Estudio de Operatividad

“Reforzamiento del Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe”

Resumen Ejecutivo (RE)

2	07/09/2022	APROBACIÓN	EEGALOC	EEGALOC	EEGALOC
1	09/06/2022	APROBACIÓN	EEGALOC	EEGALOC	EEGALOC
vers.	**Fecha**	**Emitido Para**	**Por**	**Revisado**	**Aprobado**
Documento Nro.:		**EEG-008-2022-Resumen Ejecutivo**			
Cliente					

Estudio de Operatividad

"Reforzamiento del Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe"

Resumen Ejecutivo (RE)

Índice General

1. OBJETIVO 4

2. GENERALIDADES 4

2.1. ANTECEDENTES 4
2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA 5
2.3. AÑO DE PUESTA EN SERVICIO 6
2.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES DEL PROYECTO 6
2.4.1. *Capacidad de cortocircuito 6*

3. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y PARÁMETROS ELÉCTRICOS 7

3.1. INFORMACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA AL PROYECTO 7
3.2. PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS 9
3.2.1. *Datos característicos del transformador de potencia 9*
3.2.2. *Parámetros de las líneas de 69 kV asociado al punto de conexión 10*
3.2.1. *Parámetros del Banco de Condensador a instalar en la S.E. Chumpe 11*
3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DEL PROYECTO 11
3.3.1. *Subestación Oroya Nueva 11*
3.3.2. *Subestación Chumpe 19*

4. CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS 25

4.1. CON EL ESTUDIO DE FLUJO DE CARGA SE CONCLUYÓ LO SIGUIENTE: 25
4.2. CON EL ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO SE CONCLUYÓ LO SIGUIENTE: 31

5. DIAGRAMA UNIFILAR 33

Índice de Tablas

Tabla 1. Nivel de cortocircuito del Proyecto en S.E. Oroya Nueva **6**
Tabla 2. Nivel de cortocircuito del Proyecto en S.E. Chumpe **6**
Tabla 3. Parámetros de las líneas Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe **10**

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del área de influencia (fuente Osinergmin) **6**

Figura 2. Diagrama unifilar actual del área de influencia Sin incluir el Proyecto **8**
Figura 3. Diagrama unifilar actual del área de influencia incluyendo el Proyecto **8**
Figura 4. Diagrama unifilar simplificado de la S.E. Oroya Nueva incluyendo el Proyecto **9**
Figura 5. Datos del transformador de potencia de 12.5/12.5/4.3 MVA (ONAF) a instalar en la S.E. Oroya Nueva **10**
Figura 6. Datos del Banco de Condensador a instalar en la S.E. Chumpe **11**
Figura 7. Diagrama unifilar actual del área de influencia incluyendo el Proyecto **33**

Estudio de Operatividad

"Reforzamiento del Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe"

Resumen Ejecutivo (RE)

1. OBJETIVO

El presente documento tiene por finalidad presentar el resumen del Estudio de Operatividad del "***Reforzamiento del Sistema de Transmisión Oroya Nueva – Chumpe***", cuyo titular es la empresa STATKRAF, donde se demuestra que la puesta en servicio del proyecto, no representa un impacto negativo a la operación del SEIN.

2. GENERALIDADES

2.1. ANTECEDENTES

La Planta Minera Chumpe, perteneciente a la empresa Sociedad Minera Corona S.A., ubicada en el distrito de Alis, provincia de Yauyos en el departamento de Lima. La S.E. Chumpe se conecta al sistema radial Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe de 69 kV, que conforma el Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe.

En el año 2018, debido a la mayor demanda respecto a la proyección prevista en el Plan de Inversiones Vigente, la empresa Statkraft Perú S.A., con carta SKP/GC-311-2018, solicitó a Osinergmin la modificación del Plan de Inversiones 2017-2021 correspondiente al Área de Demanda 5 (En donde se incluye al Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe).

La empresa Statkraft Perú S.A. señala que el transformador de la S.E. Oroya Nueva presenta sobrecarga de 114% en el año 2018. Por ello, propone ampliar la capacidad de transformación en la S.E. Oroya Nueva, mediante la implementación de un segundo

transformador 72.5/50±2x2.5%/10 kV. Además, en el transformador existente 72.5/50±2x2.5%/10 kV de la S.E. Chumpe se presentaba una sobrecarga de 126% para el año 2018 y la barra de MT presenta valores de tensión por debajo del límite permitido (0,95 p.u.) en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. Por ello, a fin de solucionar la sobrecarga y mejorar el perfil de tensión, propone instalar un nuevo transformador 72.5/50±2x2.5%/10 kV de 12.5/12.5/4.3 MVA (ONAF) y un banco de condensadores en la barra de 69 kV de la S.E. Chumpe.

Mediante resolución de consejo directivo N°143-2018-OS/CD, el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin), concluye en incorporar un nuevo transformador 72.5/50±2x2.5%/10 kV en la S.E. Oroya Nueva y un banco de condensadores en la barra de 69kV de la S.E. Chumpe, con la finalidad de reforzar el Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe.

Por tal motivo, la empresa Statkraft Perú S.A. desarrollará el proyecto "***Reforzamiento del Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe***", que incluirán los siguientes equipamientos:

- En la S.E. Oroya Nueva, el ingreso de un nuevo transformador 72.5/50±2x2.5%/10 kV de 12.5/12.5/4.3 MVA (ONAF).
- En la S.E. Chumpe, se instalará un banco de condensadores de 3.25 MVAr en 69 kV.

Los estudios eléctricos de Operatividad, teniendo en consideración que el año de ingreso del proyecto está previsto para el periodo de estiaje (segundo semestre) del año 2022.

2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Planta Minera Chumpe, perteneciente a la empresa Sociedad Minera Corona S.A., ubicada en el distrito de Alis, provincia de Yauyos del departamento de Lima. La S.E. Chumpe se conecta al sistema radial Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe de 69 kV.

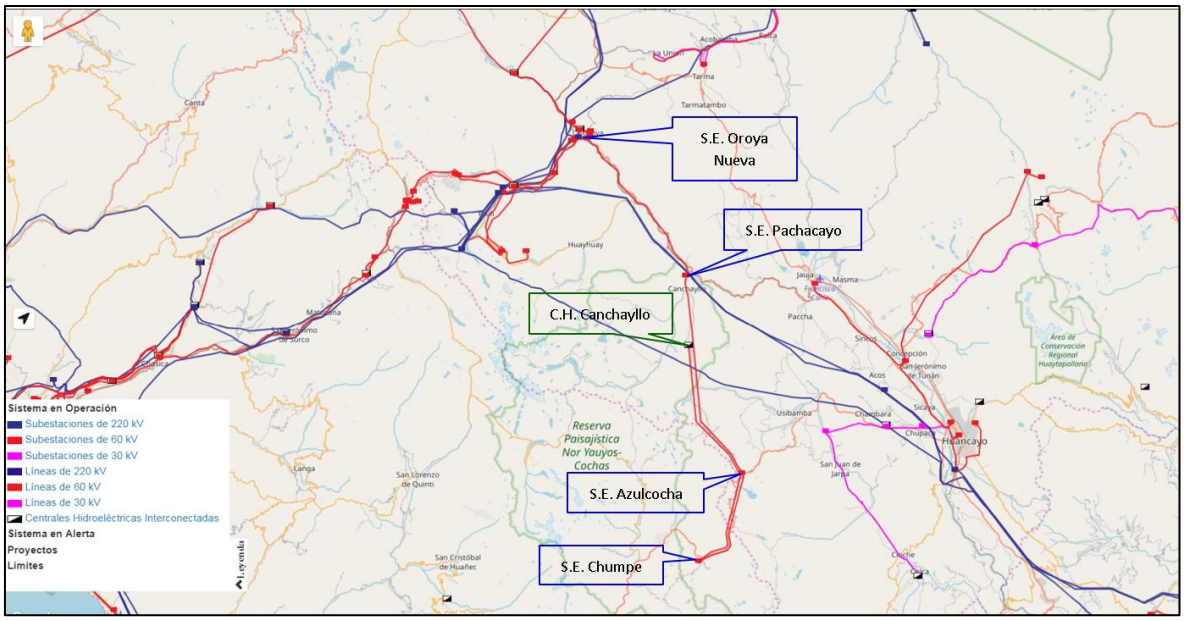

Figura 1. Ubicación geográfica del área de influencia (fuente Osinergmin)

2.3. AÑO DE PUESTA EN SERVICIO

Periodo de estiaje (segundo semestre) del año 2022

2.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES DEL PROYECTO

2.4.1. Capacidad de cortocircuito

Se tiene los siguientes valores de cortocircuito:

Tabla 1. Nivel de cortocircuito del Proyecto en S.E. Oroya Nueva

Nivel de tensión	69 kV	50 kV
Corriente nominal de corte en cortocircuito	31.5 kA	31.5 kA

Tabla 2. Nivel de cortocircuito del Proyecto en S.E. Chumpe

Nivel de tensión	69 kV	2.4 kV
Corriente nominal de corte en cortocircuito	25 kA y 40 kA	25 kA

3. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y PARÁMETROS ELÉCTRICOS

3.1. INFORMACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA AL PROYECTO

Para permitir abastecer la demanda del área de influencia y mejorar la operación del área de influencia, STATKRAFT realizará el Proyecto "***Reforzamiento del Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe***" que incluye lo siguiente:

- Instalación de un nuevo transformador 72.5/50±2x2.5%/10 kV de 12.5/12.5/4.3 MVA (ONAF), en la S.E. Oroya Nueva.
- Instalar el equipamiento del sistema de protección del transformador para los devanados de 50 y 69 kV.
- Instalación de un banco de condensadores de 3.25 MVAr que se conectará en la barra de Chumpe 69 kV.
- Instalar el equipamiento del sistema de protección y medición para el banco de condensadores.
- Instalar un relé multifunción relé Siemens modelo 7SA87 en la S.E. Oroya Nueva para la línea L-6601A/L-6601B (Oroya Nueva – Pachacayo – Canchayllo) de 69 kV.

Para verificar la configuración previa y posterior al ingreso del proyecto, se desarrollan los diagramas que permiten observar la ubicación exacta de los equipos eléctricos a implementarse. En la **Figura 2** se muestra el diagrama unifilar del área de influencia **Sin incluir el Proyecto**. En la **Figura 3** se muestra el diagrama unifilar **incluyendo el Proyecto.**

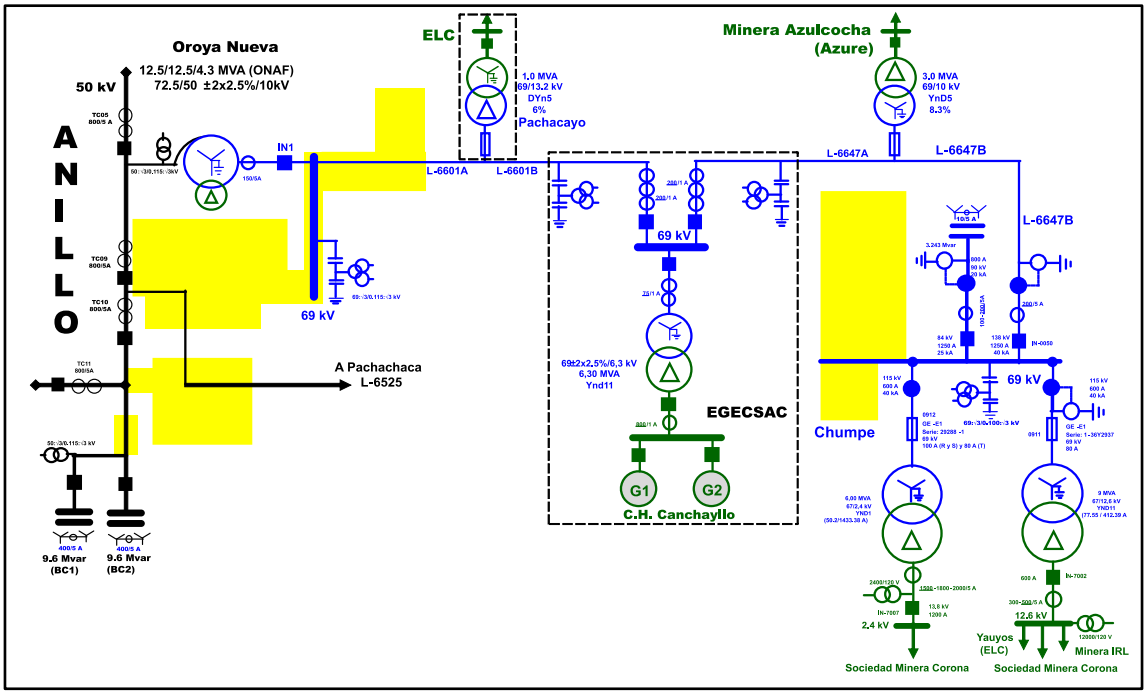

Figura 2. Diagrama unifilar actual del área de influencia **Sin incluir el Proyecto**

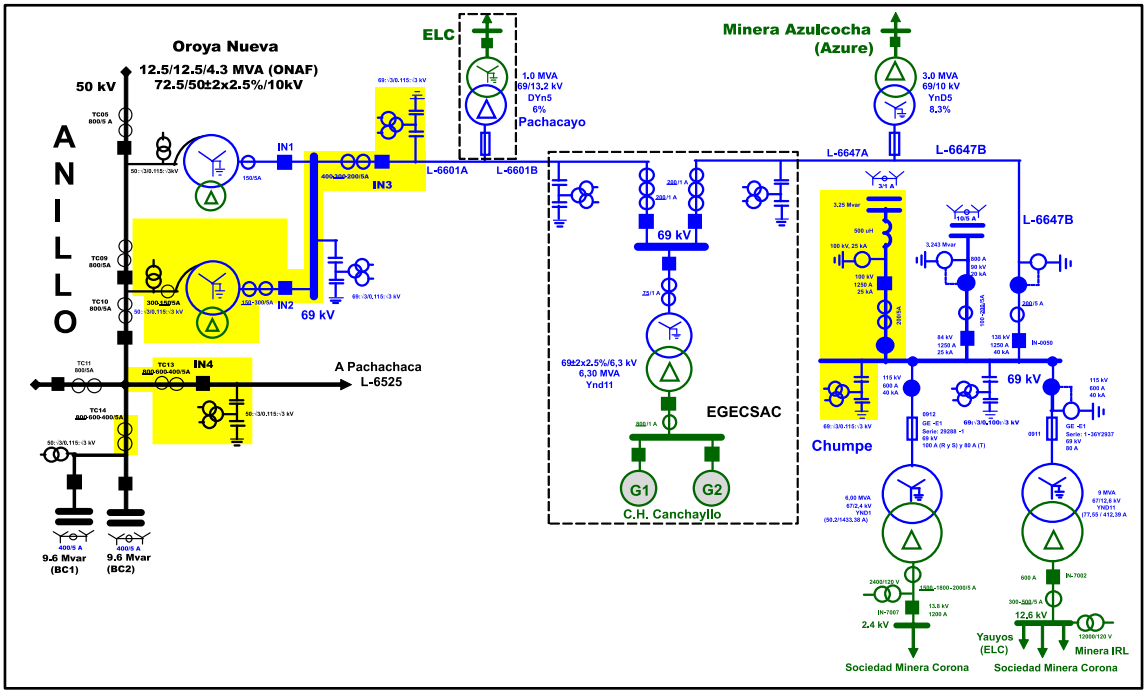

Figura 3. Diagrama unifilar actual del área de influencia **incluyendo el Proyecto**

3.2. PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS

Los parámetros eléctricos de los equipos actuales utilizados para el análisis de flujo de potencia y cálculo de cortocircuito del SEIN son suministrados por el COES a través de la base de datos del software DIgSILENT "Base Datos del SEIN DIgSILENT" publicado en la página web (www.coes.org.pe). Los parámetros de los equipos del proyecto son considerados de los datos técnicos. Las cuales se detallan a continuación:

3.2.1. Datos característicos del transformador de potencia

En la Figura 4 se muestra el diagrama unifilar de la **S.E. Oroya Nueva incluyendo el Proyecto**. En la Figura 5 se muestra los parámetros eléctricos del trasformador de potencia de 12/12.5/4.3 MVA (ONAF), que se va a instalar en la S.E. Oroya Nueva.

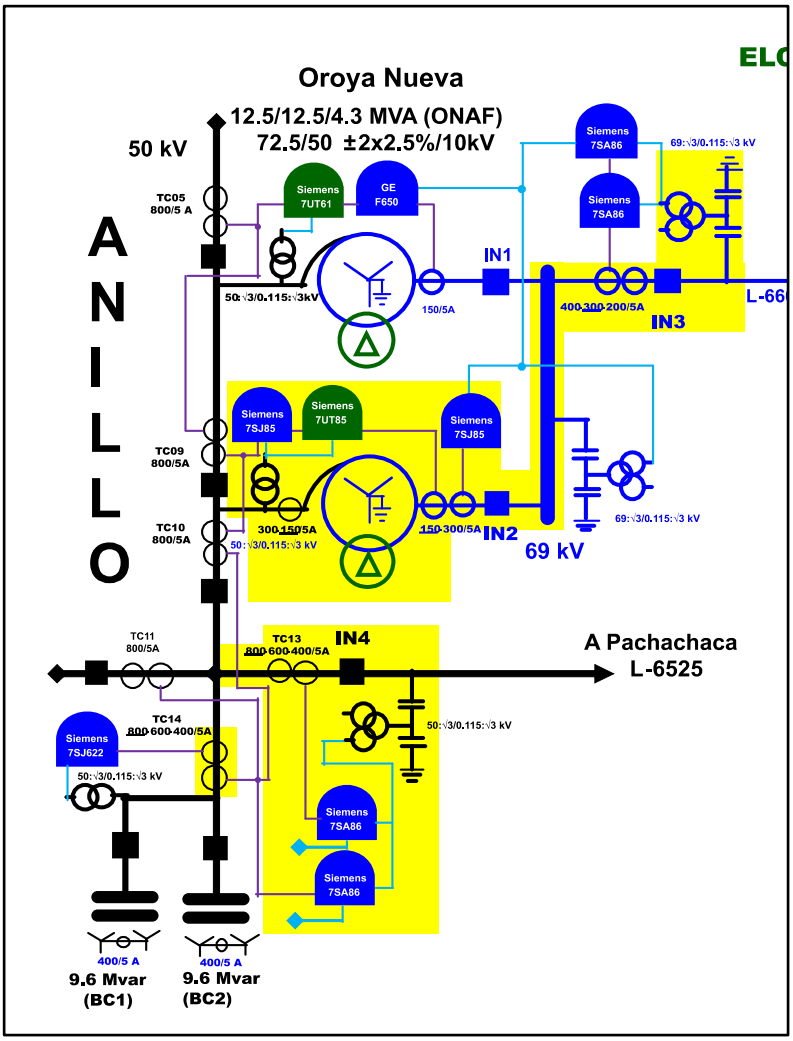

Figura 4. Diagrama unifilar simplificado de la S.E. Oroya Nueva **incluyendo el Proyecto**

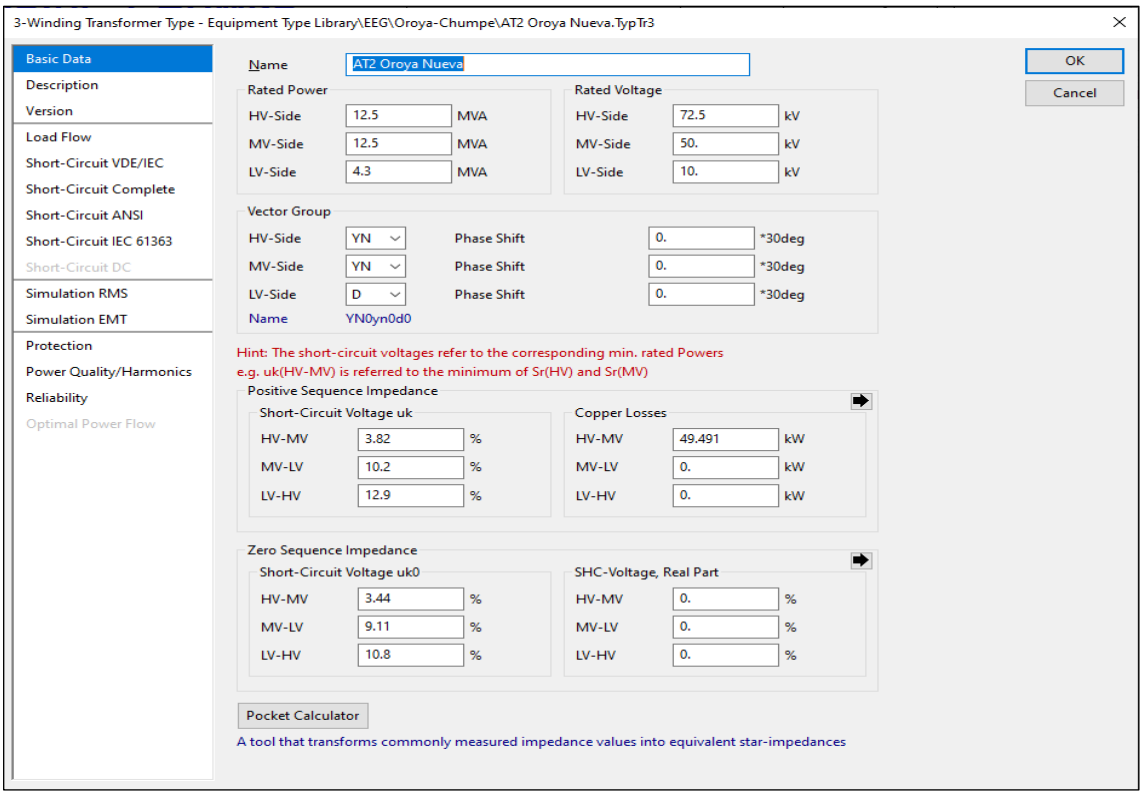

Figura 5. Datos del transformador de potencia de 12.5/12.5/4.3 MVA (ONAF) a instalar en la S.E. Oroya Nueva

3.2.2. Parámetros de las líneas de 69 kV asociado al punto de conexión

En la Tabla 3 se muestra los parámetros característicos de las líneas de transmisión de 220 y 69 kV asociado al área de influencia.

Tabla 3. Parámetros de las líneas Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe

Línea	Tensión (kV)	Corriente nominal (A)	Potencia aparente (MVA)	Longitud (km)	Sec. Homopolar				Sec. Homopolar				ZE/ZL		Factor de compensación	
					R1 (Ω)	X1 (Ω)	Z1 (Ω)	Angle Z1 (°)	R0 (Ω)	X0 (Ω)	Z0 (Ω)	Angle Z0 (°)	RE/RL	XE/XL	K0	Angle K0
L-2224	220	656.86	250.30	21.63	1.1399	11.0053	11.0642	84.09	8.8683	26.3886	27.8389	71.42	2.260	0.466	0.519	-20.76
L-2259	220	393	149.75	75.5	4.2431	37.7092	37.9472	83.58	38.8625	117.3743	123.6407	71.68	2.720	0.704	0.763	-17.07
L-6601A	69	515	61.55	37.796	6.4224	18.6528	19.7275	71.00	7.8546	36.0606	36.9061	77.71	0.074	0.311	0.295	14.30
L-6601B1	69	515	61.55	2.96	0.5030	1.4608	1.5450	71.00	0.6151	2.8241	2.8903	77.71	0.074	0.311	0.295	14.30
L-6601B2	69	545	65.13	0.826	0.1149	0.3942	0.4106	73.75	0.1462	0.7746	0.7883	79.31	0.091	0.322	0.310	11.55
L-6647A1	69	545	65.13	0.826	0.1149	0.3942	0.4106	73.75	0.1462	0.7746	0.7883	79.31	0.091	0.322	0.310	11.55
L-6647A2	69	515	61.55	28.56	4.8530	14.0947	14.9068	71.00	5.9352	27.2486	27.8875	77.71	0.074	0.311	0.295	14.30
L-6647B	69	515	61.55	32.4	5.5055	15.9898	16.9111	71.00	6.7332	30.9123	31.6371	77.71	0.074	0.311	0.295	14.30

3.2.1. Parámetros del Banco de Condensador a instalar en la S.E. Chumpe

En la figura 6 se muestra los parámetros del banco de condensadores a instalar en la barra de 69 kV de la S.E. Chumpe.

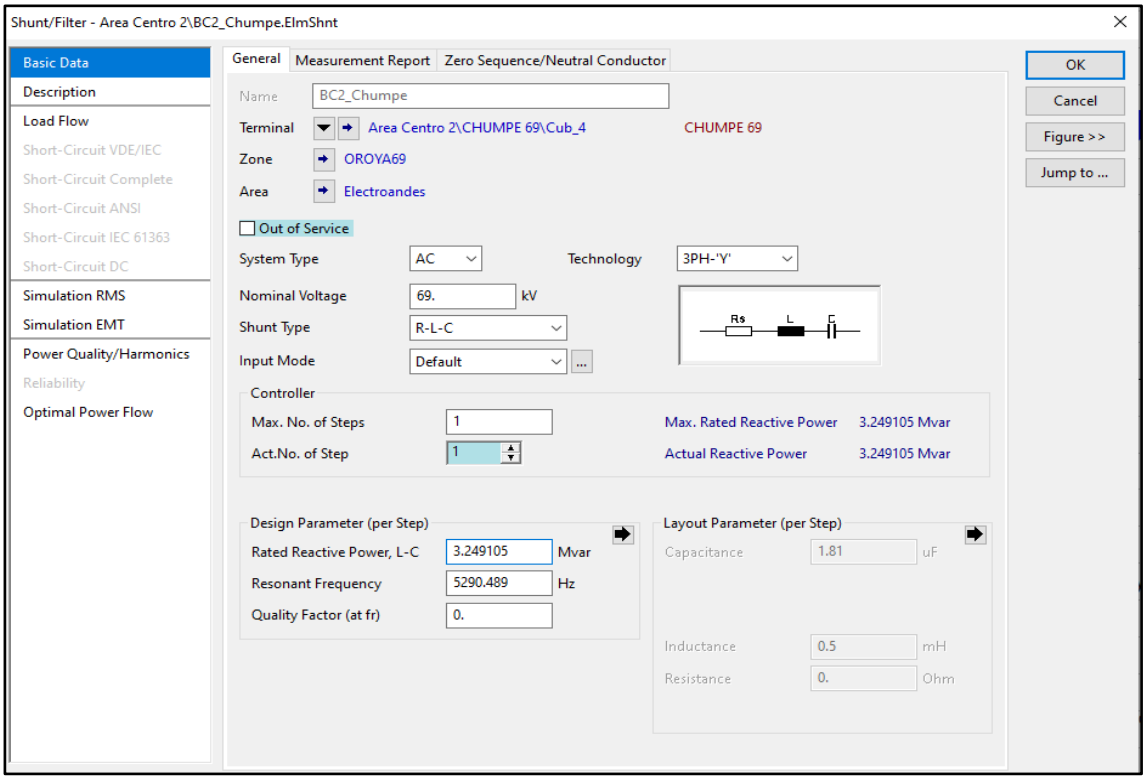

Figura 6. Datos del Banco de Condensador a instalar en la S.E. Chumpe

3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DEL PROYECTO

3.3.1. Subestación Oroya Nueva

Los equipos a ser instalados en la subestación Oroya Nueva serán del tipo convencional para ser instalados al exterior, excepto los tableros de control, medición y protección que estarán localizados al interior en las respectivas casetas de control.

3.3.1.1. Autotransformador de potencia

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		Trifásico
Altura de instalación	msnm	3800
Instalación		Al Exterior
Relación de transformación	kV	72.5/50±2x2.5%/10
Potencia Nominal ONAF	MVA	12.5/12.5/4.3

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Frecuencia Nominal	Hz	60
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs (Interno AT/BT)	kVp	325 / 250
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial (Interno AT/BT)	kV rms	140 / 95
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs (Externo AT/BT)	kVp	450 / 325
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial (Externo AT/BT)	kV rms	185 / 140
Grupo de Conexión		YNyn0
Tensión de cortocircuito Ucc (a 12.5 MVA)	%	4.0
Tipo de conmutador de tomas de Regulación		Vacío
Distancia nominal de fuga específica	mm/kV	25 mm/kV

3.3.1.2. Interruptor de Potencia 50 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		3Ø, en SF6, tanque vivo
Altura de instalación	msnm	3800
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	72.5
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	325
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kV rms	140
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Nominal en Servicio Continuo	A	1250
Corriente Nominal de Corte en cortocircuito	kA	31.5
Corriente Nominal de Cierre en cortocircuito	kAp	80
Línea de fuga específica de columna aislante	mm/kV	25
Tipo de accionamiento		Tripolar
Mecanismo de operación		Por resortes

3.3.1.3. Interruptor de Potencia 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		3Ø, en SF6, tanque vivo
Altura de instalación	msnm	3800

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	100
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kV rms	185
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Nominal en Servicio Continuo	A	1250
Corriente de Corte en cortocircuito	kA	25
Corriente de Cierre en cortocircuito	kAp	63
Línea de fuga específica de columna aislante	mm/kV	25
Tipo de accionamiento		Tripolar
Mecanismo de operación		Por resortes

3.3.1.4. Seccionadores de barras y de línea 50 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		3Ø, apertura vertical
Montaje		Vertical / Horizontal
Altura de instalación	msnm	3800
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	72.5
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	325
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kV rms	140
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Nominal en Servicio Continuo	A	1250
Corriente Soportada en Cortocircuito (3s)	kA	31.5
Línea de fuga específica de columna aislante	mm/kV	25
Cuchilla de puesta a tierra	Si / No	Si (Sección. de Línea) No (Sección. De Barra)
Tipo de accionamiento		Tripolar
Mecanismo de operación		Manual / Motorizada

3.3.1.5. Seccionadores de barras y de línea 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		3Ø, apertura vertical
Montaje		Vertical / Horizontal
Altura de instalación	msnm	3800
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	100
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kV rms	185
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Nominal en Servicio Continuo	A	1250
Corriente Soportada en Cortocircuito (3s)	kA	25
Línea de fuga específica de columna aislante	mm/kV	25
Cuchilla de puesta a tierra	Si / No	Si (Sección. de Línea) No (Sección. De Barra)
Tipo de accionamiento		Tripolar
Mecanismo de operación		Manual / Motorizada

3.3.1.6. Transformadores de Corriente 50 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		1Ø
Montaje		En soporte metálico
Altura de instalación	msnm	3800
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	72.5
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	325

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kV rms	140
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Soportada en Cortocircuito (1s)	kA	31.5
Relación de transformación		800 – 600 – 400 / 5 A
Número de núcleos de medición		1
Número de núcleos de protección		2
Potencia de precisión de los núcleos de medición	VA	30
Potencia de precisión de los núcleos de protección	VA	30
Clase de precisión para medición		0.2S
Clase de precisión para protección		5P30

3.3.1.7. Transformadores de Corriente 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		1Ø
Montaje		En soporte metálico
Altura de instalación	msnm	3800
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	100
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kV rms	185
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Soportada en Cortocircuito (1s)	kA	25
Relación de transformación		400 – 300 – 200 / 5 A
Número de núcleos de medición		1
Número de núcleos de protección		2

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Potencia de precisión de los núcleos de medición	VA	30
Potencia de precisión de los núcleos de protección	VA	30
Clase de precisión para medición		0.2S
Clase de precisión para protección		5P20

3.3.1.8. Transformadores de Tensión 50 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		Capacitivo, Monofásico
Altura de instalación	msnm	3800
Tensión de servicio	kV	50
Tensión máxima de servicio	kV	52.5
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	325
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kVrms	140
Relación de transformación	kV	$\frac{50}{\sqrt{3}} / \frac{0.115}{\sqrt{3}} - \frac{0.115}{\sqrt{3}}$ kV
Frecuencia nominal	Hz	60
Consumo y clase de precisión - Protección - Medición		 30 VA – 3P 30 VA – Clase 0.2
Accesorios para transmisión por onda portadora		No
Distancia nominal de fuga específica	mm/kV	25

3.3.1.9. Transformadores de Tensión 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		Capacitivo, 1Φ, para acoplamiento a sistema de transmisión por onda portadora
Altura de instalación	msnm	3800
Tensión de servicio	kV	69
Tensión máxima de servicio	kV	72.5
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kVrms	185
Relación de transformación	kV	$\frac{69}{\sqrt{3}} / \frac{0.115}{\sqrt{3}} - \frac{0.115}{\sqrt{3}}$ kV
Frecuencia nominal	Hz	60
Consumo y clase de precisión - Protección - Medición		 30 VA – 3P 30 VA – Clase 0.2
Accesorios para transmisión por onda portadora - Montaje de trampa de onda en el transformador - Bornes - Gap de protección - Interruptor de desconexión de alta frecuencia - Bobina de drenaje - Calentador anticondensación - Tensión auxiliar		 Si Si Si Si Si Si 220 Vac, 1Ø
Distancia nominal de fuga específica	mm/kV	25

3.3.1.10. Pararrayos 50 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		Óxido Metálico (ZnO)
Norma de fabricación		IEC
Altura de instalación	msnm	3800

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tensión nominal asignada, Ur	kV	42
Tensión continua de operación, Uc	kV	34
Frecuencia (Hz)	Hz	60
Corriente nominal de descarga	kA	10
Clase		3
Distancia nominal de fuga específica	mm/kV	25

3.3.1.11. Pararrayos 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		Óxido Metálico (ZnO)
Norma de fabricación		IEC
Altura de instalación	msnm	3800
Tensión nominal asignada, Ur	kV	60
Tensión continua de operación, Uc	kV	48
Frecuencia (Hz)	Hz	60
Corriente nominal de descarga	kA	10
Clase		3
Distancia nominal de fuga específica	mm/kV	25

3.3.2. Subestación Chumpe

3.3.2.1. Banco de Condensadores

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		Trifásico
Altura de instalación	msnm	4170
Instalación		Al Exterior
Frecuencia Nominal	Hz	60
Voltaje Nominal del Sistema	kV	69
Voltaje Máximo del Sistema	kV	72.5
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kVrms	185
Potencia Nominal 3ϕ al Voltaje Nominal del Sistema	MVAr	3.25
Número de Etapas		1
Conexión en Doble Estrella		Si
Neutros unidos a través de un CT de desbalance		10/5
Neutro Flotante		Si
Fusibles Internos		Si
Medio de descarga de la energía almacenada		Resistencias de Descarga
Reactancia limitadora de la corriente de energización		Si
Cuchilla de Puesta a Tierra		Si
Distancia nominal de fuga específica	mm/kV	25

3.3.2.2. Interruptor de Potencia 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		3Ø, en SF6, tanque vivo
Altura de instalación	msnm	4170

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	100
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kV rms	185
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Nominal en Servicio Continuo	A	1250
Corriente Nominal de Corte en cortocircuito	kA	25
Corriente Nominal de Cierre en cortocircuito	kAp	63
Línea de fuga específica de columna aislante	mm/kV	25
Tipo de accionamiento		Tripolar
Mecanismo de operación		Por resortes

3.3.2.3. Seccionadores de barras 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		3Ø, apertura central lateral
Montaje		Horizontal
Altura de instalación	msnm	4170
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	100
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kV rms	185
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Nominal en Servicio Continuo	A	1250
Corriente Soportada en Cortocircuito (3s)	kA	25
Línea de fuga específica de columna aislante	mm/kV	25
Cuchilla de puesta a tierra	Si / No	No
Tipo de accionamiento		Tripolar
Mecanismo de operación		Manual / Motorizada

3.3.2.4. Transformadores de Corriente 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		1Ø
Montaje		En soporte metálico
Altura de instalación	msnm	4170
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	100
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kV rms	185
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Soportada en Cortocircuito (1s)	kA	25
Relación de transformación		50-75-100-200-400 / 5 A
Número de núcleos de medición		1
Número de núcleos de protección		1
Potencia de precisión de los núcleos de medición	VA	30
Potencia de precisión de los núcleos de protección	VA	30
Clase de precisión para medición		0.2
Clase de precisión para protección		5P20

3.3.2.5. Transformador de corriente de desbalance – Banco de condensadores 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		1Ø
Altura de instalación	msnm	4170
Instalación		Al Exterior
Tensión Máxima del Equipo	kV	100
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min del arrollamiento primario	kV	185

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Frecuencia Nominal	Hz	60
Corriente Soportada en Cortocircuito (1s)	kA	EP
Relación de transformación		3 / 1 A
Número de núcleos de medición		-
Número de núcleos de protección		1
Consumo protección	VA	30
Precisión protección	Cl	Definido por el fabricante

3.3.2.6. Transformadores de Tensión 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		Capacitivo, Monofásico
Altura de instalación	msnm	4170
Tensión de servicio	kV	69
Tensión máxima de servicio	kV	72.5
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 μs	kVp	450
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	kVrms	185
Relación de transformación	kV	$\frac{69}{\sqrt{3}} / \frac{0.115}{\sqrt{3}} - \frac{0.115}{\sqrt{3}}$ kV
Frecuencia nominal	Hz	60
Consumo y clase de precisión - Protección - Medición		 30 VA – 3P 30 VA – Clase 0.2
Accesorios para transmisión por onda portadora		No
Distancia nominal de fuga específica	mm/kV	25

3.3.2.7. Pararrayos 69 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Tipo		Óxido Metálico (ZnO)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS TÉCNICOS
Norma de fabricación		IEC
Altura de instalación	msnm	4170
Tensión nominal asignada, Ur	kV	60
Tensión continua de operación, Uc	kV	48
Frecuencia (Hz)	Hz	60
Corriente nominal de descarga	kA	10
Clase		3
Distancia nominal de fuga específica	mm/kV	25

4. CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS

4.1. Con el Estudio de Flujo de Carga se concluyó lo siguiente:

El análisis de flujo de carga en operación normal y contingencia realizado en el presente Estudio tiene por finalidad evaluar el impacto que genera el ***Proyecto Reforzamiento del Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe*** al SEIN, así como validar las características de los equipos que se instalará con el Proyecto. Como resultado se tiene las siguientes conclusiones:

De los análisis del comportamiento del sistema en operación normal y en contingencia para los diferentes escenarios de los periodos de estiaje 2022 y avenida 2023, se concluye que el ingreso del proyecto no afecta en forma negativa a la operación del Sistema Interconectado Nacional, por el contrario, mejora la operación del sistema eléctrico, por los siguientes motivos:

Operación Normal:

- En el caso Sin Proyecto, la barra de 69 kV de la S.E. Chumpe opera con una tensión promedio de 0.952 p.u. y con el ingreso del Proyecto se mejora a una tensión promedio de 0.982 p.u. De forma similar se mejora el perfil de tensión en las barras de 2.4 y 12.6 kV de la S.E. Chumpe, también las tensiones de la S.E. Azulcocha.
- En la configuración actual, por ser un sistema radial, para mejorar el perfil de tensión en la barra de la S.E. Chumpe es necesario que la barra de 69 kV de la S.E. Oroya Nueva se opere en el orden de 71.50 kV, tensión promedio de 1.036 p.u. Con el ingreso del Proyecto y al disponer de compensación en la S.E. Chumpe la tensión promedio se disminuye a 70.97 kV (1.029 pu).
- **El transformador actual 72.5/50±2x2.5%/10 kV de la S.E. Chumpe se encuentra con el tap en la posición +1. Con el ingreso del Proyecto, segundo autotransformador, será necesario modificar la posición a +2 (devanado de 50 kV)**.
- Con respecto a la cargabilidad por los transformadores, se registran sobrecargas para el caso Sin Proyecto, por ejemplo: el transformador de 50/69 kV de la S.E. Oroya Nueva, en el periodo de avenida (2023), se encontraría operando cerca al límite de su capacidad, y en periodo de estiaje (2022) opera por encima de su capacidad nominal. Por lo tanto, de no ejecutarse el Proyecto el transformador podría cargarse en promedio hasta 112.12%, por el cual se necesitaría realizar rechazo de carga en la zona para evitar la sobrecarga del transformador. Cabe

indicar que con ingreso del Proyecto la cargabilidad disminuye cuyo valor promedio es 53.10% de su capacidad en los escenarios de estiaje.

- Es necesario mencionar que el transformador de 69/10 kV, 3 MVA de la S.E. Azulcocha, para el caso Sin Proyecto, viene operando con una cargabilidad superior al 100%, obteniéndose una cargabilidad promedio de 103.08 % de su capacidad, por ende, este comportamiento es ajeno al Proyecto, por lo cual se sugiere al titular ampliar la capacidad del transformador acorde con su demanda proyectada.
- El Proyecto no tiene impacto en las tensiones de 220 y 50 kV ni en los transformadores de 220/50 debido a que no se incluye conexión de demanda.
- En el caso Sin Proyecto y Con Proyecto, la línea L-2259 presentaría sobrecarga con un valor máximo 108.91% y 108.95% respectivamente en el escenario de avenida (año 2023). Por lo tanto, esta sobrecarga en la línea L-2259 no depende del Proyecto.

Contingencia 1 (Desconexión de la S.E. Canchayllo):

- La tensión en las barras para el caso Sin Proyecto y Con Proyecto, se encuentran dentro del rango de operación en contingencia para tensiones entre 60 kV y 200 kV el ± 10% de la tensión de operación, y para tensiones mayores de 200 kV el -10% y +7.5% de la tensión de operación.
- La cargabilidad en las líneas de transmisión en los casos Sin Proyecto y Con Proyecto se mantiene por debajo del 120% de su capacidad nominal de operación.
- En el caso Sin Proyecto, la cargabilidad promedio que se registra en el transformador de 72.5/50±2x2.5%/10 kV de la S.E. Oroya Nueva es 139.02%, pero con el ingreso del Proyecto esta cargabilidad disminuye por debajo del 100% de su capacidad nominal (promedio 64.94%). Por lo tanto, el ingreso del segundo transformador que forma del Proyecto mejorará la operación en el sistema radial Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe.

  Cabe indicar que la cargabilidad del transformador de la S.E. Azulcocha no depende del Proyecto.

Contingencia 2 (Desconexión del transformador Oroya Nueva 220/50 kV):

- La tensión en las barras para el caso Sin Proyecto y Con Proyecto, se encuentran dentro del rango de operación en contingencia.
- En la configuración Sin Proyecto y Con Proyecto la cargabilidad de las líneas a excepción de la línea L - 2259 (avenida) son menores al 120% de su capacidad.

- En el caso Sin Proyecto y Con Proyecto la línea L-2259 en avenida (año 2023) presenta una sobrecarga con un valor máximo 129.78% y 129.78% respectivamente, esta sobrecarga en la línea L-2259 no depende del ingreso del proyecto.
- En el caso Sin Proyecto, la cargabilidad promedio que se registra en el transformador de 50±2x2.5%/72.5/10 kV de la S.E. Oroya Nueva es de 103.41% en los periodos hidrológicos de estiaje (año 2022), pero con el ingreso del Proyecto esta cargabilidad disminuye por debajo del 100% de su capacidad nominal (promedio 51.20%). Por lo tanto, el ingreso del segundo transformador que forma del Proyecto mejorará la operación en el sistema radial Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe de 69 kV.

  Cabe indicar que la cargabilidad del transformador de la S.E. Azulcocha no depende del Proyecto.

Contingencia 3 (Desconexión de la barra Chumpe 12.6 kV):

- La tensión en las barras para el caso Sin Proyecto y Con Proyecto, se encuentran dentro de los valores admisibles de operación en contingencia.
- La cargabilidad en las líneas de transmisión en los casos Sin Proyecto y Con Proyecto se mantiene por debajo del 120% de su capacidad nominal de operación ante contingencia.
- En el caso Sin Proyecto y Con Proyecto, la cargabilidad es menor al 100% de su capacidad.

Contingencia 4 (Desconexión del banco de condensadores 3.243 Mvar de la S.E. Chumpe 69 kV):

- La tensión en las barras para el caso Sin Proyecto registra valores por debajo de 0.903 p.u. en la barra de 69 kV de la S.E. Chumpe, pero con el ingreso del Proyecto los perfiles de tensión estarán por encima de 0.903 pu.
- La cargabilidad en las líneas de transmisión en los casos Sin Proyecto y Con Proyecto se mantiene por debajo del 120% de su capacidad nominal de operación ante contingencia.
- En el caso Sin Proyecto se tienen sobrecargas (promedio 119.34%) en el transformador existente de 72.5/50±2x2.5%/10 kV de la S.E. Oroya Nueva en los periodos hidrológicos de estiaje (año 2022) y avenida (año 2023). Pero con el ingreso del Proyecto, con el nuevo transformador conectado en paralelo la

cargabilidad disminuye y se registra un nivel promedio de 51.74% de su capacidad. Por lo tanto, el ingreso del segundo transformador que forma del Proyecto mejorará la operación en el sistema radial Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe.

- Cabe indicar que la cargabilidad del transformador de la S.E. Azulcocha no depende del Proyecto.

Contingencia 5 (Desconexión de la línea Canchayllo – Chumpe de 69 kV):

- En el caso Sin Proyecto los perfiles de tensión llegan hasta 1.086 p.u. en la barra de generación de 6.3 kV de la S.E. Canchayllo, pero con el ingreso del Proyecto la máxima tensión es de 1.067 pu. Por lo tanto, ante esta contingencia el ingreso del Proyecto mejorara el perfil de tensión del área de influencia.
- La cargabilidad en las líneas de transmisión en los casos Sin Proyecto y Con Proyecto se mantiene por debajo del 120% de su capacidad nominal de operación ante contingencia.
- En el caso Sin Proyecto y Con Proyecto, la cargabilidad en transformadores es menor al 100% de su capacidad.

Contingencia 6 (Desconexión de un transformador de 50/69 kV de la S.E. Oroya Nueva):

- En el caso Sin Proyecto se forma un sistema aislado con déficit de generación mayor a 10 MW, en el cual se espera un colapso del área aislado. El colapso del sistema Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe se presentaría por caída de frecuencia o por sobretensión. Cabe indicar que en los resultados de flujo de carga los grupos de la C.H. Canchayllo asumen la carga con presencia de sobretensión en la red de 69 kV, el cual no es un escenario operable, por tal motivo los escenarios de EstMed2022, EstMin2022 y AveMed2023 no convergen. Por otro lado, con el ingreso del proyecto los perfiles de tensión se encuentran dentro del rango de operación en contingencia ±10% de la tensión de operación.
- Con el ingreso del Proyecto se espera que el transformador conectado en paralelo quede sobrecargado con un nivel promedio de 109.04% de su capacidad en el periodo hidrológico de estiaje (año 2022) y con una carga menor a su capacidad en los periodos hidrológicos de avenida (año 2023).
- El ingreso del segundo transformador que forma parte del Proyecto mejorará la operación en el sistema radial Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe.

- Cabe indicar que la cargabilidad del transformador de la S.E. Azulcocha no depende del Proyecto.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: GRUPOS DE CANCHAYLLO FUERA DE SERVICIO

El análisis de sensibilidad, considerando la indisponibilidad de los grupos de Canchayllo, del sistema en operación normal y en contingencia para los diferentes escenarios de los periodos de estiaje 2022 y avenida 2023, valida que el ingreso del proyecto no afecta en forma negativa a la operación del Sistema Interconectado Nacional, por el contrario, mejora la operación del sistema eléctrico, por los siguientes motivos:

Operación Normal:

- En el caso Sin Proyecto, la barra de 69 kV de la S.E. Chumpe, presenta una caída de tensión (Avenida 2023 Max) con un valor de 0.910 p.u. y con el ingreso del Proyecto dicho valor aumenta hasta 0.946 p.u. De forma similar se mejora el perfil de tensión de las barras de 2.4 y 12.6 kV de la S.E. Chumpe, y las tensiones de la S.E. Azulcocha. Por ende, el proyecto no afecta en forma negativa al área de influencia y se verifica que, aún con la indisponibilidad de los grupos de Canchayllo, la conexión del Proyecto mejora la tensión de operación de las barras.
- Respecto a la cargabilidad de las líneas de transmisión en 69 kV, estas se mantienen por debajo de su capacidad nominal. En cuanto a la línea L-2259, el impacto a su cargabilidad es despreciable.
- Respecto a la cargabilidad de los transformadores, se valida el impacto principal en el transformador 50/69 kV de la S.E. Oroya Nueva, el cual podría sobrecargarse hasta el 143.41%, para el periodo hidrológico Avenida 2023 Max; sin embargo, con el Proyecto este valor se reduce hasta 66.68% de su capacidad. Por otro lado, respecto al transformador de la S.E. Azulcocha, se obtiene una sobrecarga de hasta 107.32% Sin Proyecto; por tal motivo, se sugiere al titular ampliar su capacidad acorde a su proyección de demanda. Cabe precisar que esta problemática es ajena al Proyecto.

Contingencia 1 (Desconexión de la línea Canchayllo - Chumpe):

- Ante la contingencia para el caso Sin Proyecto los perfiles de tensión llegan hasta 1.071 p.u. en la barra de generación de 69 kV de la S.E. Canchayllo, pero con el ingreso del Proyecto la máxima tensión es de 1.045 pu. Por lo tanto, ante esta

contingencia el ingreso del Proyecto mejorara el perfil de tensión del área de influencia.

- Para ambas configuraciones, Sin Proyecto y Con Proyecto, la cargabilidad de las líneas de transmisión están por debajo del 120% de su capacidad nominal.
- Para ambas configuraciones, sin proyecto y con Proyecto, la cargabilidad de los transformadores están por debajo del 100% de su capacidad nominal.

Contingencia 2 (Desconexión de un Banco de Condensadores de 3.243 Mvar en la S.E. Chumpe 69 kV):

- Ante la contingencia se registran caídas de tensión en la barra de 69 kV de la S.E. Chumpe se encuentra en 0.851 pu (Avenida 203 Max); sin embargo, con el ingreso del Proyecto, los perfiles de tensión se encuentran por encima de 0.893 pu, para el mismo escenario. Por ende, de lo anterior mencionado, se deduce que el Proyecto mejora el perfil de tensión en el área de influencia.
- Para ambas configuraciones, Sin Proyecto y Con Proyecto, la cargabilidad de las líneas de transmisión están por debajo del 120% de su capacidad nominal.
- Respecto a la cargabilidad del transformador existente de 72.5/50±2x2.5%/10 kV de la S.E. Oroya Nueva, ante esta contingencia para el caso Sin Proyecto se tiene un máximo valor de cargabilidad de 160.86% en el escenario de avenida máxima demanda para el año 2023, pero con el ingreso del proyecto en este mismo escenario la cargabilidad se reduce a 71.62% de su capacidad. Por lo tanto, el ingreso del segundo transformador del Proyecto mejorará la operación en el sistema radial Oroya Nueva – Canchayllo – Chumpe. Por otro lado, se reitera que la cargabilidad del transformador de la S.E. Azulcocha no depende del Proyecto.

Contingencia 3 (Desconexión de la Carga de 6.33 MW en la barra de la S.E. Chumpe 12.6 kV):

- Ante la contingencia para el caso Sin Proyecto los perfiles de tensión llegan hasta 1.092 p.u. (Estiaje 2022 Min) en la barra de 12.6 kV de la S.E. Chumpe, y con el ingreso del Proyecto la mayor tensión se presenta en esta misma barra con un valor de 1.093 p.u. Por lo tanto, ante esta contingencia el Proyecto no afecta negativamente el perfil de tensión del área de influencia.
- En configuración Sin Proyecto y Con Proyecto la cargabilidad de las líneas de transmisión es menor al 120% de su capacidad.

- En configuración Sin Proyecto y Con Proyecto la cargabilidad de los transformadores es menor al 100% de su capacidad.

Cabe mencionar en el presente Estudio de Operatividad tiene por final el Reforzamiento del Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe y no tiene por finalidad incrementar la carga en el S.E. Chumpe. El incremento de carga deberá ser presentado mediante un Estudio de Pre Operatividad por el titular del Proyecto incluyendo la instalación de los equipos necesarios.

4.2. Con el Estudio de Cortocircuito se concluyó lo siguiente:

El análisis de cortocircuito realizado en el presente Estudio tiene por finalidad evaluar el impacto que generara el Proyecto de Reforzamiento del Sistema de Transmisión Oroya Nueva - Chumpe, así como validar las características de los nuevos equipos que se instalarán con el Proyecto. De los escenarios analizados se obtiene los siguientes resultados:

- ✓ Con el ingreso del Proyecto no se modifica los niveles de cortocircuito de las barras de 220 y 138 kV del SEIN.
- ✓ En la barra de 50 kV de la S.E. Oroya Nueva la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 19.20 kA por fase y 25.37 kA por tierra. Con el ingreso del Proyecto resulta 19.27 kA por fase y 25.61 kA por tierra.
- ✓ En la barra de 69 kV de la S.E. Oroya Nueva la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 2.41 kA por fase y 2.79 kA por tierra. Con el ingreso del Proyecto resulta 3.97 kA por fase y 4.59 kA por tierra.
- ✓ En la barra de 69 kV de la S.E. Pachacayo la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 1.43 kA por fase y 1.73 kA por tierra. Con el ingreso del Proyecto resulta 1.71 kA por fase y 1.94 kA por tierra.
- ✓ En la barra de 13.2 kV de la S.E. Pachacayo la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 0.79 kA por fase y 0.83 kA por tierra. Con el ingreso del Proyecto resulta 0.81 kA por fase y 0.84 kA por tierra.
- ✓ En la barra de 69 kV de la S.E. Canchayllo la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 1.41 kA por fase y 1.73 kA por tierra. Con el ingreso del Proyecto resulta 1.66 kA por fase y 1.94 kA por tierra.
- ✓ En la barra de 6.3 kV de la S.E. Canchayllo la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 7.69 kA por fase y 0.01 kA por tierra. Con el ingreso del Proyecto resulta 8.01 kA por fase y 0.01 kA por tierra.

- ✓ En la barra de 69 kV de la S.E. Azulcocha la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 1.05 kA por fase y 1.39 kA por tierra. Con el ingreso del Proyecto resulta 1.17 kA por fase y 1.49 kA por tierra.
- ✓ En la barra de 69 kV de la S.E. Chumpe la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 0.91 kA por fase y 1.36 kA por tierra. Con el ingreso del Proyecto resulta 0.99 kA por fase y 1.44 kA por tierra.
- ✓ En la barra de 10 kV de la S.E. Azulcocha la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 1.67 kA por fase. Con el ingreso del Proyecto resulta 1.72 kA por fase. Por ser una conexión delta no se espera corriente por tierra
- ✓ En la barra de 2.4 kV de la S.E. Chumpe la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 9.82 kA por fase. Con el ingreso del Proyecto resulta 10.34 kA por fase. Por ser una conexión delta no se espera corriente por tierra
- ✓ En la barra de 12.6 kV de la S.E. Chumpe la máxima corriente de cortocircuito para el caso Sin Proyecto es 2.11 kA por fase. Con el ingreso del Proyecto resulta 2.24 kA por fase. Por ser una conexión delta no se espera corriente por tierra.
- ✓ En la tabla se muestra el resumen comparativo de los niveles de cortocircuito para el caso de sin y con Proyecto.

Subestación	Tensión de Referencia [kV]	Barra	Fases (Icc)		Tierra (3*I0)	
			Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
Carhuamayo	228	CARHUAMAYO 220A	10.59	10.59	8.81	8.81
Pachachaca	226	PACHACHACA 220 - ONU220	15.61	15.61	11.39	11.40
Oroya Nueva	228	OROYA NUEVA 220	9.72	9.72	7.48	7.49
	51.2	Oroya Nueva 50 - Yaur	19.20	19.27	25.37	25.61
	69	Oroya Nueva 69	2.41	3.97	2.79	4.59
Pachacayo	69	Pachacayo 69	1.43	1.71	1.73	1.94
	13.2	Pachacayo13.2	0.79	0.81	0.83	0.84
Canchayllo	69	Canchayllo 69	1.41	1.66	1.73	1.94
	6.3	Canchayllo 6.3	7.69	8.01	0.01	0.01
Azulcocha	69	AZULCOCHA 69	1.05	1.17	1.39	1.49
	10	Azulcocha10	1.67	1.72	-	-

Subestación	Tensión de Referencia [kV]	Barra	Fases (Icc)		Tierra (3*I0)	
			Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
Chumpe	2.4	Chumpe2.4	9.82	10.34	-	-
	12.6	Chumpe12.6	2.11	2.24	-	-
	69	Chumpe 69	0.91	0.99	1.36	1.44

Por lo tanto, la capacidad de cortocircuito de los equipos (Oroya Nueva 50 kV: 31.5 kA, Oroya Nueva 69 kV: 31.5 kA y Chumpe 69 kV: 25 kA) instalados con el Proyecto son adecuados.

5. DIAGRAMA UNIFILAR

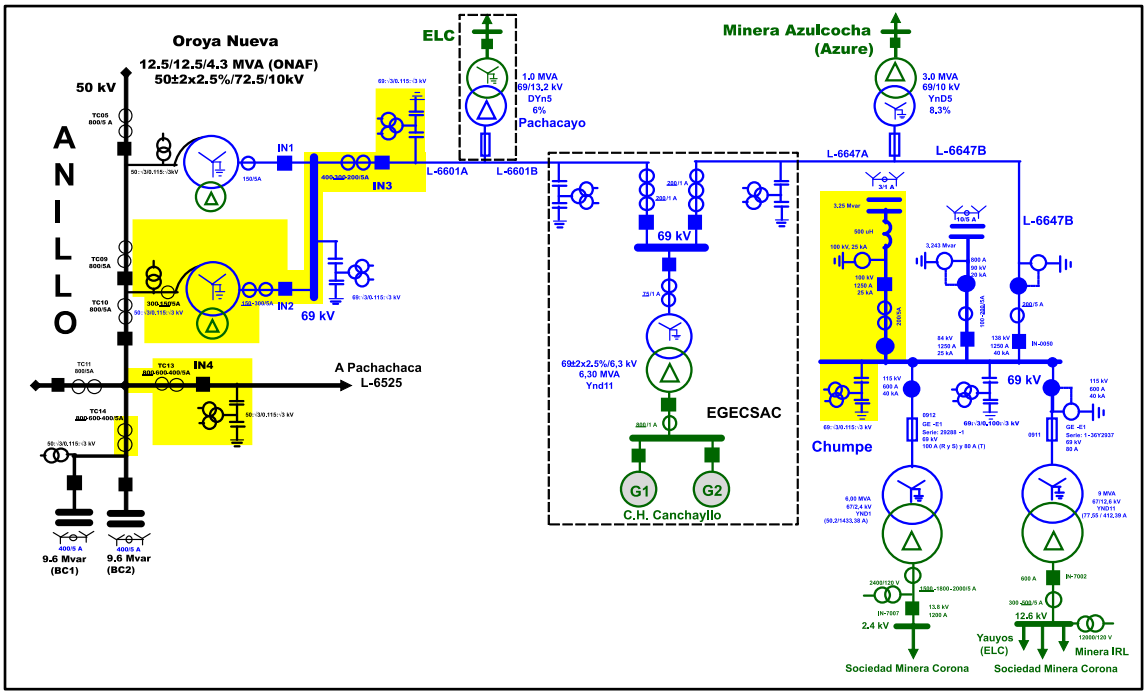

Figura 7. Diagrama unifilar actual del área de influencia **incluyendo el Proyecto**