Estudio de Operatividad

Cambio de Nivel de Tensión de 220 a 500 kV de la LT Chilca - La Planicie - Carabayllo y Subestaciones Asociadas

"EO-1: Energización del Segundo ATR Chilca CTM"

Parte 01: Resumen Ejecutivo (RE)

2.2	09/06/2023	APROBACIÓN	EEGALOC	EEGALOC	EEGALOC
2.1	23/05/2023	APROBACIÓN	EEGALOC	EEGALOC	EEGALOC
2.0	01/04/2023	APROBACIÓN	EEGALOC	EEGALOC	EEGALOC
1.1	11/01/2023	APROBACIÓN	EEGALOC	EEGALOC	EEGALOC
Rev.	**Fecha**	**Emitido Para**	**Por**	**Revisado**	**Aprobado**
Documento Nro.		**EEG-033-2022_RE: EO Energización del 2do Autotransformador de la S.E. Chilca CM**			
Cliente					

Estudio de Operatividad

Cambio de Nivel de Tensión de 220 a 500 kV de la LT Chilca - La Planicie - Carabayllo y Subestaciones Asociadas

"EO-1: Energización del Segundo ATR Chilca CTM"

Resumen Ejecutivo (RE)

Índice General

1. GENERALIDADES 4

1.1. ANTECEDENTES 4

1.2. OBJETIVO 5

1.3. UBICACIÓN 5

1.4. NIVELES DE TENSIÓN Y AISLAMIENTO: 7

1.5. CAPACIDAD DE CORTOCIRCUITO: 8

1.6. PUESTA EN SERVICIO 8

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8

2.1. PARÁMETROS ELÉCTRICOS DEL AUTOTRANSFORMADOR 13

2.2. EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES 14

3. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO ELÉCTRICO 16

3.1. ESTUDIO DE ESTADO ESTACIONARIO 16

3.2. ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO 20

3.3. ESTUDIO DE TRANSITORIOS ELECTROMAGNÉTICOS 23

3.4. ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES 26

4. UNIFILAR DEL PROYECTO **30**

Índice de Tablas

Tabla 1. Ubicación de las subestaciones asociadas 5
Tabla 2. Ubicación de las subestaciones Chilca 6
Tabla 3. Niveles de Aislamiento S.E. Chilca, S.E. Carabayllo 7
Tabla 4. Niveles de cortocircuito de los equipos de las subestaciones 8
Tabla 5. Capacidad del autotransformador de la S.E. Chilca CTM 13
Tabla 6. Parámetros de cortocircuito del autortransformador de la S.E. Chilca CTM 14

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del enlace Chilca – La Planicie – Carabayllo del SEIN 6
Figura 2. Ubicación de la subestación Chilca. 7
Figura 3. Diagrama unifilar del área de influencia sin El Proyecto 9
Figura 4. Diagrama unifilar del área de influencia con el Proyecto en Etapa Final 9
Figura 5. Diagrama unifilar de la configuración EO1 (Energización del 2do transformador de la SE Chilca CTM) – Avenida 2023 10
Figura 6. Diagrama unifilar de la configuración EO1 (Energización del 2do transformador de la SE Chilca CTM) – Estiaje 2023 11
Figura 7. Parámetros eléctricos de Autotransformador en Chilca CTM 13
Figura 8. Diagrama unifilar de protecciones del ATR2 de la S.E. Chilca CTM 15

Estudio de Operatividad

Cambio de Nivel de Tensión de 220 a 500 kV de la LT Chilca - La Planicie - Carabayllo y Subestaciones Asociadas

"EO-1: Energización del Segundo ATR Chilca CTM"

Parte 02: Resumen Ejecutivo (RE)

1. Generalidades

1.1. Antecedentes

Con fecha 08 de setiembre de 2008, fue suscrito el Contrato de Concesión del SGT de la Línea de Transmisión Chilca – La Planicie – Zapallal, entre el Estado Peruano y el Consorcio Transmantaro S.A., como resultado del proceso de promoción de inversión privada que Proinversión condujo en el marco de las Leyes Aplicables. Donde Consorcio Transmantaro S.A. es la concesionaria encargada de diseñar, financiar, suministrar los bienes y servicios requeridos, construir, operar y mantener la Concesión de la Línea de Transmisión en mención.

Con fecha 23 de junio del 2011, se inició la Puesta en Operación Comercial de la Línea de Transmisión Chilca – La Planicie – Zapallal.

Mediante Resolución Ministerial N°575-2014-MEM/DM, del 31 de diciembre del 2014, se aprobó el Plan de Transmisión para el periodo 2015-2020, con un portafolio de diversos Proyectos vinculantes de sistemas de transmisión para desarrollarse en el corto plazo, dentro de este portafolio incluía el Proyecto 3: "Cambio de nivel de tensión de la L.T. Chilca – La Planicie – Carabayllo y subestaciones asociadas, que comprende:

i) Reconfiguración de la LT Chilca - La Planicie - Carabayllo de 2 circuitos 220 kV a un circuito de 500 kV y enlaces en 500 kV a las subestaciones Chilca y Carabayllo.

ii) Segundo autotransformador 500/220 kV en la S.E. Chilca y ampliación de barras 500 y 220 kV.

iii) Ampliación de barras 500 kV en S.E. Carabayllo, para la conexión de la línea La Planicie – Carabayllo de 500 kV.

Asimismo, en la S.E. LA Planicie se instalará un autotransformador conformado por tres unidades monofásicas de 500:√3 / 220 ± 10x1%:√3 / 33 kV de 120-160-200 MVA en etapas ONAN-ONAF1-ONAF2 con un adicional de reserva. Para la conexión a 500 kV, se construirá la barra de 500 kV de configuración interruptor y medio para la conexión de las líneas y autotransformador.

La empresa ISA REP ha contratado a la empresa **Estudios Eléctricos Galoc E.I.R.L.** para el análisis estacionario del comportamiento del enlace **Chilca CTM – La Planicie – Carabayllo en el cambio de tensión de 220 a 500 kV**.

1.2. Objetivo

Presentar la descripción técnica y conclusiones de los estudios eléctricos del Proyecto "Cambio del Nivel de Tensión de 200 a 500 kV de la LT Chilca – Planicie – Carabayllo y Subestaciones Asociadas" **(E0-1: Energización del segundo ATR Chilca CTM)** perteneciente al consorcio Transmantaro S.A. el cual se encuentra desarrollándose en la región de Lima, Perú.

1.3. Ubicación

La línea de transmisión 220 kV Chilca – La Planicie – Carabayllo, recorre la costa central del Perú, la ubicación de las subestaciones se detalla en la tabla y en la Figura 1.

Tabla 1. Ubicación de las subestaciones asociadas

Ubicación	Subestación		
	Chilca 220 kV	La Planicie 220 kV	Carabayllo 220 kV
Departamento	Lima	Lima	Lima
Provincia	Cañete	Lima	Lima
Distrito	Chilca	La Molina	Carabayllo
Altitud	16 msnm	350 msnm	300 msnm

Figura 1. Ubicación del enlace Chilca – La Planicie – Carabayllo del SEIN

En la tabla se muestra las coordenadas UTM de las instalaciones del Proyecto, asi como su ubicación en Google Earth (ver Figura).

Tabla 2. Ubicación de las subestaciones Chilca

Coordenadas UTM - Zona 18L		
SUBESTACIÓN CHILCA		
PUNTO	**ESTE (E)**	**NORTE (S)**
P-01	312625.85	8617917.77
P-02	312530.31	8617834.39
P-03	312444.61	8617933.64
P-04	312508.26	8617981.74
P-05	312434.53	8618098.04
P-06	312500.70	8618149.40

Figura 2. Ubicación de la subestación Chilca.

1.4.Niveles de tensión y aislamiento:

De acuerdo con los resultados del análisis de coordinación de aislamiento y con lo especificado en el código nacional de electricidad, en función del nivel de tensión de la red se han definido los siguientes niveles de aislamiento:

Tabla 3. Niveles de Aislamiento S.E. Chilca, S.E. Carabayllo

Descripción	Valor asignado	Valor asignado	Valor asignado
Tensión nominal	500kV	220kV	33kV
Tensión máxima	550kV	245kV	38kV
Tensión soportada a la frecuencia industrial	-	460kV	95kV
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo	1550kVp	1050kVp	200kVp
Tensión asignada de soportabilidad de maniobra	1175kV	-	-
Frecuencia asignada	60 Hz	60 Hz	60 Hz

1.5.Capacidad de cortocircuito:

El nivel de cortocircuito de los equipos de las subestaciones Chilca CTM, La Planicie y Carabayllo son:

Tabla 4. Niveles de cortocircuito de los equipos de las subestaciones

S.E.	Nivel de cortocircuito de los equipos [kA]		
	500 kV	220 kV	33 kV
Chilca CTM	40	63	63
La Planicie	40	63	31.5
Carabayllo	40	63	--

1.6.Puesta En Servicio

La fecha de puesta en servicio del proyecto "**E01: Energización del 2do Autotransformador de la S.E. Chilca CTM"** que forma parte del proyecto **"Cambio de Nivel de Tensión de 220 a 500 kV de la LT Chilca - La Planicie - Carabayllo y Subestaciones Asociadas**", está prevista para junio 2023.

Actividad	Fecha Estimada
Pruebas de Paralelismo con AT72-523	07/06/2023
Energización del AT72-523	08/06/2023

2. Descripción del Proyecto

El autotransformador se implementará en las barras de 500 y 200 kV de la S.E Chilca CTM

En la **Figura 3** muestra el diagrama unifilar simplificado del área de influencia en la condición proyectada, incluyendo el Proyecto **"Cambio de Nivel de Tensión de 220 a 500 kV de la LT Chilca - La Planicie - Carabayllo y Subestaciones Asociadas**".

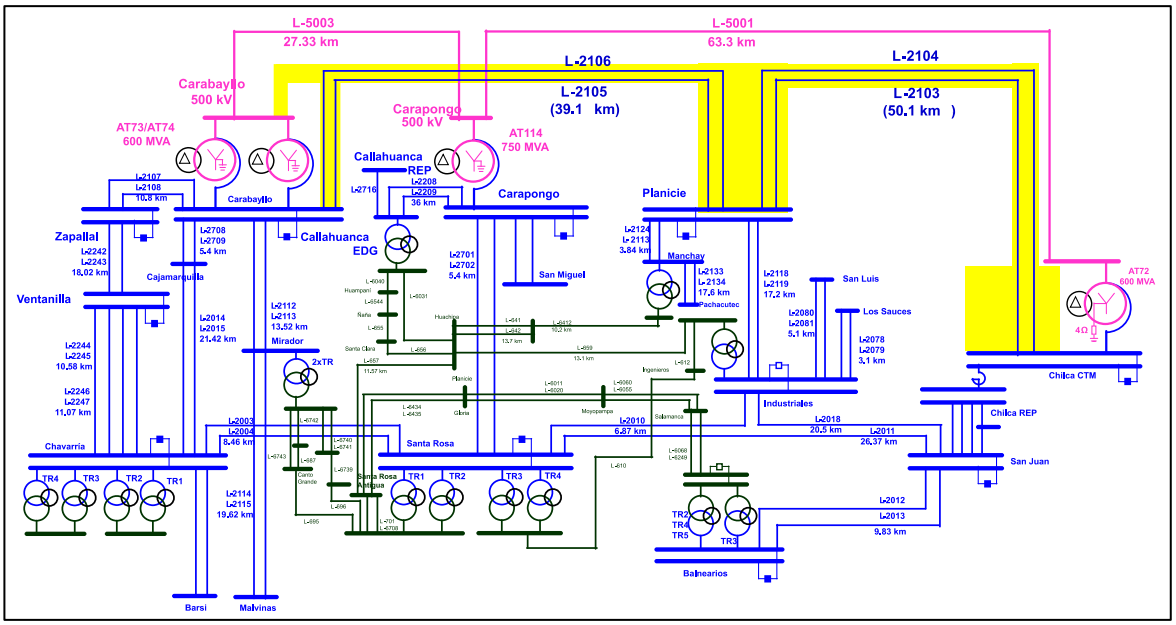


Figura 3. Diagrama unifilar del área de influencia sin El Proyecto

El Proyecto en etapa final se representa en la siguiente figura:

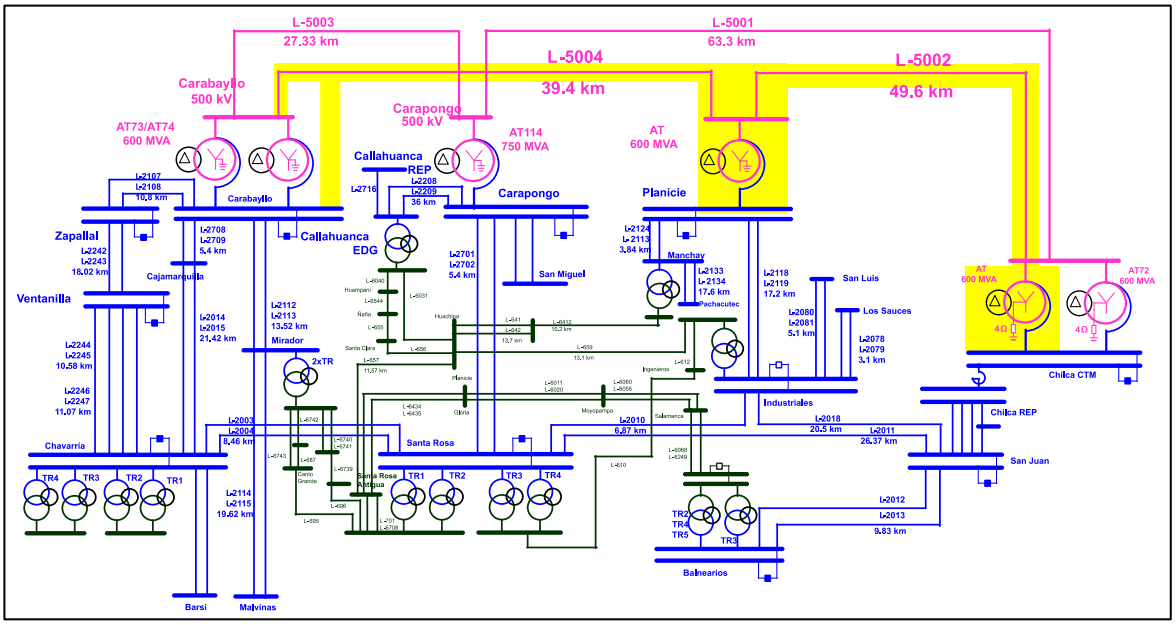


Figura 4. Diagrama unifilar del área de influencia con el Proyecto en Etapa Final

De acuerdo con el plan general de energización de los proyectos Refuerzo 1 y Refuerzo 2, se ha previsto dividir las etapas de energización en 3 actividades principales, el cual corresponde a cada Estudio de Operatividad:

Estudio de Operatividad	Actividad	Fecha Estimada Energización	Hidrológicos Escenarios
EO-1	Energización Segundo ATR Chilca	Primer Semestre del 2023	Avenida y Estiaje 2023
EO-2	Reconfiguración Planicie – Carabayllo y Energización de ATR Planicie	May-23	Estiaje 2023 y Avenida 2024
EO-3	Reconfiguración Planicie – Chilca	Oct-23	Estiaje 2023 y Avenida 2024

E0-1: Energización del segundo transformador 500/220 kV de la S.E. Chilca CTM. Cuya fecha de conexión es el primer semestre del año 2023.

E0-2: Cambio de tensión de 220 a 500 kV del enlace Carabayllo – La Planicie

E0-3: Cambio de tensión de 220 a 500 kV del enlace La Planicie – Chilca CTM.

En las figuras se muestra las configuraciones según los periodos hidrológico del año 2023 que forma parte del análisis eléctrico del presente estudio (EO-1).

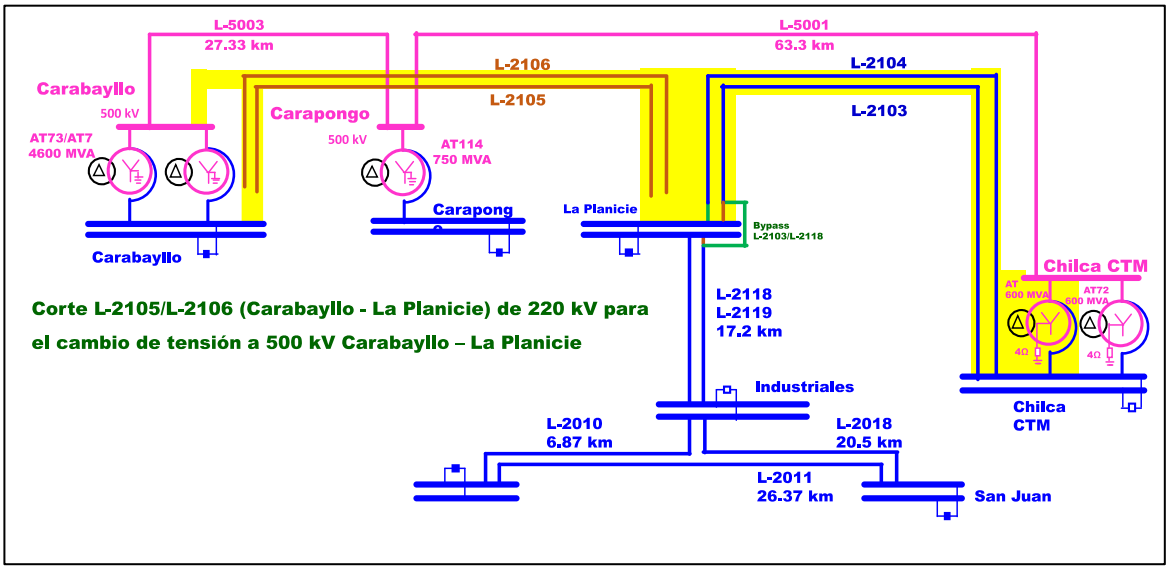


Figura 5. Diagrama unifilar de la configuración EO1 (Energización del 2do transformador de la SE Chilca CTM) – Avenida 2023

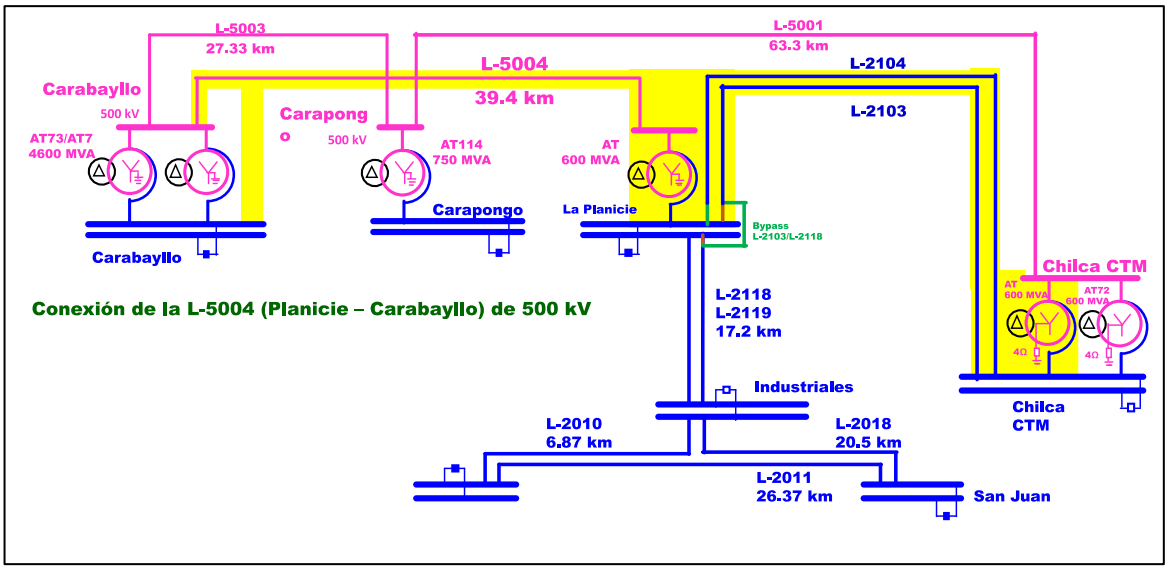


Figura 6. Diagrama unifilar de la configuración EO1 (Energización del 2do transformador de la SE Chilca CTM) – Estiaje 2023

Ampliación de la S.E. Chilca CTM 500/220 kV

Comprende la ampliación de la subestación Chilca CTM de 500/220 kV, de configuración interruptor y medio en 500kV y doble barra más seccionador de transferencia en 220 kV:

- Completando 01 diámetro de configuración interruptor y medio (03 cortes) que contendrá la celda del 2do banco de autotransformadores y la celda de la línea de 500 kV.
  - Un (1) interruptor tripolar 500 kV con mando monopolar, 550 kV, 1550 kV, 3150 A, 40 kA,
  - Dos (2) interruptores tripolares 500 kV con mando monopolar y mando sincronizado, 550 kV, Up=1550 kV, 3150 A, 40 kA,
  - Seis (6) seccionadores tripolares semipantógrafo 500 kV, 550 kV, 1550 kV, 2500 A, 40 kA,
  - Un (1) seccionador tripolar semipantógrafo 500 kV con cuchilla de puesta a tierra, 550 kV, 1550 kV, 2500 A, 40 kA,
  - Un (1) transformador de corriente 500 kV, 550 kV, 1550 kV, 2000 A, 40 kA, con seis (6) núcleos secundarios: Dos de medida: 2000-1000/1 A, CL 0,2S, FS10, 5VA, cuatro (4) de protección: 2000-1000/1 A. 5P20, 10VA.

- Dos (2) transformador de corriente 500 kV, 550 kV, 1550 kV, 2000 A, 40 kA, con cuatro (4) núcleos secundarios: uno (1) de medida: 2000-1000/1 A, CL 0,2S, FS10, 5VA, tres (3) de protección: 2000-1000/1 A, 5P20, 10VA.
- Un (1) transformador de potencial capacitivo 500 kV, 550 kV, 1550 kV, 2000 A, 40 kA, con tres (3) devanados secundarios: uno (1) de medida: 500:√3 kV/110:√3 V, CL 0,2, 10 VA dos (2) de protección: 500:√3 kV/110:√3 V, 3P, 10 VA.
- Un (1) descargador de sobretensión 444 kV, 355 kV, 20 kA, Cl; 5.

- Reutilizar 01 celda de la línea 220 kV para la celda del transformador del 2do banco de autotransformadores.
  - Un (1) interruptor tripolar 220 kV con mando monopolar y mando sincronizado, 245 kV, 460 kV, 1050 kV, 3150 A, 63 kA.
  - Un (1) seccionador tripolar de doble apertura 220 kV, 245 kV, 460 kV, 1050 kV, 2500 A, 63 kA.
  - Un (1) seccionador tripolar de doble apertura 220 kv con cuchilla de puesta a tierra, 245 kV, 460 kV, 1050 kV, 2500 A, 63 kA.
  - Dos (2) seccionador tripolar semipantógrafo 220 kV, 245 kV, 460 kV, 1050 kV, 2500 A, 63 kA.
  - Un (1) transformador de corriente 220 kV, 245 kV, 460 kV, 1050 kV, 2500 A, 63kA, con cuatro (4) núcleos secundarios: uno (1) de medida: 2500-1250/1 A, Cl 0,2S, FS10, 15-5 VA, tres (3) de protección: 2500-1250/1 A. 5P20, 30-15 VA.
  - Un (1) transformador de potencial capacitivo 220 kV, 245 kV, 460 kV, 1050 kV, con tres (3) devanados secundarios: uno (1) de medida: 220:√3 kV/110:√3 kV, CL 0,2, 10 VA, dos (2) de protección: 220:√3 kV/110:√3 V, 3P, 10 VA.
  - Un (1) descargador de sobretensión de Zn0, 198 kV, 158 kV, 20kA, Cl 4.

- Equipamiento en la celda de 33 kV
  - Un (1) descargador de sobretensiones 38 kV, 48kV, 38kV, 10 kA, Cl3
  - Un (1) transformador zig-zag de puesta a tierra, 38 kV, 33 kV, 200 kV, 95 kV, 600 A / 10s

- Una (1) resistencia de puesta a tierra neutro ATR, Cl 69 kV, 4 Ohm, 46,0 kV, 10000 A/1s,
- Las derivaciones de línea 500 kV, ingreso y salida de la S.E. Chilca.
- Instalación de una (01) estructura adicional y abandono de estructura terminal existente.

2.1. Parámetros Eléctricos del Autotransformador

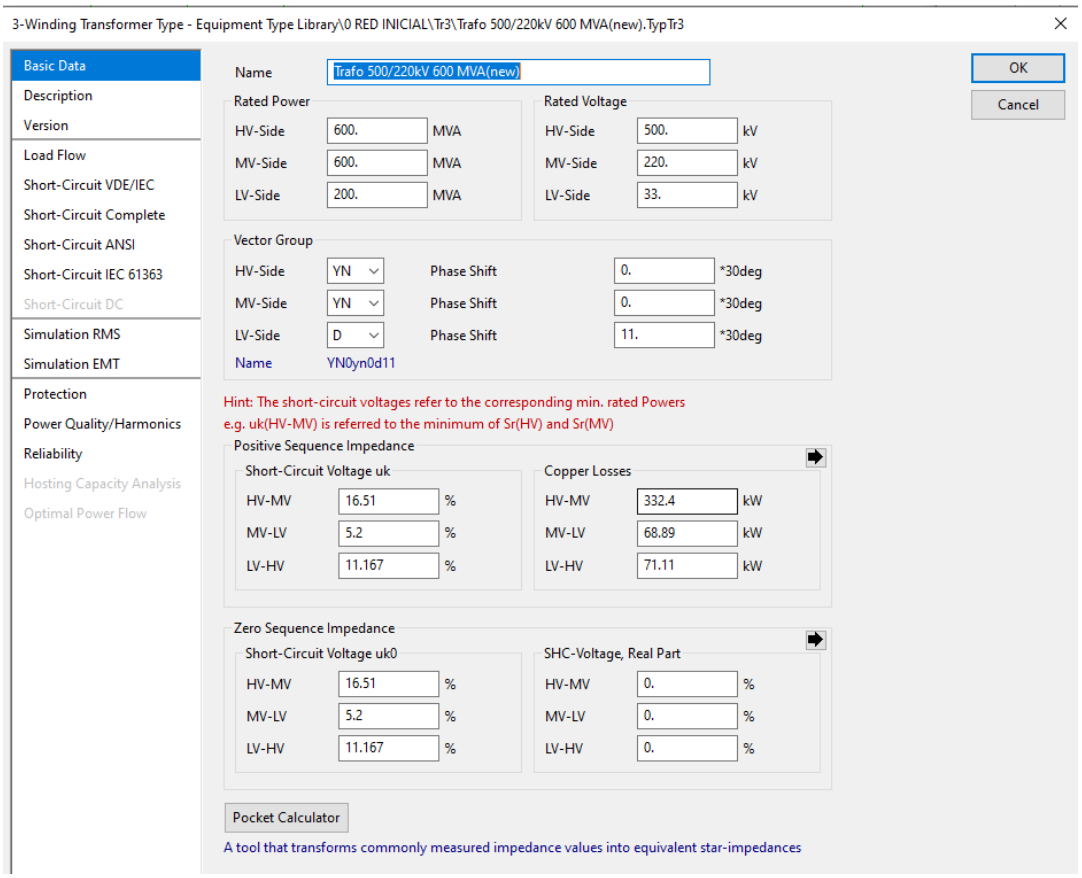


Figura 7. Parámetros eléctricos de Autotransformador en Chilca CTM

Tabla 5. Capacidad del autotransformador de la S.E. Chilca CTM

Refrigeración	Capacidad del autotransformador [MVA]			
	500 kV	220 kV	33 kV	
			Permanente	Cortocircuito
ONAN	360	360	3.6	120
ONAF1	480	480	4.8	160
ONAF2	600	600	6.0	200

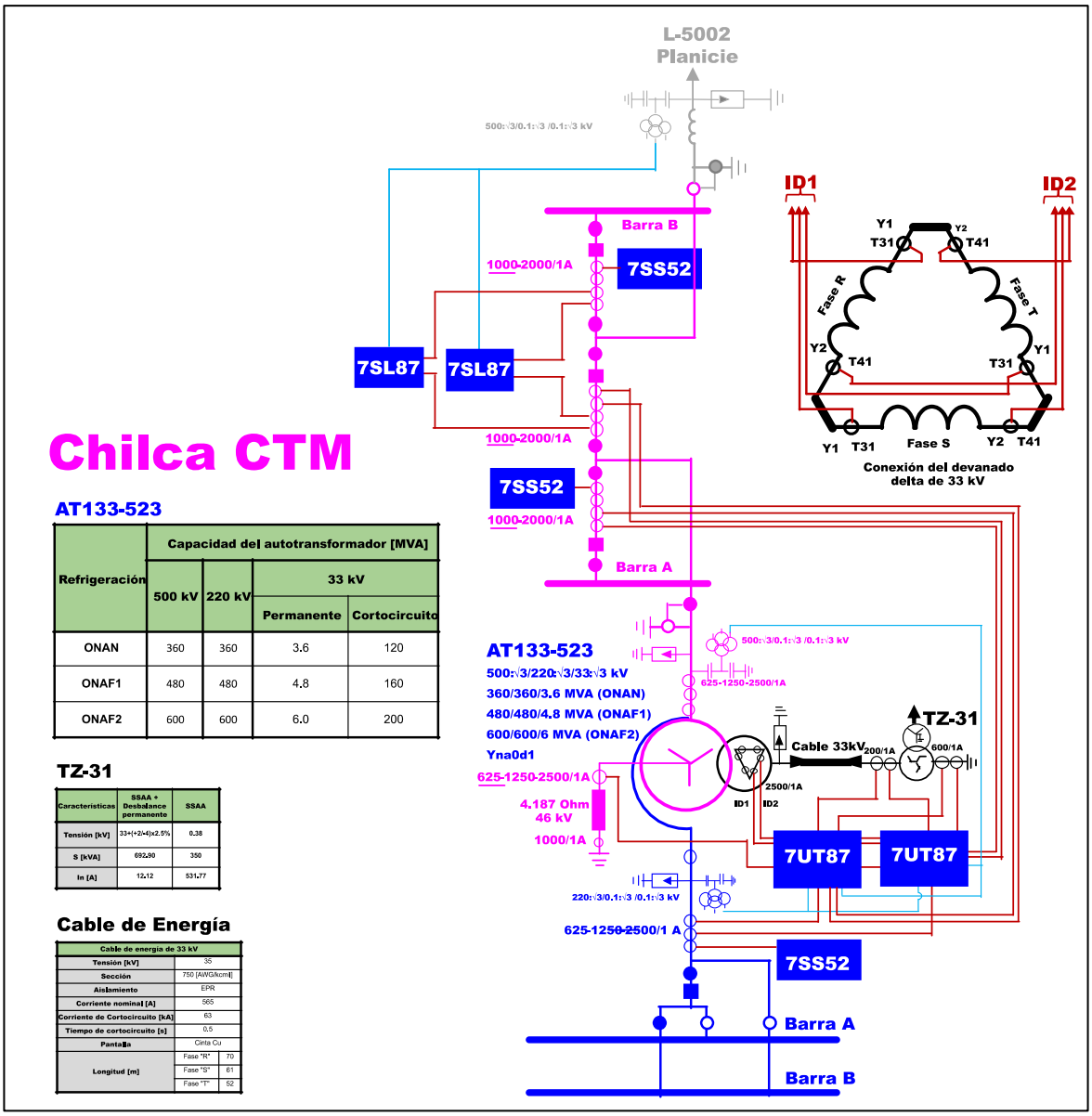
Tabla 6. Parámetros de cortocircuito del autortransformador de la S.E. Chilca CTM

Descripción	Unidad	Valor
Potencia nominal (ONAF)	MVA	600/600/200
Relación de transformación	kV	500/220±10x1%/33
Frecuencia Nominal	Hz	60
Impedancia de cortocircuito (ONAF)		
HV-MV (600 MVA)	%	16.48
HV-LV (200 MVA)	%	11.12
MV-LV (200 MVA)	%	5.283
Grupo de conexión		YN0yn0d1

El autotransformador estará equipado para operar en manual o automático para lo cual se dispone del regulador de tensión TAPCON 240 de marca MR. El paralelismo entre transformadores se realizará a través de nuevo PLC marca Allen Bradley y modelo Micrologix 1400 que se comunicará con PLC existente del autotransformador existente. Para la operación se dejará habilitado en manual debido a que existe grupos de generación en 220 y 500 kV que puede regular la tensión, de acuerdo con la necesidad del sistema de modificará manualmente la posición de TAPs del autotransformador.

2.2. Equipamiento del Sistema de Protecciones

En la figura se muestra el diagrama unifilar de protecciones con **Proyecto.** El autotransformador está protegido con dos relés Siemens modelo 7UT87. Para la función diferencial de corriente (87T) se ha cableado tres señales de corriente cuya relación habilitada en el relé es: **1000/1A** para el devanado de 500 kV, **2500/1A** para la señal de corriente del lado de 220 kV y **200/1A** del lado de 33 kV (bujes del transformador Zig-Zag).



Refrigeración	Capacidad del autotransformador [MVA]			
	500 kV	220 kV	33 kV	
			Permanente	Cortocircuito
ONAN	360	360	3.6	120
ONAF1	480	480	4.8	160
ONAF2	600	600	6.0	200

TZ-31

Caracteristicas	SSAA + Desbalance permanente	SSAA
Tensión [kV]	33+(+2/-4)x2.5%	0.38
S [kVA]	692.90	350
In [A]	12.12	531.77

Cable de Energía

Cable de energia de 33 kV		
Tensión [kV]	35	
Sección	750 [AWG/kcmil]	
Aislamiento	EPR	
Corriente nominal [A]	565	
Corriente de Cortocircuito [kA]	63	
Tiempo de cortocircuito [s]	0.5	
Pantalla	Cinta Cu	
Longitud [m]	Fase "R"	70
	Fase "S"	61
	Fase "T"	52

Figura 8. Diagrama unifilar de protecciones del ATR2 de la S.E. Chilca CTM

3. Conclusiones del Estudio Eléctrico

Se realizó en análisis de flujo de carga, cortocircuito, análisis de transitorios electromagnéticos y coordinación de protecciones de las cuales se concluye:

3.1. Estudio de Estado Estacionario

El análisis de flujo de Carga en operación normal y contingencia tiene por finalidad evaluar el impacto que genera la conexión del segundo Autotransformador de la S.E. Chilca CTM (EO-1) que forma parte del cambio de nivel de tensión de 220 a 500 kV de las líneas Chilca – La Planicie – Carabayllo y de las subestaciones asociadas.

Cabe indicar que para la ejecución del proyecto se ha divido en tres Estudios de Operatividad, tal como se muestra en la tabla.

Estudio de Operatividad	Actividad	Fecha Estimada Energización	Hidrológicos Escenarios
EO-1	Energización Segundo ATR Chilca	Primer Semestre del 2023	Avenida y Estiaje 2023
EO-2	Reconfiguración Planicie – Carabayllo y Energización de ATR Planicie	May-23	Estiaje 2023 y Avenida 2024
EO-3	Reconfiguración Planicie – Chilca	Oct-23	Estiaje 2023 y Avenida 2024

ANÁLISIS FLUJO DE CARGA – CASO BASE

Resultados en operación normal (condición N)

Perfiles de tensión: Del perfil de tensión entre los casos Sin Proyecto y Con proyecto se evidencia que en las barras del sistema de transmisión en 500 y 220 kV no se registra una variación significativa con respecto al Caso sin proyecto.

El máximo valor de tensión para el caso Sin Proyecto es 1.046 p.u.(Ave2023Max) en la barra A de 220 kV de la S.E. Poroma y para el caso Con Proyecto es 1.048 p.u. en la misma barra ya mencionada. De manera similar, el mínimo valor sin incluir el Proyecto es 0.946 p.u. (Est2023Max) en la barra B de 220 kV de la S.E. Industriales y con la influencia del Proyecto resulta 0.947 p.u. en la misma barra y escenario. Por otro lado, la tensión en las barras Poroma, Manchay, Pachacútec, Los Sauces y San Luis de 220 kV se

encuentran por encima de 1.025 p.u. las cuales se conectarán desde la S.E. La Planicie, quien evidencia caída de tensión por debajo de 0.975 p.u. de la tolerancia permitida. Este comportamiento será confirmado en los Estudios EO2 y EO2 con la información suministrada por las empresas involucradas del área de influencia.

Cargabilidad por las líneas: La cargabilidad por las líneas es menor al 100% de su capacidad. Además, con el ingreso del Proyecto se evidencia una disminución de la cargabilidad. Por lo tanto, el ingreso del proyecto mejora y refuerza las cargabilidades por el área de influencia el cual es muy importante para la ejecución de los proyectos mencionados en EO2 y EO3.

Cargabilidad por los transformadores: La cargabilidad en los transformadores es menor al 100% de su capacidad. Con el Proyecto se disminuyen las cargabilidades, asimismo, brinda mayor refuerzo y mejora la operación del área de influencia.

Resultados en operación en contingencia (condición N-1):

Se realizaron las siguientes contingencias:

Contingencias	Caso Sin Proyecto	Caso Con Proyecto
C01_L-5001 (Chilca - Carapongo) de 500 kV	✓	✓
C02_L-5032 (Chilca - Poroma) de 500 kV	✓	✓
C03_L-5003 (Carapongo - Carabayllo) de 500 kV	✓	✓
C04_L-2003 (Chavarría - Santa Rosa) de 220 kV	✓	✓
C05_L-2011 (Santa Rosa - San Juan) de 220 kV	✓	✓
C06_L-2093 (San Juan - Chilca REP) de 220 kV	✓	✓
C07_AT 114-523 (Autotransformador de Carapongo) de 500/220 kV	✓	✓
C08_AT72-523 (Autotransformador de Chilca CTM) de 500/220 kV	✓	✓
C09_AT73-523 (Autotransformador de Carabayllo) de 500/220 kV	✓	✓
C10_L2104 (La Planicie – Chilca CTM) de 220 kV	✓	✓

En las contingencias analizadas se tiene lo siguiente:

- Del análisis del perfil de tensión, tanto para el caso Sin y Con Proyecto, se encuentran dentro de las tolerancias de operación en contingencias [0.90-1.10 p.u.].
- Del análisis de la cargabilidad por los transformadores del área de influencia ante las diferentes contingencias para el caso Sin Proyecto y Con Proyecto no se evidencian

sobrecargas superiores al 100% de su capacidad de operación. Por lo tanto, el ingreso del proyecto mantiene y favorece las condiciones operativas de los equipos mejorando el perfil de cargabilidad.

- Del análisis de la cargabilidad por las líneas de transmisión se tiene:
  - ✓ En la **Contingencia C01**, desconexión de la L-5001 (Chilca - Carapongo) de 500 kV, sobre la cargabilidad por las líneas se concluye lo siguiente:

    La cargabilidad por las líneas L-2018, L-2011 y L-2010, enlaces conformados por las subestaciones "San Juan, Industriales y Santa Rosa" tanto para el caso sin y con Proyecto evidencian sobrecarga superior al 120% de su capacidad de operación. Una forma de reducir estas sobrecargas es disminuir la generación en Chilca post contingencia y otras que el COES crea conveniente debido a que son problemas existentes y no son provocadas por el Proyecto.

  - ✓ De las **Contingencias C04 y C05**, según el análisis de cargabilidad por las líneas de transmisión se evidenció sobrecargas superiores al 120% de su capacidad. Mientras en el caso Con Proyecto se registró disminución de la cargabilidad por el sistema de transmisión, siendo el ingreso del proyecto una mejora para el área de influencia.
  - ✓ De las **Contingencias C02, C03, C06, C07, C08, C09 y C10**, según el análisis de cargabilidad por las líneas de transmisión, se evidenció sobrecargas inferiores al 120% de su capacidad de operación ante contingencias tanto para el caso Sin y Con Proyecto. Además, se evidenció disminución de la cargabilidad respecto al caso Sin Proyecto.

ANALISIS FLUJO DE CARGA – CASO ADICIONAL I

Se realiza considerando el Caso Base más el interruptor de acoplamiento cerrado de la S.E. Industriales.

Resultados en operación normal (condición N)

- ✓ **Perfiles de tensión:** Del perfil de tensión entre los casos Sin Proyecto y Con proyecto se evidencia que en las barras del sistema de transmisión en 500 y 220 kV no se registra una variación significativa con respecto al Caso sin proyecto.

El máximo valor de tensión para el caso Sin Proyecto es 1.046 p.u. (Ave2023Max) en la barra A de 220 kV de la S.E. Poroma y para el caso Con Proyecto es 1.047 p.u. en la misma barra ya mencionada. De manera similar, el mínimo valor sin incluir el Proyecto es 0.953 p.u. (Ave2023Med) en la barra B de 220 kV de la S.E. Industriales y con la influencia del Proyecto resulta 0.949 p.u. en la misma barra y escenario. La tensión de la barra de la S.E. Planicie se encuentra por debajo de 0.975 pu el cual se conecta a la barra Industriales; sin embargo, con el ingreso del proyecto se mantiene dicho nivel de tensión. Para otras barras del área de influencia, no se supera margen de la operación del ±2.5% de la tensión de referencia. Asimismo, para evaluar las tensiones aguas abajo de la S.E. Planicie 220 kV se requerirá información de Luz del Sur el cual se realizará en los EO2 y EO3.

- ✓ **Cargabilidad por las líneas:** En el caso sin Proyecto la mayor cargabilidad es 127.10% (Est2023Min) en la línea 2010 (Santa Rosa - Industriales). Además, en los períodos de Estiaje 2023, por las líneas L-2088 (Alto Pradera – Chilca REP), L-2011 y L-2018 enlaces comprendidas entre las subestaciones Industriales, San Juan y Santa Rosa evidencian cargabilidades cercanas al 100% de su capacidad. Mientras por el caso Con Proyecto, se evidenció una disminución en la mayor sobrecarga a 116.54% en la línea L-2010. Por lo tanto, el ingreso del proyecto mejora y refuerza el perfil de las cargabilidades por el área de influencia que será de mucha utilidad para el desarrollo de EO.2 y EO3.

- ✓ **Cargabilidad por los transformadores:** Del análisis de la cargabilidad por los transformadores del área de influencia ante las diferentes contingencias para el caso Sin Proyecto y Con Proyecto no se evidencian sobrecargas superiores al 100% de su capacidad de operación. Por lo tanto, el ingreso del proyecto mantiene y favorece las condiciones operativas de los equipos mejorando el perfil de cargabilidad.

- Del análisis de la cargabilidad por las líneas de transmisión se tiene:
  - ✓ En la **Contingencia C01**, la cargabilidad por la línea L-2010, tanto para el caso sin y con Proyecto evidencia sobrecargas superiores al 120% de su capacidad de operación. Una forma de reducir estas sobrecargas es disminuir la generación en

Chilca post contingencia y otras que el COES crea conveniente debido a que son problemas existentes y no son provocadas por el Proyecto.

- ✓ De las **Contingencias C02, C04, C05, C06, C07, C08 y C09** según el análisis de cargabilidad por las líneas de transmisión se evidenció sobrecargas superiores al 120% de su capacidad. Mientras, en el caso Con Proyecto se registró disminución de la cargabilidad por el sistema de transmisión, siendo una mejora y refuerzo para el área de influencia el ingreso del proyecto.
- ✓ De las **Contingencias C03 y C10**, según el análisis de cargabilidad por las líneas de transmisión, se evidenció sobrecargas inferiores al 120% de su capacidad de operación ante contingencias tanto para el caso Sin y Con Proyecto. Además, se evidenció disminución de la cargabilidad respecto al caso Sin Proyecto.

Por lo tanto, no es recomendable la configuración mencionada.

Operación en paralelo de los Autotransformadores de la S.E. Chilca CTM:

Los autotransformadoras estarán equipado para operar en manual o automático para lo cual se dispone del regulador de tensión TAPCON 240 de marca MR. Para la operación se dejará habilitado en manual debido a que existe grupos de generación en 220 y 500 kV que puede regular la tensión, de acuerdo con la necesidad del sistema de modificará manualmente la posición de TAPs del autotransformador.

3.2. Estudio de Cortocircuito

1. El cálculo de corriente de cortocircuito sirve para verificar el correcto dimensionamiento de los equipos de la subestación del Proyecto y verificar si el ingreso del Proyecto afecta el nivel de cortocircuito del área de influencia.

- La corriente de cortocircuito por fase de la barra de 500 kV de la S.E. Carapongo en la configuración actual es 12.54 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel de corriente llegaría a 12.78 kA. Por otro lado, la corriente por tierra varía de 12.35 kA a 12.57 kA.
- La corriente de cortocircuito por fase de la barra de 500 kV de la S.E. Chilca CTM en la configuración actual es 12.53 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel

de corriente llegaría a 13.89 kA. Por otro lado, la corriente por tierra varía de 13.72 kA a 15.62 kA.

- La corriente de cortocircuito por fase de la barra A de 220 kV de la S.E. Chilca CTM en la configuración actual es 32.55 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel de corriente llegaría a 32.82 kA. Por otro lado, la corriente por tierra varía de 39.01 kA a 39.36 kA.
- La corriente de cortocircuito por fase de la barra B de 220 kV de la S.E. Chilca CTM en la configuración actual es 27.30 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel de corriente llegaría a 31.81 kA. Por otro lado, la corriente por tierra varía de 31.02 kA a 36.82 kA.
- La corriente de cortocircuito por fase de la barra de 33 kV de la S.E. Chilca CTM en la configuración actual es 46.80 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel de corriente llegaría a 48.77 kA. Por otro lado, la corriente por tierra no se ve afectado y se mantiene en el orden de 0.59 kA.
- La corriente de cortocircuito por fase de la barra de 500 kV de la S.E. La Planicie en la configuración actual es 8.31 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel de corriente llegaría a 8.34 kA. Por otro lado, la corriente por tierra varía de 7.96 kA a 7.98 kA.
- La corriente de cortocircuito por fase de la barra de 220 kV de la S.E. La Planicie en la configuración actual es 15.31 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel de corriente llegaría a 15.45 kA. Por otro lado, la corriente por tierra varía de 18.34 kA a 18.47 kA.
- La corriente de cortocircuito por fase de la barra A de 220 kV de la S.E. Chilca UNO en la configuración actual es 29.60 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel de corriente llegaría a 29.80 kA. Por otro lado, la corriente por tierra varía de 33.75 kA a 33.99 kA.
- La corriente de cortocircuito por fase de la barra B de 220 kV de la S.E. Chilca UNO en la configuración actual es 25.66 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel de corriente llegaría a 29.16 kA. Por otro lado, la corriente por tierra varía de 28.76 kA a 32.94 kA.

- La corriente de cortocircuito por fase de la barra de 220 kV de la S.E. Chilca REP en la configuración actual es 32.55 kA, con el ingreso del proyecto y de terceros el nivel de corriente llegaría a 32.82 kA. Por otro lado, la corriente por tierra varía de 39.01 kA a 39.36 kA.

2. La corriente de cortocircuito en la nueva barra de 33 kV de la S.E. Chilca CTM, asociada al nuevo autotransformador es 63 kA por fase el cual es mayor a la máxima corriente de cortocircuito (48.53 kA).

3. En la tabla se muestra el nivel de corriente de cortocircuito de las barras de las subestaciones del área de influencia al Proyecto.

Subestación	Barra	Tensión de Referencia [kV]	Fases (Icc)		Tierra (3*I0)	
			Sin Proyecto	Con Proyecto y Proyectos de terceros	Sin Proyecto	Con Proyecto y Proyectos de terceros
Carabayllo	CARABAYLLO 500B	500	11.32	11.42	11.04	11.12
	CARABAYLLO 220A	220	26.18	26.28	37.60	37.83
Carapongo	CARAPONGO 500A	500	12.54	12.78	12.35	12.57
	CARAPONGO 220A	216	26.04	26.08	28.16	28.22
Chilca CTM	CHILCA CTM 500A	500	12.53	13.89	13.72	15.62
	CHILCA CTM 500B	500	12.53	13.89	13.72	15.62
	CHILCA CTM 220A	220	32.55	32.82	39.01	39.36
	CHILCA CTM 220B	220	27.30	31.81	31.02	36.82
	CHILCA CTM33 (AT72-523)	33	46.80	48.77	0.59	0.58
	CHILCA CTM33_2 (AT133-523)	**33**	**--**	**48.53**	**--**	**0.57**
La Planicie	LA PLANICIE 500B	500	8.31	8.34	7.96	7.98
	LA PLANICIE 220B	220	15.31	15.45	18.34	18.47
	LA PLANICIE 33	33	17.31	17.37	0.80	0.80
Industriales	INDUSTRIALES 220A	220	12.55	12.68	13.79	13.88
	INDUSTRIALES 220B	220	17.60	17.61	15.31	15.31
Santa Rosa	SANTA ROSA 220A	220	25.41	25.42	29.35	29.36
Manchay	MANCHAY220A	220	14.85	14.98	17.91	18.03
Chavarría	CHAVARRIA 220A	220	19.43	19.44	18.80	18.81
Chilca UNO	CHILCA UNO 220A	220	29.60	29.80	33.75	33.99
Chilca UNO	CHILCA UNO 220B	220	25.66	29.16	28.76	32.94
Chilca REP	CHILCA REP 220A	220	32.55	32.82	39.01	39.36

4. En siguiente tabla y figura se muestra el nivel de corriente de cortocircuito máximo por fases obtenido y la capacidad de ruptura de los equipos en cada subestación del área

de influencia. Por lo tanto, se valida que las corrientes máximas obtenidas por fase son inferiores a la menor capacidad de ruptura de cortocircuito que tienen los equipos existentes.

Subestación	Cortocircuito máximo (Fase)	Menor capacidad de ruptura
Chilca CTM A 500 kV	13.89 kA	40 kA
Chilca CTM B 500 kV	13.89 kA	40 kA
Chilca CTM A 220 kV	32.82 kA	63 kA
Chilca CTM B 220 kV	31.81 kA	63 kA
Chilca Uno A 220 kV	29.80 kA	40 kA
Chilca Uno B 220 kV	29.16 kA	40 kA
Chilca REP 220 kV	32.82 kA	40 kA
Planicie 500 kV	8.34 kA	40 kA
Planicie 220 kV	15.45 kA	63 kA
Carabayllo 500 kV	11.42 kA	40 kA
Carabayllo 220 kV	26.28 kA	40 kA

5. **Del análisis de cortocircuito en las diferentes configuraciones de las subestaciones Chilca CTM y Chilca Uno, se registra que el interruptor de enlace Chilca REP – Chilca CTM debe estar abierto cuando los acoples de Chilca CTM o Chilca Uno están cerrados debido a que los niveles de corrientes de cortocircuito por tierra podrían ser mayores al nivel de diseño de la subestación. Por lo tanto, esta configuración solo se debe adoptar para maniobras con tiempo cortos para minimizar la probabilidad de falla.**

3.3. Estudio de Transitorios Electromagnéticos

1. El modelamiento en el ATPDraw de los equipos del área de influencia al Proyecto se consideró según lo disponible de la base de datos del DIgSILENT. Los equipos del Proyecto fueron modelados teniendo en cuenta los valores de los protocolos de pruebas de los equipos e información suministrada por el fabricante.
2. Las impedancias armónicas de las barras de 220 y 500 kV de la S.E. Chilca CTM no arroja puntos de resonancias que se vean afectadas con la energización de los autotransformadores 500/220/33 kV.

3. De las energizaciones estadística del autotransformador 500/220±10x1%/33 kV de 600 MVA de la S.E. Chilca CTM se registró las siguientes sobretensiones:

   - Las sobretensiones representativas para la barra de 500 kV de la S.E. Chilca CTM de:
     - Fase – Fase 1.2632 pu (Up2)
     - Fase – Tierra 1.3188 pu (Ue2)
   - Las sobretensiones representativas para la barra de 220 kV de la S.E. Chilca CTM es de:
     - Fase – Fase 1.1522 pu (Up2)
     - Fase – Tierra 1.2214 pu (Ue2)

   Por lo tanto, no originará sobretensiones que afecten la operación de los equipos del Proyectos y de los equipos del área de influencia.

4. De las simulaciones estadísticas del autotransformador 500/220±10x1%/33 kV de 600 MVA, desde la barra de 500 kV de la S.E. Chilca CTM, se registró que la máxima corriente de inserción se produce en la fase “R” con un valor de 3923.600 A-prim (4.00 pu).

Fase	Corriente de Inserción desde la barra de 500 kV de la S.E. Chilca CTM	
	I [A]	I [pu]
R	3923.60	4.00450
S	3624.82	3.69957
T	3693.20	3.76935

5. De las simulaciones estadísticas del autotransformador 500/220±10x1%/33 kV de 600 MVA, desde la barra de 220 kV de la S.E. Chilca CTM, se registró que la máxima corriente de inserción se produce en la fase “R” con un valor de 5442.41A-prim (5.55 pu).

Fase	Corriente de Inserción desde la barra de 220 kV de la S.E. Chilca CTM	
	I [A]	I [pu]
R	5442.41	5.55463
S	5252.26	5.36056
T	5388.31	5.49942

6. Los interruptores de 500 y 220 kV asociado al autotransformador de la S.E. Chilca CTM disponen de relés de mando sincronizados. Por lo tanto, la energización del autotransformador con relé de mando sincronizado minimizará los transitorios de tensión en el punto de conexión.

7. La energización del autotransformador de la barra de 500 kV se registra caída de tensión por debajo de 0.90 pu el cual se recupera en tiempos menores a 20 ms para luego recuperar gradualmente. Por lo tanto, teniendo en cuenta los cortocircuito y huevos de tensión que deben soportar los equipos del sistema de transmisión la maniobra no presentará efectos negativos a la operación de los equipos del área de influencia.

   Con la energización del autotransformador de la barra de 220 kV se registra caída de tensión el cual tiene un valor mínimo por encima de 0.90 pu que se recupera gradualmente. Por lo tanto, la energización del autotransformador desde la barra de 220 kV no presentará efectos negativos a la operación de los equipos del área de influencia.

8. En el caso más crítico con la energización del autotransformador desde la barra de 500 kV con flujo remanente existiría la probabilidad que la tensión presente una caída por debajo de 0.85 pu. Sin embargo, para la primera energización el autotransformador se encontrará desmagnetizado cuyo resultado es similar a los casos ya analizados. Por otro lado, si por algún motivo, el autotransformador se encuentra magnetizado, para la primera energización se debe desmagnetizar el autotransformador y para las siguientes energizaciones se dispone del equipo de mando sincronizado con el cual se mitigará los transititos en el sistema de transmisión.

   En el caso más crítico con la energización del autotransformador desde la barra de 220 kV se registra caída de tensión por debajo de 0.90 pu y mayor a 0.85 pu el cual se recupera en menos de 370 ms. **Con la finalidad de evitar caídas de tensión en el área de influencia se dispone de relés de mando sincronizado y para la primera energización el autotransformador estará desmagnetizado.**

9. La tensión transitoria de restablecimiento de los interruptores de 220 y 500 kV de la S.E. Chilca CTM ante diferentes fallas es menor a la capacidad del interruptor.

3.4. Estudio de Coordinación de Protecciones

Se sugiere implementar los siguientes ajustes de las funciones coordinables:

- Los ajustes para implementar en los relés de sobrecorriente del autotransformador 500/220/33 kV de 600 MVA de la C.T. Chilca CTM se muestra en la siguiente Tabla:

S.E.	Equipo	Tensión (kV)	TC (A)	TT (kV)	Relé	Función	Curva 1			Curva 2			Curva 3		
							I> (A)	Curva	TMS	I>> (A)	Curva	t>> (s)	I>> (A)	Curva	t>> (s)
Chilca CTM	**Transformador** 500:√3/220:√3/33:√3 kV 600/600/200 MVA (ONAF2) Yna0d1	500	1000/1 A	--	Siemens / 7UT87	50/51	900 A-prim (0.90 A-sec)	IEC NI	0.13	4200 A-prim (4.20 A-sec)	TD	0.20	--	--	--
						50N/51N	280 A-prim (0.28 A-sec)	IEC NI	0.31	4600 A-prim (4.60 A-sec)	TD	0.20	--	--	--
				500/ 0.11kV	Siemens / 7UT87	67 (Dirección barra 500 kV)	900 A-prim (0.90 A-sec)	IEC NI	0.06	--	--	--	--	--	--
						67N (Dirección barra 500 kV)	280 A-prim (0.28 A-sec)	IEC VI	0.40	--	--	--	--	--	--
		220	2500/1 A	--	Siemens / 7UT87	50/51	2050 A-prim (0.82 A-sec)	IEC NI	0.09	12000 A-prim (4.8 A-sec)	TD	0.10	--	--	--
						50N/51N	625 A-prim (0.25 A-sec)	IEC NI	0.23	13500 A-prim (5.4 A-sec)	TD	0.10	--	--	--
		33	2500/1A	--	Siemens / 7UT87	50/51	200 A-prim (0.08 A-sec)	IEC VI	0.30	750 A-prim (0.30 A-sec)	TD	0.20	3500 A-prim (1.40 A-sec)	TD	0.02

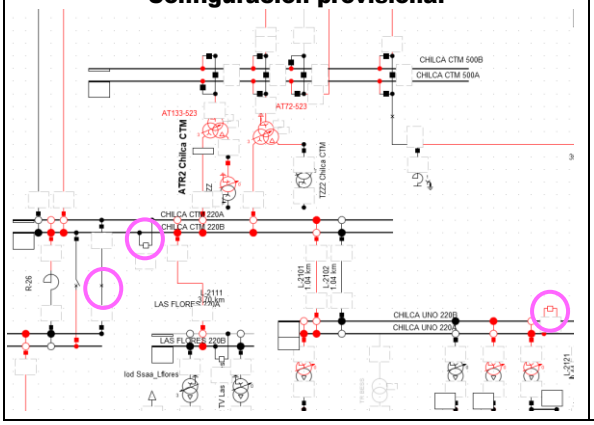
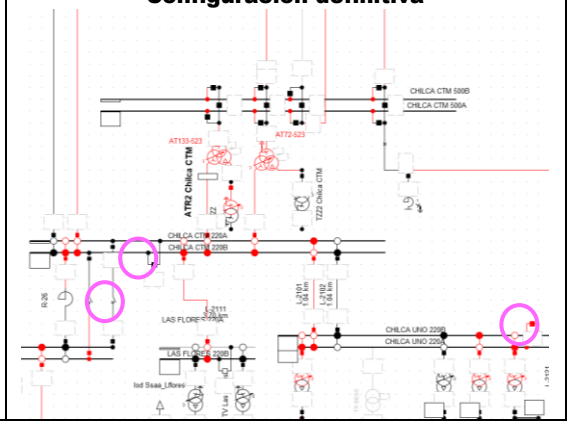
- Ajustes de la función sobrecorriente del transformador Zig-Zag

S.E.	Equipo	Tensión (kV)	TC (A)	TT (kV)	Relé	Función	Curva 1			Curva 2		
							I> (A)	Curva	TMS	I>> (A)	Curva	t>> (s)
Chilca CTM	Transformador Zig-Zag	33	200/1 A	--	Siemens / 7UT87	50/51	20 A-prim (0.10 A-sec)	IEC EI	0.18	250 A-prim (1.25 A-sec)	TD	0.05
		Neutro	600/1 A	--	Siemens / 7UT87	50N/51N	30 A-prim (0.05 A-sec)	IEC NI	0.07	300 A-prim (0.50 A-sec)	TD	0.05

- Ajustes de la función sobrecorriente de tierra de la resistencia de neutro:

S.E.	Equipo	Tensión (kV)	TC (A)	TT (kV)	Relé	Función	Curva 1			Curva 2		
							I> (A)	Curva	TMS	I>> (A)	Curva	t>> (s)
Chilca CTM	Resistencia de neutro	--	625/1 A	--	Siemens / 7UT87	50N/51N	500 A-prim (0.80 A-sec)	IEC NI	0.78	--	--	--

- Los ajustes definidos son adecuados ya sea para la configuración provisional o configuración definitiva.

Configuración provisional	**Configuracion definitiva**
	

Se recomienda implementar los ajustes no coordinables definidos para los equipos del área de influencia:

- Ajustes recomendados asociado al autotransformador AT72-532 de la S.E. Chilca CTM las cuales son los siguientes:

S.E.	Equipo	Tensión (kV)	TC (A)	TT (kV)	Relé	Función	Curva 1			Curva 2			Curva 3		
							I> (A)	Curva	TMS/ t> (s)	I>> (A)	Curva	t>> (s)	I>> (A)	Curva	t>> (s)
Chilca CTM	**AT72-523** 500:√3/220:√3/33:√3 kV 600/600/200 MVA (ONAF2) Yna0d1	500	1000/1 A	--	Siemens / 7SJ641 (PT3)	50/51	900 A-prim	IEC NI	0.13	4200 A-prim	TD	0.20	--	--	--
						50N/51N	280 A-prim	IEC NI	0.31	4600 A-prim	TD	0.20	--	--	--
						67 (Dirección Barra)	900 A-prim	IEC NI	0.06	--	--	--	--	--	--
						67N (Dirección barra)	280 A-prim	IEC VI	0.40	--	--	--	--	--	--
		220	2500/1 A	--	Siemens / 7SJ641 (PT4)	50/51	2050 A-prim	IEC NI	0.09	12000 A-prim	TD	0.10	--	--	--
						50N/51N	625 A-prim	IEC NI	0.23	13500 A-prim	TD	0.10	--	--	--
		33	2500/1A	--	Siemens / 7UT633 (PT2)	50/51	200 A-prim	IEC VI	0.30	750 A-prim	TD	0.20	3500 A-prim	TD	0.02
	Transformador Zig-Zag	33	200/1 A	--	Siemens / 7UT633 (PT1)	50/51	20 A-prim (0.10 A-sec)	IEC EI	0.18	250 A-prim (1.25 A-sec)	TD	0.05			
		Neutro Zigzag	200/1 A	--	Siemens / 7UT633 (PT2)	50N/51N	30 A-prim	IEC NI	0.07	300 A-prim	TD	0.05	--	--	--
	RN	Netro AT72-523	500/1A	--	Siemens / 7SJ802 (PT5)	50N/51N	500 A-prim	IEC NI	0.78	--	--	--	--	--	--

- **Chilca CTM:** Línea L-2111 (Las Flores - Chilca CTM) de 220 kV

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 1B	Zona de Reversa Z4	Zona de Arranque Z5
Dirección	Forward	Forward	Forward	Forward	Reverse	Non-directional
X (Ω)	1.20	16.00	24.84	16.00	8.00	27.33
X(-) (Ω)						36.80
R (Ω)	6.00	36.08	36.08	36.08	36.08	39.70
RE (Ω)	6.00	36.08	36.08	36.08	36.08	39.70
α	13°					
T (s)	0.10	0.30	1.0	0.00	2.0	∞

- **Las Flores:** Línea L-2111 (Las Flores - Chilca CTM) de 220 kV

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 1B	Zona de Reversa Z4	Zona de Arranque Z5
Dirección	Forward	Forward	Forward	Forward	Reverse	Non Dir
X (Ω)	17.02	33.48	52.74	33.48	17.10	58.014
X(-) (Ω)		-	-	-	-	18.810
R (Ω)	31.75	31.75	31.75	31.75	31.75	34.936
RE (Ω)	31.75	31.75	31.75	31.75	31.75	34.936
α	13°					
T (s)	0.15	0.80	1.00	0.00	2.00	∞

TC:1250/1A	Dir.	Umbral 1				Umbral 2			Umbral 3		
		Curva	I1(A)	t1(s)	Add delay	Curva	I2(A)	t2(s)	Curva	I3(A)	t3(s)
Tierra	Fwd	IEC-VI	125	0.70	0.00	DT	125	30.0	DT	4000	0.40

NOTA: El segundo umbral solo es para el esquema 67N en CD.

- **Chilca CTM:** Línea L-2104 (Planicie - Chilca CTM) de 220 kV

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 1B	Zona de Reversa Z4	Zona de Arranque Z5
Dirección	Forward	Forward	Forward	Forward	Reverse	Non-Dir
X (Ω)	14.38	21.472	26.848	39.776	39.776	50.976
X(-) (Ω)	-					50.976
R (Ω)	47.869	47.869	47.869	47.869	47.869	59.069
RE (Ω)	69.600	69.600	69.600	69.600	69.600	80.800
α (°)	10°	-	-	-	-	
T (s)	0.00	0.65	1.00	0.00	2.00	∞

- **Planicie:** Línea L-2104 (Planicie - Chilca CTM) de 220 kV

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 1B	Zona de Reversa Z4	Zona de Arranque Z5
Dirección	Forward	Forward	Forward	Forward	Reverse	Non-Dir
X (Ω)	12.58	33.63	33.63	33.63	29.522	40.451
X(-) (Ω)						40.451
R (Ω)	51.20	51.20	51.20	51.20	51.20	62.400
RE (Ω)	67.20	67.20	67.20	67.20	67.20	80.64
α (°)	4°		-	-	-	
T (s)	0.00	0.40	1.00	0.00	2.00	∞

- **Chilca CTM:** Línea L-2103/L-2118 (Chilca CTM - Industriales) de 220 kV

Ajustes	Zona 1	Zona 1B	Zona 2	Zona 3	Zona de Reversa Z4	Zona de Arranque Z5
Dirección	Forward	Forward	Forward	Forward	Reverse	Non Dir
X (Ω)	14.1	35.30	25.89	35.30	32.00	50.976
X(-) (Ω)	-					50.976
R (Ω)	42.4	67.0	67.0	67.0	47.869	82.67
RE (Ω)	63.5	67.0	60.0	67.0	69.600	82.67
α	9°	-	-	-	-	
T (s)	0.00	0.00	0.65	1.50	2.00	∞

- **Industriales:** Línea L-2118/L2103 (Industriales - Chilca CTM) de 220 kV

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
Dirección	Forward	Forward	Forward	Reverse	OFF
X1PP(Ω)	14.1	35.3	48.0	5.09	--
R1PP(Ω)	2.0	4.9	6.69	0.63	--
RFPP(Ω)	42.4	67.0	67.0	15.26	--
tPP(s)	0.00	0.40	0.80	1.50	--
X1PE(Ω)	14.1	35.3	48.0	5.09	--
R1PE(Ω)	2.0	4.9	6.69	0.63	--
X0PE(Ω)	49.1	122.8	167.00	12.44	--

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
R0PE(Ω)	9.3	23.2	31.58	3.63	--
RFPE(Ω)	63.5	67.0	67.0	22.89	--
tPE(s)	0.00	0.60	0.80	1.50	--

- **Chilca 1:** función 67N del relé de la L-2101/L-2102, S.E. Chilca 1

TC:3000/1A	Dir.	Umbral 1				Umbral 2		
		Curva	I1(A)	t1	Add delay	Curva	I2(A)	t2
Tierra	Fwd	IEC-NI	450	0.28	0.00	DT	18000	0.20

- **Chilca CTM:** función 67N del relé de la L-5001, S.E. Chilca CTM

TC:1250/1A	Dir.	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
		Curva	I1(A)	t1	Curva	I2(A)	t2	Curva	I3(A)	t3
Tierra	Fwd	IEC-NI	120	0.50	DT	6000	0.25	--	--	--

4. Unifilar del Proyecto

En el **Anexo 1** se muestran los equipos del área de influencia, ubicado en la carpeta de Ingeniería.