

NOMBRE DEL TRABAJO

**Modelamiento de una Linea de Subtransmisión en 33 kV para Interconectar el Sistema Eléctrico Aislado**

AUTOR

**GIANCARLOS ISAAC VELARDE NOA**

RECUENTO DE PALABRAS

**15045 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**77013 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**88 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**6.8MB**

FECHA DE ENTREGA

**Feb 29, 2024 9:10 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Feb 29, 2024 9:11 PM GMT-5**

### ● 11% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS ( )      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres: VELARDE NOA GIANCARLOS ISAAC
D.N.I.: 74660425
Otro Documento:
Nacionalidad: PERUANO
Teléfono: 910034402
e-mail: gianven.99@gmail.com

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad: FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico: TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Título Profesional otorgado: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

**Datos de trabajo de investigación**

Título: MODELAMIENTO DE UNA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN EN 33 KV PARA INTERCONECTAR EL SISTEMA ELÉCTRICO AISLADO DE ATICO, AREQUIPA-2023
Fecha de Sustentación: 16 DE DICIEMBRE DE 2023
Calificación: APROBADO CON DISTINCIÓN
Año de Publicación: 2024

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo  X  No autorizo \_\_\_\_\_

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	( )

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

---

---

Motivos de la elección del acceso restringido:

---

---

---

---

---

VELARDE NOA GIANCARLOS ISAAC

APELLIDOS Y NOMBRES

74660425

DNI

Firma y huella:



Lima, 29 de FEBRERO del 2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“MODELAMIENTO DE UNA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN EN 33 KV  
PARA INTERCONECTAR EL SISTEMA ELÉCTRICO AISLADO DE  
ATICO, AREQUIPA - 2023”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

VELARDE NOA, GIANCARLOS ISAAC  
ORCID: 0009-0001-5544-7526

**ASESOR**

SALAZAR HUAMANÍ, GUSTAVO NÉSTOR  
ORCID: 0000-0001-9107-1258

**Villa El Salvador  
2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

**VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional  
Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

En Villa El Salvador, siendo las 11:51 horas del día 16 de Diciembre, se reunieron en las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	:	DRA. MARGARITA FREDESVINDA MURILLO MANRIQUE	C.I.P. N° 59410
Secretario	:	MG. CARLOS HERNAN FLORES VELASQUEZ	C.I.P. N° 129506
Vocal	:	MG. FABRIZIO ARMANDO MILLAN MONTALVO	C.I.P. N° 112861

Designados con Resolución de Decanato N° 984-2023-UNTELS-R-D, de fecha 13 de diciembre del 2023.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional (Resolución de Consejo Universitario N° 065-2023-UNTELS-CU de fecha 08 de agosto del 2023), en la cual se APRUEBA el “Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur”; siendo que el Art. 4º del precitado Reglamento establece que: **“La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...”**, en el cual;

El Bachiller: **GIANCARLOS ISAAC VELARDE NOA**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: **“MODELAMIENTO DE UNA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN EN 33 KV PARA INTERCONECTAR EL SISTEMA ELÉCTRICO AISLADO DE ATICO, AREQUIPA - 2023”**

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición Aprobado con Distinción Equivalencia Muy Bueno de acuerdo al Art. 65º del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las 12:30 del día 16 de diciembre del 2023 se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado.

 <b>CARLOS HERNÁN FLORES VELASQUEZ</b> <b>INGENIERO ELECTRICISTA</b> <b>Reg. CIP N° 129506</b> <b>SECRETARIO</b> <b>MG. CARLOS HERNÁN FLORES VELASQUEZ</b> <b>C.I.P. N° 129506</b>	 <b>Margarita Murillo M.</b> <b>Ingeniera Electricista</b> <b>Reg. C.I.P. 59410</b> <b>DRA. MARGARITA FREDESVINDA MURILLO MANRIQUE</b> <b>C.I.P. N° 59410</b> <b>PRESIDENTE</b>	 <b>MG. FABRIZIO ARMANDO MILLAN MONTALVO</b> <b>INGENIERO ELECTRICISTA</b> <b>Reg. CIP N° 112861</b> <b>VOCAL</b> <b>MG. FABRIZIO ARMANDO MILLAN MONTALVO</b> <b>C.I.P. N° 112861</b>
---	--	--

Nota: Art. 14º.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del presidente del jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Félix y Bertha quienes siempre me apoyaron incondicionalmente, a mi tía Mary quien siempre me dio ánimos en momentos difíciles para seguir adelante y obtener mi profesión.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios.

Envío mi reconocimiento a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, que siempre consideré como un segundo hogar.

Reconozco y agradezco a todos los educadores y compañeros con quienes compartí vivencias, en especial a mi colega Miguel ya que a través de esas experiencias adquirí los valores esenciales que me convierten en un profesional ejemplar.



## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>2</b>
<b>ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>2</b>
1.1. Contexto .....	2
1.2. Delimitación .....	2
1.3. Objetivos .....	3
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>4</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.2. Bases Teóricas .....	7
2.3. Definición de Términos Básicos .....	19
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>21</b>
<b>DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....</b>	<b>21</b>
3.1. Determinación y análisis del problema.....	21
3.2. Modelo de solución propuesto.....	22
3.3. Resultados .....	55
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Sistema eléctrico radial.....	7
<b>Figura 2:</b> Transformador de distribución.....	8
<b>Figura 3:</b> Regulador de tensión monofásico.....	10
<b>Figura 4:</b> Regulador de tensión tipo A.....	11
<b>Figura 5:</b> Regulador de tensión tipo B.....	11
<b>Figura 6:</b> Componentes simétricas de un sistema desbalanceado.....	17
<b>Figura 7:</b> Suma vectorial de las componentes simétricas.....	17
<b>Figura 8:</b> Software DlgSILENT Power Factory.....	18
<b>Figura 9:</b> Diagnóstico de la central térmica Atico - año 2023 (0).....	23
<b>Figura 10:</b> Diagnóstico de la central térmica Atico - año 2024 (1).....	24
<b>Figura 11:</b> Diagnóstico de la central térmica Atico - año 2028 (5).....	25
<b>Figura 12:</b> Diagnóstico de la central térmica Atico - año 2033 (10).....	26
<b>Figura 13:</b> SET Alto Ocoña – 2023.....	29
<b>Figura 14:</b> SET Alto Ocoña – 2024.....	29
<b>Figura 15:</b> SET Alto Ocoña - 2028.....	30
<b>Figura 16:</b> SET Alto Ocoña – 2033.....	30
<b>Figura 17:</b> Georreferenciado en DlgSILENT.....	32
<b>Figura 18:</b> Flujo de carga del sistema eléctrico 2024.....	35
<b>Figura 19:</b> Salida de la línea de Subtransmisión de la SET Ocoña-2024.....	35
<b>Figura 20:</b> Interconexión de la central térmica de Atico – 2024.....	36
<b>Figura 21:</b> Flujo de carga del sistema eléctrico 2028.....	37
<b>Figura 22:</b> Salida de la línea de subtransmisión de la SET Ocoña-2028.....	37
<b>Figura 23:</b> Interconexión de la central térmica de Atico – 2028.....	38
<b>Figura 24:</b> Flujo de carga del sistema eléctrico – 2033.....	39
<b>Figura 25:</b> Salida de la línea de subtransmisión de la SET Ocoña-2033.....	39
<b>Figura 26:</b> Interconexión de la central térmica de Atico - 2033 (10).....	40
<b>Figura 27:</b> Flujo de carga del sistema eléctrico – 2038.....	41
<b>Figura 28:</b> Salida de la línea de subtransmisión de la SET Ocoña-2038.....	41
<b>Figura 29:</b> Interconexión de la central térmica de Atico - 2038 (15).....	42
<b>Figura 30:</b> Salida de la línea de subtransmisión de la SET Ocoña-2043.....	43
<b>Figura 31:</b> Flujo de carga del sistema eléctrico – 2043.....	43
<b>Figura 32:</b> Interconexión de la central térmica de Atico - 2043 (20).....	44

<b>Figura 33:</b> Regulador de tensión en la línea de subtransmisión.....	45
<b>Figura 34:</b> Perfil de caída de tensión – año 2024.....	46
<b>Figura 35:</b> Perfil de caída de tensión – año 2028.....	47
<b>Figura 36:</b> Perfil de caída de tensión – año 2033.....	48
<b>Figura 37:</b> Perfil de caída de tensión – año 2038.....	49
<b>Figura 38:</b> Perfil de caída de tensión – año 2043.....	50
<b>Figura 39:</b> Perfil de corriente de cortocircuito trifásico-año 2033.....	51
<b>Figura 40:</b> Perfil de corriente de cortocircuito bifásico a tierra-año 2033.....	52
<b>Figura 41:</b> Perfil de corriente de cortocircuito monofásico a tierra-año 2033 ..	52
<b>Figura 42:</b> Perfil de corriente de cortocircuito trifásico-año 2043.....	53
<b>Figura 43:</b> Perfil de corriente de cortocircuito bifásico a tierra-año 2043.....	54
<b>Figura 44:</b> Perfil de corriente de cortocircuito monofásico a tierra-año 2043 ..	54

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Brecha de oferta y demanda de potencia en la Central de Atico. ....	21
<b>Tabla 2:</b> Demanda proyectada del sistema - usuarios libres y regulados .....	22
<b>Tabla 3:</b> Demanda proyectada del sistema eléctrico (MW.).....	27
<b>Tabla 4:</b> Características técnicas de la LST-33 kV Ocoña-Atico.....	31
<b>Tabla 5:</b> Transformadores de distribución por localidad .....	33
<b>Tabla 6:</b> Características técnicas de las subestaciones Ocoña y Atico. ....	31
<b>Tabla 7:</b> Diagnóstico de cargabilidad del transformador de Atico .....	55
<b>Tabla 8:</b> Resultados de flujo de potencia, perfil de tensión y diagnóstico .....	55
<b>Tabla 9:</b> Resultados de flujo de carga a lo largo de la línea .....	56
<b>Tabla 10:</b> Pérdidas de potencia de la línea de subtransmisión.....	56
<b>Tabla 11:</b> Resultados del estudio de cortocircuito – año 2033.....	57
<b>Tabla 12:</b> Resultados del estudio de cortocircuito – año 2043.....	57
<b>Tabla 13:</b> Resultados del estudio de cortocircuito con impedancia-2033.....	58
<b>Tabla 14:</b> Resultados del estudio de cortocircuito con impedancia-2043.....	58
<b>Tabla 15:</b> Resultados del estudio de cortocircuito de transformadores – Año 2033.....	58
<b>Tabla 16:</b> Resultados del estudio de cortocircuito de transformadores – Año 2043.....	59

## RESUMEN

El trabajo de suficiencia profesional abordó el modelamiento de una línea de subtransmisión de 33 kV mediante el empleo de herramientas digitales de simulación. Asimismo, el objetivo principal fue analizar el impacto de la interconexión de la central térmica del sistema eléctrico aislado de Atico al SEIN.

Actualmente, la central térmica de Atico se alimenta mediante 4 grupos electrógenos que suministran energía a una tensión de 0,4 kV, elevándola a 10 kV mediante un transformador, para su distribución. Sin embargo, debido al crecimiento de la demanda poblacional y la incorporación de cargas adicionales, se prevé que esto genere sobrecargas en el equipamiento existente de la central de Atico.

En este contexto, se planteó el modelado de una línea de subtransmisión de 33 kV que se conectaría a la barra de 33 kV del centro poblacional de Ocoña (conectada al SEIN), enlazándose con la barra de la central térmica de Atico existente a 10 kV mediante un transformador de potencia de 2,5 MVA.

Para viabilizar esta interconexión, se llevó a cabo un modelamiento del sistema existente y la realización de un diagnóstico inicial del sistema mediante un estudio de flujo de carga en condiciones operativas. Posteriormente, se procedió con el modelamiento de la interconexión, incluyendo el análisis de flujo de carga de la línea, la caída de tensión en la misma y un estudio de cortocircuito. Estos análisis se llevaron a cabo utilizando el software de simulación de sistemas de potencia Power Factory SP2.

**Palabras Clave:** SEIN, línea de subtransmisión, flujo de potencia, cortocircuito.

## ABSTRACT

The professional proficiency work addressed the modeling of a 33 kV subtransmission line through the use of digital simulation tools. Likewise, the main objective was to analyze the impact of the interconnection of the thermal power plant of the isolated electrical system of Atico to the SEIN.

Currently, the Atico thermal power plant is powered by 4 generator sets that supply energy at a voltage of 0.4 kV, raising it to 10 kV for distribution. However, due to the growth in population demand and the incorporation of additional loads, it is expected that this will generate overloads in the existing equipment of the Atico plant.

In this context, the modeling of a 33 kV subtransmission line was proposed that would be connected to the 33 kV bus in the population center of Ocoña (connected to the SEIN), linking with the bus of the existing Atico thermal power plant at 10 kV. using a 2.5 MVA power transformer.

To make this interconnection viable, modeling of the existing system was carried out and an initial diagnosis of the system was carried out through a load flow study under operating conditions. Subsequently, we proceeded with the modeling of the interconnection, including the analysis of the load flow of the line, the voltage drop in it and a short circuit study. These analyzes were carried out using Power Factory SP2 power system simulation software.

**Keywords:** SEIN, subtransmission line, power flow, short circuit.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de transmisión desempeñan un papel sumamente significativo en la industria energética, ya que su función radica en transportar energía eléctrica a largas distancias con mínimas pérdidas económicas, contribuyendo al desarrollo energético del país.

El trabajo implica desarrollar y analizar el modelamiento para una línea de subtransmisión en 33 kV. Esta línea conectará el sistema eléctrico autónomo de la localidad de Atico con el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), mediante la Subestación Eléctrica de Transmisión en el poblado de Ocoña.

En cuanto al análisis de flujo de potencia, que es un paso inicial e importante para el desarrollo del estudio, se realizará empleando el software DIgSILENT Power Factory 2021 para la simulación de los sistemas eléctricos de potencia.

La estructura seguida en el presente trabajo comprende de 3 capítulos. El primero, abarca el planteamiento del problema, el segundo el desarrollo del marco teórico y finalmente el tercero corresponde al desarrollo del estudio.

# **CAPITULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. Contexto**

Prieto Ingenieros Consultores S.A. es una empresa consultora con sede ubicada en Santiago de Surco, Lima, Perú, que se dedica al desarrollo de ingeniería en proyectos eléctricos.

La misión de la empresa es crear soluciones para la elaboración de proyectos de líneas de transmisión, subestaciones de transmisión, redes de distribución, estudios de análisis de flujo de carga de sistemas eléctrico de transmisión, estudio de mercado eléctrico, metrado, presupuestos y evaluación económica de alternativas. Los principales clientes son las empresas concesionarias transmisoras y distribuidoras de energía públicas y privadas, así como también organismos públicos reguladores.

La visión de la empresa de consultoría PRICONSA es convertirse en el principal agente de desarrollo de proyectos nacionales de ingeniería.

### **1.2. Delimitación**

#### **1.2.1. Delimitación Temporal**

El presente trabajo de suficiencia profesional comprende del periodo de agosto del 2023 a diciembre del 2023.

#### **1.2.2. Delimitación Espacial**

El estudio se desarrolló en la empresa Prieto Ingenieros Consultores S.A., que se encuentra ubicada en Jr. Miguel Ángel Buonarrotti Nro. 371 Int. 101, Lima, Perú. La empresa se dedica al desarrollo de ingeniería en sistemas de alta y media tensión.

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo 1**

Desarrollar el diagnóstico del flujo de carga y perfil de tensión del sistema eléctrico existente de Atico y de las subestaciones de La Huerta y Ocoña, mediante el software DlgSILENT Power Factory SP2 2021.

#### **Objetivo 2**

Determinar el flujo de potencia para evaluar la cargabilidad, las pérdidas de potencia y la caída de tensión en la línea de subtransmisión en 33 kV que interconectará el sistema eléctrico aislado de Atico, mediante el software DlgSILENT Power Factory SP2 2021.

#### **Objetivo 3**

Realizar el estudio de cortocircuito de la línea de subtransmisión en 33 kV y subestaciones de distribución mediante el software de simulación DlgSILENT Power Factory SP2 2021.



## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación.**

#### **2.1.1. Antecedentes Nacionales**

(De La Cruz, 2023) en su estudio titulado *Análisis de la Estabilidad de Tensión en el Sistema Eléctrico Oxapampa utilizando el programa DIgSILENT*, realizada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, tuvo como objetivo principal realizar un análisis de la estabilidad de tensión. El nivel de la investigación del estudio mencionado fue aplicativo. Por otro lado, la metodología que empleó fue basada en el uso del software de simulación de flujo en sistemas de potencia DIgSILENT para analizar la estabilidad de tensión en el sistema eléctrico. En su conclusión obtuvo que el sistema eléctrico de Oxapampa ante una perturbación simulada de salida momentánea de la línea de transmisión Yaupi-Oxapampa no pierde la estabilidad de voltaje.

(Mamani, 2019) en su tesis denominada *Estudio de Pre-Operatividad para la Conexión de la Central Hidroeléctrica San Gabán I al SEIN mediante una Línea de Transmisión en 220 kV*, realizada en la Universidad Nacional del Altiplano, tuvo como objetivo principal realizar el estudio de Pre-Operatividad para evaluar el impacto al conectar la central hidroeléctrica San Gaban I al SEIN por medio de una línea de transmisión en 220 kV. El tipo de metodología que se empleó en el proyecto de investigación fue de tipo descriptivo y analítico mediante simulaciones de flujo de potencia para los casos de estado estacionario, análisis de cortocircuito, análisis de contingencias y estabilidad del sistema mediante el uso del software de simulación DIgSILENT Power Factory 15.1.7. La conclusión que obtuvo en su estudio fue de que la conexión de la central eléctrica San Gaban I no presenta un impacto negativo en la operación del sistema interconectado, el proyecto tiene un impacto positivo debido a que se proyecta a cubrir una

parte de la demanda energética del país para el impulso del desarrollo económico.

(Osorio, 2022) en su estudio denominado *Control de Potencia Activa y Reactiva para Mantener en Condición Estable el Sistema Eléctrico de Potencia Zona Centro Utilizando el Software DIgSILENT*, realizada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, el objetivo principal fue realizar la simulación del sistema eléctrico correspondiente a la zona centro, para analizar la estabilidad ante fallas esporádicas que causan el desabastecimiento de energía en la zona centro. El nivel de investigación fue aplicativo. La metodología que empleó fue mediante el modelamiento del sistema eléctrico en el software DIgSILENT Power Factory versión 15.1, con el cual logró las simulaciones para los casos de contingencias propuestas en el análisis. Como conclusión obtuvo que el control de la potencia activa se logra en las máquinas síncronas de los centros de generación y la potencia reactiva se controlaba en las barras de carga del sistema mediante el uso de banco de condensadores. Los niveles de tensión; niveles de cargabilidad de la línea, transformadores y generadores permanecen en condición estable ante las contingencias que se analizó en el sistema eléctrico estudiado.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

(Castelblanco & González, 2022) sobre *Metodología para el Análisis de flujo de carga y fallas de baja impedancia en sistemas de distribución con generación distribuida bajo estándar ANSI utilizando el software DIgSILENT*, realizada en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, cuyo objetivo fue realizar un análisis de flujo de carga y fallas de baja impedancia en los sistemas de distribución bajo la normativa ANSI. La metodología empleada se ha disgregado en seis fases comprendidas de recopilación de información, análisis, parametrización, modelamiento, identificación de métricas y conclusiones. La conclusión de la investigación es que el

modelamiento y caracterización de los sistemas de distribución es importante puesto que son la base para realizar una proyección adecuada de los elementos que se requiere en el sistema eléctrico.

(Carchi & Yela, 2022) En el trabajo *Diseño y Análisis en DlgSILENT del Nivel de Voltaje de la Línea de Subtransmisión L5 desde el Punto de Entrega hasta la Subestación Balzar - CNEL EP Unidad de Negocios Guayas – Los Ríos*, realizado en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, tuvo como objetivo realizar un estudio de la caída de tensión en la línea de subtransmisión L5, empleando el programa de simulación DlgSILENT para analizar la inestabilidad del sistema eléctrico, tomar correctivos necesarios y mejorar el servicio eléctrico. La metodología empleada fue analizar las variaciones de voltaje para la obtención de parámetros que no permiten la transmisión eficiente de energía. La conclusión del estudio fue que cumplió con los estándares de servicio ya que se entregó al usuario la mayor calidad posible de energía a un bajo costo.

(Yépez & Caicedo, 2023) En su trabajo sobre la *Regulación Óptima de Voltaje en Línea de Media Tensión en Zona Rural Mediante DlgSILENT* realizado en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador tuvo como objetivo analizar y comprobar la regulación óptima de los reguladores de tensión en las redes de distribución en sistemas rurales utilizando el software DlgSILENT, con la finalidad de mejorar las variaciones de tensión que tienen las redes. El nivel de investigación es aplicativo. La metodología empleada fue mediante el levantamiento de información de las redes de distribución situadas en el Ecuador, para luego cargar la información al software DlgSILENT con la que realizó la simulación. La conclusión del estudio fue que la línea trifásica que alimenta a las cargas superaba el rango permitido del -6% hasta un -8% por lo que se optó por instalar un banco de reguladores de tensión recuperando hasta un 4% del nivel de tensión en el extremo del alimentador que alimenta las cargas requeridas.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Sistemas Eléctricos de Potencia

Los sistemas eléctricos de potencia son un conjunto de elementos (generadores, líneas de transmisión y transformadores) que forman una red interconectada necesaria para suministrar de energía a un área determinada. (Briones & Pincay, 2020)

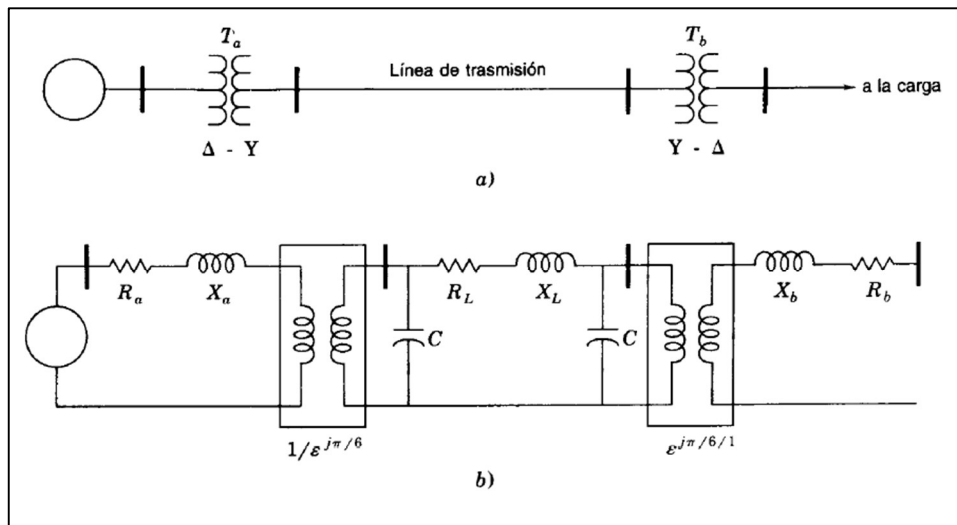
Según Juárez (1995):

Sistema eléctrico radial:

Este sistema por conectar la carga con la fuente mediante una sola trayectoria, véase en la Figura 1.

**Figura 1**

*Sistema eléctrico radial.*



Nota: a) Diagrama unifilar; b) Circuitos equivalentes monofásicos con parámetros en por unidad. (Grainger & Stevenson, 2002).

### 2.2.2. Transformador

El transformador es un equipo importante dentro del sistema eléctrico pues son el enlace entre los generadores del sistema de potencia y de las líneas de transmisión, para líneas que se conectan entre diferentes niveles de tensión y para la distribución final a los usuarios (Grainger & Stevenson, 2002).

En un sistema eléctrico de potencia o de distribución son empleados distintos tipos de transformadores los cuales se clasifican:

Según Avelino (2008) clasifica los transformadores por la potencia que se emplea dentro del sistema eléctrico por:

- a. Transformadores de Distribución.  
Los que tienen capacidad desde 5 hasta 500 kVA (monofásicos y/o trifásicos).
- b. Transformadores de Potencia.  
Son los que poseen capacidades mayores a los 500 kVA.

**Figura 2:**

*Transformador de distribución.*



Nota: <https://www.weg.net/institucional/PE/es/>

### **2.2.3. Líneas de Subtransmisión**

Las líneas de subtransmisión son el medio por el cual se transporta la energía eléctrica desde las centrales de generación hacia los sistemas de distribución los cuales suministran la carga.

Según la Sección 01–017.A. del Código Nacional de Electricidad – Suministro (CNE-S,2011), clasifica los siguientes niveles de tensión:

- Baja Tensión: 380 / 220 V; 380 / 220 V.
- Media Tensión: 20,0 kV (\*); 22,9 kV; 33 kV; 22,9 / 13,2 kV; 33 / 19 kV.
- Alta Tensión: 60 kV; 138 kV; 220 kV.
- Muy Alta Tensión: 500 kV.

En un sistema eléctrico, las líneas de transmisión comparten parámetros eléctricos fundamentales como la resistencia, capacitancia, inductancia y admitancia (Saadat, 1999).

Los elementos principales en una línea de subtransmisión son los siguientes:

#### **Soportes**

Es la estructura principal en las líneas de transmisión, pues esta soporta las cargas mecánicas producto del peso de los conductores y fuerzas externas. Los materiales más empleados en el Perú son la madera, concreto, polímero reforzado con fibra de vidrio y torres de celosía.

#### **Aislamiento**

El aislamiento es el puente de conexión entre la materia energizada (conductor) y la des energizada (soporte).

#### **Conductor eléctrico**

Los conductores eléctricos cumplen la función de transportar la energía eléctrica, estos deben soportar el traslado de energía y los esfuerzos mecánicos producidos por factores externos.

El conductor seleccionado para la simulación de la línea de transmisión es 120 mm<sup>2</sup> y 70 mm<sup>2</sup> del tipo AAAC.

### 2.2.4. Regulador de Tensión

El suministro de energía en los sistemas eléctricos se encuentra expuesto a inestabilidad de tensión, la cual puede ser causada por las variaciones presentes en las cargas, transmisión y generación de energía. Es necesaria la utilización de un dispositivo de control denominado regulador de tensión, cuya finalidad es corregir y mejorar los niveles de tensión en los sistemas eléctricos empleando cambiador de tomas bajo carga. En la Figura 3 se presenta un regulador de tensión. El principio de funcionamiento se basa en un autotransformador, es decir aparte del acoplamiento magnético entre el devanado primario y secundario, existe un acoplamiento eléctrico.

**Figura 3**

*Regulador de tensión monofásico.*



Nota: <https://www.holley-epsac.com/producto/reguladores-de-tension-monofasico/>

## Tipos de Regulador de Tensión:

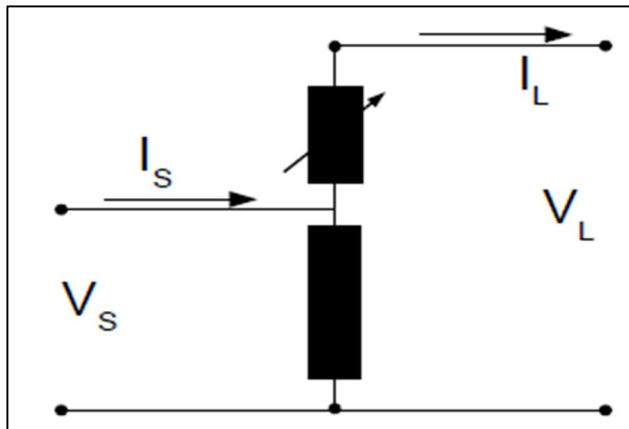
Según la normativa brasileña NBR 11809 – Ítem 3.10 se clasifican en:

### Regulador de Tensión Tipo A:

En este tipo de regulador los devanados en serie se encuentran conectados del lado de la carga, ver en la Figura 4.

**Figura 4**

*Regulador de tensión tipo A*



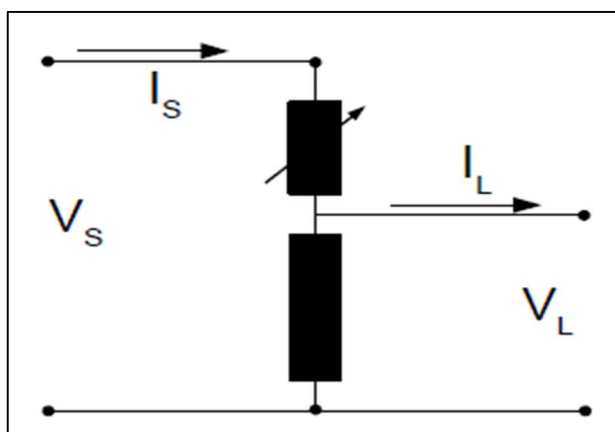
Nota: DlgSILENT GmbH. (2020). *Technical Reference – Step Voltage Regulator*.

### Regulador de Tensión Tipo B:

En este tipo de regulador los devanados en serie se encuentran conectados del lado de la fuente, ver en la Figura 5.

**Figura 5**

*Regulador de tensión tipo B*



Nota: DlgSILENT GmbH. (2020). *Technical Reference – Step Voltage Regulator*.



## 2.2.5. Método Newton-Raphson

Para el cálculo mediante el método de Newton-Raphson se menciona “la expansión en serie de Taylor para una función de dos o más variables es la base del método de Newton-Raphson para resolver el problema de flujos de potencia” (Grainger & Stevenson, 2002, p. 322).

En otras palabras, este método tiene una cualidad resaltante la cual es la convergencia, la convergencia cuadrática, en particular la versión desacoplada. Es debido a ello que este método es más eficiente que el método de Gauss-Seidel.

Respecto al método de Newton-Raphson donde el número de soluciones es autónomo del tamaño del sistema, por el contrario, en el método de Gauss-Seidel donde la cantidad de interacciones requiere del tamaño del SEP estudiado.

El flujo de cargas cuando es resuelto con el método de Newton-Raphson donde convierte ecuaciones no lineales en lineales. En relación a las ecuaciones no lineales que utilizan las potencias reales y reactivas en términos de voltaje de barra. Ello reduce los cálculos de demasiadas cantidades asimismo reduce el número de iteraciones.

Formulación del método Newton-Raphson:

En cuanto al sistema desarrollado en coordenadas polares, siendo expresadas las potencias de la siguiente manera:

$$P_i = v_i \sum_{j=1}^n v_j (G_{ij} \cos \delta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}) \dots \dots (1)$$

$$Q_i = v_i \sum_{j=1}^n v_j (G_{ij} \sin \delta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}) \dots \dots (2)$$

Para encontrar ángulos y voltajes según la ecuación Newton-Raphson:

$$\begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta v/v \end{bmatrix} = -[J]^{-1} \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \dots \dots (3)$$

$$J = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} \dots \dots (4)$$

Una vez obtenidas las correcciones de ángulo y magnitud de voltaje se deben corregir en base a las expresiones:

$$\theta^{k+1} = \theta^k + \Delta\theta^k \dots\dots\dots(5)$$

$$V^{k+1} = V^k(1 + \Delta V/V)^k \dots\dots\dots(6)$$

### 2.2.6. Parámetros Eléctricos

Según Mujal, R (2002) define los siguientes parámetros eléctricos:

**Resistencia:** Se define como la oposición que ofrece un material al flujo de electrones. La resistencia de cualquier tipo de material se puede expresar mediante la presente fórmula:

$$R = \rho \times \frac{L}{A} \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

R = Resistencia eléctrica a 20°C (en Ω)

ρ = Resistividad (en Ω.mm<sup>2</sup>/m)

L = Longitud del cable (en m)

A = Sección del cable (en mm<sup>2</sup>)

**Inductancia:** Está definida como la propiedad del elemento de un circuito que aprovecha la capacidad de almacenar energía en una bobina. La inductancia en una línea de subtransmisión está dada por la presente fórmula:

$$L = \left[ \frac{\mu}{2n} + 2 \ln \left( \frac{De}{re} \right) \right] \times 10^{-4} \left[ \frac{H}{km} \right] \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

n = Número de cables por fase

De = Distancia media geométrica entre fases (mm)

Re = Radio equivalente (mm)

L = Longitud de la línea (km)

$\mu$  = Permeabilidad (km/A)

**Capacitancia:** Es considerado un parámetro transversal en el cálculo de líneas de transmisión y es el resultado de la diferencia de potencial entre 2 conductores que lo conforman. Este parámetro es importante debido a que es causante del efecto capacitivo en las líneas de transmisión.

$$C = \frac{24,2t}{\log \left[ \frac{DMG}{r_{eq}} \right]} 10^9 \quad \dots\dots (9)$$

Donde:

t = Número de circuitos

DMG = Distancia media geométrica entre fases (mm)

Re = Radio equivalente (mm)

**Factor de Potencia:** (Aguayo, 2022) El factor de potencia se define como la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, siendo la potencia aparente el resultado de la suma vectorial de las componentes de potencia activa, reactiva y potencia de distorsión, esta última es resultado de las componentes armónicas presentes en el sistema. El factor de potencia puede encontrarse en adelanto o en atraso. Un factor de potencia adelantado significa que la corriente se adelanta a la tensión, lo que implica una carga capacitiva. Un factor de potencia atrasado significa que la corriente atrasa a la tensión, esto implica una carga inductiva.

$$FP = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}} \quad \dots\dots (10)$$

Donde:

P: Potencia activa (kW).

Q: Potencia reactiva (KVAr).

D: Potencia de distorsión (kVAh)

Debido a que se desconoce la característica de las cargas en la localidad de Atico, para la simulación en el flujo de potencia se considerará un factor de potencia de 0,95 en atraso según la normativa de Osinergmin, (Tarifas y Compensaciones para Sistemas Secundarios de Transmisión y Sistemas Complementarios de Transmisión Resolución N° 175-2013-OS/CD, 2021, Artículo 12).

### 2.2.7. Caída de tensión

La fórmula de caída de tensión aproximada para una línea está dada por la siguiente fórmula (Ministerio de Energía y Minas, 2003):

$$\Delta V = \frac{PxLx(R_1 + X_1 \tan(\varphi))}{10 V^2} \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

P: Potencia (kW)

V: Tensión entre fases. (kV)

L: Longitud de la línea. (km)

R: Resistencia de la línea de transmisión. (kOhm)

X: Reactancia de la línea de transmisión. (kOhm)

$\varphi$ : Ángulo del factor de potencia de la carga. (grados)

Según el Código Nacional de Electricidad – Suministro (CNE-S, 2011) establece que en todas las instalaciones la variación de tensión permisible es de  $\pm 5\%$  del valor de la tensión nominal.

### 2.2.8. Estudio de Cortocircuitos

La norma de la Comisión Eléctrica Internacional (IEC-60909, 2016) establece los procedimientos generales prácticos y concisos para el cálculo de corrientes de cortocircuito equilibradas o desequilibrada. La normativa establece el estudio para los siguientes tipos de cortocircuito:

- **Cortocircuito monofásico:** Camino conductor accidental o intencionado entre un conductor de fase y tierra local, en un sistema con neutro puesto a tierra sólidamente o a través de una impedancia.
- **Cortocircuito bifásico:** Camino conductor accidental o intencionado entre dos conductores de fase con o sin conexión a tierra
- **Cortocircuito trifásico:** Camino conductor accidental o intencionado entre tres conductores de fase con o sin conexión a tierra

### 2.2.9. Componentes Simétricas

(Grainger & Stevenson, 2002) Según el teorema de Fortescue, define que tres fasores desbalanceados de un sistema eléctrico trifásico, pueden ser descompuestos en tres sistemas balanceados:

**Componentes de secuencia positiva:** Está conformada por tres fasores de igual magnitud y que se encuentran desfasados en  $120^\circ$  cada uno respecto del otro y tienen la misma secuencia de fase que los fasores de origen.

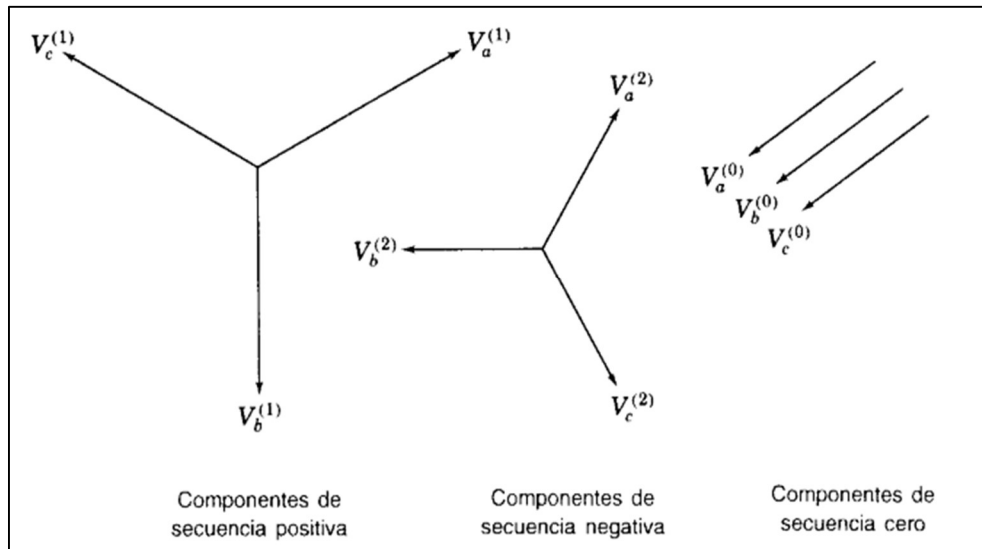
**Componentes de secuencia negativa:** Está conformada por tres fasores de igual magnitud y que se encuentran desfasados  $120^\circ$  cada uno respecto del otro y tienen una secuencia de fase opuesta a los fasores de origen.

**Componentes de secuencia cero:** Se encuentra conformado por tres fasores de igual magnitud pero que tienen un desfase de  $0^\circ$  el uno respecto de otro.

En la Figura 6 se aprecia las componentes simétricas de un sistema desbalanceado y en la Figura 7, se puede ver las componentes resultantes de la suma vectorial.

**Figura 6**

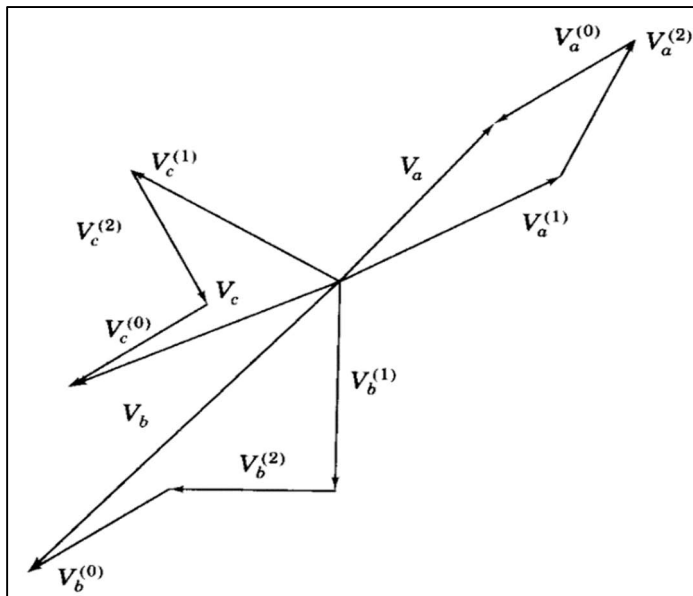
*Componentes simétricas de un sistema desbalanceado.*



Nota: Grainger & Stevenson (2002)

**Figura 7**

*Suma vectorial de las componentes simétricas.*



Nota: Grainger & Stevenson (2002)

### **2.2.10. Potencia de cortocircuito simétrica inicial:**

Es el valor ficticio determinado por el producto de la corriente de cortocircuito simétrica inicial  $I_k''$ , por la tensión nominal del sistema  $U_n$  (IEC 60909).

$$S_k'' = \sqrt{3}U_n I_k'' \quad \dots\dots\dots (12)$$

### 2.2.11. Software de simulación DlgSILENT Power Factory 2021 SP2

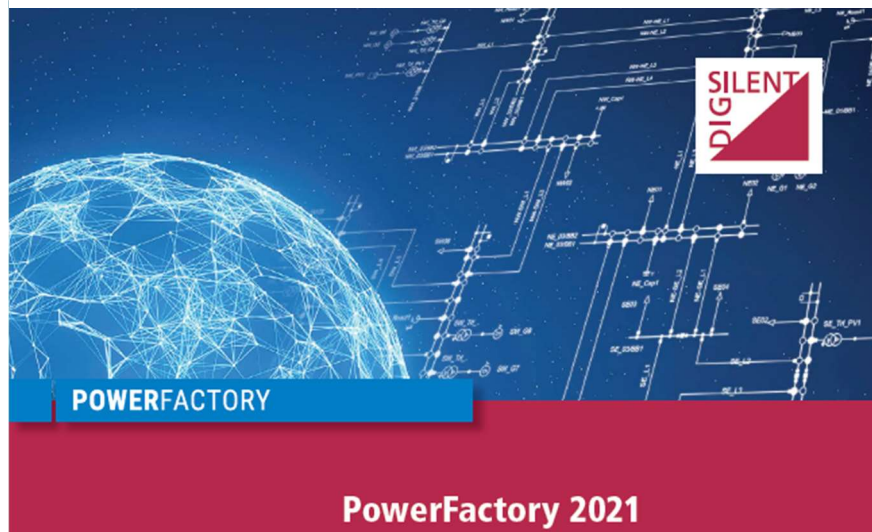
El software DlgSILENT Power Factory permite realizar la simulación de los sistemas eléctricos de potencia con el cual se pueden analizar varios estudios eléctricos.

DlgSILENT Power Factory combina muchas capacidades de simulación que comprenden de: Análisis de fallas, Simulación dinámica, Flujos de Potencia, Optimización de redes de distribución, Análisis modal, Confiabilidad, Análisis de protecciones y Estabilidad de tensión. (DlgSILENT GmbH, s.f.)

DlgSILENT se basa en la integración de dos lenguajes de programación: el DlgSILENT Programming Language (DPL) y el DlgSILENT Simulation Language (DSL), con el cual se pueden realizar nuevos componentes dinámicos para la simulación de la estabilidad transitoria y en el otro se puede realizar variadas funciones de simulación y distintas especies de aplicaciones.

**Figura 8**

*Software DlgSILENT Power Factory.*



Nota: DlgSILENT GmbH. (2020). *Technical Reference – Step Voltage Regulator.*

### 2.3. Definición de Términos Básicos

**Barra** Parte de las instalaciones de una subestación que es un punto en común (nodo del sistema) en donde se realiza el suministro y/o se retira energía.

**Carga:** Se establece la definición de una carga como un componente que se encuentra conectado a un sistema y se encuentra interactuando de forma directa con el mismo. Las cargas se encuentran conformadas por una variedad de clases como del tipo residencial, industrial y comercial

**Central Térmica:** Es una instalación en la que se obtiene la producción de energía eléctrica a partir de la quema de combustibles fósiles.

**Cortocircuito:** Es el camino conductor resultado de un accidente o intencional entre dos o más conductores de fase con o sin una conexión a tierra.

**Georreferenciado:** La georreferenciación consiste en el uso de coordenadas geográficas para asignar la ubicación espacial a ciertas entidades cartográficas. Todos los elementos que pertenecen a una capa de mapa contienen una ubicación geográfica y una extensión específica con la cual se pueden ubicar en la superficie terrestre.

**Corriente de cortocircuito:** Es la sobreintensidad resultante de un cortocircuito en un sistema eléctrico.

**SEIN:** Es el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, comprende todos los equipos de generación, transformación, transmisión y distribución que suministran energía en todo el Perú.

**Servicios Auxiliares:** Es el conjunto conformado por todos los dispositivos que tienen la función de alimentar las distintas cargas necesarias para la operación de la subestación, las cuales son: baterías, cargadores de baterías, grupos electrógenos de emergencia, transformadores, gabinetes de distribución, interruptores de media y baja tensión, cableado, etc.

**Subestación:** Es la instalación perteneciente a un sistema eléctrico, la cual se encarga de realizar la transformación de los niveles eléctricos para su



transmisión y/o distribución, el elemento principal de esta es el transformadores de potencia. Una subestación se puede encontrar asociada a una central generadora o con transformadores.

**AAAC:** Conductor eléctrico de aleación de aluminio.

## CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

### 3.1. Determinación y análisis del problema.

Los sistemas eléctricos de Ocoña y Atico, los cuales forman parte del área de demanda 9, pertenecen a la concesión de la empresa distribuidora de energía Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A. (SEAL).

Debido a la creciente demanda en la localidad de Atico, el equipamiento de la central térmica de Atico presenta problemas de cargabilidad. El insuficiente abastecimiento de energía eléctrica genera una falta de oferta energética disponible para el desarrollo de nuevos proyectos, cargas comerciales e industriales, habilitaciones urbanas, electrificación de nuevas localidades y el crecimiento vegetativo en la ciudad de Atico por lo que la carga existente y proyectada en un corto plazo no podrá ser atendida eficientemente con las instalaciones existentes, no garantizando la oferta de energía para atender la demanda de la zona del proyecto a futuro .

Como se puede apreciar en la Tabla 1, según la proyección de demanda para el año 2025 existe un balance negativo, el cual evidencia que la cantidad ofertada de energía por parte de la Central Térmica de Atico no podrá cubrir la demanda existente.

**Tabla 1**

*Brecha de oferta y demanda de potencia en la Central de Atico.*

Descripción	2024 (1)	2025 (2)	2026 (3)	2027 (4)	2028 (5)	2033 (10)	2038 (15)	2043 (20)
Oferta de Potencia (MW)	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
CT Atico 10 kV-1.6 MVA	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
Demanda de Potencia (MW)	1.21	1.52	1.55	1.58	1.61	1.78	1.99	2.23
Demanda Atico 10 kV	1.21	1.52	1.55	1.58	1.61	1.78	1.99	2.23
Balance Oferta-Demanda.	0.31	-0.0015	-0.03	-0.06	-0.09	-0.26	-0.47	-0.71

Nota: Hoja F-121 del Anexo F-100\_Demanda\_AD09 (Publicación de la Modificatoria del PIT 2021-2025).

## 3.2. Modelo de solución propuesto

### 3.2.1. Diagnóstico de las instalaciones existentes.

Se realizó un modelamiento en el software DlgSILENT Power Factory SP2 para determinar el estado de las instalaciones existentes. Mediante ello se diagnosticó y se verificó la cargabilidad del equipamiento existente asimismo se evaluó el perfil de tensión en el sistema eléctrico Ocoña – Caravelí y Atico.

#### a. Modelamiento en DlgSILENT de la red existente.

##### Central Térmica Atico

La central térmica de Atico, se encuentra ubicada en el distrito de Atico, cuenta con un transformador TP – 0.44/10 kV – 1.6 MVA con tensión de distribución en 10 kV y cuatro grupos electrógenos, siendo cada uno de 925 kVA, dos de 575 kVA y uno de 625 kVA, el patio de llaves en 10 kV es del tipo convencional y posee una configuración de simple barra con el equipamiento de:

- 01 celda de línea, con destino a Miramar, con equipamiento de maniobra (seccionador de barra, recloser y pararrayo).
- 01 celda de línea con destino a Atico, con equipamiento de maniobra (seccionador de barra, recloser y pararrayo).

La información base que se utilizó para la simulación de las cargas en el software fue la de la Tabla 2 donde se detalla la proyección de demanda del sistema eléctrico de Atico clasificado según usuarios libres y clientes regulados.

**Tabla 2:**

*Demanda proyectada del sistema - usuarios libres y regulados.*

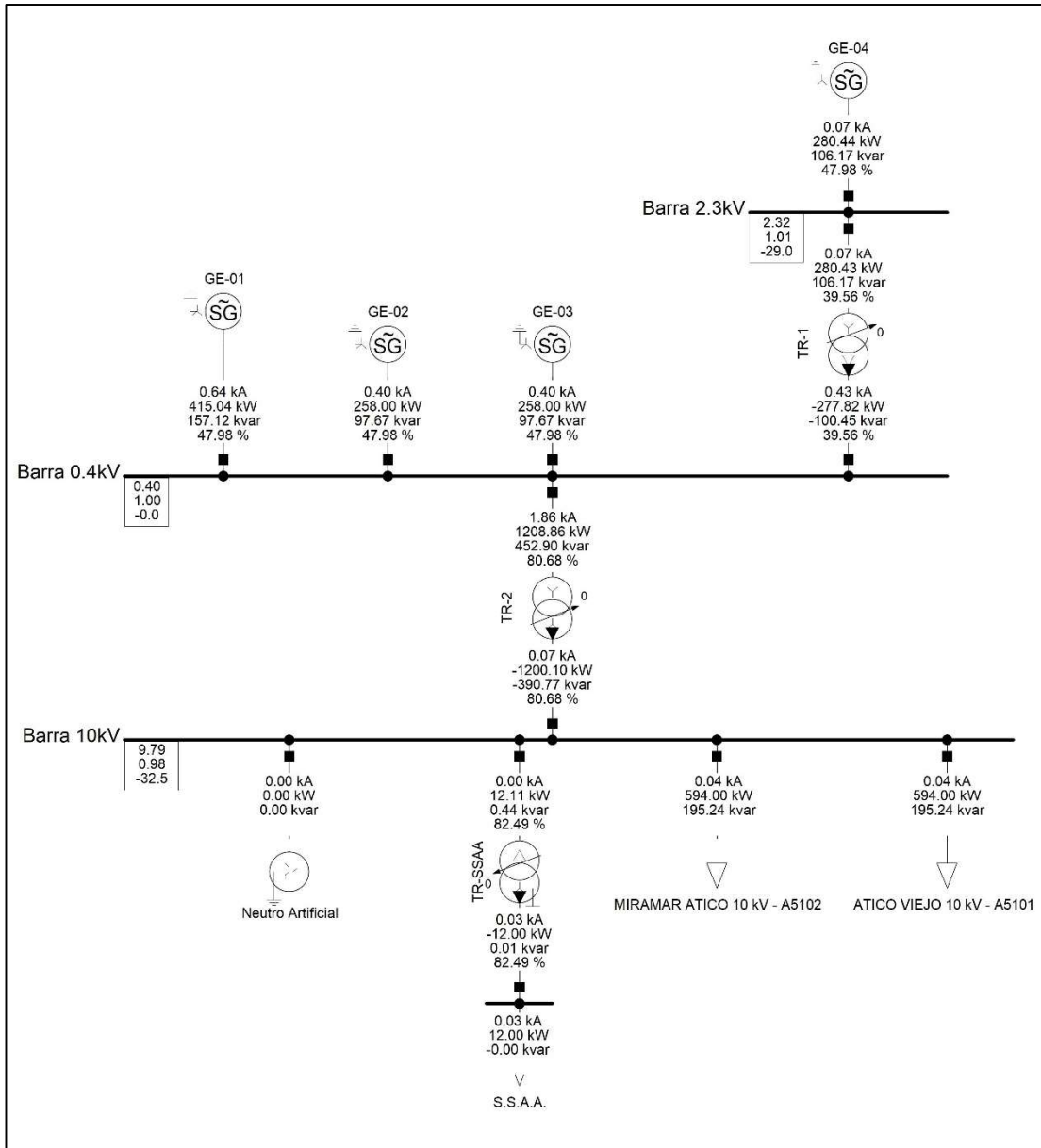
Año	2024 (1)	2025 (2)	2026 (3)	2027 (4)	2028 (5)	2033 (10)	2038 (15)	2043 (20)
Usuarios Regulados	0.80	0.82	0.85	0.88	0.91	1.09	1.29	1.53
Clientes Libres-Cargas Adicionales	0.42	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Potencia Total	<b>1.21</b>	<b>1.52</b>	<b>1.55</b>	<b>1.58</b>	<b>1.61</b>	<b>1.78</b>	<b>1.99</b>	<b>2.23</b>

Nota: Información remitida por Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A.

Se realizó el flujo de carga de los casos de estudio para los años 2023, 2024, 2028 y 2033, de la central térmica existente de Atico en base al diagrama unifilar del sistema eléctrico del Anexo 12. Los resultados de la simulación se muestran en las Figuras 9, 10, 11 y 12.

**Figura 9:**

*Diagnóstico de la central térmica Atico - año 2023 (0).*



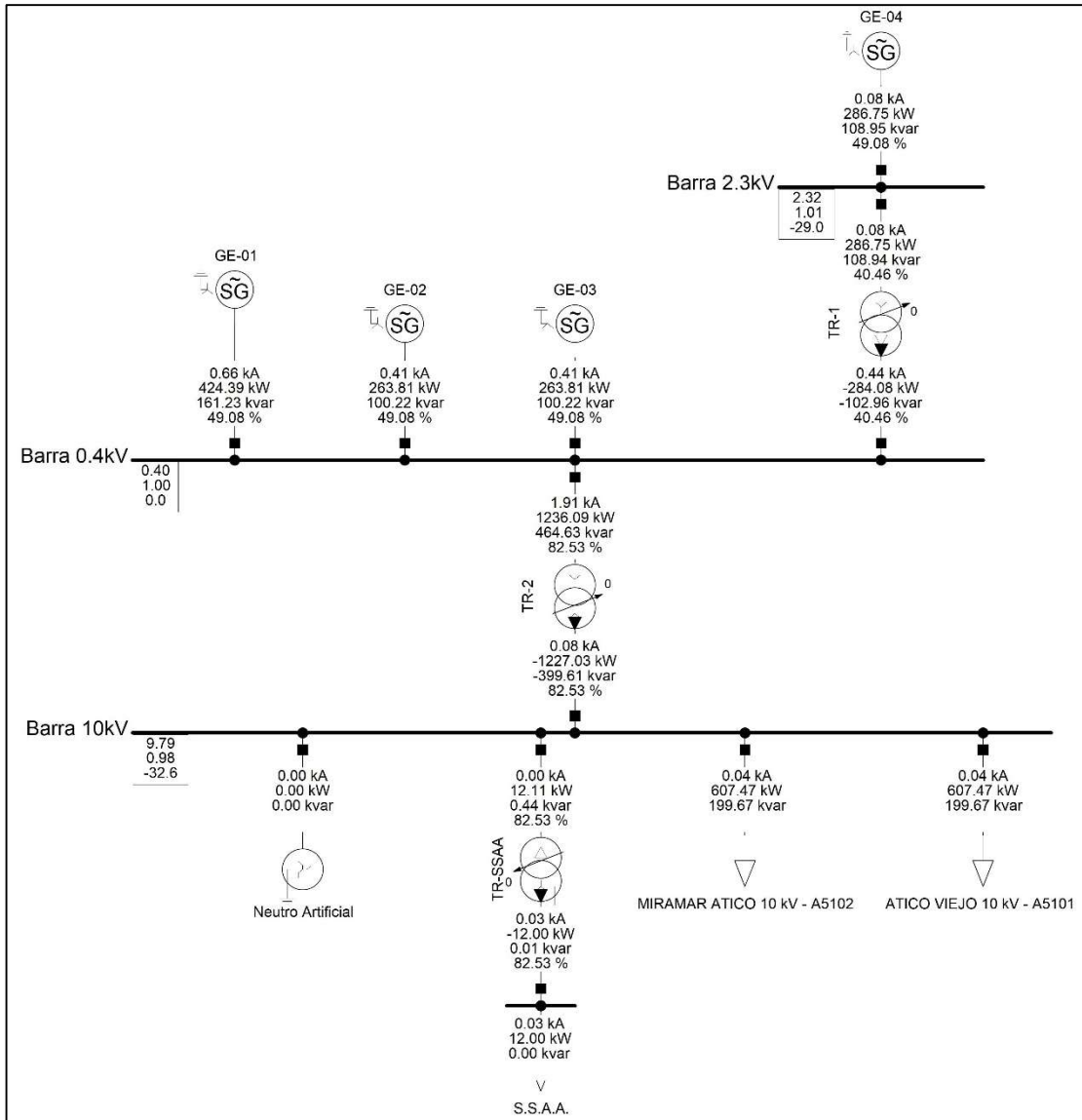
Nota: Elaboración propia.

En la Figura 9 se puede apreciar la cargabilidad de los equipos para el año 2024, teniendo los generadores GE-01, GE-02, GE-03 y GE-04 una

cargabilidad de 47.98%. Además, el transformador elevador TR-2 de 0.4/10 kV posee una cargabilidad de 80.68%.

**Figura 10**

*Diagnóstico de la central térmica Atico - Año 2024 (1).*

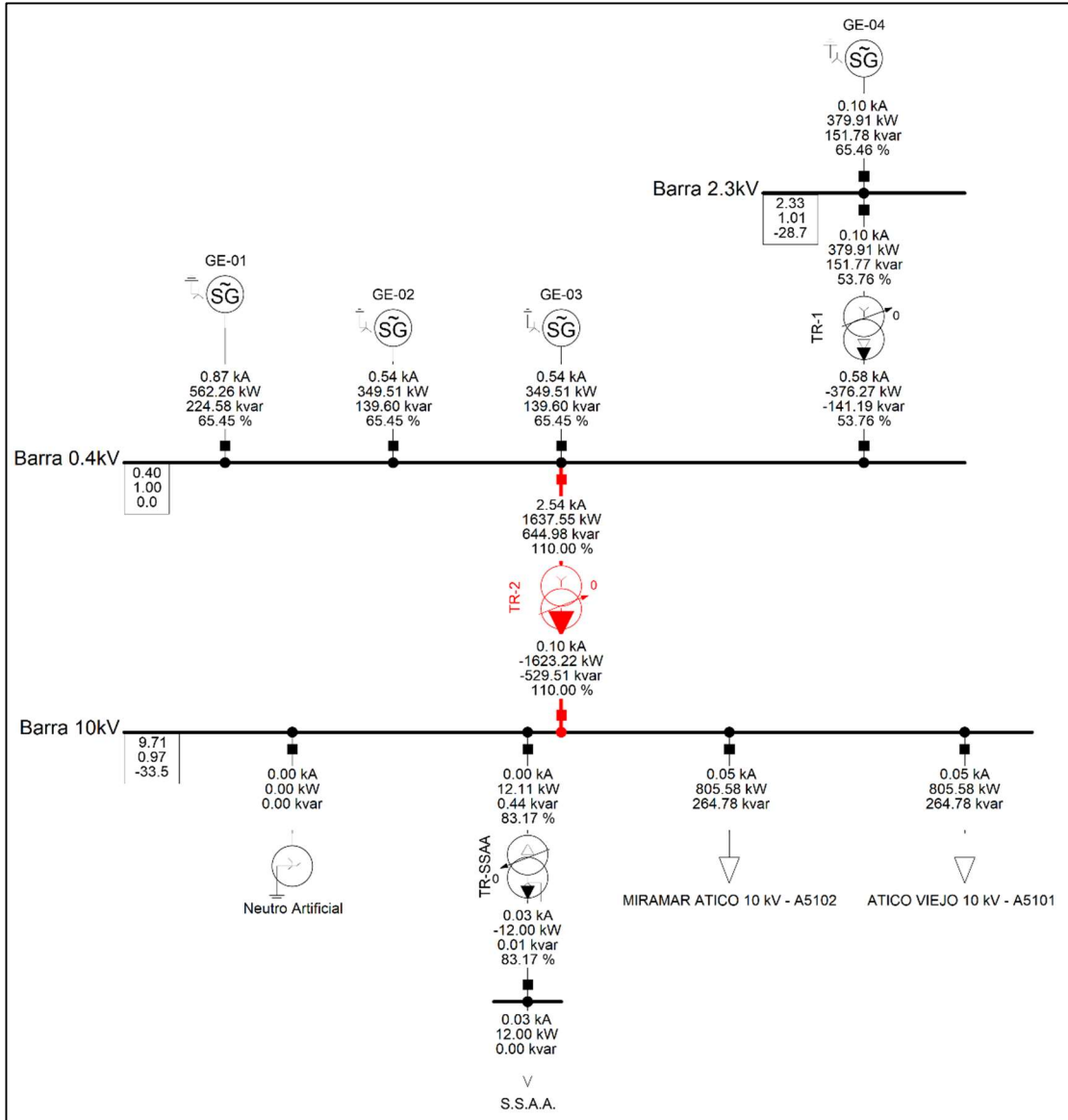


Nota: Elaboración propia.

En la Figura 10 se puede apreciar la cargabilidad de los equipos para el año 2024, teniendo los generadores GE-01, GE-02, GE-03 y GE-04 una cargabilidad de 49.08%. Además, el transformador elevador TR-2 de 0.4/10 kV posee una cargabilidad de 82.53%.

**Figura 11**

*Diagnóstico de la central térmica Atico - año 2028 (5).*

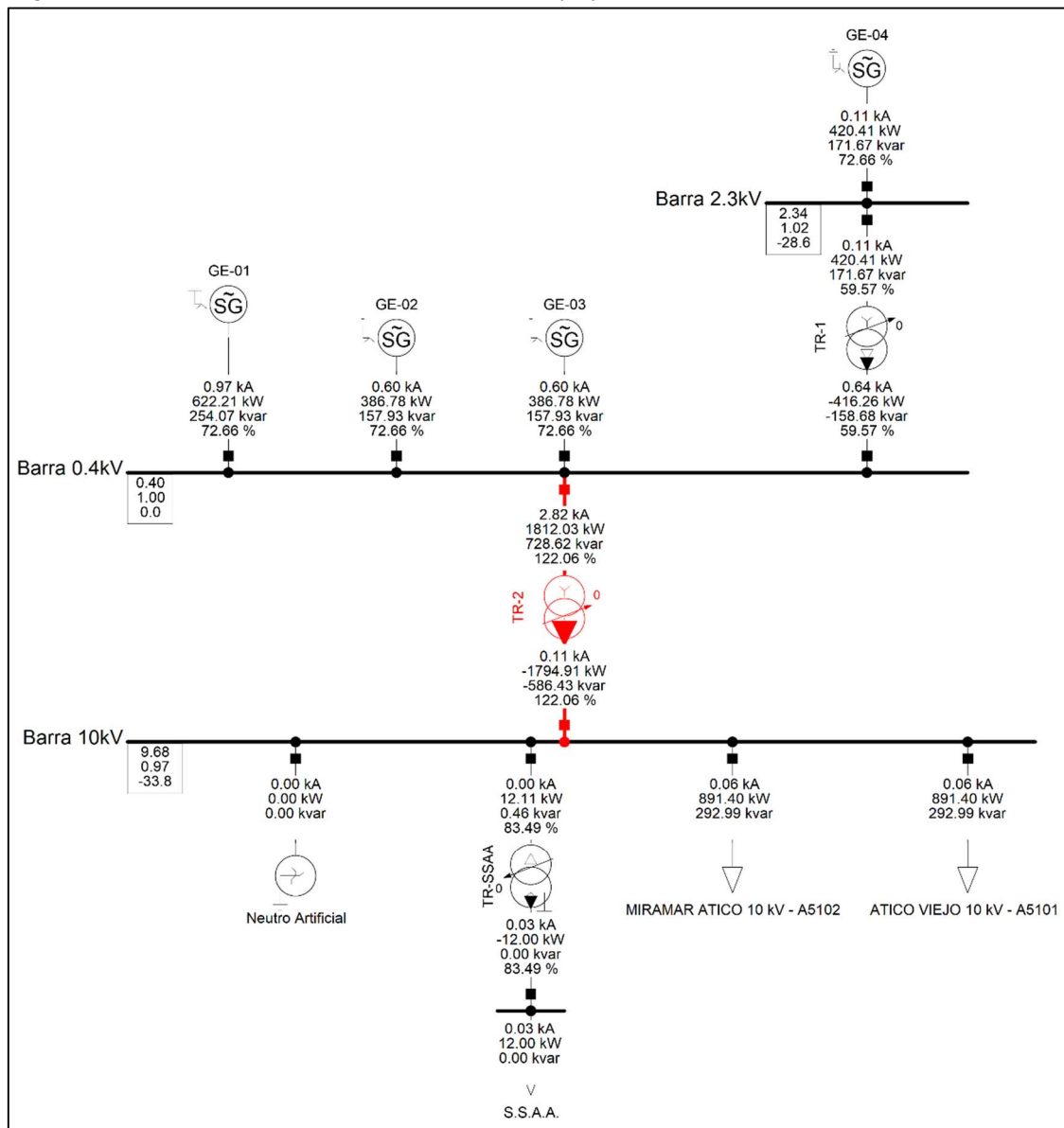


Nota: Elaboración propia.

En la Figura 11 se puede apreciar la cargabilidad de los equipos para el año 2028, teniendo los generadores GE-01, GE-02, GE-03 una cargabilidad de 65.45 % y el GE-04 una cargabilidad de 65.46%. Además, el transformador elevador TR-2 de 0.4/10 kV posee una sobrecarga de 110%.

**Figura 12:**

*Diagnóstico de la central térmica Atico - año 2033 (10).*



Nota: Elaboración propia.

En la Figura 12 se puede apreciar la cargabilidad de los equipos para el año 2033, teniendo los generadores GE-01, GE-02, GE-03 y GE-04 una cargabilidad de 72.66%. Además, el transformador elevador TR-2 de 0.4/10 kV posee una sobrecarga de 122.06%.

Según los resultados obtenidos en el diagnóstico de la central térmica Atico, se evidenció una sobrecarga en el transformador para el año 2024 y los generadores en el año 2033 los cuales operarían, según la simulación, al borde de su curva de capacidad. Por ello fue necesario realizar la evaluación de la interconexión del sistema aislado de la localidad de Atico mediante una línea de subtransmisión en 33 kV, así como también los análisis eléctricos de flujo de carga y estudio de cortocircuito, para determinar las condiciones de operación que tendrá la línea y medir el impacto sobre las instalaciones que se encuentran alrededor de la interconexión.

### **b. Diagnóstico de las subestaciones Ocoña y La Huerta.**

En la Tabla 3 se presenta la proyección de demanda del Sistema Eléctrico Ocoña, Caravelí y Atico, clasificada por subestaciones y barras respectivas. Esta información fue la base para la simulación y realización del diagnóstico de las subestaciones de La Huerta y Ocoña.

**Tabla 3**

*Demanda proyectada del sistema eléctrico (MW.)*

<b>Subestación</b>	<b>Barra</b>	<b>Tensión (kV)</b>	<b>2024 (1)</b>	<b>2025 (2)</b>	<b>2026 (3)</b>	<b>2027 (4)</b>	<b>2028 (5)</b>	<b>2033 (10)</b>	<b>2038 (15)</b>	<b>2043 (20)</b>
ALTO OCOÑA	HUERTA033	33.0	4.13	4.23	4.33	4.43	4.53	5.12	5.82	6.65
OCOÑA	OCOÑA033	33.0	3.64	3.72	3.80	3.88	3.97	4.45	5.02	5.70
CARAVELI	CARAVE033	33.0	0.49	0.51	0.53	0.55	0.57	0.67	0.80	0.95
ATICO	ATICO010	10.0	1.21	1.52	1.55	1.58	1.61	1.78	1.99	2.23
<b>MD Total SE</b>			<b>5.35</b>	<b>5.75</b>	<b>5.88</b>	<b>6.01</b>	<b>6.15</b>	<b>6.90</b>	<b>7.81</b>	<b>8.88</b>

Nota: Hoja F-121 del Anexo F-100\_Demanda\_AD09 (Publicación de la Modificatoria del PIT 2021-2025).

### **Subestación Ocoña**

La subestación Ocoña está ubicada en el distrito de Ocoña, cuenta con un transformador TP 33/10 kV±2x2.5%, 1 MVA con tensión de distribución en 10, el patio de llaves en 33/10 kV es del tipo convencional y tiene una configuración de simple barra con equipamiento al exterior en 33 y 10 kV



instalados sobre estructuras de madera, así como también celdas al interior tipo GIS en 33 y 10 kV.

### **Subestación La Huerta**

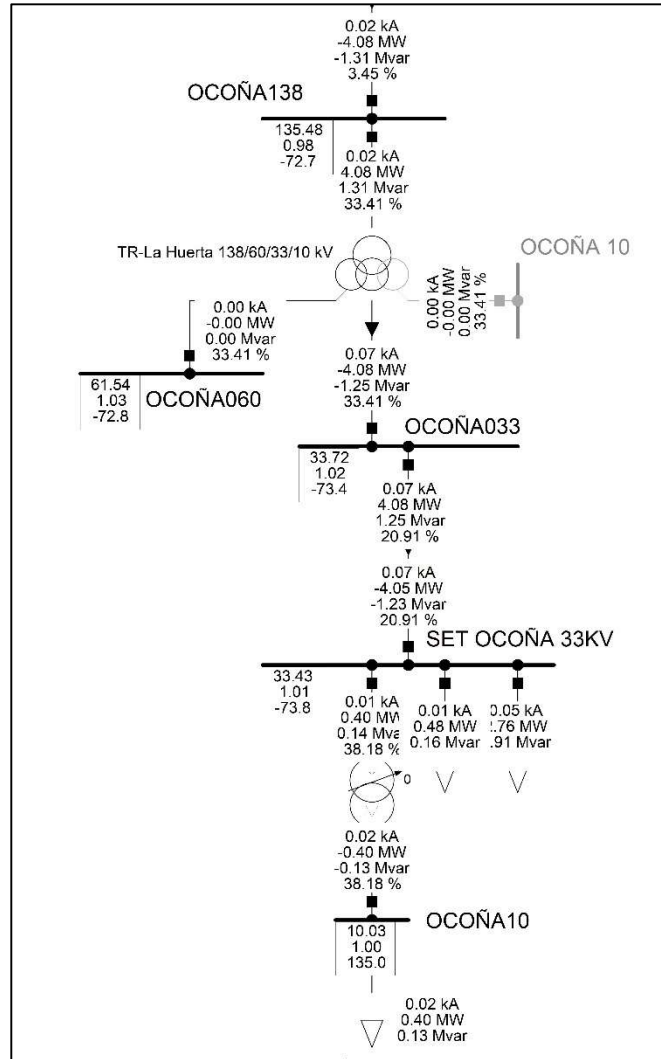
La subestación de La Huerta (Alto Ocoña) cuenta con un transformador de potencia TP-138/60/33/10 kV – 32,5/20/12,5/10,5 MVA ONAF – YN/yn0/yn0/d11. Las instalaciones existentes pertenecientes al sistema eléctrico Ocoña están configuradas de tal forma que, la SET La Huerta 138kV es alimentada desde la SET Camaná 138 kV mediante la LT 138kV 240mm<sup>2</sup> AAAC Camaná-Ocoña 50km (L-1057), además la SET Camaná es alimentada desde la SET Pedregal mediante la LT 138kV 185mm<sup>2</sup> AAAC Solar Majes – Camaná 53.15km (L-1036).

Para los años 2023, 2024, 2028 y 2033, se realizó la simulación de la subestación de La Huerta en base al diagrama unifilar del sistema eléctrico tomado de la base de la Modificatoria del PIT 2021-2025, perteneciente al área de demanda 9.

En los resultados de la simulación que se muestran en las Figuras 13, 14, 15 y 16. Se puede apreciar los niveles de tensión en cada barra de las SET Ocoña y La Huerta, así como el porcentaje de cargabilidad de los equipos de transformación. Para el diagnóstico del año 2033 de la barra de 138 kV de la SET La Huerta se obtuvo un valor de tensión de 0.97 p.u. y en la barra de 33 kV se obtuvo un valor de 1.00 p.u.

**Figura 13**

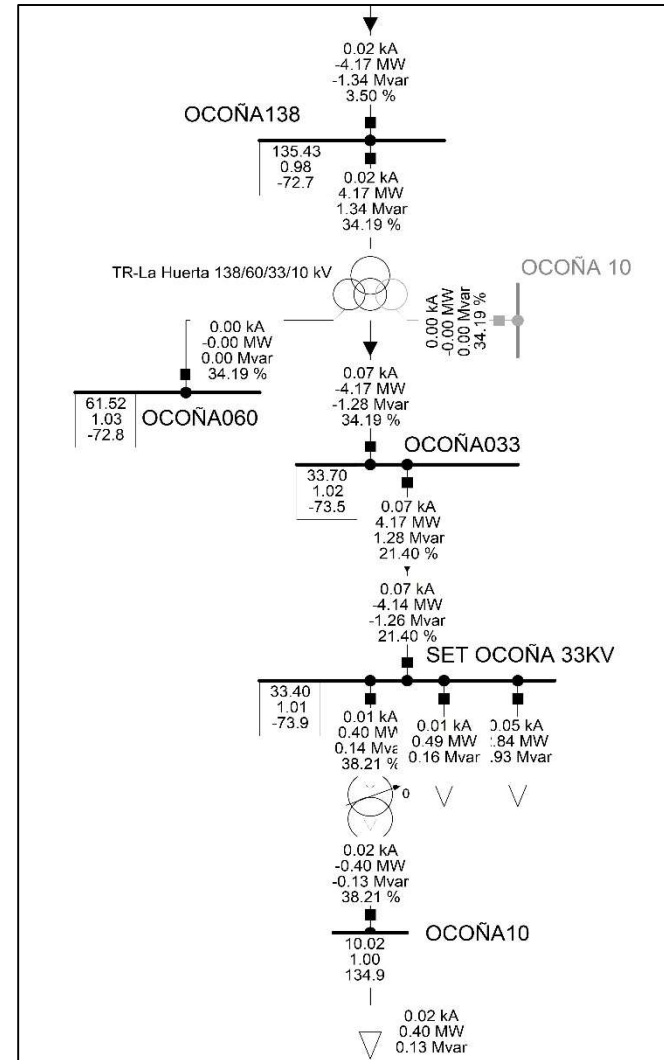
SET Alto Ocoña – 2023.



Nota: Elaboración Propia

**Figura 14**

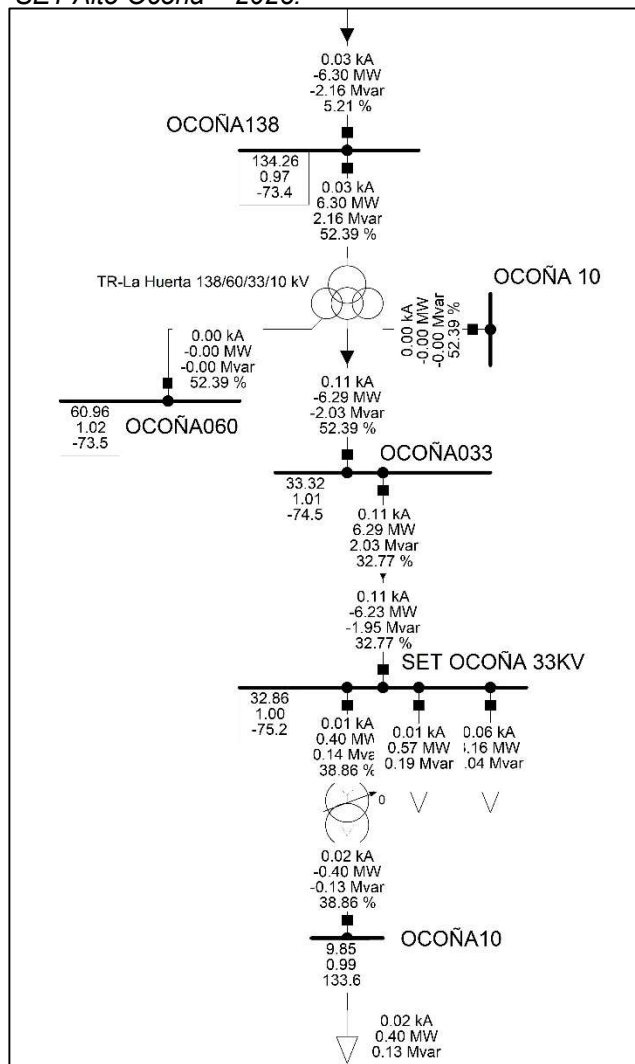
SET Alto Ocoña – 2024.



Nota: Elaboración Propia

Figura 15

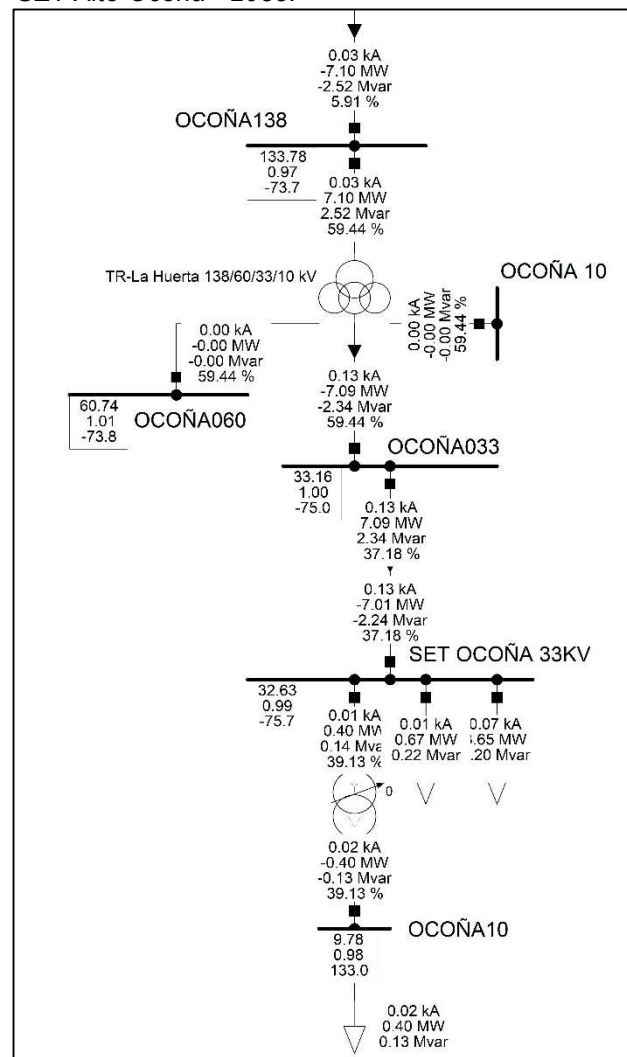
SET Alto Ocoña – 2028.



Nota: Elaboración propia.

Figura 16

SET Alto Ocoña - 2033.



Nota: Elaboración propia.

### 3.2.2 Interconexión del sistema eléctrico Atico al SEIN.

Realizado el diagnóstico de las instalaciones existentes del sistema eléctrico Ocoña, Caravelí y Atico. Se evidenció la necesidad de interconectar este sistema aislado de Atico. Para ello se realizó un georreferenciado de la ruta de la línea de subtransmisión, utilizando los puntos de ubicación de las estructuras existentes y la ruta proyectada, con la cual se puede visualizar a detalle la interconexión y los ramales que derivan de la línea en la Figura 17.

La central térmica de Atico se interconectará mediante una línea que se extenderá del alimentador existente A4503, el cual se encuentra en servicio con tensión de 10 kV y pasará a una tensión de 33 kV, debido a la distancia que comprende la ruta de la línea.

La línea de subtransmisión en 33 kV proyectada entre la Subestación Ocoña y la localidad de Atico posee las características que se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4**

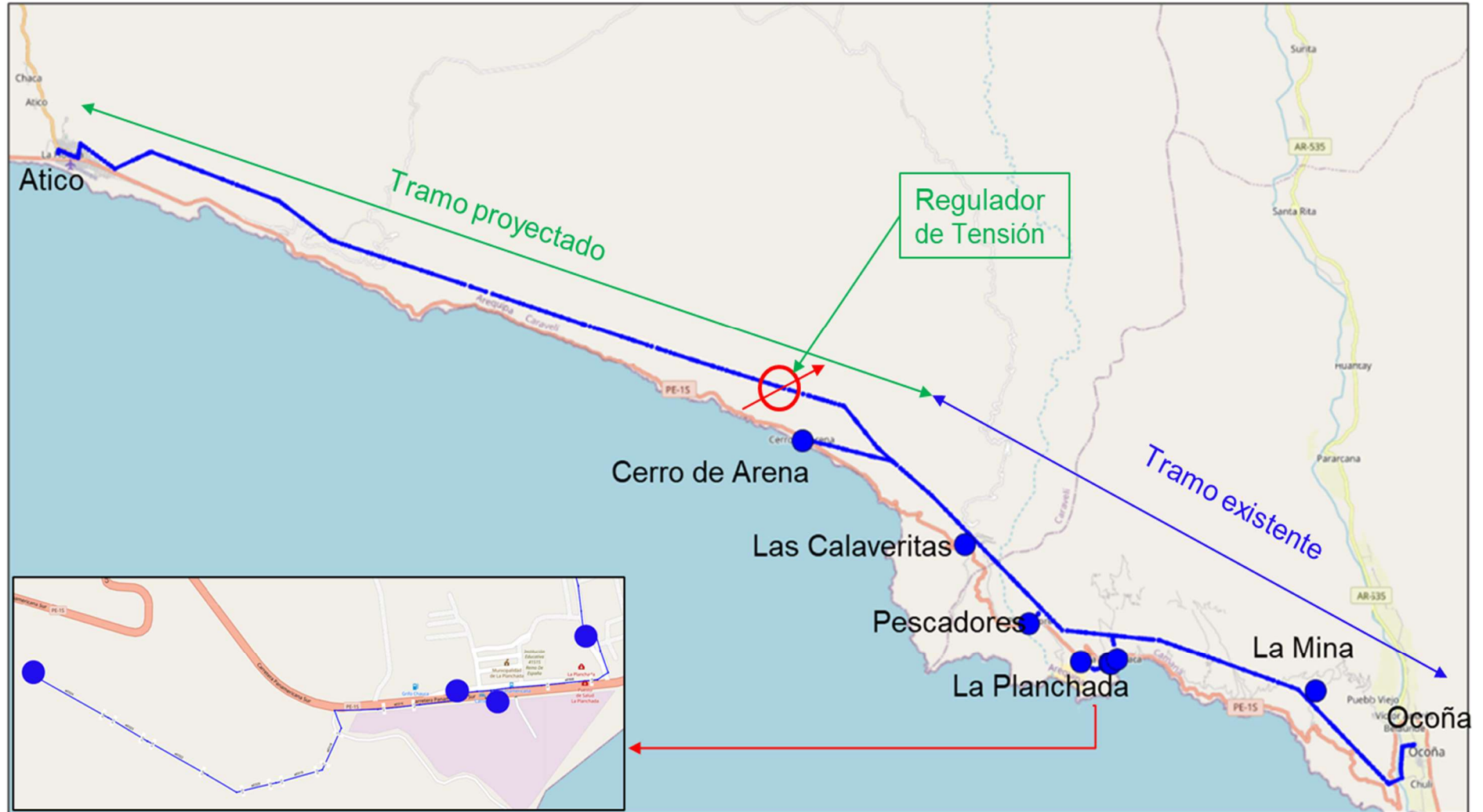
*Características técnicas de la LST-33 kV Ocoña-Atico.*

<b>Descripción</b>	<b>LT</b>
Tensión nominal	33 kV
Tensión máxima de operación	36 kV
Frecuencia	60 Hz
Número de ternas	1
Número de conductores / fase	1
Número de fases	3
Longitud total de la línea	63.2 km
Conductor	120 y 70 mm <sup>2</sup> AAAC
Estructuras	Postes de madera SYP
Aisladores	Aisladores Poliméricos

Nota: PRICONSA.

Figura 17

Georreferenciado en DlgSILENT.



Nota: Elaboración propia

La elaboración de un georreferenciado en el software de DlgSILENT permitió realizar un mejor análisis de la caída de tensión a lo largo de la línea y sus ramales de derivación. Las coordenadas UTM de las estructuras existentes, así como el tramo proyectado se pueden evidenciar en el Anexo 1. Los ramales de derivación suministran de energía mediante transformadores de distribución a las localidades presentadas en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Transformadores de distribución por localidad.*

<b>Localidad</b>	<b>N° SED</b>	<b>Armado</b>	<b>Subestación</b>
La Mina	9551	-	500 kVA-3øD-E-33-10kV
La Planchada (LP-T1)	9534	SABU-2	100 kVA-3øD-E-33-0.22kV
La Planchada (LP-FH)	9535	SABU-2	100 kVA-3øD-E-33-0.22kV
La Planchada (LP-T2)	9593	SAMU-1	50 kVA-3øD-E-33-10kV
La Planchada (LP-AT)	9540	SAMU-1	50 kVA-3øD-E-33-10kV
Pescadores	9533	SABU-1	100 kVA-3øD-E-33-0.22kV
Las Calaveritas	9543	SAMU-1	15 kVA-3øD-E-33-0.22kV
Cerro de Arena	9536	SAMU-1	10 kVA-3øD-E-33-0.22kV

Nota: PRICONSA.

Para la conexión de la localidad de Atico se modeló un transformador de potencia trifásico TP - 2,5 MVA -Ynd11- 33/10 kV y la implementación de un regulador de tensión a 32 km desde la barra de la subestación Ocoña en 33 kV, las características técnicas de las subestaciones y la central se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6***Características técnicas de las subestaciones Ocoña y Atico*

Descripción	Unidad	SET Ocoña		CT Atico	
Tensión de operación del Sistema	kV	33.0	10.0	33.0	10.0
Tensión máxima de operación	kV	34.7	10.5	34.7	10.5
Tensión de diseño del equipo	kV	36.0	12.0	36.0	12.0
Altitud de la instalación	msnm	106	86	86	86
NBI	kVBIL	170	75	170	75
Línea de fuga unitaria	mm/kV	40	40	40	40

Nota: PRICONSA.

**a. Análisis del flujo de carga.**

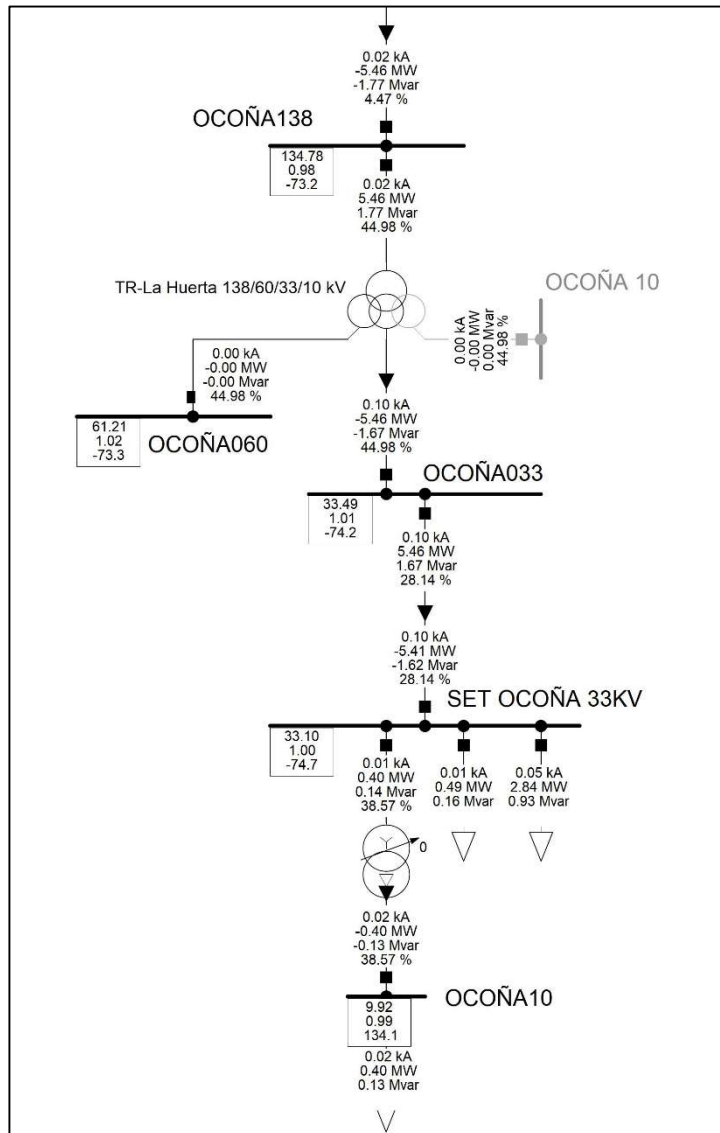
Para el análisis de flujo de carga en la línea de transmisión y equipos de transformación, así como la evaluación de la caída de tensión se realizó la simulación de la línea de subtransmisión para los siguientes casos de estudio:

**a.1. Flujo de carga para el año 2024 (1).**

El escenario de operación para la simulación, considerando el proyecto de interconexión y con la potencia coincidente que corresponde al año 2024, que se encuentra cargada al caso de estudio, se muestra en la Figura 18. Según la simulación el resultado obtenido para el flujo de carga de la barra en 33 kV de la SET La Huerta es de 5.46 MW, 1.67 MVAR, y corriente de 0.1 kA. La cargabilidad que presenta el transformador es de 44.98%.

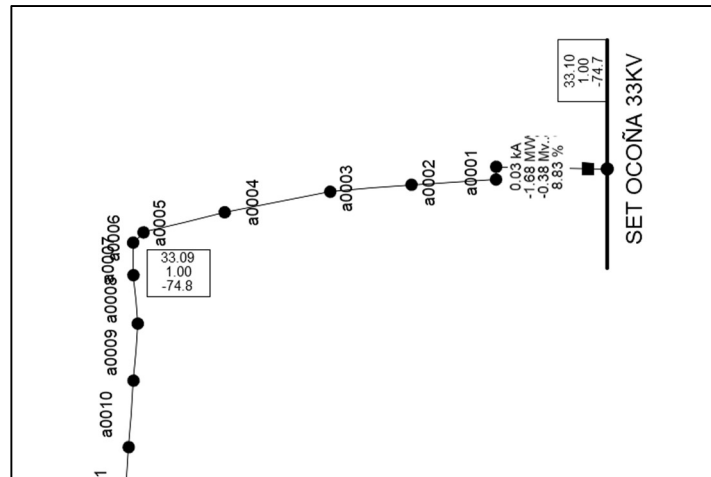
En la Figura 19 se muestra la salida de la línea de subtransmisión desde la SET Ocoña con un flujo de carga de 1.68 MW, 0.38 MVAR y corriente de 0.03 kA. La cargabilidad de la línea es de 8.83%.

**Figura 18**  
Flujo de carga del sistema eléctrico 2024.



Nota: Elaboración Propia.

**Figura 19**  
Salida de la línea de Subtransmisión de la SET Ocoña-2024.



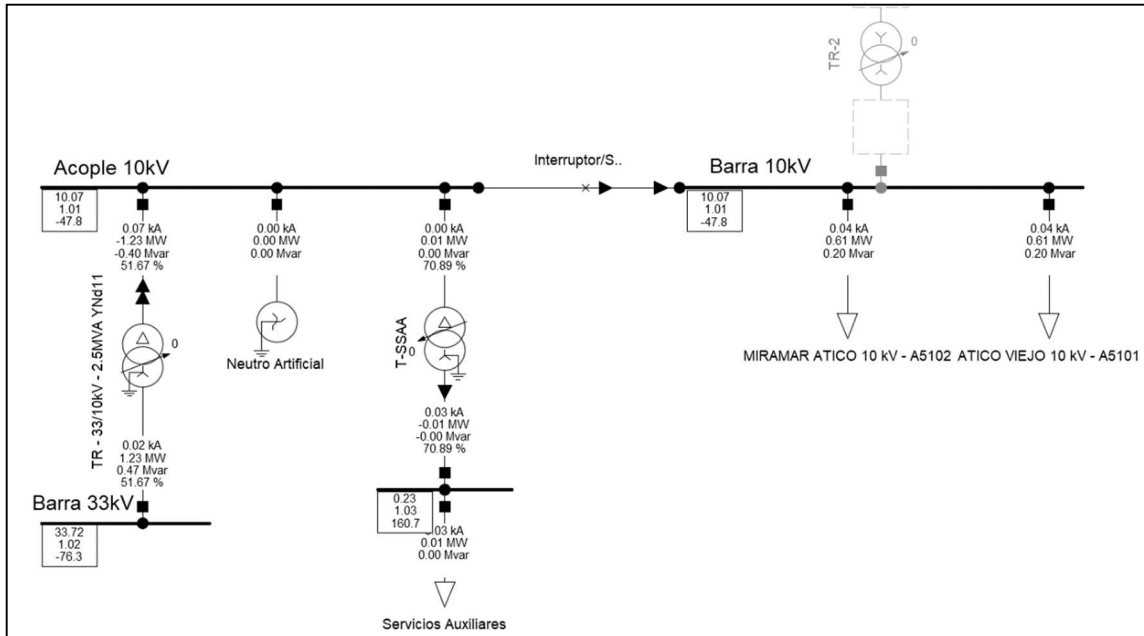
Nota: Elaboración propia.



En la Figura 20 se muestra la llegada de la línea a la barra de 33 kV de la central térmica de Atico. El flujo de carga a través del transformador es de 1.23 MW, 0.47 MVAR y corriente de 0.02 kA en el lado de 33 kV. La cargabilidad en el transformador es de 51.67%.

**Figura 20**

*Interconexión de la central térmica de Atico – 2024.*



Nota: Elaboración propia.

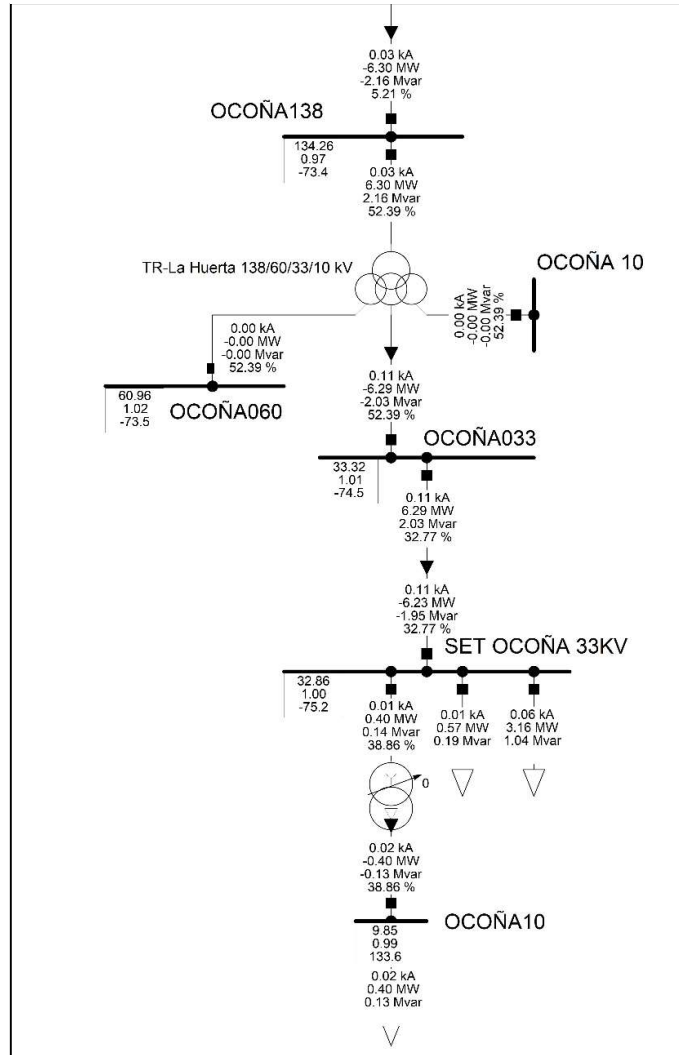
## a.2. Flujo de carga para el año 2028 (5).

El escenario de operación para la simulación, considerando el proyecto de interconexión y con la potencia coincidente que corresponde al año 2028, que se encuentra cargada al caso de estudio, se muestra en la Figura 21. Según la simulación el resultado obtenido para el flujo de carga de la barra de la SET La Huerta es de 6.29 MW, 2.03 MVAR, y corriente de 0.11 kA. La cargabilidad que presenta el devanado en 33 kV del transformador es de 52.39%.

En la Figura 22 se muestra la salida de la línea de subtransmisión desde la SET Ocoña con un flujo de carga de 2.10 MW, 0.58 MVAR y corriente de 0.04 kA. La cargabilidad de la línea es de 11.25%.

**Figura 21**

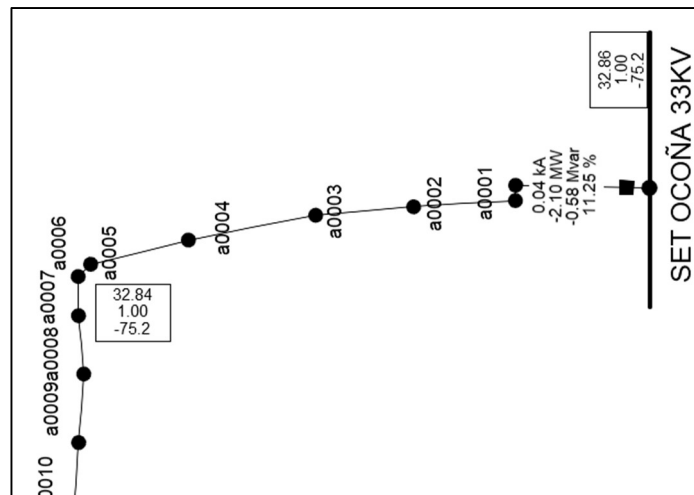
*Flujo de carga del sistema eléctrico 2028*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 22**

Salida de la línea de subtransmisión de la SET Ocoña-2028.

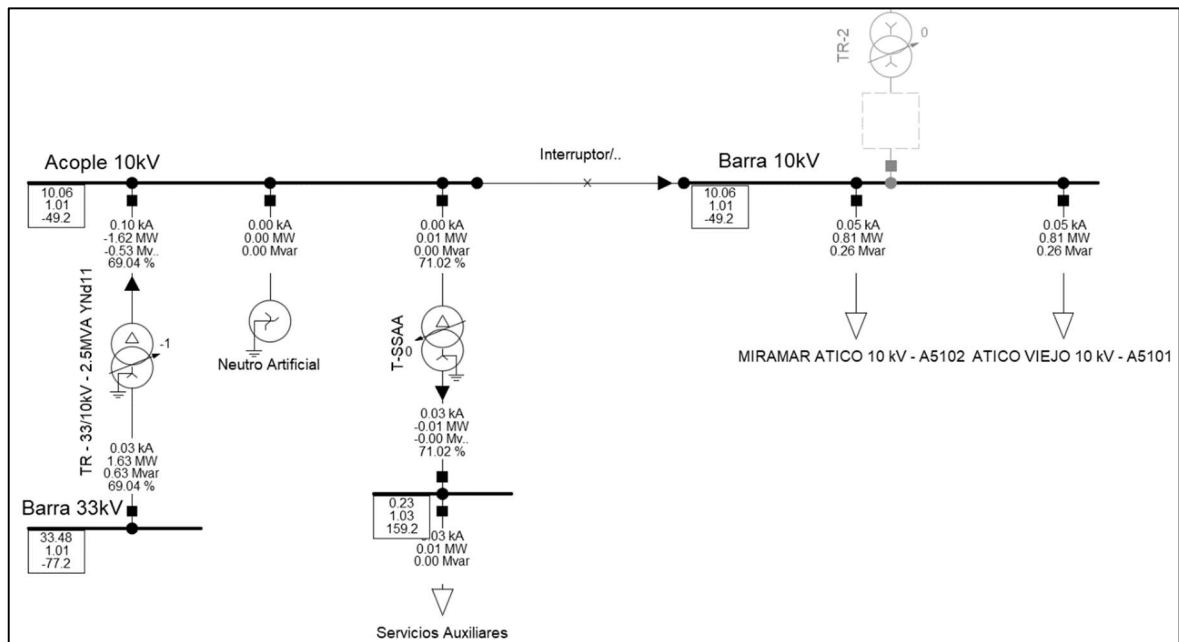


Nota: Elaboración propia.

En la Figura 23 se muestra la llegada de la línea a la barra de 33 kV de la central térmica de Atico. El flujo de carga a través del transformador es de 1.63 MW, 0.63 MVAR y corriente de 0.03 kA en el lado de 33 kV. La cargabilidad en el transformador es de 69.04%.

**Figura 23**

*Interconexión de la central térmica de Atico – 2028.*



Nota: Elaboración propia.

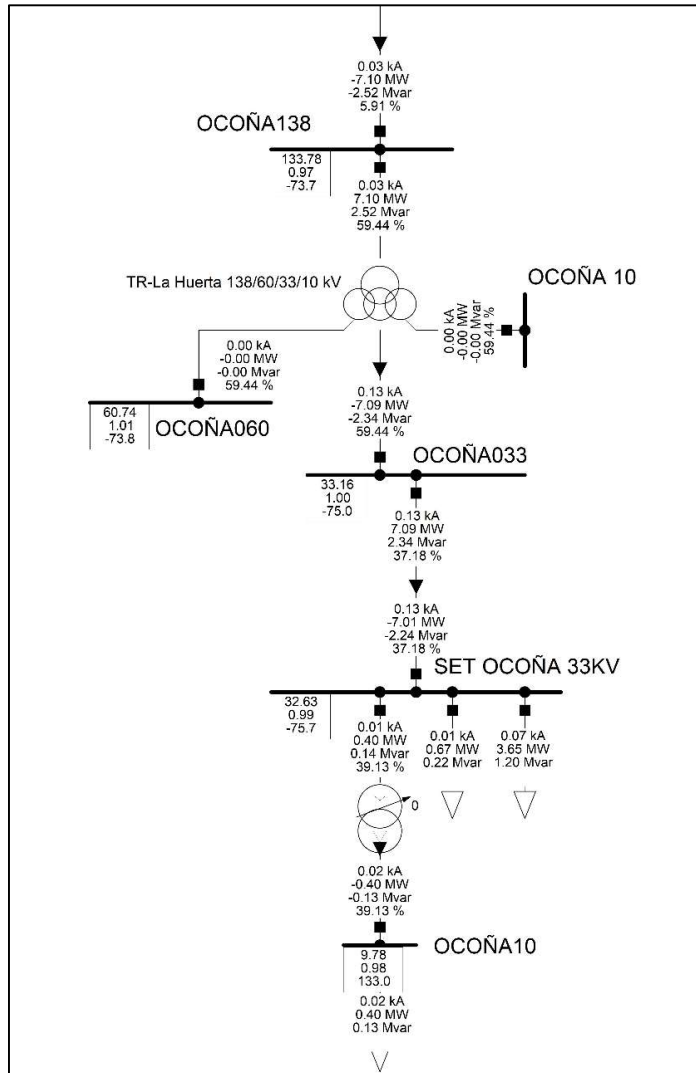
### a.3. Flujo de carga para el año 2033 (10).

El escenario de operación para la simulación, considerando el proyecto de interconexión y con la potencia coincidente que corresponde al año 2033, que se encuentra cargada al caso de estudio, se muestra en la Figura 24. Según la simulación el resultado obtenido para el flujo de carga de la barra de la SET La Huerta es de 7.09 MW, 2.34 MVAR, y corriente de 0.13 kA. La cargabilidad que presenta el transformador es de 59.44%.

En la Figura 25 se muestra la salida de la línea de subtransmisión desde la SET Ocoña con un flujo de carga de 2.28 MW, 0.68 MVAR y corriente de 0.04 kA. La cargabilidad de la línea es de 12.40%.

**Figura 24**

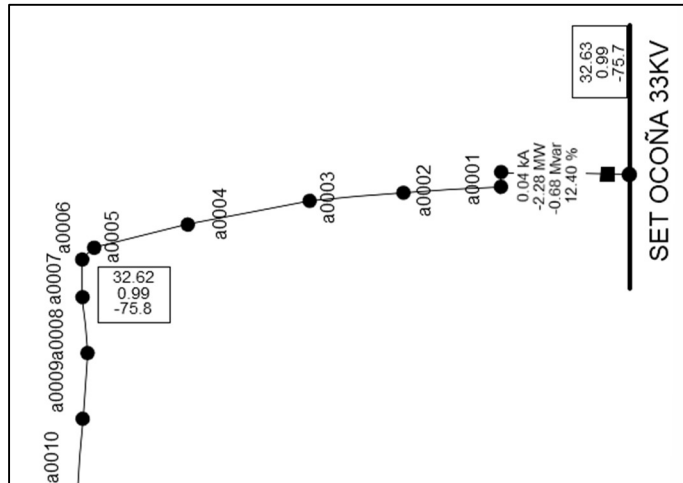
*Flujo de carga del sistema eléctrico – 2033.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 25**

*Salida de la línea de subtransmisión de la SET Ocoña-2033.*

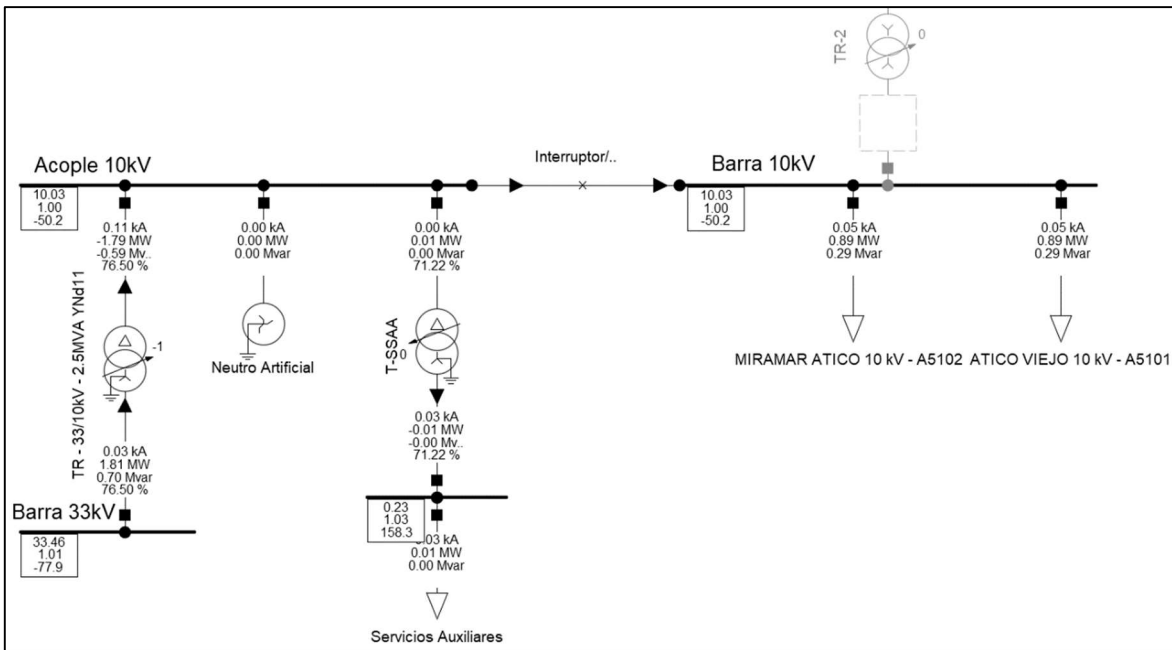


Nota: Elaboración propia.

En la Figura 26 se muestra la llegada de la línea a la barra de 33 kV de la central térmica de Atico. El flujo de carga a través del transformador es de 1.81 MW, 0.70 MVAR y corriente de 0.03 kA en el lado de 33 kV. La cargabilidad en el transformador es de 76.50%.

**Figura 26**

*Interconexión de la central térmica de Atico - 2033 (10).*



Nota: Elaboración propia.

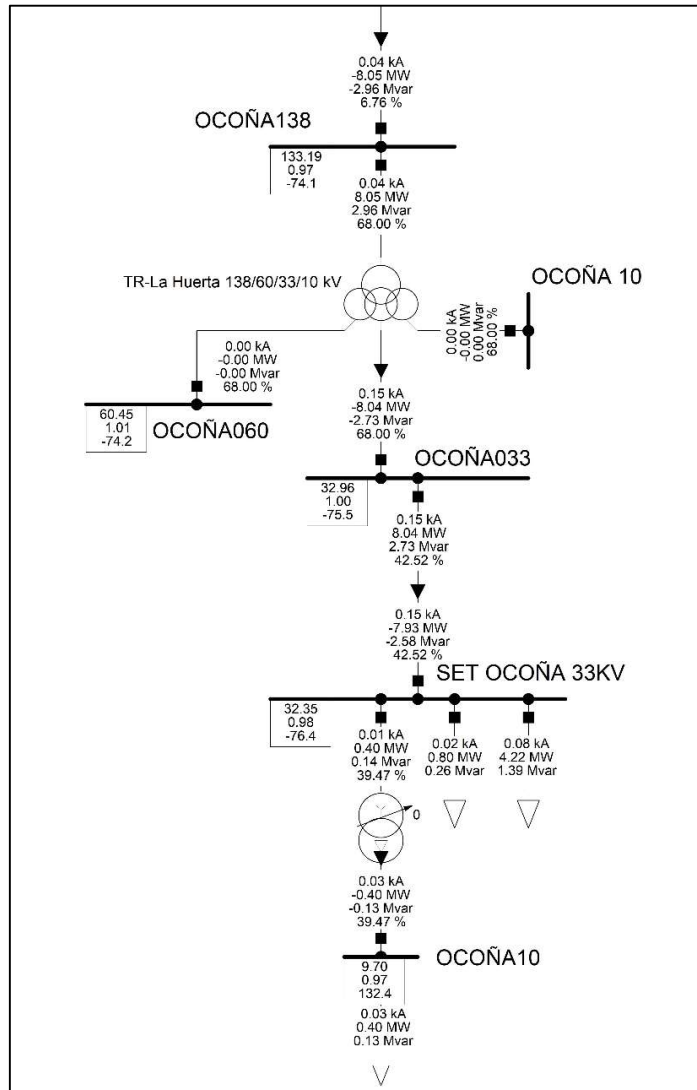
#### a.4. Flujo de carga para el año 2038 (15).

El escenario de operación para la simulación, considerando el proyecto de interconexión y con la potencia coincidente que corresponde al año 2038, que se encuentra cargada al caso de estudio, se muestra en la Figura 27. Según la simulación el resultado obtenido para el flujo de carga de la barra de la SET La Huerta es de 8.04 MW, 2.73 MVAR, y corriente de 0.15 kA. La cargabilidad que presenta el transformador es de 68.00%.

En la Figura 28 se muestra la salida de la línea de subtransmisión desde la SET Ocoña con un flujo de carga de 2.51 MW, 0.79 MVAR y corriente de 0.05 kA. La cargabilidad de la línea es de 13.81%.

**Figura 27**

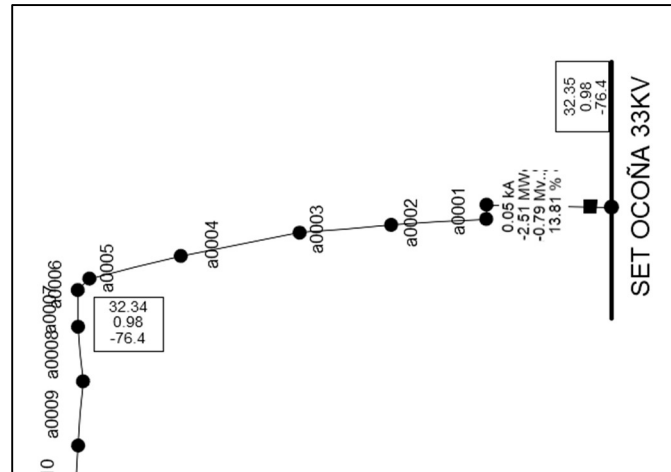
*Flujo de carga del sistema eléctrico – 2038.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 28**

*Salida de la línea de subtransmisión de la SET Ocoña-2038.*

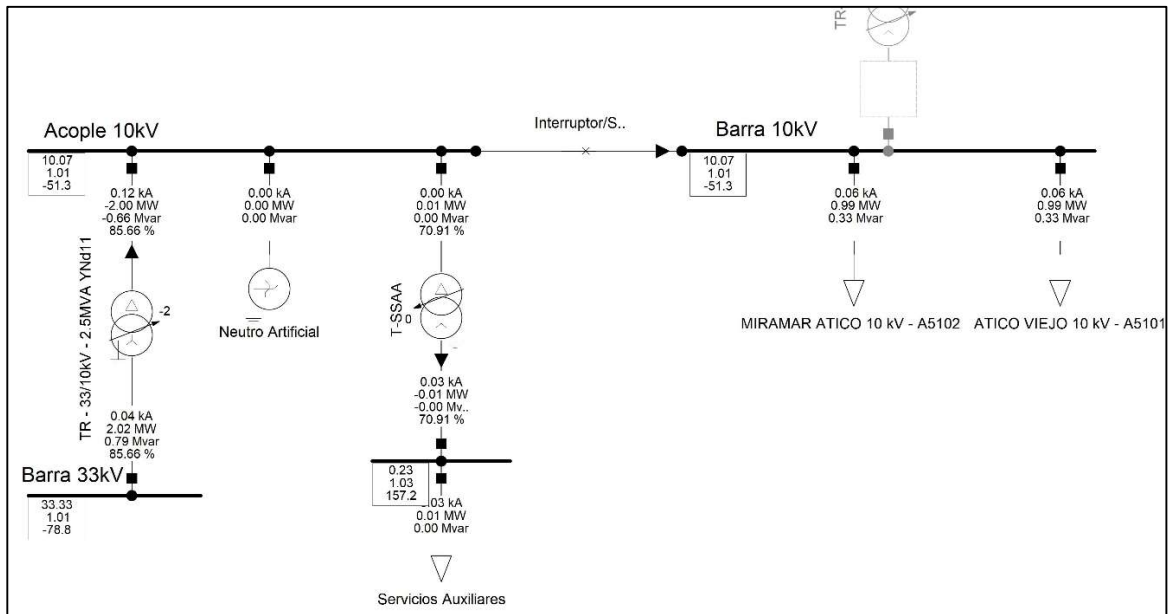


Nota: Elaboración propia.

En la Figura 29 se muestra la llegada de la línea a la barra de 33 kV de la central térmica de Atico. El flujo de carga a través del transformador es de 2.00 MW, 0.66 MVAR y corriente de 0.04 kA en el lado de 33 kV. La cargabilidad en el transformador es de 85.66%.

**Figura 29**

*Interconexión de la central térmica de Atico - 2038 (15).*



Nota: Elaboración propia.

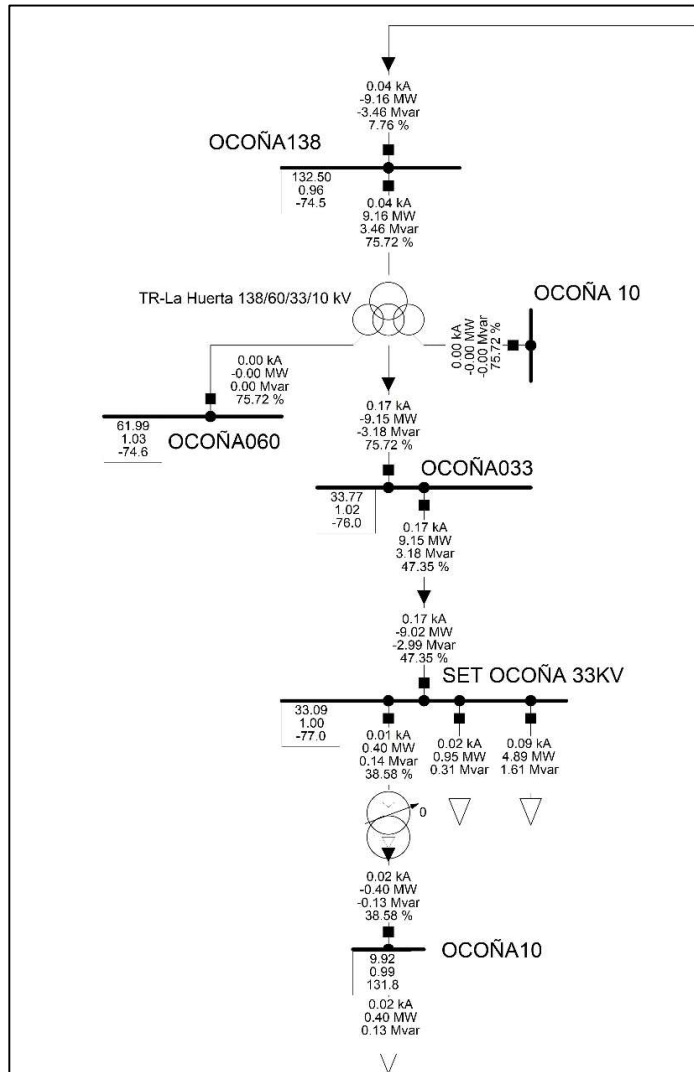
### a.5. Flujo de carga para el año 2043 (20).

El escenario de operación para la simulación, considerando el proyecto de interconexión y con la potencia coincidente que corresponde al año 2028, que se encuentra cargada al caso de estudio, se muestra en la Figura 30. Según la simulación el resultado obtenido para el flujo de carga de la barra de la SET La Huerta es de 9.15 MW, 3.18 MVAR, y corriente de 0.17 kA. La cargabilidad que presenta el devanado en 33 kV del transformador es de 75.72%.

En la Figura 31 se muestra la salida de la línea de subtransmisión desde la SET Ocoña con un flujo de carga de 2.77 MW, 0.93 MVAR y corriente de 0.05 kA. La cargabilidad de la línea es de 15.02%.

**Figura 30**

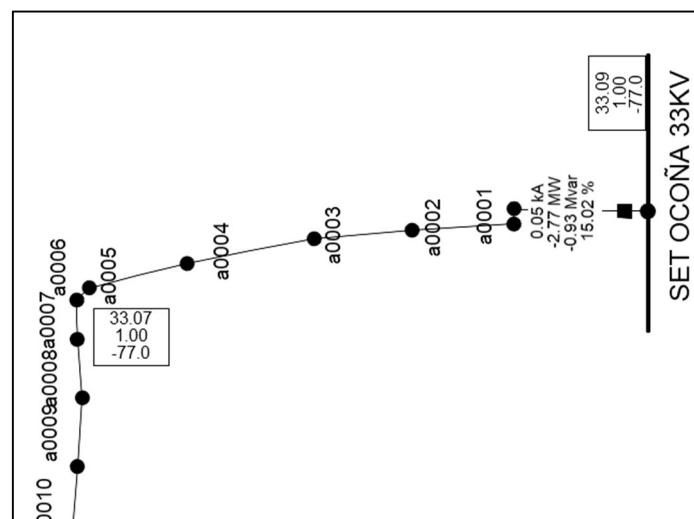
*Flujo de carga del sistema eléctrico – 2043.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 31**

*Salida de la línea de subtransmisión de la SET Ocoña-2043.*



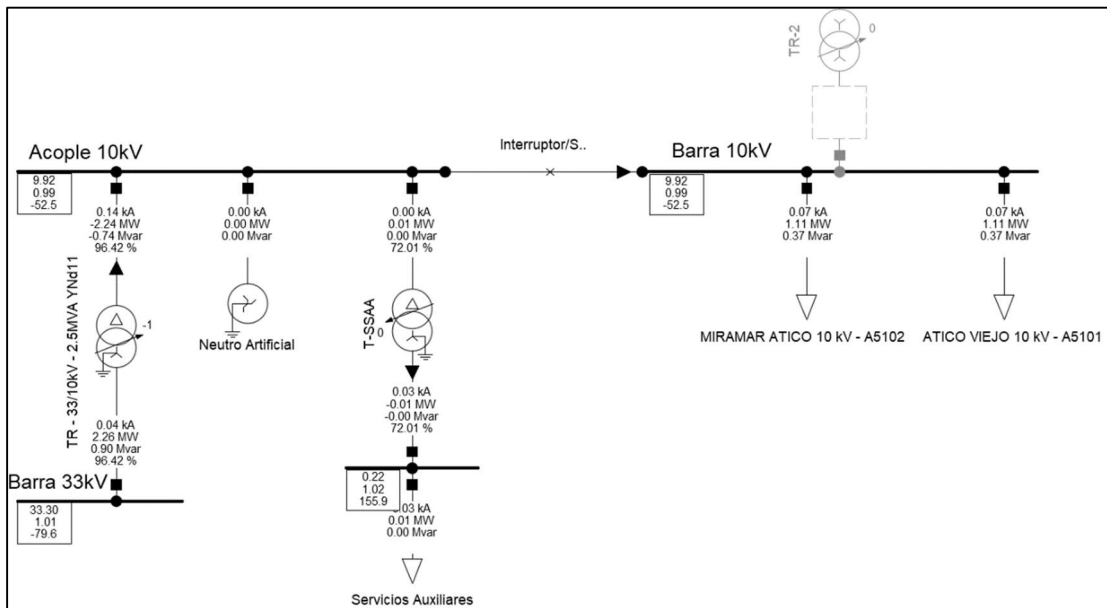
Nota: Elaboración propia.



En la Figura 32 se muestra la llegada de la línea a la barra de 33 kV de la central térmica de Atico. El flujo de carga a través del transformador es de 2.26 MW, 0.90 MVAR y corriente de 0.04 kA en el lado de 33 kV. La cargabilidad en el transformador es de 96.42%.

**Figura 32**

*Interconexión de la central térmica de Atico - 2043 (20).*



Nota: Elaboración propia.

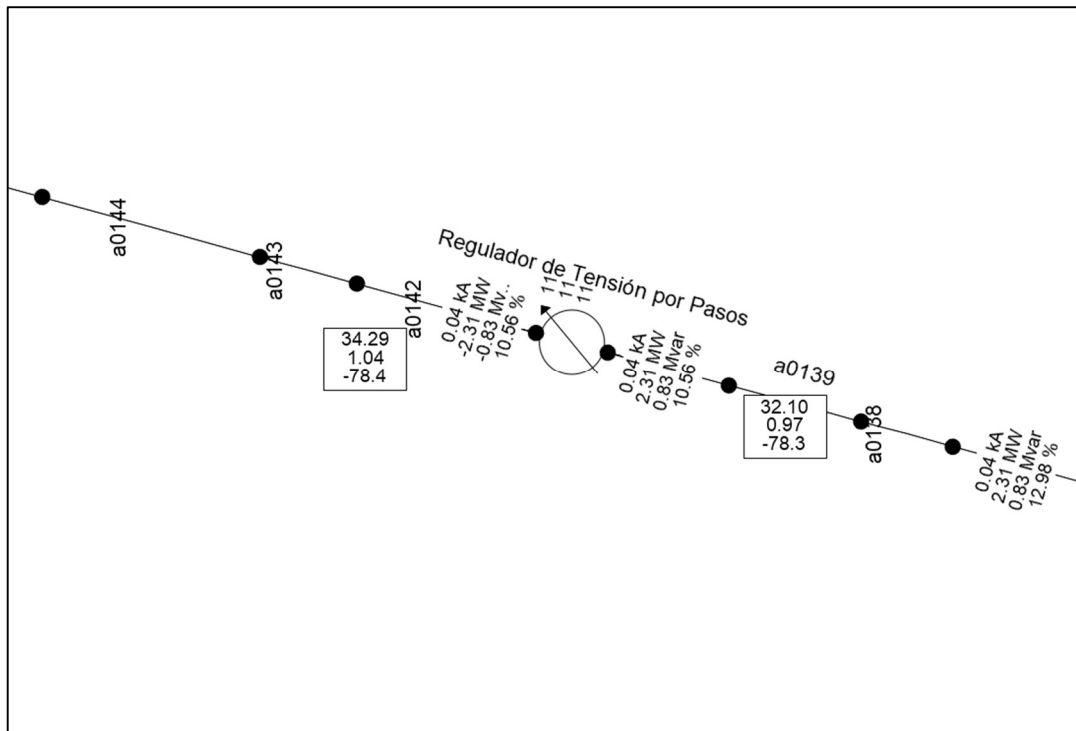
### c. Evaluación de caída de tensión.

Para la evaluación de la caída de tensión a lo largo de la línea de subtransmisión se obtuvo los siguientes resultados para los casos de estudio de los años 2024, 2028, 2033, 2038 y 2043, los cuales se muestran en las gráficas del perfil de tensión de las Figuras 34, 35, 36, 37 y 38. De los gráficos obtenidos se puede apreciar que los valores del perfil de tensión se encuentran dentro del rango de 0.95 p.u. a 1.05 p.u., esto debido a la acción de un regulador de tensión de 32 pasos instalado a 30.37 km de la línea desde la SET Ocoña, tal como se aprecia en la Figura 33.

Por lo tanto, se cumple con las tolerancias de la variación de tensión permisible en el punto de entrega de energía según la Sección 1 – 017.D. del Código Nacional de Suministro – 2011.

**Figura 33**

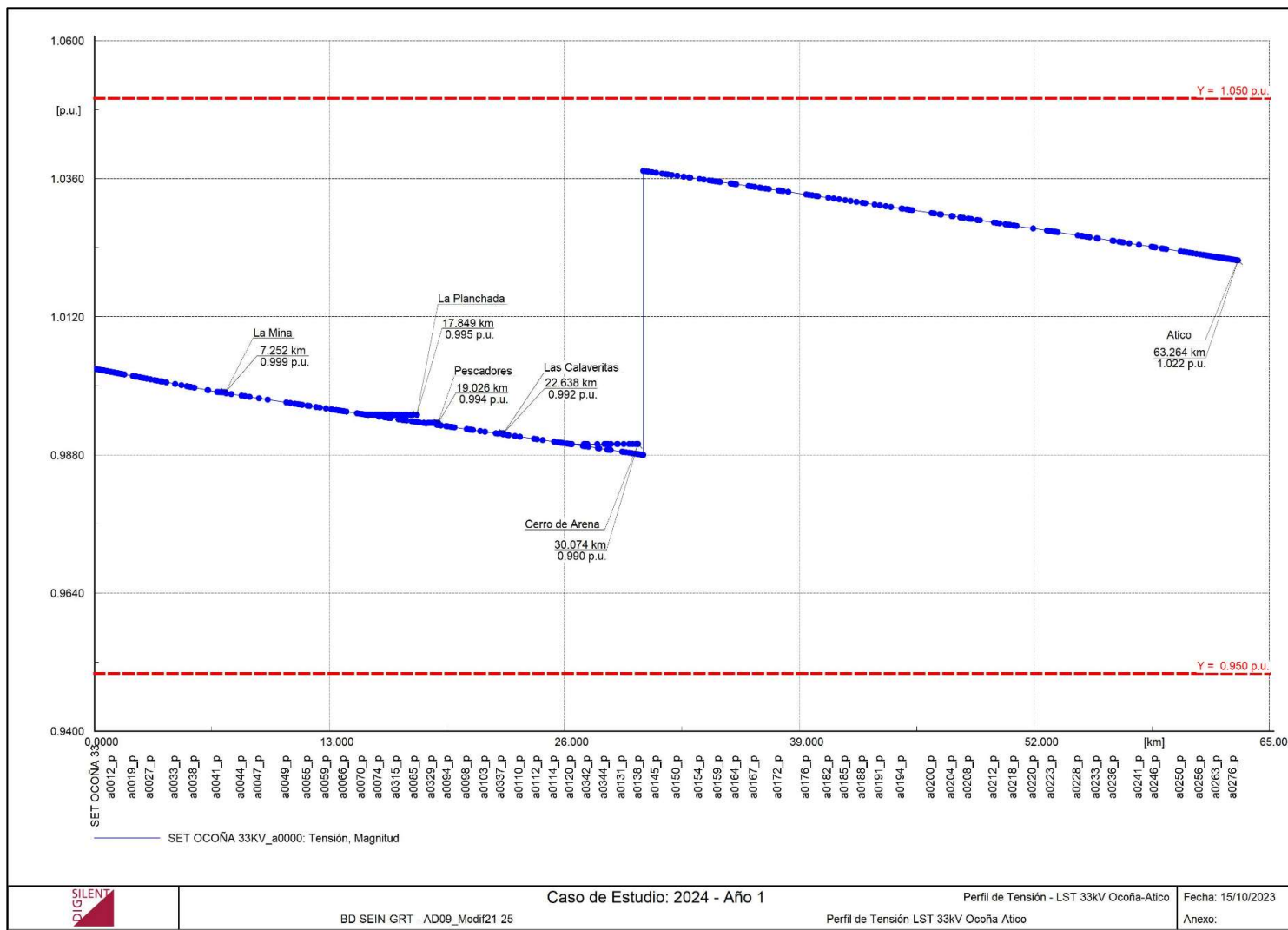
*Regulador de tensión en la línea de subtransmisión.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 34**

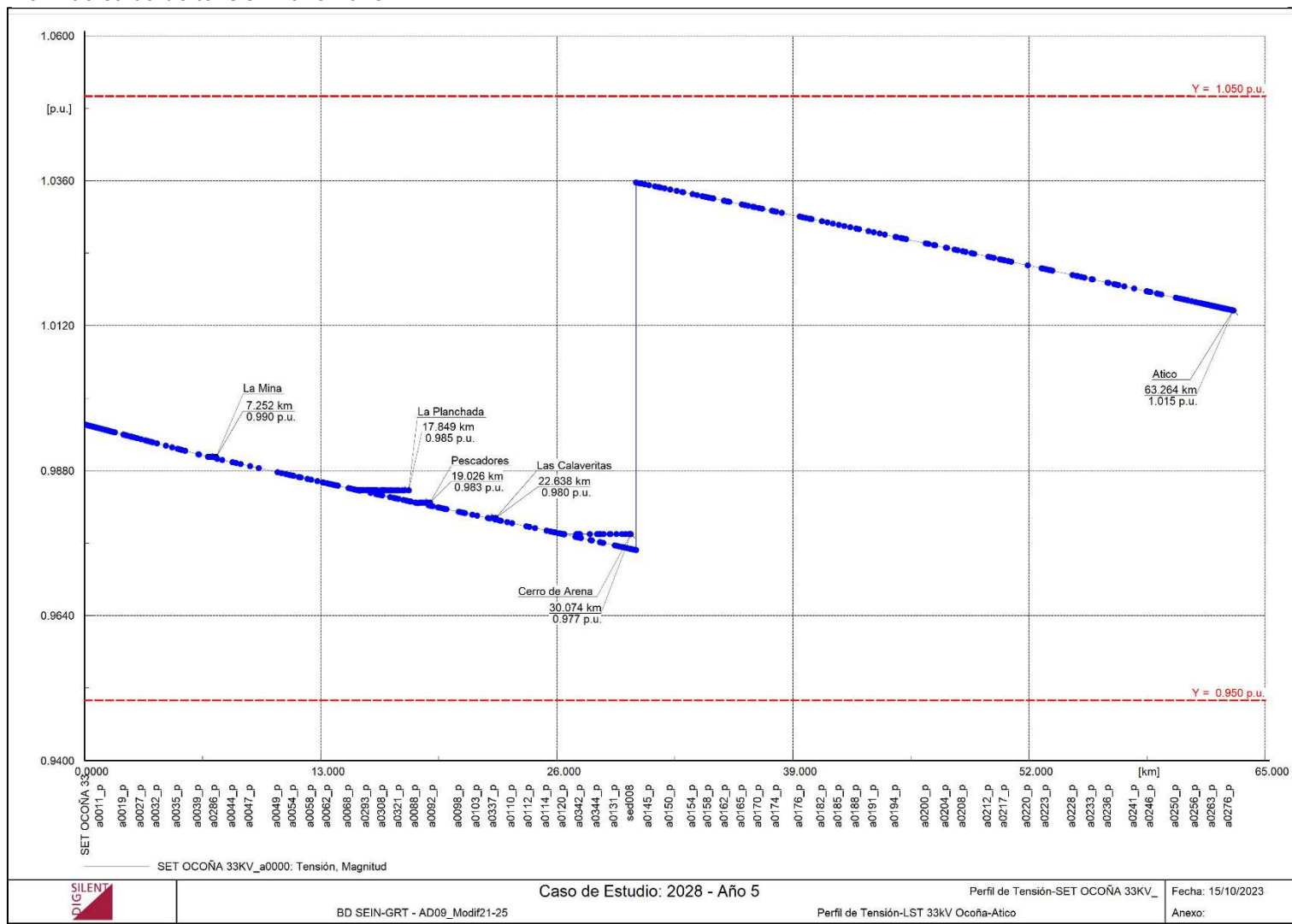
Perfil de caída de tensión – año 2024.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 35**

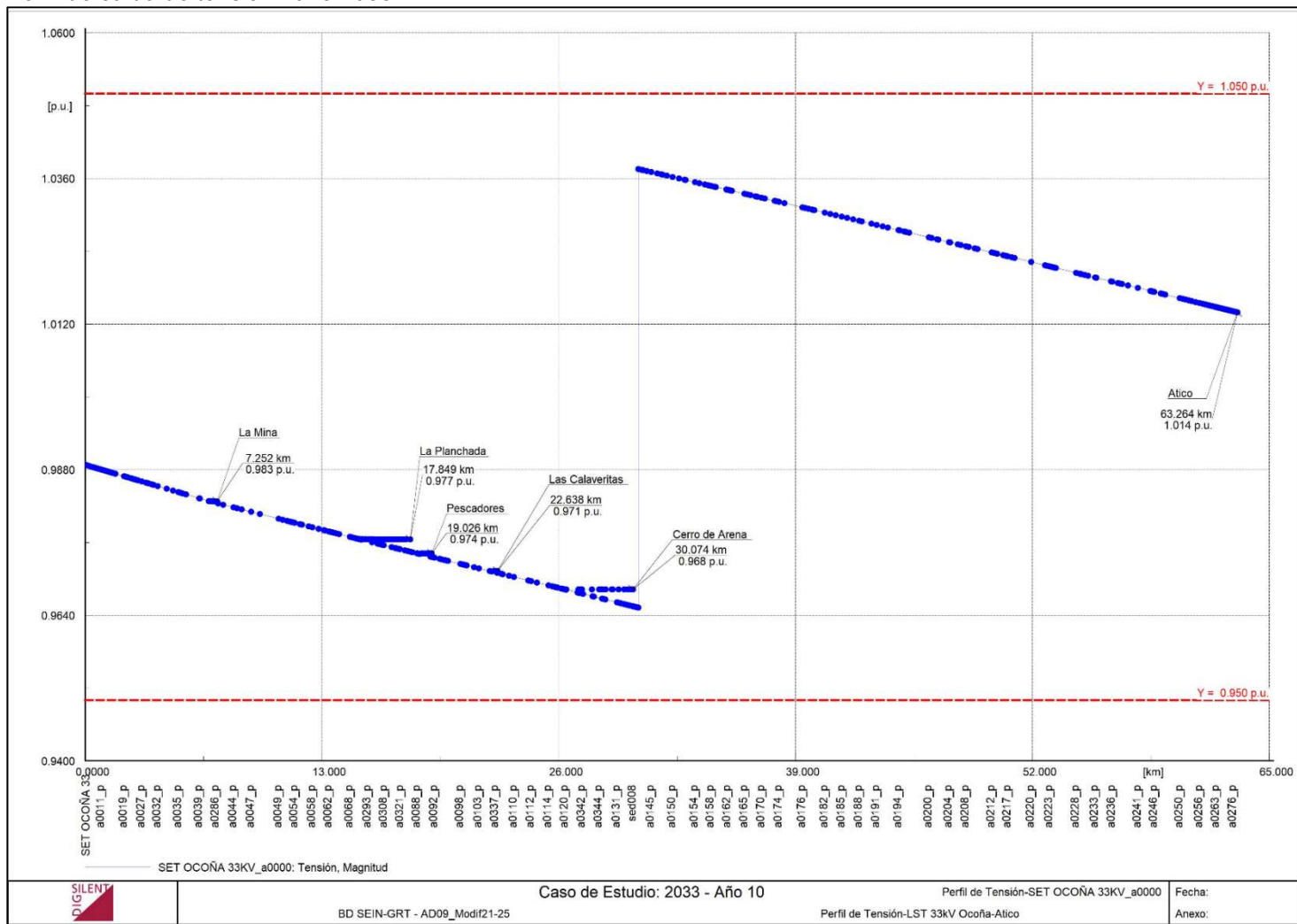
*Perfil de caída de tensión - año 2028.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 36**

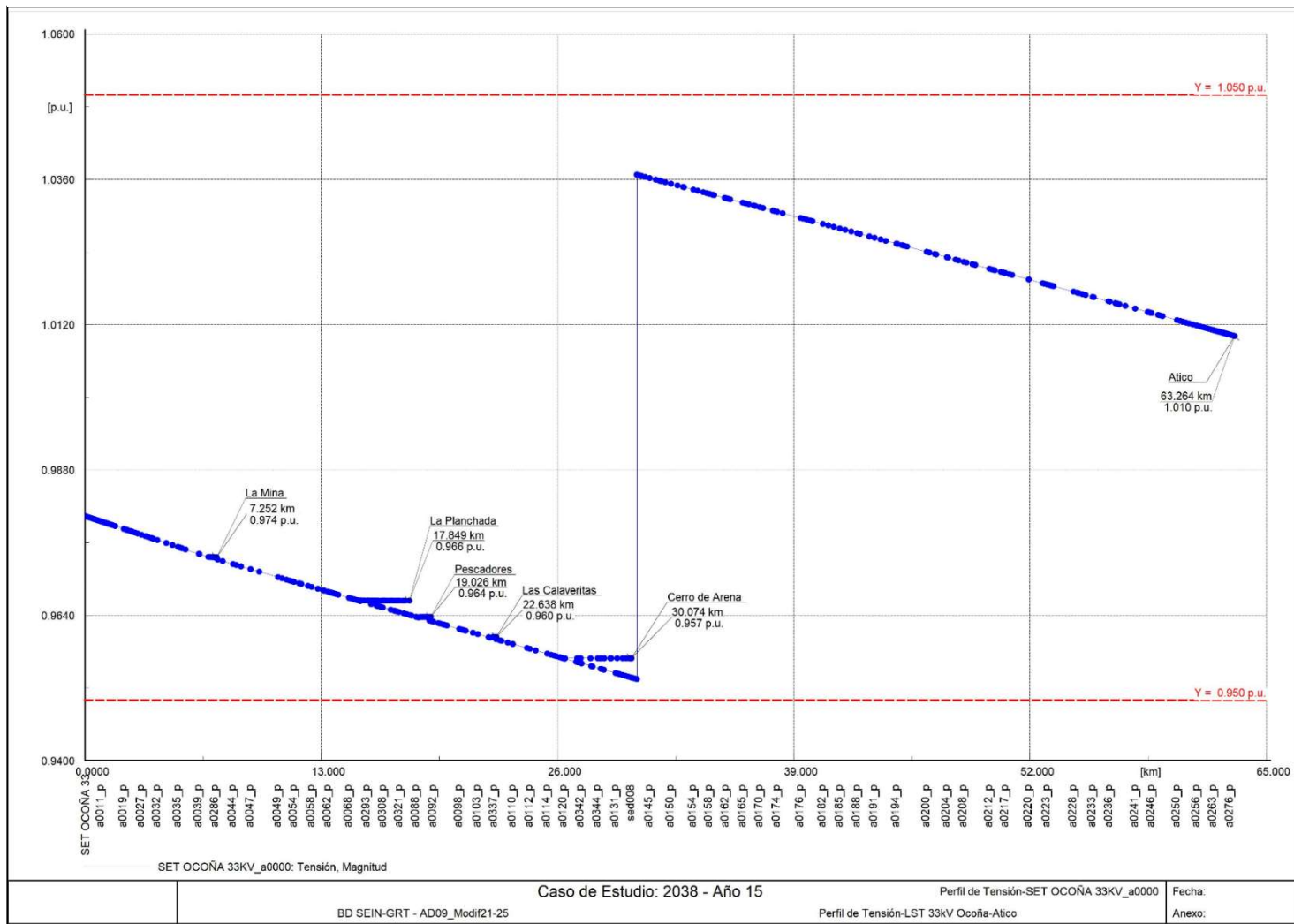
*Perfil de caída de tensión - año 2033.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 37**

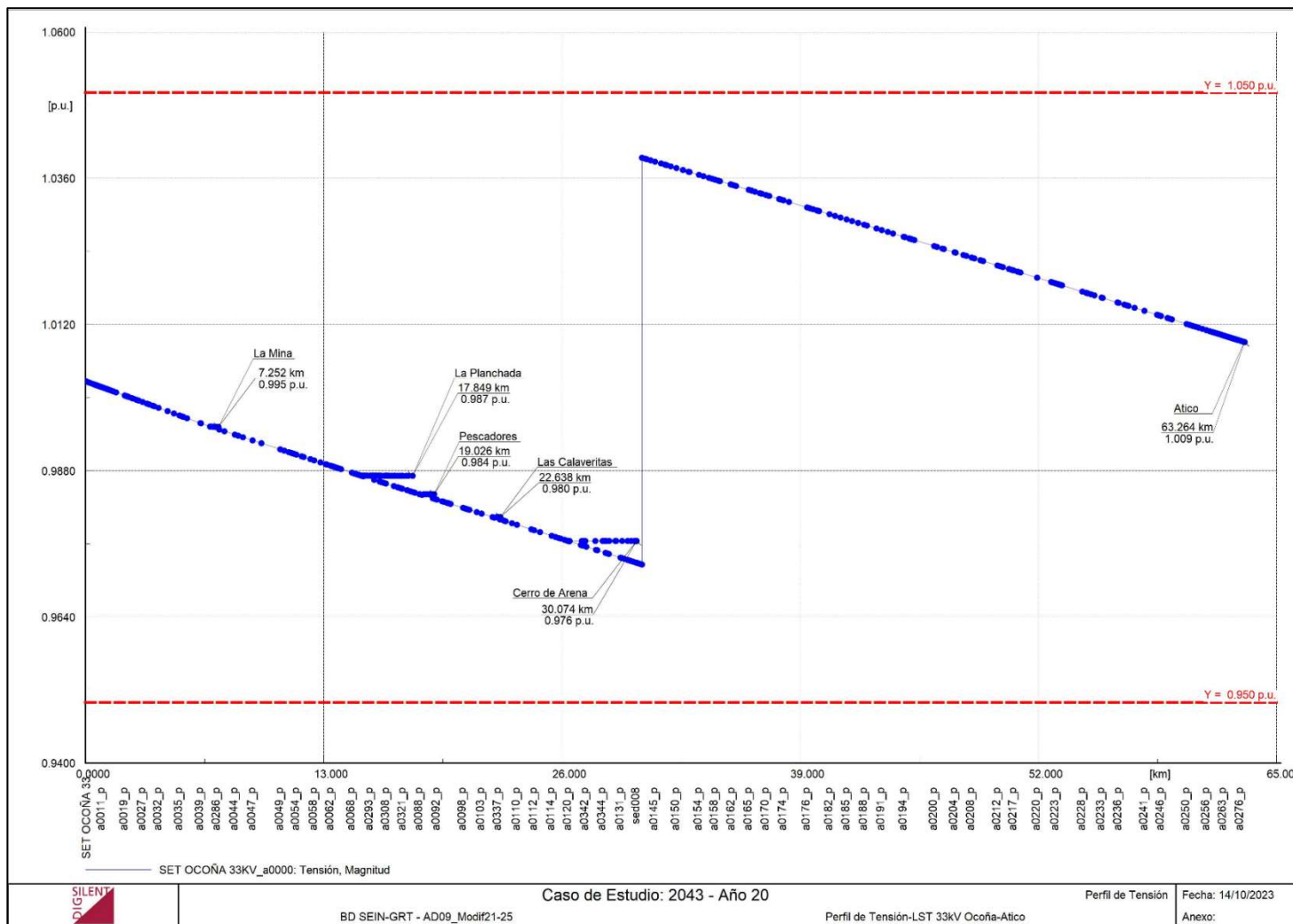
Perfil de caída de tensión - año 2038.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 38**

Perfil de caída de tensión - año 2043.



Nota: Elaboración propia.

### 3.2.3 Estudio de cortocircuito de la línea de subtransmisión y ramales.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se ha utilizado el programa de sistemas de potencia Power Factory DlgSILENT, el cual aplica la norma estándar IEC-60909 (2016). Las fallas son realizadas en las condiciones de operación.

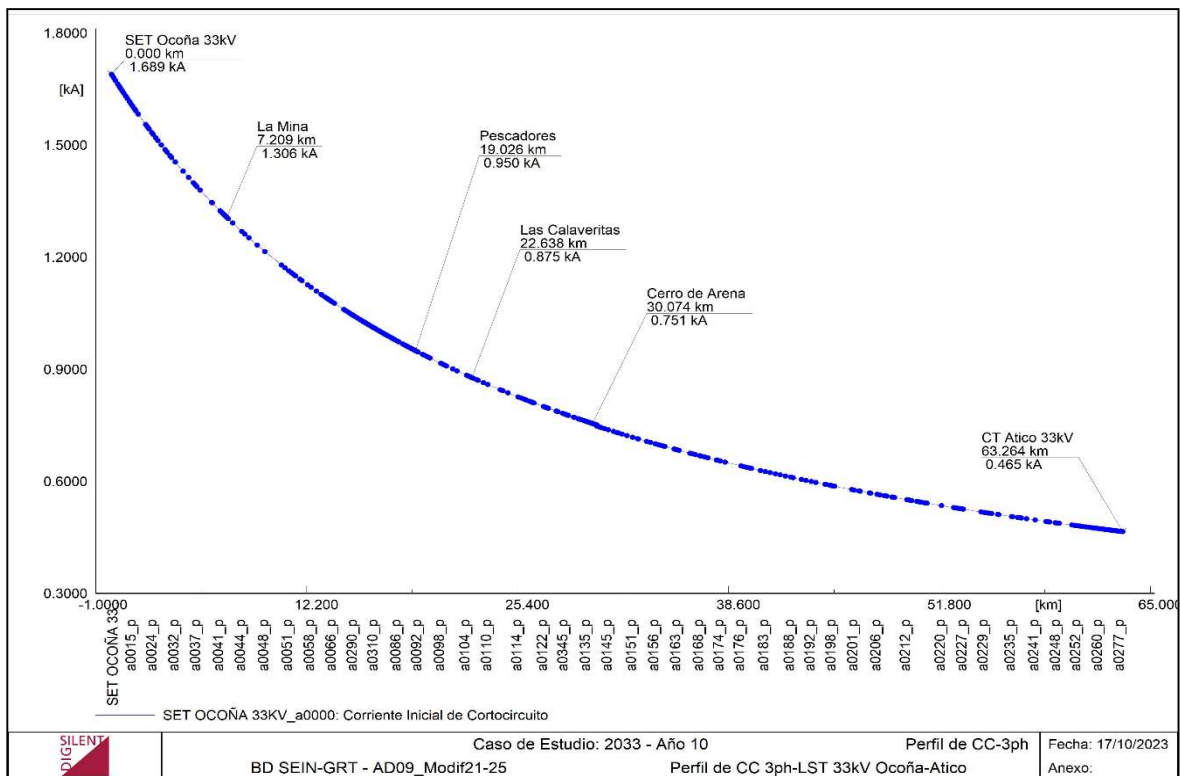
Para determinar los niveles de cortocircuito en las barras cercanas en la zona de influencia del proyecto se realizan fallas trifásicas, bifásicas a tierra y monofásicas a tierra. El programa empleado para estos cálculos define y muestra los siguientes valores:

- Potencia inicial de cortocircuito:  $S_{kss}$
- Corriente de cortocircuito:  $I_{kss}$
- Corriente de cortocircuito pico:  $I_p$

#### a. Perfil de corrientes de cortocircuito de la línea de subtransmisión y ramales para el año 2033-(10).

Figura 39

Perfil de corriente de cortocircuito trifásico – año 2033.

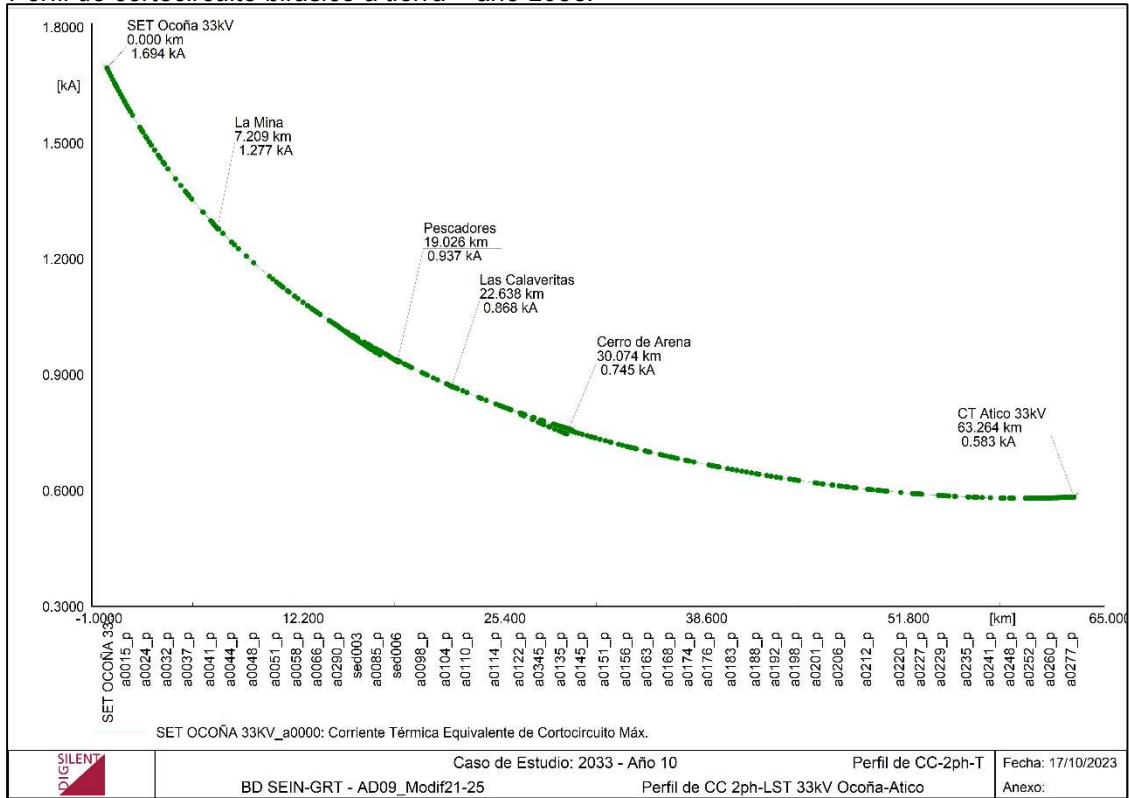


Nota: Elaboración propia.



**Figura 40**

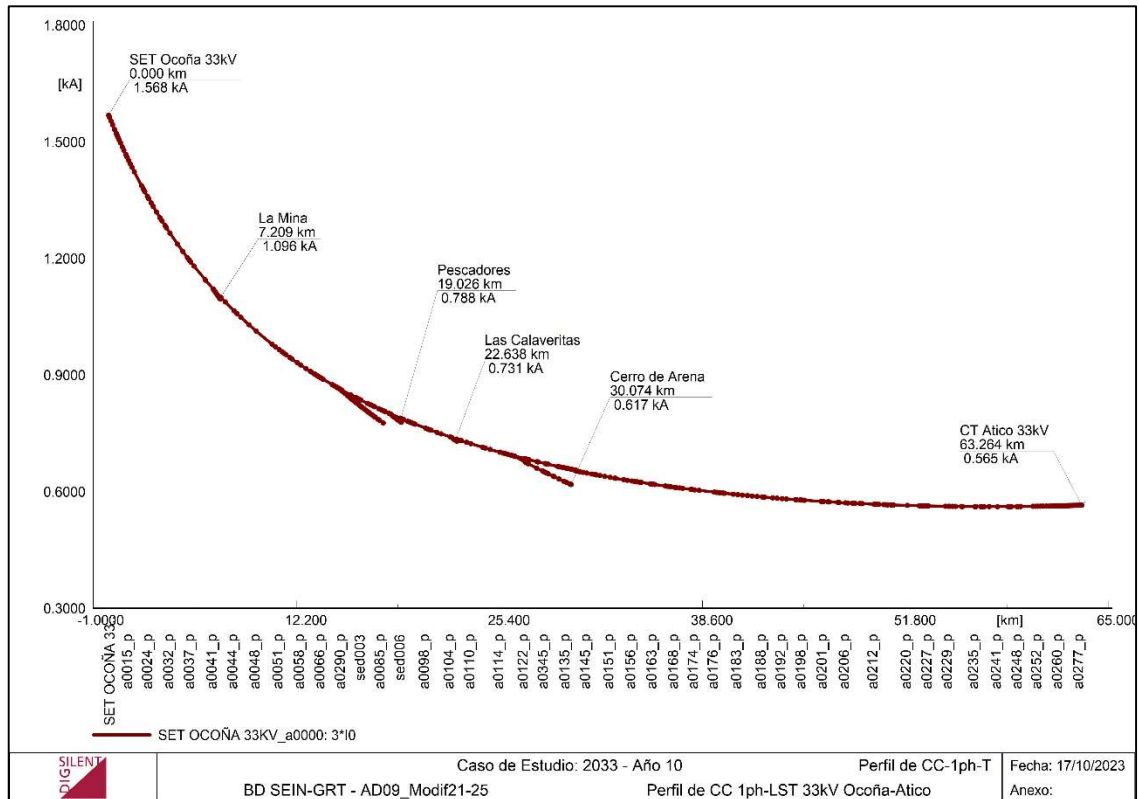
*Perfil de cortocircuito bifásico a tierra – año 2033.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 41**

*Perfil de cortocircuito monofásico a tierra – año 2033.*



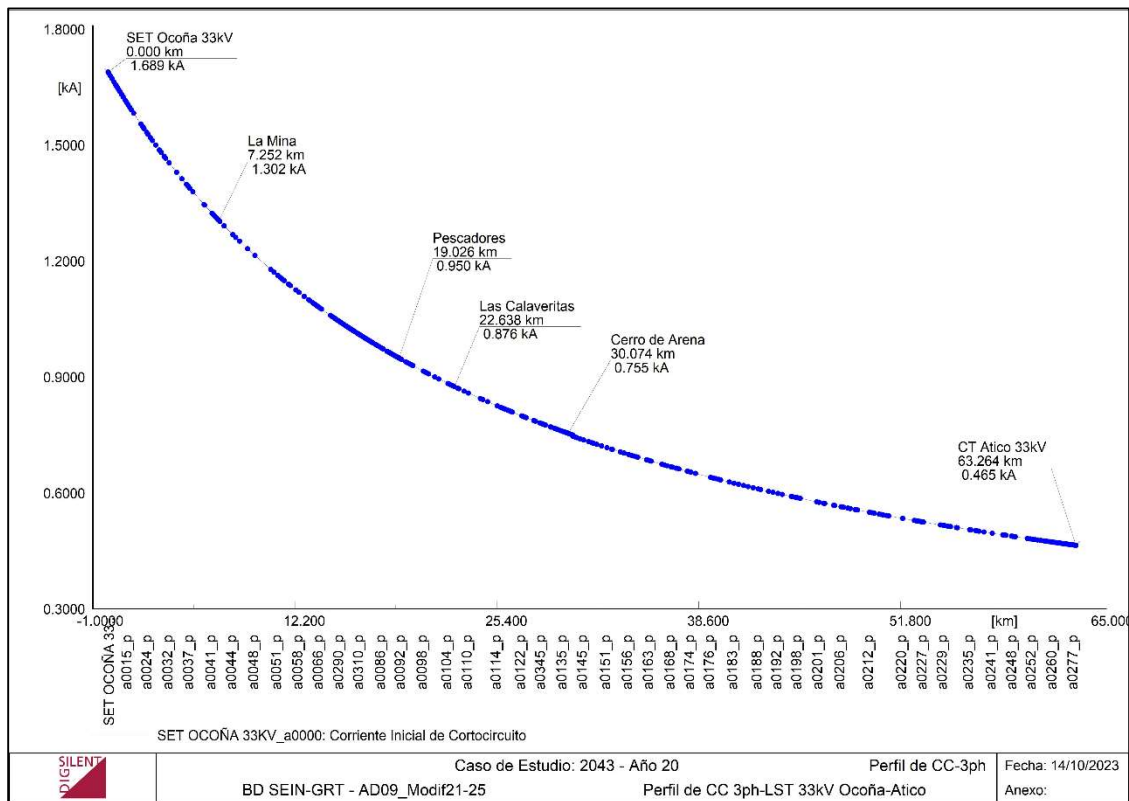
Nota: Elaboración propia.

De las gráficas de perfil de cortocircuito para el año 2033 mostradas, se puede apreciar que la máxima corriente de cortocircuito en la barra de 33 kV de la SET Ocoña se obtuvo para el caso de falla bifásica a tierra con un valor de 1.694 kA y para el caso de la barra de 33 kV en la CT Atico la máxima corriente de cortocircuito obtenida es de 0.583 kA en falla bifásica.

**b. Perfil de corrientes de cortocircuito de la línea de subtransmisión y ramales para el año 2043-(20).**

**Figura 42**

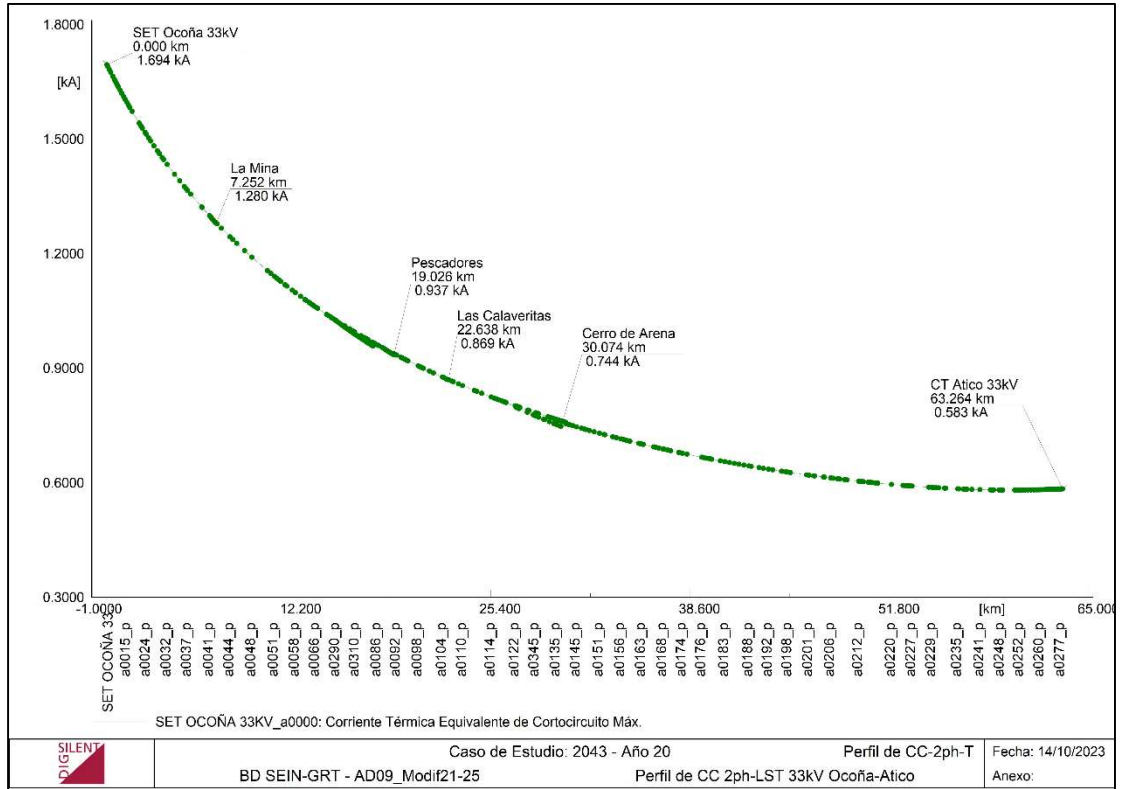
*Perfil de cortocircuito trifásico – año 2043.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 43**

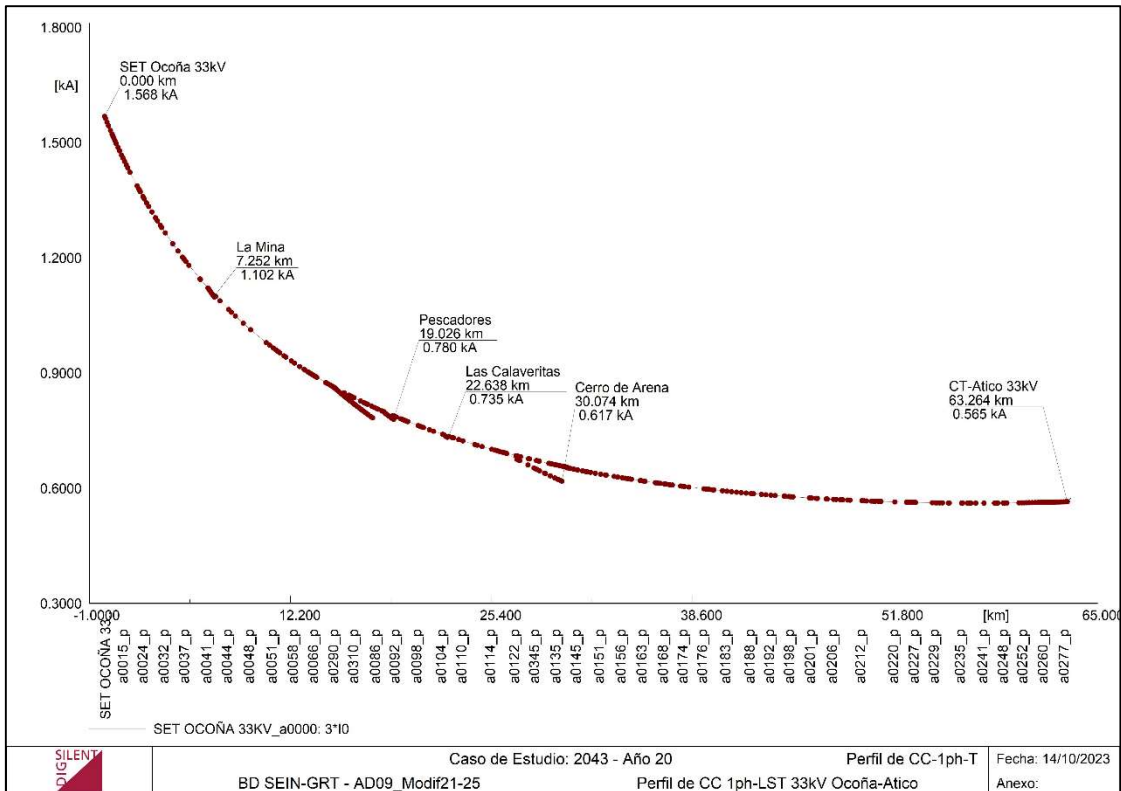
*Perfil de cortocircuito bifásico a tierra – año 2043.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 44**

*Perfil de cortocircuito monofásico a tierra – año 2043.*



Nota: Elaboración propia.

De las gráficas de perfil de cortocircuito para el año 2043 mostradas, se puede apreciar que la máxima corriente de cortocircuito en la barra de 33 kV de la SET Ocoña se obtuvo para el caso de falla bifásica a tierra con un valor de 1.694 kA y para el caso de la barra de 33 kV en la CT Atico la máxima corriente de cortocircuito obtenida es de 0.583 kA en falla bifásica.

### 3.3. Resultados

#### 3.3.1. Resultados de diagnóstico de flujo de carga y perfil de tensión

Los resultados obtenidos en la Tabla 7, muestran los valores de cargabilidad del transformador existente en la central térmica de Atico, obteniéndose que para el año 2028 el transformador estaría operando en sobrecarga de hasta un 110% de su potencia nominal.

**Tabla 7**

*Diagnóstico de cargabilidad del transformador de Atico.*

Transformador	2024		2028		2033	
	P(MW)	%	P(MW)	%	P(MW)	%
0.4/10 kV-1.6 MVA	1.24	82.53	1.64	110.00	1.81	122.06

Nota: Elaboración propia.

Asimismo, en la Tabla 8 se muestra el resultado del diagnóstico del perfil de tensión de las barras de la subestación La Huerta, así como la subestación de Ocoña. No se presentan problemas de caída de tensión.

**Tabla 8**

*Resultados de diagnóstico del perfil de tensión.*

Barras		La Huerta	La Huerta	Ocoña
		138 kV	33 kV	33 kV
2023 (0)	kV	135.48	33.72	33.43
	p.u	0.98	1.02	1.01
2024 (1)	kV	135.43	33.7	33.4
	p.u	0.98	1.02	1.01
2028 (5)	kV	135.21	33.63	33.3
	p.u	0.98	1.02	1.01
2033 (10)	kV	133.78	33.16	32.63
	p.u	0.97	1.00	0.99

Nota: Elaboración propia.

### 3.3.2. Resultados de análisis de flujo de carga, pérdidas de potencia y caída de tensión a lo largo de la línea de subtransmisión.

En los resultados obtenidos en la simulación y que se muestra en la Tabla 9 se puede apreciar la cargabilidad que tendrán los equipos a implementar para la interconexión, los cuales estarían cumpliendo con el porcentaje de uso de su potencia nominal.

**Tabla 9**

*Resultados de flujo de carga a lo largo de la línea.*

Transformador	2024		2028		2033		2038		2043	
	P(MW)	%	P(MW)	%	P(MW)	%	P(MW)	%	P(MW)	%
TP 138/60/33/10 kV-12.5 MVA (La Huerta) LST- AAAC 120mm2 (Ocoña-Atico)	5.46	44.98	6.30	52.39	7.10	59.44	8.05	68.00	9.16	75.72
TP 33/10 kV-2.5 MVA (CT Atico)	1.68	8.83	2.10	11.25	2.28	12.40	2.51	13.81	2.77	15.02
	1.23	51.67	1.63	69.04	1.81	76.50	2.02	85.66	2.26	96.42

Nota: Elaboración propia.

Por otro lado, en la Tabla 10, se muestran las pérdidas de potencia activa a lo largo de la línea de subtransmisión.

**Tabla 10**

*Pérdidas de potencia de la línea de subtransmisión.*

	2024	2028	2033	2038	2043
Potencia (MW)	1.68	2.10	2.28	2.51	2.77
Pérdidas Total (MW)	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14
Demanda (MW)	1.61	2.01	2.18	2.39	2.63

Nota: Elaboración propia.

Con respecto a las variaciones de tensión, tal como se muestra en la Figura 44, la cual corresponde al caso de estudio del año 2043. Se evidencia que se cumple con el porcentaje de variación de la tensión indicado en el Código Nacional de Suministro (2011). Esto se logra gracias a la acción del

regulador de tensión instalado a 30 km de la línea desde la barra en la SET Ocoña.

### 3.3.3. Resultados del estudio de cortocircuito.

Para el estudio de cortocircuito se realizó las simulaciones para los casos de estudio del año 2033 y 2043, tal como se muestran en las Tablas 11 y 12. Se obtuvo que los valores de potencias y corrientes de cortocircuito para los tres casos indicados (trifásico, bifásico a tierra y monofásico a tierra) no varían a lo largo de los años proyectados.

**Tabla 11**

*Resultados del estudio de cortocircuito – Año 2033.*

Tipo de Cortocircuito	Magnitudes	La Huerta 138 kV	La Huerta 33 kV	Ocoña 33 kV	Atico 33kV	Atico 10kV
Trifásico	Skss (MVA)	213.090	126.100	96.560	26.580	17.030
	Ikss (kA)	<b>0.890</b>	<b>2.206</b>	<b>1.689</b>	<b>0.465</b>	<b>0.983</b>
	Ip (kA)	1.777	4.792	3.378	0.796	1.847
Bifásico a Tierra	Skss (MVA)	75.444	47.458	32.127	11.080	5.100
	Ikss (kA)	<b>0.947</b>	<b>2.491</b>	<b>1.694</b>	<b>0.583</b>	<b>0.884</b>
	Ip (kA)	1.887	5.411	3.371	0.996	2.276
Monofásico a tierra	Skss (MVA)	72.185	47.794	29.879	10.767	1.707
	Ikss (kA)	<b>0.906</b>	<b>2.509</b>	<b>1.568</b>	<b>0.565</b>	<b>0.296</b>
	Ip (kA)	1.806	5.449	3.135	0.967	0.556

Nota: Elaboración propia.

**Tabla 12**

*Resultados del estudio de cortocircuito – Año 2043.*

Tipo de Cortocircuito	Magnitudes	La Huerta 138 kV	La Huerta 33 kV	Ocoña 33 kV	Atico 33kV	Atico 10kV
Trifásico	Skss (MVA)	213.090	126.100	96.560	26.580	17.030
	Ikss (kA)	<b>0.890</b>	<b>2.206</b>	<b>1.689</b>	<b>0.465</b>	<b>0.983</b>
	Ip (kA)	1.777	4.792	3.378	0.796	1.847
Bifásico a Tierra	Skss (MVA)	75.444	47.458	32.127	11.080	5.100
	Ikss (kA)	<b>0.947</b>	<b>2.491</b>	<b>1.694</b>	<b>0.583</b>	<b>0.884</b>
	Ip (kA)	1.887	5.411	3.371	0.996	2.276
Monofásico a tierra	Skss (MVA)	72.185	47.794	29.879	10.767	1.707
	Ikss (kA)	<b>0.906</b>	<b>2.509</b>	<b>1.568</b>	<b>0.565</b>	<b>0.296</b>
	Ip (kA)	1.806	5.449	3.135	0.967	0.556

Nota: Elaboración propia.

De igual manera se obtuvo los resultados en las Tablas 13 y 14 para las fallas a tierra considerando una impedancia del suelo de 250 ohm.

**Tabla 13**

*Resultados del estudio de cortocircuito con impedancia - 2033.*

Tipo de Cortocircuito	Magnitudes	La Huerta	La Huerta	Ocoña	Atico	Atico
		138 kV	33 kV	33 kV	33kV	10kV
Trifásico	Skss (MVA)	71.13	4.75	4.72	4.36	0.44
	Ikss (kA)	<b>0.298</b>	<b>0.083</b>	<b>0.083</b>	<b>0.076</b>	<b>0.025</b>
Bifásico a Tierra	Skss (MVA)	23.8	1.6	1.6	1.5	0.2
	Ikss (kA)	<b>0.303</b>	<b>0.084</b>	<b>0.083</b>	<b>0.079</b>	<b>0.026</b>
Monofásico a tierra	Skss (MVA)	72.185	47.794	29.879	1.5	0.1
	Ikss (kA)	<b>0.906</b>	<b>2.509</b>	<b>1.568</b>	<b>0.565</b>	<b>0.025</b>

**Tabla 14**

*Resultados del estudio de cortocircuito con impedancia - 2043.*

Tipo de Cortocircuito	Magnitudes	La Huerta	La Huerta	Ocoña	Atico	Atico
		138 kV	33 kV	33 kV	33kV	10kV
Trifásico	Skss (MVA)	71.13	4.75	4.72	4.36	0.44
	Ikss (kA)	<b>0.298</b>	<b>0.083</b>	<b>0.083</b>	<b>0.076</b>	<b>0.025</b>
Bifásico a Tierra	Skss (MVA)	23.8	1.6	1.6	1.5	0.2
	Ikss (kA)	<b>0.303</b>	<b>0.084</b>	<b>0.083</b>	<b>0.079</b>	<b>0.026</b>
Monofásico a tierra	Skss (MVA)	72.185	47.794	29.879	1.5	0.1
	Ikss (kA)	<b>0.906</b>	<b>2.509</b>	<b>1.568</b>	<b>0.565</b>	<b>0.025</b>

De igual manera para los casos de cortocircuitos evaluados en las subestaciones de distribución que se ubican en los ramales de la línea, se muestran los resultados en las Tablas 15 y 16.

**Tabla 15**

*Resultados del estudio de cortocircuito de transformadores – Año 2033.*

Localidad	N° SED	Trifásico	Bifásico a tierra	Monofásico a tierra
La Mina	9551	1.305	1.273	1.096
La Planchada	9534	1.022	0.997	0.833
La Planchada	9535	1.01	0.985	0.818
La Planchada	9593	1.009	0.983	0.817
La Planchada	9540	0.976	0.948	0.777
Pescadores	9533	0.949	0.931	0.778
Las Calaveritas	9543	0.876	0.865	0.73
Cerro de Arena	9536	0.755	0.745	0.618

Nota: Elaboración propia.

**Tabla 16**

*Resultados del estudio de cortocircuito de transformadores– Año 2043.*

<b>Localidad</b>	<b>N° SED</b>	<b>Trifásico</b>	<b>Bifásico a tierra</b>	<b>Monofásico a tierra</b>
La Mina	9551	1.305	1.273	1.096
La Planchada	9534	1.022	0.997	0.833
La Planchada	9535	1.01	0.985	0.818
La Planchada	9593	1.009	0.983	0.817
La Planchada	9540	0.976	0.948	0.777
Pescadores	9533	0.949	0.931	0.778
Las Calaveritas	9543	0.876	0.865	0.73
Cerro de Arena	9536	0.755	0.745	0.618

Nota: Elaboración propia.



## CONCLUSIONES

### Conclusión 1

En el diagnóstico del flujo de carga y perfil de tensión, de las subestaciones de La Huerta, Ocoña y Atico. Se concluye que el transformador TP-0.4/10 kV - 1.6 MVA de la CT Atico, según Norma Tarifas, estaría sobrecargado en un 110% de su potencia nominal en el año 2028 y para las subestaciones de La Huerta y Ocoña el diagnóstico de perfil de tensión indica que se encuentran dentro del rango de operación nominal del  $\pm 5\%$  indicado en la norma CNE-Suministro (2011).

### Conclusión 2

En el análisis de flujo de potencia se determinó que para el año 2043 la línea y equipos de las subestaciones de La Huerta, Ocoña y Atico, obtendrían la máxima cargabilidad. En el caso del transformador de La Huerta tendría una cargabilidad del 75.72%, por otro lado, la línea de subtransmisión contendría una cargabilidad del 15.02%, asimismo en el transformador proyectado en Atico sostendría una cargabilidad del 96.42%. La máxima pérdida de potencia se obtuvo para el año 2024 con un valor de 0.14 MW y el nivel de tensión a lo largo de la línea se encuentra dentro del rango del  $\pm 5\%$  de variación.

### Conclusión 3

Los resultados obtenidos del estudio de cortocircuito mostrados en las Tablas 12 y 13 para los años 2033 y 2043 se concluye que no existe una variación de la potencia y corriente de cortocircuito. Esto se debe a que el aporte de la corriente de cortocircuito se encuentra relacionado con la generación por parte de las máquinas rotativas. Por lo tanto, al no existir implementación de nuevos generadores en la red, la corriente de cortocircuito no varía.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una actualización en base a recolección de información en campo, del archivo DIgSILENT de la Modificatoria del Plan de Inversión de Transmisión “BD SEIN-GRT - AD09\_Modif21-25” publicado en la página web de OSINERGMIN, con la finalidad de obtener resultados de mayor confiabilidad.

Para el caso de ciertos parámetros de equipos que no se encuentre información completa en campo, se recomienda utilizar las especificaciones técnicas de equipos con similares características de marcas con reconocimiento a nivel nacional e internacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo Mopocita, H. L. (2022). *Compensación de Potencia Reactiva en la Línea de Subtransmisión a 34.5 kV, entre NPF y SPF, para Mejorar la Generación Eléctrica*. Latacunga, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9795/1/MUTC-001327.pdf>
- Avelino Pérez, P. (2008). *Transformadores de Distribución Teoría, Cálculo, Construcción y Pruebas*. (Tercera ed.). México D.F., México: REVERTÉ EDICIONES.
- Briones Morante, B. M., & Pincay Quimi, B. E. (2020). *Análisis de Sistemas Eléctricos d Potencia empleando el software DlgSILENT Power Factory*. Guayaquil, Ecuador.
- Carchi Fuentes, G. F., & Yela Carriel, J. P. (2022). *Diseño y Análisis en DlgSILENT del Nivel de Voltaje de la Línea de Subtransmisión L5 desde el punto de Entrega hasta la Subestación Balzar-CNEL EP Unidad de Negocio Guayas-Los Ríos*. Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- Castelblanco Pintero, B., & González Joven, J. D. (2022). *Metodología para el Análisis de Flujo de Carga y fallas de baja impedancia en sistemas de distribución con generación distribuída bajo estándar ANSI utilizando el Software DlgSILENT*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- De La Cruz Alanya, A. (2023). *Análisis de la Estabilidad de Tensión en el Sistema Eléctrico Oxapampa Utilizando el Programa DlgSILENT*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- DlgSILENT GmbH*. (s.f.). Obtenido de <https://www.digsilent.de/en/company.html>
- Grainger, J., & Stevenson, W. (2002). *Análisis de Sistemas de Potencia*. (M. Miguel García, Ed.) México: McGraw-Hill.

- International Electrotechnical Commission. (2016). *IEC-60909: Short-circuit currents in three-phase a.c. systems*. Obtenido de <https://www.iec.ch/homepage>
- Jami Solis, S. M. (2020). Evaluación de la Estabilidad del Sistema de Transmisión Eléctrica a partir de Estructuras Simétricas Considerando Transferencia de Carga. *Revista de I+D Tecnológico*, 16(2), 8.
- Juárez Cervantes, J. D. (1995). *Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica*. (V. Almaraz Moreno, Ed.) México, D.F.: Sans Serif Editores.
- K. Alexander, C., & O. Sadiku, M. (2013). *Fundamentos de Circuitos eléctricos* (Quinta ed.). (C. Cordero Pedraza, & H. Villagomez Velázquez, Trans.) McGraw-Hill Companies.
- Kindermann, G. (1997). *Curto-Circuito* (Segunda ed.). Porto Alegre, Porto Alegre, Brasil: Associao Brasileira de Direitos Reprográficos.
- Mamani Callata, Y. R. (2019). *Estudio de Pre-Operatividad para la Conexión de la Central Hidroeléctrica San Gabán I al SEIN mediante una Línea de Transmisión en 220 kV*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Mejia Villegas. (2003). *Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión* (Segunda ed.). Medellín, Colombia.
- Ministerio de Energía y Minas. (29 de Abril de 2011). Código Nacional de Electricidad - Suministro. *El Peruano*. Obtenido de [www.gob.pe/minem](http://www.gob.pe/minem)
- Mujal Rosas, R. (2002). *Cálculo de Líneas y Redes Eléctricas*. Barcelona, España: Edicions UPC.
- Osinergmin. (s.f.). Obtenido de Modificación del Plan de Inversiones.: <https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/procesos-regulatorios/electricidad/fijacion-SST-SCT/modificacion-plan-inversiones-2021-2025>
- Osinergmin. (Agosto de 2013). *Norma Tarifas y Compensaciones para Sistemas Secundarios de Transmisión y Sistemas Complementarios de Transmisión*. Lima. Obtenido de <https://www.gob.pe/osinergmin>

Osorio Chilquillo, E. R. (2022). *Control de Potencia Activa y Reactiva para Mantener en Condición Estable el Sistema Eléctrico Potencia Zona Centro Utilizando el Software DOgSILENT*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

Reguladores de tensao - NBR 11809. (s.f.). *Associação Brasileira de Normas Técnicas*, 64.

Saadat, H. (2002). *Power System Analysis*. McGraw-Hill.

Yépez Escudero, L. S., & Caicedo Parrales, L. J. (2023). *Regulación Óptima de Voltaje en Línea de Media Tensión en Zona Rural mediante DigSILENT*. Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

## ANEXOS

### ANEXO 1

Localidad	N° Estructura	Tipo Arm. Primario	Coordenada X	Coordenada Y	Soporte
Tramo Exist.	SET Ocoña	-	-	-	-
Tramo Exist.	ES-01	PA3-3	701821.32	8182678.83	13m/C5
Tramo Exist.	ES-02	PA3-3	701820.95	8182662.62	13m/C5
Tramo Exist.	ES-03	PA1-3	701717.00	8182657.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-04	PR3-3	701617.00	8182649.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-05	PA1-3	701487.00	8182624.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-06	TS-3	701386.97	8182599.32	13m/C5
Tramo Exist.	ES-07	PTSVU-3	701374.11	8182586.46	13m/C5
Tramo Exist.	ES-08	PSVE-3	701374.08	8182544.97	13m/C5
Tramo Exist.	ES-09	PSVE-3	701378.84	8182483.22	13m/C5
Tramo Exist.	ES-10	PSVE-3	701372.94	8182410.67	13m/C5
Tramo Exist.	ES-11	PR3-3	701366.25	8182326.01	13m/C5
Tramo Exist.	ES-12	PS1-3	701356.43	8182211.09	13m/C5
Tramo Exist.	ES-13	PS1-3	701347.69	8182109.17	13m/C5
Tramo Exist.	ES-14	PR3-3	701336.00	8181980.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-15	PR3-3	701331.00	8181892.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-16	PA1VE-3	701323.86	8181785.51	13m/C5
Tramo Exist.	ES-17	PS1-3	701331.20	8181673.50	13m/C5
Tramo Exist.	ES-18	PR3-3	701336.73	8181573.70	13m/C5
Tramo Exist.	ES-19	P3A2-3	701363.90	8181432.54	13m/C3
Tramo Exist.	ES-20	P3A2-3	700929.35	8181249.04	13m/C3
Tramo Exist.	ES-21	PA3-3	700838.69	8181210.37	13m/C5
Tramo Exist.	ES-22	PR3-3	700799.70	8181250.73	13m/C5
Tramo Exist.	ES-23	PR3-3	700762.73	8181287.48	13m/C5
Tramo Exist.	ES-24	PS1-3	700640.00	8181409.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-25	PS1-3	700576.20	8181471.74	13m/C5
Tramo Exist.	ES-26	PS1-3	700467.72	8181581.58	13m/C3
Tramo Exist.	ES-27	PS1-3	700370.05	8181679.18	13m/C3
Tramo Exist.	ES-28	PS1-3	700220.34	8181831.54	13m/C3
Tramo Exist.	ES-29	PR3-3	700052.01	8181996.53	13m/C3
Tramo Exist.	ES-30	PS1-3	699962.24	8182082.74	13m/C3
Tramo Exist.	ES-31	PS1-3	699832.77	8182215.92	13m/C3
Tramo Exist.	ES-32	PS1-3	699763.22	8182282.85	13m/C3
Tramo Exist.	ES-33	PSH-3	699601.33	8182448.45	13m/C5
Tramo Exist.	ES-34	PRH-3	699253.97	8182792.29	13m/C5
Tramo Exist.	ES-35	PRH-3	699011.54	8183037.86	13m/C5
Tramo Exist.	ES-36	PSH-3	698798.54	8183251.32	13m/C5
Tramo Exist.	ES-37	PS1-3	698719.68	8183328.40	13m/C5
Tramo Exist.	ES-38	PS1-3	698644.74	8183404.28	13m/C5
Tramo Exist.	ES-39	P3A2-3	698504.81	8183544.94	13m/C3
Tramo Exist.	ES-40	P3A2-3	697988.37	8184063.27	13m/C3

Tramo Exist.	ES-41	PRH-3	697967.44	8184085.20	13m/C3
Tramo Exist.	ES-42	PRH-3	697619.65	8184433.00	13m/C3
Tramo Exist.	ES-43	P3A2-3	697261.00	8184791.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-44	PRH-3	696998.00	8184891.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-45	PRH-3	696460.00	8185076.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-46	PS1-3	696284.00	8185139.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-47	PRH-3	696045.00	8185228.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-48	PRH-3	695550.00	8185397.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-49	P3A2-3	695097.00	8185556.00	13m/C3
Tramo Exist.	ES-50	P3A2-3	694122.00	8185901.00	13m/C3
Tramo Exist.	ES-51	PS1-3	693918.00	8185974.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-52	PS1-3	693684.00	8186056.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-53	PR3-3	693526.00	8186111.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-54	PS1-3	693408.00	8186151.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-55	PR3-3	693295.00	8186190.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-56	PRH-3	693023.00	8186286.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-57	PRH-3	692917.00	8186322.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-58	PRH-3	692570.00	8186443.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-59	PRH-3	692377.00	8186513.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-60	PRH-3	692055.00	8186625.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-61	P3A2-3	691778.00	8186721.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-62	PRH-3	691720.00	8186731.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-63	PS1-3	691512.00	8186751.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-64	PS1-3	691403.00	8186763.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-65	PS1-3	691308.00	8186774.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-66	PS1-3	691203.05	8186785.36	13m/C5
Tramo Exist.	ES-67	PR3-3	691081.52	8186799.71	13m/C3
Tramo Exist.	ES-68	P3A2-3	690952.53	8186813.70	13m/C3
Tramo Exist.	ES-69	P3A2-3	690362.66	8186875.95	13m/C3
Tramo Exist.	ES-70	PS1-3	690230.62	8186891.05	13m/C5
Tramo Exist.	ES-71	PS1-3	690081.11	8186906.71	13m/C5
Tramo Exist.	ES-72	PS1-3	689981.58	8186917.74	13m/C5
Tramo Exist.	ES-73	PS1-3	689876.00	8186930.00	13m/C5
Tramo Exist.	ES-74	P3A2-3	689750.88	8186943.45	13m/C3
Tramo Exist.	ES-75	P3A2-3	689155.52	8187009.01	13m/C5
Tramo Exist.	ES-76	PR3-3	688853.97	8187042.50	13m/C3
Tramo Exist.	ES-77	PS1-3	688785.34	8187047.16	13m/C5
Tramo Exist.	ES-78	PS1-3	688641.52	8187064.22	13m/C5
Tramo Exist.	ES-79	PA1H-3	688519.00	8187076.00	13m/C3
Tramo Exist.	ES-80	PRH-3	688086.37	8187123.26	13m/C3
Tramo Exist.	ES-81	PR3-3	687884.07	8187145.90	13m/C3
Tramo Exist.	ES-82	PR3-3	687872.08	8187156.96	13m/C5
Tramo Exist.	ES-83	PS1-3	687775.60	8187255.26	13m/C5
Tramo Exist.	ES-84	PS1-3	687705.92	8187325.50	13m/C5
Tramo Exist.	ES-85	PS1-3	687511.77	8187518.61	13m/C5

Tramo Exist.	ES-86	PS1-3	687393.26	8187639.78	13m/C5
Tramo Exist.	ES-87	PS1-3	687280.23	8187751.47	13m/C5
Tramo Exist.	ES-88	PS1-3	687217.80	8187815.64	13m/C5
Tramo Exist.	ES-89	PS1-3	687042.25	8187991.44	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-90	P3A2-3	686945.74	8188087.72	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-91	P3A2-3	686526.00	8188510.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-92	PS1-3	686453.00	8188582.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-93	PS1-3	686369.00	8188665.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-94	P3A2-3	686168.00	8188865.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-95	PS1-3	686096.00	8188937.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-96	PS1-3	685989.00	8189046.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-97	PS1-3	685926.00	8189111.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-98	P3A2-3	685843.00	8189195.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-99	P3A2-3	685357.94	8189675.85	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-100	PS1-3	685267.24	8189769.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-101	PS1-3	685194.70	8189841.42	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-102	PS1-3	685115.22	8189916.54	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-103	P3A2-3	684830.30	8190202.01	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-104	P3A2-3	684645.00	8190390.99	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-105	P3A2-3	684223.00	8190813.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-105 ©	P3A2-3	684158.00	8190879.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-106	P3A2-3	683936.87	8191099.15	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-107	PR3-3	683776.75	8191260.05	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-108	PS1-3	683720.61	8191319.11	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-109	PS1-3	683476.00	8191564.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-110	P3A2-3	683283.00	8191757.00	13m/C3
Tramo Reforz Exist.	ES-111	P3A2-3	682725.00	8192307.00	13m/C3
Tramo Reforz Exist.	ES-112	PS1-3	682606.00	8192413.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-113	P3A2-3	682361.00	8192615.00	13m/C3
Tramo Reforz Exist.	ES-114	P3A2-3	681875.98	8193028.11	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-115	PS1-3	681719.05	8193162.68	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-116	PS1-3	681595.00	8193265.00	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-117	PS1-3	681499.23	8193347.46	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-118	PS1-3	681341.99	8193479.01	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-119	PS1-3	681247.16	8193557.75	13m/C5
Tramo Reforz Exist.	ES-120	PR3-3	681186.73	8193608.00	13m/C5
Deriv. La Mina	ES-01	PST-3	697654.62	8184473.53	13m/C5
Deriv. La Mina	ES-02	PS1-3	697700.51	8184520.28	13m/C5
Deriv. La Mina	ES-03	PS1-3	697753.21	8184568.86	13m/C5
Deriv. La Mina	ES-04	PS1-3	697811.89	8184618.34	13m/C5
Deriv. La Mina	ES-05	PS1-3	697864.43	8184670.15	13m/C5
Deriv. La Mina	ES-06	PS1-3	697897.54	8184684.38	13m/C5
Deriv. La Mina	ES-07	PS1-3	697926.15	8184708.90	13m/C5
Deriv. La Mina	ES-08	PS1-3	697957.29	8184738.19	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-01	TS-3	689882.13	8186905.79	13m/C5



Deriv. La Planchada	ES-02	PS1-3	689895.00	8186807.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-03	PS1-3	689913.00	8186712.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-04	PS1-3	689940.00	8186584.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-05	PS1-3	689965.00	8186437.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-06	PS1-3	689979.00	8186388.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-07	PA1VE-3	689994.00	8186316.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-08	PSVE-3	690009.00	8186271.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-09	PA1VE-3	690031.00	8186211.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-10	PSVE-3	690039.00	8186173.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-11	PA1VE-3	690054.00	8186120.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-12	PSVE-3	690061.00	8186057.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-13	PTSVU-3	690100.00	8185992.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-14	PSVE-3	690110.00	8185958.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-15	PTSVU-3	690130.00	8185903.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-16	TS-3	690102.00	8185886.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-17	PS1-3	689956.00	8185873.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-18	PS1-3	689875.00	8185868.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-19	DS-3	689824.00	8185862.00	CAC
Deriv. La Planchada	ES-20	TS-3	689789.00	8185860.00	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-21	PS1-3	689743.70	8185839.17	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-22	PS1-3	689638.70	8185828.70	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-23	PS1-3	689529.21	8185818.12	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-24	PS1-3	689416.90	8185816.41	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-25	PS1-3	689434.07	8185772.62	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-26	PS1-3	689383.84	8185671.19	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-27	PS1-3	689262.81	8185640.35	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-28	PS1-3	689159.87	8185618.08	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-29	PS1-3	689084.82	8185660.93	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-30	PS1-3	688929.04	8185745.07	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-31	PS1-3	688827.60	8185803.97	13m/C5
Deriv. La Planchada	ES-32	PS1-3	688728.46	8185855.47	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-01	TS-3	687036.00	8187980.00	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-02	PS1-3	686940.00	8187786.00	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-03	PS1-3	686920.00	8187749.00	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-04	PS1-3	686884.00	8187680.00	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-05	PS1-3	686839.00	8187589.00	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-06	PR3-3	686793.00	8187499.00	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-07	PRVU-3	686758.00	8187480.00	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-08	PSVE-3	686711.00	8187464.00	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-09	PSVE-3	686656.00	8187446.00	13m/C5
Deriv. Pescadores	ES-10	PTSVU-3	686587.00	8187425.00	13m/C5
Deriv. Calaveritas	ES-01	P3A2-3	684124.68	8190609.56	13m/C5
Deriv. Calaveritas	ES-02	PS1-3	684085.00	8190535.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-01	P3A2-3	681116.70	8193632.91	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-02	P3A2-3	680468.00	8193787.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-03	PS1-3	680365.00	8193811.00	13m/C5

Deriv. Cerro de Arena	ES-04	P3A2-3	680280.00	8193831.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-05	P3A2-3	679750.00	8193970.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-06	P3A2-3	679364.00	8194060.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-07	PS1-3	679257.00	8194085.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-08	PS1-3	679177.00	8194110.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-09	P3A2-3	679020.00	8194159.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-10	PR3-3	678696.00	8194234.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-11	PR3-3	678650.00	8194246.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-12	P3A2-3	678331.00	8194316.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-13	PS1-3	678040.00	8194392.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-14	PS1-3	677849.00	8194437.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-15	PA3-3	677672.00	8194483.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-16	PS1-3	677646.00	8194443.00	13m/C5
Deriv. Cerro de Arena	ES-17	PA1VE-3	677625.00	8194411.00	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-122	P3A2-3	681141.70	8193647.66	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-123	P3A2-3	680668.87	8194063.98	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-124	PR3-3	680623.83	8194103.63	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-125	PR3-3	680580.04	8194142.19	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-126	PRH-3	680465.34	8194280.92	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-127	PRH-3	680126.91	8194690.28	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-128	PRH-3	680083.04	8194743.35	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-129	P3A2-3	679796.31	8195090.17	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-130	PS1-3	679738.96	8195159.54	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-131	P3A2-3	679681.61	8195228.90	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-132	P3A2-3	679275.85	8195719.71	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-133	PRH-3	679218.28	8195736.62	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-134	PRH-3	679074.37	8195778.91	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-135	PRH-3	678901.67	8195829.65	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-136	PRH-3	678757.75	8195871.94	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-137	PRH-3	678613.84	8195914.23	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-138	PRH-3	678469.92	8195956.52	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-139	PS1-3	678385.88	8195981.21	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-140	PS1-3	678265.33	8196016.63	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-141	PRH-3	678153.31	8196049.55	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-142	PSH-3	678087.44	8196068.91	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-143	PSH-3	677923.04	8196117.21	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-144	PRH-3	677834.11	8196143.34	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-145	PRH-3	677634.27	8196202.06	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-146	PSH-3	677404.94	8196269.45	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-147	PS1-3	677088.33	8196362.48	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-148	PS1-3	676885.50	8196422.08	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-149	PSH-3	676799.41	8196448.33	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-150	PSH-3	676581.64	8196514.74	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-151	PSH-3	676282.90	8196605.84	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-152	PSH-3	675943.85	8196709.23	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-153	PRH-3	675651.60	8196798.35	13m/C5

Tramo Proyectado	ES-154	P3A2-3	675600.75	8196813.86	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-155	P3A2-3	675106.38	8196964.61	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-156	PR3-3	674876.82	8197034.61	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-157	PSH-3	674589.86	8197122.12	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-158	PS1-3	674417.69	8197174.62	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-159	PS1-3	674271.57	8197219.18	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-160	PR3-3	674102.04	8197270.88	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-161	P3A2-3	674015.95	8197297.13	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-162	P3A2-3	673456.63	8197467.69	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-163	PRH-3	673389.70	8197489.01	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-164	PS1-3	673275.99	8197525.24	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-165	P3A2-3	673170.78	8197558.76	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-166	P3A2-3	672513.34	8197768.21	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-167	PRH-3	672364.00	8197815.79	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-168	PSH-3	672192.74	8197871.21	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-169	PSH-3	671935.86	8197954.34	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-170	PA1-3	671843.01	8197984.38	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-171	PS1-3	671622.97	8198055.58	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-172	P3A2-3	671450.63	8198111.35	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-173	P3A2-3	670934.70	8198278.30	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-174	PRH-3	670844.31	8198307.55	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-175	PSH-3	670708.51	8198351.49	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-176	P3A2-3	670423.08	8198443.85	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-177	P3A2-3	669481.13	8198748.53	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-178	PRH-3	669338.41	8198794.69	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-179	PS1-3	669167.15	8198850.09	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-180	PA1-3	668975.76	8198911.99	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-181	PR3-3	668917.00	8198931.00	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-182	P3A2-3	668860.00	8198949.74	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-183	P3A2-3	668318.51	8199127.74	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-184	PSH-3	668033.51	8199221.42	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-185	PSH-3	667748.51	8199315.10	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-186	PSH-3	667435.01	8199418.16	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-187	PSH-3	667150.02	8199511.84	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-188	PRH-3	666836.52	8199614.89	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-189	PSH-3	666523.02	8199717.94	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-190	P3A2-3	666380.30	8199764.86	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-191	P3A2-3	665884.38	8199927.88	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-192	PSH-3	665611.03	8200017.73	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-193	PSH-3	665297.54	8200120.78	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-194	P3A2-3	665029.42	8200208.92	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-195	P3A2-3	664471.04	8200392.47	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-196	PSH-3	664414.05	8200411.20	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-197	PSH-3	664186.05	8200486.15	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-198	PR3-3	664129.05	8200504.89	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-199	PRH-3	664058.70	8200528.01	13m/C5

Tramo Proyectado	ES-200	P3A2-3	663915.98	8200574.16	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-201	P3A2-3	662888.37	8200906.47	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-202	PRH-3	662745.65	8200952.62	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-203	PSH-3	662460.20	8201044.93	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-204	P3A2-3	662390.96	8201067.32	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-205	P3A2-3	661832.22	8201248.01	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-206	PRH-3	661775.13	8201266.47	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-207	PRH-3	661375.01	8201395.86	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-208	PSH-3	661222.74	8201445.10	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-209	PSH-3	660947.34	8201534.16	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-210	PSH-3	660804.62	8201580.31	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-211	PSH-3	660490.63	8201681.85	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-212	P3A2-3	660347.90	8201728.00	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-213	P3A2-3	659605.74	8201968.00	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-214	PS1-3	659463.02	8202014.16	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-215	PS1-3	659320.30	8202060.31	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-216	PSH-3	659006.31	8202161.85	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-217	PR3-3	658873.04	8202204.94	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-218	PA1-3	658786.91	8202267.34	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-219	PRH-3	658605.79	8202398.54	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-220	P3A2-3	658481.90	8202488.28	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-221	P3A2-3	657741.93	8203024.32	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-222	P3A2-3	657122.20	8203473.25	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-223	PR3-3	657040.03	8203532.77	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-224	PS1-3	656925.07	8203616.05	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-225	PR3-3	656818.78	8203693.05	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-226	PR3-3	656789.15	8203714.51	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-227	PRH-3	656704.83	8203745.98	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-228	P3A2-3	656620.52	8203777.46	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-229	P3A2-3	655580.62	8204165.69	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-230	PRH-3	655383.89	8204239.14	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-231	PA1-3	655313.54	8204265.40	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-232	PS1-3	655135.46	8204331.89	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-233	PSH-3	654962.31	8204396.53	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-234	PRH-3	654596.94	8204532.93	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-235	P3A2-3	654540.73	8204553.92	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-236	P3A2-3	653781.89	8204837.22	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-237	PRH-3	653721.93	8204859.60	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-238	PSH-3	653429.58	8204968.75	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-239	PS1-3	653304.10	8205015.59	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-240	PRH-3	653219.78	8205047.07	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-241	P3A2-3	652910.63	8205162.49	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-242	P3A2-3	652404.73	8205351.36	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-243	P3A2-3	651758.13	8205592.76	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-244	PA2-3	651728.68	8205603.75	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-245	PR3-3	651673.69	8205579.74	13m/C5

Tramo Proyectado	ES-246	PRH-3	651646.20	8205567.74	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-247	PSH-3	651563.77	8205531.74	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-248	PSH-3	651233.80	8205387.65	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-249	PR3-3	651151.32	8205351.63	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-250	P3A2-3	651013.86	8205291.60	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-251	P3A2-3	650281.86	8204971.94	13m/C3
Tramo Proyectado	ES-252	PR3-3	650136.16	8205074.30	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-253	PS1-3	650011.83	8205161.64	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-254	PS1-3	649877.89	8205255.73	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-255	PS1-3	649741.80	8205351.33	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-256	PS1-3	649569.96	8205472.05	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-257	PA1H-3	649398.12	8205592.76	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-258	PA1-3	649250.84	8205696.23	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-259	PA1-3	649128.10	8205782.45	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-260	PA1-3	649021.88	8205857.07	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-261	PA3-3	648915.12	8205932.07	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-262	PRVU-3	648893.55	8205814.02	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-263	PRVU-3	648870.53	8205688.06	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-264	PSVE-3	648854.78	8205601.87	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-265	PSVE-3	648843.62	8205540.79	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-266	PSVE-3	648832.28	8205478.71	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-267	PA3-3	648816.93	8205394.74	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-268	PA3-3	648764.30	8205399.20	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-269	PSVE-3	648690.68	8205430.34	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-270	PSVE-3	648635.30	8205453.77	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-271	PA1VE-3	648542.92	8205492.85	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-272	PSVE-3	648487.64	8205516.17	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-273	PSVE-3	648432.36	8205539.49	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-274	PSVE-3	648369.97	8205565.81	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-275	PSVE-3	648307.33	8205592.24	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-276	PSVE-3	648256.30	8205613.76	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-277	PSVE-3	648144.69	8205660.84	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-278	PA3-3	648044.78	8205702.99	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-279	PSVE-3	648039.79	8205643.20	13m/C5
Tramo Proyectado	ES-280	PA3-3	648034.49	8205579.64	13m/C5

Coordenadas geográficas de la línea de subtransmisión Ocoña-Atico

## ANEXO 2

Tipos de Conductor - Library\AAAC - 120 mm2.TypCon

**Datos Básicos**

Nombre: AAAC - 120 mm2

Tensión Nominal: 33. kV

Corriente Nominal: 340. A

Número de Subconductores: 1

Modelo del Conductor

Conductor Sólido

Conductor Tubular

(Sub)Conductor

Resistencia DC (20°C): 0.284 Ohm/km

RMG (Radio Equivalente): 5.28 mm

Diámetro Externo: 14.31 mm

Efecto Piel

OK

Cancelar

Datos técnicos del conductor AAAC-120 mm2.

## ANEXO 3

Tipos de Conductor - Library\Equipamiento Ocoña-Atico\Conductores\AAAC - 70 mm2.TypCon\*

**Datos Básicos**

Nombre: AAAC - 70 mm2

Tensión Nominal: 33. kV

Corriente Nominal: 235. A

Número de Subconductores: 1

Modelo del Conductor

Conductor Sólido

Conductor Tubular

(Sub)Conductor

Resistencia DC (20°C): 0.4825 Ohm/km

RMG (Radio Equivalente): 3.97 mm

Diámetro Externo: 10.8 mm

Efecto Piel

OK

Cancelar

Datos técnicos del conductor AAAC-70 mm2.

## ANEXO 4

Tipo del Regulador de Tensión por Pasos - Library\Equipamiento Ocoña-Atico\Regulador de Tensión\Regulador de Tensión RVR-1.TypVoltreg

<b>Datos Básicos</b>	Nombre	Regulador de Tensión RVR-1	OK
Descripción	Tipo	Tipo A	Cancelar
Versión	Configuración	Estrella, 3 x 1 fase	
Flujo de Carga	<b>Valores nominales para unidad monofásica</b>		
Cortocircuito VDE/IEC	Frecuencia Nominal	60. Hz	<b>Cambiador de Taps</b>
Cortocircuito Completo	Tensión nominal	19.92 kV	Rango de regulación de la tensión 10. %
Cortocircuito ANSI	Corriente nominal	418. A	Tensión adicional por tap 0.625 %
Cortocircuito IEC 61363	Potencia nominal	832.6559 kVA	Posición Neutra 0
Cortocircuito DC	Potencia base del circuito	8326.56 kVA	Mínima posición -16
Simulación RMS	<b>Consejo: Las tensiones de cortocircuito se refieren a 'Potencia base del circuito'.</b>		
Simulación EMT	Impedancia en serie	<input type="checkbox"/> Impedancia dependiente del Tap	Máxima posición 16
Calidad de Energía/Armónicos	Tensión de cortocircuito uk	0.3 %	
Confiabilidad	Pérdidas de Cobre	0. W	
Análisis de la Capacidad de Integración			
Flujo Óptimo de Potencia			

Datos técnicos del regulador de tensión.

## ANEXO 5

Tipo de Transformador de dos Devanados - Library\Equipamiento Ocoña-Atico\Transformadores\Ocoña\TR-500 kVA 33/10 kV.TypTr2

<b>Datos Básicos</b>	Nombre	TR-500 kVA 33/10 kV	OK
Descripción	Tecnología	Transformador Trifásico	Cancelar
Versión	Potencia Nominal	0.5 MVA	
Flujo de Carga	Frecuencia Nominal	60. Hz	
Cortocircuito VDE/IEC	Tensión nominal	Lado de Alta (AT) 33. kV	<b>Grupo Vectorial</b>
Cortocircuito Completo	Lado de Baja (BT)	10. kV	Lado de Alta (AT) D
Cortocircuito ANSI	Impedancia de Secuencia Positiva	Ángulo de Desfase 5. *30deg	Lado de Baja (BT) YN
Cortocircuito IEC 61363	Tensión de c.c. uk	4.5 %	Nombre Dyn5
Cortocircuito DC	Pérdidas en el Cobre	6.586 kW	
Simulación RMS	Impedancia Sec 0	Tensión de c.c. uk0 4. %	
Simulación EMT	Tensión c.c.(Re(uk0)) uk0r	1.82 %	
Protección			
Calidad de Energía/Armónicos			
Confiabilidad			
Análisis de la Capacidad de Integración			
Flujo Óptimo de Potencia			

Datos técnicos de transformador de 500 KVA.

## ANEXO 6

Tipo de Transformador de dos Devanados - Library\Equipamiento Ocoña-Atico\Transformadores\Ocoña\TR-160 kVA 33/0.38 kV.TypTr2

<b>Datos Básicos</b>	Nombre	TR-160 kVA 33/0.38 kV	OK
Descripción	Tecnología	Transformador Trifásico	Cancelar
Versión	Potencia Nominal	0.16 MVA	
Flujo de Carga	Frecuencia Nominal	60. Hz	
Cortocircuito VDE/IEC	Tensión nominal		Grupo Vectorial
Cortocircuito Completo	Lado de Alta (AT)	33. kV	Lado de Alta (AT) D
Cortocircuito ANSI	Lado de Baja (BT)	0.22 kV	Lado de Baja (BT) YN
Cortocircuito IEC 61363	Impedancia de Secuencia Positiva		Ángulo de Desfase 5. *30deg
Cortocircuito DC	Tensión de c.c. uk	4.5 %	Nombre Dyn5
Simulación RMS	Pérdidas en el Cobre	1.746257 kW	
Simulación EMT	Impedancia Sec 0		
Protección	Tensión de c.c. uk0	4.5 %	
Calidad de Energía/Armónicos	Tensión c.c.(Re(uk0)) uk0r	1.533333 %	
Confiabilidad			
Análisis de la Capacidad de Integración			
Flujo Óptimo de Potencia			

Datos técnicos de transformador de 160 KVA.

## ANEXO 7

Tipo de Transformador de dos Devanados - Library\Equipamiento Ocoña-Atico\Transformadores\Ocoña\TR-100 kVA 33/0.38-0.22 kV.TypTr2

<b>Datos Básicos</b>	Nombre	TR-100 kVA 33/0.38-0.22 kV	OK
Descripción	Tecnología	Transformador Trifásico	Cancelar
Versión	Potencia Nominal	0.1 MVA	
Flujo de Carga	Frecuencia Nominal	60. Hz	
Cortocircuito VDE/IEC	Tensión nominal		Grupo Vectorial
Cortocircuito Completo	Lado de Alta (AT)	33. kV	Lado de Alta (AT) D
Cortocircuito ANSI	Lado de Baja (BT)	0.22 kV	Lado de Baja (BT) YN
Cortocircuito IEC 61363	Impedancia de Secuencia Positiva		Ángulo de Desfase 5. *30deg
Cortocircuito DC	Tensión de c.c. uk	4.5 %	Nombre Dyn5
Simulación RMS	Pérdidas en el Cobre	1.09141 kW	
Simulación EMT	Impedancia Sec 0		
Protección	Tensión de c.c. uk0	4.1 %	
Calidad de Energía/Armónicos	Tensión c.c.(Re(uk0)) uk0r	0. %	
Confiabilidad			
Análisis de la Capacidad de Integración			
Flujo Óptimo de Potencia			

Datos técnicos de transformador de 100 KVA.



## ANEXO 8

Tipo de Transformador de dos Devanados - Library\Equipamiento Ocoña-Atico\Transformadores\Ocoña\TR-15 kVA 33/0.22 kV.TypTr2

<b>Datos Básicos</b>	Nombre	TR-15 kVA 33/0.22 kV	OK
Descripción	Tecnología	Transformador Trifásico	Cancelar
Versión	Potencia Nominal	0.015 MVA	
Flujo de Carga	Frecuencia Nominal	60. Hz	
Cortocircuito VDE/IEC	Tensión nominal		Grupo Vectorial
Cortocircuito Completo	Lado de Alta (AT)	33. kV	Lado de Alta (AT) D
Cortocircuito ANSI	Lado de Baja (BT)	0.22 kV	Lado de Baja (BT) YN
Cortocircuito IEC 61363	Impedancia de Secuencia Positiva		Ángulo de Desfase 5. *30deg
Cortocircuito DC	Tensión de c.c. uk	4. %	Nombre Dyn5
Simulación RMS	Pérdidas en el Cobre	0.1637116 kW	
Simulación EMT	Impedancia Sec 0		
Protección	Tensión de c.c. uk0	4.5 %	
Calidad de Energía/Armónicos	Tensión c.c.(Re(uk0)) uk0r	0. %	
Confiabilidad			
Análisis de la Capacidad de Integración			
Flujo Óptimo de Potencia			

Datos técnicos de transformador de 15 KVA.

## ANEXO 9

Tipo de Transformador de dos Devanados - Library\Equipamiento Ocoña-Atico\Transformadores\Ocoña\TR-10 kVA 33/0.22 kV.TypTr2

<b>Datos Básicos</b>	Nombre	TR-10 kVA 33/0.22 kV	OK
Descripción	Tecnología	Transformador Trifásico	Cancelar
Versión	Potencia Nominal	0.01 MVA	
Flujo de Carga	Frecuencia Nominal	60. Hz	
Cortocircuito VDE/IEC	Tensión nominal		Grupo Vectorial
Cortocircuito Completo	Lado de Alta (AT)	33. kV	Lado de Alta (AT) D
Cortocircuito ANSI	Lado de Baja (BT)	0.22 kV	Lado de Baja (BT) YN
Cortocircuito IEC 61363	Impedancia de Secuencia Positiva		Ángulo de Desfase 5. *30deg
Cortocircuito DC	Tensión de c.c. uk	4.5 %	Nombre Dyn5
Simulación RMS	Pérdidas en el Cobre	0.109141 kW	
Simulación EMT	Impedancia Sec 0		
Protección	Tensión de c.c. uk0	4.5 %	
Calidad de Energía/Armónicos	Tensión c.c.(Re(uk0)) uk0r	0. %	
Confiabilidad			
Análisis de la Capacidad de Integración			
Flujo Óptimo de Potencia			

Datos técnicos de transformador de 10 KVA.

## ANEXO 10

Tipo de Transformador de dos Devanados - ...IN-GRT - AD09\_Modif21-25\Library\Equipamiento Ocoña-Atico\Transformadores\Atico\2.5 MVA 33/10 kV YNd11.TypTr2

**Datos Básicos**

Nombre: 2.5 MVA 33/10 kV YNd11 Solo Lectura

Tecnología: Transformador Trifásico Cancelar

Potencia Nominal: 2.5 MVA

Frecuencia Nominal: 60. Hz

Tensión nominal

Lado de Alta (AT)	33. kV
Lado de Baja (BT)	10. kV

Grupo Vectorial

Lado de Alta (AT)	YN
Lado de Baja (BT)	D

Ángulo de Desfase 11. \*30deg

Nombre: YNd11

Impedancia de Secuencia Positiva

Tensión de c.c. uk	6. %
Pérdidas en el Cobre	20.9 kW

Impedancia Sec 0

Tensión de c.c. uk0	6. %
Tensión c.c.(Re(uk0)) uk0r	0.836 %

Datos técnicos de transformador de 2.5 MVA.

## ANEXO 11

Tipo del Transformador de 4 Devanados - Library\Equipamiento Ocoña-Atico\Transformadores\Ocoña\TR-132/60/33/10 kV - 32.5 MVA.TypTr4\*

**Datos Básicos**

General Impedancia

Nombre: TR-132/60/33/10 kV - 32.5 MVA OK

Potencia Nominal

Lado AT	32.5 MVA
Lado BT1	20. MVA
Lado BT2	12.5 MVA
Lado BT3	10.5 MVA

Tensión nominal

Lado AT	132. kV
Lado BT1	60. kV
Lado BT2	33. kV
Lado BT3	10. kV

Grupo Vectorial

Lado AT	YN	Desplazamient 0. *30deg
Lado BT1	YN	Desplazamient 0. *30deg
Lado BT2	YN	Desplazamient 0. *30deg
Lado BT3	D	Desplazamient 11. *30deg

Nombre: YN0yn0yn0d11

Autotransformador: ninguno

Cancelar

Datos técnicos de transformador de 32.5 MVA.

# ANEXO 12

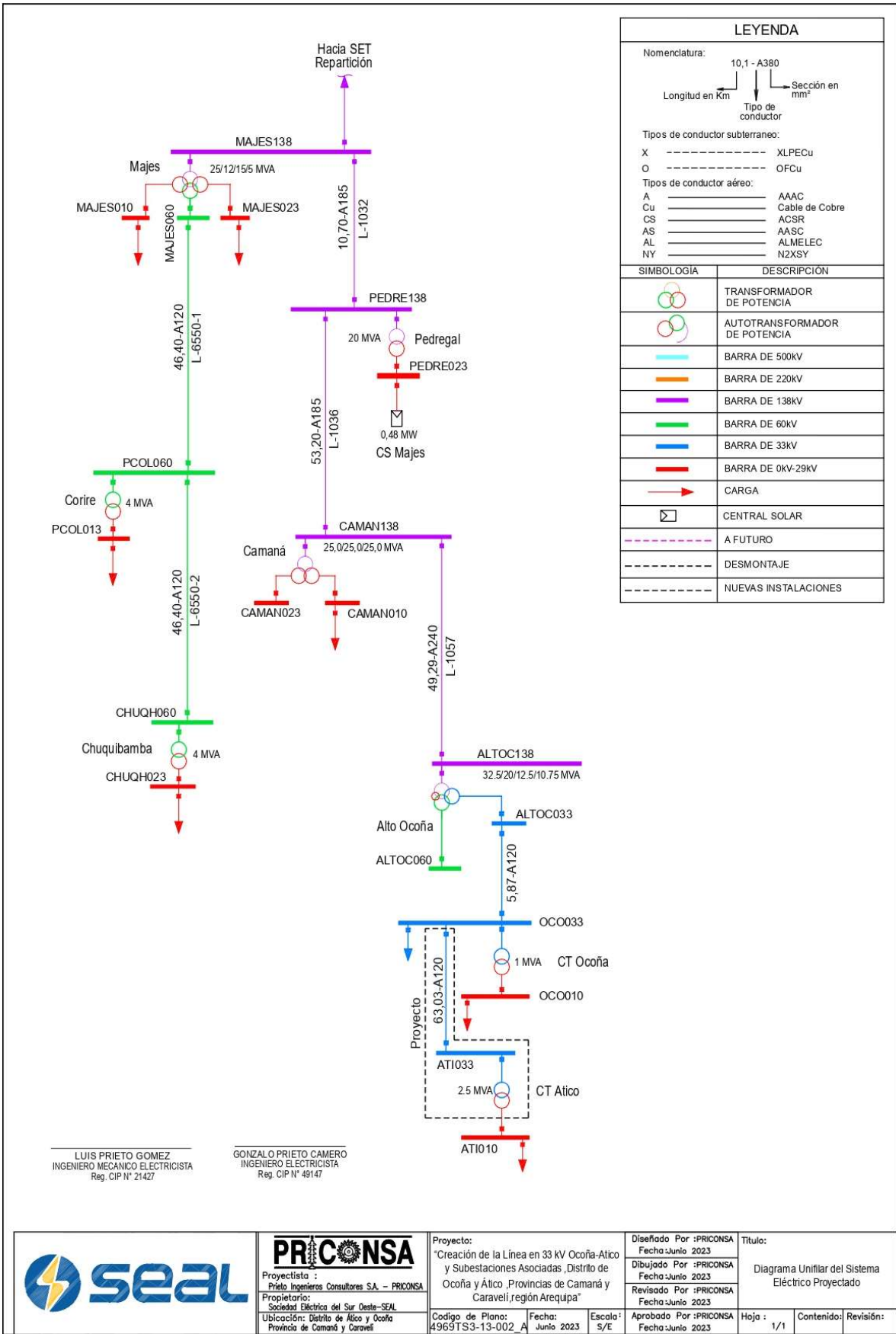


Diagrama unifilar del sistema eléctrico.

ANEXO 13

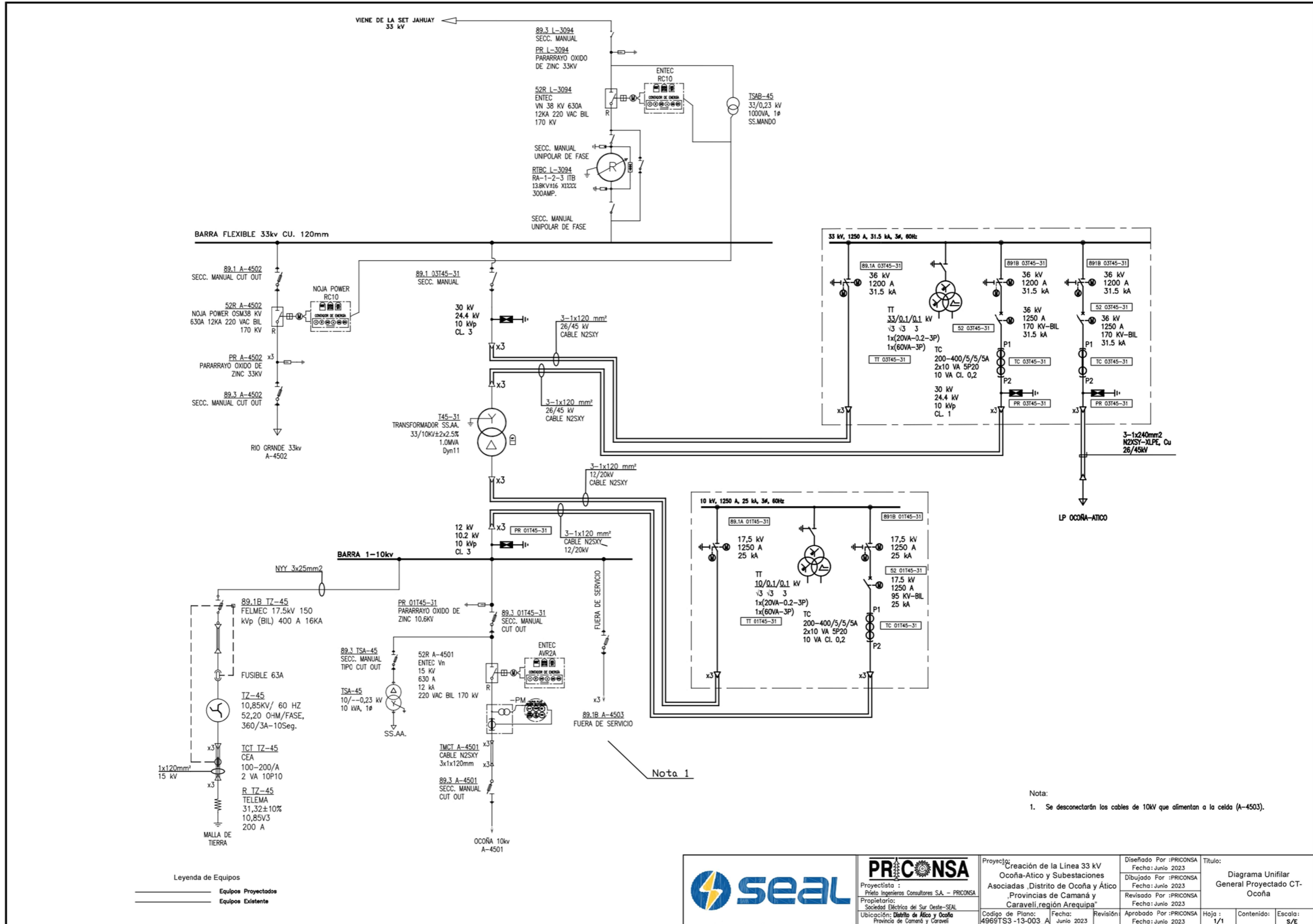


Diagrama Unifilar de la SET Ocoña.

	<b>PRICONSA</b> Proyectista: Prío Ingenieros Consultores SA - PRICONSA Proprietario: Sociedad Eléctrica del Sur Oeste-SEAL Ubicación: Distrito de Alico y Ocoña Provincia de Camaná y Caraveli	Proyección: Creación de la Línea 33 kV Ocoña-Atico y Subestaciones Asociadas "Distrito de Ocoña y Ático" "Provincias de Camaná y Caraveli, región Arequipa"	Diseñado Por: PRICONSA Fecha: Junio 2023 Dibujado Por: PRICONSA Fecha: Junio 2023 Revisado Por: PRICONSA Fecha: Junio 2023	Título: Diagrama Unifilar General Proyectado CT- Ocoña
		Código de Plano: 4969TS3-13-003_A	Fecha: Junio 2023	Revisión: Aprobado Por: PRICONSA Fecha: Junio 2023

ANEXO 14

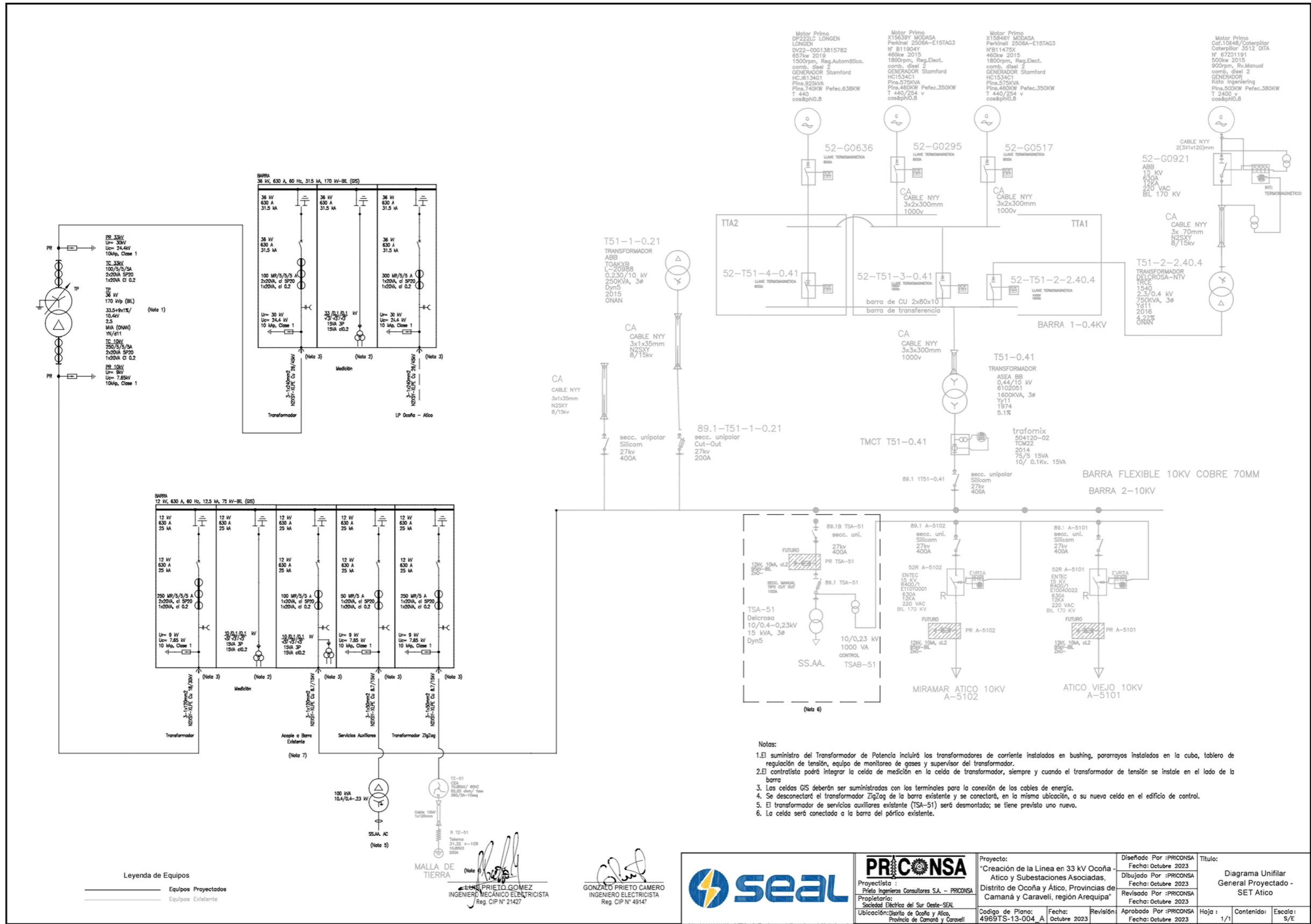


Diagrama unifilar de la SET Atico.