alimentadores CA-03

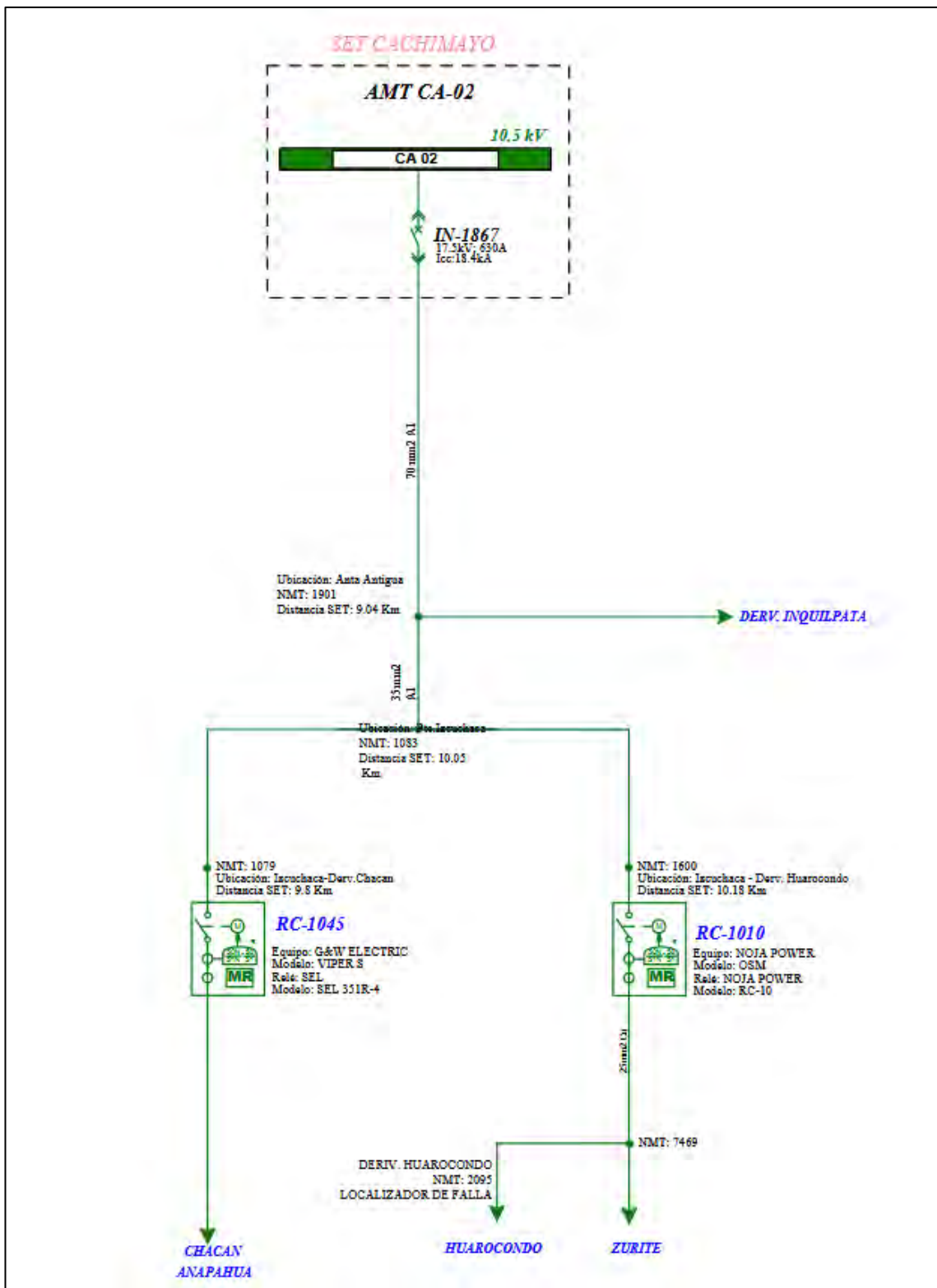
Figura 31 Diagrama unifilar del alimentador CA-03



Fuente: Centro de control -Electro Sur Este S.A.A 2025

3.7.2 Diagrama Unifilar de los Alimentadores CA-02

Figura 32 Diagrama unifilar del alimentador CA-02



Fuente: Centro de control -Electro Sur Este S.A.A 2025

3.8 Cargabilidad de los Alimentadores CA-03, CA-02 y SED 138/34.5/ 10.5 KV

El análisis de la cargabilidad en los alimentadores CA-03 y CA-02 se desarrolla considerando principalmente los indicadores de las variables independientes (VI), dependientes (VD) e intervinientes, tales como la corriente, la potencia activa y la tensión. Dicho estudio se lleva a cabo mediante simulaciones en el software Digsilent Power Factory para los años proyectados. De manera análoga, la SED TR4 138/34,5/10,5 kV es evaluada con los mismos indicadores, permitiendo determinar el estado actual de operación y la cargabilidad del transformador.

3.9 Evaluación de la Cargabilidad

Para la evaluación de la cargabilidad resulta fundamental considerar las Horas Punta (HP) y las Horas Fuera de Punta (HFP), ya que su inclusión permite realizar un análisis más coherente y representativo del comportamiento de la demanda.

De acuerdo con la Norma Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final, se establece lo siguiente:

Tabla 16 Clasificación de las horas, hora punta HP y hora fuera de Punta HFP

HORAS PUNTA (HP)	HORAS FUERA DE PUNTA (HFP)
Se entenderá por horas de punta (HP), el periodo comprendido entre las 18:00 y las 23:00 horas de cada día de todos los meses del año.	Se entenderá por horas fuera de punta (HFP), al resto de horas del mes no comprendidas en las horas de punta (HP).

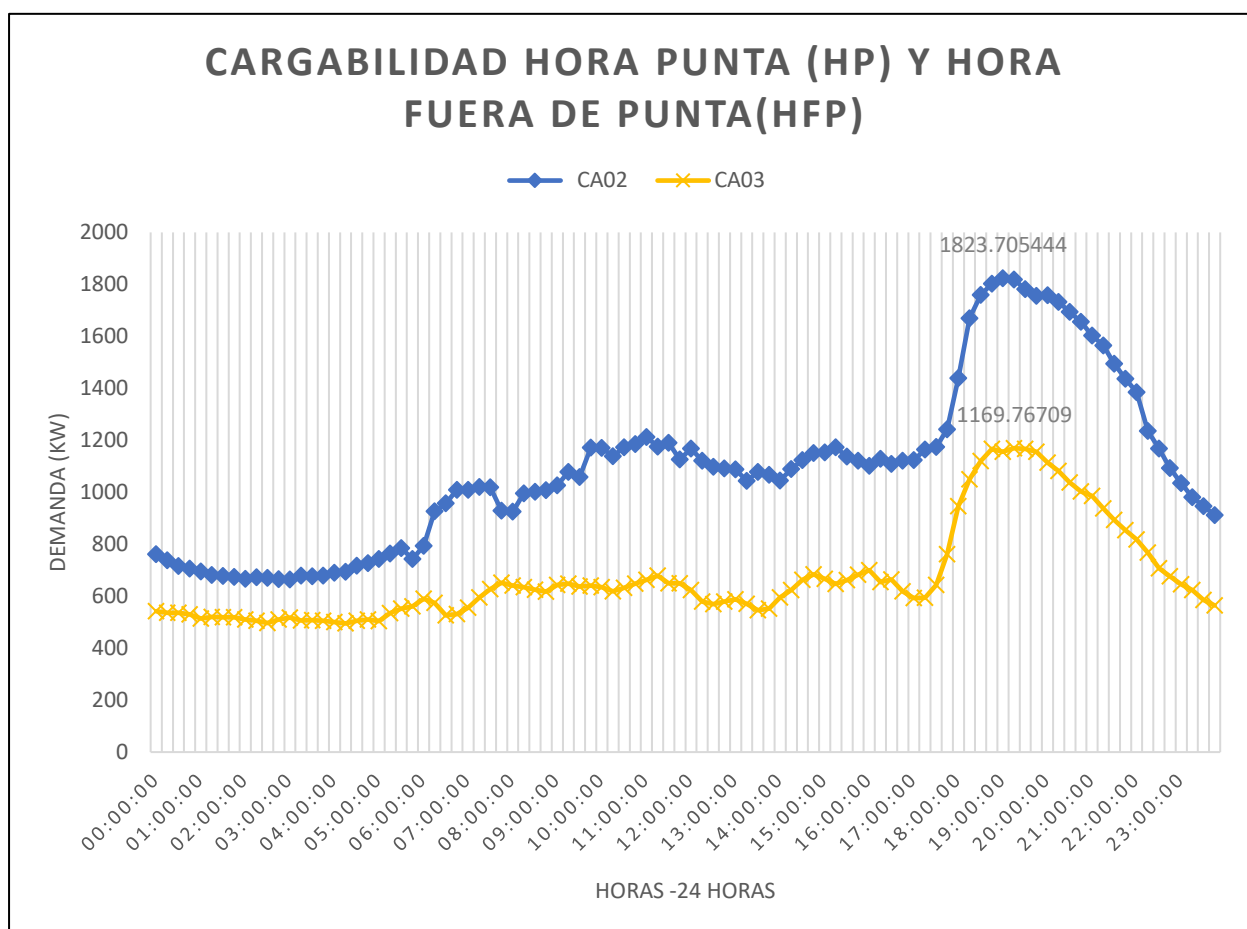
Fuente: Obtenido de OSINERMING

De acuerdo con los registros de la empresa distribuidora Electro Sur Este S.A.A., en los alimentadores CA-03 y CA-02 se evidencia que la máxima demanda se presenta durante las horas punta (HP).

Por ejemplo, en el alimentador CA-03 la máxima demanda se registra en hora punta (HP), específicamente a las 19:15:00 horas del 11 de mayo de 2022. De forma similar, en el alimentador CA-02 la máxima demanda ocurre también en hora punta, el 17 de octubre de 2024 a las 19:00:00 horas.

Se observa la evolución de la demanda en un día específico, tal como se presenta en la figura N.º 33 y en el gráfico correspondiente.

Figura 33 Curva hora punta (HP) y hora fuera de punta (HFP)



Fuente: Elaboración propia reportes Electro Sur Este S.A.A

3.10 Situación Actual de la Cargabilidad de los Alimentadores CA-03 y CA-02 y SED

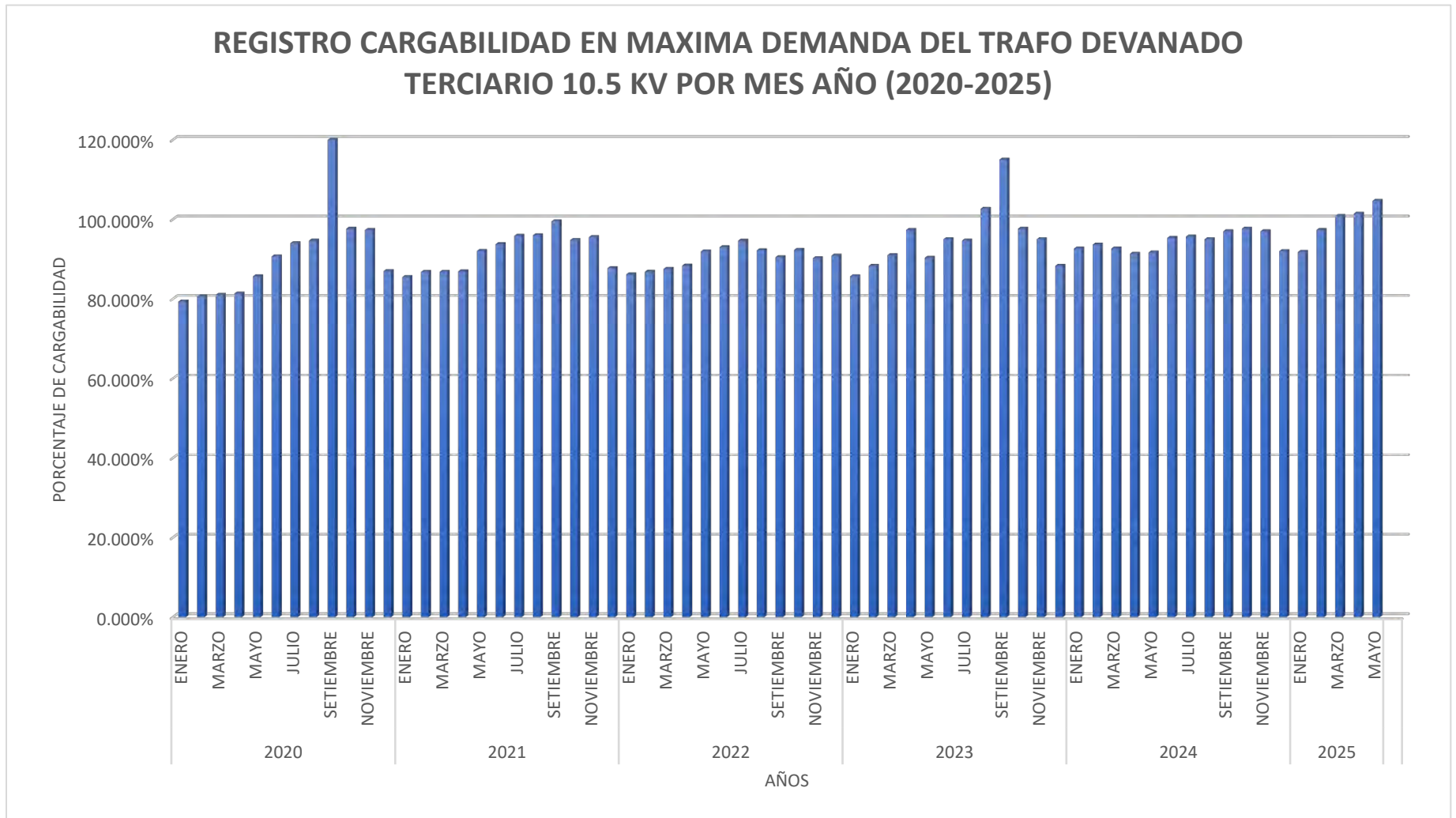
138/34.5/ 10.5 KV

3.10.1 Situación Actual del Transformador de Potencia 6/3/3 MVA con Niveles de Tensión

138/34.5/ 10.5 KV

De acuerdo con las demandas máximas registradas entre los años 2020 y 2025 en el devanado terciario del transformador Cachimayo (TR4 – 6/3/3 MVA), con una potencia nominal de 3 MVA y un nivel de tensión de 10.5 kV, se han obtenido valores de cargabilidad que oscilan entre 79.333 % y 120 %. Estos resultados evidencian que el transformador opera en determinados periodos al límite de su capacidad nominal, lo que repercute en la reducción de su vida útil. La evolución de dicha cargabilidad se muestra en la siguiente figura N.º 34.

Figura 34 Evolución de la cargabilidad transformador 6/3/3 MVA año enero 2020-mayo 2025

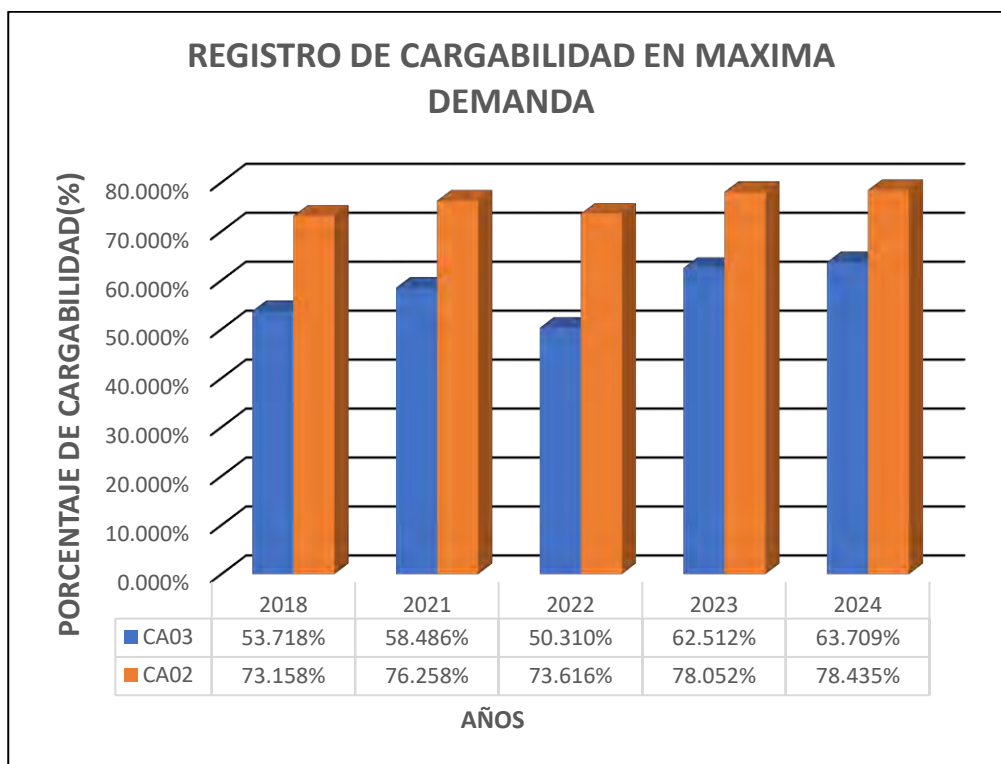


Fuente: Elaboración propia –Base de datos EGEMSA 2025

3.10.2 Situación Actual de los Alimentadores CA-03 y CA-02

De acuerdo con las demandas máximas registradas entre los años 2018 y 2024, facilitadas por Electro Sur Este S.A.A., en los alimentadores CA-03 y CA-02 se han obtenido valores de cargabilidad que varían entre 50.310 % y 78.435 %. Tal como se aprecia en la figura N.º 35 presentado a continuación.

Figura 35 Evolución de la cargabilidad año 2018-2024



Fuente: Elaboración propia – centro de control Electro Sur Este S.A.A

3.11 Diagnóstico Actual de la Demanda de Energía de los Alimentadores CA-03 y CA-02

En la actualidad, los alimentadores CA-03 y CA-02 presentan una tendencia de crecimiento sostenido, la cual se incrementa anualmente según lo evidencian los reportes históricos.

3.11.1 Demanda Histórica de Energía Alimentador CA-03

Se presenta el consumo anual correspondiente a los últimos tres años, distribuido en

las 124 subestaciones de distribución del alimentador CA-03, como se muestra a la tabla N.º

17 a continuación.

Tabla 17 Demanda histórica de energía alimentador CA-03

Nº	SED	NOMBRE SED	ENERGÍA	ENERGÍA	ENERGÍA
			ANUAL	ANUAL	ANUAL
			2022(kW.h)	2023(kW.h)	2024(kW.h)
1	70028	POROY	224950.00	228740.00	233700.00
2	70060	OLONOS I	8516.40	8425.40	7726.40
3	70061	OLONOS III	9210.90	10431.00	15155.00
4	70062	MUYURI I	13628.00	15411.00	14190.00
5	70063	MUYURI II	9635.60	9229.60	9298.60
6	70064	OLONOS II	8735.30	11463.00	10813.00
7	70065	CHARAC	14861.00	14805.00	13726.00
8	70066	PONGOBAMBA I	20176.00	18216.00	20134.00
9	70067	PONGOBAMBA II	16095.00	15559.00	15483.00
10	70068	HUITAPUJIO	14378.00	16116.00	17727.00
11	70069	PUCAMARCA	22268.00	19666.00	20466.00
12	70088	QUERAPATA 1	137220.00	128530.00	140490.00
13	70091	CORICANCHA	34172.00	36077.00	36995.00
14	70092	CHUSO	51303.00	48405.00	50986.00
15	70093	CUPER BAJO	25746.00	26039.00	26196.00
16	70094	CUPER ALTO	22559.00	21164.00	22509.00
17	70095	OCUTUAN	37282.00	37196.00	36554.00
18	70096	UMASBAMBA	36089.00	37247.00	38990.00
19	70097	TAUCCA	14311.00	14369.00	13988.00
20	70098	CCORCCOR	13104.00	13108.00	13489.00
21	70099	CHINCHAYSUYO	125740.00	135590.00	149120.00
22	70107	AYARMACA - CHINCHERO	23633.00	24971.00	24802.00
23	70108	VILLA CARMEN	26976.00	26862.00	26505.00
24	70109	CACHIMAYO 1	84035.00	86191.00	87866.00
25	70110	CACHIMAYO 2	188090.00	208230.00	235280.00
26	70111	CACHIMAYO 3	195360.00	188570.00	198260.00
27	70112	CACHIMAYO 4	91700.00	95321.00	97371.00
28	70113	TAMBOCANCHA	79106.00	82388.00	89798.00
29	70122	CCAMU (CHINCHERO IV)	33919.00	36915.00	38968.00
30	70123	Av. GARCILASO (CHINCHERO III)	118800.00	118520.00	115140.00
31	70125	NUEVA VICTORIA (CHINCHERO)	293540.00	313920.00	311440.00
32	70126	MANCO II (CHINCHERO)	123330.00	128320.00	133430.00
33	70127	CUPER PUEBLO (CHINCHERO)	114660.00	115650.00	115020.00
34	70128	SIMATAUCA	38877.00	35339.00	34394.00
35	70139	CHUMPICANCHA	6846.30	8044.30	6142.30

36	70140	KCUCHOC	5029.00	5282.00	4859.00
37	70141	HUILAHUILA	37442.00	40983.00	43111.00
38	70142	HUILA HUILA II	27452.00	28372.00	33433.00
39	70143	CHUROMOCO	5489.90	5425.90	5182.90
40	70144	HUAMPAR	257490.00	275270.00	303730.00
41	70159	PARIHUANA	33504.00	35043.00	41711.00
42	70160	CHINCHIMACAY	18417.00	17913.00	18229.00
43	70161	CHECON	11008.00	12039.00	11261.00
44	70162	TANGABAMBA	9725.70	9107.70	9000.70
45	70163	ANDENES 2	5027.40	5765.40	5744.40
46	70164	ANDENES 1	8260.00	7515.00	7024.00
47	70165	CORIMARCA PUEBLO	44568.00	47922.00	44198.00
48	70202	BOMBEO PIURAY	0.00	0.00	0.00
49	70206	VEGA CENTENO	0.00	0.00	0.00
50	70208	JORGE L. GUEVARA CACHIMAYO	0.00	0.00	0.00
51	70211	GRIFO POROY	0.00	0.00	0.00
52	70217	GRIFO URUBAMBA	33932.00	30985.00	31993.00
53	70223	SAN ISIDRO	7330.40	6811.40	6321.40
54	70224	PEAJE POROY	96886.00	94756.00	100570.00
55	70341	CACHIMAYO	51972.00	66105.00	111870.00
56	70342	GRIFO PETROMUNDO	0.00	0.00	0.00
57	70349	JOSE CARBAJAL ZEGARRA	0.00	0.00	0.00
58	70352	BATAMPAMPA	15723.00	15708.00	15692.00
59	70353	MARANHUAYCCO-MAHUAYPATA	8734.80	8845.80	8560.80
60	70355	HUARAHUAYLLA	3066.00	2474.00	2138.00
61	70356	PAUCARPATA - OCCOSCOLLO	9572.00	9611.00	9294.00
62	70374	AMERICA MOVIL HUAYNACORCOR	0.00	0.00	0.00
63	70375	CHINCHAYSUYO	106080.00	115670.00	115880.00
64	70380	CANTERA DE HUACHONES	0.00	0.00	0.00
65	70385	RAMOSCCACCA	1820.00	1711.00	1791.00
66	70388	ICHUCANCHA	557.00	586.00	403.00
67	70427	POROY II	114120.00	115520.00	117690.00
68	70430	SED PARTICULAR	0.00	0.00	0.00
69	70431	FABRICA DE LACTEOS	0.00	0.00	0.00
70	70432	T PRIVADO	0.00	0.00	2286.20
71	70441	SECTOR MATERO	6886.00	7372.00	7234.00
72	70451	NUEVA VICTORIA I	55063.00	55313.00	57944.00
73	70452	NUEVA VICTORIA II	33250.00	30973.00	29479.00
74	70453	TAMBOCANCHA	66831.00	74211.00	84745.00
75	70454	SAN JUAN BAUTISTA	9790.00	10704.00	11726.00
76	70458	PIURAY	61078.00	63765.00	68164.00
77	70461	GRIFO MI ROSAL	36196.00	31320.00	27525.00
78	70462	ASOCIACION PUKLLASUNCHIS	0.00	0.00	0.00
79	70463	RAYAMPAMPA - LARITAYOC	121670.00	122430.00	125800.00

80	70465	Sector Peccacacho	3058.30	2977.30	2887.30
81	70468	CCOCHAPUNCO	1343.40	1310.40	1309.40
82	70476	ASOCIACION QUINTA LOS PINOS	11811.00	11074.00	10728.00
83	70479	GRIFO RICARDO PEREZ	0.00	0.00	0.00
84	70484	APV. LUIS ROBLES RECABARREN	110770.00	120400.00	149050.00
85	70487	QUERAPATA (NUEVO TRIUNFO)	53808.00	51880.00	52948.00
86	70490	QUERAPATA ALTA	10426.00	10111.00	10085.00
87	70501	SIMATAUCCA	14426.00	14655.00	16142.00
88	70502	FERREYROS SUCURSAL CUSCO	158990.00	164290.00	145980.00
89	70596	APV. TICAHUERTA	36739.00	43305.00	46965.00
90	70600	DIVEMOTOR SUCURSAL CUSCO	67148.00	75394.00	85572.00
91	70606	SCANIA S.A.	0.00	0.00	0.00
92	70610	PLANTA DE FRACCIONAMIENTO	0.00	0.00	0.00
93	70611	S.U. JOSE CARLOS MARIATEGUI	17582.00	20785.00	20295.00
94	70614	C.C. YANAONA	17392.00	17593.00	20029.00
95	70640	GRIFO CARRETERO REFULL	251650.00	243330.00	277120.00
96	70644	HUAMPAR PARTE ALTA	110370.00	110860.00	120260.00
97	70665	HOSPITAL CHINCHERO	0.00	0.00	0.00
98	70667	BILINGUAL SCHOOL AUSANGATE	49673.00	60081.00	64020.00
99	70668	CHINCHERO I	121470.00	120990.00	130730.00
100	70674	CHINCHERO II	103420.00	100020.00	101710.00
101	70677	GRIFO INVERSIONES JESUS ES MI CAMINO	43295.00	36483.00	26686.00
102	70679	SANTO DOMINGO	0.00	0.00	69565.00
103	70685	YAWARMAQUI	41673.00	53113.00	52706.00
104	70690	FABRICA DE PAPELES HORUS	0.00	0.00	0.00
105	70691	MPG ROSARIO	0.00	0.00	0.00
106	70693	PISCINA CHINCHERO	0.00	0.00	0.00
107	70699	CERAMICAS KANTU S.A.C.	149330.00	115190.00	147170.00
108	70704	AGROINDUSTRIA D*MATEO S.A.C.	0.00	0.00	0.00
109	70705	ESTACION DE SERVICIOS WILLIAM ARANA	21390.00	18054.00	20141.00
110	70716	CCORIMARCA	0.00	0.00	0.00
111	70728	C.C. DE YANAONA SECTOR NUEVO TRIUNFO II	10382.00	11173.00	11353.00
112	70730	YANACOA QUERAPATA	18372.00	20989.00	23593.00
113	70731	C.C. DE YANAONA SECTOR NUEVO TRIUNFO	41856.00	38042.00	38178.00
114	70732	QUERAPATA	15374.00	13646.00	13976.00
115	70767	SECTOR TURBINAPAMPA	4019.10	11574.00	10487.00
116	70768	I.E N° 50121 SAGRADO CORAZON DE JESUS	0.00	0.00	0.00
117	70771	SAN LUIS DE LAS FUENTES-CACHIMAYO	11826.00	14518.00	18101.00
118	72780	CAMPO SANTO LOS JARDINES	0.00	0.00	0.00

119	72800	APV MIRADOR DE YANAMAYO	17966.00	17966.00	17966.00
120	72801	APV MIRADOR DE YANAMAYO II	13474.00	13474.00	13474.00
121	72802	PLANTA DE TRATAMIENTO PIURAY	0.00	0.00	0.00
122	72803	PREDIO RUSTICO YANAMAYO	0.00	0.00	0.00
123	72806	PE-CS-1033 STARLINK CUSCO	0.00	0.00	0.00
124	72807	HERMANOS CASSA S.R.L.	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia-área comercial Electro Sur Este S.A.A.

Como se observa en la Tabla N.º 17, se presenta la data histórica de la demanda de energía anual en kW.h correspondiente al alimentador CA-03. Para el año 2022, la energía total registrada fue de 5 111 856,50 kWh; en 2023, alcanzó 5 223 815,20 kW.h; y en 2024, se incrementó a 5 605 969,40 kW.h.

A partir de estos datos históricos, se evidencia una tendencia creciente en el consumo de energía a lo largo de los años.

3.11.2 Demanda Histórica de Energía Alimentador CA-02

Se presenta el consumo anual de los últimos tres años, distribuido en las 137 subestaciones de distribución del alimentador CA-02, tal como se muestra en la tabla N.º 18.

Tabla 18 Demanda histórica de energía alimentador CA-02

Nº	SED	NOMBRE SED	ENERGÍA ANUAL 2022(kw.h)	ENERGÍA ANUAL 2023(kw.h)	ENERGÍA ANUAL 2024(kw.h)
1	70001	PUCYURA I	145460.00	148150.00	147810.00
2	70002	CHACAN II AGUA DULCE	31819.00	30075.00	31233.00
3	70003	SANTIAGO DE CHACAN	60486.00	60815.00	63130.00
4	70004	SANTA ANA DE CHACAN	60804.00	60982.00	62343.00
5	70005	CHACAN CHICO	54005.00	46491.00	44772.00
6	70006	JAQUIJAHUANA IZCUCHACA	264850.00	291470.00	303990.00
7	70008	PUENTE IZCUCHACA ANDES	458190.00	483020.00	507580.00
8	70010	MARKU	64122.00	81693.00	77945.00
9	70011	STA MARIA S.E.	30589.00	27473.00	25433.00
10	70012	HUAROCONDO S.E. 2(STA ROSA)	46567.00	46743.00	67521.00
11	70013	HUAROCONDO S.E. 4	79895.00	85064.00	88160.00
12	70015	HUAROCONDO S.E. 3	51176.00	50310.00	52981.00
13	70016	HUAROCONDO S.E. 1	98010.00	100586.00	118538.00

14	70017	ZURITE S.E. 1	90903.00	94263.00	103239.00
15	70019	ZURITE S.E. 3	147070.00	148730.00	168040.00
16	70021	ANTA ANTIGUA CALLE REPUBLICA	114980.00	127640.00	158940.00
17	70022	PACCA	69400.00	69392.00	69580.00
18	70023	YUNGAQUI GRANDE	75522.00	75227.00	80004.00
19	70024	YUNGAQUI CHICO	17464.00	16363.00	16368.00
20	70025	INQUILLPATA CHICO	26451.00	18944.00	20588.00
21	70026	INQUILLPATA	62951.00	56329.00	56783.00
22	70029	HUACHANCAY	95680.00	90179.00	95199.00
23	70030	SUARAY	20668.00	20949.00	21883.00
24	70031	EL BOSQUE	154610.00	187930.00	194870.00
25	70032	PANCARHUAYLLA	15040.00	15467.00	14819.00
26	70033	YUNCACHIMPA	8322.00	8011.00	7370.00
27	70034	HUERTA S.E. 1 (MOSOCLACTA)	22494.00	21997.00	23647.00
28	70035	HUERTA S.E. 2	7662.00	7271.00	6666.00
29	70036	HUERTA S.E. 3 (TULLUMAYO)	11694.00	11334.00	10210.00
30	70038	RAHUANQUI S.E. 1	10250.00	10220.00	10552.00
31	70039	RAHUANQUI S.E. 2	8996.00	8955.00	8755.00
32	70040	MAYUHUAYLLA	21788.00	21262.00	21192.00
33	70042	TAMBO REAL S.E. 3	88172.00	85482.00	88666.00
34	70070	AYARMACA II PUCYURA	12687.00	14315.00	12800.00
35	70071	AYARMACA I PUCYURA	11538.00	10917.00	14759.00
36	70072	HOSPITALPAMPA	74377.00	84187.00	94479.00
37	70100	UPIS-IZCUCHACA	143030.00	141790.00	149450.00
38	70102	ANCACHURO S.E. 1	1822.00	1572.00	1357.00
39	70103	ANCACHURO S.E. 2	14161.00	15046.00	16611.00
40	70116	SANTA RITA -ANTA	46766.00	49947.00	47523.00
41	70117	CHAQUEPAY	29532.00	32470.00	33038.00
42	70134	PICHOCC	258460.00	253190.00	273900.00
43	70135	PINANCA	29980.00	30414.00	29330.00
44	70136	SANTA BARBARA	33717.00	27753.00	28117.00
45	70149	CP. NUEVA ANTA	338340.00	356770.00	365650.00
46	70150	QUEHUAR	26980.00	27571.00	30345.00
47	70151	MUNAYPATA A	4418.70	5121.70	5270.70
48	70152	MUNAYPATA C	8554.20	7608.20	7315.20
49	70153	CHACACURQUI I	175710.00	184110.00	192710.00
50	70154	CHACACURQUI II	40092.00	42491.00	44757.00
51	70156	SIHUINA(MARKU)	5318.80	6099.80	9686.80
52	70166	19 DE NOVIEMBRE	210920.00	222010.00	247960.00
53	70167	HUAYLLACocha S.E. 1	58830.00	55266.00	53343.00
54	70168	HUAYLLACocha S.E. 2	36188.00	38991.00	39545.00
55	70169	URB. MARIA CANDELARIA	292550.00	311930.00	343260.00
56	70200	CP. NUEVA ANTA 2	156130.00	160490.00	161400.00
57	70204	ESPEJO RAMON	0.00	0.00	0.00

58	70205	CAMPANA JUAN	0.00	0.00	0.00
59	70209	INCA ANDENES	0.00	0.00	0.00
60	70210	RADO CAMPANA	1323.20	1211.10	1184.10
61	70218	ANTENA PANAMERICANA	3390.10	5755.80	5577.00
62	70233	CCANACCHIMPA 2	1304.00	1418.00	1235.00
63	70234	CCANACCHIMPA 1	4645.00	4220.00	4113.00
64	70235	CASACUNCA	13675.00	15591.00	18191.00
65	70269	PUCYURA II	170230.00	172150.00	196890.00
66	70343	PANCARHUAYLLA II	6042.00	6430.00	7528.00
67	70344	ACOPUCYO	2740.00	3744.00	3762.00
68	70351	COMUNIDAD BELLAVISTA	22815.00	20297.00	21659.00
69	70354	I.E. N° 50120 PUCYURA	56942.00	62795.00	69477.00
70	70357	FAMILIA GUEVARA	0.00	0.00	0.00
71	70358	JUVENAL CHACON	0.00	0.00	0.00
72	70359	PUCTUY CHILLARACAY	11813.00	11883.00	11516.00
73	70360	MUSCARUMI	2160.00	2513.00	2367.00
74	70366	SS.EE. SILVA	245.28	245.28	245.28
75	70367	SAN MARCOS (ZURITE)	21275.00	20062.00	20528.00
76	70368	CORPALEN S.R.L	33546.00	31891.00	39584.00
77	70371	SARATUHUAYLLA	4430.00	4068.00	4700.00
78	70372	HUAYLLAS ALTO	2294.00	1289.00	1152.00
79	70373	HUAYLLAS BAJO	4846.00	4451.00	4176.00
80	70376	Com. Markju II	71292.00	74702.00	82097.00
81	70382	ANTENA TELEFONICA MOVISTAR	14518.00	16883.00	20293.00
82	70383	ANTENA CLARO HUAROCONDO	17730.00	25705.00	37393.00
83	70387	ASOC. CIVIL INST. EDUCACION RURAL	0.00	0.00	0.00
84	70420	LLAULLIRAY	7308.00	3575.00	5386.00
85	70421	ACCONHUAYLLA	7083.50	7212.50	8182.50
86	70422	TELEFONICA MOVILES	10537.00	13633.00	15023.00
87	70429	ANTENA TELEFONICA MARKJUP	6775.90	7186.80	7989.80
88	70433	JUAN VELASCO ALVARADO	65790.00	67567.00	72537.00
89	70434	PALTAYBAMBA	925.00	1103.00	1136.00
90	70444	NUEVO AMANECER - CHACAN	738.00	762.00	656.00
91	70445	22 DE JUNIO - PICHOC	83669.00	84502.00	88004.00
92	70446	SANTA ROSA	80322.00	89659.00	96987.00
93	70447	SAN FRANCISCO	34167.00	31705.00	27801.00
94	70455	SAN ISIDRO	28763.00	30145.00	31224.00
95	70459	MASSOCCACCA	17473.00	17478.00	18090.00
96	70460	ALSUR PERU	2253800.00	2357600.00	2688800.00
97	70466	AGROINDUSTRIAS EL SOL	0.00	0.00	0.00
98	70467	PLANTA PROCESADORA DE TECNOPOR	0.00	0.00	88.00
99	70469	CHILLIPAHUA	2641.40	2494.40	2797.40
100	70470	HAPARQUILLA II	5087.90	4712.90	4528.90

101	70471	HAPARQUILLA I	9437.10	8628.10	8950.10
102	70472	ANAPAHUA I	3756.10	3775.10	3691.10
103	70473	ANAPAHUA II	1170.40	1153.40	1143.40
104	70474	AMPARAQUI	542.56	553.56	516.56
105	70475	I.E RAMON CASTILLA	0.00	0.00	0.00
106	70477	INQUILCOCHA II	765.56	690.56	769.56
107	70478	INQUILCOCHA I	4176.20	3760.20	3967.20
108	70482	MADERERA INDUSTRIAL LEZAMA - ACCOSTUPA	0.00	0.00	0.00
109	70483	AUTOMOTRIZ ANDINA S.A.	0.00	0.00	0.00
110	70486	CENTRO DE SALUD ANTA	61615.00	54690.00	57922.00
111	70488	CHANCADORA SAN NICOLAS DE BARI	0.00	0.00	0.00
112	70489	ZURITE S.E. 2	5284.10	5210.10	5223.10
113	70493	ALSUR PERU II	733870.00	725040.00	745630.00
114	70495	MUNAYPAMPA	4408.00	3804.00	4119.00
115	70496	VILLA SAN PEDRO	25221.00	28213.00	31419.00
116	70498	INQUILPATA - APV. SEÑOR DE EXALTACION	8881.00	8997.00	10872.00
117	70585	AGUSTIN GAMARRA (antes 0070007)	290420.00	315620.00	326350.00
118	70601	APV. CAMPESTRE DE RESIDENTES CONVENCIANOS	73247.00	73046.00	68296.00
119	70602	APV LAS BRISAS	18031.00	18237.00	17556.00
120	70607	LADRILLERA QUISHUARPATA	0.00	0.00	0.00
121	70641	SS. EE CCOPER	2417.60	2541.60	2451.60
122	70662	RAHUANQUI III	12166.00	12262.00	12854.00
123	70676	SIUINA-MARJKU	3045.00	3351.00	4262.00
124	70678	HUAROCONDO II	80485.00	66258.00	73043.00
125	70680	ARTEAGA	0.00	0.00	0.00
126	70682	COLISEO CERRADO ANTA	10970.00	17053.00	16892.00
127	70683	ANTA ANTIGUA	31781.00	49777.00	49591.00
128	70687	MUNAYPATA B	4889.60	6126.60	7309.60
129	70688	AV. LOS ANDES	108110.00	113440.00	122510.00
130	70692	HUERTA	26776.00	23863.00	27921.00
131	70695	PREDIO MARQUESBAMBA "LA CASITA"	0.00	0.00	0.00
132	70718	CHAMPAYLLO	0.00	0.00	0.00
133	70719	DESVIO POITOC	0.00	0.00	0.00
134	70724	SECTOR PANCARHUAYLLA ALTO	1283.70	1474.70	1876.70
135	70770	PLANTA RECICLADORA CHACACHIMPA	0.00	0.00	0.00
136	70774	CASACUNCA II	6464.30	6883.30	6780.30
137	72794	PUESTO DE SALUD HUAROCONDO	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia-área comercial Electro Sur Este S.A.A

Como se observa en la Tabla N.º 18, se presenta la data histórica de la demanda de energía anual en kW.H correspondiente al alimentador CA-02. Para el año 2022, la energía total registrada fue de 9127741.20 kWh; en 2023, alcanzó 9449964.70 Kw.H; y en 2024, se incrementó a 10206227.90 kW.H.

A partir de estos datos históricos, se evidencia una tendencia creciente en el consumo de energía a lo largo de los años.

3.11.3 Simulación de los Alimentadores CA-03 y CA-02 y SED Cachimayo 6/3/3 MVA

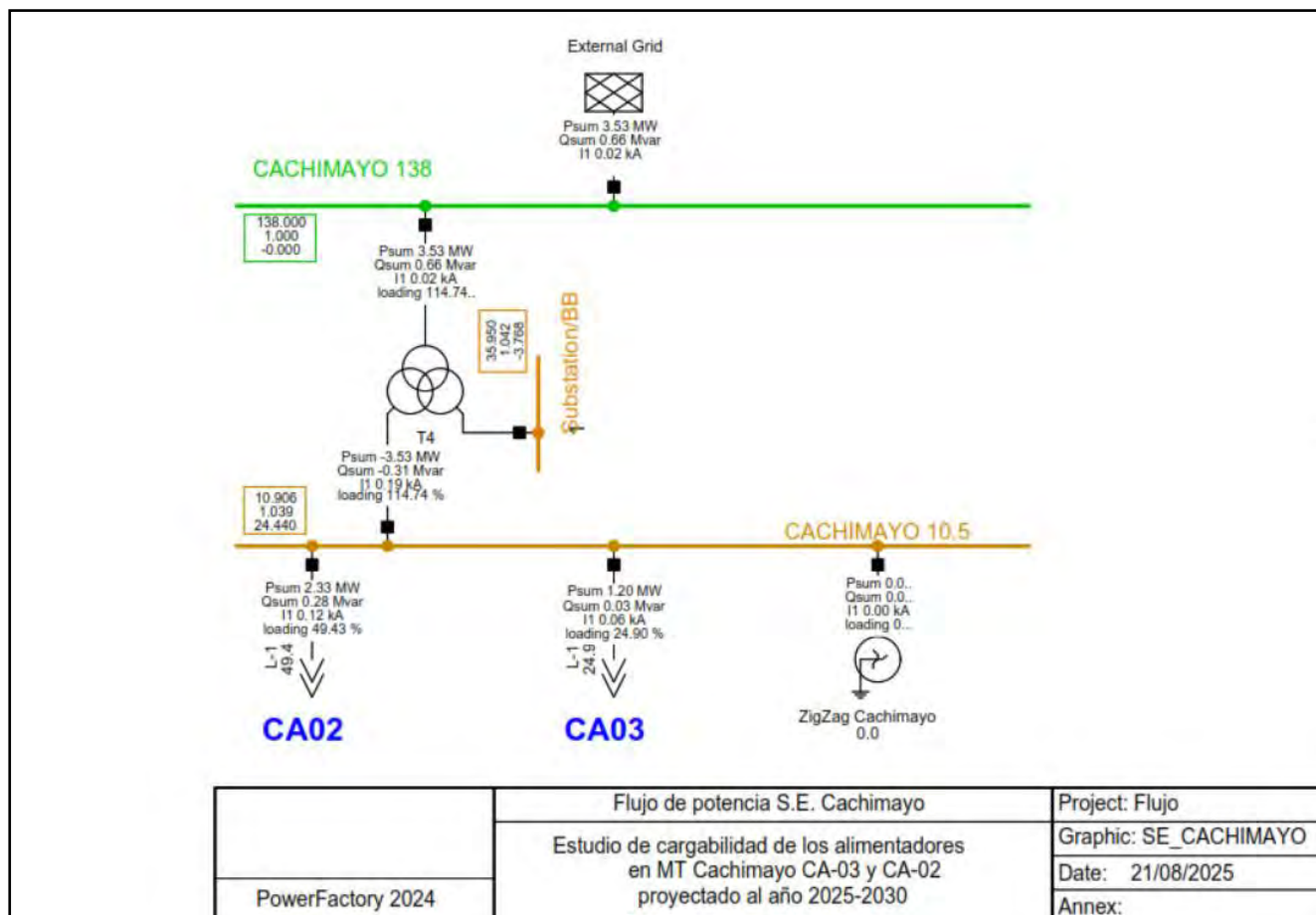
Usando el Software Digsilent Power Factory

Considerando la topología de la red y los valores de demanda expuestos en el capítulo anterior, se procede a ingresar dichos datos en el software Digsilent Power Factory 2024 con el fin de ejecutar el análisis de flujo de carga. Este procedimiento resulta fundamental para evaluar el estado operativo actual de los alimentadores y de los equipos asociados.

3.11.3.1 Simulación de Cargabilidad SED Cachimayo 6/3/3 MVA

Como se aprecia, la cargabilidad en el devanado terciario del transformador de potencia TR4 (6/3/3 MVA) alcanza un valor de 114.74 % para el año 2025.

Figura 36 Cargabilidad del transformador en el año 2025



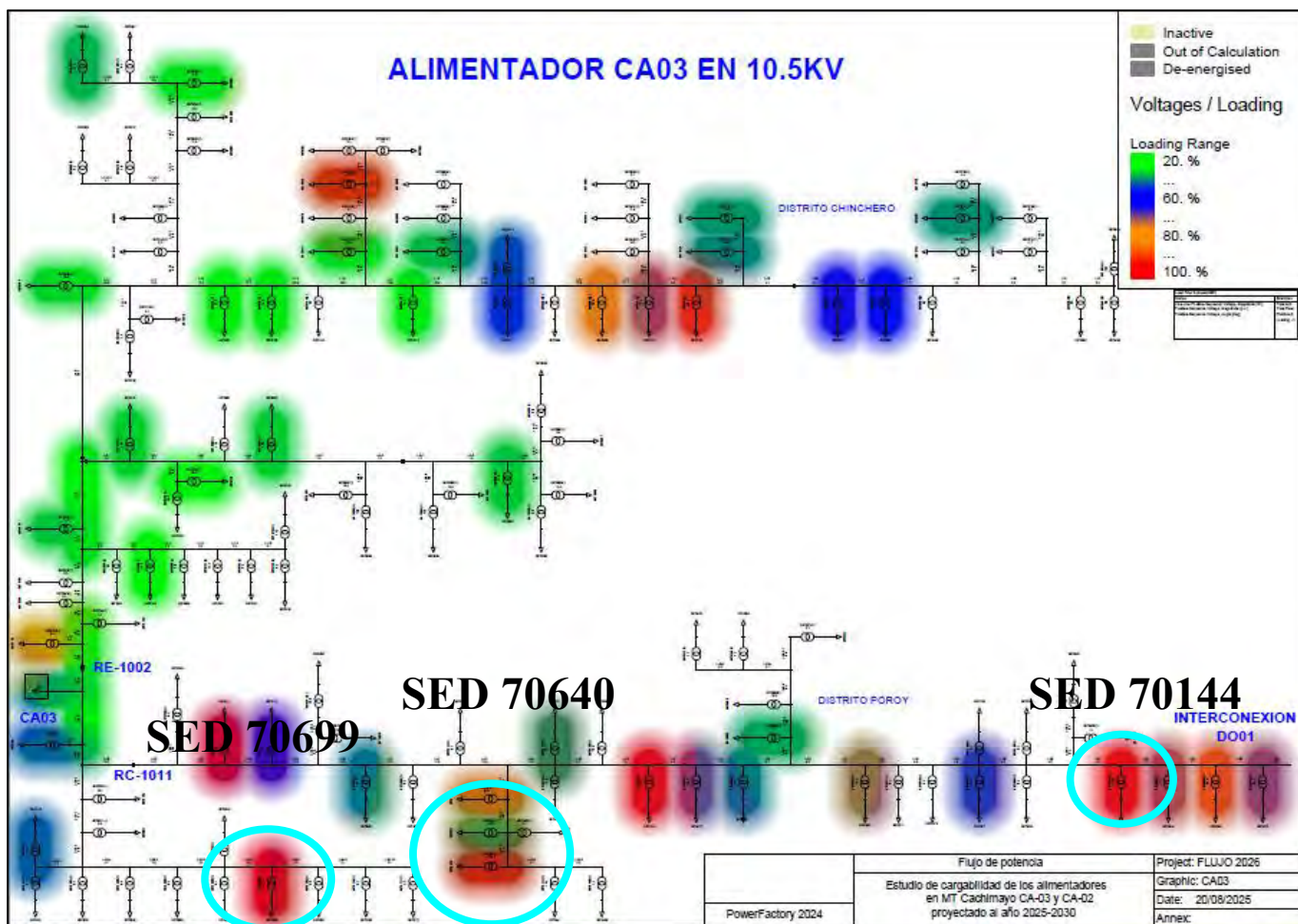
Fuente: Elaboración propia - DigSilent Power Factory (2024)

3.11.3.2 Cargabilidad del Alimentador CA-03

El análisis comprende las subestaciones y líneas de media tensión (MT) asociadas a este alimentador. Para el año 2025, se observa que algunos equipos operan cercanos a su límite de capacidad, registrándose tres transformadores en condición de sobrecarga: SED 70144 con 124.6 %, SED 70640 con 113.3 % y SED 70699 con 119.9 % de cargabilidad, tal como se evidencia en el mapa de calor obtenido mediante el software Digsilent Power Factory. Asimismo, se aprecia que en el año más crítico (2030), los equipos que superan el 100 % de

cargabilidad se representan en color rojo, indicando su estado de sobrecarga. La representación gráfica correspondiente se muestra en la Figura N.º 37.

Figura 37 Cargabilidad del alimentador CA-03 año 2025-2030



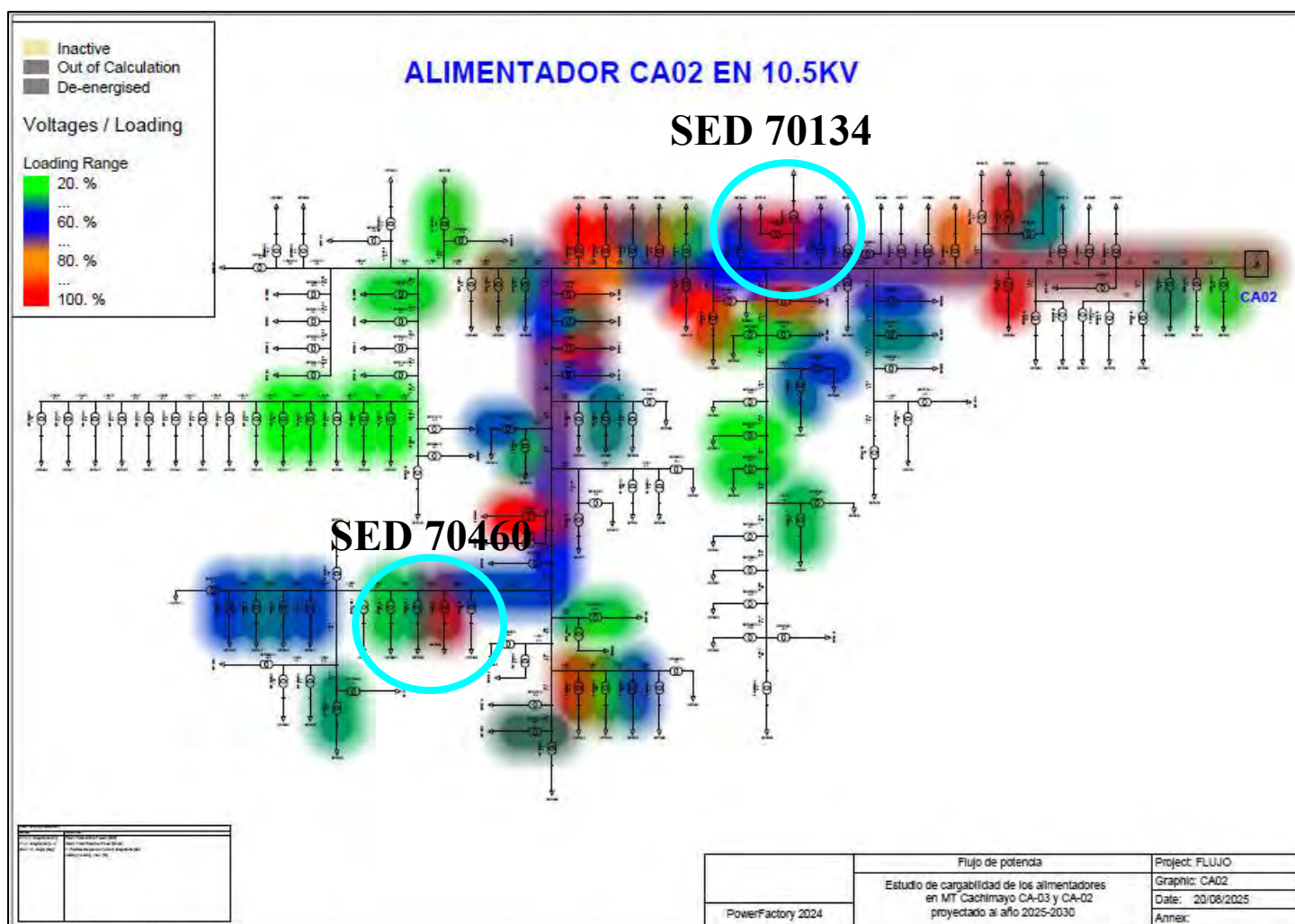
Fuente: Elaboración propia - DigSilent Power Factory (2024)

3.11.3.3 Cargabilidad del Alimentador CA-02

Este análisis abarca las líneas de media tensión y las subestaciones existentes en el alimentador. Para el año 2025, se observa que algunos equipos operen cercanos a su límite de capacidad, especialmente en la troncal de la línea de media tensión. Asimismo, se identifican transformadores que ya presentan sobrecarga, lo cuales son: SED 70460 con 257.2%, SED

70134 con 113.8% de cargabilidad como se evidencia en el mapa de calor obtenido mediante la simulación en el programa Digsilent Power factory. Asimismo, se aprecia que en el año más crítico (2030), los equipos que superan el 100 % de cargabilidad se representan en color rojo, indicando su estado de sobrecarga. La representación gráfica correspondiente se muestra en la Figura N.º 38.

Figura 38 Cargabilidad del alimentador CA-02 año 2025-2030



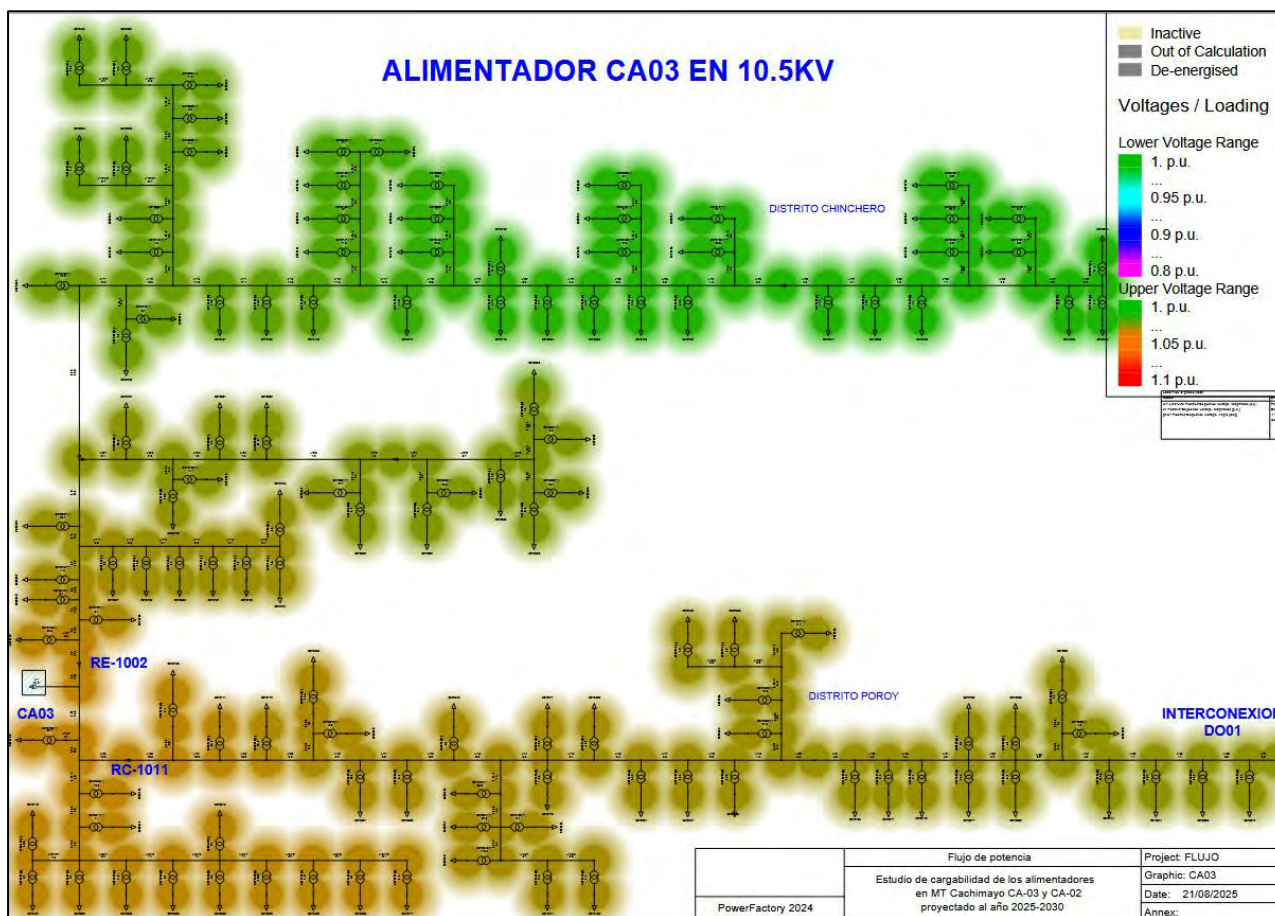
Fuente: Elaboración propia - DigSilent Power Factory (2024)

3.11.3.4 Análisis de Caída de Tensión en el Alimentador CA-03

De acuerdo con la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), los niveles de tensión deben mantenerse dentro de un margen de $\pm 5\%$ respecto a la tensión

nominal en zonas urbanas, y de $\pm 6\%$ en zonas urbano-rurales y rurales.

Figura 39 Caída de tensión alimentador CA-02 año 2025



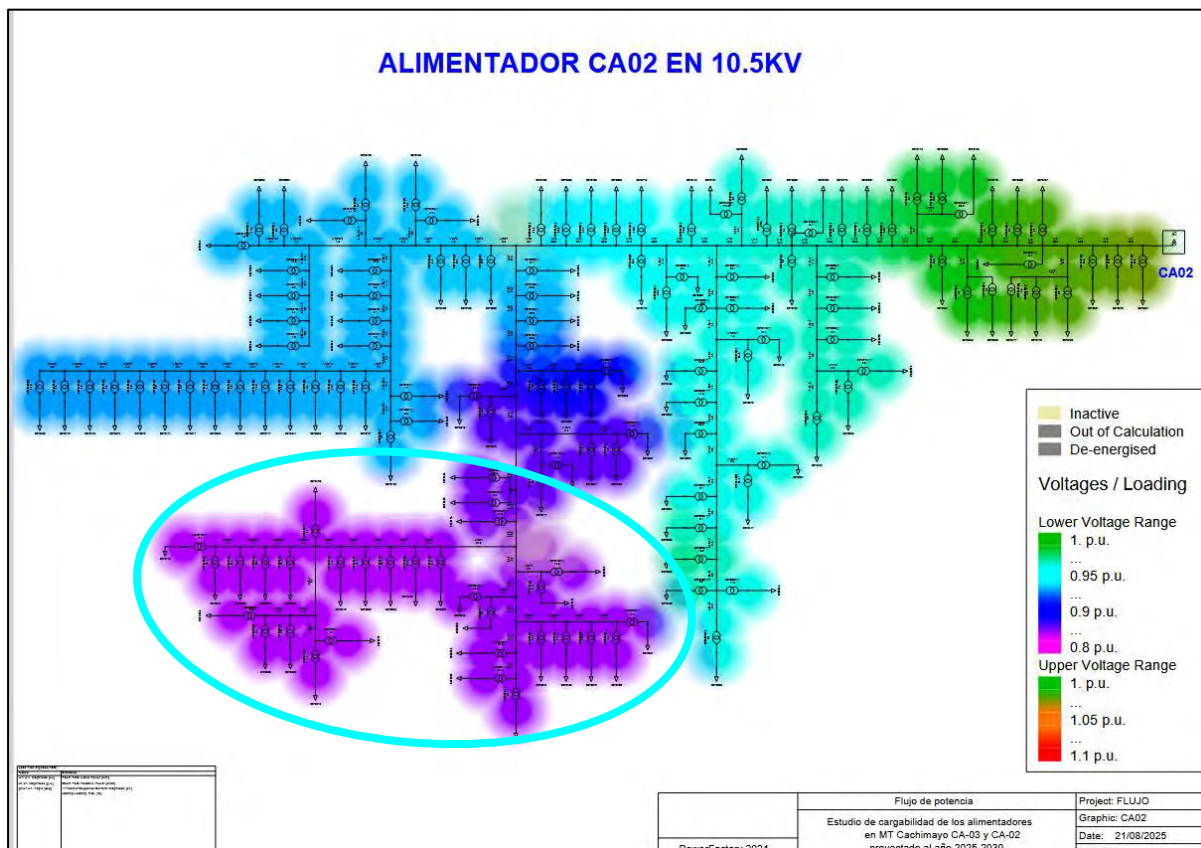
Fuente: Elaboración propia - DigSilent Power Factory (2024)

De los resultados de simulación con el software Digsilent Power Factory se puede apreciar que no existe caída de tensión en nodos y puntos extremos del alimentador CA-03 menor al 94%, lo cual no superan el límite permisible de la norma NTCSE.

3.11.3.5 Análisis de Caída de Tensión en el Alimentador CA-02

Según la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), los niveles de tensión deben mantenerse dentro de un margen de $\pm 5\%$ respecto a la tensión nominal en zonas urbanas, y de $\pm 6\%$ en zonas urbano-rurales y/o rurales.

Figura 40 Caída de tensión en el alimentador CA-02 año 2025



Fuente: Elaboración propia - DigSilent Power Factory (2024)

De los resultados obtenidos en la simulación realizada con el software Digsilent Power factory, se observa una caída de tensión en los nodos y en los puntos extremos del alimentador CA-02, con valores inferiores al 94 % de la tensión nominal, lo cual excede el límite permisible establecido por la NTCSE. Como se aprecia en la Figura N.º 40, en el mapa de calor se observa que las zonas representadas con color morado presentan una caída de tensión dentro del rango de 0.8 p.u. a 0.9 p.u., lo que infringe los límites establecidos por la norma NTCSE. Las áreas afectadas corresponden a las siguientes SED: Zurite (SED 0070017), Huarcocondo II (SED 0070678), Asociación Civil Institución de Educación Rural (SED 0070387) y Sector Siuina-Marjku (SED 0070676).

4 CAPITULO IV

ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE LOS ALIMENTADORES CA-03 y CA-02

En el presente capítulo se desarrolla el análisis de la proyección de la demanda eléctrica, con el propósito de evaluar el comportamiento futuro de los equipos que conforman los alimentadores del sistema de distribución. Este análisis resulta fundamental para estimar la cargabilidad futura de las líneas y transformadores, así como para identificar posibles sobrecargas o limitaciones operativas que puedan presentarse en los próximos años.

Para ello, se selecciona el método de proyección más adecuado en función de la tendencia histórica de consumo, garantizando resultados confiables. Asimismo, con el objetivo de proyectar y comprender la evolución de la demanda, el estudio se llevó a cabo utilizando el software MATLAB, donde los datos fueron agrupados por Subestaciones de Distribución (SED).

4.1 Análisis y Elección del Método de Proyección de Demanda

Para la proyección de la demanda eléctrica existen diversos métodos. Es importante señalar que el método seleccionado debe ajustarse a las condiciones actuales de los alimentadores analizados, considerando además que la demanda tiende a crecer de manera exponencial y no lineal. Asimismo, para la simulación y proyección es recomendable emplear fórmulas sencillas, de fácil interpretación y manipulación, a fin de evitar complicaciones en el programa MATLAB durante el proceso de cálculo.

4.2 Ventajas y Desventajas de la Proyección de Demanda

De acuerdo con Torobeo y Turpo, la figura presentada a continuación permite comprender el criterio de selección del método de proyección de la demanda, mostrando los aspectos más

relevantes que influyen en dicha elección. Esta representación resulta de gran importancia para sustentar la metodología aplicada, tal como se muestra en la Figura N.º 41.

Figura 41 Ventajas y desventajas de la proyección de demanda

Método	Ventajas	Desventajas
Cambio Aritmético	Es un modelo sencillo, debido a que la fórmula es un polinomio de primer grado. Su programación no es muy difícil ya que es una línea recta y solo depende de la tasa de crecimiento.	Este modelo no va acorde a la realidad debido a que el crecimiento de la demanda no se da en forma lineal.
Cambio Geométrico o Exponencial	El estimado de los datos se ajusta mucho al comportamiento de la Demanda. Es una solución regularmente sencilla, eficaz y confiable para la predicción.	Al ser una curva exponencial no considera factores cíclicos.
Crecimiento Logístico	El analista tiene mayor libertad en cuanto al manejo de los parámetros para ajustar el modelo, debido a que la curva logística ofrece parámetros de reajuste.	El crecimiento de la demanda es mayor al principio, pero después de un máximo crecimiento, su ritmo llega a cero.

Elaboración Propia.

Fuente: obtenido de (Torobeo & Turpo ,2021 p. 66)

El método más adecuado para este estudio de tesis es el de crecimiento exponencial o geométrico, ya que los reportes de los alimentadores CA-03 y CA-02 evidencian un comportamiento que se ajusta a dicho patrón de crecimiento.

4.3 Método Geométrico Seleccionado

El crecimiento geométrico está dado por la siguiente ecuación matemática:

$$D_F = D_A x (1 + t)^n$$

Donde:

D_F : Demanda futura (kW)

D_A : Demanda actual (kW)

t : tasa anual de incremento de la demanda (%)

n : Nro de años considerados

4.4 Disponibilidad de Datos y Perspectiva de Estudio.

Todos los datos utilizados han sido adquiridos y proporcionados por la empresa Electro Sur Este S.A.A., los cuales sirven de base para el cálculo de la demanda futura proyectada al año 2030, de los alimentadores CA-03 y CA-02.

La presente tesis considera un horizonte de análisis de cinco años, catalogado como mediano plazo, con el propósito de que en dicho periodo se puedan tomar decisiones oportunas y realizar un análisis adecuado del comportamiento de los alimentadores, permitiendo un planeamiento eléctrico eficiente y coherente con las necesidades proyectadas.

4.5 Análisis de Demanda Máxima de los Alimentadores CA-03 y CA-02

Los cálculos en los alimentadores CA-03 y CA-02 se realizan considerando la demanda máxima de cada uno, la cual se determina mediante la fórmula presentada en el Capítulo II.

$$D_{max} = \frac{E}{F_c \times t}$$

Donde:

D_{max}: Demanda máxima[kW]

t: Tiempo[h] 8760 horas

E: Energía consumida[kW.h]

F_c: factor de carga

Este dato de demanda máxima resulta de suma importancia, ya que dichos valores son ingresados en el software Digsilent Power Factory para efectuar la simulación y analizar la cargabilidad de los alimentadores CA-03 y CA-02. La máxima demanda se obtiene a partir de los consumos mensuales, los cuales son agrupados por subestación de distribución (SED) de todos los usuarios asociados a dichos alimentadores.

4.6 Factor de Carga de los Alimentadores CA-03 y CA-02

En el Capítulo II se definió el concepto de factor de carga, entendido como la relación entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo determinado y la demanda máxima registrada en ese mismo periodo.

Los valores obtenidos del factor de carga correspondientes a los alimentadores CA-03 y CA-02 se presentan a continuación:

- Para el alimentador CA-03, el factor de carga calculado en función de la demanda de potencia máxima y la demanda de potencia promedio es de **0,5833**.
- Para el alimentador CA-02 se considera el factor de carga de acuerdo a la demanda de potencia máxima y demanda de potencia promedio este valor en números es **0.562**.

En la Figura N.º 42 se muestra el factor de carga obtenido mediante el software MATLAB.

Figura 42 Factor de carga de los alimentadores CA-03 y CA-02



Fuente: Elaboración propia MATLAB

Para el alimentador CA-02 se determinó un valor de 56,29 %, mientras que en el alimentador CA-03 se alcanzó un 58.33 %. Dichos resultados indican que en ambos casos la utilización de la capacidad instalada es inferior al 60 %, lo que evidencia un nivel de aprovechamiento intermedio y una notable diferencia entre la demanda media y la demanda máxima registrada.

4.7 Tasa de Crecimiento del Consumo de los Alimentadores CA-03 y CA-02

La tasa de crecimiento utilizada para la proyección de la demanda se determina a partir

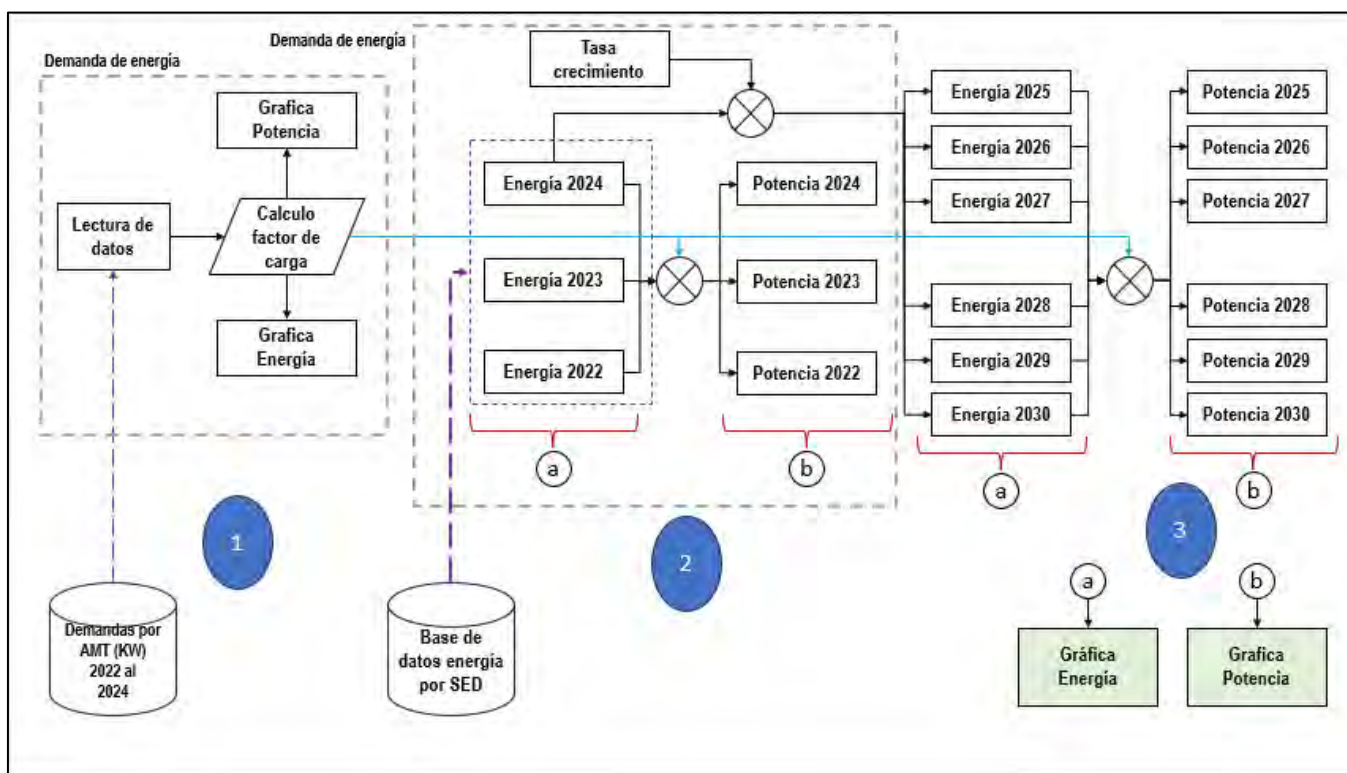
de los consumos per cápita reportados por la concesionaria Electro Sur Este S.A.A. De acuerdo con la memoria anual 2024, la tasa de crecimiento anual del consumo de energía por tipo de usuario es de **7,17 %** en referencia al año anterior (Electro Sur Este, 2024, p. 43). Este valor resulta fundamental para el cálculo de la proyección de la demanda.

4.8 Desarrollo de Programa para la Proyección de Demanda

Se desarrolla una herramienta computacional que permite proyectar la demanda para los años de estudio, cuyas proyecciones se agrupan por subestaciones (SED) pertenecientes a cada alimentador, es decir, CA-03 y CA-02.

4.8.1 Diagrama Flujo Matlab

Figura 43 Diagrama del flujo de Matlab



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de flujo, el bloque 1 presenta las demandas históricas de los alimentadores CA-02 y CA-03 correspondientes a los años 2022-2024, información obtenida de la empresa Electro Sur Este S.A.A. Con estos datos se calcula el factor de carga, definido

como la relación entre la potencia promedio y la potencia máxima demandada en un determinado periodo.

En el bloque 2 se muestran las mediciones de energía de cada subestación eléctrica de distribución (SED) para los años 2022-2024, igualmente proporcionadas por Electro Sur Este S.A.A. A partir de esta información se obtiene la demanda máxima usando la fórmula $D_{max} = E / (Fc \times t)$, considerando además la tasa de crecimiento brindada por ELSE, equivalente al 7.17%.

En el bloque 3, el programa MATLAB realiza la proyección de la demanda utilizando los datos históricos de energía (kW·h) de cada SED mostrados en el bloque 2. Esta proyección se calcula mediante las fórmulas $D_F = D_A \chi(1 + t)^n$, $E_F = E_A \chi(1 + t)^n$ para los años proyectados 2025-2030, tal como se observa en el diagrama de flujo simplificado.

4.9 Resultados de la Proyección de Demanda Para los Años 2025-2030

Haciendo uso del programa de proyección, se obtiene la estimación de la demanda para los años 2026, 2027, 2028, 2029 y 2030.

4.9.1 Proyección de Demanda del Alimentador CA-02

En la Tabla N.º 19 se presenta la proyección de la demanda del alimentador CA-02.

Tabla 19 Proyección de energía alimentador CA-02 al año 2030

N°	SED	ENERGÍA HISTÓRICA					PROYECCIÓN DE ENERGÍA			
		ENERGIA ANUAL (kW.h) 2022	ENERGIA ANUAL (kW.h) 2023	ENERGIA ANUAL (kW.h) 2024	ENERGIA ANUAL (kW.h) 2025	ENERGIA ANUAL (kW.h) 2026	ENERGIA ANUAL (kW.h) 2027	ENERGIA ANUAL (kW.h) 2028	ENERGIA ANUAL (kW.h) 2029	ENERGIA ANUAL (kW.h) 2030
1	70001	145460.00	148150.00	147810.00	158410.00	169770.00	181940.00	194990.00	208970.00	223950.00
2	70002	31819.00	30075.00	31233.00	33473.00	35873.00	38445.00	41201.00	44156.00	47322.00
3	70003	60486.00	60815.00	63130.00	67656.00	72507.00	77706.00	83278.00	89249.00	95648.00
4	70004	60804.00	60982.00	62343.00	66813.00	71604.00	76738.00	82240.00	88137.00	94456.00
5	70005	54005.00	46491.00	44772.00	47982.00	51423.00	55110.00	59061.00	63296.00	67834.00
6	70006	264850.00	291470.00	303990.00	325780.00	349140.00	374170.00	401000.00	429750.00	460570.00
7	70008	458190.00	483020.00	507580.00	543970.00	582970.00	624770.00	669570.00	717580.00	769030.00
8	70010	64122.00	81693.00	77945.00	83533.00	89523.00	95941.00	102820.00	110190.00	118090.00
9	70011	30589.00	27473.00	25433.00	27257.00	29211.00	31306.00	33550.00	35956.00	38534.00
10	70012	46567.00	46743.00	67521.00	72362.00	77550.00	83111.00	89070.00	95456.00	102300.00
11	70013	79895.00	85064.00	88160.00	94481.00	101260.00	108520.00	116300.00	124630.00	133570.00
12	70015	51176.00	50310.00	52981.00	56780.00	60851.00	65214.00	69890.00	74901.00	80271.00
13	70016	98010.00	100586.00	118538.00	127040.00	136150.00	145910.00	156370.00	167580.00	179600.00
14	70017	90903.00	94263.00	103239.00	110640.00	118570.00	127080.00	136190.00	145950.00	156420.00
15	70019	147070.00	148730.00	168040.00	180080.00	193000.00	206830.00	221660.00	237560.00	254590.00
16	70021	114980.00	127640.00	158940.00	170340.00	182550.00	195640.00	209670.00	224700.00	240810.00
17	70022	69400.00	69392.00	69580.00	74569.00	79915.00	85645.00	91786.00	98367.00	105420.00
18	70023	75522.00	75227.00	80004.00	85740.00	91887.00	98476.00	105540.00	113100.00	121210.00
19	70024	17464.00	16363.00	16368.00	17541.00	18799.00	20147.00	21591.00	23139.00	24798.00
20	70025	26451.00	18944.00	20588.00	22064.00	23646.00	25341.00	27158.00	29106.00	31192.00
21	70026	62951.00	56329.00	56783.00	60854.00	65217.00	69893.00	74905.00	80275.00	86031.00
22	70029	95680.00	90179.00	95199.00	102030.00	109340.00	117180.00	125580.00	134590.00	144240.00
23	70030	20668.00	20949.00	21883.00	23452.00	25134.00	26936.00	28867.00	30937.00	33155.00
24	70031	154610.00	187930.00	194870.00	208840.00	223820.00	239860.00	257060.00	275490.00	295250.00

25	70032	15040.00	15467.00	14819.00	15882.00	17020.00	18241.00	19549.00	20950.00	22452.00
26	70033	8322.00	8011.00	7370.00	7898.40	8464.70	9071.70	9722.10	10419.00	11166.00
27	70034	22494.00	21997.00	23647.00	25342.00	27159.00	29106.00	31193.00	33430.00	35827.00
28	70035	7662.00	7271.00	6666.00	7144.00	7656.20	8205.10	8793.40	9423.90	10100.00
29	70036	11694.00	11334.00	10210.00	10942.00	11727.00	12568.00	13469.00	14434.00	15469.00
30	70038	10250.00	10220.00	10552.00	11309.00	12120.00	12989.00	13920.00	14918.00	15988.00
31	70039	8996.00	8955.00	8755.00	9382.70	10055.00	10776.00	11549.00	12377.00	13265.00
32	70040	21788.00	21262.00	21192.00	22711.00	24340.00	26085.00	27955.00	29960.00	32108.00
33	70042	88172.00	85482.00	88666.00	95023.00	101840.00	109140.00	116960.00	125350.00	134340.00
34	70070	12687.00	14315.00	12800.00	13718.00	14702.00	15756.00	16886.00	18096.00	19394.00
35	70071	11538.00	10917.00	14759.00	15817.00	16951.00	18167.00	19469.00	20865.00	22362.00
36	70072	74377.00	84187.00	94479.00	101250.00	108510.00	116290.00	124630.00	133570.00	143140.00
37	70100	143030.00	141790.00	149450.00	160160.00	171640.00	183950.00	197140.00	211280.00	226420.00
38	70102	1822.00	1572.00	1357.00	1454.30	1558.60	1670.30	1790.10	1918.40	2056.00
39	70103	14161.00	15046.00	16611.00	17802.00	19079.00	20447.00	21913.00	23484.00	25168.00
40	70116	46766.00	49947.00	47523.00	50930.00	54582.00	58495.00	62690.00	67184.00	72002.00
41	70117	29532.00	32470.00	33038.00	35407.00	37945.00	40666.00	43582.00	46707.00	50056.00
42	70134	258460.00	253190.00	273900.00	293540.00	314580.00	337140.00	361310.00	387220.00	414980.00
43	70135	29980.00	30414.00	29330.00	31433.00	33686.00	36102.00	38690.00	41464.00	44437.00
44	70136	33717.00	27753.00	28117.00	30133.00	32293.00	34609.00	37090.00	39749.00	42599.00
45	70149	338340.00	356770.00	365650.00	391860.00	419960.00	450070.00	482340.00	516930.00	553990.00
46	70150	26980.00	27571.00	30345.00	32521.00	34853.00	37351.00	40030.00	42900.00	45976.00
47	70151	4418.70	5121.70	5270.70	5648.60	6053.60	6487.70	6952.80	7451.30	7985.60
48	70152	8554.20	7608.20	7315.20	7839.70	8401.90	9004.30	9649.90	10342.00	11083.00
49	70153	175710.00	184110.00	192710.00	206530.00	221330.00	237200.00	254210.00	272440.00	291970.00
50	70154	40092.00	42491.00	44757.00	47966.00	51405.00	55091.00	59041.00	63274.00	67811.00
51	70156	5318.80	6099.80	9686.80	10381.00	11126.00	11923.00	12778.00	13694.00	14676.00
52	70166	210920.00	222010.00	247960.00	265740.00	284790.00	305210.00	327100.00	350550.00	375680.00
53	70167	58830.00	55266.00	53343.00	57168.00	61267.00	65660.00	70368.00	75413.00	80820.00
54	70168	36188.00	38991.00	39545.00	42380.00	45418.00	48675.00	52165.00	55905.00	59914.00
55	70169	292550.00	311930.00	343260.00	367870.00	394250.00	422510.00	452810.00	485280.00	520070.00

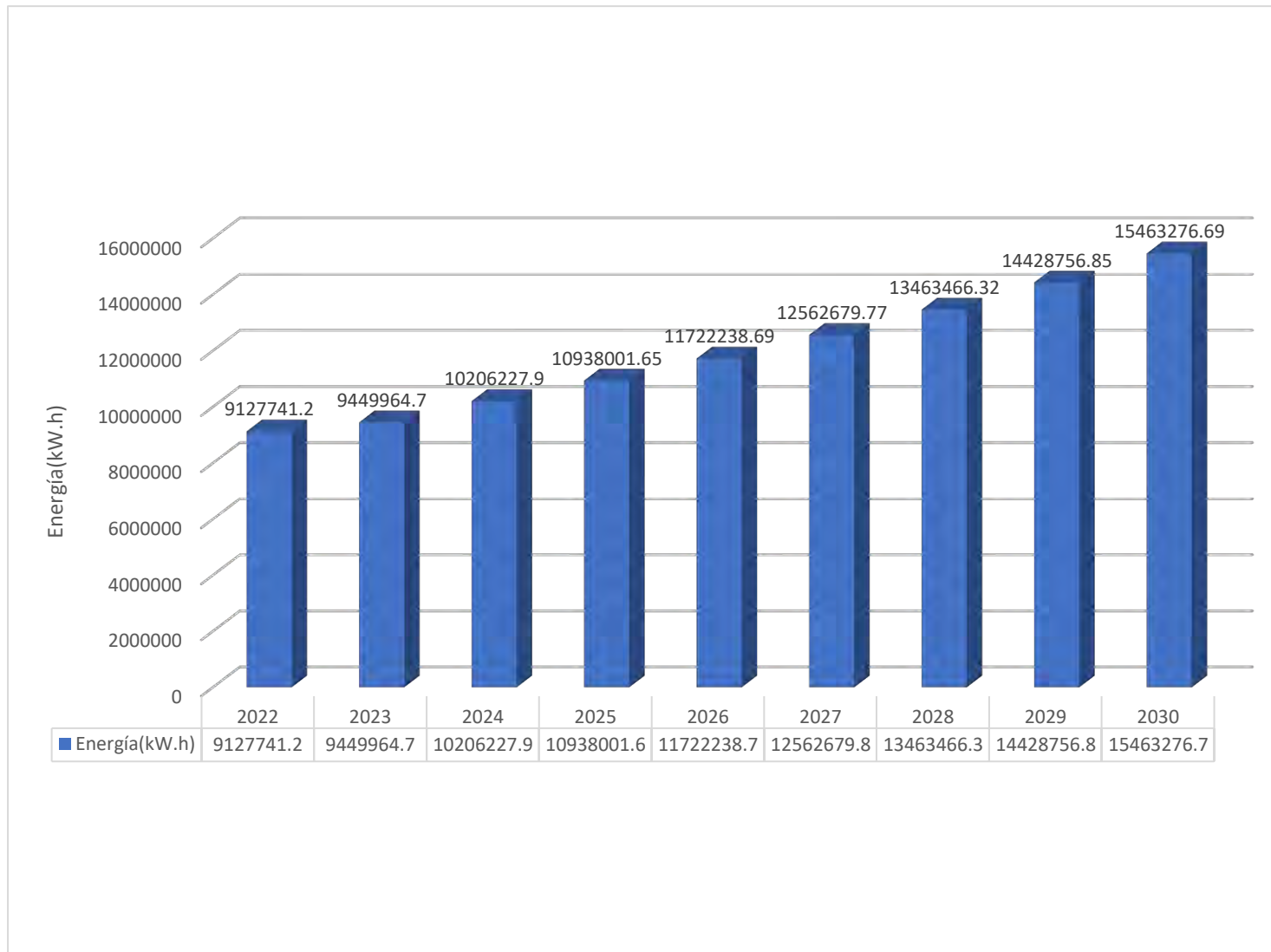
56	70200	156130.00	160490.00	161400.00	172970.00	185370.00	198660.00	212910.00	228170.00	244530.00
57	70204	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	70205	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59	70209	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	70210	1323.20	1211.10	1184.10	1269.00	1360.00	1457.50	1562.00	1674.00	1794.00
61	70218	3390.10	5755.80	5577.00	5976.90	6405.40	6864.70	7356.90	7884.40	8449.70
62	70233	1304.00	1418.00	1235.00	1323.50	1418.40	1520.20	1629.10	1746.00	1871.10
63	70234	4645.00	4220.00	4113.00	4407.90	4723.90	5062.70	5425.60	5814.70	6231.60
64	70235	13675.00	15591.00	18191.00	19495.00	20893.00	22391.00	23997.00	25717.00	27561.00
65	70269	170230.00	172150.00	196890.00	211010.00	226140.00	242350.00	259730.00	278350.00	298310.00
66	70343	6042.00	6430.00	7528.00	8067.80	8646.20	9266.10	9930.50	10643.00	11406.00
67	70344	2740.00	3744.00	3762.00	4031.70	4320.80	4630.60	4962.60	5318.40	5699.80
68	70351	22815.00	20297.00	21659.00	23212.00	24876.00	26660.00	28571.00	30620.00	32815.00
69	70354	56942.00	62795.00	69477.00	74458.00	79797.00	85518.00	91650.00	98221.00	105260.00
70	70357	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
71	70358	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
72	70359	11813.00	11883.00	11516.00	12342.00	13227.00	14175.00	15191.00	16281.00	17448.00
73	70360	2160.00	2513.00	2367.00	2536.70	2718.60	2913.50	3122.40	3346.30	3586.20
74	70366	245.28	245.28	245.28	262.87	281.71	301.91	323.56	346.76	371.62
75	70367	21275.00	20062.00	20528.00	22000.00	23577.00	25268.00	27079.00	29021.00	31102.00
76	70368	33546.00	31891.00	39584.00	42422.00	45464.00	48724.00	52217.00	55961.00	59974.00
77	70371	4430.00	4068.00	4700.00	5037.00	5398.10	5785.20	6200.00	6644.50	7120.90
78	70372	2294.00	1289.00	1152.00	1234.60	1323.10	1418.00	1519.70	1628.60	1745.40
79	70373	4846.00	4451.00	4176.00	4475.40	4796.30	5140.20	5508.80	5903.70	6327.00
80	70376	71292.00	74702.00	82097.00	87984.00	94292.00	101050.00	108300.00	116060.00	124390.00
81	70382	14518.00	16883.00	20293.00	21748.00	23307.00	24978.00	26769.00	28688.00	30745.00
82	70383	17730.00	25705.00	37393.00	40074.00	42948.00	46027.00	49327.00	52864.00	56654.00
83	70387	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
84	70420	7308.00	3575.00	5386.00	5772.20	6186.00	6629.60	7104.90	7614.30	8160.30
85	70421	7083.50	7212.50	8182.50	8769.10	9397.90	10072.00	10794.00	11568.00	12397.00
86	70422	10537.00	13633.00	15023.00	16100.00	17254.00	18492.00	19817.00	21238.00	22761.00

87	70429	6775.90	7186.80	7989.80	8562.70	9176.70	9834.60	10540.00	11295.00	12105.00
88	70433	65790.00	67567.00	72537.00	77738.00	83311.00	89285.00	95687.00	102550.00	109900.00
89	70434	925.00	1103.00	1136.00	1217.50	1304.70	1398.30	1498.60	1606.00	1721.10
90	70444	738.00	762.00	656.00	703.04	753.44	807.46	865.36	927.41	993.90
91	70445	83669.00	84502.00	88004.00	94314.00	101080.00	108320.00	116090.00	124410.00	133330.00
92	70446	80322.00	89659.00	96987.00	103940.00	111390.00	119380.00	127940.00	137110.00	146940.00
93	70447	34167.00	31705.00	27801.00	29795.00	31931.00	34221.00	36674.00	39304.00	42122.00
94	70455	28763.00	30145.00	31224.00	33463.00	35863.00	38434.00	41190.00	44143.00	47308.00
95	70459	17473.00	17478.00	18090.00	19387.00	20777.00	22267.00	23863.00	25574.00	27408.00
96	70460	2253800.00	2357600.00	2688800.00	2881600.00	3088200.00	3309600.00	3546900.00	3801200.00	4073700.00
97	70466	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
98	70467	0.00	0.00	88.00	94.31	101.07	108.32	116.08	124.41	133.33
99	70469	2641.40	2494.40	2797.40	2998.00	3212.90	3443.30	3690.20	3954.80	4238.30
100	70470	5087.90	4712.90	4528.90	4853.60	5201.60	5574.60	5974.30	6402.60	6861.70
101	70471	9437.10	8628.10	8950.10	9591.80	10280.00	11017.00	11806.00	12653.00	13560.00
102	70472	3756.10	3775.10	3691.10	3955.80	4239.40	4543.40	4869.10	5218.30	5592.40
103	70473	1170.40	1153.40	1143.40	1225.40	1313.20	1407.40	1508.30	1616.40	1732.30
104	70474	542.56	553.56	516.56	553.60	593.29	635.83	681.42	730.28	782.64
105	70475	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
106	70477	765.56	690.56	769.56	824.74	883.87	947.24	1015.20	1087.90	1166.00
107	70478	4176.20	3760.20	3967.20	4251.70	4556.50	4883.20	5233.40	5608.60	6010.70
108	70482	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
109	70483	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	70486	61615.00	54690.00	57922.00	62075.00	66526.00	71295.00	76407.00	81886.00	87757.00
111	70488	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
112	70489	5284.10	5210.10	5223.10	5597.60	5998.90	6429.00	6890.00	7384.00	7913.40
113	70493	733870.00	725040.00	745630.00	799090.00	856390.00	917790.00	983600.00	1054100.00	1129700.00
114	70495	4408.00	3804.00	4119.00	4414.30	4730.80	5070.00	5433.60	5823.10	6240.70
115	70496	25221.00	28213.00	31419.00	33672.00	36087.00	38674.00	41447.00	44419.00	47603.00

116	70498	8881.00	8997.00	10872.00	11652.00	12487.00	13382.00	14342.00	15370.00	16472.00
117	70585	290420.00	315620.00	326350.00	349750.00	374820.00	401700.00	430500.00	461370.00	494450.00
118	70601	73247.00	73046.00	68296.00	73193.00	78441.00	84065.00	90093.00	96553.00	103480.00
119	70602	18031.00	18237.00	17556.00	18815.00	20164.00	21610.00	23160.00	24820.00	26600.00
120	70607	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
121	70641	2417.60	2541.60	2451.60	2627.30	2815.70	3017.60	3234.00	3465.90	3714.40
122	70662	12166.00	12262.00	12854.00	13775.00	14763.00	15822.00	16956.00	18172.00	19475.00
123	70676	3045.00	3351.00	4262.00	4567.60	4895.10	5246.10	5622.20	6025.30	6457.30
124	70678	80485.00	66258.00	73043.00	78280.00	83892.00	89907.00	96354.00	103260.00	110670.00
125	70680	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
126	70682	10970.00	17053.00	16892.00	18103.00	19401.00	20792.00	22283.00	23881.00	25593.00
127	70683	31781.00	49777.00	49591.00	53147.00	56958.00	61041.00	65418.00	70109.00	75135.00
128	70687	4889.60	6126.60	7309.60	7833.70	8395.30	8997.30	9642.40	10334.00	11075.00
129	70688	108110.00	113440.00	122510.00	131290.00	140700.00	150790.00	161600.00	173190.00	185610.00
130	70692	26776.00	23863.00	27921.00	29923.00	32068.00	34368.00	36832.00	39473.00	42303.00
131	70695	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
132	70718	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
133	70719	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
134	70724	1283.70	1474.70	1876.70	2011.20	2155.40	2310.00	2475.60	2653.10	2843.30
135	70770	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
136	70774	6464.30	6883.30	6780.30	7266.40	7787.40	8345.80	8944.20	9585.50	10273.00
137	72794	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ENERGÍA	9127741.2	9449964.70	10206227.	10938001.	11722238.	12562679.	13463466.32	14428756.	15463276.
	TOTAL(kw.h)	0		90	65	69	77		85	69

Fuente: Elaboración Propia Área Facturación Electro Sur Este S.A.A

Figura 44 Proyección de la demanda de energía del alimentador CA-02 de los Años 2025-2030



fuentes: Elaboración propia

4.9.2 Proyección de Demanda del Alimentador CA-03

En la Tabla N.º 20 se presenta la proyección de la demanda del alimentador CA-03.

Tabla 20 Proyección de energía en el alimentador CA-03 al año 2030

Nº	SED	ENERGÍA HISTÓRICA				PROYECCIÓN DE ENERGÍA				
		ENERGÍA ANUAL (kW.h)	ENERGÍA ANUAL (kW.h)	ENERGÍA ANUAL (kW.h)	ENERGÍA ANUAL (kW.h)	ENERGÍA ANUAL (kW.h)	ENERGÍA ANUAL (kW.h)	ENERGÍA ANUAL (kW.h)	ENERGÍA ANUAL (kW.h)	ENERGÍA ANUAL (kW.h)
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	70028	224950.00	228740.00	233700.00	250460.00	268420.00	287660.00	308290.00	330390.00	354080.00
2	70060	8516.40	8425.40	7726.40	8280.40	8874.10	9510.40	10192.00	10923.00	11706.00
3	70061	9210.90	10431.00	15155.00	16241.00	17406.00	18654.00	19991.00	21425.00	22961.00
4	70062	13628.00	15411.00	14190.00	15208.00	16298.00	17467.00	18719.00	20061.00	21500.00
5	70063	9635.60	9229.60	9298.60	9965.30	10680.00	11446.00	12266.00	13146.00	14088.00
6	70064	8735.30	11463.00	10813.00	11589.00	12420.00	13310.00	14264.00	15287.00	16383.00
7	70065	14861.00	14805.00	13726.00	14710.00	15765.00	16895.00	18106.00	19404.00	20796.00
8	70066	20176.00	18216.00	20134.00	21578.00	23125.00	24783.00	26560.00	28464.00	30505.00
9	70067	16095.00	15559.00	15483.00	16594.00	17783.00	19058.00	20425.00	21889.00	23459.00
10	70068	14378.00	16116.00	17727.00	18998.00	20361.00	21820.00	23385.00	25062.00	26858.00
11	70069	22268.00	19666.00	20466.00	21933.00	23506.00	25191.00	26997.00	28933.00	31008.00
12	70088	137220.00	128530.00	140490.00	150560.00	161360.00	172930.00	185330.00	198610.00	212850.00
13	70091	34172.00	36077.00	36995.00	39648.00	42491.00	45537.00	48802.00	52301.00	56051.00
14	70092	51303.00	48405.00	50986.00	54642.00	58560.00	62759.00	67259.00	72081.00	77249.00
15	70093	25746.00	26039.00	26196.00	28074.00	30087.00	32244.00	34556.00	37034.00	39689.00
16	70094	22559.00	21164.00	22509.00	24123.00	25853.00	27706.00	29693.00	31822.00	34104.00
17	70095	37282.00	37196.00	36554.00	39174.00	41983.00	44993.00	48219.00	51677.00	55382.00
18	70096	36089.00	37247.00	38990.00	41786.00	44782.00	47993.00	51434.00	55122.00	59074.00
19	70097	14311.00	14369.00	13988.00	14991.00	16066.00	17218.00	18453.00	19776.00	21193.00
20	70098	13104.00	13108.00	13489.00	14456.00	15493.00	16603.00	17794.00	19070.00	20437.00
21	70099	125740.00	135590.00	149120.00	159810.00	171270.00	183550.00	196710.00	210810.00	225930.00

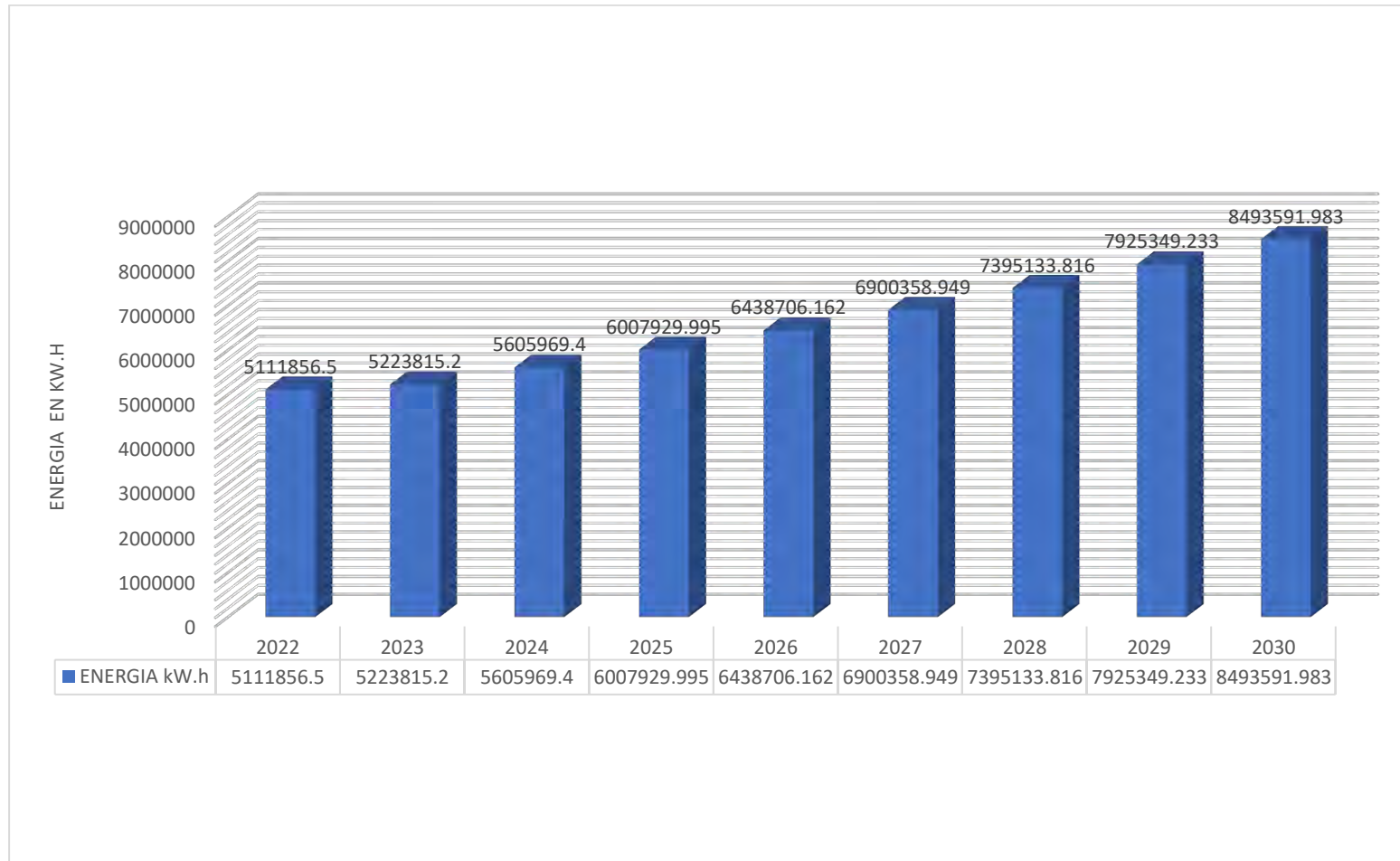
22	70107	23633.00	24971.00	24802.00	26581.00	28486.00	30529.00	32718.00	35064.00	37578.00
23	70108	26976.00	26862.00	26505.00	28405.00	30442.00	32625.00	34964.00	37471.00	40157.00
24	70109	84035.00	86191.00	87866.00	94166.00	100920.00	108150.00	115910.00	124220.00	133130.00
25	70110	188090.00	208230.00	235280.00	252150.00	270230.00	289600.00	310370.00	332620.00	356470.00
26	70111	195360.00	188570.00	198260.00	212480.00	227710.00	244040.00	261540.00	280290.00	300380.00
27	70112	91700.00	95321.00	97371.00	104350.00	111830.00	119850.00	128450.00	137660.00	147530.00
28	70113	79106.00	82388.00	89798.00	96237.00	103140.00	110530.00	118460.00	126950.00	136050.00
29	70122	33919.00	36915.00	38968.00	41762.00	44757.00	47966.00	51405.00	55091.00	59041.00
30	70123	118800.00	118520.00	115140.00	123390.00	132240.00	141720.00	151890.00	162780.00	174450.00
31	70125	293540.00	313920.00	311440.00	333770.00	357700.00	383350.00	410840.00	440290.00	471860.00
32	70126	123330.00	128320.00	133430.00	143000.00	153250.00	164240.00	176020.00	188640.00	202160.00
33	70127	114660.00	115650.00	115020.00	123260.00	132100.00	141570.00	151720.00	162600.00	174260.00
34	70128	38877.00	35339.00	34394.00	36860.00	39502.00	42335.00	45370.00	48623.00	52110.00
35	70139	6846.30	8044.30	6142.30	6582.70	7054.70	7560.50	8102.60	8683.50	9306.10
36	70140	5029.00	5282.00	4859.00	5207.40	5580.80	5981.00	6409.80	6869.40	7361.90
37	70141	37442.00	40983.00	43111.00	46202.00	49515.00	53065.00	56870.00	60947.00	65317.00
38	70142	27452.00	28372.00	33433.00	35830.00	38399.00	41153.00	44103.00	47265.00	50654.00
39	70143	5489.90	5425.90	5182.90	5554.60	5952.80	6379.60	6837.10	7327.30	7852.60
40	70144	257490.00	275270.00	303730.00	325500.00	348840.00	373860.00	400660.00	429390.00	460180.00
41	70159	33504.00	35043.00	41711.00	44702.00	47907.00	51342.00	55023.00	58969.00	63197.00
42	70160	18417.00	17913.00	18229.00	19536.00	20937.00	22438.00	24047.00	25771.00	27619.00
43	70161	11008.00	12039.00	11261.00	12068.00	12933.00	13861.00	14854.00	15920.00	17061.00
44	70162	9725.70	9107.70	9000.70	9646.10	10338.00	11079.00	11873.00	12725.00	13637.00
45	70163	5027.40	5765.40	5744.40	6156.30	6597.70	7070.70	7577.70	8121.00	8703.30
46	70164	8260.00	7515.00	7024.00	7527.60	8067.40	8645.80	9265.70	9930.10	10642.00
47	70165	44568.00	47922.00	44198.00	47367.00	50764.00	54403.00	58304.00	62484.00	66965.00
48	70202	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49	70206	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	70208	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51	70211	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52	70217	33932.00	30985.00	31993.00	34287.00	36745.00	39380.00	42203.00	45229.00	48472.00

84	70484	110770.00	120400.00	149050.00	159740.00	171190.00	183470.00	196620.00	210720.00	225830.00
85	70487	53808.00	51880.00	52948.00	56744.00	60813.00	65173.00	69846.00	74854.00	80221.00
86	70490	10426.00	10111.00	10085.00	10808.00	11583.00	12413.00	13303.00	14257.00	15279.00
87	70501	14426.00	14655.00	16142.00	17300.00	18540.00	19870.00	21294.00	22821.00	24457.00
88	70502	158990.00	164290.00	145980.00	156450.00	167670.00	179690.00	192570.00	206380.00	221180.00
89	70596	36739.00	43305.00	46965.00	50333.00	53942.00	57809.00	61954.00	66396.00	71157.00
90	70600	67148.00	75394.00	85572.00	91708.00	98283.00	105330.00	112880.00	120980.00	129650.00
91	70606	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
92	70610	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
93	70611	17582.00	20785.00	20295.00	21750.00	23309.00	24980.00	26772.00	28691.00	30748.00
94	70614	17392.00	17593.00	20029.00	21465.00	23004.00	24653.00	26421.00	28315.00	30346.00
95	70640	251650.00	243330.00	277120.00	296990.00	318280.00	341100.00	365560.00	391770.00	419860.00
96	70644	110370.00	110860.00	120260.00	128880.00	138130.00	148030.00	158640.00	170020.00	182210.00
97	70665	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
98	70667	49673.00	60081.00	64020.00	68610.00	73530.00	78802.00	84452.00	90507.00	96996.00
99	70668	121470.00	120990.00	130730.00	140110.00	150150.00	160920.00	172460.00	184820.00	198070.00
100	70674	103420.00	100020.00	101710.00	109000.00	116820.00	125190.00	134170.00	143790.00	154100.00
101	70677	43295.00	36483.00	26686.00	28599.00	30649.00	32847.00	35202.00	37726.00	40431.00
102	70679	0.00	0.00	69565.00	74552.00	79898.00	85626.00	91766.00	98346.00	105400.00
103	70685	41673.00	53113.00	52706.00	56485.00	60535.00	64876.00	69527.00	74512.00	79855.00
104	70690	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
105	70691	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
106	70693	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
107	70699	149330.00	115190.00	147170.00	157730.00	169040.00	181160.00	194140.00	208060.00	222980.00
108	70704	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
109	70705	21390.00	18054.00	20141.00	21585.00	23133.00	24792.00	26569.00	28474.00	30516.00
110	70716	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111	70728	10382.00	11173.00	11353.00	12167.00	13039.00	13974.00	14976.00	16050.00	17200.00
112	70730	18372.00	20989.00	23593.00	25285.00	27098.00	29040.00	31123.00	33354.00	35746.00
113	70731	41856.00	38042.00	38178.00	40916.00	43849.00	46993.00	50363.00	53974.00	57844.00
114	70732	15374.00	13646.00	13976.00	14978.00	16052.00	17203.00	18437.00	19759.00	21175.00

115	70767	4019.10	11574.00	10487.00	11239.00	12045.00	12908.00	13834.00	14826.00	15889.00
116	70768	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
117	70771	11826.00	14518.00	18101.00	19398.00	20789.00	22280.00	23877.00	25589.00	27424.00
118	72780	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
119	72800	17966.00	17966.00	17966.00	19254.00	20634.00	22114.00	23699.00	25399.00	27220.00
120	72801	13474.00	13474.00	13474.00	14440.00	15476.00	16585.00	17775.00	19049.00	20415.00
121	72802	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
122	72803	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
123	72806	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
124	72807	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ENERGÍA		5111856.5	5223815.2	5605969.4	6007930.0	6438706.1	6900358.9	7395133.8	7925349.2	8493591.9
TOTAL(kw.H)		0	0	0	0	6	5	2	3	8

Fuente: Elaboración propia área facturación Electro Sur Este S.A.A

Figura 45 Proyección de la demanda de energía del alimentador CA-03 de los años 2025-2030



Fuente: Elaboración propia

4.10 Reporte de Simulación Para los Años Proyectados

Una vez efectuadas las proyecciones de la demanda, se realizan las simulaciones correspondientes para los años proyectados, a fin de llevar a cabo el análisis de la cargabilidad de las SED's y de las líneas de media tensión existentes.

4.10.1 Análisis de Cargabilidad de los Alimentadores CA-03 y CA-02 Para los Años 2026 al 2030

4.10.1.1 Cargabilidad de SED's del Alimentador CA-02

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa la evolución de la cargabilidad a lo largo de los años en las SED's de distribución, tal como se muestra a continuación:

Tabla 21 Cargabilidad SED's alimentador CA-02 año 2026-2030

N°	SED	POTENCIA NOMINAL TRANSFOR MADOR DE DISTRIBUC IÓN(KVA)	CARGABIL IDAD (%) AÑO 2026	CARGABIL IDAD (%) AÑO 2027	CARGABIL IDAD (%) AÑO 2028	CARGABIL IDAD (%) AÑO 2029	CARGABIL IDAD (%) AÑO 2030
1	0070001	50	61.3	66.3	74.4	77	82.9
2	0070002	100	6.8	7.4	8.5	8.8	9.5
3	0070003	100	13.8	15	17.1	17.7	19.2
4	0070004	100	13.6	14.8	16.9	17.5	19
5	0070005	50	19.6	21.2	24.2	25.1	27.2
6	0070006	100	65.6	71.3	80.9	83.7	90.8
7	0070008	160	69.1	75.2	85.6	88.6	96.2
8	0070010	50	36.8	40.6	47.5	49.2	54.5
9	0070011	50	12.2	13.4	15.5	16.1	18.1
10	0070012	50	33.4	36.9	44.1	45.8	51.4
11	0070013	100	21.8	24.1	28.7	29.8	33.4
12	0070015	50	26.2	29.1	34.5	35.9	40.4
13	0070016	100	29.4	32.4	38.7	40.2	45
14	0070017	100	25.3	28	33.2	34.4	38.5
15	0070019	100	41.2	45.7	54.1	56.1	62.9
16	0070021	50	68	73.9	83.7	86.6	93.8
17	0070022	100	14.9	16.2	18.3	19	20.5
18	0070023	80	21.4	23.3	26.4	27.3	29.5

19	0070024	30	11.6	12.7	14.4	14.8	16.2
20	0070025	40	10.5	11.5	12.8	13.3	14.6
21	0070026	100	12.2	13.2	15	15.5	16.7
22	0070029	50	40.4	43.9	49.6	51.2	55.4
23	0070030	50	9.3	10.2	11.5	11.9	12.9
24	0070031	100	41.5	45.1	51	52.8	57.1
25	0070032	50	6.5	7	8.1	8.4	9.1
26	0070033	25	6.4	6.8	8.1	8.2	9.1
27	0070034	50	10.7	11.8	13.8	14.1	15.5
28	0070035	25	6.2	6.8	7.7	7.9	8.9
29	0070036	50	4.7	5.2	5.8	6	6.8
30	0070038	50	5.3	5.7	6.8	7	8.1
31	0070039	25	8.5	9.6	11.6	11.7	13.3
32	0070040	50	10.4	11.4	13.6	14	15.6
33	0070042	25	87.2	96	113.8	118.5	132.6
34	0070070	50	5.6	6.1	6.9	7.2	7.9
35	0070071	50	6.5	7	8.1	8.4	9.1
36	0070072	75	27	29.3	33.2	34.3	37.2
37	0070100	100	32.3	35	39.8	41.2	44.7
38	0070102	100	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
39	0070103	25	16.3	18	21.3	22	24.4
40	0070116	50	20.4	22.2	25.2	26.1	28.3
41	0070117	50	14.4	15.8	18	18.6	20.2
42	0070134	50	117.1	127.1	144.2	148.9	161.2
43	0070135	37.5	17.1	18.7	21.2	22	23.9
44	0070136	50	13.8	15.4	18.2	18.8	21.1
45	0070149	100	78.7	85.4	97	100.4	108.7
46	0070150	75	8.8	9.6	11	11.3	12.3
47	0070151	25	4.5	4.9	5.7	5.9	6.3
48	0070152	25	6.4	6.8	8.1	8.2	9.1
49	0070153	50	84.6	92.3	105.2	108.9	118.5
50	0070154	25	39.5	42.8	48.9	50.7	55.1
51	0070156	25	9.5	10.2	12.2	12.7	14.2
52	0070166	100	54.1	58.7	67	69.3	75.2
53	0070167	75	15.6	17	19.3	20	21.8
54	0070168	50	17.4	18.8	21.4	22.2	24.1
55	0070169	100	74.4	80.8	91.9	95.1	103.2
56	0070200	50	69.3	75.3	85.4	88.3	95.6
57	0070204	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
58	0070205	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
59	0070209	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
60	0070210	30	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1
61	0070218	25	5.6	6.2	7.3	7.6	8.4
62	0070233	25	1.2	1.2	1.3	1.6	1.6

63	0070234	15	6.3	6.4	7.5	7.9	8.7
64	0070235	50	7.8	8.4	9.5	9.7	10.6
65	0070269	50	81.3	87.8	98.4	101.8	109.4
66	0070343	50	3.4	3.6	4	4.3	4.5
67	0070344	5	16.9	17.2	20.4	21.6	23.9
68	0070351	25	17.4	18.5	20.6	21.2	22.8
69	0070354	15	95.4	102.7	115.4	119	128.2
70	0070357	10	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
71	0070358	5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
72	0070359	25	9.5	10.3	11.4	11.7	12.8
73	0070360	15	3.6	3.6	3.7	4.2	4.2
74	0070366	15	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
75	0070367	37.5	13	14.5	16.7	17.4	19.2
76	0070368	100	8.4	9.1	10.3	10.7	11.5
77	0070371	25	4.2	4.6	5.3	5.5	6
78	0070372	15	1.9	2	2.1	2	2.7
79	0070373	25	3.8	3.9	4.5	4.8	5.2
80	0070376	100	19.4	21.3	25	25.9	28.7
81	0070382	25	17.6	18.9	21.6	21.9	24.1
82	0070383	15	62.3	68.7	82	84.9	94.8
83	0070387	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
84	0070420	50	2.4	2.7	2.8	3.1	3.4
85	0070421	25	7.2	8	8.9	9.4	9.9
86	0070422	15	24.6	27.5	32.1	33.4	37.3
87	0070429	25	8	8.7	10.2	10.8	12.3
88	0070433	50	30	32.3	36.3	37.5	40.3
89	0070434	10	2.8	2.8	3	2.9	3.8
90	0070444	10	1.9	2	2.1	2	2
91	0070445	50	37.7	41	46.6	48.2	52.1
92	0070446	50	41.5	45	51.2	53	57.3
93	0070447	25	23.8	26	29.4	30.3	32.9
94	0070455	50	13.4	14.5	16.5	17	18.3
95	0070459	15	25.5	27.6	31.7	32.5	35.3
96	0070460	250	266.3	294.9	351.8	365.1	411.4
97	0070466	250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
98	0070467	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
99	0070469	5	13.2	13.4	16.3	15.8	18
100	0070470	25	4.5	4.7	5.5	5.8	6.5
101	0070471	15	14.3	15.4	18.4	19.3	21.5
102	0070472	25	3.4	3.5	4.1	4.4	4.4
103	0070473	5	5.7	5.8	6.2	5.9	8
104	0070474	5	1.9	2	2.1	2	4
105	0070475	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
106	0070477	5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5

107	0070478	10	7.8	8.7	9.9	9.6	10.4
108	0070482	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
109	0070483	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
110	0070486	200	6.3	6.8	7.8	8.1	8.8
111	0070488	200	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
112	0070489	50	2.5	2.8	3.4	3.5	3.9
113	0070493	250	71.8	79.1	93	96.5	107.4
114	0070495	25	4.1	4.2	5.1	5.4	6
115	0070496	25	27.7	30	34	35.5	38.4
116	0070498	25	9.2	10	11.4	11.7	13
117	0070585	100	70.6	76.7	87.2	90.1	97.8
118	0070601	50	27.4	29.4	32.9	34	36.3
119	0070602	25	17.3	19.2	22.7	23.9	26.5
120	0070607	160	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
121	0070641	25	2.2	2.3	2.8	2.7	3.2
122	0070662	25	12.7	14	17	17.4	19.7
123	0070676	25	4.1	4.6	5.1	5.4	6.1
124	0070678	50	36.2	40	47.6	49.3	55.7
125	0070680	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
126	0070682	100	3.7	3.9	4.4	4.7	5
127	0070683	50	21.2	23	26.1	27	29.2
128	0070687	25	6.4	6.8	8.1	8.2	9.1
129	0070688	100	26.7	29	33	34.2	37.1
130	0070692	25	25.4	27.9	32.3	33.3	36.6
131	0070695	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
132	0070718	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
133	0070719	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
134	0070724	25	1.6	2	2.1	2	2.4
135	0070770	125	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
136	0070774	50	2.9	3.1	3.5	3.7	4
137	0072794	160	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia con el Software Digsilent Power Factory

Como se puede observar en la tabla, en el alimentador CA-02 se identifican 14 transformadores de distribución que presentan sobrecarga al año 2030 , que es el año más crítico de estudio de esta investigación, alcanzando valores que superan su capacidad nominal, con valores; SED 70042 con 132.6 %,SED 70134 con 161.2 %,SED 70149 con 108.7 %,SED 70153 con 118.5 %,SED 70169 con 103.2 %,SED 70269 con 109.4 %,SED 70354 con 128.2 %,SED 70460 con 411.4 %,SED 70493 con 107.4 %,SED 70585 con 97.8 %,SED 70200 con 95.6

%,SED 70021 con 93.8 %,SED 70008 con 96.2 %,SED 70006 con 90.8 %.

4.10.2 Cargabilidad de las líneas de MT alimentador CA-02

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa la evolución de la cargabilidad de las líneas de media tensión del alimentador CA-02 a lo largo de los años, tal como se muestra a continuación.

Tabla 22 Cargabilidad línea MT alimentador CA-02 año 2026-2030

LINEA	TIPO CONDUCTOR	LONGITUD(KM)	I NOMINAL (KA)	CARGA BILIDA D (%) AÑO 2026	CARGA BILIDA D (%) AÑO 2027	CARGA BILIDA D (%) AÑO 2028	CARGA BILIDA D (%) AÑO 2029	CARGA BILIDA D (%) AÑO 2030	CORRIENTE KA AÑO 2030
L-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.1086	0.255	50.6	55.4	60.9	66.4	73.1	0.186
L-10	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4704	0.255	49.6	54.2	59.7	65.1	71.7	0.183
L-10-1	AL. 3x35 S 10.5 KV	0.1591	0.17	1.8	1.9	2.1	2.2	2.4	0.004
L-10-2	AL. 3x35 S 10.5 KV	0.0791	0.17	1.8	1.9	2.1	2.2	2.4	0.004
L-11	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4771	0.255	48.4	52.9	58.3	63.6	70.1	0.178
L-12	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.5306	0.255	47.7	52.2	57.5	62.8	69.2	0.176
L-13	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1228	0.255	47.7	52.2	57.5	62.8	69.2	0.176
L-14	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5902	0.255	47.7	52.2	57.5	62.8	69.2	0.176
L-14-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1766	0.17	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	0.003
L-14-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.2422	0.105	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	0.002
L-14-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.9082	0.105	0.7	0.8	0.8	0.9	1	0.001
L-14-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	4.7896	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0
L-14-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2145	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0
L-14-6	AL. 2x25 A 10.5 KV	1.6254	0.135	0	0	0	0	0	0
L-15	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1636	0.255	46.9	51.3	56.5	61.7	68	0.173

L-16	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2554	0.255	46.7	51.1	56.3	61.5	67.8	0.173
L-17	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1934	0.255	45.8	50.1	55.3	60.4	66.6	0.17
L-17-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.1693	0.135	2.4	2.6	2.8	3	3.3	0.004
L-18	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1089	0.255	44.5	48.8	53.8	58.8	64.8	0.165
L-18-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.2489	0.255	3.4	3.7	4	4.3	4.7	0.012
L-18-10	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4971	0.255	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.001
L-18-11	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.0879	0.255	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.001
L-18-12	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.441	0.135	0	0	0	0	0	0
L-18-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3367	0.255	2.6	2.9	3.1	3.4	3.7	0.009
L-18-3	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4075	0.255	2.3	2.5	2.8	3	3.2	0.008
L-18-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1301	0.17	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	0.003
L-18-4	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.8886	0.255	1.4	1.6	1.7	1.8	2	0.005
L-18-5	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3278	0.255	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	0.005
L-18-6	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.7555	0.255	1	1.1	1.2	1.2	1.4	0.003
L-18-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.6925	0.255	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.002
L-18-7-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2205	0.17	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.001
L-18-8	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3055	0.255	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.001
L-18-9	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5827	0.255	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.001
L-19	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3048	0.255	41.1	45.1	49.8	54.5	60.2	0.153
L-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.6845	0.255	50.5	55.2	60.8	66.2	72.9	0.185
L-20	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.0942	0.255	40.7	44.7	49.3	54	59.7	0.152
L-20-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.0932	0.105	2	2.2	2.4	2.6	2.8	0.003
L-21	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2427	0.255	39.9	43.8	48.4	52.9	58.5	0.149
L-22	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2993	0.255	38	41.7	46.1	50.5	55.9	0.142

L-23	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.0341	0.255	36.6	40.2	44.4	48.7	53.9	0.137
L-24	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1141	0.17	53.8	59.1	65.4	71.7	79.5	0.135
L-25	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1316	0.17	51.6	56.7	62.7	68.8	76.3	0.13
L-26	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.3109	0.17	49.2	54.1	59.9	65.7	73	0.124
L-26-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2754	0.17	6.8	7.3	8	8.7	9.4	0.016
L-26-10	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.702	0.17	1.4	1.5	1.6	1.8	2	0.003
L-26-10-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.5199	0.17	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0
L-26-10-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4725	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-26-11	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4442	0.17	1.3	1.3	1.5	1.6	1.8	0.003
L-26-12	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.6321	0.17	0.9	0.9	1	1.1	1.2	0.002
L-26-13	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.0212	0.105	1	1.1	1.2	1.3	1.4	0.001
L-26-14	AL. 3x10 A 10.5 KV	1.4847	0.09	1.1	1.1	1.3	1.4	1.5	0.001
L-26-15	AL. 3x10 A 10.5 KV	1.1527	0.09	1	1	1.2	1.2	1.4	0.001
L-26-16	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.2931	0.17	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.001
L-26-17	AL. 2x35 A 10.5 KV	0.5804	0.17	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.001
L-26-18	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.7835	0.17	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.001
L-26-19	AL. 2x35 A 10.5 KV	2.3711	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0
L-26-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4094	0.17	5.9	6.4	7	7.6	8.2	0.014
L-26-20	AL. 2x35 A 10.5 KV	0.2383	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0
L-26-21	AL. 2x35 A 10.5 KV	3.4072	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0
L-26-22	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.812	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-26-23	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.9157	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-26-24	AL. 2x35 A 10.5 KV	2.5561	0.17	0	0	0	0	0.1	0
L-26-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0669	0.17	4.2	4.5	4.9	5.3	5.8	0.01

L-26-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.8469	0.17	3.8	4.1	4.5	4.8	5.2	0.009
L-26-4-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.5669	0.17	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.001
L-26-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.9203	0.17	3.3	3.6	4	4.3	4.7	0.008
L-26-5-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0779	0.17	1.5	1.6	1.7	1.9	2	0.003
L-26-5-1-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.965	0.17	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0
L-26-5-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.375	0.17	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	0.003
L-26-5-2-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4516	0.17	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.002
L-26-5-2-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.2407	0.17	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.001
L-26-5-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4557	0.17	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.002
L-26-5-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.4025	0.17	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.001
L-26-5-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.7659	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0
L-26-5-6	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.2907	0.17	0	0	0	0	0	0
L-26-6	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.5615	0.17	1.9	2	2.2	2.4	2.6	0.004
L-26-7	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.802	0.17	1.6	1.7	1.9	2	2.2	0.004
L-26-8	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2582	0.17	1.5	1.6	1.7	1.9	2.1	0.003
L-26-9	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.8701	0.17	1.4	1.5	1.7	1.8	2	0.003
L-27	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0438	0.17	42.4	46.7	51.9	57.1	63.6	0.108
L-28	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4619	0.17	38.8	42.9	47.7	52.5	58.7	0.1
L-29	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2668	0.17	38.6	42.6	47.4	52.3	58.4	0.099
L-3	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1127	0.255	50.5	55.2	60.8	66.2	72.9	0.185
L-30	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.113	0.135	46.9	51.8	57.6	63.6	71.2	0.096
L-31	AL. 3x25 A 10.5 KV	2.0773	0.135	46.5	51.4	57.2	63.1	70.6	0.095
L-31-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.0203	0.105	0.8	0.9	1	1.1	1.2	0.001
L-31-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.8579	0.105	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.001

L-31-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.6212	0.105	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0
L-32	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.9046	0.135	45.9	50.7	56.4	62.3	69.7	0.094
L-32-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.0837	0.135	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	0.003
L-33	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.3059	0.135	44.3	49	54.5	60.2	67.4	0.091
L-33-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.211	0.135	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.001
L-33-1-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.6605	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-33-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.5209	0.135	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.001
L-33-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4412	0.135	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0
L-34	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.6143	0.135	43.8	48.4	53.9	59.5	66.6	0.09
L-35	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.5229	0.135	36.4	40.3	44.9	49.7	55.7	0.075
L-36	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.2236	0.135	36.4	40.2	44.8	49.6	55.6	0.075
L-36-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.8909	0.135	31.9	35.3	39.4	43.6	49	0.066
L-36-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.0967	0.135	31.9	35.3	39.4	43.6	49	0.066
L-36-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.5069	0.135	4.9	5.4	6	6.7	7.5	0.01
L-36-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.1427	0.135	4.6	5.1	5.7	6.3	7.1	0.01
L-36-5	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.0608	0.135	4.5	4.9	5.5	6.1	6.8	0.009
L-36-6	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.2869	0.135	4.4	4.9	5.5	6	6.8	0.009
L-36-6-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4132	0.135	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	0.006
L-36-6-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4991	0.135	2.5	2.7	3	3.4	3.8	0.005
L-36-6-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4666	0.135	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	0.003
L-36-6-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.1698	0.135	0.7	0.8	0.9	1	1.1	0.002
L-36-7	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.8452	0.135	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	0.002
L-36-7-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.3361	0.135	0.9	1	1.1	1.2	1.4	0.002
L-36-8	AL. 3x25 A 10.5 KV	2.1577	0.135	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.001

L-36-9	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.5623	0.135	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0
L-37	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.8985	0.135	4.4	4.9	5.4	6	6.7	0.009
L-37-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.0244	0.105	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0
L-38	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.1179	0.135	4.2	4.7	5.2	5.7	6.4	0.009
L-38-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.2838	0.135	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0
L-39	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.0215	0.135	4	4.4	4.9	5.4	6.1	0.008
L-39-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.1751	0.135	2.9	3.2	3.6	3.9	4.4	0.006
L-39-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.9882	0.135	2	2.2	2.5	2.7	3	0.004
L-39-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.1766	0.135	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	0.004
L-39-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4569	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-4	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1621	0.255	50.2	54.9	60.4	65.9	72.5	0.184
L-4-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0889	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-4-2	AL. 2x25 A 10.5 KV	1.2525	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-40	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.3236	0.135	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	0.002
L-41	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.3112	0.135	1	1.1	1.3	1.4	1.6	0.002
L-5	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.112	0.255	50.1	54.9	60.4	65.8	72.5	0.184
L-6	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2994	0.255	50.1	54.9	60.4	65.8	72.5	0.184
L-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5539	0.255	50.1	54.9	60.4	65.8	72.5	0.184
L-8	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5399	0.255	50.1	54.9	60.4	65.8	72.5	0.184
L-8-1	AL. 2x25 A 10.5 KV	1.2168	0.135	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0
L-9	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4592	0.255	50	54.7	60.3	65.7	72.3	0.184

Fuente: Elaboración propia con el software Digsilent Power Factory

Como se aprecia, entre las líneas de menor sección destacan los tramos de la troncal(L-24, L-25 y L-26), que en el año 2030 alcanzan cargabilidades de 79,5 %, 76,3 % y 73 %, respectivamente.

Si bien estos valores no sobrepasan su límite nominal, representan los tramos con mayor nivel de exigencia eléctrica, por lo que requieren especial atención en el mediano plazo.

4.10.3 Cargabilidad de SED's del alimentador CA-03

Según los resultados obtenidos, se observa la evolución de la cargabilidad de las SED's de distribución a lo largo de los años, tal como se aprecia a continuación:

Tabla 23 Cargabilidad SED's alimentador CA-03 año 2026-2030

N°	SED	POTENCIA(KV A)	2026(%)	2027(%)	2028(%)	2029(%)	2030(%)
1	0070144	50	133.8	143.9	159.8	167	180.1
2	0070699	25	128.7	138.3	153.3	160.2	172.7
3	0070640	50	121.6	130.8	145	151.6	163.5
4	0070458	15	101.5	109.3	121.7	127.2	137.5
5	0070224	25	88.3	95	105.3	110.1	118.7
6	0070111	50	86.6	93.1	103.2	107.8	116.2
7	0070125	100	70.1	75.6	84.2	88	95.2
8	0070099	50	65.7	70.6	78.4	81.9	88.4
9	0070484	50	65.4	70.3	77.9	81.4	87.8
10	0070159	15	60.7	65.3	72.3	75.6	81.4
11	0070668	50	58.8	63.4	70.6	73.9	79.9
12	0070463	50	55.3	59.5	66	68.9	74.4
13	0070644	50	53	57	63.2	66.1	71.3
14	0070123	50	51.8	55.9	62.2	65.1	70.4
15	0070427	50	51.7	55.6	61.6	64.4	69.5
16	0070375	50	51	54.9	60.9	63.7	68.7
17	0070674	50	45.8	49.4	55	57.5	62.2
18	0070088	75	42.2	45.5	50.7	53	57.3
19	0070112	50	42.6	45.8	50.8	53.1	57.2
20	0070113	50	40.4	43.5	48.4	50.6	54.8
21	0070677	15	39.1	42.1	46.7	48.8	52.6
22	0070109	50	38.3	41.2	45.6	47.7	51.4
23	0070122	25	35	37.7	42	44	47.5
24	0070028	160	32.1	34.5	38.3	40	43.1
25	0070110	160	32.1	34.5	38.2	40	43.1
26	0070126	100	30.1	32.4	36.1	37.7	40.8
27	0070217	25	28.1	30.2	33.5	35	37.7
28	0070667	50	28	30.2	33.4	34.9	37.7
29	0070127	100	25.9	27.9	31.1	32.5	35.2
30	0070454	10	26	28	31.2	32.6	35.2

31	0070453	75	25.4	27.3	30.4	31.8	34.4
32	0070341	100	24.5	26.4	29.2	30.6	33
33	0070487	50	23.9	25.7	28.7	30	32.4
34	0070501	15	23.7	25.5	28.3	29.6	31.9
35	0070685	50	23.2	24.9	27.6	28.9	31.1
36	0070092	50	22.5	24.2	26.9	28.1	30.3
37	0070107	25	21.9	23.5	26.1	27.3	29.4
38	0070165	50	19.6	21.1	23.4	24.5	26.4
39	0070141	50	19.3	20.7	23.1	24.1	26.1
40	0070705	25	17.9	19.3	21.4	22.4	24.2
41	0070461	37.5	16.3	17.6	19.5	20.4	22
42	0070095	50	16.1	17.4	19.3	20.2	21.8
43	0070064	15	16	17.2	19.2	20	21.6
44	0070160	25	16	17.2	19.1	20	21.5
45	0070128	50	15.2	16.3	18.1	18.9	20.4
46	0070142	50	15	16.1	17.9	18.7	20.3
47	0070596	75	13.8	14.8	16.4	17.2	18.5
48	0070067	25	13.7	14.7	16.3	17.1	18.4
49	0070352	25	13.7	14.7	16.3	17	18.4
50	0070356	15	13.6	14.6	16.2	16.9	18.3
51	0070452	50	13.3	14.3	15.9	16.7	18
52	0070062	25	12.6	13.6	15.1	15.8	17
53	0070353	15	12.5	13.4	14.9	15.6	16.8
54	0070614	37.5	12	13	14.5	15.1	16.4
55	0070108	50	11.7	12.6	14	14.6	15.7
56	0070093	50	11.6	12.5	13.8	14.4	15.6
57	0070096	75	11.5	12.4	13.7	14.3	15.5
58	0070730	50	10.6	11.5	12.8	13.4	14.4
59	0070441	15	10.6	11.4	12.6	13.2	14.2
60	0070094	50	9.9	10.7	11.9	12.4	13.4
61	0070161	25	9.9	10.6	11.8	12.3	13.3
62	0070679	160	9.5	10.2	11.3	11.9	12.8
63	0070476	25	9.4	10.1	11.2	11.7	12.6
64	0070069	50	9.2	9.9	11	11.5	12.5
65	0070066	50	8.9	9.6	10.6	11.1	12
66	0070451	150	8.7	9.4	10.4	10.9	11.8
67	0070731	100	8.6	9.3	10.3	10.8	11.7
68	0070163	15	8.4	9	10	10.5	11.3
69	0070063	25	8.3	8.9	9.9	10.3	11.1
70	0070091	100	8.2	8.8	9.7	10.2	11
71	0070068	50	8	8.6	9.6	10	10.8
72	0070140	15	7.2	7.8	8.6	9	9.7
73	0070728	37.5	6.8	7.4	8.2	8.6	9.3
74	0070061	50	6.7	7.2	8.1	8.4	9.1

75	0070465	10	6.5	7	7.8	8.2	8.8
76	0070502	500	6.4	6.9	7.6	7.9	8.6
77	0070732	50	6.3	6.8	7.6	7.9	8.6
78	0070600	300	6.2	6.7	7.4	7.8	8.4
79	0070164	25	6.2	6.6	7.4	7.7	8.3
80	0070065	50	6.1	6.6	7.3	7.6	8.2
81	0070098	50	6	6.4	7.1	7.4	8
82	0070468	5	5.7	6.2	6.8	7.2	7.7
83	0070139	25	5.5	5.9	6.5	6.8	7.4
84	0072800	75	5.3	5.7	6.3	6.6	7.1
85	0070143	25	4.6	5	5.5	5.8	6.2
86	0070490	50	4.5	4.9	5.5	5.7	6.2
87	0070767	50	4.6	4.9	5.5	5.7	6.2
88	0070611	100	4.4	4.8	5.3	5.5	5.9
89	0070097	75	4.1	4.4	4.9	5.1	5.6
90	0070162	50	4	4.3	4.7	4.9	5.3
91	0072801	75	4	4.3	4.7	4.9	5.3
92	0070060	50	3.4	3.7	4.1	4.3	4.6
93	0070355	15	3.1	3.4	3.7	3.9	4.2
94	0070223	50	2.8	3	3.4	3.5	3.8
95	0070385	15	2.6	2.8	3.1	3.3	3.5
96	0070771	160	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3
97	0070432	25	2	2.2	2.4	2.5	2.7
98	0070388	15	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
99	0070202	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
100	0070206	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
101	0070208	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
102	0070211	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
103	0070342	15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
104	0070349	15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
105	0070374	15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
106	0070380	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
107	0070430	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
108	0070431	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

10 9	0070462	160	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 0	0070479	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 1	0070606	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 2	0070610	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 3	0070665	250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 4	0070690	300	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 5	0070691	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 6	0070693	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 7	0070704	460	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 8	0070716	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 9	0070768	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12 0	0072780	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12 1	0072802	300	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12 2	0072803	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12 3	0072806	250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12 4	0072807	1000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: elaboración propia DigSilent Power Factory (2024)

Como se puede observar en la tabla, en el alimentador CA-03 se identifican 08 transformadores de distribución que presentan sobrecarga al año 2030 , que es el año más crítico de estudio de esta investigación, alcanzando valores que superan su capacidad nominal, con valores; SED 70144 con 180.1%, SED 70699 con 172.7 %, SED 70640 con 163.5%, SED 70458 con 137.5%, SED 70224 con 118.7%, SED 70111 con 116.2%, SED 70125 con 95.2% y SED 70099 con 88.4%.

4.10.4 Cargabilidad de las líneas de MT Alimentador CA-03

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa la evolución de la cargabilidad de las líneas de media tensión del alimentador CA-03 a lo largo de los años, tal como se muestra a continuación:

Tabla 24 Cargabilidad línea MT alimentador CA-03 año 2026-2030

LINEA	TIPO CONDUCTOR	LONGITUD(KM)	I NOMINAL (KA)	CARGABILIDAD (%) AÑO 2026	CARGABILIDAD (%) AÑO 2027	CARGABILIDAD (%) AÑO 2028	CARGABILIDAD (%) AÑO 2029	CARGABILIDAD (%) AÑO 2030	CORRIENTE AL AÑO 2030
L-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.063	0.255	26.7	28.8	32	33.4	36.1	0.092
L-10	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.611	0.17	13.8	14.9	16.6	17.3	18.7	0.032
L-11	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.312	0.17	13.5	14.6	16.2	16.9	18.3	0.031
L-11-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.249	0.105	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-12	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.034	0.17	13.5	14.5	16.2	16.9	18.3	0.031
L-12-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.779	0.17	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.002
L-12-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.829	0.17	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.001
L-12-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.088	0.105	0.9	1	1.1	1.2	1.3	0.001
L-12-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.977	0.17	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0
L-12-3-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.64	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0

L-12-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.184	0.135	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.001
L-12-5	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.942	0.105	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.001
L-12-6	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.126	0.105	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.001
L-12-7	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.178	0.105	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0
L-12-8	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.294	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-13	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.487	0.17	12.8	13.8	15.3	16	17.4	0.029
L-14	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.078	0.17	12.6	13.6	15.1	15.8	17.1	0.029
L-15	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.166	0.17	12.4	13.4	14.9	15.6	16.9	0.029
L-16	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.194	0.17	12.4	13.4	14.9	15.6	16.8	0.029
L-16-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.095	0.105	1.3	1.4	1.6	1.6	1.8	0.002
L-16-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.679	0.255	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.001
L-16-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.448	0.17	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.001
L-16-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.044	0.17	0	0	0	0	0	0
L-17	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.622	0.17	11.6	12.5	13.9	14.6	15.8	0.027

L-18	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.179	0.17	11.4	12.2	13.6	14.3	15.4	0.026
L-18-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.218	0.105	1.4	1.6	1.7	1.8	2	0.002
L-18-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.785	0.105	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.001
L-18-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.731	0.105	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0
L-19	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.356	0.17	10.5	11.3	12.6	13.1	14.2	0.024
L-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.358	0.255	11.5	12.4	13.8	14.4	15.6	0.04
L-20	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.329	0.17	9.5	10.3	11.4	12	12.9	0.022
L-21	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.15	0.17	9.5	10.3	11.4	12	12.9	0.022
L-22	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.167	0.17	8.6	9.2	10.3	10.8	11.7	0.02
L-22-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.213	0.17	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.001
L-22-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.212	0.17	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.001
L-22-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.385	0.17	0	0	0	0	0	0
L-23	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.089	0.17	7.1	7.7	8.5	8.9	9.6	0.016
L-24	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.306	0.17	4.8	5.2	5.8	6.1	6.6	0.011

L-24-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.171	0.17	1.8	2	2.2	2.3	2.5	0.004
L-24-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.285	0.17	0.8	0.9	1	1.1	1.1	0.002
L-25	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.115	0.17	3	3.3	3.6	3.8	4.1	0.007
L-26	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.166	0.17	3	3.3	3.6	3.8	4.1	0.007
L-27	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.244	0.17	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	0.005
L-28	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.464	0.17	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	0.003
L-29	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.314	0.17	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	0.003
L-29-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.057	0.17	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.002
L-29-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.137	0.17	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.001
L-29-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.47	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0
L-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.146	0.17	17.3	18.6	20.7	21.6	23.4	0.04
L-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.893	0.17	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.001
L-30	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.191	0.135	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.001
L-30-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.109	0.135	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.001

L-30-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.564	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-31	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.322	0.135	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0
L-32	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.229	0.135	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0
L-33	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.141	0.255	15.2	16.4	18.2	19	20.5	0.052
L-33-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	1	0.255	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.001
L-34	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.18	0.255	14.8	15.9	17.7	18.5	19.9	0.051
L-34-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.47	0.255	3.1	3.4	3.7	3.9	4.2	0.011
L-34-10	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.179	0.255	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-34-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.218	0.255	3.1	3.3	3.7	3.8	4.1	0.011
L-34-3	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.435	0.255	3	3.2	3.5	3.7	4	0.01
L-34-3-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.05	0.255	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	0.004
L-34-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.429	0.135	3.5	3.8	4.2	4.4	4.7	0.006
L-34-5	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.073	0.255	1.5	1.6	1.7	1.8	2	0.005
L-34-6	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.112	0.255	1.5	1.6	1.7	1.8	2	0.005

L-34-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.146	0.255	1.5	1.6	1.7	1.8	2	0.005
L-34-8	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.198	0.255	0.8	0.8	0.9	1	1	0.003
L-34-9	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.096	0.255	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-35	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.153	0.255	11.7	12.6	13.9	14.5	15.7	0.04
L-36	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.062	0.255	11.7	12.6	13.9	14.5	15.7	0.04
L-36-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.203	0.17	0	0	0	0	0	0
L-37	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.146	0.255	11.7	12.6	13.9	14.5	15.7	0.04
L-38	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.991	0.255	10.7	11.5	12.8	13.4	14.4	0.037
L-39	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.377	0.255	10.3	11.1	12.3	12.8	13.8	0.035
L-39-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.013	0.135	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.001
L-39-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.632	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.292	0.17	17	18.3	20.3	21.3	23	0.039
L-40	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.191	0.255	9.9	10.7	11.8	12.4	13.3	0.034
L-41	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.183	0.255	9.6	10.3	11.5	12	12.9	0.033

L-42	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.086	0.255	9.6	10.3	11.5	12	12.9	0.033
L-43	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.05	0.255	9.6	10.3	11.5	12	12.9	0.033
L-43-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.098	0.135	4.9	5.3	5.8	6.1	6.6	0.009
L-43-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.166	0.135	3.6	3.8	4.2	4.4	4.8	0.006
L-43-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.019	0.135	2.6	2.7	3	3.2	3.4	0.005
L-43-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.214	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-43-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	2.536	0.17	0	0	0	0	0	0
L-44	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.239	0.255	7	7.6	8.4	8.8	9.4	0.024
L-45	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.322	0.255	6.8	7.3	8.1	8.5	9.2	0.023
L-46	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.278	0.255	6.8	7.3	8.1	8.5	9.1	0.023
L-47	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.35	0.255	6.3	6.8	7.5	7.9	8.5	0.022
L-48	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.231	0.17	8.6	9.3	10.3	10.7	11.6	0.02
L-49	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.223	0.255	4.6	5	5.5	5.8	6.2	0.016
L-49-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.263	0.255	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.002

L-8	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.575	0.17	16.5	17.8	19.8	20.7	22.4	0.038
L-9	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.127	0.17	16.4	17.7	19.7	20.6	22.2	0.038
L-9-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.908	0.17	2.6	2.8	3.1	3.2	3.5	0.006
L-9-10	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.583	0.17	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.001
L-9-11	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.378	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0
L-9-12	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.666	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
L-9-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.563	0.17	2.4	2.6	2.9	3	3.2	0.006
L-9-2-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4	0.17	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.001
L-9-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.216	0.17	2	2.1	2.4	2.5	2.7	0.005
L-9-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.247	0.17	1.7	1.8	2	2.1	2.3	0.004
L-9-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.755	0.17	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	0.003
L-9-5-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	1	0.17	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.001
L-9-6	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.149	0.105	1.8	1.9	2.1	2.2	2.4	0.002
L-9-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	2.038	0.255	0.7	0.8	0.9	0.9	1	0.002

L-9-7-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.388	0.17	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.001
L-9-8	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.262	0.17	0.7	0.8	0.9	0.9	1	0.002
L-9-9	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.646	0.17	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.001

Fuente: Elaboración propia con el software Digsilent Power Factory

4.11 Análisis de la Caída de Tensión de los alimentadores CA-03 y CA-02 periodo 2026-2030

4.11.1 Análisis de la Caída de Tensión para los Años Proyectados 2026-2030 del Alimentador CA-02

Como se aprecia en los resultados de la simulación, el alimentador CA-02 presenta caídas de tensión durante los años proyectados (2026-2030), tal como se muestra en la tabla N.º 25.

Tabla 25 Análisis de la caída de tensión del alimentador CA-02 año 2026-2030

LINEA	TIPO CONDU CTOR	LONGIT UD(KM)	I NOMIN AL (KA)	VOLTAJ E KV AÑO 2026	VOLTAJ E KV AÑO 2027	VOLTAJ E KV AÑO 2028	VOLTAJ E KV AÑO 2029	VOLTAJ E KV AÑO 2030
L-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.1086	0.255	10.9	10.9	10.8	10.8	10.7
L-10	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4704	0.255	10.4	10.4	10.3	10.2	10
L-10-1	AL. 3x35 S 10.5 KV	0.1591	0.17	10.4	10.3	10.2	10.1	9.9
L-10-2	AL. 3x35 S 10.5 KV	0.0791	0.17	10.4	10.3	10.2	10.1	9.9

L-11	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4771	0.255	10.4	10.3	10.2	10.1	9.9
L-12	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.5306	0.255	10.3	10.2	10.1	10	9.9
L-13	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1228	0.255	10.2	10.1	9.9	9.8	9.6
L-14	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5902	0.255	10.1	10	9.9	9.8	9.6
L-14-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1766	0.17	10.1	10	9.8	9.7	9.5
L-14-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.2422	0.105	10.1	10	9.8	9.7	9.5
L-14-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.9082	0.105	10.1	10	9.8	9.7	9.5
L-14-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	4.7896	0.17	10.1	10	9.8	9.7	9.5
L-14-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2145	0.17	10.1	10	9.8	9.7	9.5
L-14-6	AL. 2x25 A 10.5 KV	1.6254	0.135	10.1	9.9	9.8	9.7	9.5
L-15	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1636	0.255	10.1	9.9	9.8	9.7	9.5
L-16	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2554	0.255	10	9.9	9.8	9.6	9.4
L-17	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1934	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-17-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.1693	0.135	10	9.9	9.7	9.6	9.4

L-18	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1089	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.2489	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-10	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4971	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-11	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.0879	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-12	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.441	0.135	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3367	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-3	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4075	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1301	0.17	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-4	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.8886	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-5	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3278	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-6	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.7555	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.6925	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-7-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2205	0.17	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-18-8	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3055	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4

L-18-9	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5827	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-19	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3048	0.255	10	9.9	9.7	9.6	9.4
L-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.6845	0.255	10.8	10.7	10.7	10.6	10.5
L-20	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.0942	0.255	10	9.9	9.7	9.5	9.3
L-20-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.0932	0.105	10	9.8	9.7	9.5	9.3
L-21	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2427	0.255	10	9.8	9.7	9.5	9.3
L-22	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2993	0.255	9.9	9.8	9.7	9.5	9.3
L-23	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.0341	0.255	9.9	9.8	9.6	9.5	9.3
L-24	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1141	0.17	9.9	9.8	9.6	9.5	9.3
L-25	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1316	0.17	9.9	9.8	9.6	9.4	9.2
L-26	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.3109	0.17	9.9	9.7	9.6	9.4	9.2
L-26-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2754	0.17	9.8	9.7	9.5	9.4	9.1
L-26-10	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.702	0.17	9.8	9.6	9.5	9.3	9.1
L-26-10-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.5199	0.17	9.8	9.6	9.5	9.3	9

L-26-10-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4725	0.17	9.8	9.6	9.5	9.3	9
L-26-11	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4442	0.17	9.8	9.6	9.5	9.3	9
L-26-12	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.6321	0.17	9.8	9.6	9.5	9.3	9
L-26-13	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.0212	0.105	9.8	9.6	9.5	9.3	9
L-26-14	AL. 3x10 A 10.5 KV	1.4847	0.09	9.8	9.6	9.5	9.3	9
L-26-15	AL. 3x10 A 10.5 KV	1.1527	0.09	9.8	9.6	9.4	9.3	9
L-26-16	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.2931	0.17	9.7	9.6	9.4	9.2	9
L-26-17	AL. 2x35 A 10.5 KV	0.5804	0.17	9.7	9.6	9.4	9.2	9
L-26-18	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.7835	0.17	9.7	9.6	9.4	9.2	9
L-26-19	AL. 2x35 A 10.5 KV	2.3711	0.17	9.7	9.6	9.4	9.2	9
L-26-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4094	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-20	AL. 2x35 A 10.5 KV	0.2383	0.17	9.7	9.6	9.4	9.2	9
L-26-21	AL. 2x35 A 10.5 KV	3.4072	0.17	9.7	9.6	9.4	9.2	9
L-26-22	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.812	0.17	9.7	9.6	9.4	9.2	9

L-26-23	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.9157	0.17	9.7	9.6	9.4	9.2	9
L-26-24	AL. 2x35 A 10.5 KV	2.5561	0.17	9.7	9.6	9.4	9.2	9
L-26-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0669	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.8469	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-4-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.5669	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.9203	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-5-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0779	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-5-1-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.965	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-5-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.375	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-5-2-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4516	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-5-2-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.2407	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-5-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4557	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-5-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.4025	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-5-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.7659	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1

L-26-5-6	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.2907	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-6	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.5615	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-7	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.802	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-26-8	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2582	0.17	9.8	9.6	9.5	9.3	9.1
L-26-9	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.8701	0.17	9.8	9.6	9.5	9.3	9.1
L-27	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0438	0.17	9.8	9.7	9.5	9.4	9.1
L-28	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4619	0.17	9.8	9.7	9.5	9.3	9.1
L-29	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2668	0.17	9.8	9.6	9.5	9.3	9
L-3	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1127	0.255	10.7	10.6	10.6	10.5	10.4
L-30	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.113	0.135	9.8	9.6	9.4	9.2	9
L-31	AL. 3x25 A 10.5 KV	2.0773	0.135	9.7	9.6	9.4	9.2	9
L-31-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.0203	0.105	9.4	9.2	9	8.7	8.4
L-31-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.8579	0.105	9.4	9.2	9	8.7	8.4
L-31-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.6212	0.105	9.4	9.2	9	8.7	8.4

L-32	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.9046	0.135	9.4	9.2	9	8.7	8.4
L-32-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.0837	0.135	9.1	8.8	8.6	8.3	7.9
L-33	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.3059	0.135	9.1	8.8	8.6	8.3	7.9
L-33-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.211	0.135	9	8.8	8.5	8.2	7.9
L-33-1-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.6605	0.135	9	8.8	8.5	8.2	7.9
L-33-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.5209	0.135	9	8.8	8.5	8.2	7.9
L-33-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4412	0.135	9	8.8	8.5	8.2	7.9
L-34	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.6143	0.135	9	8.8	8.5	8.2	7.9
L-35	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.5229	0.135	8.9	8.7	8.4	8.1	7.7
L-36	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.2236	0.135	8.8	8.6	8.3	8	7.6
L-36-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.8909	0.135	8.8	8.6	8.3	8	7.6
L-36-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.0967	0.135	8.7	8.5	8.1	7.8	7.4
L-36-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.5069	0.135	8.7	8.4	8.1	7.8	7.4
L-36-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.1427	0.135	8.7	8.4	8.1	7.8	7.3

L-36-5	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.0608	0.135	8.7	8.4	8.1	7.8	7.3
L-36-6	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.2869	0.135	8.7	8.4	8.1	7.8	7.3
L-36-6-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4132	0.135	8.7	8.4	8.1	7.7	7.3
L-36-6-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4991	0.135	8.7	8.4	8.1	7.7	7.3
L-36-6-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4666	0.135	8.7	8.4	8.1	7.7	7.3
L-36-6-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.1698	0.135	8.7	8.4	8.1	7.7	7.3
L-36-7	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.8452	0.135	8.7	8.4	8.1	7.7	7.3
L-36-7-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.3361	0.135	8.7	8.4	8.1	7.7	7.3
L-36-8	AL. 3x25 A 10.5 KV	2.1577	0.135	8.7	8.4	8.1	7.7	7.3
L-36-9	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.5623	0.135	8.7	8.4	8.1	7.7	7.3
L-37	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.8985	0.135	8.8	8.6	8.3	8	7.6
L-37-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.0244	0.105	8.8	8.5	8.2	7.9	7.5
L-38	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.1179	0.135	8.8	8.5	8.2	7.9	7.5
L-38-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.2838	0.135	8.8	8.5	8.2	7.9	7.5

L-39	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.0215	0.135	8.8	8.5	8.2	7.9	7.5
L-39-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.1751	0.135	8.8	8.5	8.2	7.9	7.5
L-39-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.9882	0.135	8.7	8.5	8.2	7.9	7.4
L-39-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.1766	0.135	8.7	8.5	8.2	7.8	7.4
L-39-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4569	0.135	8.7	8.5	8.2	7.8	7.4
L-4	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1621	0.255	10.7	10.6	10.6	10.5	10.4
L-4-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0889	0.17	10.7	10.6	10.5	10.5	10.4
L-4-2	AL. 2x25 A 10.5 KV	1.2525	0.135	10.6	10.6	10.5	10.4	10.4
L-40	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.3236	0.135	8.8	8.5	8.2	7.9	7.5
L-41	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.3112	0.135	8.7	8.5	8.2	7.9	7.5
L-5	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.112	0.255	10.7	10.6	10.5	10.5	10.4
L-6	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2994	0.255	10.6	10.5	10.5	10.4	10.3
L-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5539	0.255	10.6	10.5	10.5	10.4	10.3
L-8	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5399	0.255	10.5	10.5	10.4	10.3	10.2

L-8-1	AL. 2x25	1.2168	0.135	10.5	10.4	10.3	10.2	10.1
	A 10.5 KV							
L-9	AL. 3x70	0.4592	0.255	10.5	10.4	10.3	10.2	10.1
	A 10.5 KV							

Fuente: elaboración propia- DigSilent Power Factory (2024)

Durante el año 2026, los valores de tensión se mantienen cercanos a los 10.5 kV respecto a la tensión nominal de la barra. Según la Norma Técnica de Calidad del Servicio Eléctrico (NTCSE), el rango permitido de variación de tensión se encuentra entre 11.130 kV y 9.870 kV. Sin embargo, para el año 2030, se observa que varias líneas presentan valores de tensión inferiores a 9.870 kV, lo que evidencia caídas significativas de tensión respecto a la tensión nominal de 10.5 kV.

4.11.2 Análisis de la Caída de Tensión para los Años Proyectados 2026-2030 del

Alimentador CA-03

Como se puede apreciar, la caída de tensión se mantiene dentro de los límites establecidos por la NTCSE durante el periodo 2026–2030. Los valores correspondientes a cada año se detallan en la Tabla N.º 26.

Tabla 26 Análisis de la Caída de tensión del alimentador CA-03 año 2026-2030

LINEA	TIPO CONDUCTOR	LONGITUD (KM)	I NOMINAL (KA)	VOLTAJE KV AÑO 2026	VOLTAJE KV AÑO 2027	VOLTAJE KV AÑO 2028	VOLTAJE KV AÑO 2029	VOLTAJE KV AÑO 2030
L-1	AL. 3x70	0.063	0.255	10.9	10.9	10.5	10.8	10.7
	A 10.5 KV							
L-10	AL. 3x35	1.611	0.17	10.7	10.7	10.3	10.6	10.5
	A 10.5 KV							
L-11	AL. 3x35	0.312	0.17	10.7	10.7	10.3	10.6	10.5
	A 10.5 KV							

L-11-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.249	0.105	10.7	10.7	10.3	10.5	10.5
L-12	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.034	0.17	10.7	10.7	10.3	10.5	10.5
L-12-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.779	0.17	10.7	10.7	10.3	10.5	10.5
L-12-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.829	0.17	10.7	10.6	10.3	10.5	10.5
L-12-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.088	0.105	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4
L-12-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.977	0.17	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4
L-12-3-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.64	0.17	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4
L-12-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.184	0.135	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4
L-12-5	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.942	0.105	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4
L-12-6	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.126	0.105	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4
L-12-7	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.178	0.105	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4
L-12-8	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.294	0.135	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4
L-13	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.487	0.17	10.7	10.7	10.3	10.5	10.5
L-14	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.078	0.17	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4

L-15	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.166	0.17	10.7	10.6	10.3	10.5	10.4
L-16	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.194	0.17	10.7	10.6	10.2	10.5	10.4
L-16-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.095	0.105	10.6	10.6	10.2	10.4	10.4
L-16-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.679	0.255	10.6	10.6	10.2	10.4	10.4
L-16-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.448	0.17	10.6	10.6	10.2	10.4	10.4
L-16-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.044	0.17	10.6	10.6	10.2	10.4	10.4
L-17	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.622	0.17	10.6	10.6	10.2	10.4	10.4
L-18	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.179	0.17	10.6	10.6	10.2	10.4	10.3
L-18-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.218	0.105	10.6	10.5	10.1	10.4	10.3
L-18-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.785	0.105	10.6	10.5	10.1	10.4	10.3
L-18-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.731	0.105	10.6	10.5	10.1	10.4	10.3
L-19	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.356	0.17	10.6	10.5	10.1	10.4	10.3
L-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.358	0.255	10.9	10.9	10.5	10.8	10.7
L-20	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.329	0.17	10.6	10.5	10.1	10.4	10.3

L-21	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.15	0.17	10.6	10.5	10.1	10.4	10.3
L-22	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.167	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.3
L-22-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.213	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-22-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.212	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-22-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.385	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-23	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.089	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-24	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.306	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-24-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.171	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-24-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.285	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-25	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.115	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-26	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.166	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-27	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.244	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-28	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.464	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-29	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.314	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2

L-29-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.057	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-29-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.137	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-29-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.47	0.17	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.146	0.17	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.893	0.17	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-30	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.191	0.135	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-30-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.109	0.135	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-30-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.564	0.135	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-31	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.322	0.135	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-32	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.229	0.135	10.5	10.5	10.1	10.3	10.2
L-33	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.141	0.255	10.9	10.9	10.5	10.8	10.7
L-33-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	1	0.255	10.9	10.9	10.5	10.8	10.7
L-34	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.18	0.255	10.9	10.9	10.5	10.8	10.7
L-34-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.47	0.255	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7

L-34-10	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.179	0.255	10.9	10.8	10.5	10.7	10.7
L-34-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.218	0.255	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-34-3	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.435	0.255	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-34-3-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.05	0.255	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-34-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.429	0.135	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-34-5	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.073	0.255	10.9	10.8	10.5	10.7	10.7
L-34-6	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.112	0.255	10.9	10.8	10.5	10.7	10.7
L-34-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.146	0.255	10.9	10.8	10.5	10.7	10.7
L-34-8	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.198	0.255	10.9	10.8	10.5	10.7	10.7
L-34-9	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.096	0.255	10.9	10.8	10.5	10.7	10.7
L-35	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.153	0.255	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-36	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.062	0.255	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-36-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.203	0.17	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-37	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.146	0.255	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7

L-38	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.991	0.255	10.9	10.8	10.5	10.8	10.7
L-39	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.377	0.255	10.8	10.8	10.5	10.7	10.7
L-39-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.013	0.135	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-39-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.632	0.135	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.292	0.17	10.9	10.8	10.5	10.7	10.7
L-40	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.191	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-41	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.183	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-42	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.086	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-43	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.05	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-43-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.098	0.135	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-43-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.166	0.135	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-43-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.019	0.135	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-43-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.214	0.135	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-43-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	2.536	0.17	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6

L-44	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.239	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-45	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.322	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-46	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.278	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-47	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.35	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-48	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.231	0.17	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-49	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.223	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-49-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.263	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-49-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.679	0.17	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-49-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	2.012	0.135	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-49-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.917	0.17	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-49-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.234	0.135	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-49-5	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.044	0.135	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-5	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.843	0.21	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-50	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.026	0.17	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6

L-51	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.184	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-52	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.275	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-53	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.245	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-54	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.117	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-55	AL. 3x70 A 10.5 KV	1	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-56	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.34	0.255	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-56-1	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.266	0.21	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6
L-56-2	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.216	0.21	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6
L-57	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.392	0.255	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6
L-58	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.953	0.255	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6
L-59	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.039	0.21	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6
L-6	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.071	0.21	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-60	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.589	0.17	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6
L-61	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.072	0.17	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6

L-7	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.413	0.21	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-7-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.146	0.105	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-7-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.472	0.105	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-7-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.773	0.105	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-7-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.91	0.17	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-7-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.776	0.17	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-7-6	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.154	0.17	10.8	10.8	10.4	10.7	10.6
L-8	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.575	0.17	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6
L-9	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.127	0.17	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6
L-9-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.908	0.17	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6
L-9-10	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.583	0.17	10.7	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-11	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.378	0.17	10.7	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-12	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.666	0.17	10.7	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.563	0.17	10.8	10.7	10.4	10.6	10.6

L-9-2-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4	0.17	10.8	10.7	10.4	10.6	10.5
L-9-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.216	0.17	10.8	10.7	10.4	10.6	10.5
L-9-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.247	0.17	10.8	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.755	0.17	10.8	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-5-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	1	0.17	10.8	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-6	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.149	0.105	10.8	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	2.038	0.255	10.7	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-7-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.388	0.17	10.7	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-8	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.262	0.17	10.7	10.7	10.3	10.6	10.5
L-9-9	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.646	0.17	10.7	10.7	10.3	10.6	10.5

Fuente: Elaboración propia- DigSilent Power Factory (2024)

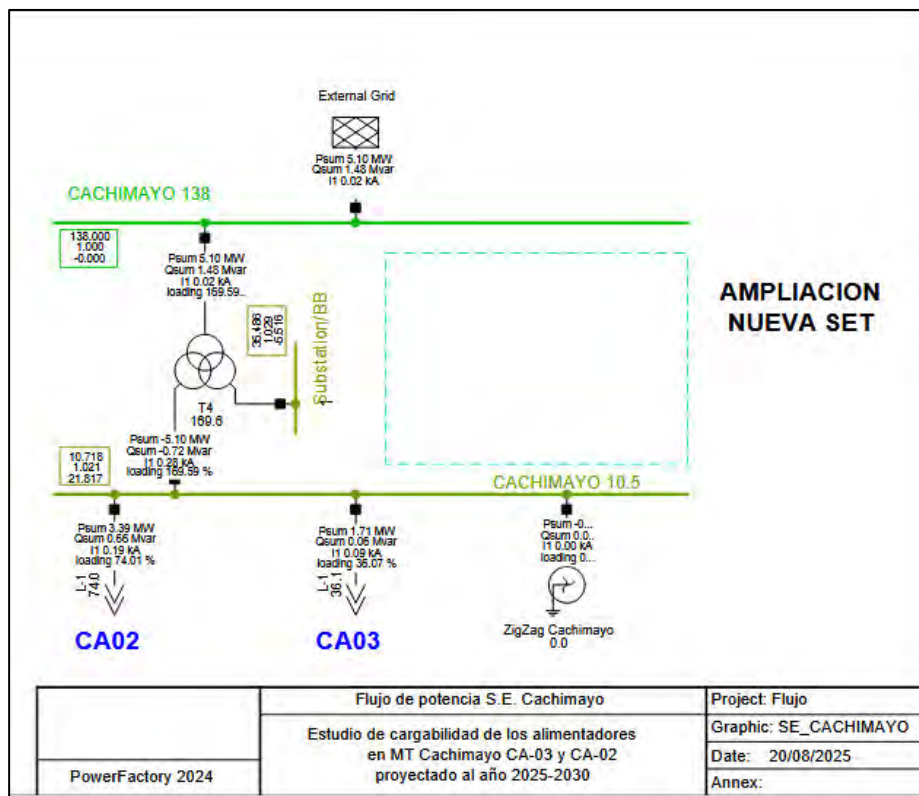
4.12 Evolución de la cargabilidad de la SED Cachimayo 6/3/3 MVA para los años proyectados 2026-2030

Para el año 2026, la cargabilidad alcanza un 120.03 %; en 2027, se incrementa a 130.58 %; en 2028, llega a 149.18 %; en 2029, asciende a 154.99 %; y finalmente, en 2030, alcanza un 169.59 %.

En la Figura N.º 46 se observa la cargabilidad de la S.E. Cachimayo (6/3/3 MVA) correspondiente al año 2030, considerado el año más crítico del periodo de estudio. En este

año, la cargabilidad del devanado terciario del transformador de potencia alcanza un valor de 169.6 %, evidenciando una condición de sobrecarga significativa que podría comprometer su operación y vida útil.

Figura 46 Cargabilidad de la Subestación de potencia 6/3/3 MVA para el año 2030



Fuente: Elaboración propia - DigSilent Power Factory (2024)

5 CAPITULO V

ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA PARA LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE CARGABILIDAD AL 2030

5.1 Introducción

Tras la verificación y análisis de las condiciones técnicas de los alimentadores CA-03 y CA-02, así como de la SED de Cachimayo en los capítulos anteriores, se confirma que presentan problemas de cargabilidad tanto en la actualidad como en el horizonte futuro.

En el Capítulo V se plantean alternativas de solución a los problemas evidenciados, con el propósito de seleccionar la opción o las opciones más adecuadas que permitan a los alimentadores mencionados operar de manera adecuado frente al incremento de la demanda proyectada al año 2030, garantizando además que funcionen dentro de los límites permitidos de tensión y cargabilidad establecidos por la NTCSE.

5.2 Planteamiento de Alternativas Formuladas

Existen diversas alternativas para resolver el problema de la cargabilidad. En esta tesis se proponen soluciones orientadas a garantizar el funcionamiento adecuada de las instalaciones que comprenden los alimentadores CA-03 y CA-02, así como de la SED TR4 de potencia, existente.

5.2.1 *Alternativa Planteada N° 1*

Con el fin de mejorar la cargabilidad, se realizaron modificaciones en la red, sustituyendo el calibre del conductor en la troncal de los alimentadores CA-03 y CA-02.

Para las subestaciones que presentan sobrecarga se plantea la instalación de nuevos transformadores de distribución, con el fin de reemplazar a los equipos existentes que superan su capacidad. Estos transformadores fueron evaluados en función del crecimiento de la demanda proyectada al año 2030 en dichas subestaciones.

5.2.1.1 Resultados de Implementar la Alternativa N° 1

Los resultados de la propuesta correspondiente a la Alternativa N.º 1, para el periodo 2026-2030, se obtuvieron con el apoyo del software Digsilent Power Factory y se presentan a continuación:

5.2.1.2 Cargabilidad de las SED's Alimentador CA-03 para el Año 2026-2030 con Aplicación de la Alternativa N°1

En el alimentador CA-03 se implementan ocho transformadores de distribución como reemplazo de los existentes, con el objetivo de mejorar la cargabilidad de los equipos. Sus características se detallan a continuación:

Tabla 27 Características transformadores alternativa N°1 alimentador CA-03

N°	SED	POTENCIA NOMINAL ACTUAL (KVA)	POTENCIA IMPLEMENTADADA (KVA)	TIPO DE CONEXIÓN	NIVEL DE TENSION	SISTEMA
1	0070144	50	150	Dyn5	10.5KV /380V- 220V	trifásico
2	0070699	25	100	Dyn5	10.5KV /380V- 220V	trifásico
3	0070640	50	100	Dyn5	10.5KV /380V- 220V	trifásico
4	0070458	15	75	Dyn5	10.5KV /380V- 220V	trifásico
5	0070224	25	75	Dyn5	10.5KV /380V- 220V	trifásico
6	0070111	50	100	Dyn5	10.5KV /380V- 220V	trifásico
7	0070125	100	150	Dyn5	10.5KV /380V- 220V	trifásico
8	0070099	50	75	Dyn5	10.5KV /380V- 220V	trifásico

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la evolución de la cargabilidad de las SED's del alimentador CA-03 durante el periodo 2026–2030. Tal como se aprecia en la tabla N.º 28, la cargabilidad muestra una mejora significativa tras la implementación de la Alternativa N.º 1 en las SED's que presentaban condiciones de sobrecarga.

Tabla 28 Cargabilidad de las SED's alimentador CA-03 Año 2026-2030 con Aplicación de la Alternativa N°1

N°	SED	POTENCIA(KVA)	CARGABILIDAD	CARGABILIDAD	CARGABILIDAD	CARGABILIDAD	CARGABILIDAD
			(%) AÑO 2026	(%) AÑO 2027	(%) AÑO 2028	(%) AÑO 2029	(%) AÑO 2030
1	0070144	150	43.6	46.2	50.7	53.6	56.8
2	0070699	100	31.4	33.3	36.5	38.6	40.9
3	0070640	100	59.4	63	69.1	73	77.4
4	0070458	75	19.8	21	23.1	24.5	26
5	0070224	75	28.8	30.5	33.5	35.4	37.5
6	0070111	100	42.3	44.9	49.2	52	55.1
7	0070125	150	45.7	48.5	53.3	56.5	60
8	0070099	75	42.8	45.4	49.8	52.6	55.8
9	0070484	50	63.9	67.8	74.3	78.5	83.3
10	0070159	15	59.4	63	69	72.9	77.3
11	0070668	50	57.5	61	67.1	71.1	75.5
12	0070463	50	54.1	57.3	62.9	66.5	70.5
13	0070644	50	51.8	54.9	60.2	63.7	67.6
14	0070123	50	50.6	53.8	59.1	62.6	66.5
15	0070427	50	50.5	53.6	58.8	62.1	65.9
16	0070375	50	49.9	52.9	58	61.4	65.1
17	0070674	50	44.8	47.5	52.3	55.4	58.8
18	0070088	75	41.2	43.8	48.2	51	54.2
19	0070112	50	41.7	44.2	48.4	51.2	54.3
20	0070113	50	39.4	41.9	46	48.7	51.8
21	0070677	15	38.3	40.6	44.5	47	49.9
22	0070109	50	37.5	39.7	43.5	46	48.8
23	0070122	25	34.2	36.3	40	42.3	44.9
24	0070028	160	31.4	33.3	36.5	38.6	40.9
25	0070110	160	31.4	33.3	36.5	38.5	40.9
26	0070126	100	29.4	31.2	34.3	36.3	38.6
27	0070217	25	27.4	29.1	31.9	33.7	35.8
28	0070667	50	27.4	29.1	31.9	33.7	35.7

29	0070127	100	25.3	26.9	29.6	31.3	33.2
30	0070454	10	25.5	27	29.7	31.4	33.3
31	0070453	75	24.8	26.3	28.9	30.6	32.5
32	0070341	100	24	25.4	27.9	29.5	31.3
33	0070487	50	23.3	24.8	27.2	28.8	30.6
34	0070501	15	23.2	24.6	26.9	28.5	30.2
35	0070685	50	22.6	24	26.3	27.8	29.5
36	0070092	50	22	23.3	25.6	27.1	28.7
37	0070107	25	21.4	22.7	24.9	26.3	27.9
38	0070165	50	19.1	20.3	22.3	23.6	25
39	0070141	50	18.8	20	21.9	23.2	24.6
40	0070705	25	17.5	18.6	20.4	21.6	22.9
41	0070461	37.5	15.9	16.9	18.6	19.6	20.9
42	0070095	50	15.8	16.7	18.4	19.4	20.6
43	0070064	15	15.7	16.6	18.2	19.3	20.5
44	0070160	25	15.7	16.6	18.2	19.3	20.4
45	0070128	50	14.8	15.7	17.3	18.2	19.4
46	0070142	50	14.6	15.5	17	18	19.2
47	0070596	75	13.5	14.3	15.6	16.5	17.5
48	0070067	25	13.4	14.2	15.6	16.5	17.5
49	0070352	25	13.4	14.2	15.6	16.4	17.4
50	0070356	15	13.3	14.1	15.4	16.3	17.3
51	0070452	50	13	13.8	15.1	16	17
52	0070062	25	12.3	13.1	14.4	15.2	16.1
53	0070353	15	12.2	13	14.2	15	15.9
54	0070614	37.5	11.8	12.5	13.7	14.5	15.4
55	0070108	50	11.4	12.1	13.3	14.1	14.9
56	0070093	50	11.3	12	13.2	13.9	14.8
57	0070096	75	11.2	11.9	13.1	13.8	14.7
58	0070730	50	10.4	11	12.1	12.8	13.6
59	0070441	15	10.3	11	12	12.7	13.5
60	0070094	50	9.7	10.3	11.3	12	12.7
61	0070161	25	9.7	10.3	11.2	11.9	12.6
62	0070679	160	9.3	9.9	10.8	11.4	12.1
63	0070476	25	9.2	9.8	10.7	11.3	12
64	0070069	50	9	9.5	10.5	11.1	11.8
65	0070066	50	8.7	9.2	10.1	10.7	11.3
66	0070451	150	8.5	9	9.9	10.5	11.2
67	0070731	100	8.4	8.9	9.8	10.4	11
68	0070163	15	8.2	8.7	9.6	10.1	10.7
69	0070063	25	8.1	8.6	9.4	9.9	10.6
70	0070091	100	8	8.5	9.3	9.8	10.4
71	0070068	50	7.8	8.3	9.1	9.6	10.2
72	0070140	15	7	7.5	8.2	8.7	9.2

73	0070728	37.5	6.7	7.1	7.8	8.2	8.8
74	0070061	50	6.6	7	7.7	8.1	8.6
75	0070465	10	6.4	6.8	7.4	7.9	8.4
76	0070502	500	6.2	6.6	7.2	7.7	8.1
77	0070732	50	6.2	6.5	7.2	7.6	8.1
78	0070600	300	6.1	6.5	7.1	7.5	7.9
79	0070164	25	6	6.4	7	7.4	7.9
80	0070065	50	6	6.3	6.9	7.3	7.8
81	0070098	50	5.8	6.2	6.8	7.2	7.6
82	0070468	5	5.6	6	6.5	6.9	7.3
83	0070139	25	5.3	5.7	6.2	6.6	7
84	0072800	75	5.2	5.5	6	6.3	6.7
85	0070143	25	4.5	4.8	5.2	5.5	5.9
86	0070490	50	4.4	4.7	5.2	5.5	5.8
87	0070767	50	4.5	4.8	5.2	5.5	5.9
88	0070611	100	4.3	4.6	5	5.3	5.6
89	0070097	75	4	4.3	4.7	5	5.3
90	0070162	50	3.9	4.1	4.5	4.8	5
91	0072801	75	3.9	4.1	4.5	4.8	5
92	0070060	50	3.4	3.6	3.9	4.1	4.4
93	0070355	15	3.1	3.2	3.6	3.8	4
94	0070223	50	2.7	2.9	3.2	3.4	3.6
95	0070385	15	2.6	2.7	3	3.2	3.3
96	0070771	160	2.4	2.6	2.8	3	3.1
97	0070432	25	2	2.1	2.3	2.4	2.6
98	0070388	15	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
99	0070202	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
100	0070206	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
101	0070208	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
102	0070211	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
103	0070342	15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
104	0070349	15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
105	0070374	15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
106	0070380	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
107	0070430	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
108	0070431	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
109	0070462	160	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
110	0070479	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
111	0070606	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
112	0070610	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
113	0070665	250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
114	0070690	300	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
115	0070691	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
116	0070693	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

117	0070704	460	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
118	0070716	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
119	0070768	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
120	0072780	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
121	0072802	300	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
122	0072803	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
123	0072806	250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
124	0072807	1000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.3 Cargabilidad de las líneas de MT del Alimentador CA-03 para los Años 2026-2030 con Aplicación de la Alternativa N°1

En este alimentador, la cargabilidad se encuentra dentro de límites menores al 75 %, por lo que no fue necesario realizar modificaciones como se puede apreciar en el anexo A.

5.2.1.4 Cargabilidad de las SED's del Alimentador CA-02 para los Años 2026-2030 con Aplicación de la Alternativa N°1

En el alimentador CA-02 se implementan 14 transformadores de distribución en reemplazo de los equipos existentes, con el objetivo de mejorar la cargabilidad y optimizar el desempeño de los transformadores. Las características técnicas de los nuevos transformadores se detallan a continuación:

Tabla 29 Características transformadores alternativa N°1 alimentador CA-02

N°	SED	POTENCIA NOMINAL ACTUAL (KVA)	POTENCIA IMPLEMENT ADA(KVA)	TIPO DE CONEXIÓN	NIVEL DE TENSIÓN	SISTEMA
1	0070006	100	150	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
2	0070008	160	200	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
3	0070021	50	100	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
4	0070042	25	75	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
5	0070134	50	100	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
6	0070149	100	150	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
7	0070153	50	100	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
8	0070169	100	150	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
9	0070200	50	100	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
10	0070269	50	100	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
11	0070354	15	50	Yn	10.5KV /220V	bifásico
12	0070460	250	1000	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
13	0070493	250	320	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico
14	0070585	100	150	Dyn5	10.5KV /380V-220V	trifásico

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la evolución de la cargabilidad de las SED del alimentador CA-02 durante el periodo 2026-2030. Tal como se aprecia en el cuadro, la cargabilidad mejora de manera significativa tras la implementación de la Alternativa N.º 1 en dicho alimentador.

Tabla 30 Cargabilidad de las SED's del alimentador CA-02 Año 2026-2030 con Aplicación de la Alternativa N°1

N°	SED	POTENCIA (KVA)	CARGABI	CARGABI	CARGABI	CARGABI	CARGABI
			LIDAD (%) AÑO 2026	LIDAD (%) AÑO 2027	LIDAD (%) AÑO 2028	LIDAD (%) AÑO 2029	LIDAD (%) AÑO 2030
1	0070006	150	40.9	43.6	46.2	48.5	51.2
2	0070008	200	51.2	54.6	57.9	60.8	64.1
3	0070021	100	31.9	34.1	36.3	38.1	40.2
4	0070042	75	25.4	27.2	29	30.7	32.6
5	0070134	100	55	58.6	62.6	65.6	69.1
6	0070149	150	49.1	52.3	55.6	58.4	61.5
7	0070153	100	39	41.7	44.1	46.4	48.9
8	0070169	150	46.2	49.2	52.2	54.8	57.8
9	0070200	100	32.5	34.6	36.9	38.7	40.7
10	0070269	100	38.9	41.3	44.7	46.8	49.2
11	0070354	50	27.5	29.1	31.6	33	34.8
12	0070460	1000	58	62.3	66.4	70.1	74.4
13	0070493	320	49.5	53.1	56.6	59.7	63.3
14	0070585	150	43.9	46.8	49.7	52.1	54.9
15	0070001	50	58.5	62.3	67.1	70.4	74.1
16	0070002	100	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9
17	0070003	100	12.8	13.6	14.5	15.2	16
18	0070004	100	12.6	13.4	14.3	15	15.8
19	0070005	50	18.2	19.3	20.4	21.5	22.6
20	0070010	50	32.8	35.3	37.6	39.6	41.9
21	0070011	50	10.8	11.6	12.2	12.9	13.8
22	0070012	50	29.2	31.3	33.5	35.4	37.6
23	0070013	100	19	20.5	21.8	23.1	24.5
24	0070015	50	22.9	24.6	26.2	27.8	29.5
25	0070016	100	25.7	27.5	29.4	31.1	32.9
26	0070017	100	22.2	23.8	25.4	26.8	28.4
27	0070019	100	36.1	38.8	41.4	43.6	46.4
28	0070022	100	14	15	15.9	16.7	17.6
29	0070023	80	20.1	21.5	22.9	24.1	25.3
30	0070024	30	10.9	11.7	12.5	13.1	13.9

31	0070025	40	9.8	10.6	11.1	11.7	12.5
32	0070026	100	11.4	12.1	13	13.7	14.3
33	0070029	50	38.1	40.6	43.5	45.5	48
34	0070030	50	8.8	9.4	10.1	10.6	11.2
35	0070031	100	39.1	41.7	44.5	46.7	49.2
36	0070032	50	6.1	6.4	6.8	7.2	7.6
37	0070033	25	5.9	6.2	6.8	7	7.6
38	0070034	50	9.7	10.4	11.2	11.7	12.4
39	0070035	25	5.7	6	6.3	6.5	7.1
40	0070036	50	4.3	4.6	4.7	5	5.4
41	0070038	50	4.6	4.8	5.2	5.4	5.9
42	0070039	25	7.4	8.2	8.8	9.1	9.7
43	0070040	50	9.2	9.7	10.4	11	11.6
44	0070070	50	5.2	5.5	5.8	6.2	6.6
45	0070071	50	6.1	6.4	6.8	7.2	7.5
46	0070072	75	25.3	27	28.8	30.2	31.9
47	0070100	100	30.1	32.1	34.1	35.8	37.8
48	0070102	100	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
49	0070103	25	14.3	15.4	16.4	17.2	18.1
50	0070116	50	19.1	20.4	21.7	22.8	24
51	0070117	50	13.4	14.3	15.2	15.9	16.8
52	0070135	37.5	15.9	17	17.9	18.9	19.9
53	0070136	50	12.1	13.1	13.9	14.6	15.5
54	0070150	75	8.2	8.7	9.3	9.7	10.3
55	0070151	25	4.2	4.5	4.8	5	5.3
56	0070152	25	5.9	6.2	6.8	7	7.6
57	0070154	25	36.4	38.7	41	43.2	45.4
58	0070156	25	8.4	8.8	9.4	10	10.6
59	0070166	100	50.1	53.4	56.6	59.4	62.7
60	0070167	75	14.4	15.4	16.3	17.2	18.1
61	0070168	50	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1
62	0070204	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
63	0070205	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
64	0070209	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
65	0070210	30	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1
66	0070218	25	4.9	5.3	5.6	5.9	6.2
67	0070233	25	1.1	1.1	1.1	1.4	1.4
68	0070234	15	5.9	5.8	6.3	6.8	7.2
69	0070235	50	7.4	7.8	8.3	8.6	9.1
70	0070343	50	3.1	3.3	3.4	3.7	3.8
71	0070344	5	15.7	15.6	17.2	18.5	19.9
72	0070351	25	16.9	17.7	19.4	20.2	21.4
73	0070357	10	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
74	0070358	5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

75	0070359	25	9.1	9.7	10.5	10.9	11.7
76	0070360	15	3.4	3.4	3.4	3.9	3.8
77	0070366	15	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
78	0070367	37.5	11.6	12.5	13.2	13.9	14.7
79	0070368	100	8	8.4	9	9.5	10
80	0070371	25	3.9	4.2	4.5	4.8	5
81	0070372	15	1.8	1.8	1.8	1.7	2.3
82	0070373	25	3.5	3.5	3.8	4.1	4.4
83	0070376	100	17.3	18.6	19.8	20.8	22.1
84	0070382	25	16.5	17.4	18.7	19.3	20.6
85	0070383	15	54.4	58.3	62.3	65.7	69.3
86	0070387	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
87	0070420	50	2.3	2.4	2.4	2.7	2.8
88	0070421	25	6.6	7.3	7.6	8.1	8.3
89	0070422	15	21.5	23.4	24.5	26	27.5
90	0070429	25	7	7.4	7.7	8.3	9
91	0070433	50	28.7	30.5	32.9	34.5	36.2
92	0070434	10	2.6	2.6	2.6	2.6	3.3
93	0070444	10	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7
94	0070445	50	35.4	37.8	40.3	42.2	44.5
95	0070446	50	39	41.5	44.4	46.6	49.1
96	0070447	25	22.3	23.9	25.5	26.7	28.2
97	0070455	50	12.5	13.3	14.3	15	15.7
98	0070459	15	24.1	25.6	27.8	28.9	30.6
99	0070466	250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
100	0070467	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
101	0070469	5	12.2	12.2	13.8	13.5	14.9
102	0070470	25	4	4	4.4	4.7	5
103	0070471	15	12.8	13.4	14.5	15.4	16.4
104	0070472	25	3.2	3.2	3.5	3.8	3.7
105	0070473	5	5.3	5.3	5.2	5.1	6.7
106	0070474	5	1.8	1.8	1.8	1.7	3.4
107	0070475	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
108	0070477	5	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3
109	0070478	10	7.5	8.3	9.3	9.1	9.7
110	0070482	75	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
111	0070483	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
112	0070486	200	5.9	6.2	6.6	6.9	7.3
113	0070488	200	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
114	0070489	50	2.2	2.4	2.6	2.7	2.9
115	0070495	25	3.7	3.7	4	4.3	4.6
116	0070496	25	25.6	27.2	28.6	30.3	31.8
117	0070498	25	8.6	9.2	9.9	10.3	11.1
118	0070601	50	26.6	28.1	30.8	32.2	33.7

119	0070602	25	15.1	16.3	17.3	18.5	19.4
120	0070607	160	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
121	0070641	25	2.1	2.1	2.4	2.3	2.6
122	0070662	25	11.1	11.9	12.9	13.4	14.4
123	0070676	25	3.6	4	4	4.3	4.6
124	0070678	50	31.6	33.9	36.1	38.2	40.7
125	0070680	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
126	0070682	100	3.4	3.6	3.8	4.1	4.3
127	0070683	50	19.9	21.2	22.6	23.8	25
128	0070687	25	5.9	6.2	6.8	7	7.6
129	0070688	100	24.7	26.3	27.9	29.3	30.9
130	0070692	25	23	24.8	26.3	27.5	29.2
131	0070695	50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
132	0070718	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
133	0070719	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
134	0070724	25	1.5	1.8	1.8	1.7	2
135	0070770	125	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
136	0070774	50	2.7	2.9	3.1	3.3	3.4
137	0072794	160	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.5 Cargabilidad de las Líneas de MT del Alimentador CA-02 para los Años 2026-2030 con Aplicación de la Alternativa N°1

En el alimentador CA-02 se implementa la sustitución de los conductores existentes por conductores de tipo AAAC (All Aluminium Alloy Conductor), con el propósito de mejorar la cargabilidad de la línea de media tensión y garantizar un mejor desempeño eléctrico.

Las características técnicas de los nuevos conductores se detallan a continuación:

Tabla 31 Características línea MT implementada alternativa N°1 alimentador CA-02

LINEA	TIPO CONDUCTOR ACTUAL	LONGITUD(KM)	TIPO CONDUCTOR IMPLEMENTADO	TIPO DE CONDUCTOR
L-24	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1141	AL. 3x70 A 10.5 KV	AAAC
L-25	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1316	AL. 3x70 A 10.5 KV	AAAC
L-26	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.3109	AL. 3x70 A 10.5 KV	AAAC

Fuente: Elaboración propia

Se observa que, con la implementación de la alternativa propuesta, la cargabilidad de las líneas de media tensión mejora progresivamente durante los años proyectados, tal como se muestra a continuación:

Tabla 32 Cargabilidad de las líneas de MT alimentador CA-02 Año 2026-2030

LINEA	TIPO CONDUCTOR	LONGITUD(KM)	I NOMINAL (KA)	CARGA BILIDAD (%) AÑO 2026	CARGA BILIDAD (%) AÑO 2027	CARGA BILIDAD (%) AÑO 2028	CARGA BILIDAD (%) AÑO 2029	CARGA BILIDAD (%) AÑO 2030
L-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.1086	0.255	57.6	60.2	80.2	82.3	84.4
L-10	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4704	0.255	56.5	59.1	79	81	83.1
L-10-1	AL. 3x35 S 10.5 KV	0.1591	0.17	1.7	1.8	2	2.1	2.2
L-10-2	AL. 3x35 S 10.5 KV	0.0791	0.17	1.7	1.8	2	2.1	2.2
L-11	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4771	0.255	55.5	58	78	79.9	82

L-12	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.5306	0.255	54.9	57.3	77.4	79.4	81.4
L-13	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1228	0.255	54.9	57.3	77.4	79.4	81.4
L-14	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5902	0.255	54.9	57.3	77.5	79.4	81.4
L-14-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1766	0.17	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5
L-14-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.2422	0.105	1	1.1	1.1	1.2	1.3
L-14-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.9082	0.105	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
L-14-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	4.7896	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-14-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2145	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-14-6	AL. 2x25 A 10.5 KV	1.6254	0.135	0	0	0	0	0
L-15	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1636	0.255	54.1	56.5	76.7	78.5	80.5
L-16	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2554	0.255	54	56.4	76.5	78.4	80.3
L-17	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1934	0.255	53.3	55.6	75.9	77.7	79.5
L-17-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.1693	0.135	2.2	2.4	2.5	2.7	2.8
L-18	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1089	0.255	52.3	54.5	75	76.7	78.5

L-18-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.2489	0.255	3.2	3.4	3.6	3.8	4
L-18-10	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4971	0.255	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
L-18-11	AL. 3x70 A 10.5 KV	1.0879	0.255	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
L-18-12	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.441	0.135	0	0	0	0	0
L-18-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3367	0.255	2.5	2.7	2.8	3	3.1
L-18-3	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.4075	0.255	2.2	2.3	2.5	2.6	2.8
L-18-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.1301	0.17	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
L-18-4	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.8886	0.255	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7
L-18-5	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3278	0.255	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5
L-18-6	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.7555	0.255	0.9	1	1	1.1	1.2
L-18-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.6925	0.255	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
L-18-7-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2205	0.17	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
L-18-8	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3055	0.255	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
L-18-9	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5827	0.255	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5

L-19	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3048	0.255	49.5	51.5	72.5	74.1	75.6
L-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.6845	0.255	57.4	60	80	82.1	84.2
L-20	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.0942	0.255	49.2	51.2	72.2	73.8	75.3
L-20-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.0932	0.105	1.9	2	2.1	2.2	2.4
L-21	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2427	0.255	48.6	50.5	71.7	73.2	74.7
L-22	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2993	0.255	47.1	48.9	70.4	71.8	73.2
L-23	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.0341	0.255	46.1	47.7	69.5	70.8	72.1
L-24	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1141	0.255	45.5	47.2	69.1	70.4	71.6
L-25	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1316	0.255	44.4	45.9	68.2	69.4	70.5
L-26	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.3109	0.255	43.3	44.7	67.2	68.3	69.4
L-26-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2754	0.17	6.3	6.7	7.1	7.4	7.9
L-26-10	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.702	0.17	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6
L-26-10-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.5199	0.17	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
L-26-10-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4725	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

L-26-11	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4442	0.17	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5
L-26-12	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.6321	0.17	0.8	0.9	0.9	1	1
L-26-13	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.0212	0.105	0.9	1	1	1.1	1.2
L-26-14	AL. 3x10 A 10.5 KV	1.4847	0.09	1	1	1.1	1.2	1.3
L-26-15	AL. 3x10 A 10.5 KV	1.1527	0.09	0.9	1	1	1.1	1.1
L-26-16	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.2931	0.17	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
L-26-17	AL. 2x35 A 10.5 KV	0.5804	0.17	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
L-26-18	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.7835	0.17	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
L-26-19	AL. 2x35 A 10.5 KV	2.3711	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-26-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4094	0.17	5.5	5.8	6.2	6.5	6.9
L-26-20	AL. 2x35 A 10.5 KV	0.2383	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-26-21	AL. 2x35 A 10.5 KV	3.4072	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-26-22	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.812	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-26-23	AL. 2x35 A 10.5 KV	1.9157	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

L-26-24	AL. 2x35 A 10.5 KV	2.5561	0.17	0	0	0	0	0
L-26-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0669	0.17	3.9	4.1	4.4	4.6	4.8
L-26-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.8469	0.17	3.5	3.7	3.9	4.1	4.4
L-26-4-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.5669	0.17	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
L-26-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.9203	0.17	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9
L-26-5-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0779	0.17	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7
L-26-5-1-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.965	0.17	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
L-26-5-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.375	0.17	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5
L-26-5-2-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4516	0.17	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
L-26-5-2-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.2407	0.17	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
L-26-5-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4557	0.17	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
L-26-5-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.4025	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-26-5-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.7659	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-26-5-6	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.2907	0.17	0	0	0	0	0

L-26-6	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.5615	0.17	1.8	1.8	2	2.1	2.2
L-26-7	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.802	0.17	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8
L-26-8	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2582	0.17	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7
L-26-9	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.8701	0.17	1.3	1.4	1.5	1.5	1.7
L-27	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0438	0.17	60	61.6	63.6	65.3	67.1
L-28	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4619	0.17	57.6	59.1	60.7	62.3	63.9
L-29	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.2668	0.17	57.5	58.9	60.6	62.1	63.7
L-3	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1127	0.255	57.4	60	80	82.1	84.2
L-30	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.113	0.135	71.3	73	75	76.8	78.6
L-31	AL. 3x25 A 10.5 KV	2.0773	0.135	71.1	72.7	74.7	76.4	78.3
L-31-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.0203	0.105	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9
L-31-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.8579	0.105	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
L-31-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.6212	0.105	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-32	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.9046	0.135	70.7	72.3	74.2	76	77.7

L-32-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.0837	0.135	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7
L-33	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.3059	0.135	69.9	71.4	73.2	74.9	76.5
L-33-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.211	0.135	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7
L-33-1-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.6605	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-33-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.5209	0.135	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
L-33-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4412	0.135	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
L-34	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.6143	0.135	69.5	71	72.8	74.4	76
L-35	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.5229	0.135	66.1	67.2	68.6	69.8	71
L-36	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.2236	0.135	66.1	67.1	68.5	69.8	70.9
L-36-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.8909	0.135	27.9	29.9	31.9	33.7	35.8
L-36-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.0967	0.135	27.9	29.9	31.9	33.7	35.8
L-36-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.5069	0.135	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5
L-36-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.1427	0.135	4.1	4.4	4.7	4.9	5.2
L-36-5	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.0608	0.135	3.9	4.2	4.5	4.7	5

L-36-6	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.2869	0.135	3.9	4.2	4.4	4.7	5
L-36-6-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4132	0.135	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5
L-36-6-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4991	0.135	2.2	2.3	2.5	2.6	2.8
L-36-6-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4666	0.135	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4
L-36-6-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.1698	0.135	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8
L-36-7	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.8452	0.135	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4
L-36-7-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.3361	0.135	0.8	0.8	0.9	0.9	1
L-36-8	AL. 3x25 A 10.5 KV	2.1577	0.135	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
L-36-9	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.5623	0.135	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-37	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.8985	0.135	3.9	4.2	4.4	4.7	5
L-37-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.0244	0.105	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
L-38	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.1179	0.135	3.7	4	4.3	4.5	4.8
L-38-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.2838	0.135	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-39	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.0215	0.135	3.5	3.8	4	4.3	4.5

L-39-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.1751	0.135	2.5	2.7	2.9	3.1	3.2
L-39-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.9882	0.135	1.8	1.9	2	2.1	2.3
L-39-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.1766	0.135	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
L-39-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.4569	0.135	0	0	0.1	0.1	0.1
L-4	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.1621	0.255	57.1	59.7	79.7	81.8	83.9
L-4-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.0889	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-4-2	AL. 2x25 A 10.5 KV	1.2525	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-40	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.3236	0.135	1	1.1	1.1	1.2	1.3
L-41	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.3112	0.135	0.9	1	1	1.1	1.2
L-5	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.112	0.255	57.1	59.7	79.7	81.7	83.9
L-6	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.2994	0.255	57.1	59.7	79.7	81.7	83.9
L-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5539	0.255	57.1	59.7	79.7	81.7	83.9
L-8	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.5399	0.255	57.1	59.7	79.7	81.7	83.9
L-8-1	AL. 2x25 A 10.5 KV	1.2168	0.135	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

	AL. 3x70							
L-9	A 10.5	0.4592	0.255	57	59.6	79.6	81.6	83.8
	KV							

Fuente: elaboración propia

5.2.2 *Alternativa Planteada N° 2*

En la Alternativa N.º 2 se propone la incorporación de un transformador en paralelo en la Subestación Cachimayo. Las características técnicas de dicho transformador se presentan a continuación:

Tabla 33 Características del TR5 implementado

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR(TR5) IMPLEMENTADO

Tipo de conexión: YNyn0d11

Potencia nominal:25/7.5/17.5 MVA

Tensión nominal: 138/34.5 /10.5 kv

Escalones: $\pm 2 \times 2.5\%$

Frecuencia: 60 HZ

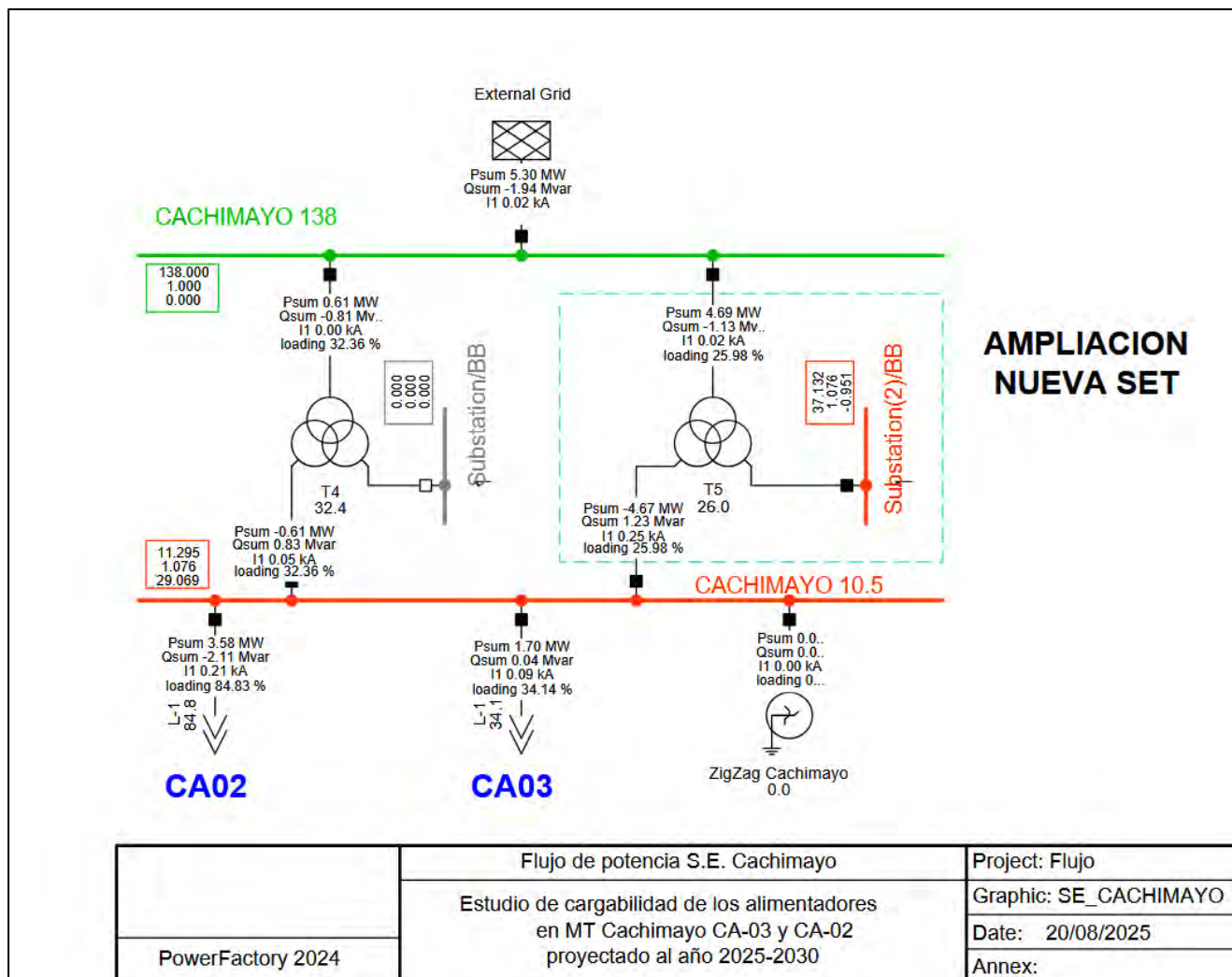
Refrigeración:ONAN

Fuente: elaboración propia

5.2.2.1 Resultados de Implementar la Alternativa N°2

Los resultados de la propuesta correspondiente a la Alternativa N.º 2 para el año 2030 se obtuvieron con la ayuda del software Digsilent Power Factory se presentan en la Figura N.º 47.

Figura 47 Cargabilidad para el año 2030 de los alimentadores y SED's



Fuente: Elaboración propia - DigSilent Power Factory (2024)

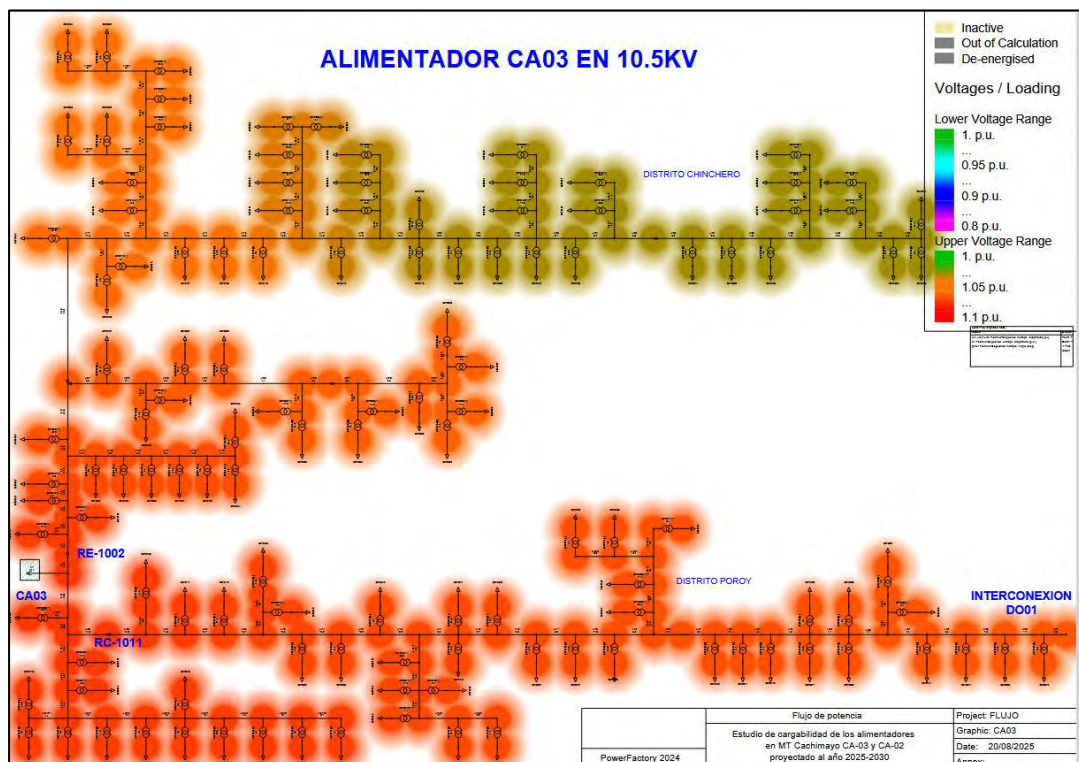
Como se puede observar, una vez implementada la Alternativa N.º 2, las condiciones de operación en términos de cargabilidad mejoran en la SED actual. El transformador TR4 presenta una cargabilidad de 32.36 %, mientras que el transformador de la SED propuesta e

implementada (T5) alcanza una cargabilidad de 25.98 %. Ambos valores se encuentran dentro de los rangos permitidos, garantizando un funcionamiento adecuado del sistema para el año 2030, considerado el año más crítico del presente estudio.

5.2.2.2 Análisis Caída de tensión con implementación de alternativa N.º 2 del Alimentador CA-03

De acuerdo con la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), los niveles de tensión deben mantenerse dentro de $\pm 5\%$ de la tensión nominal en zonas urbanas y dentro de $\pm 6\%$ en zonas urbano-rurales y/o rurales. Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango permitido por dicha norma, presentando valores entre 0.94 p.u. y 1.06 p.u., tal como se observa en el mapa de calor de color anaranjado y amarillo oscuro mostrado a continuación en la figura N.º 48.

Figura 48 Caída de tensión del Alimentador CA-03 al año 2030



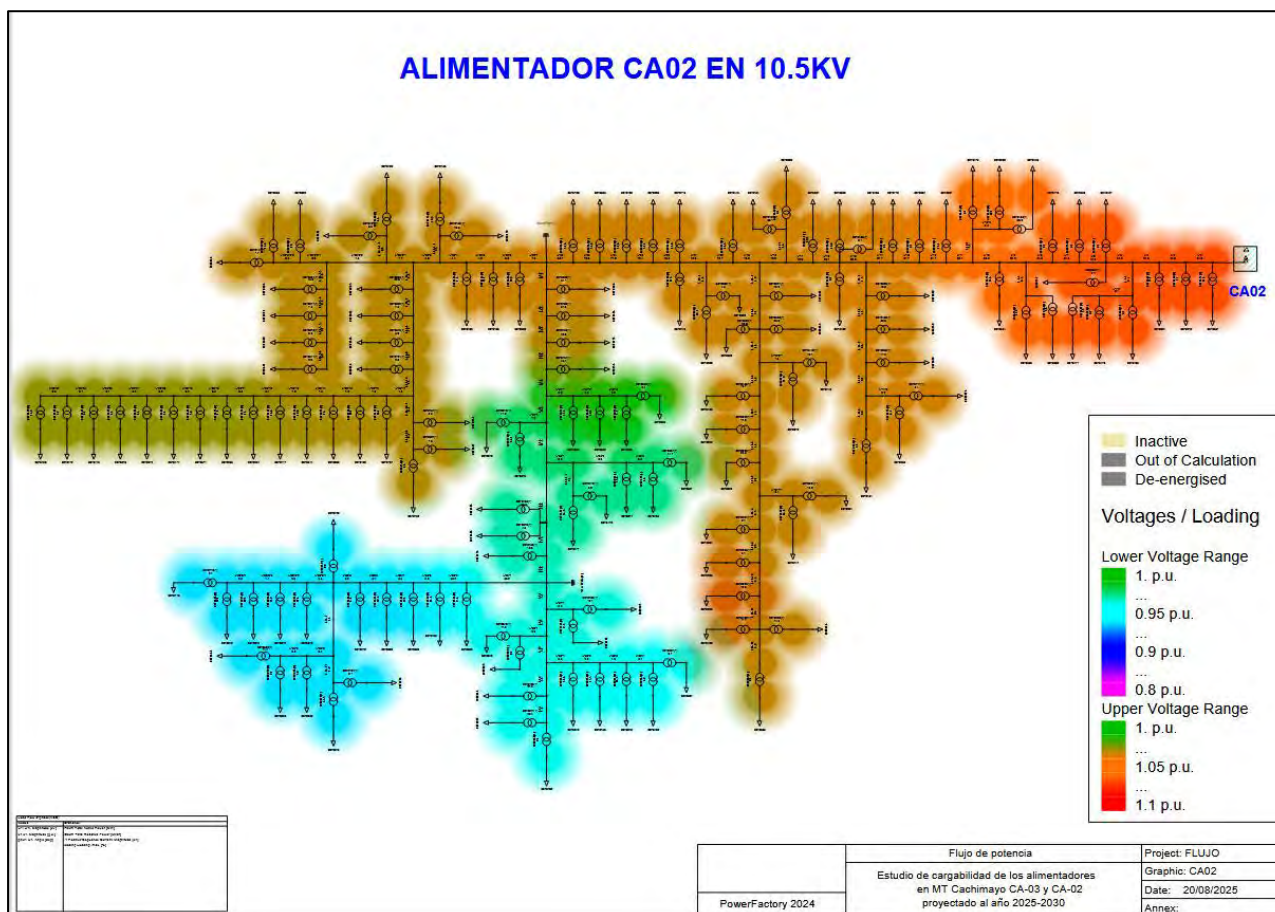
Fuente: Elaboración propia - DigSilent Power Factory (2024)

5.2.2.3 Análisis Caída de Tensión con Implementación de Alternativa N° 2 del

Alimentador CA-02

Para este alimentador en particular, se proponen e implementan dos bancos de condensadores: el primero, de 1.3 MVAR, ubicado entre las líneas L-26-1 y L-26; y el segundo, de 1.5 MVAR, ubicado entre las líneas L-36 y L-37. El objetivo principal de esta medida es mejorar el perfil de tensiones a lo largo del alimentador. Los resultados obtenidos mediante la simulación se encuentran dentro del rango establecido por la norma, con valores comprendidos entre 0.94 p.u. y 1.06 p.u., tal como se aprecia en el mapa de calor con tonalidades anaranjada, verde y celeste mostrado en la Figura N.º 49.

Figura 49 Caída de tensión Alimentador CA-02 al año 2030



Fuente: Elaboración propia - DigSilent Power Factory (2024)

Los dos bancos de capacitores mencionados se instalan aplicando la regla general de los dos tercios, la cual tiene gran mérito por su simplicidad y facilidad de implementación en campo.

Según esta regla, las ubicaciones recomendadas, de uso común, se encuentran aproximadamente a $L/3$ y $2L/3$ de la distancia total desde la subestación de alimentación.

Cabe señalar que estos valores corresponden a aproximaciones simplificadas, ampliamente utilizadas en la práctica para facilitar el diseño y la instalación en sistemas de distribución.

5.3 Selección de la Alternativa Propuesta para la Solución a los Problemas de Cargabilidad

Las dos alternativas planteadas resultan técnicamente viables y contribuyen a solucionar los problemas de cargabilidad identificados en los alimentadores CA-03, CA-02 y en la SED de Cachimayo durante los años de estudio. Asimismo, se propone la implementación simultánea de ambas alternativas, lo que permite obtener resultados más favorables en términos de cargabilidad para el periodo 2026-2030, tal como se muestra a continuación.

5.3.1 Cargabilidad de la SED Cachimayo y de los Alimentadores (2026-2030)

De acuerdo con los resultados obtenidos en el software Digsilent Power Factory, el transformador TR4 presenta una cargabilidad del 17,07 % para el año 2026, mientras que el T5 alcanza una cargabilidad del 19,12 %. En el año 2027, la cargabilidad del TR4 aumenta a 26,8 % y la del T5 a 19,92 %. Para 2028, el TR4 registra una cargabilidad del 31,81 %, y el T5 un 23,88 %. Finalmente, en 2029, el TR4 reduce su cargabilidad a 22,65 %, mientras que el T5 incrementa la suya a 25,57 %, tal como se observa en la Tabla N.º 34 y se detalla con mayor precisión en el Anexo F.

Tabla 34 Características técnicas y evolución de la cargabilidad de los transformadores de la S.E. Cachimayo (2026–2029)

TRANSFORMADOR	POTENCIA NOMINAL (MVA)	TENSIÓN NOMINAL (KV)	TIPO DE CONEXIÓN	REFRIGERACIÓN	CARGABILIDAD 2026 (%)	CARGABILIDAD 2027 (%)	CARGABILIDAD 2028 (%)	CARGABILIDAD 2029 (%)
TR4	6/3/3	138/34.5 /10.5	YNyn0 d11	ONAN	17.07	26.8	31.81	22.65
T5	25/7.5/17.5	138/34.5 /10.5	YNyn0 d11	ONAN	19.12	19.92	23.88	25.57

Fuente: Elaboración propia-Digsilent Power Factory (2024)

5.4 Análisis Económico

Se evalúa los Indicadores económicos VAN ‘‘valor actual neto’’ y TIR ‘‘tasa interna de retorno’’ de la alternativa implementada en los alimentadores CA-03 y CA-02.

5.4.1 Análisis de Costos

Para este análisis se considera todos los costos generales que conlleva la implementación de la alternativa descrita anteriormente. La valorización de los costos de inversión como suministro de materiales, montaje electromecánico y gastos generales se muestran a continuación:

5.4.1.1 Valorización Costo de Inversión del Alimentador CA-02

Tabla 35 Valorización de los costos de inversión alimentador CA-02

VALORIZACION COSTO DE INVERSION ALIMENTADOR CA-02			
Cantidad	Suministro de Materiales	Características	Costo total en soles
	Potencia de transformadores de distribución (KVA)	Sistema- tipo de conexión	
1	150	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 30,000.00
1	200	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 35,000.00
1	100	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 23,000.00
1	75	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 18,000.00
1	100	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 23,000.00
1	150	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 30,000.00
1	100	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 23,000.00
1	150	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 30,000.00
1	100	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 23,000.00
1	100	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 23,000.00
1	50	Bifásico -yn-10.5KV/220V	S/ 15,000.00
1	1000	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 80,000.00
1	320	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 40,000.00
1	150	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 30,000.00
556.6 metros	Conductores AAAC	3 x70 mm2-AAAC-Aereo	S/ 2,500.00
2	Accesorios y equipamiento Banco de capacitores Montaje Electromecánico Obras Civiles Montaje -SED y línea Desmontaje – SED y línea Gastos generales	1.3 MVAR Y 1.5 MVAR	S/ 60,000.00 S/121,000.00 S/ 30,000.00 S/ 5,000.00 S/ 40,000.00
	Subtotal CA-02		S/ 681,500.00

Fuente: Cotización -elaboración propia

5.4.1.2 Valorización Costo de Inversión Alimentador CA-03

Tabla 36 Valorización de los costos de inversión alimentador CA-03

VALORIZACION COSTO DE INVERSION ALIMENTADOR CA-03			
CANTIDAD	SUMINISTRO DE MATERIALES	CARACTERISTICAS	COSTO TOTAL EN SOLES
	POTENCIA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION KVA	SISTEMA- TIPO DE CONEXIÓN	
1	150	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 30,000.00
1	100	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 23,000.00
1	100	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 23,000.00
1	75	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 18,000.00
1	75	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 18,000.00
1	100	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 23,000.00
1	150	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 30,000.00
1	75	Trifásico -Dyn5-10.5KV/380-220V	S/ 18,000.00
	Accesorios y equipamiento		S/ 55,000.00
	Montaje electromecánico		
	Obras civiles		
	Montaje – SED		S/ 30,000.00
	Desmontaje - SED		S/ 20,000.00
	Transporte		S/ 20,000.00
	Gastos generales		S/ 40,000.00
	Subtotal CA-03		S/ 348,000.00

Fuente: cotización-elaboración propia

5.4.1.3 Valorización Costo de Inversión Total de los Alimentadores CA-03 y CA-02

Tabla 37 Valorización costo de inversión CA-03 y CA-02

VALORIZACION COSTO DE INVERSION TOTAL CA03 Y CA02	
Costo total sin IGV (S/.)	S/ 1,029,500.00
Costo total con IGV (S/.)	S/ 1,214,810.00

Fuente: elaboración propia

5.4.2 Estudio de Beneficios

La venta de energía anual de los alimentadores CA-03 Y CA-02, incluye las diferentes tarifas existentes (BT4, BT5B, BT5A, BT6, MT2, MT3, MT4).

Para determinar los ingresos anuales de los alimentadores CA-03 y CA-02, expresados en soles (S/.), se considera la implementación de las propuestas planteadas. El cálculo se realiza multiplicando el pliego tarifario publicado por **OSINERGMIN** para el año 2025 según las distintas categorías tarifarias aplicables en los alimentadores CA-03 y CA-02 por la energía proyectada (kWh) obtenida en el **Capítulo IV**.

Los resultados de los ingresos anuales estimados en soles se presentan a continuación:

Tabla 38 Ingresos anuales de los alimentadores CA-03 y CA-02 año 2025-2030

AÑOS	INGRESOS ANUALES DE LOS ALIMENTADORES CA-03 Y CA-02 EN SOLES(S/.) SIN LA IMPLEMENTACION	INGRESOS ANUALES DE LOS ALIMENTADORES CA-03Y CA-02 SOLES(S/.) CON LA IMPLEMENTACION	BENEFICIOS INCLUYENDO IGV
2022	S/ 7,921,441.04	S/ 7,921,441.04	S/ 0.00
2023	S/ 7,768,801.10	S/ 7,768,801.10	S/ 0.00
2024	S/ 8,005,912.42	S/ 8,005,912.42	S/ 0.00
2025	S/ 8,578,335.16	S/ 8,578,335.16	S/ 0.00
2026	S/ 9,191,686.12	S/ 9,551,686.12	S/ 360,000.00
2027	S/ 9,848,891.68	S/ 10,223,891.68	S/ 375,000.00
2028	S/ 10,553,087.43	S/ 10,943,087.43	S/ 390,000.00
2029	S/ 11,307,633.19	S/ 11,712,633.19	S/ 405,000.00
2030	S/ 12,116,128.96	S/ 12,536,128.96	S/ 420,000.00

Fuente: Elaboración Propia-Área de planeamiento ELSE

5.4.2.1 Resumen de Beneficios

Tabla 39 Resumen de beneficios y costos 2025-2030

AÑO	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios	S/ 350,000.00	S/ 360,000.00	S/ 375,000.00	S/ 390,000.00	S/ 405,000.00	S/ 420,000.00
Costos totales con IGV	S/ 1,214,810. 00					
Beneficios netos soles	S/ 864,810.00	S/ 360,000.00	S/ 375,000.00	S/ 390,000.00	S/ 405,000.00	S/ 420,000.00

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2.2 Determinación de los Indicadores Económicos

Teniendo los resultados de los beneficios calculamos el VAN y TIR

5.4.2.2.1 Determinación de VAN

Para una tasa con rentabilidad del 12% (Electro Sur Este S.A.A)

$$VAN = -864.810.00 + \frac{360000.00}{1.12} + \frac{375000.00}{1.12^2} + \frac{390000.00}{1.12^3} + \frac{405000.00}{1.12^4} + \frac{420000.00}{1.12^5}$$

$$VAN = 528,779 \text{ Soles}$$

Un VAN positivo quiere decir que después de recuperar la inversión inicial aún queda un excedente para este caso **528,779 Soles**

El proyecto es viable y recomendable porque $VAN > 0$ y genera beneficios adicionales

5.4.2.2.2 Determinación de la TIR

Para determinar la TIR lo que se busca es que VAN sea igual a cero es decir $VAN = 0$

Entonces:

Con 30%: $VAN = +90000.00$ (positivo)

Con 35%: $VAN = -13000.00$ (negativo)

Finalmente, para $TIR = 34\%$ $VAN = 0$

Entonces **TIR = 34%** aproximadamente

El proyecto es rentable porque $TIR >$ tasa de descuento (12%) y es importante su implementación para el año 2030

En conclusión, el proyecto planteado es rentable y recomendable para ejecutar

5.4.2.3 Análisis de Sensibilidad

Tabla 40 Análisis de Sensibilidad

ESCENARIO	INVERSIÓN INICIAL SOLES	VAN (12%)
Base	-864,810.00	528,800.00
+10% incremento de inversión	-951,291.00	442,300.00
+20% incremento de inversión	-1,037,772.00	355,800.00
+30% incremento de inversión	-1,124,253.00	269,300.00
+40% incremento de inversión	-1,210,734.00	182,800.00

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar el VAN sigue siendo mayor a cero a variaciones de incremento de inversión en caso crítico de 40% el VAN sigue siendo positivo. es decir el proyecto es recomendado.

CONCLUSIONES

1. Del análisis de cargabilidad realizado, se evidenció que el alimentador CA-02 presenta catorce (14) transformadores sobrecargados al año 2030, con los siguientes niveles de cargabilidad proyectados: SED 70042 (132.6 %), SED 70134 (161.2 %), SED 70149 (108.7 %), SED 70153 (118.5 %), SED 70169 (103.2 %), SED 70269 (109.4 %), SED 70354 (128.2 %), SED 70460 (411.4 %), SED 70493 (107.4 %), SED 70585 (97.8 %), SED 70200 (95.6 %), SED 70021 (93.8 %), SED 70008 (96.2 %) y SED 70006 (90.8 %). En el caso del alimentador CA-03, se identificaron ocho (8) transformadores sobrecargados, cuyos niveles de cargabilidad proyectados son: SED 70144 (180.1 %), SED 70699 (172.7 %), SED 70640 (163.5 %), SED 70458 (137.5 %), SED 70224 (118.7 %), SED 70111 (116.2 %), SED 70125 (95.2 %) y SED 70099 (88.4 %). Por otro lado el alimentador CA-02 es el que presenta el mayor incremento de demanda eléctrica, proyectándose a 3,39 MW para el año 2030. En sus troncales principales, se estima que la línea L-24 alcanzará una cargabilidad del 81 %, la línea L-25 un 77,6 % y la línea L-26 un 74,3 %, obteniéndose un promedio de cargabilidad en general de 74,01 % para el alimentador CA-02, el alimentador CA-03 registra una demanda proyectada de 1,7 MW, manteniendo niveles de cargabilidad por debajo del 75 % en el mismo horizonte temporal. De manera conjunta, la demanda total esperada para ambos alimentadores asciende a 5,09 MW al año 2030, valor que supera la capacidad del devanado terciario del transformador de potencia TR4 (3 MVA), generando una cargabilidad del 169,59 %.
2. El diagnóstico reciente de las condiciones operativas de los alimentadores CA-02 y CA-03 permitió analizar el estado actual al año 2025. En el alimentador CA-02 se identifican dos subestaciones de distribución que presentan sobrecarga por encima del 100%: la SED 70460 con 257,2% y la SED 70134 con 113,8%. En el alimentador CA-03 se registran tres SED sobrecargadas: la SED 70144 con 124,6%, la SED 70640 con 113,3% y la SED 70699 con 119,9% de cargabilidad. Asimismo, en el alimentador CA-02 se evidenciaron problemas de caída de tensión, registrándose valores de 10.48% en los ramales L-31-1 y L-32; 13.33% en L-33 y L-34; 14.29% en L-35; 15.24% en L-36 y L-37; 16.19% en L-38, L-39 y L-40. Estos

valores superan el límite permitido por la norma NTCSE, que establece un máximo de 6%. En contraste, el alimentador CA-03 presenta niveles de tensión dentro de los márgenes permitidos por la normativa, manteniendo un desempeño operativo adecuado. Con respecto a las líneas, los resultados indican que en el alimentador CA-02 las cargabilidades en los tramos troncales alcanzan valores de 59,33% para la línea L-24, 57,30% para la línea L-25 y 54,60% para la línea L-26. En el alimentador CA-03, el nivel de cargabilidad se mantiene por debajo del 50% durante el mismo periodo de análisis

3. La evaluación determinó el nivel de cargabilidad en los alimentadores CA-02 y CA-03, considerando la proyección de la demanda eléctrica para los años 2025–2030. Para el año 2030, en el alimentador CA-02 se identifica una tendencia general de disminución de tensión en la mayoría de los tramos. Los valores registrados indican que los niveles más críticos se localizan en los ramales L-31-1 con 20% de caída de tensión, L-31-2 con 20%, L-31-3 con 20%, L-32-1 con 24.76%, L-33 con 24.76%, L-33-1 con 25.71%, L-33-2 con 25.71%, L-33-3 con 25.71%, L-36 con 27.62%, L-36-2 con 30.48%, L-37 con 28.57%, L-38 con 28.57%, L-39 con 29.52% y L-40 con 29.52%. Esto representa caídas de tensión respecto al nivel nominal (10.5 kV). Sin embargo, en el alimentador CA-03 los valores mínimos se encuentran entre 10.2 y 10.3 kV, y corresponden a circuitos con conductores de menor sección. Por otro lado, en el alimentador CA-02 la cargabilidad de las subestaciones de distribución alcanza valores de hasta 180%, mientras que en el alimentador CA-03 llega hasta 172.7% para el año 2030.

4. Para abordar la cargabilidad de los alimentadores CA-03 y CA-02, se han implementado diversas acciones. Entre ellas, destacan la instalación de nuevos transformadores de distribución y la sustitución de conductores de media tensión por otros de mayor capacidad, lo que permite incrementar la capacidad de transporte de energía, reducir las pérdidas eléctricas y mejorar la caída de tensión. En el alimentador CA-02, se realizó la propuesta para el reemplazo de los conductores troncales en las líneas L-24, L-25 y L-26, medidas que

contribuirán significativamente a la mejora de la cargabilidad y caída de tensión. Además, se propone incorporar dos bancos de capacitores con el objetivo de optimizar el perfil de tensiones y elevar el desempeño operativo del sistema. El primer banco, con una potencia de 1.3 MVAR, fue instalado entre las líneas L-26-1 y L-26, mientras que el segundo banco, de 1.5 MVAR, se ubicó entre las líneas L-36 y L-37. Estas acciones, junto con el incremento de transformadores de distribución, han permitido una operación más eficiente y estable del alimentador. Como resultado, se obtuvieron proyecciones favorables al año 2030. En el alimentador CA-03, la cargabilidad de las subestaciones de distribución varía entre 26% y 77.4%, mientras que en el alimentador CA-02 los valores oscilan entre 32.6% y 74.4%, manteniéndose ambos dentro de rangos de operación adecuados y garantizando la atención del crecimiento de la demanda eléctrica prevista. De igual manera, en la Subestación Cachimayo, se propone la incorporación de un nuevo transformador de potencia (T5) en paralelo con el transformador existente (T4), con características de 138/34.5/10.5 kV y una potencia de 25/7.5/17.5 MVA. Esta implementación permitió mejorar la cargabilidad del devanado terciario del transformador T4 (6/3/3 MVA) de 120% a 17.07% para el año 2026, logrando así una mayor confiabilidad operativa y una distribución equilibrada de la carga en la subestación.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a EGEMSA la incorporación del transformador planteado para mejorar la cargabilidad del transformador tr4 (6/3/3 MVA).
2. Se recomienda a Electro Sur Este S.A.A realizar estudios de cargabiidad para todos los alimentadores administrados por ellos de la subestación de cachimayo para garantizar un suministro eléctrico adecuado por el crecimiento de la demanda en estos alimentadores.
3. Se recomienda a Electro Sur Este S.A.A coordinar con EGEMSA la reconfiguración de los alimentadores CA-03 Y CA-02 garantizar el suministro eléctrico.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcón Mesa, J. L. (2010). *ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE CARGA SEGURA EN TRANSFORMADORES DE POTENCIA*.
- BACA, F., & RAMOS, G. (2024). *ESTUDIO DE CARGABILIDAD DE LA RECONFIGURACION DE LA RED DE LOS ALIMENTADORES DE MEDIA TENSION EN 10.5 KV DE LA SUBESTACION ELECTRICA DE DOLORES PATA CUSCO*. CUSCO: UNSAAC.
- Bocangel, C., & Bedia, Q. (2014). *DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA RECONFIGURACION DE REDES PRIMARIAS DE DISTRIBUCIÓN*. CUSCO: UNSAAC.
- CNE. (2011). *codigo nacional de electricidad Suministro 2011*. LIMA.
- COES-SINAC. (2013). *procedimiento tecnico, modificacion y retiro de instalaciones en el SEIN(PR-20) Lima, Perú*. LIMA.
- CONDOR, L. C. (2019). *ANALISIS DE CARGABILIDAD EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN AÉREO DEL SERVICIO ELECTRICO CONCEPCIÓN-ALIMENTADOR RADIAL A4504 PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SUMINISTRO ELECTRICO*. HUANCAYO: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- Curo, C. E. (2022). *Distorsión del Mercado Eléctrico en un Escenario de Sobreoferta de Generación y los Efectos en la Tarifa Final de los Clientes Regulados de Electro Sur Este*. Cusco: Tesis UNSAAC.
- DGE, D. G. (2012). *NORMA DGE – TERMINOLOGIA EN ELECTRICIDAD*. Lima.
- DSE-STE-290-2024, I. T. (2024). *Intalaciones de Transmisión en Alerta*. Lima: OSINERMING.

- Flores Turpo, S., & Torobeo Palomino, S. (2021). *Análisis de Cargabilidad en MT del Alimentador DO-04 de la Ciudad del Cusco Proyetado al Año 2025*. Cusco: Tesis UNSAAC.
- Gancino, H. S. (2020). *Análisis de Cargabilidad en Redes Eléctricas de Distribución Basado en la Modificación del Algoritmo de Gauss-Seidel*. Quito: Universidad Salesiana Politécnica Sede Quito TESIS.
- GLOVER, J. D., SARMA, M. S., & OVERBYE, T. J. (2004). *POWER SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN* (8 ed.).
- Gomez, e. A. (2002). *Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica mexico mac graw hill, primera edicion ISBN 94-481-3592-X*. MEXICO.
- Graiger, J. J.-S. (1996). *Análisis de sistemas de potencia Mexico.MC Grraw Hill primera edicion ISBN 970-10-09-08-8*. MEXICO.
- Grainger, J., & Stevenson. (1994). *Power System Analysis*. Colombia: McGraw-Hill.
- Huanca Ttito, G. O., & Huamán Quispe, J. (2024). *Predicción de la Demanda de Energía Eléctrica en el Alimentador QU-03 Utilizando Redes Neuronales Artificiales en el Periodo 2023-2027*. Cusco: Repositorio UNSAAC.
- J. Duncan Glover, M. S. (2004). *"Sistemas de Potencia, Análisis y Diseño"; 38 edición, México D.F. 2004, ISBN: 0-534-95367-0*. México.
- Juárez Cervantes, J. D. (1995). *Sistema de Distribución de energía Eléctrica*. México: Azcapotzalco.
- Kersting, W. H. (2002). *Distribution System Modeling and Analysis*. Las Cruces, New Mexico: CRC Press LLC.
- Minas, M. d. (2011). *Código Nacional de Electricidad -Suministro*. Lima, Perú. LIMA PERU.

- MINEM-OSINERG. (2005). *Libro Blanco - Proyecto de Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica*. Lima: MINEM-OSINERG.
- Ministerio de energía y minas. (2012,15 de marzo). *CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD(SUMINISTRO 2011)*. Obtenido de <https://www.gob.pe/minem>
- MONTOYA, E. (2008). *estudio estocastico de cargabilidad de lineas de transmision (tesis maestria) instituto politecnico nacional . MexiCo D.F. MEXICO*.
- Monzon, L. (02 de JUNIO de 2017). *'Cargabilidad de Una Línea de Transmisión*. Obtenido de SCRIBD: https://es.scribd.com/document/350147364/Cargabilidad-de-Una-Linea-de-Transmision?utm_source=chatgpt.com
- Okumura Suzuki, P. A. (2015). EL MERCADO MAYORISTA DE ELECTRICIDAD EN EL PERÚ. *THEMIS 68 | Revista de Derecho*, 273.
- OSINERGMIN. (2006). *Manual técnico: Metodología del Modelo PERSEO*. LIMA: OSINERGMIN.
- Palacios Huerta , D. C. (2007). *Expectativas de desarrollo y propuestas del mercado de usuarios libres de electricidad segun Ley N° 28832*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Palomino, T., & Turpo, F. (2021). *Análisis de cargabilidad en MT del alimentador Do-04 de la ciudad del Cusco proyectado al año 2025*. CUSCO.
- Sánchez, H., & Reyes, C. (2021). *Metodología y Diseños en la Investigación Científica*. H. HUGO SANCHEZ CARLESSI. Obtenido de https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-y-disenos-en-la-investigacion-cientifica_53685

Schweppe, F. C., Caramanis, M. C., Tabors, R. D., & Bohn, R. E. (1987). *SPOT PRICING OF ELECTRICITY*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.

Short, T. A. (2004). *Electric Power Distribution Handbook*. New York: CRC Press LLC.

Troncos, E. P. (2021). *diseño electromecanico de la linea de transmision 10kV subestacion electrica san Rafael - planta B4*. Puno: Universidad Nacional Mayor San Marcos.

Yebra Morón, J. A. (2009). *Sistemas Eléctricos de Distribución*. Barcelona: Reverté S.A.

ANEXOS

RELACIÓN DE ANEXOS

ANEXO A: Cargabilidad de las líneas de MT del Alimentador CA-03 para los Años 2026-2030

ANEXO B: Relación de subestaciones de AMT CA-02

ANEXO C: Relación de subestaciones de AMT CA-03

ANEXO D: proyección de la demanda del alimentador CA-02 en kw 2025-2030

ANEXO E: proyección de la demanda del alimentador CA-03 en kw 2025-2030

ANEXO F: Máxima demanda 2022-2024 base de datos de centro de control -ELSE 2025

ANEXO G: Modelo en Digsilent Power Factory

ANEXO H: Cargabilidad de la subestación TR4 implementado con T5 (2026-2030)

ANEXO I: perdidas en kw en las lineas de los alimentadores CA-03 Y CA-02

ANEXO J: Interfaz del programa para el cálculo de la proyección de la demanda

ANEXO K: Solicitud de base de datos centro de control

ANEXO L: Solicitud a EGEMSA datos del transformador de potencia 6/3/3MVA

ANEXO M: Relación de alumbrado público CA-02

ANEXO N: Relación de alumbrado público CA-03

ANEXO A: CARGABILIDAD DE LAS LÍNEAS DE MT DEL ALIMENTADOR CA-03

PARA LOS AÑOS 2026-2030

LÍNEA	TIPO CONDUCTOR	LONGITUD(KM)	I NOMINAL (KA)	CARGABILIDAD (%) AÑO 2026	CARGABILIDAD (%) AÑO 2027	CARGABILIDAD (%) AÑO 2028	CARGABILIDAD (%) AÑO 2029	CARGABILIDAD (%) AÑO 2030
L-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.063	0.255	26.1	27.7	30.4	32.2	34.1
L-10	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.611	0.17	13.5	14.3	15.8	16.7	17.7
L-11	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.312	0.17	13.2	14	15.4	16.3	17.3
L-11-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.249	0.105	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-12	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.034	0.17	13.2	14	15.3	16.2	17.3
L-12-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.779	0.17	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9
L-12-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.829	0.17	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8
L-12-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.088	0.105	0.9	1	1.1	1.1	1.2
L-12-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.977	0.17	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
L-12-3-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.64	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-12-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.184	0.135	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
L-12-5	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.942	0.105	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7
L-12-6	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.126	0.105	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
L-12-7	AL. 3x16 A 10.5 KV	1.178	0.105	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
L-12-8	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.294	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-13	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.487	0.17	12.5	13.3	14.6	15.4	16.4
L-14	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.078	0.17	12.3	13.1	14.4	15.2	16.1
L-15	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.166	0.17	12.2	12.9	14.2	15	16
L-16	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.194	0.17	12.1	12.9	14.2	15	15.9
L-16-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.095	0.105	1.3	1.3	1.5	1.6	1.7

L-16-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.679	0.255	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
L-16-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.448	0.17	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
L-16-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.044	0.17	0	0	0	0	0
L-17	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.622	0.17	11.3	12	13.2	14	14.9
L-18	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.179	0.17	11.1	11.8	13	13.7	14.6
L-18-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.218	0.105	1.4	1.5	1.6	1.7	1.9
L-18-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.785	0.105	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
L-18-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.731	0.105	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
L-19	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.356	0.17	10.2	10.9	11.9	12.6	13.4
L-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.358	0.255	11.2	11.9	13.1	13.9	14.7
L-20	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.329	0.17	9.3	9.9	10.9	11.5	12.2
L-21	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.15	0.17	9.3	9.9	10.9	11.5	12.2
L-22	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.167	0.17	8.4	8.9	9.8	10.4	11
L-22-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.213	0.17	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8
L-22-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.212	0.17	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
L-22-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.385	0.17	0	0	0	0	0
L-23	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.089	0.17	6.9	7.4	8.1	8.6	9.1
L-24	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.306	0.17	4.7	5	5.5	5.8	6.2
L-24-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.171	0.17	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3
L-24-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.285	0.17	0.8	0.9	1	1	1.1
L-25	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.115	0.17	3	3.1	3.5	3.7	3.9
L-26	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.166	0.17	3	3.1	3.5	3.7	3.9
L-27	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.244	0.17	2.2	2.4	2.6	2.8	2.9
L-28	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.464	0.17	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6

L-29	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.314	0.17	1.2	1.2	1.4	1.4	1.5
L-29-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.057	0.17	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8
L-29-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.137	0.17	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7
L-29-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.47	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.146	0.17	16.9	17.9	19.7	20.8	22.1
L-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.893	0.17	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
L-30	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.191	0.135	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9
L-30-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.109	0.135	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
L-30-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.564	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-31	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.322	0.135	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
L-32	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.229	0.135	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
L-33	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.141	0.255	14.9	15.8	17.3	18.3	19.4
L-33-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	1	0.255	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
L-34	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.18	0.255	14.5	15.4	16.8	17.8	18.9
L-34-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.47	0.255	3.1	3.3	3.6	3.8	4
L-34-10	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.179	0.255	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-34-2	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.218	0.255	3	3.2	3.5	3.7	3.9
L-34-3	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.435	0.255	2.9	3.1	3.4	3.6	3.8
L-34-3-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.05	0.255	1.1	1.1	1.3	1.3	1.4
L-34-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.429	0.135	3.5	3.7	4	4.2	4.5
L-34-5	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.073	0.255	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9
L-34-6	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.112	0.255	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9
L-34-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.146	0.255	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9
L-34-8	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.198	0.255	0.8	0.8	0.9	0.9	1

L-34-9	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.096	0.255	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-35	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.153	0.255	11.4	12.1	13.3	14	14.9
L-36	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.062	0.255	11.4	12.1	13.3	14	14.9
L-36-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.203	0.17	0	0	0	0	0
L-37	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.146	0.255	11.4	12.1	13.3	14	14.9
L-38	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.991	0.255	10.5	11.1	12.2	12.9	13.7
L-39	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.377	0.255	10.1	10.7	11.7	12.4	13.1
L-39-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.013	0.135	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9
L-39-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.632	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.292	0.17	16.6	17.6	19.3	20.5	21.7
L-40	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.191	0.255	9.7	10.3	11.3	11.9	12.6
L-41	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.183	0.255	9.4	10	10.9	11.5	12.2
L-42	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.086	0.255	9.4	10	10.9	11.5	12.2
L-43	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.05	0.255	9.4	10	10.9	11.5	12.2
L-43-1	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.098	0.135	4.8	5.1	5.5	5.9	6.2
L-43-2	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.166	0.135	3.5	3.7	4	4.3	4.5
L-43-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.019	0.135	2.5	2.6	2.9	3.1	3.3
L-43-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	1.214	0.135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-43-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	2.536	0.17	0	0	0	0	0
L-44	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.239	0.255	6.9	7.3	8	8.4	9
L-45	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.322	0.255	6.7	7.1	7.8	8.2	8.7
L-46	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.278	0.255	6.6	7	7.7	8.1	8.6
L-47	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.35	0.255	6.2	6.5	7.2	7.6	8
L-48	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.231	0.17	8.4	8.9	9.8	10.4	11

L-49	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.223	0.255	4.5	4.8	5.3	5.6	5.9
L-49-1	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.263	0.255	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
L-49-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.679	0.17	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
L-49-3	AL. 3x25 A 10.5 KV	2.012	0.135	0	0	0	0	0.1
L-49-3-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.917	0.17	0	0	0	0	0
L-49-4	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.234	0.135	0	0	0	0	0.1
L-49-5	AL. 3x25 A 10.5 KV	0.044	0.135	0	0	0	0	0
L-5	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.843	0.21	13.4	14.2	15.7	16.6	17.6
L-50	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.026	0.17	6.1	6.4	7.1	7.5	7.9
L-51	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.184	0.255	4.1	4.3	4.7	5	5.3
L-52	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.275	0.255	3.5	3.7	4	4.3	4.5
L-53	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.245	0.255	3.5	3.7	4	4.3	4.5
L-54	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.117	0.255	3.5	3.7	4	4.3	4.5
L-55	AL. 3x70 A 10.5 KV	1	0.255	3.3	3.5	3.9	4.1	4.4
L-56	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.34	0.255	3.3	3.5	3.9	4.1	4.4
L-56-1	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.266	0.21	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-56-2	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.216	0.21	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-57	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.392	0.255	3.2	3.4	3.7	3.9	4.2
L-58	AL. 3x70 A 10.5 KV	0.953	0.255	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3
L-59	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.039	0.21	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
L-6	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.071	0.21	13.4	14.2	15.7	16.6	17.6
L-60	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.589	0.17	0.8	0.9	0.9	1	1.1
L-61	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.072	0.17	0	0	0	0	0
L-7	AL. 3x50 A 10.5 KV	0.413	0.21	13.4	14.2	15.6	16.5	17.5

L-7-1	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.146	0.105	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
L-7-2	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.472	0.105	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
L-7-3	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.773	0.105	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
L-7-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.91	0.17	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
L-7-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.776	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-7-6	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.154	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-8	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.575	0.17	16.1	17.1	18.8	19.9	21.2
L-9	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.127	0.17	16	17	18.7	19.8	21
L-9-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.908	0.17	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3
L-9-10	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.583	0.17	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
L-9-11	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.378	0.17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
L-9-12	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.666	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L-9-2	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.563	0.17	2.4	2.5	2.7	2.9	3.1
L-9-2-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.4	0.17	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
L-9-3	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.216	0.17	1.9	2	2.2	2.4	2.5
L-9-4	AL. 3x35 A 10.5 KV	1.247	0.17	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2
L-9-5	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.755	0.17	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
L-9-5-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	1	0.17	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
L-9-6	AL. 3x16 A 10.5 KV	0.149	0.105	1.7	1.8	2	2.1	2.2
L-9-7	AL. 3x70 A 10.5 KV	2.038	0.255	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9
L-9-7-1	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.388	0.17	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
L-9-8	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.262	0.17	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9
L-9-9	AL. 3x35 A 10.5 KV	0.646	0.17	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6

ANEXO B: RELACIÓN DE SUBESTACIONES DE AMT CA-02

Nº	SED	NOMBRE DE SED	POTENCIA APARENTE (KVA)	POTENCIA INSTALADA (KW)	TIPO DE SISTEMA	TIPO DE CONDUCTOR	SECCION DEL CONDUCTOR (MM2)
1	007071 9	DESVIO POITOC	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	70
2	007036 8	CORPALEN S.R.L	100kVA	100	TRIFASICO	N2XS2Y	70
3	007071 8	CHAMPAYLLO	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
4	007067 6	SIUINA-MARJKU	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	25
5	007077 0	PLANTA RECICLADORA CHACACHIMPA	125kVA	125	TRIFASICO	AAAC	35
6	007279 4	PUESTO DE SALUD HUAROCONDO	160kVA	160	TRIFASICO	N2XS2Y	50
7	007011 7	CHAQUEPAY	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
8	007001 6	HUAROCONDO S.E. 1	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
9	007001 7	ZURITE S.E. 1	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
10	007000 8	PUENTE IZCUCHACA ANDES	160kVA	160	TRIFASICO	AAAC	35
11	007038 2	ANTENA TELEFONICA MOVISTAR	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	25
12	007000 6	JAQUIJAHUANA IZCUCHACA	100kVA	100	TRIFASICO	CU_DES	16
13	007010 0	UPIS-IZCUCHACA	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	16
14	007036 6	SS.EE. SILVA	15kVA	15	TRIFASICO	AAAC	35

15	007014 9	CP. NUEVA ANTA	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	25
16	007000 1	PUCYURA I	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	50
17	007026 9	PUCYURA II	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
18	007021 8	ANTENA PANAMERICANA	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	16
19	007001 2	HUAROCONDO S.E. 2(STA ROSA)	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
20	007002 2	PACCA	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
21	007002 1	ANTA ANTIGUA CALLE REPUBLICA	75kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
22	007002 3	YUNGAQUI GRANDE	80kVA	80	TRIFASICO	AAAC	35
23	007020 9	INCA ANDENES	100kVA	100	TRIFASICO	CU_DES	25
24	007035 8	JUVENAL CHACON	5kVA	5	MONOFASICO	AAAC	25
25	007020 4	ESPEJO RAMON	25kVA	25	TRIFASICO	CU_DES	16
26	007035 7	FAMILIA GUEVARA	10kVA	10	MONOFASICO	AAAC	25
27	007021 0	RADO CAMPANA	30kVA	30	TRIFASICO	CU_DES	16
28	007003 2	PANCARHUAYLLA	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
29	007020 5	CAMPANA JUAN	25kVA	25	TRIFASICO	CU_DES	16
30	007016 9	URB. MARIA CANDELARIA	100 KVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
31	007034 3	PANCARHUAYLLA II	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	16

32	007001 0	MARKU	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
33	007015 4	CHACACURQUI II	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	25
34	007013 4	PICHOCC	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
35	007013 6	SANTA BARBARA	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
36	007003 0	SUARAY	50kVA	50	MONOFASICO	AAAC	35
37	007010 2	ANCACHURO S.E. 1	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	16
38	007011 6	SANTA RITA -ANTA	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
39	007015 6	SIHUINA(MARKU)	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	35
40	007034 4	ACCOPUCYO	5kVA	5	MONOFASICO	AAAC	16
41	007023 4	CCANACCHIMPA 1	15kVA	15	MONOFASICO	AAAC	16
42	007023 5	CASACUNCA	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
43	007007 2	HOSPITALPAMPA	75 KVA	75	TRIFASICO	AAAC	35
44	007036 0	MUSCARUMI	15kVA	15	MONOFASICO	AAAC	25
45	007035 1	COMUNIDAD BELLAVISTA	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	25
46	007037 2	HUAYLLAS ALTO	15kVA	15	MONOFASICO	AAAC	16
47	007037 1	SARATUHUAYLLA	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	16
48	007038 3	ANTENA CLARO HUAROCONDO	15kVA	15	MONOFASICO	AAAC	25

49	007023 3	CCANACCHIMPA 2	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	16
50	007035 9	PUCTUY CHILLARACAY	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	25
51	007042 2	TELEFONICA MOVILES	15kVA	15	MONOFASICO	AAAC	25
52	007042 0	LLAULLIRAY	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
53	007042 1	ACCONHUAYLLA	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	25
54	007002 6	INQUILLPATA	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	25
55	007004 2	TAMBO REAL S.E. 3	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	25
56	007038 7	ASOC. CIVIL INST. EDUCACION RURAL	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
57	007042 9	ANTENA TELEFONICA MARKJUP	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	35
58	007043 4	PALTAYBAMBA	10kVA	10	MONOFASICO	AAAC	25
59	007035 4	I.E. Nº 50120 PUCYURA	15kVA	15	MONOFASICO	AAAC	25
60	007010 3	ANCACHURO S.E. 2	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	16
61	007015 3	CHACACURQUI I	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
62	007069 5	PREDIO MARQUESBAMBA "LA CASITA"	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
63	007001 9	ZURITE S.E. 3	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
64	007007 0	AYARMACA II PUCYURA	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	16
65	007016 7	HUAYLLACocha S.E. 1	75kVA	75	TRIFASICO	AAAC	35

66	007068 8	AV. LOS ANDES	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
67	007003 1	EL BOSQUE	100 KVA	100	TRIFASICO	AAAC	70
68	007045 5	SAN ISIDRO	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
69	007044 5	22 DE JUNIO - PICHOC	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	50
70	007044 6	SANTA ROSA	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
71	007044 4	NUEVO AMANECER - CHACAN	10kVA	10	MONOFASICO	AAAC	25
72	007044 7	SAN FRANCISCO	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	25
73	007045 9	MASSOCCACCA	15kVA	15	MONOFASICO	AAAC	25
74	007046 0	ALSUR PERU	250kVA	250	TRIFASICO	AAAC	35
75	007046 6	AGROINDUSTRIAS EL SOL	250kVA	250	TRIFASICO	AAAC	35
76	007046 7	PLANTA PROCESADORA DE TECNOPOR	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
77	007047 1	HAPARQUILLA I	15kVA	15	MONOFASICO	AAAC	35
78	007047 0	HAPARQUILLA II	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	25
79	007046 9	CHILLIPAHUA	5kVA	5	MONOFASICO	AAAC	25
80	007047 4	AMPARAQUI	5kVA	5	MONOFASICO	AAAC	35
81	007047 2	ANAPAHUA I	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	35
82	007047 3	ANAPAHUA II	5kVA	5	MONOFASICO	AAAC	35

83	007047 5	I.E RAMON CASTILLA	50kVA	50	TRIFASICO	NA2XSY	70
84	007047 7	INQUILCOCHA II	5kVA	5	MONOFASICO	AAAC	25
85	007047 8	INQUILCOCHA I	10kVA	10	MONOFASICO	AAAC	25
86	007048 2	MADERERA INDUSTRIAL LEZAMA - ACCOSTUPA	75kVA	75	TRIFASICO	NA2XSY	70
87	007048 3	AUTOMOTRIZ ANDINA S.A.	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
88	007048 6	CENTRO DE SALUD ANTA	200kVA	200	TRIFASICO	NA2XSY	35
89	007048 8	CHANCADORA SAN NICOLAS DE BARI	200kVA	200	TRIFASICO	AAAC	35
90	007048 9	ZURITE S.E. 2	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
91	007049 3	ALSUR PERU II	250kVA	250	TRIFASICO	AAAC	35
92	007049 5	MUNAYPAMPA	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	25
93	007049 8	INQUILPATA - APV. SEÑOR DE EXALTACION	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	25
94	007049 6	VILLA SAN PEDRO	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	35
95	007060 1	APV. CAMPESTRE DE RESIDENTES CONVENCIANOS	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	70
96	007000 3	SANTIAGO DE CHACAN	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
97	007000 2	CHACAN II AGUA DULCE	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
98	007000 5	CHACAN CHICO	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
99	007000 4	SANTA ANA DE CHACAN	100kVA	100	TRIFASICO	NA2XSY	35

10 0	007060 2	APV LAS BRISAS	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	35
10 1	007060 7	LADRILLERA QUISHUARPATA	160kVA	160	TRIFASICO	AAAC	25
10 2	007064 1	SS. EE COPER	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	25
10 3	007003 9	RAHUANQUI S.E. 2	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	16
10 4	007066 2	RAHUANQUI III	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	35
10 5	007003 8	RAHUANQUI S.E. 1	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	16
10 6	007068 3	ANTA ANTIGUA	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
10 7	007067 8	HUAROCONDO II	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
10 8	007001 3	HUAROCONDO S.E. 4	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	16
10 9	007001 5	HUAROCONDO S.E. 3	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
11 0	007068 0	ARTEAGA	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	25
11 1	007068 2	COLISEO CERRADO ANTA	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
11 2	007069 2	HUERTA	25 KVA	25	TRIFASICO	AAAC	35
11 3	007003 6	HUERTA S.E. 3 (TULLUMAYO)	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
11 4	007068 7	MUNAYPATA B	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	35
11 5	007015 1	MUNAYPATA A	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	35
11 6	007015 2	MUNAYPATA C	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	35

11 7	007002 4	YUNGAQUI CHICO	30kVA	30	TRIFASICO	AAAC	35
11 8	007037 6	Com. Markju II	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	25
11 9	007003 5	HUERTA S.E. 2	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	16
12 0	007015 0	QUEHUAR	75kVA	75	TRIFASICO	AAAC	35
12 1	007036 7	SAN MARCOS (ZURITE)	37.5kVA	37.5	TRIFASICO	AAAC	35
12 2	007003 4	HUERTA S.E. 1 (MOSOCLACTA)	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
12 3	007002 5	INQUILLPATA CHICO	40kVA	40	TRIFASICO	AAAC	25
12 4	007013 5	PINANCA Y	37.5kVA	37.5	TRIFASICO	AAAC	35
12 5	007020 0	CP. NUEVA ANTA 2	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	16
12 6	007016 6	19 DE NOVIEMBRE	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
12 7	007004 0	MAYUHUAYLLA	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	25
12 8	007001 1	STA MARIA S.E.	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	70
12 9	007058 5	AGUSTIN GAMARRA (antes 0070007)	100kVA	100	TRIFASICO	AAAC	35
13 0	007016 8	HUAYLLACOCHA S.E. 2	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	16
13 1	007002 9	HUACHANCAY	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	16
13 2	007043 3	JUAN VELASCO ALVARADO	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	50
13 3	007003 3	YUNCACHIMPA	25kVA	25	TRIFASICO	AAAC	16

13 4	007037 3	HUAYLLAS BAJO	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	25
13 5	007072 4	SECTOR PANCARHUAYLLA ALTO	25kVA	25	MONOFASICO	AAAC	35
13 6	007007 1	AYARMACA I PUCYURA	50kVA	50	TRIFASICO	AAAC	35
13 7	007077 4	CASACUNCA II	50kVA	50	TRIFASICO	N2XSA2Y-S	

ANEXO C: RELACIÓN DE SUBESTACIONES DE AMT CA-03

Nº	SED	NOMBRE DE SED	POTENCIA APARENTE (KVA)	POTENCIA INSTALADA (KW)	TIPO DE SISTEMA	TIPO DE CONDUCTOR	SECCION DEL CONDUCTOR (MM2)
1	0070728	C.C. DE YANACONA SECTOR NUEVO TRIUNFO II	37.5	37.5	TRIFASICO	CU_DES	16
2	0072802	PLANTA DE TRATAMIENTO PIURAY	300	300	TRIFASICO	AAAC	35
3	0070665	HOSPITAL CHINCHERO	250	250	TRIFASICO	N2XSY	50
4	0070691	MPG ROSARIO	100	100	TRIFASICO	AAAC	25
5	0070342	GRIFO PETROMUNDO	15	15	TRIFASICO	AAAC	25
6	0070699	CERAMICAS KANTU S.A.C.	25	25	TRIFASICO	NKY	16
7	0070385	RAMOSCCACCA	15	15	TRIFASICO	AAAC	25
8	0070217	GRIFO URUBAMBA	25	25	TRIFASICO	CU_DES	16
9	0070704	AGROINDUSTRIA D*MATEO S.A.C.	460	460	TRIFASICO	AAAC	35
10	0070349	JOSE CARBAJAL ZEGARRA	15	15	MONOFASICO	CU_DES	10
11	0070211	GRIFO POROY	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
12	0070139	CHUMPICANCHA	25	25	TRIFASICO	ACSR	16
13	0070693	PISCINA CHINCHERO	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
14	0072803	PREDIO RUSTICO YANAMAYO	75	75	TRIFASICO	AAAC	35

15	007073 0	YANACOCCHA QUERAPATA	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
16	007071 6	CCORIMARCA	50	50	TRIFASICO	ACSR	16
17	007073 1	C.C. DE YANACONA SECTOR NUEVO TRIUNFO	100	100	TRIFASICO	AAAC	25
18	007073 2	QUERAPATA	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
19	007280 0	APV MIRADOR DE YANAMAYO	75	75	TRIFASICO	NA2XSA2Y-S	50
20	007280 1	APV MIRADOR DE YANAMAYO II	75	75	TRIFASICO	NA2XSA2Y-S	50
21	007076 8	I.E N° 50121 SAGRADO CORAZON DE JESUS	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
22	007037 4	AMERICA MOVIL HUAYNACORCOR	15	15	MONOFASICO	AAAC	35
23	007020 2	BOMBEO PIURAY	75	75	TRIFASICO	CU_DES	35
24	007042 7	POROY II	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
25	007010 8	VILLA CARMEN	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
26	007043 0	SED PARTICULAR	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
27	007043 2	T PRIVADO	25	25	MONOFASICO	AAAC	25
28	007006 6	PONGOBAMBA I	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
29	007011 0	CACHIMAYO 2	160	160	TRIFASICO	AAAC	70
30	007011 2	CACHIMAYO 4	50	50	TRIFASICO	AAAC	16
31	007012 5	NUEVA VICTORIA (CHINCHERO)	100	100	TRIFASICO	AAAC	35

32	007006 7	PONGOBAMBA II	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
33	007048 7	QUERAPATA (NUEVO TRIUNFO)	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
34	007012 6	MANCO II (CHINCHERO)	100	100	TRIFASICO	AAAC	35
35	007009 1	CORICANCHA	100	100	TRIFASICO	AAAC	35
36	007008 8	QUERAPATA 1	75	75	TRIFASICO	AAAC	35
37	007011 3	TAMBOCANCHA	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
38	007043 1	FABRICA DE LACTEOS	25	25	TRIFASICO	AAAC	70
39	007020 6	VEGA CENTENO	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
40	007011 1	CACHIMAYO 3	50	50	TRIFASICO	AAAC	70
41	007009 8	CCORCCOR	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
42	007009 3	CUPER BAJO	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
43	007006 9	PUCAMARCA	50	50	TRIFASICO	AAAC	16
44	007012 8	SIMATAUCA	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
45	007009 6	UMASBAMBA	75	75	TRIFASICO	AAAC	35
46	007010 7	AYARMACA - CHINCHERO	25	25	MONOFASICO	AAAC	35
47	007006 8	HUITAPUJIO	50	50	TRIFASICO	AAAC	16
48	007009 7	TAUCCA	75	75	TRIFASICO	AAAC	35

49	007009 5	OCUTUAN	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
50	007035 3	MARANHUAYCCO-MAHUAYPATA	15	15	MONOFASICO	AAAC	25
51	007014 3	CHUROMOCO	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
52	007014 4	HUAMPAR	50	50	TRIFASICO	AAAC	70
53	007016 1	CHECON	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
54	007035 5	HUARAHUAYLLA	15	15	MONOFASICO	AAAC	25
55	007020 8	JORGE L. GUEVARA CACHIMAYO	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
56	007022 4	PEAJE POROY	25	25	TRIFASICO	AAAC	10
57	007038 0	CANTERA DE HUACHONES	25	25	TRIFASICO	AAAC	25
58	007035 2	BATAMPAMPA	25	25	MONOFASICO	AAAC	25
59	007035 6	PAUCARPATA - OCCOSCOLLO	15	15	MONOFASICO	AAAC	25
60	007038 8	ICHUCANCHA	15	15	MONOFASICO	AAAC	25
61	007061 0	PLANTA DE FRACCIONAMIENTO	100	100	TRIFASICO	AAAC	50
62	007010 9	CACHIMAYO 1	50	50	TRIFASICO	AAAC	70
63	007014 1	HUILAHUILA	50	50	TRIFASICO	AAAC	16
64	007014 2	HUILA HUILA II	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
65	007002 8	POROY	160	160	TRIFASICO	AAAC	35

66	007070 5	ESTACION DE SERVICIOS WILLIAM ARANA	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
67	007012 3	Av. GARCILASO (CHINCHERO III)	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
68	007044 1	SECTOR MATERO	15	15	MONOFASICO	AAAC	25
69	007045 8	PIURAY	15	15	TRIFASICO	AAAC	25
70	007045 1	NUEVA VICTORIA I	150	150	TRIFASICO	AAAC	35
71	007045 4	SAN JUAN BAUTISTA	10	10	MONOFASICO	AAAC	25
72	007045 3	TAMBOCANCHA	75	75	TRIFASICO	AAAC	16
73	007045 2	NUEVA VICTORIA II	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
74	007046 1	GRIFO MI ROSAL	37.5	37.5	TRIFASICO	AAAC	35
75	007046 2	ASOCIACION PUKLLASUNCHIS	160	160	TRIFASICO	AAAC	25
76	007046 3	RAYAMPAMPA - LARITAYOC	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
77	007046 5	Sector Peccacacho	10	10	MONOFASICO	AAAC	25
78	007049 0	QUERAPATA ALTA	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
79	007046 8	CCOCHAPUNCO	5	5	MONOFASICO	AAAC	35
80	007047 6	ASOCIACION QUINTA LOS PINOS	25	25	TRIFASICO	AAAC	25
81	007047 9	GRIFO RICARDO PEREZ	25	25	TRIFASICO	N2XSY	50
82	007048 4	APV. LUIS ROBLES RECARREN	50	50	TRIFASICO	AAAC	25

83	007050 1	SIMATAUCCA	15	15	TRIFASICO	AAAC	35
84	007050 2	FERREYROS SUCURSAL CUSCO	500	500	TRIFASICO	AAAC	70
85	007059 6	APV. TICAHUERTA	75	75	TRIFASICO	AAAC	35
86	007060 0	DIVEMOTOR SUCURSAL CUSCO	300	300	TRIFASICO	N2XSY	50
87	007060 6	SCANIA S.A.	75	75	TRIFASICO	AAAC	25
88	007061 1	S.U. JOSE CARLOS MARIATEGUI	100	100	TRIFASICO	N2XSY	50
89	007014 0	KCUCHOC	15	15	TRIFASICO	AAAC	35
90	007006 4	OLONES II	15	15	TRIFASICO	AAAC	35
91	007016 4	ANDENES 1	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
92	007016 2	TANGABAMBA	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
93	007016 5	CORIMARCA PUEBLO	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
94	007016 0	CHINCHIMACAY	25	25	TRIFASICO	AAAC	16
95	007006 3	MUYURI II	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
96	007006 1	OLONES III	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
97	007006 2	MUYURI I	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
98	007006 5	CHARAC	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
99	007015 9	PARIHUANA	15	15	TRIFASICO	AAAC	35

10 0	007016 3	ANDENES 2	15	15	TRIFASICO	AAAC	35
10 1	007022 3	SAN ISIDRO	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
10 2	007006 0	OLONES I	50	50	TRIFASICO	AAAC	16
10 3	007061 4	C.C. YANACONA	37.5	37.5	TRIFASICO	AAAC	35
10 4	007064 0	GRIFO CARRETERO REFULL	50	50	TRIFASICO	AAAC	25
10 5	007064 4	HUAMPAR PARTE ALTA	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
10 6	007009 9	CHINCHAYSUYO	50	50	TRIFASICO	AAAC	50
10 7	007067 4	CHINCHERO II	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
10 8	007066 8	CHINCHERO I	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
10 9	007066 7	BILINGUAL SCHOOL AUSANGATE	50	50	TRIFASICO	AAAC	70
11 0	007067 7	GRIFO INVERSIONES JESUS ES MI CAMINO	15	15	TRIFASICO	AAAC	35
11 1	007067 9	SANTO DOMINGO	160	160	TRIFASICO	N2XSY	50
11 2	007068 5	YAWARMAQUI	50	50	TRIFASICO	AAAC	70
11 3	007012 2	CCAMU (CHINCHERO IV)	25	25	TRIFASICO	AAAC	35
11 4	007012 7	CUPER PUEBLO (CHINCHERO)	100	100	TRIFASICO	AAAC	35
11 5	007009 4	CUPER ALTO	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
11 6	007069 0	FABRICA DE PAPELES HORUS	300	300	TRIFASICO	AAAC	35

11 7	007009 2	CHUSO	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
11 8	007037 5	CHINCHAYSUYO	50	50	TRIFASICO	AAAC	35
11 9	007034 1	CACHIMAYO	100	100	TRIFASICO	AAAC	25
12 0	007076 7	SECTOR TURBINAPAMPA	50	50	TRIFASICO	AAAC	50
12 1	007077 1	SAN LUIS DE LAS FUENTES-CACHIMAYO	160	160	TRIFASICO	AAAC	50
12 2	007278 0	CAMPO SANTO LOS JARDINES	75	75	TRIFASICO	AAAC	35
12 3	007280 6	PE-CS-1033 STARLINK CUSCO	250	250	TRIFASICO	AAAC	35
12 4	007280 7	HERMANOS CASSA S.R.L.	1000	1000	TRIFASICO	AAAC	35

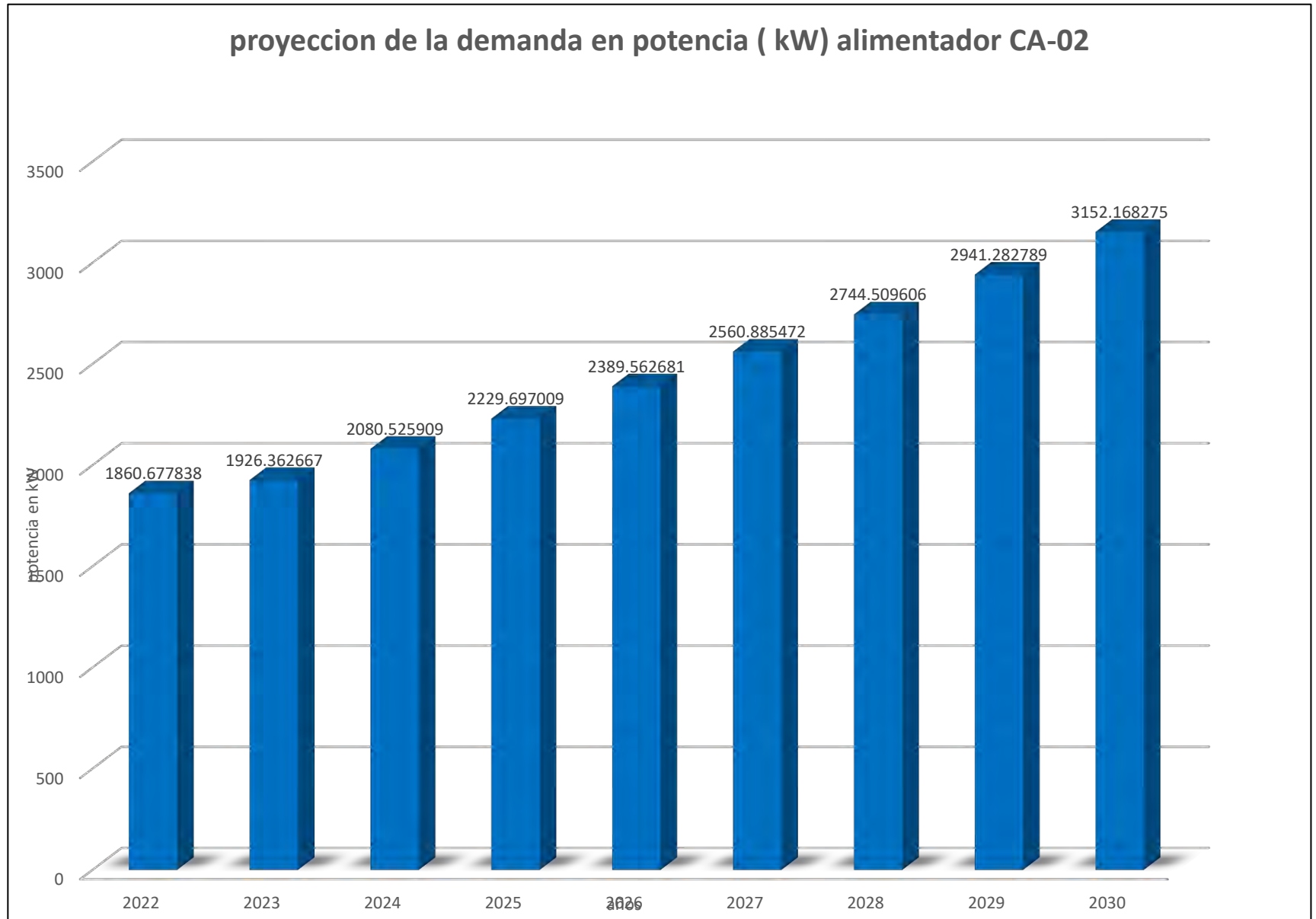
ANEXO D: PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DEL ALIMENTADOR CA-02 EN KW 2025-2030

N°	SED	PROYECCIÓN DE ENERGÍA EN POTENCIA Kw								
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	70001	29.65	30.20	30.13	32.29	34.61	37.09	39.75	42.60	45.65
2	70002	6.49	6.13	6.37	6.82	7.31	7.84	8.40	9.00	9.65
3	70003	12.33	12.40	12.87	13.79	14.78	15.84	16.98	18.19	19.50
4	70004	12.39	12.43	12.71	13.62	14.60	15.64	16.76	17.97	19.25
5	70005	11.01	9.48	9.13	9.78	10.48	11.23	12.04	12.90	13.83
6	70006	53.99	59.42	61.97	66.41	71.17	76.27	81.74	87.60	93.89
7	70008	93.40	98.46	103.47	110.89	118.84	127.36	136.49	146.28	156.77
8	70010	13.07	16.65	15.89	17.03	18.25	19.56	20.96	22.46	24.07
9	70011	6.24	5.60	5.18	5.56	5.95	6.38	6.84	7.33	7.86
10	70012	9.49	9.53	13.76	14.75	15.81	16.94	18.16	19.46	20.85
11	70013	16.29	17.34	17.97	19.26	20.64	22.12	23.71	25.41	27.23
12	70015	10.43	10.26	10.80	11.57	12.40	13.29	14.25	15.27	16.36
13	70016	19.98	20.50	24.16	25.90	27.75	29.74	31.88	34.16	36.61
14	70017	18.53	19.22	21.05	22.55	24.17	25.90	27.76	29.75	31.89
15	70019	29.98	30.32	34.25	36.71	39.34	42.16	45.19	48.43	51.90
16	70021	23.44	26.02	32.40	34.72	37.21	39.88	42.74	45.80	49.09
17	70022	14.15	14.15	14.18	15.20	16.29	17.46	18.71	20.05	21.49
18	70023	15.40	15.33	16.31	17.48	18.73	20.07	21.51	23.06	24.71
19	70024	3.56	3.34	3.34	3.58	3.83	4.11	4.40	4.72	5.06
20	70025	5.39	3.86	4.20	4.50	4.82	5.17	5.54	5.93	6.36
21	70026	12.83	11.48	11.58	12.41	13.29	14.25	15.27	16.36	17.54
22	70029	19.50	18.38	19.41	20.80	22.29	23.89	25.60	27.44	29.40
23	70030	4.21	4.27	4.46	4.78	5.12	5.49	5.88	6.31	6.76
24	70031	31.52	38.31	39.72	42.57	45.62	48.90	52.40	56.16	60.19
25	70032	3.07	3.15	3.02	3.24	3.47	3.72	3.99	4.27	4.58
26	70033	1.70	1.63	1.50	1.61	1.73	1.85	1.98	2.12	2.28

27	70034	4.59	4.48	4.82	5.17	5.54	5.93	6.36	6.81	7.30
28	70035	1.56	1.48	1.36	1.46	1.56	1.67	1.79	1.92	2.06
29	70036	2.38	2.31	2.08	2.23	2.39	2.56	2.75	2.94	3.15
30	70038	2.09	2.08	2.15	2.31	2.47	2.65	2.84	3.04	3.26
31	70039	1.83	1.83	1.78	1.91	2.05	2.20	2.35	2.52	2.70
32	70040	4.44	4.33	4.32	4.63	4.96	5.32	5.70	6.11	6.55
33	70042	17.97	17.43	18.07	19.37	20.76	22.25	23.84	25.55	27.38
34	70070	2.59	2.92	2.61	2.80	3.00	3.21	3.44	3.69	3.95
35	70071	2.35	2.23	3.01	3.22	3.46	3.70	3.97	4.25	4.56
36	70072	15.16	17.16	19.26	20.64	22.12	23.71	25.41	27.23	29.18
37	70100	29.16	28.90	30.46	32.65	34.99	37.50	40.19	43.07	46.16
38	70102	0.37	0.32	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.39	0.42
39	70103	2.89	3.07	3.39	3.63	3.89	4.17	4.47	4.79	5.13
40	70116	9.53	10.18	9.69	10.38	11.13	11.92	12.78	13.70	14.68
41	70117	6.02	6.62	6.73	7.22	7.74	8.29	8.88	9.52	10.20
42	70134	52.69	51.61	55.83	59.84	64.13	68.73	73.65	78.93	84.59
43	70135	6.11	6.20	5.98	6.41	6.87	7.36	7.89	8.45	9.06
44	70136	6.87	5.66	5.73	6.14	6.58	7.05	7.56	8.10	8.68
45	70149	68.97	72.73	74.54	79.88	85.61	91.75	98.32	105.37	112.93
46	70150	5.50	5.62	6.19	6.63	7.10	7.61	8.16	8.75	9.37
47	70151	0.90	1.04	1.07	1.15	1.23	1.32	1.42	1.52	1.63
48	70152	1.74	1.55	1.49	1.60	1.71	1.84	1.97	2.11	2.26
49	70153	35.82	37.53	39.28	42.10	45.12	48.35	51.82	55.54	59.52
50	70154	8.17	8.66	9.12	9.78	10.48	11.23	12.04	12.90	13.82
51	70156	1.08	1.24	1.97	2.12	2.27	2.43	2.60	2.79	2.99
52	70166	43.00	45.26	50.55	54.17	58.05	62.22	66.68	71.46	76.58
53	70167	11.99	11.27	10.87	11.65	12.49	13.38	14.34	15.37	16.48
54	70168	7.38	7.95	8.06	8.64	9.26	9.92	10.63	11.40	12.21
55	70169	59.64	63.59	69.97	74.99	80.37	86.13	92.30	98.92	106.02
56	70200	31.83	32.71	32.90	35.26	37.79	40.50	43.40	46.51	49.85

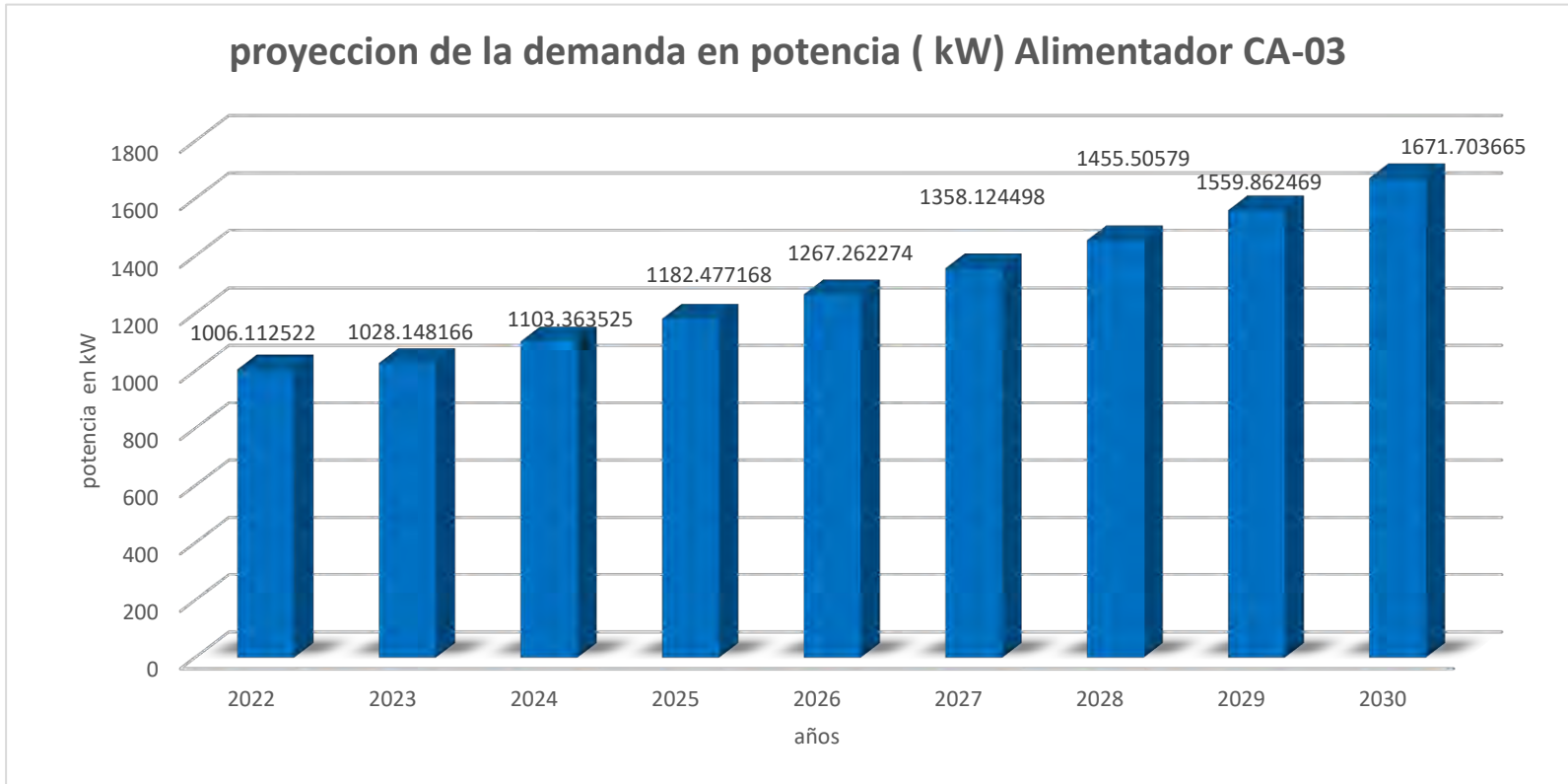
57	70204	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	70205	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59	70209	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	70210	0.27	0.25	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.37
61	70218	0.69	1.17	1.14	1.22	1.31	1.40	1.50	1.61	1.72
62	70233	0.27	0.29	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.36	0.38
63	70234	0.95	0.86	0.84	0.90	0.96	1.03	1.11	1.19	1.27
64	70235	2.79	3.18	3.71	3.97	4.26	4.56	4.89	5.24	5.62
65	70269	34.70	35.09	40.14	43.01	46.10	49.40	52.95	56.74	60.81
66	70343	1.23	1.31	1.53	1.64	1.76	1.89	2.02	2.17	2.33
67	70344	0.56	0.76	0.77	0.82	0.88	0.94	1.01	1.08	1.16
68	70351	4.65	4.14	4.42	4.73	5.07	5.43	5.82	6.24	6.69
69	70354	11.61	12.80	14.16	15.18	16.27	17.43	18.68	20.02	21.46
70	70357	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
71	70358	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
72	70359	2.41	2.42	2.35	2.52	2.70	2.89	3.10	3.32	3.56
73	70360	0.44	0.51	0.48	0.52	0.55	0.59	0.64	0.68	0.73
74	70366	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08
75	70367	4.34	4.09	4.18	4.48	4.81	5.15	5.52	5.92	6.34
76	70368	6.84	6.50	8.07	8.65	9.27	9.93	10.64	11.41	12.23
77	70371	0.90	0.83	0.96	1.03	1.10	1.18	1.26	1.35	1.45
78	70372	0.47	0.26	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.36
79	70373	0.99	0.91	0.85	0.91	0.98	1.05	1.12	1.20	1.29
80	70376	14.53	15.23	16.74	17.94	19.22	20.60	22.08	23.66	25.36
81	70382	2.96	3.44	4.14	4.43	4.75	5.09	5.46	5.85	6.27
82	70383	3.61	5.24	7.62	8.17	8.75	9.38	10.06	10.78	11.55
83	70387	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
84	70420	1.49	0.73	1.10	1.18	1.26	1.35	1.45	1.55	1.66
85	70421	1.44	1.47	1.67	1.79	1.92	2.05	2.20	2.36	2.53
86	70422	2.15	2.78	3.06	3.28	3.52	3.77	4.04	4.33	4.64

87	70429	1.38	1.47	1.63	1.75	1.87	2.00	2.15	2.30	2.47
88	70433	13.41	13.77	14.79	15.85	16.98	18.20	19.51	20.90	22.40
89	70434	0.19	0.22	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35
90	70444	0.15	0.16	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.19	0.20
91	70445	17.06	17.23	17.94	19.23	20.60	22.08	23.66	25.36	27.18
92	70446	16.37	18.28	19.77	21.19	22.71	24.34	26.08	27.95	29.95
93	70447	6.97	6.46	5.67	6.07	6.51	6.98	7.48	8.01	8.59
94	70455	5.86	6.15	6.37	6.82	7.31	7.83	8.40	9.00	9.64
95	70459	3.56	3.56	3.69	3.95	4.24	4.54	4.86	5.21	5.59
96	70460	459.43	480.58	548.10	587.40	629.52	674.65	723.03	774.87	830.43
97	70466	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
98	70467	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
99	70469	0.54	0.51	0.57	0.61	0.66	0.70	0.75	0.81	0.86
100	70470	1.04	0.96	0.92	0.99	1.06	1.14	1.22	1.31	1.40
101	70471	1.92	1.76	1.82	1.96	2.10	2.25	2.41	2.58	2.76
102	70472	0.77	0.77	0.75	0.81	0.86	0.93	0.99	1.06	1.14
103	70473	0.24	0.24	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35
104	70474	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16
105	70475	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
106	70477	0.16	0.14	0.16	0.17	0.18	0.19	0.21	0.22	0.24
107	70478	0.85	0.77	0.81	0.87	0.93	1.00	1.07	1.14	1.23
108	70482	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
109	70483	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	70486	12.56	11.15	11.81	12.65	13.56	14.53	15.58	16.69	17.89
111	70488	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
112	70489	1.08	1.06	1.06	1.14	1.22	1.31	1.40	1.51	1.61
113	70493	149.60	147.80	152.00	162.89	174.57	187.09	200.51	214.88	230.29
114	70495	0.90	0.78	0.84	0.90	0.96	1.03	1.11	1.19	1.27
115	70496	5.14	5.75	6.40	6.86	7.36	7.88	8.45	9.05	9.70
116	70498	1.81	1.83	2.22	2.38	2.55	2.73	2.92	3.13	3.36



ANEXO E: PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DEL ALIMENTADOR CA-03 EN KW 2025-2030

N°	SED	PROYECCIÓN DE ENERGÍA EN POTENCIA Kw								
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	70028	44.28	45.02	46.00	49.30	52.83	56.62	60.68	65.03	69.69
2	70060	1.68	1.66	1.52	1.63	1.75	1.87	2.01	2.15	2.30
3	70061	1.81	2.05	2.98	3.20	3.43	3.67	3.93	4.22	4.52
4	70062	2.68	3.03	2.79	2.99	3.21	3.44	3.68	3.95	4.23
5	70063	1.90	1.82	1.83	1.96	2.10	2.25	2.41	2.59	2.77
6	70064	1.72	2.26	2.13	2.28	2.44	2.62	2.81	3.01	3.22
7	70065	2.92	2.91	2.70	2.90	3.10	3.33	3.56	3.82	4.09
8	70066	3.97	3.59	3.96	4.25	4.55	4.88	5.23	5.60	6.00
9	70067	3.17	3.06	3.05	3.27	3.50	3.75	4.02	4.31	4.62
10	70068	2.83	3.17	3.49	3.74	4.01	4.29	4.60	4.93	5.29
11	70069	4.38	3.87	4.03	4.32	4.63	4.96	5.31	5.69	6.10
12	70088	27.01	25.30	27.65	29.63	31.76	34.04	36.48	39.09	41.89
13	70091	6.73	7.10	7.28	7.80	8.36	8.96	9.61	10.29	11.03
14	70092	10.10	9.53	10.04	10.75	11.53	12.35	13.24	14.19	15.20
15	70093	5.07	5.13	5.16	5.53	5.92	6.35	6.80	7.29	7.81
16	70094	4.44	4.17	4.43	4.75	5.09	5.45	5.84	6.26	6.71
17	70095	7.34	7.32	7.19	7.71	8.26	8.86	9.49	10.17	10.90
18	70096	7.10	7.33	7.67	8.22	8.81	9.45	10.12	10.85	11.63
19	70097	2.82	2.83	2.75	2.95	3.16	3.39	3.63	3.89	4.17
20	70098	2.58	2.58	2.65	2.85	3.05	3.27	3.50	3.75	4.02
21	70099	24.75	26.69	29.35	31.45	33.71	36.13	38.72	41.49	44.47
22	70107	4.65	4.91	4.88	5.23	5.61	6.01	6.44	6.90	7.40
23	70108	5.31	5.29	5.22	5.59	5.99	6.42	6.88	7.37	7.90
24	70109	16.54	16.96	17.29	18.53	19.86	21.29	22.81	24.45	26.20



ANEXO F: MÁXIMA DEMANDA 2022-2024 BASE DE DATOS DE CENTRO DE CONTROL -ELSE 2025

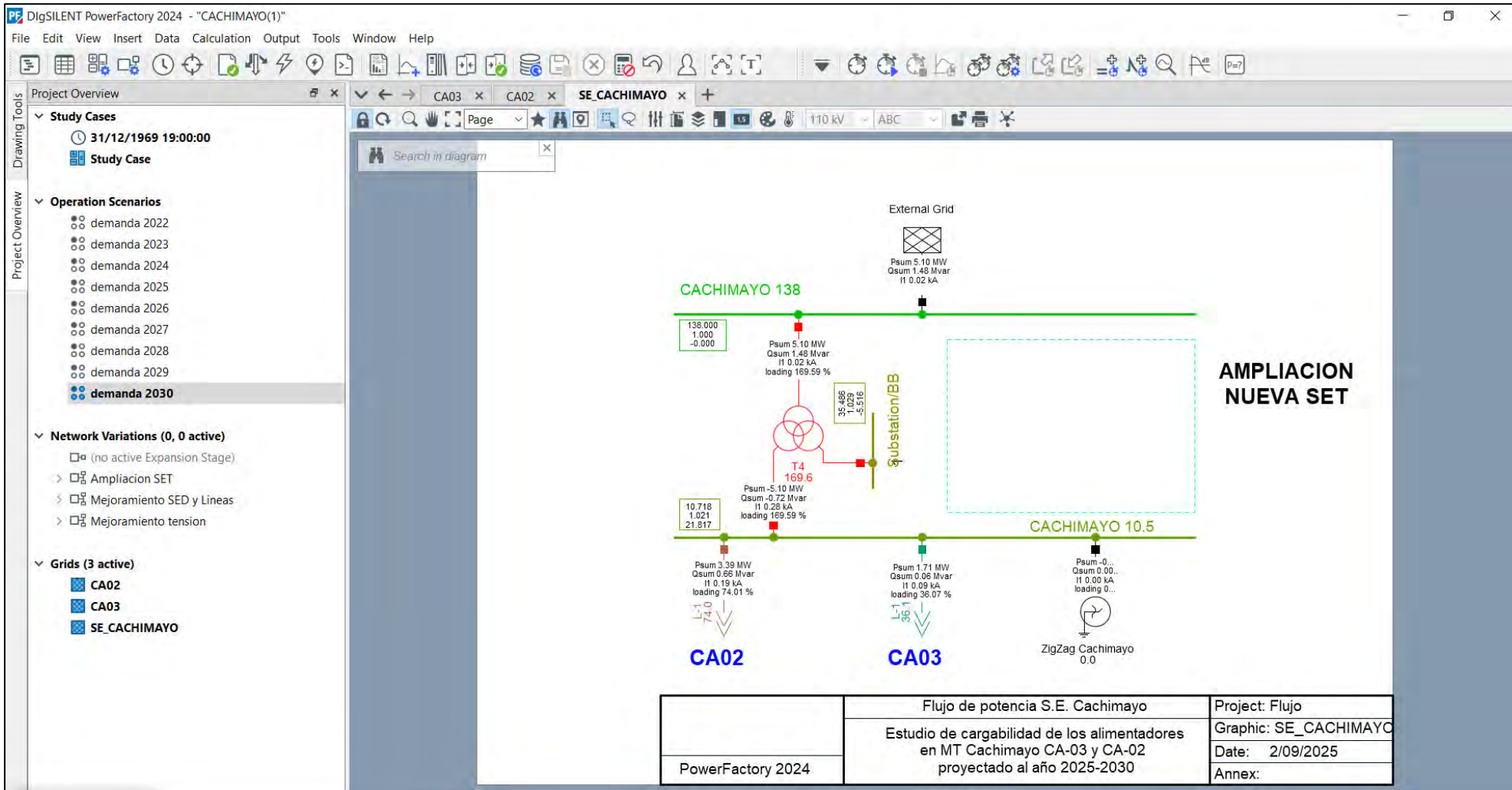


REPORTE ELECTRO SUR ESTE			
AÑOS	CA03 DEMANDA KW	CA02 DEMANDA KW	total
2018	1249.00	1701.00	2950.00
2019	990.00	1450.00	2440.00
2020	1130.00	1540.00	2670.00
2021	1359.86157	1773.08789	3132.94946
2022	1169.76709	1711.65454	2881.42163
2023	1453.48315	1814.81213	3268.29529
2024	1481.31287	1823.70544	3305.01831
2025	1528.27048	2009.17629	3537.44677
2026	1576.71666	2213.50952	3790.22617
2027	1626.69858	2438.62343	4065.32201
2028	1678.26492	2686.63144	4364.89636
2029	1731.46592	2959.86185	4691.32777
2030	1786.35339	3260.87981	5047.23319

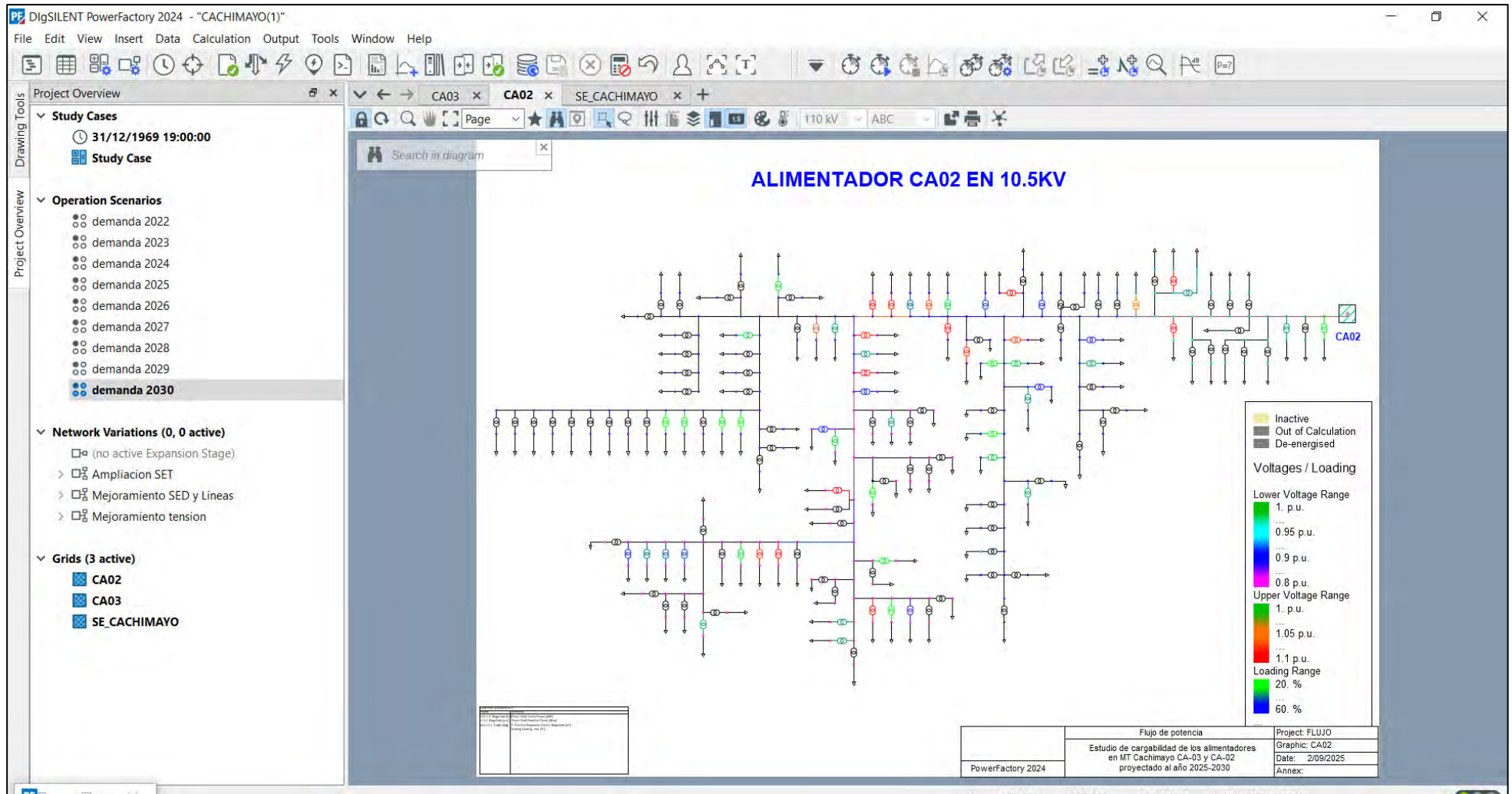

 Ing. Lucio M. Lloca Tacuri
 JEFE SECTOR ELECTRICO ANTA


ANEXO G: MODELO EN DIGSILENT POWER FACTORY

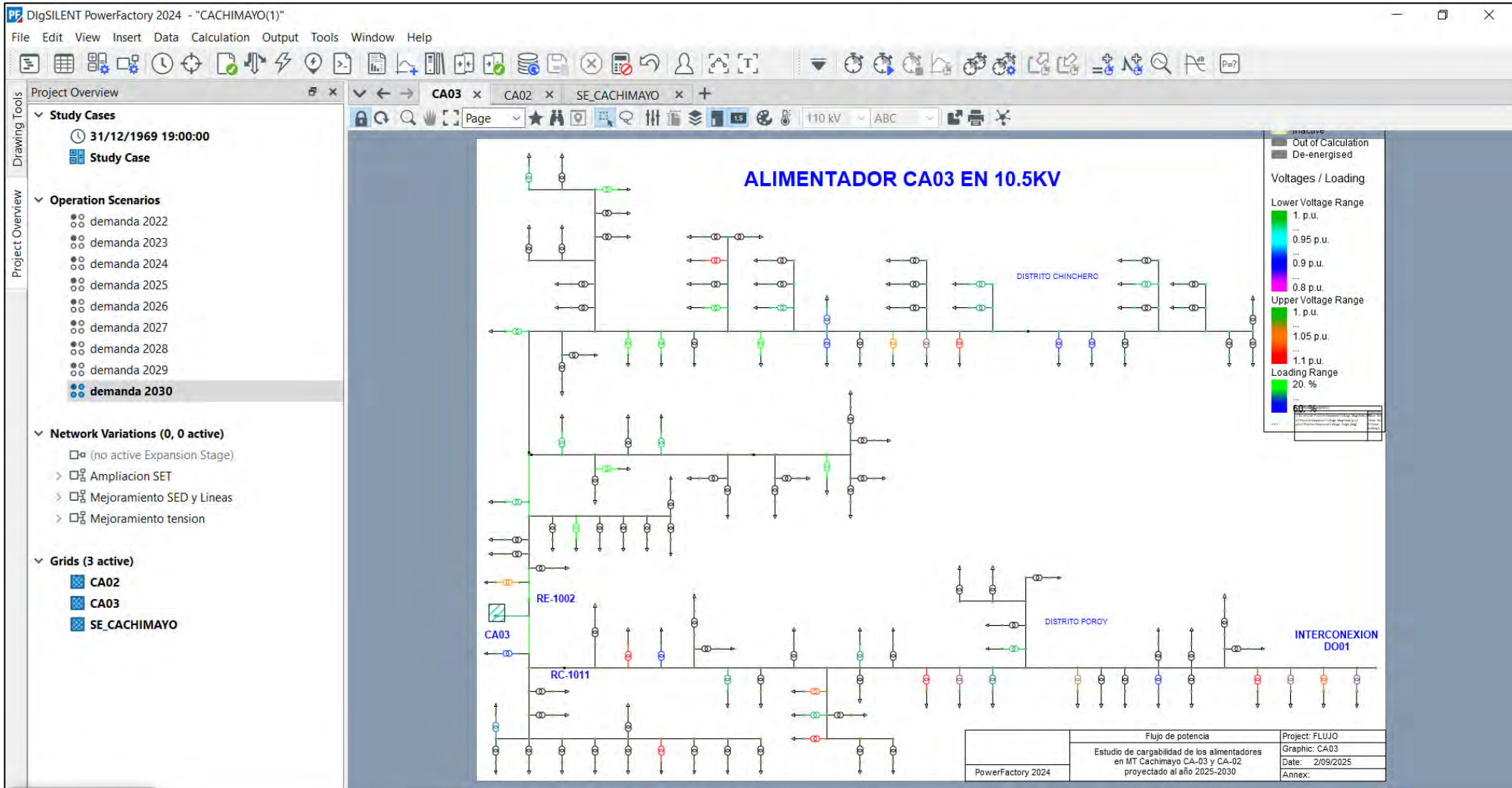
MODELO EN DIGSILENT GENERAL



MODELO EN DIGSILENT CA-02

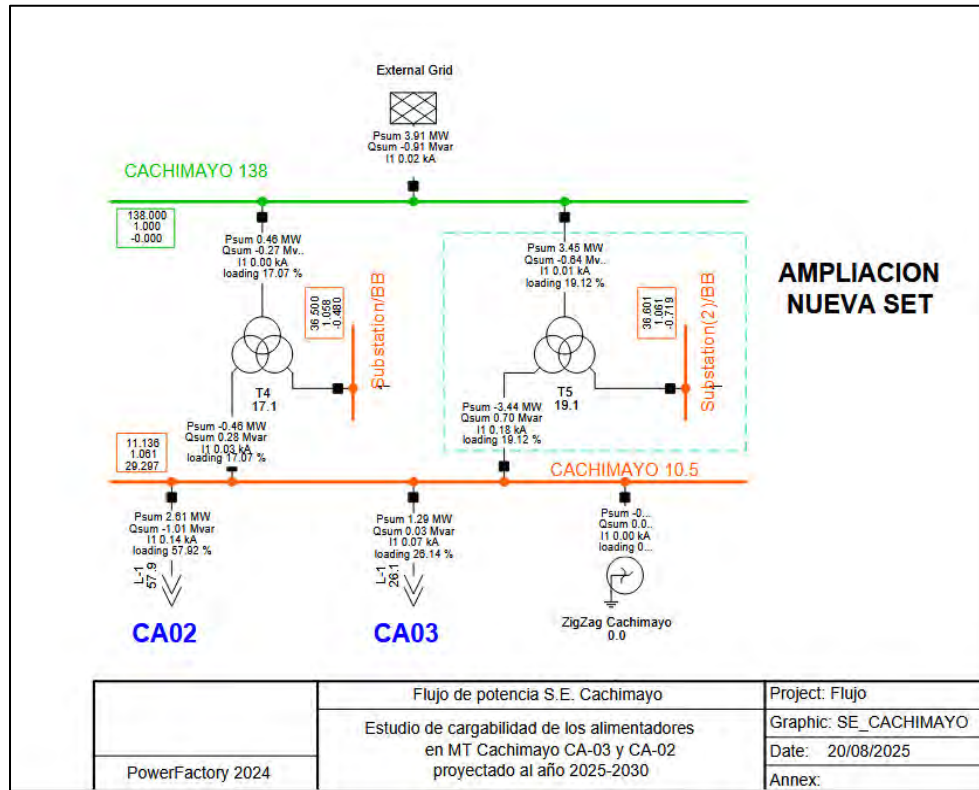


MODELO EN DIGSILENT CA-03

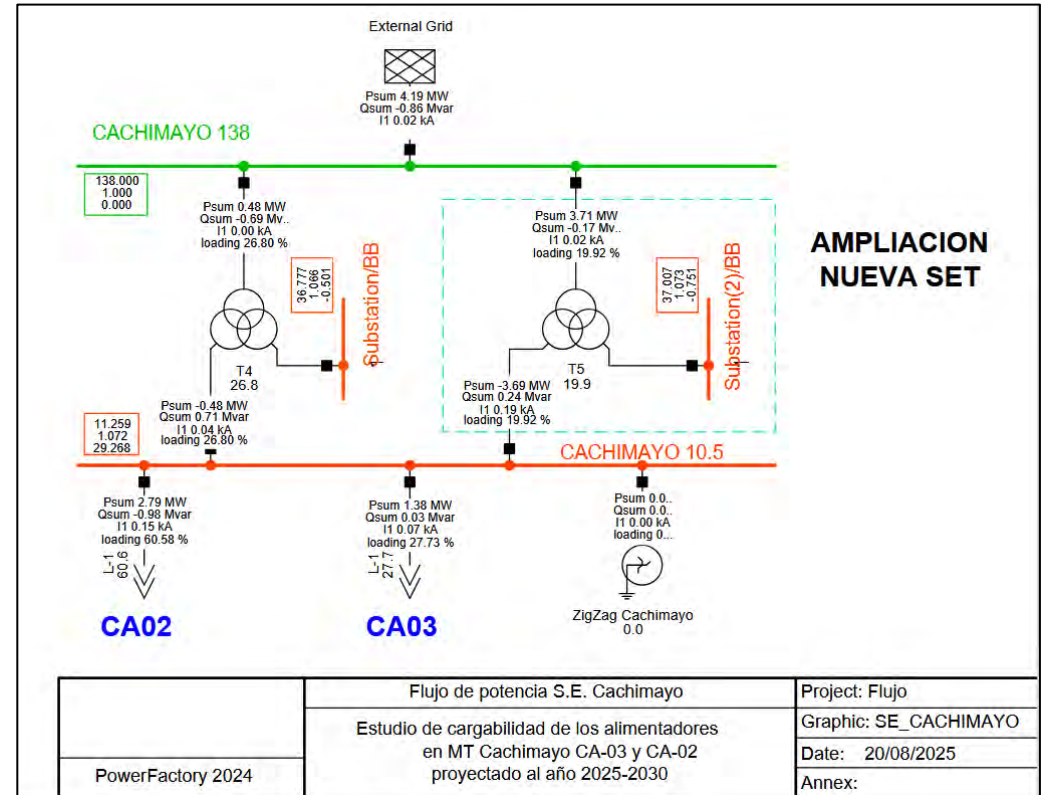


ANEXO H: CARGABILIDAD DE LA SUBESTACIÓN TR4 IMPLEMENTADO CON T5 (2026-2030)

Cargabilidad para el año 2026 de la SED Cachimayo

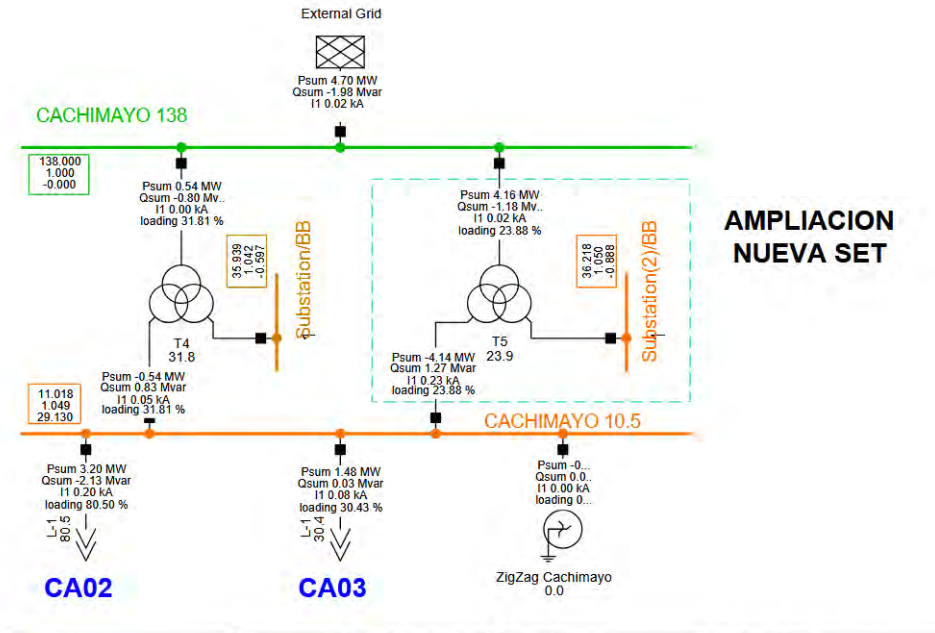


Cargabilidad para el año 2027 de la SED Cachimayo

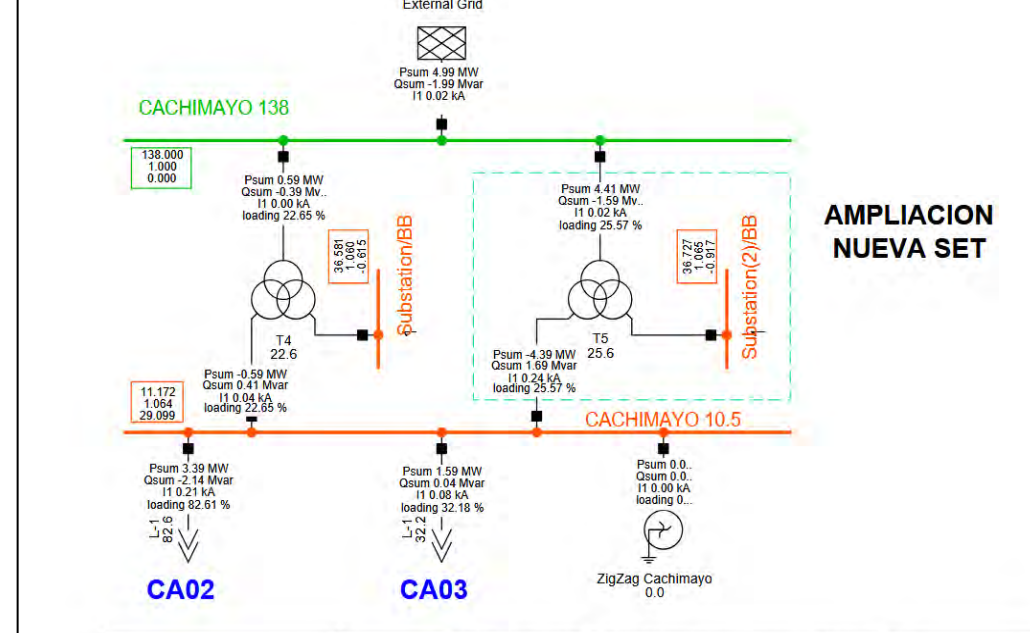


Cargabilidad para el año 2028 de la SED Cachimayo

Cargabilidad para el año 2029 de la SED Cachimayo



	Flujo de potencia S.E. Cachimayo	Project: Flujo
	Estudio de cargabilidad de los alimentadores en MT Cachimayo CA-03 y CA-02 proyectado al año 2025-2030	Graphic: SE_CACHIMAYO
PowerFactory 2024		Date: 20/08/2025
		Annex:



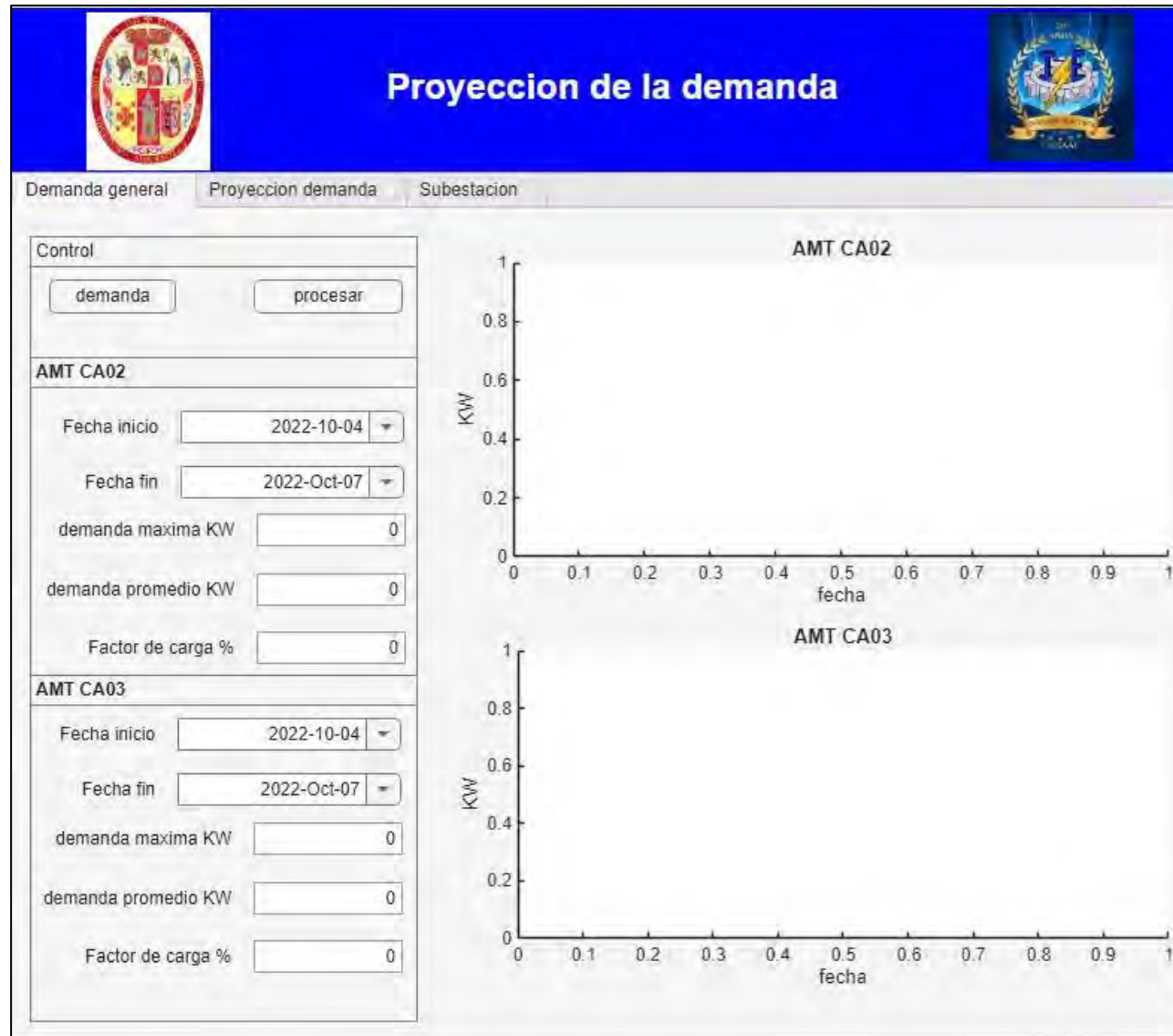
	Flujo de potencia S.E. Cachimayo	Project: Flujo
	Estudio de cargabilidad de los alimentadores en MT Cachimayo CA-03 y CA-02 proyectado al año 2025-2030	Graphic: SE_CACHIMAYO
PowerFactory 2024		Date: 20/08/2025
		Annex:

ANEXO I: PÉRDIDAS EN KW EN LAS LINEAS DE LOS ALIMENTADORES CA-03 Y CA-02

REPORTES DE SIMULACIÓN DE LAS PERDIDAS EN LA ACTUALIDAD EN LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN MT DE LOS ALIMENTADORES CA-03 Y CA-02		
AÑO	ALIMENTADOR	PERDIDAS EN KW
2025	CA03	4.9
2025	CA02	102.2

REPORTES DE SIMULACIÓN DE LAS PÉRDIDAS PARA EL AÑO 2030 EN LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN MT DE LOS ALIMENTADORES CA03 Y CA02				
AÑO	ALIMENTADOR	OBSERVACIÓN	PERDIDAS EN KW	OBSERVACIÓN
2030	CA03	CONSIDERANDO LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	11.2	COMO SE APRECIA LAS PÉRDIDAS SE MANTIENE
		CONSIDERANDO LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SED'S	11.2	
2030	CA02	CONSIDERANDO LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	240.7	UNA VEZ IMPLEMENTADA LAS PROPUESTAS DE SOLUCIÓN COMO CAMBIOS DE TRAFOS DE DISTRIBUCIÓN Y MEJORAMIENTO DE TRAMOS DE LÍNEA EN MT LAS PÉRDIDAS DISMINUYEN
		CONSIDERANDO LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SED'S Y TRAMOS DE LÍNEAS	220	

ANEXO J: INTERFAZ DEL PROGRAMA PARA EL CÁLCULO DE LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA



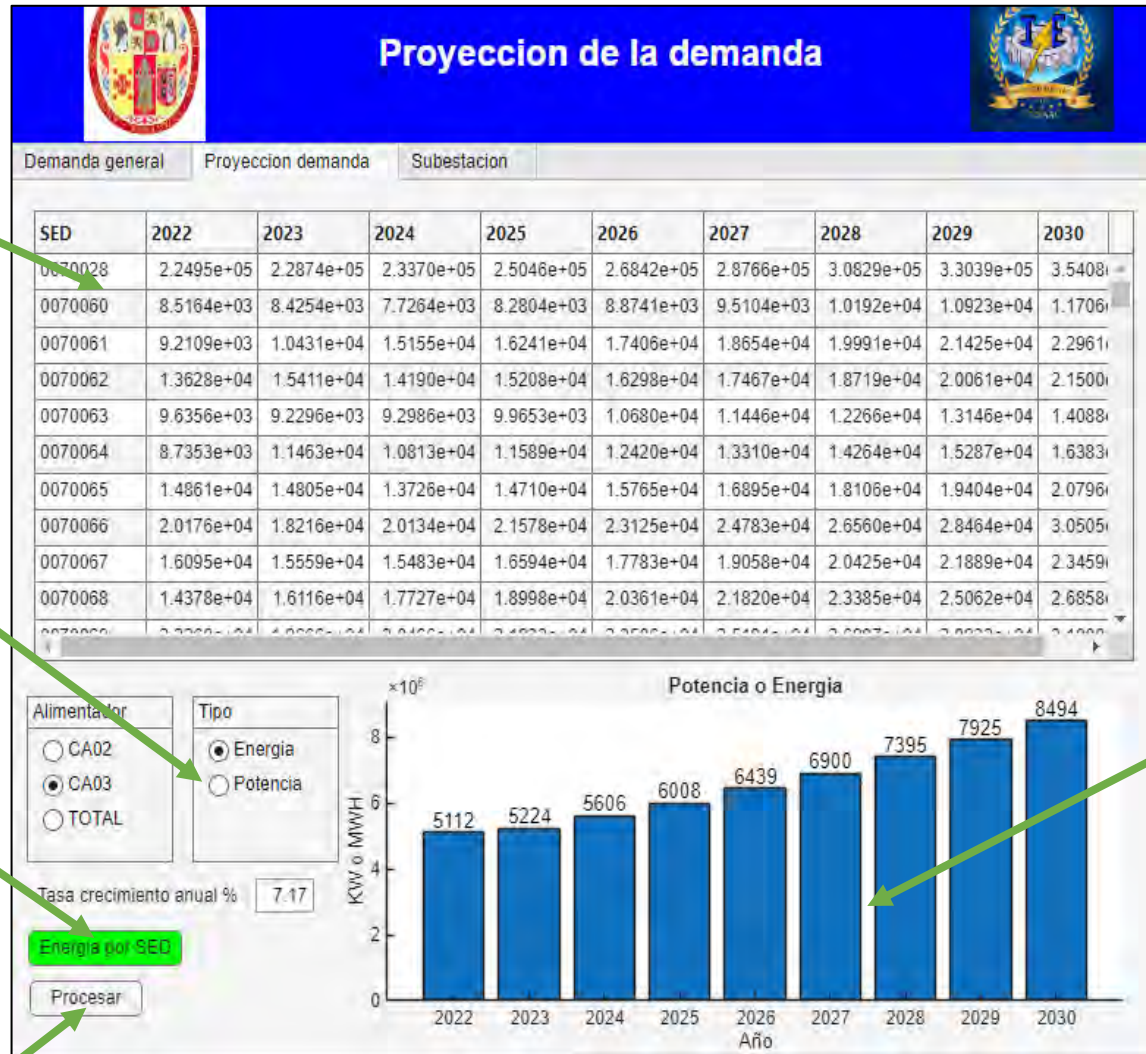


Indica la Demanda en qué fecha puede consultar de cada alimentador

Visor de la gráfica de demanda en kW

Valor obtenido de demandas

Valor obtenido de factor de carga



Visor de proyección de todos los
SED hasta 2030

Opciones para elegir por
alimentador y por tipo de energía o
potencia

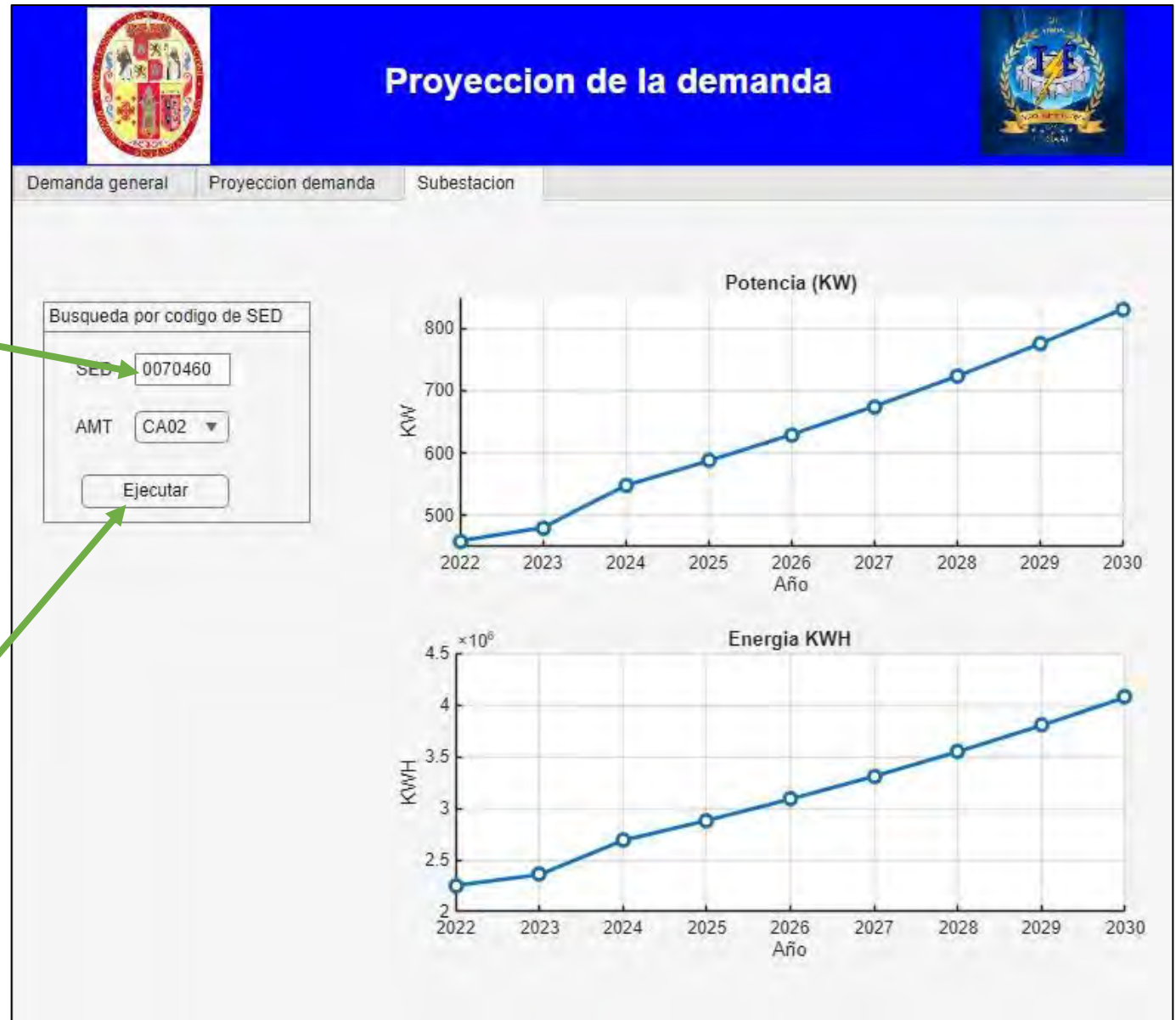
Botón para cargar los datos de
energía o potencia

Botón para cargar los datos de
energía o potencia

Botón ejecuta el código para
calcular

Botón ejecuta el código para
calcular

Visor de la gráfica ya
sea potencia o energía



COD SED FILTRAR

COD SED FILTRAR



Botón para ejecutar

Botón para ejecutar




ANEXO K: SOLICITUD DE BASE DE DATOS CENTRO DE CONTROL

Cusco, 13 de AGOSTO del 2025

SOLICITUD

ASUNTO: SOLICITO ACCESO AL CENTRO DE CONTROL DE ELECTRO SUR S.A.A
 Para:
 GERENCIA
 DE
 OPERACION
 ES




Por medio del presente documento yo Elisban chillitupa segovia , identificado con DNI 73505051 , domiciliado en la comunidad Huaypo grande, ubicado en el distrito de Chinchero provincia Urubamba y departamento del Cusco. Egresado de la escuela profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) ante usted con el debido respeto me presento y expongo lo siguiente:

Que habiendo culminado mis estudios en la Carrera antes mencionada y preparando mi tesis para mi grado de ingeniero con el tema de investigación : **“ESTUDIO DE LA CARGABILIDAD DE LOS ALIMENTADORES EN MT CACHIMAYO CA-03 Y CA-02 PROYECTADO AL AÑO 2025-2030”** para los cual solicito permiso para poder tener acceso a la oficina de centro de control de Electro Sur Este S.A.A. con el fin de poder consultar y entrevistar a los operadores, conocer el funcionamiento de dicha area acerca de los alimentadores CA03 Y CA02 y tambien obtener informacion de la base de datos del GIS DIGSILING REPORTES DE EXCEL ENTREVISTAS FOTOGRAFIAS ETC y las sugerencias de los especialistas para realizar un buen trabajo de tesis

POR LO EXPUESTO

solicito acceder a mi solicitud por ser justa y legal
 gracias por su apoyo

NRO CEL 974312341
 CORREO:161100@unsaac.edu.pe


 ELISBAN CHILLITUPA SEGOVIA
 DNI:73505051
 N° CEL 974312341

ANEXO L: SOLICITUD A EGEMSA DATOS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA**6/3/3MVA**

Cusco, 16 de Junio del 2025

SOLICITUD

**ASUNTO: DATOS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA 6/3/3 MVA
138/34.5/10.5 KV SUBESTACION CACHIMAYO**

Para: EGEMSA

Por medio del presente documento yo Elisban Chillitupa Segovia, identificado con DNI 73505051, domiciliado en la comunidad Huaypo grande, ubicado en el distrito de Chinchero provincia Urubamba y departamento del Cusco. Egresado de la escuela profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) ante usted con el debido respeto me presento y expongo lo siguiente:

Recurso a su despacho con el fin de que me pueda brindar **DATOS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA 6/3/3 MVA 138/34.5/10.5 KV SUBESTACION CACHIMAYO**

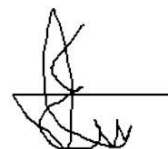
- **COMO EL NIVEL DE CARGABILIDAD EN LOS 3 DEVANADOS**
- **MEDICIONES REGISTRADAS EN LAS CELDAS (POTENCIA Y ENERGIA)**
- **TEMPERATURA DEL TRANSFORMADOR**
- **PLACA DEL TRAFIO**
- **EL DIAGRAMA UNIFILAR**
- **LA EVOLUCION DE LA CARGABILIDAD DEL TRAFIO Y DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGIA EN LA BARRAS 138/34.5/10.5 KV DE LOS ULTIMOS 4 AÑOS 2020-2024/25**

que requiero para efectos de mi trabajo de investigación.

Solicito acceder a mi solicitud por ser justa y legal

agradecemos su apoyo

CORREO: 161100@unsaac.edu.pe N° 974312341



**ELISBAN CHILLITUPA
SEGOVIA
DNI:73505051**



Firmado Digitalmente por:
 COVARRUBIAS CHOCANO Luis Federico FAU
 20218339167 hard
 Razón: SOY AUTOR DEL DOCUMENTO
 Ubicación: EGEMSA
 Fecha: 26/06/2025 15:10:30

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Cusco, 26 de junio de 2025

GI-R-0053-2025

Expediente: 20251211001907

Señor(a)

CHILLITUPA SEGOVIA, ELISBAN

COMUNID. CAMPESINA HUAYPO GRANDE S/N

Chincheru - Urubamba

Cusco.-

Asunto : DATOS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA 6/3/3 MVA 138/34.5/10.5KV SUBESTACION CACHIMAYO.

Referencia : a) S/N - 03 FOLIOS - REG. 1097 - MESA PARTES DIGITAL (PCM-FACILITA)

De mi consideración:

Mediante la presente me dirijo a usted, para manifestarle que en el marco del TUO de la Ley Nro. 27806 Let de Transparencia y Acceso a la Información Pública y su Reglamento, para dar respuesta a su requerimiento en los siguientes términos:

Requerimiento:

Datos del transformador de potencia 6/3/3 MVA 138/34.5/10.5 kV Subestación Cachimayo con el siguiente detalle:

- El nivel de cargabilidad en los 3 devanados
Se adjunta la información en archivos Excel, es preciso señalar que el devanado de 34.5 KV, se encuentra fuera de servicio, no se tiene información.
- Mediciones registradas en las celdas (potencia y energía),
Se adjunta la información en archivos Excel
- Temperatura del transformador
No se cuenta con dicha información.
- Placa del trafo
Se adjunta en pdf, los datos de placa.
- El diagrama unifilar
Se adjunta en pdf el diagrama unifilar.
- La evolución de la cargabilidad del trafo y demanda de potencia y energía en las barras 138/34.5/10.5 kV de los últimos 4 años 2020-2024/25.
Se adjunta al presente la información en archivos Excel.

Debido a que, la capacidad de los archivos supera los límites para ser remitidos por correo se adjunta al presente el link para su descarga correspondiente.

https://drive.google.com/file/d/1WYUftr-rHNxSTh-QJ_Ni0FjrRo5Aet2r/view?usp=sharing

Toda esta información que se le está proporcionando es sólo para fines académicos de investigación de tesis, no pudiendo ser utilizada para otros fines.

Atentamente,

LUIS FEDERICO COVARRUBIAS CHOCANO
 RESPONSABLE DE ACCESO A LA INFORMACIÓN



Según lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Puede validar la autenticidad e integridad del documento generado a través del código QR ubicado en la parte inferior izquierda del presente documento o colocando la siguiente dirección en la barra del navegador: <http://siged.egemsa.com.pe/SistemaCasillaVerificacion> e ingresando la siguiente clave BGODHB.

Para un próximo trámite, señalar el número de expediente: 20251211001907