NUEVA SUBESTACIÓN BICENTENARIO 500 kV / 220 kV AMPLIACIONES Y SUBESTACIONES ASOCIADAS

RESUMEN EJECUTIVO

DOCUMENTO: TSA-IF1B-SEG10-0003

REVISIÓN No. 0B

Revisión	Modificaciones	Fecha
0A	Emisión original	2025-10-10
0B	Emisión original	2025-10-16

Elaboración – Revisión – Aprobación

Revisión	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
	Nombre	Firma	Nombre	Firma	Nombre	Firma
0A	CRB		SVO		JER	
0B	CRB		SVO		JER	

Los derechos de autor de este documento son de HMV INGENIEROS LTDA., quien queda exonerada de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 6
2.1 AÑO DE CONEXIÓN DEL PROYECTO 6
3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA 6
3.1 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS 8
4. ALCANCE DEL PROYECTO 9
4.1 SUBESTACIONES 11
4.1.1 Bicentenario 500/220 kV 11
4.1.2 Independencia 220 kV (ampliación) 11
4.2 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN 11
4.2.1 Chilca – Bicentenario – Poroma 500 kV 11
4.2.2 Independencia – Bicentenario 220 kV 12
5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES 12
5.1 CONDUCTORES FLEXIBLES 12
5.2 DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN 13
5.3 SECCIONADORES DE PUESTA A TIERRA RÁPIDA 15
5.4 INTERFAZ GAS-AIRE 16
5.5 EQUIPOS 500 KV 18
5.5.1 Interruptor de Potencia 18
5.5.2 Seccionadores 19
5.5.3 Transformadores de corriente 20
5.5.4 Transformadores de tensión 22
5.5.5 Equipo automático de compensación serie (EACS) 23
5.5.6 Reactores de línea 24
5.5.7 Reactor de neutro 25
5.5.8 Banco de Autotransformadores de 500/220/33 kV 25
5.6 EQUIPOS EN 220 KV 26
5.6.1 Interruptor de Potencia. 26
5.6.2 Seccionadores 28
5.6.3 Transformadores de Corriente. 28
5.6.4 Transformadores de Tensión 30
6. NIVEL DE AISLAMIENTO Y DISTANCIAS CRÍTICAS Y DE SEGURIDAD 31
7. DISTANCIAS MÍNIMAS Y DE SEGURIDAD: 32
8. CONCLUSIONES ESTUDIOS ELÉCTRICOS 33

8.1 ANÁLISIS DE ENERGIZACIÓN Y SINCRONIZACIÓN 33
8.2 ANÁLISIS EN ESTADO ESTACIONARIO – OPERACIÓN NORMAL..... 33
8.3 ANÁLISIS EN ESTADO ESTACIONARIO–OPERACIÓN CONTINGENCIA 33
8.4 ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO 34
8.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD TRANSITORIA 34
9. CONCLUSIONES ESTUDIOS ELÉCTRICOS..... 35
9.1 ESTUDIO DE RECIERRE MONOFÁSICO..... 35
9.1.1 LT Chilca – Bicentenario 500 kV 35
9.1.2 LT Bicentenario – Poroma 500 kV 35
9.2 MANIOBRAS EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN..... 35
9.2.1 Energización de Líneas 35
9.3 VERIFICACIÓN DE TENSIONES DE RESTABLECIMIENTO (TRV) 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Ubicación del Proyecto 6
Figura 2. Trazo de ruta del enlace 220 kV S.E. Bicentenario – S.E. Independencia 7
Figura 3. Trazo de ruta del seccionamiento de L.T. 500 kV Chilca - Poroma 7
Figura 4. Detalle Conexión a la subestación Bicentenario 500 kV..... 8
Figura 5. Unifilar de conexión del Proyecto 10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características ambientales 8
Tabla 2: Parámetros eléctricos del sistema 10
Tabla 3. Resumen de cálculos y conclusiones del sistema en 500 kV. 12
Tabla 4:Resumen de cálculos y conclusiones del sistema en 220 kV. 12
Tabla 5:Resumen de cálculos y conclusiones del sistema en 115 kV 13
Tabla 6.Resumen cálculos del sistema en 33 kV 13
Tabla 7. Descargadores de sobretensión de ZnO-500 kV 13
Tabla 8.Descargadores de sobretensión de ZnO-220 kV 14
Tabla 9.Descargadores de sobretensión de ZnO-115 kV 14
Tabla 10.Datos técnicos seccionadores de puesta a tierra rápida 15
Tabla 11. Interfaz GAS-AIRE 500 kV 17
Tabla 12. Interfaz GAS-AIRE 220 kV 17
Tabla 13. Datos técnicos interruptor de potencia 18
Tabla 14.Datos técnicos seccionadores de línea 20
Tabla 15.Datos técnicos de transformadores de corriente 20
Tabla 16.Datos técnicos transformadores de tensión 22
Tabla 17.Datos técnicos transformadores de reactores de línea 24
Tabla 18.Datos técnicos seccionadores del banco de reactores 25
Tabla 19.Datos técnicos transformadores 26
Tabla 20.Datos técnicos interruptor de potencia 27
Tabla 21.Datos técnicos seccionadores 28
Tabla 22.Datos técnicos transformadores de corriente 28
Tabla 23.Datos técnicos transformadores de tensión 30
Tabla 24.Niveles normalizados de aislamiento - Externo 31
Tabla 25.Niveles normalizados de aislamiento - Interno 32
Tabla 26.Distancias críticas y de seguridad 32
Tabla 27:Resumen distancias eléctricas 500 kV. 32
Tabla 28.Resumen distancias eléctricas 220 kV. 33

1. INTRODUCCIÓN

El Comité de Operación Económica del Sistema (COES) ha publicado en Setiembre de 2022 el Informe Final del Anteproyecto de la "Nueva Subestación Bicentenario 500/220 kV, ampliaciones y subestaciones asociadas" obra asociada a las obras del Plan Vinculante y de Largo Plazo del PT (2023-2032) según el cronograma establecido en el Informe de Diagnóstico de las Condiciones Operativas del SEIN, aprobado en Febrero del 2021.

La ejecución de este Proyecto fue adjudicada a la empresa Alupar Perú S.A.C, quien ha propuesto actualizar la tecnología de la subestación Bicentenario 500/220 kV, aprobada en el Anteproyecto como AIS (Air Insulated Switchgear) a GIS (Gas Insulated Switchgear).

En este expediente, se presentan los estudios y análisis realizados en el Anteproyecto "Nueva Subestación Bicentenario 500/220 kV Ampliaciones y Subestaciones Asociadas", considerando las respectivas modificaciones que requiere la actualización de tecnología de la subestación Bicentenario 500/220 kV. Aclarando que este cambio tecnológico brinda mejoras al sistema, se han actualizado planos, memorias de cálculo de ingeniería y la coordinación de aislamiento de la subestación Bicentenario.

2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

A continuación, se describe la información del Proyecto "Nueva Subestación Bicentenario 500/220 kV Ampliaciones y Subestaciones Asociadas"

2.1 AÑO DE CONEXIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo a lo consignado en el Anteproyecto aprobado en Febrero del 2021, el Proyecto buscaba iniciar su operación comercial en el 2028. Sin embargo, esto ha sido modificado y ahora se planea su operación comercial desde Enero de 2029, esto será analizado en detalle en el Estudio de Operatividad.

3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Las subestaciones Bicentenario 500/220 kV e Independencia 220 kV se ubican en el distrito de Independencia, provincia de Pisco, departamento de Ica.

En las siguientes figuras se muestra la ubicación de las subestaciones, y el trazo de ruta propuesta para los nuevos tramos de línea que van de las torres de seccionamiento (T-339 y T-340) de la línea Chilca – Poroma 500 kV y conformarán los circuitos Chilca – Bicentenario – Poroma 500 kV. Así mismo, se muestra el trazo de ruta de la línea que conectará Bicentenario – Independencia 220 kV.

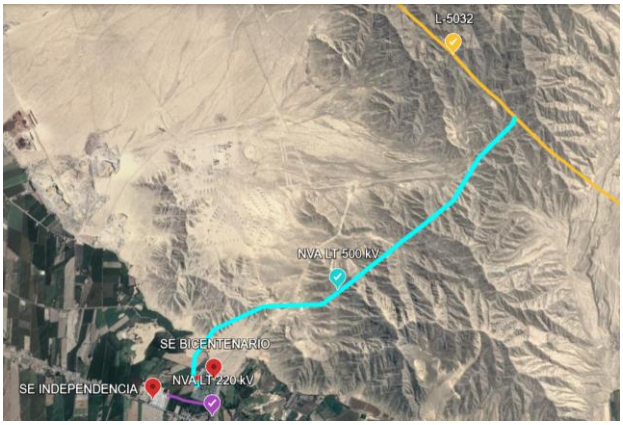

Figura 1.Ubicación del Proyecto

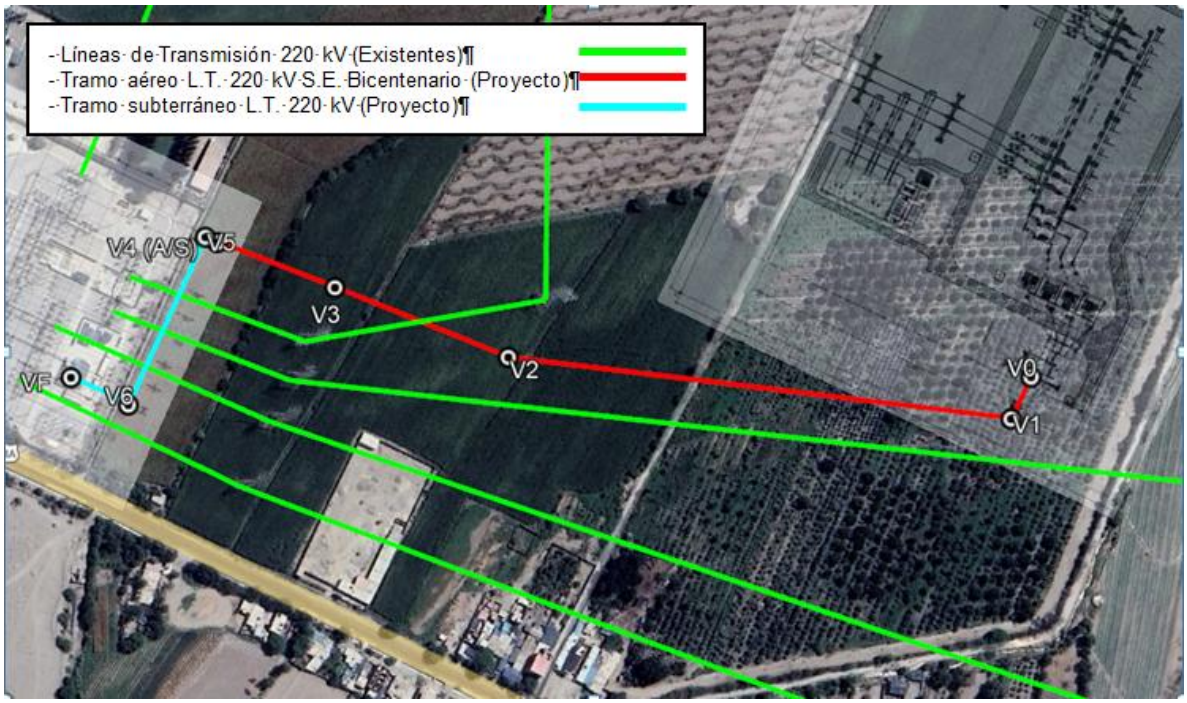

Figura 2. Trazo de ruta del enlace 220 kV S.E. Bicentenario – S.E. Independencia

Para encontrar mayor detalle sobre el trazo de ruta del enlace 220 kV ver documento: TSA-IF1B-LTBIG10-0001_Rev 0A.

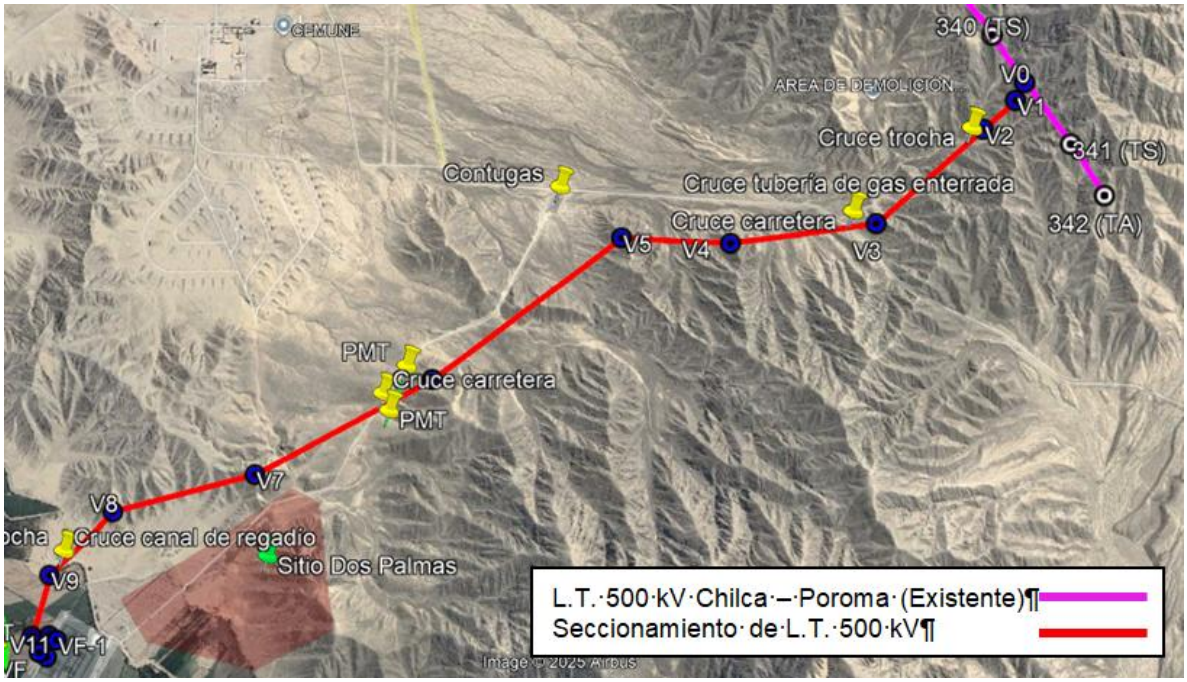

Figura 3. Trazo de ruta del seccionamiento de L.T. 500 kV Chilca - Poroma

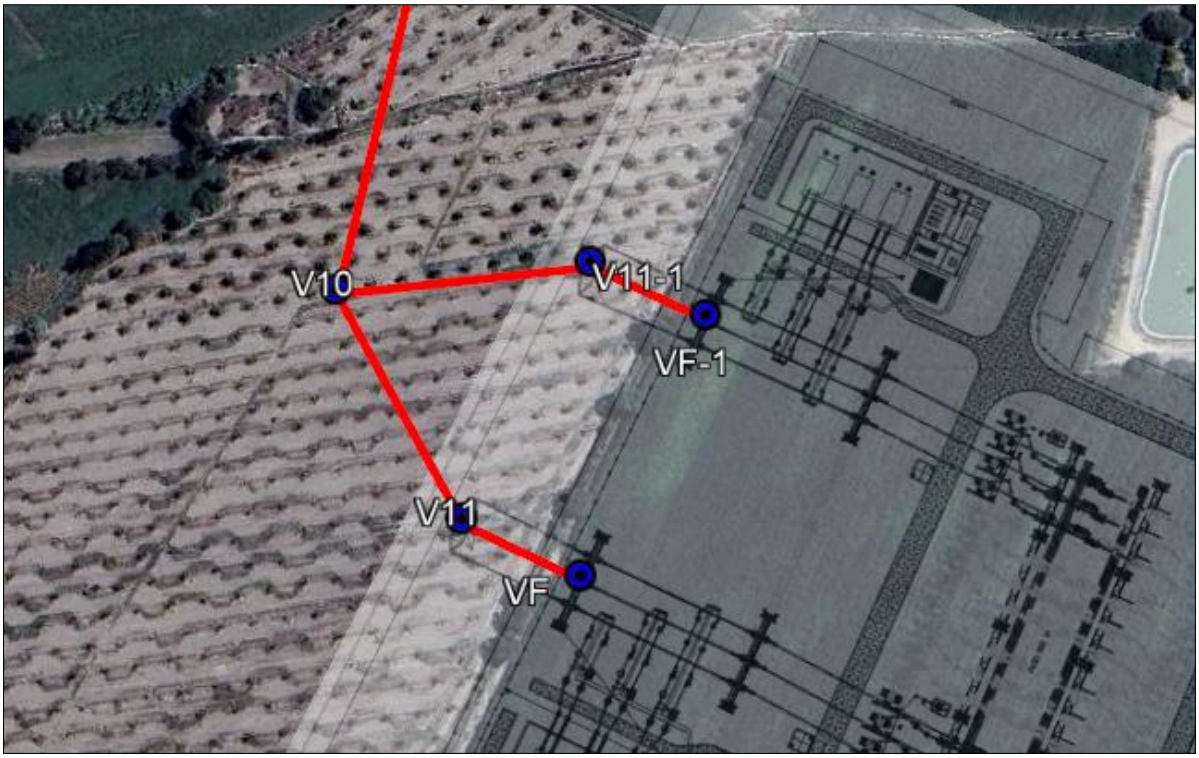

Figura 4. Detalle Conexión a la subestación Bicentenario 500 kV

Para encontrar mayor detalle sobre el trazo de ruta del enlace 500 kV ver documento: TSA-IF1B-LTBSG10-0001_Rev 0A.

La principal vía de acceso al proyecto desde la ciudad de Lima es mediante la utilización de la carretera Panamericana Sur. A la altura del kilómetro 227 de la referida carretera, se toma la carretera Los Libertadores unos 20 km hasta una trocha carrozable ubicada a 0,5 km pasando la Subestación Independencia (REP).

3.1 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

La Provincia de Pisco tiene un clima templado, desértico y oceánico con temperaturas altas y bajas durante todo el año, presenta también frecuentemente en épocas del año los denominados vientos Paracas que alcanzan velocidades de más de 70 km/h en varias localidades.

Tabla 1. Características ambientales

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR			
		S.E. NUEVA BICENTENARIO	S.E. INDEPENDENCIA	S.E. CHILCA	S.E. POROMA
a. Altura sobre el nivel del mar.	m.s.n.m.	340	300	53	507
b. Temperatura (1)					
Máxima promedio anual.	ºC	32,40	32,40	30,40	33,48
Media anual.	ºC	20,68	20,68	21,23	22,02
Mínima promedio anual.	ºC	12,13	12,13	13,22	9,71

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR			
		S.E. NUEVA BICENTENARIO	S.E. INDEPENDENCIA	S.E. CHILCA	S.E. POROMA
c. Nivel ceráunico (2)	km²/año	0	0	0	0
d. Velocidad de diseño del viento (3)	km/h	94	94	94	94
e. Radiación solar (4)	kWh/m²/día	6,65	6,65	6,57	7,05
f. Características sísmicas (6)					
Desempeño sísmico según IEEE Std. 693 - 2018.		Alto	Alto	Alto	Alto
g. Humedad Relativa (1)					
Humedad relativa máxima.	%	91,82	91,82	96,85	78,03
Humedad relativa media.	%	85,98	85,98	88,74	65,61
Humedad relativa mínima.	%	80,15	80,15	80,63	53,19
h. Nivel de corrosión (5)		C5	C5	C5	C5
i. Nivel de Contaminación Ambiental (7)		Muy pesado			

Notas:
1. Las características ambientales del sitio fueron extraídas de la referencia, Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú – SENAMHI, https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos. Las cuales fueron extraídas de las siguientes estaciones: Estación Hacienda Bernales, Estación Cañete y Estacio Copara.
2. De acuerdo a Osinergmin – Mapa ceráunico del Perú
3. De acuerdo a Código nacional de electricidad – Suministro 2011 (Tabla 250-1-B).
4. National Aeronautics and Space Administration - NASA, Surface meteorology and solar energy, renewable energy resource web site (release 6.0) https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/.
5. ISO 12944-2, Classification environments.
6. Procedimiento Técnico del COES - PR20, “Ingreso, modificación y retiro de instalaciones en el SEIN”.
7. IEC 60815-3, “Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted condition– part 3: Polymer insulators for a.c. systems

4. ALCANCE DEL PROYECTO

Los criterios adoptados para el desarrollo del Proyecto fueron aquellos que permiten cumplir con los lineamientos establecidos en el Procedimiento COES PR-20 vigente para Febrero de 2021, correspondiente a la calificación de “Sistema de Transmisión Troncal Nacional (STTN)”, así como con las reglas establecidas en el Código Nacional de Electricidad Suministro – 2011 y en el Código Nacional de Electricidad Utilización – 2006.

En la siguiente figura se presenta el diagrama unifilar de cómo quedará el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, con el ingreso del Proyecto:

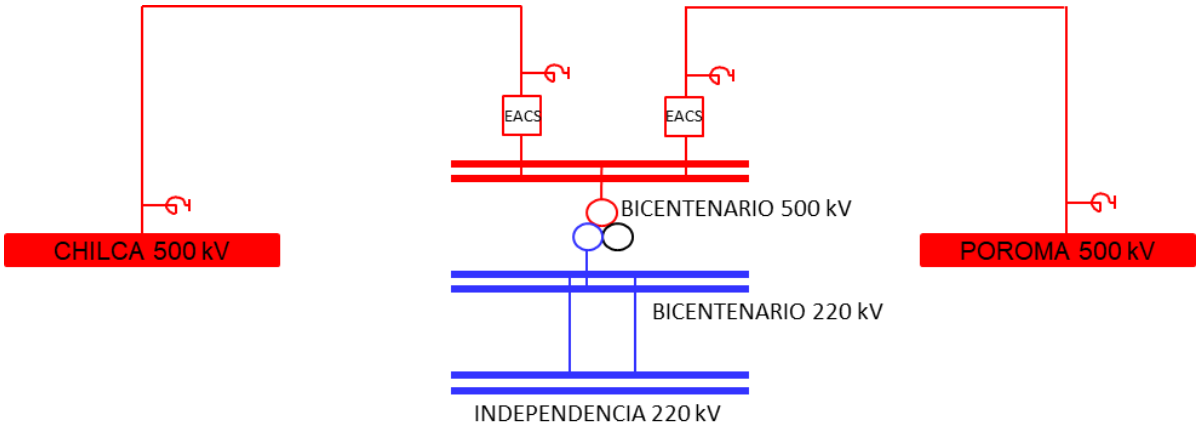

Figura 5. Unifilar de conexión del Proyecto

El resumen de los parámetros eléctricos y ambientales aplicables al proyecto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2: Parámetros eléctricos del sistema

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL SISTEMA	UNIDAD	VALOR			
		500 kV	220 kV	115 kV	33 kV
Tensión de operación del sistema.	kV	500	220	115	33
Tensión máxima de operación.	kV	550	245	123	36
Frecuencia asignada.	Hz	60	60	60	60
Nivel de aislamiento:					
Tensión asignada de soportabilidad al impulso tipo rayo LIWL (Up).	kV	1 550	1050	550	170
Tensión asignada de soportabilidad al impulso tipo maniobra SIWL (Us)	kV	1175	-	-	-
Tensión asignada de soportabilidad a frecuencia industrial PFWL (Ud)	kV	-	460	230	70
Puesta a tierra (sólido / a través de alta impedancia / aislado).	Tipo	Sólido			Aislado
Corriente de corta duración admisible asignada.					
Para especificación de equipos.	kA	40		40 (4)	25
Para diseño de la instalación.	kA	40		40 (4)	25
Máxima duración admisible del cortocircuito.					
Para especificación de equipos.	s	1 (5)			
Para especificación de las instalaciones.	s	0,5			
Tiempo normal para aclaración de la falla.	ms	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
Tiempo de aclaración de la falla en respaldo.	ms	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
Intensidad de campo eléctrico máximo a 1 m del nivel del suelo (exposición ocupacional, según CNE-Suministro 2011).	kV/m	8,3	8,3	8,3	-
Intensidad de flujo magnético máximo a 1 m del nivel del suelo (exposición ocupacional, según CNE-Suministro 2011).	µT	416,7	416,7	416,7	-

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL SISTEMA	UNIDAD	VALOR			
		500 kV	220 kV	115 kV	33 kV
Distancia de fuga mínima, fase-fase	mm/kV	31			
Identificación de fases.		R, S, T	R, S, T	Neutro	R, S, T

Notas:
1. Estos valores son referenciales y de acuerdo con lo indicado en el contrato de concesión, además serán validados y verificados en las respectivas memorias de aislamiento TSA-MC1B-SBTG06-0001, TSA-MC1B-SBTG07-0001, TSA-MC1B-SBTG07-0003 y TSA-MC1B-SBTG07-0002.
2. Los valores de aislamiento mostrado corresponden a la altitud de instalación de las ubicaciones de las subestaciones dadas en el documento de coordinación de aislamiento.
3. Parámetros para el diseño y especificación de equipos para la conexión del neutro del reactor.
4. Dicho valor de corriente de cortocircuito corresponden a los equipos de la conexión del neutro del reactor, tomado del Anteproyecto.
5. Se considera para los cálculos de los barrajes soportabilidad de cortocircuito por 1 s.
6. Metodología Coordinación de Aislamiento: Para el cálculo y los resultados correspondientes a la coordinación del aislamiento se siguieron las recomendaciones y la metodología de la referencia IEC 60071-2-2023, considerando el nivel de tensión de utilización de los equipos. Debe tenerse en cuenta, además, que se debe definir el aislamiento fase – tierra, fase–fase y longitudinal para los equipos de maniobra IEC 60071-1-2019.

En general, el Proyecto abarca las siguientes obras e instalaciones:

4.1 SUBESTACIONES

4.1.1 Bicentenario 500/220 kV

La subestación Bicentenario 500 kV, en tecnología GIS con configuración Interruptor y medio.

A nivel de 220 kV, la subestación Bicentenario será también en tecnología GIS y con configuración Doble Barra con Interruptor de Transferencia.

La Subestación Bicentenario contará con un Banco de Autotransformadores de Potencia conformado por tres unidades monofásicas más una de reserva dispuesta de manera que se pueda hacer un cambio rápido de unidades. Este banco de autotransformadores será de 500/220/33 kV, 3x (200/200/67,67) MVA-ONAN, 3x (250/250/83,33) MVA-ONAF, YNa0d1.

4.1.2 Independencia 220 kV (ampliación)

En una de las bahías disponibles de la Subestación Independencia 220 kV existente se implementará un conjunto integrado de cuatro celdas GIS con terminales de salida gas – cable de energía; la primera celda será para la conexión a las Barras “A”, la segunda celda será para la conexión a las Barras “B”, la tercera salida para una de las ternas del enlace a la S.E. Bicentenario y la cuarta celda para la otra terna de enlace a la S.E. Bicentenario.

Respecto a esta obra, nada ha sido actualizado, ya que se mantienen las mismas condiciones que en el Anteproyecto.

4.2 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

4.2.1 Chilca – Bicentenario – Poroma 500 kV

La subestación Bicentenario 500 kV se conectará mediante el seccionamiento de la línea existente Chilca – Poroma 500 kV L-5032, entre las estructuras T-339 y T-340, formando los nuevos enlaces Bicentenario – Chilca (173 km) por un lado y la Bicentenario – Poroma (195 km) por el otro lado. En estas líneas en los extremos que corresponden a la Subestación

Bicentenario tendrán cada una de ellas compensación reactiva shunt y un Equipo Automático de Compensación Serie (EACS) conforme la normativa PR-20.

El circuito entre las torres de seccionamiento y Bicentenario 500 kV será en doble terna y contará con una longitud de 5 km.

4.2.2 Independencia – Bicentenario 220 kV

Una línea aérea de doble terna en 220 kV, de aproximadamente 0,7 km de longitud para la interconexión de Independencia - Bicentenario; las cuales en su último tramo (aproximadamente 100 m adicionales) ingresarán a la Subestación Independencia mediante cable de energía aislado.

Se implementarán los sistemas de protección, control, medición, comunicaciones, pórticos y barras, puesta a tierra, servicios auxiliares, obras civiles y las que correspondan para la correcta operación de la Subestación Bicentenario 500/220 kV y su enlace con la subestación Independencia 220 kV, que será ampliada.

5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

5.1 CONDUCTORES FLEXIBLES

De los resultados obtenidos de las verificaciones realizadas a los conductores, se indican las características mínimas requeridas para los conductores flexibles en 500 kV, 220 kV y 115 kV, los cuales se presentan en la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 3. Resumen de cálculos y conclusiones del sistema en 500 kV.

UBICACIÓN	CONDUCTOR	N° DE COND. POR FASE	ALTURA [M]	CAPACIDAD DE CORRIENTE NOMINAL (SOBRECARGA DE 30%) [A]	CAPACIDAD CORRIENTE [A]	CAPACIDAD DE POTENCIA [MVA]	PRESENCIA DE EFECTO CORONA	CUMPLE CON LA SECCIÓN MÍNIMA POR CORTO CIRCUITO
Conexión entre equipos	AAC Bluebonnet 3 500 kcmil	2	8,5	1 154,11 (1 501,11)	3 633,68	3 146,86	No	Si
Templas superiores		2	25,0	1 154,11 (1 501,11)	3 633,68	3 146,86	No	Si

Tabla 4:Resumen de cálculos y conclusiones del sistema en 220 kV.

UBICACIÓN	CONDUCTOR	N° DE COND. POR FASE	ALTURA [M]	CAPACIDAD DE CORRIENTE NOMINAL (SOBRECARGA DE 30%) [A]	CAPACIDAD CORRIENTE [A]	CAPACIDAD DE POTENCIA [MVA]	PRESENCIA DE EFECTO CORONA	CUMPLE CON LA SECCIÓN MÍNIMA POR CORTO CIRCUITO
Conexión entre equipos	AAC Cowslip 2 000 kcmil	2	5,0	1 968,24 (2 558,71)	2 585,89	985,36	No	Si
Templas superiores		2	19,0	1 968,24 (2 558,71)	2 585,89	985,36	No	Si

Tabla 5:Resumen de cálculos y conclusiones del sistema en 115 kV

UBICACIÓN	CONDUCTOR	N° DE COND. POR FASE	ALTURA [M]	CAPACIDAD DE CORRIENTE NOMINAL (SOBRECARGA DE 30%) [A]	CAPACIDAD CORRIENTE [A]	CAPACIDAD DE POTENCIA [MVA]	PRESENCIA DE EFECTO CORONA	CUMPLE CON LA SECCIÓN MÍNIMA POR CORTO CIRCUITO
Conexión neutro de reactores	AAC Cowslip 2 000 kcmil	1	4,5	127,02 (165,13)	1 292,94	492,68	No	Si

Es importante aclarar, que es esta información se encuentra en validación, de manera tal que se logre cumplir con lo estipulado en el contrato de concesión.

Respecto a los cables de media tensión, los resultados se resumen en la Tabla 6:

Tabla 6.Resumen cálculos del sistema en 33 kV

DESCRIPCIÓN	SECC. [mm²]	N° DE COND. POR FASE	CAPACIDAD REQUERIDA [A]	CAPACIDAD ADMISIBLE [A]	CAPACIDAD CORTOCIRCUITO [kA]	CUMPLEN TENSIONES INDUCIDAS	CUMPLEN CAÍDA DE TENSIÓN	CUMPLEN NIVEL DE CORTO CIRCUITO
Conformación delta	240	1	15,76	365,18	34,32	Si	Si	Si
Conformación neutro	500	2	1 212,44	1 824,50	71,50			
Los conductores se encuentran en proceso de definición, considerando las características descritas								

5.2 DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN

A continuación, se presentan las características técnicas garantizadas de los descargadores de sobretensión de 500 kV, 220 kV y 115 kV:

Tabla 7. Descargadores de sobretensión de ZnO-500 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Altura de instalación	m.s.n.m.	340
Norma de fabricación		IEC 60099-4
Norma de calidad		ISO 9001
Tipo de ejecución		Exterior
Frecuencia asignada (f_r)	Hz	60
Material cubierta del aislador		Polimerico
Número de columnas		1
Tensión más elevada para el material (U_m)	kV	550
Tensión asignada (Ur)	kV	444 (1)
Corriente de descarga asignada (In)	kA	20
Corriente asignada del dispositivo de alivio de presión (0.2 s)	kA	40
Clase de descarga de línea		5
Capacidad mínima de disipación de energía asignada para dos impulsos de larga duración kJ/kV (U_r)	kJ/kV	≥ 15,4
Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS)		Muy Pesado (31 mm/kV)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Datos sísmicos		
Desempeño sísmico según IEEE-693-2018 (2)		Alto
Anillo corona y de distribución de campo		Si
Contador de descargas		Si
Repuestos:		
Según requerimiento de especificación técnica		Si

Nota:
(1) Este valor será validado con las Memorias de cálculo de coordinación de aislamiento:TSA-MC1B-SBTG06-0001
(2) En caso de requerirse amortiguadores, estos deben estar incluidos en el suministro.

Tabla 8.Descargadores de sobretensión de ZnO-220 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Altura de instalación	m.s.n.m.	340
Norma de fabricación		IEC 60099-4
Norma de calidad		ISO 9001
Tipo de ejecución		Exterior
Frecuencia asignada (f_r)	Hz	60
Material cubierta del aislador		Polimérico
Número de columnas		1
Tensión más elevada para el material (U_m)	kV	245
Tensión asignada (Ur)	kV	198 (1)
Corriente de descarga asignada (In)	kA	20
Corriente asignada del dispositivo de alivio de presión (0.2 s)	kA	40
Clase de descarga de línea		4
Capacidad mínima de disipación de energía asignada para dos impulsos de larga duración kJ/kV (U_r)	kJ/kV	≥10
Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS)		Muy Pesado (31 mm/kV)
Datos sísmicos		
Desempeño sísmico según IEEE-693-2018 (2)		Alto
Cargas admisibles en bornes		
Anillo corona y de distribución de campo		Si
Contador de descargas		Si
Repuestos:		
Según requerimiento de especificación técnica		Si

Nota:
(1) Este valor será validado con las Memorias de cálculo de coordinación de aislamiento: TSA-MC1B-SBTG06-0001
(2) En caso de requerirse amortiguadores, estos deben estar incluidos en el suministro.

Tabla 9.Descargadores de sobretensión de ZnO-115 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Altura de instalación	m.s.n.m.	340
Norma de fabricación		IEC 60099-4
Norma de calidad		ISO 9001

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Tipo de ejecución		Exterior
Frecuencia asignada (f_r)	Hz	60
Material cubierta del aislador		Polimerico
Número de columnas		1
Tensión más elevada para el material (U_m)	kV	123
Tensión asignada (Ur)	kV	96 (1)
Corriente de descarga asignada (In)	kA	20
Corriente asignada del dispositivo de alivio de presión (0.2 s)	kA	40
Clase de descarga de línea		4
Capacidad mínima de disipación de energía asignada para dos impulsos de larga duración kJ/kV (U_r)	kJ	≥ 10
Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS)		Muy Pesado (31 mm/kV)
Datos sísmicos		
Desempeño sísmico según IEEE-693-2018 (2)		Alto
Anillo corona y de distribución de campo		Si
Contador de descargas		Si
Repuestos:		
Según requerimiento de especificación técnica		Si

Nota:
(1) Este valor será validado con las Memorias de cálculo de coordinación de aislamiento: TSA-MC1B-SBTG06-0001
(2) En caso de requerirse amortiguadores, estos deben estar incluidos en el suministro.

5.3 SECCIONADORES DE PUESTA A TIERRA RÁPIDA

El seccionador de puesta a tierra rápida a emplearse en el proyecto será del tipo apertura vertical de operación monopolar, con mando a motor, para instalación exterior. Tendrán las siguientes características principales:

Tabla 10.Datos técnicos seccionadores de puesta a tierra rápida

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Norma de fabricación		IEC 62271-102
Norma de calidad		ISO 9001
Número de polos		1
Instalación		Exterior
Tipo de accionamiento		Monopolar
Altura de instalación	msnm	340
Frecuencia asignada (f_r)	Hz	60
Tensión asignada (Ur)	kV	123
Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (Ud) a condiciones Normales de prueba		
a) A tierra y entre polos	kV	230
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up) a condiciones Normales de prueba		
a) A tierra y entre polos	kV	550
Corriente de corta duración admisible asignada (Ik)	kA	40

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Duración del cortocircuito asignada (t)	s	1
Corriente de soportabilidad pico asignada (Ip)	kA	104
Desempeño mecánico mínimo	Clase	M2
Desempeño eléctrico mínimo	Clase	E2
Aisladores de soporte		
a) Tipo IEC 60273		B
b) Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS) según IEC 60815		Muy pesado (31 mm/kV)
c) Distancia de fuga	mm	≥ 3813,5
Datos sísmicos		
Desempeño sísmico según IEEE-693 - 2018 (1)		Alto
Valor asignado de esfuerzo máximo exigido por la maniobra manual		
a) Seccionador de conexión	N	N.A
Swicheo de corrientes inducidas en cuchillas de puesta a tierra:		
- Clase		B
- Corriente inductiva asignada	A	2
Accesorios		
a) Mecanismo de bloqueo externo y que permita la condena en las posiciones abierto y cerrado, solidario al eje principal de transmisión de movimiento		SI
Dispositivos de cierre y apertura		
a) Tensión asignada de alimentación (Ua)	Vcc	125
Datos del motor del mecanismo de operación		
b) Tensión 3 Fases 4 Hilos	Vca	380/220
c) Tensión Continua	Vcc	125
e) Margen de tensión de operación	%	85-110
Número de contactos auxiliares por cada mecanismo		
a) De apertura de fin de carrera corto		≥8
b) De cierre de fin de carrera corto		≥8
c) De apertura de fin de carrera largo		≥2
d) De cierre de fin de carrera largo		≥2
Número de contactos auxiliares por cada mecanismo de puesta a tierra		
a) De apertura de fin de carrera corto		≥5
b) De cierre de fin de carrera corto		≥5
c) De apertura de fin de carrera largo		≥2
d) De cierre de fin de carrera largo		≥2
Grado mínimo de protección del mecanismo de operación de acuerdo con IEC 62271-1		IP 54
(1) En caso de requerirse amortiguadores, estos deben estar incluidos en el suministro.		

5.4 INTERFAZ GAS-AIRE

Los bujes para terminaciones SF6/Aire serán diseñados y construidos de acuerdo con las exigencias de las normas IEC 60137.

Los aisladores a emplear serán de porcelana de alta calidad o aisladores compuestos, aptos para instalación en la intemperie, de la clase adecuada de acuerdo con las condiciones de

servicio del sistema y lo suficientemente rígidos como para poder soportar sin inconvenientes los esfuerzos electrodinámicos actuantes. La disposición de conexiones externas a la GIS deberá ser tal que la fuerza en voladizo aplicada a cualquier buje terminal exterior no supere su capacidad nominal.

Tabla 11. Interfaz GAS-AIRE 500 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO
Norma de fabricación		IEC 60137
Tensión nominal	kV	500
Tensión más elevada para el material (Um)	kV	550
Tipo de aislamiento interno		SF6
Tipo de aislamiento externo		Aire
Altura de instalación	m.s.n.m.	340
Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS)		Muy pesado
Distancia de fuga	mm	≥ 17052
Desempeño sísmico		
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up)		
a) A tierra y entre polos	kV	1550
Tensión asignada soportada al impulso tipo maniobra (Us)		
a) A tierra	kV	1175
Tensión asignada soportada a la frecuencia industrial (Ud)		
a) A tierra y entre polos	kV	N.A.
Corriente asignada	A	2 500 (1) 2 000 (2)
Tensión asignada	kV	550
Corriente de corta duración admisible asignada, 1 s (Ik)	kA	40
Cargas admisibles en bornes		
a) Carga estática admisible	N	2000
b) Carga dinámica admisible	N	5500

NOTAS
1. Capacidad nominal para los diámetros, bahía de transformación.
2. Capacidad nominal de corriente para bahía de reactor de línea.

Tabla 12. Interfaz GAS-AIRE 220 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO
Norma de fabricación		IEC 60137
Tensión nominal	kV	220
Tensión más elevada para el material (Um)	kV	245
Tipo de aislamiento interno		SF6
Tipo de aislamiento externo		Aire
Altura de instalación	m.s.n.m.	340
Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS)		Muy pesado
Distancia de fuga	mm	≥ 7596
Desempeño sísmico		
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up)		
a) A tierra y entre polos	kV	1050

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO
Tensión asignada soportada al impulso tipo maniobra (Us)		
a) A tierra	kV	N.A.
Tensión asignada soportada a la frecuencia industrial (Ud)		
a) A tierra y entre polos	kV	460
Corriente asignada	A	2500
Tensión asignada	kV	245
Corriente de corta duración admisible asignada, 1 s (Ik)	kA	40
Cargas admisibles en bornes		
a) Carga estática admisible	N	1500
b) Carga dinámica admisible	N	4000

5.5 EQUIPOS 500 kV

A continuación, se describen los equipos de la subestación en 500 kV, proyectada en tecnología GIS (subestación con aislamiento por gas encapsulado). Así mismo, se describe la interfaz GAS-AIRE:

5.5.1 Interruptor de Potencia

Los interruptores de potencia contarán con las siguientes especificaciones:

Tabla 13. Datos técnicos interruptor de potencia

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Norma de fabricación		IEC 62271-100 IEC 62271-110
Norma de calidad		ISO 9001
Tensión nominal	kV	500
Tensión máxima del equipo	kV	550
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60
Tipo de operación		Unitripolar
Tipo de mando		Sincronizado (3)
Tensión asignada soportada al impulso tipo maniobra (Us)	kV	1175
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up)	kVp	1550
Corriente nominal	A	2 500 (1) 2 000 (2)
Corriente de corta duración admisible asignada	kA	40
Corriente pico	kA	100
Tiempo duración de la falla de cortocircuito	s	1
Factor de primer polo		1,3
Tensión transitoria de restablecimiento asignada para fallas en bornes		
a) Primera tensión de referencia (u1)	kV	438
b) Tiempo t1	us	219
c) Valor cresta del TTR (uc)	kV	817
d) Tiempo t2	us	876

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
e) Retardo td	us	2
f) Tensión u'	kV	219
g) Tiempo t'	us	111
h) Velocidad de crecimiento (u1/ t1)	kV/us	2
Característica de TRV de pequeñas corrientes inductivas IEC 62271-110		
a) Valor mínimo pico de TRV Uc	kV pico	856
b) Tiempo máximo t3 Load circuit 1	µS	250
c) Tiempo máximo t3 Load circuit 2	µS	444
Tiempo de arco mínimo ("Minimum Arcing Time") ante pequeñas corrientes inductivas.	ms	<= 5
Número de corte λ ("Chopping Number λ")	AF^-0.5	<=5x10^4
Secuencia de maniobras asignada		O-0,3s-CO-3min-CO
Valores normalizados de la TTR por falla kilométrica		
a) Primera tensión de referencia (u1)	kV	337
b) Tiempo t1	us	168
c) Valor cresta del TTR (uc)	kV	629
d) Tiempo t2	us	672
e) Velocidad de crecimiento (u1/ t1)	kV/ us	2
Valores normalizados de la TTR por discordancia de fases		
a) Primera tensión de referencia (u1)	kV	674
b) Tiempo t1	us	438
c) Valor cresta del TTR (uc)	kV	1123
d) Tiempo t2	us	876-1752
e) Velocidad de crecimiento (u1/ t1)	kV/ us	1,54
Número de operaciones mecánicas	Clase	M2
Probabilidad de reencendido	Clase	C2
Maniobra de apertura		
a) Tiempo máximo de corte asignado	ms	40
Operación con mando sincronizado		Si
Resistencia de pre inserción		Si
Condensadores de nivelación		Si

Notas:
1. Capacidad nominal de corriente definida para interruptores de diámetro.
2. Capacidad nominal de corriente definida para celda de reactor en 500 kV
3. Los interruptores que dispondrán de mando sincronizado, condensadores de nivelación y/o resistencias de pre inserción se detallan en el diagrama unifilar general de la subestación Bicentenario 500 kV / 220 kV, TSA-DS1B-SBTG08-0001. Aplican mando sincronizado para los interruptores de las celda de banco de Autotransformadores, aplica resistencia de pre inserción para las celdas de salida de línea y condensadores de nivelación para las celdas de conexión a los bancos de reactores de línea.

5.5.2 Seccionadores

Los seccionadores tendrán las siguientes características principales:

Tabla 14.Datos técnicos seccionadores de línea

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Norma de fabricación		IEC 62271-102
Norma de calidad		ISO 9001
Tensión nominal	kV	500
Tensión máxima del equipo	kV	550
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60
Tensión asignada soportada al impulso tipo maniobra (Us)	kV	1175
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up)	kVp	1550
Corriente nominal	A	2500
Corriente de corta duración admisible asignada	kA	40
Corriente pico	kA	100
Tiempo duración de la falla de cortocircuito	s	1
Número de polos		3
Tipo de accionamiento		Tripolar - Remoto
Corrientes de transferencia de barras		
a) Corriente transferencia de barras asignada	A	3400
b) Tensión transferencia de barras asignada	V	20
Desempeño mecánico mínimo	Clase	M2
Cuchilla de puesta a tierra		
a) Swicheo de corrientes inducidas en seccionadores de puesta a tierra		
- Clase		B
- Corriente inductiva asignada	A	160
b) Desempeño eléctrico seccionadores de puesta a tierra	Clase	E0
c) Desempeño mecánico mínimo	Clase	M1

5.5.3 Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente a ser implementados en los diámetros de la S.E Bicentenario 500 kV, tendrán las siguientes características principales:

Tabla 15.Datos técnicos de transformadores de corriente

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Norma de fabricación		IEC 61869-1 IEC 61869-2
Norma de calidad		ISO 9001
Tipo		Encapsulado en módulo GIS
Tensión nominal	kV	500
Tensión máxima del equipo	kV	550
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60
Tensión asignada soportada al impulso tipo maniobra (Us)	kV	1175
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up)	kVp	1550

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Corriente primaria asignada (Ipn)	A	2500
Factor de la Corriente primaria contínua asignada		1
Corriente secundaria asignada (Isn)	A	1
Corriente de cortocircuito térmica asignada (Ith) en 1 segundo	kA	40
Corriente dinámica asignada (Idyn)	kA	2.5*Ith
Tipo y clase de núcleos		
a) CT Tipo 1		
- Medida		1
- Protección convencional		3
Características núcleos de medida		
a) Relación de transformación asignada	A	2000-1000/1
b) Relación para la que debe cumplir la exactitud	A	2000-1000/1
c) Clase de exactitud		0,2
d) Carga de exactitud núcleos de medida		
- 625/1 (1S1-1S2)	VA	15
- 1250/1 (1S1-1S3)	VA	15
- 2500/1 (1S1-1S4)	VA	15
e) Resistencia del devanado secundario a 75 °C para la relación de transformación más alta	ohm	<=10
f) Factor de seguridad (FS)		<=10
Características de núcleos de protección convencionales		
a) Relación de transformación asignada	A	2000-1000/1
b) Relación para la que se debe cumplir la exactitud	A	2000-1000/1
c) Clase de exactitud		5P
d) Factor límite de precisión		20
e) Carga de exactitud núcleos de protección		
- 625/1 (3S1-3S2)	VA	15
- 1250/1 (3S1-3S3)	VA	15
- 2500/1 (3S1-3S4)	VA	15
Cambio de relación en el secundario		SI
Bornera fija seccionable en núcleos secundarios que permitan aislar, cortocircuitar y normalizar rápidamente el cableado, tipo URTK/S o similar, con accesorio de bloqueo (Phoenix Contact S-0308359 o similar)		Sí
Dispositivos de protección contra sobretensiones que limiten el valor cresta de la tensión a un valor de 2500 V en el caso de que el secundario permanezca abierto. Este dispositivo no debe alterar la exactitud del núcleo.		SI

5.5.4 Transformadores de tensión

Estos transformadores de tensión tendrán las siguientes características principales:

Tabla 16.Datos técnicos transformadores de tensión

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO	DATO TÉCNICO
Norma de fabricación		IEC 61869-3	IEC 61869-3
Norma de calidad		ISO 9001	ISO 9001
Tipo de ejecución		Encapsulado GIS, aislado en SF_6	Tipo capacitivo, celda de línea
Tensión nominal	kV	500	500
Tensión máxima del equipo	kV	550	550
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60	60
Tensión asignada soportada al impulso tipo maniobra (Us)	kV	1175	1175
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up)	kVp	1550	1550
Tipo		Inductivo	Capacitivo
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60	60
Factor de tensión asignado			
a) Permanente		1,2	1,2
b) Durante 30 s		1,5	1,5
Número de devanados secundarios		3	3
Clase de precisión entre el 25% y el 100% de la carga de precisión con factor de potencia 0,8 en atraso			
a) Entre el 5% y el 80% de la tensión asignada		3P	3P
b) Entre el 80% y el 120% de la tensión asignada		0,2	0,2
c) Entre el 120% y el 150% de la tensión asignada		3P	3P
Carga de precisión			
Rango de burden acorde con IEC 61869-1/3/5			
a) Devanado 1	VA	15	15
b) Devanado 2	VA	15	15
c) Devanado 3	VA	15	15
Tensión asignada			
a) Primaria (Upn)	kV	500/√3	500/√3
b) Secundaria (Usn)	V	110/√3	110/√3
Dispositivos de Protección			
a) Dispositivo amortiguador de ferrorresonancia		Sí	Sí
b) Interruptores miniatura (MCB) supervisados, adecuados para protección de los circuitos secundarios de tensión, con contactos auxiliares para indicación de apertura y disparo. La curva de operación debe ser del Tipo Z.		Sí	Sí

5.5.5 Equipo automático de compensación serie (EACS)

El Equipo Automático de Compensación Serie (EACS) a ser instalado en la Subestación Bicentenario en las salidas de las líneas en 500 kV Bicentenario – Chilca y Bicentenario – Poroma deberán ser adecuados para operar en un sistema de tensión nominal de 500 kV, tensión máxima del equipo de 550 kV, 60 HZ, corriente de cortocircuito de 40 kA por 1 segundo y serán del tipo “Flexible AC Transmission Systems” (FACTS) con la finalidad de controlar los flujos de potencia de las líneas de 500 kV del Enlace Centro-Sur y líneas de 220 kV de la zona Sur Medio para las Condiciones N y N-1.

Los equipos “FACTS Serie” presentan las siguientes capacidades:

Deberán ser regulables de forma continua, sin conmutaciones mecánicas (mediante interruptor), de manera que permitan regular en un rango de reactancia capacitiva:

- Entre un valor mínimo de 30% o menor, y un valor máximo que alcance al menos el 60% de la reactancia serie del tramo de 500 kV Bicentenario – Chilca CTM.
- Entre un valor mínimo de 16,2% o menor, y un valor máximo que alcance al menos el 32,3% de la reactancia serie del tramo de 500 kV Bicentenario – Poroma.
- No obstante, deberán operar en todo el rango de compensación reactiva que le permita su tecnología de diseño.
- Los equipos “FACTS Serie” deben tener la capacidad de operar con sobretensiones y sobrecorrientes con las mismas tolerancias de la línea de transmisión a la que se conectará.

Como parte del diseño, los equipos “FACTS Serie” serán neutros al fenómeno de Resonancia Subsíncrona (RSS), para lo cual cumplirán con las siguientes consideraciones de diseño:

- Los equipos no deberán inducir o excitar este fenómeno en el rango de frecuencias subsíncronas. En ese sentido, no deben perjudicar la estabilidad torsional en estado estacionario ni producir altos torques transitorios del sistema de ejes ante perturbaciones en las unidades de generación de centrales conectadas a las redes de transmisión (500 kV y 220 kV en función del riesgo de RSS).
- Además, se debe asegurar que no habrá resonancia a la frecuencia nominal ni con las armónicas que puedan estar presentes en el sistema eléctrico.

Adicionalmente, no inyectarán armónicas en el SEIN, conforme a los límites establecidos por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), y que no deterioren los niveles preexistentes (antes de la conexión del propio equipo “FACTS Serie”) del Factor de Distorsión Total de las Armónicas de Tensión o THD (Total Harmonic Distortion) ni las tensiones armónicas individuales. En su defecto, un máximo de 3% en la distorsión harmónica total en la tensión se considera aceptable para los equipos FACTS a instalarse en la red de transmisión del SEIN.

El equipo contará con mínimo con las siguientes estrategias y funciones de control:

La estrategia de control de los equipos “FACTS Serie” deberá cumplir lo siguiente:

- Regulación automática y continua de la compensación de la reactancia serie por fase de la línea sustentada.
- En caso de fallas monofásicas, el sistema de protección deberá inhabilitar (by-pass) la fase fallada. En casos de recierres monofásicos, se deberá habilitar el equipo de la fase fallada.
- Control de flujo de potencia
- Control rápido de compensación reactiva serie

- Control de oscilaciones de potencia inter-área o local (POD - Power Oscillation Damping).

5.5.6 Reactores de línea

Los reactores de línea en 500 kV serán del tipo sumergido en aceite y de sellado hermético, monofásicos, para servicio exterior y adecuados para tal propósitos. El banco de Reactores estará compuesto de 3 unidades monofásicas más 1 unidad de reserva con un esquema de cambio rápido. Los Reactores deberán equiparse con un sistema contra explosión y prevención de incendio y un sistema de recuperación de aceite (mediante bombeo) en caso de derrame. Asimismo, deberá considerar la instalación de muros cortafuego a fin de aislar los equipos entre sí.

Los reactores a ser implementados en las salidas de las líneas hacia las subestaciones Chilca y Poroma, tendrán las siguientes características principales:

Tabla 17.Datos técnicos transformadores de reactores de línea

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Tipo	Banco reactores monofásico
Altura de instalación	340 msnm
Tensión de servicio	500 kV
Tensión máxima de servicio	525 kV
Tensión máximo del equipo	550 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 uS	1550 kVp
Tensión de resistencia a la onda de impulso 250/2500 uS	1175 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	680 kV rms
Frecuencia nominal	60 Hz
Potencia reactiva total del Banco	Salida a Chilca: 97 MVar Salida a Poroma: 110 MVar
TC relación de transformación lado línea -Núcleos de protección -Núcleos de medición	 800/ 1-1 A 300 – 150 /1A
TC relación de transformación lado neutro -Núcleos de protección	800/ 1-1 A
Consumo y clase de precisión lado línea -Núcleos de protección -Núcleos de medición	 2 x 15 VA – 5P20 1 x 15 VA – Clase 0,2
Consumo y clase de precisión lado neutro -Núcleos de protección	2 x 15 VA – 5P20
Instalación	Exterior
Distancia nominal de fuga mínima específica	31 mm/kV

Los datos de los reactores de línea son preliminares.

5.5.7 Reactor de neutro

El reactor de neutro será del tipo núcleo de aire, para servicios exteriores y adecuados para tal propósito.

El reactor de neutro, tendrá las siguientes características principales:

Tabla 18.Datos técnicos seccionadores del banco de reactores

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Tipo	Monofásico
Altura de instalación	340 msnm
Tensión máximo del equipo	123 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 uS	550 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	230 kV rms
Frecuencia nominal	60 Hz
Corriente de corte nominal de cortocircuito (1s)	40 kA
Impedancia del reactor	Salida a Chilca: 383,1 Ohm Salida a Poroma: 335,0 Ohm
TC relación de transformación lado secundario -Núcleos de protección	300-150/ 1-1 A
Consumo y clase de precisión lado secundario -Núcleos de protección	2 x 15 VA - 5P20
Instalación	Exterior
Distancia nominal de fuga mínima específica	31 mm/kV

Los datos de los reactores de neutro son preliminares; las características finales serán definidas mediante los Estudios Eléctricos correspondientes.

Los datos de los reactores de neutro son preliminares; las características finales serán definidas mediante los Estudios Eléctricos correspondientes.

5.5.8 Banco de Autotransformadores de 500/220/33 kV

La Subestación Bicentenario contará con un Banco de Autotransformadores de Potencia de 500 / 220 / 33 kV, 3 x 250 / 250 / 83.3 MVA (ONAF), YNa0d1, más una unidad de reserva de similares características. Este banco de autotransformadores enlazará los patios de 500 kV y 220 kV de la subestación.

Los autotransformadores deberán equiparse con un sistema contra explosión y prevención de incendio y un sistema de recuperación de aceite (mediante bombeo) en caso de derrame. Asimismo, deberá considerar la instalación de muros cortafuego a fin de aislar los equipos entre sí

A continuación se presentan las principales características de los autotransformadores que conforman este banco de transformación.

Tabla 19.Datos técnicos transformadores

DESCRIPCION	DATOS TECNICOS
Tipo	Monofásico 3 devanados ONAN/ONAF Regulación automática
Conexión	YNa0d1 (3 + 1 de reserva)
Altura de instalación	340 msnm
Tensión de servicio sistema	500/220/33 kV
Taps de regulación	220±10×1% kV
Tensión máxima del equipo	550/245/38 kV
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1.2/50 uS	1550/1050/200 kVp
Tensión de resistencia a la onda de impulso 250/2500 uS	1175/-/- kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial	620/460/70 kV rms
Impedancia de cortocircuito nominal	16 / - / - %
Potencia total lado primario	600/750 MVA ONAN/ONAF
Potencia total lado secundario	600/750 MVA ONAN/ONAF
Potencia total lado terciario	200/250 MVA ONAN/ONAF
Frecuencia nominal	60 Hz
TC relación de transformación lado primario - Núcleos de Protección	2000-1000 / 1-1-1 A
TC relación de transformación lado secundario - Núcleos de Protección	2500-1250 / 1-1-1 A
TC relación de transformación lado terciario - Núcleos de Protección	2600-1300 / 1-1-1 A
Consumo y clase de precisión lado primario - Núcleos de Protección	3×15 VA – 5P20
Consumo y clase de precisión lado secundario - Núcleos de Protección	3×15 VA – 5P20
Consumo y clase de precisión lado terciario - Núcleos de Protección	3×15 VA – 5P20
Instalación	Exterior
Distancia nominal de fuga mínima específica	31 mm/kV

5.6 EQUIPOS EN 220 kV

A continuación se describen los equipos de la subestación en 220 kV, proyectada en tecnología GIS (subestación con aislamiento por gas encapsulado):

5.6.1 Interruptor de Potencia.

Los interruptores de potencia contarán con las siguientes especificaciones:

Tabla 20.Datos técnicos interruptor de potencia

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Norma de fabricación		IEC 62271-100 IEC 62271-110
Norma de calidad		ISO 9001
Tensión nominal	kV	220
Tensión máxima del equipo	kV	245
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60
Tipo de operación		Unitripolar(1)
Tensión asignada de soportabilidad a frecuencia industrial (Ud)	kV	460
Tensión asignada de soportabilidad al impulso tipo rayo (Up)	kVp	1050
Corriente nominal	A	2500
Corriente de corta duración admisible asignada	kA	40
Corriente pico	kA	100
Tiempo duración de la falla de cortocircuito	s	1
Factor de primer polo		1,3
Tensión transitoria de restablecimiento asignada para fallas en bornes (1)		
a) Primera tensión de referencia (u1)	kV	195
b) Tiempo t1	us	98
c) Valor cresta del TTR (uc)	kV	364
d) Tiempo t2	us	392
e) Retardo td	us	2
f) Tensión u’	kV	98
g) Tiempo t’	ms	51
h) Velocidad de crecimiento (u1/ t1)	kV/us	2
Número de corte λ ("Chopping Number λ")	AF^-0.5	<=5x10^4
Secuencia de maniobras asignada		O-0,3s-CO-3min-CO
Tensión transitoria de restablecimiento asignada por discordancia de fases (3)		
a) Primera tensión de referencia (u1)	kV	300
b) Tiempo t1	us	196
c) Valor cresta del TTR (uc)	kV	500
d) Tiempo t2	us	392-784
e) Velocidad de crecimiento (u1/ t1)	kV/ us	1,54
Número de operaciones mecánicas	Clase	M2
Probabilidad de reencendido	Clase	C2
Maniobra de apertura		
a) Tiempo máximo de corte asignado	ms	40
Maniobra de cierre		

Nota:
1. Aplica mando sincronizado para celda de banco de autotransformadores lado 220 kV

5.6.2 Seccionadores

Los seccionadores tendrán las siguientes características principales:

Tabla 21.Datos técnicos seccionadores

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DAO TÉCNICO
Norma de fabricación		IEC 62271-102
Norma de calidad		ISO 9001
Tensión nominal	kV	220
Tensión máxima del equipo	kV	245
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60
Tensión asignada de soportabilidad a frecuencia industrial (Ud)	kV	460
Tensión asignada de soportabilidad al impulso tipo rayo (Up)	kVp	1050
Corriente nominal	A	2500
Corriente de corta duración admisible asignada	kA	40
Corriente pico	kA	100
Tiempo duración de la falla de cortocircuito	s	1
Número de polos		3
Tipo de accionamiento		Tripolar – local-remoto
Corrientes de transferencia de barras		
a) Corriente transferencia de barras asignada	A	3150
b) Tensión transferencia de barras asignada	V	20
Desempeño mecánico mínimo	Clase	M2
a) Swicheo de corrientes inducidas en seccionadores de puesta a tierra		
- Clase		B
- Corriente inductiva asignada	A	80
b) Desempeño eléctrico seccionadores de puesta a tierra	Clase	E0
c) Desempeño mecánico mínimo	Clase	M1

5.6.3 Transformadores de Corriente.

Los transformadores de corriente a ser implementados en la S.E Bicentenario 220 kV, tendrán las siguientes características principales:

Tabla 22.Datos técnicos transformadores de corriente

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Norma de fabricación		IEC 61869-1 IEC 61869-2
Norma de calidad		ISO 9001
Tipo		Encapsulado en módulo GIS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Tensión nominal	kV	220
Tensión máxima del equipo	kV	245
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60
Tensión asignada de soportabilidad a frecuencia industrial (Ud)	kV	460
Tensión asignada de soportabilidad al impulso tipo rayo (Up)	kVp	1050
Corriente primaria asignada (Ipn)	A	2500
Factor de la Corriente primaria contínua asignada		1
Corriente secundaria asignada (Isn)	A	1
Corriente de cortocircuito térmica asignada (Ith) en 1 segundo	kA	40
Corriente dinámica asignada (Idyn)	kA	2.5*Ith
Tipo y clase de núcleos		
a) CT Tipo 1		
- Medida		1
- Protección convencional		3
Características núcleos de medida		
a) Relación de transformación asignada	A	2500-1250/1
b) Relación para la que debe cumplir la exactitud	A	2500-1250/1
c) Clase de exactitud		0,2
d) Carga de exactitud núcleos de medida		
- 625/1 (1S1-1S2)	VA	15
- 1250/1 (1S1-1S3)	VA	15
- 2500/1 (1S1-1S4)	VA	15
e) Resistencia del devanado secundario a 75 °C para la relación de transformación más alta	ohm	<=10
f) Factor de seguridad (FS)		<=10
Características de núcleos de protección convencionales		
a) Relación de transformación asignada	A	2500-1250/1
b) Relación para la que se debe cumplir la exactitud	A	2500-1250/1
c) Clase de exactitud		5P
d) Factor límite de precisión		20
e) Carga de exactitud núcleos de protección		
- 625/1 (3S1-3S2)	VA	15
- 1250/1 (3S1-3S3)	VA	15
- 2500/1 (3S1-3S4)	VA	15
f) Resistencia del devanado secundario a 75°C		
Cambio de relación en el secundario		SI

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Bornera fija seccionable en núcleos secundarios que permitan aislar, cortocircuitar y normalizar rápidamente el cableado, tipo URTK/S o similar, con accesorio de bloqueo (Phoenix Contact S-0308359 o similar)		Sí
Interruptores miniatura (MCB) supervisados, adecuados para protección de los circuitos secundarios de tensión, con contactos auxiliares para indicación de apertura y disparo. La curva de operación debe ser del Tipo Z.		SI

5.6.4 Transformadores de Tensión

Estos transformadores de tensión tendrán las siguientes características principales:

Tabla 23.Datos técnicos transformadores de tensión

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
Norma de fabricación		IEC 61869-3
Norma de calidad		ISO 9001
Tipo de ejecución		Encapsulado GIS, aislado en SF_6
Tensión nominal	kV	220
Tensión máxima del equipo	kV	245
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60
Tensión asignada de soportabilidad a frecuencia industrial (Ud)	kV	460
Tensión asignada de soportabilidad al impulso tipo rayo (Up)	kVp	1050
Tipo		Inductivo
Frecuencia asignada (fr)	Hz	60
Factor de tensión asignado		
a) Permanente		1,2
b) Durante 30 s		1,5
Número de devanados secundarios		3
Clase de precisión entre el 25% y el 100% de la carga de precisión con factor de potencia 0,8 en atraso		
a) Entre el 5% y el 80% de la tensión asignada		3P
b) Entre el 80% y el 120% de la tensión asignada		0,2
c) Entre el 120% y el 150% de la tensión asignada		3P
Carga de precisión		
Rango de burden		
a) Devanado 1	VA / Clase	15 / 0,2
b) Devanado 2	VA / Clase	15 / 3P

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO TÉCNICO
c) Devanado 3	VA / Clase	15 / 3P
Tensión asignada		
a) Primaria (Upn)	kV	220/√3 (Tipo AIS) 230/√3 (Tipo GIS)
b) Secundaria (Usn)	V	110/√3 (Tipo AIS) 115/√3 (Tipo GIS)
Dispositivos de Protección		
a) Dispositivo amortiguador de ferrorresonancia		Sí
b) Interruptores miniatura (MCB) supervisados, adecuados para protección de los circuitos secundarios de tensión, con contactos auxiliares para indicación de apertura y disparo. La curva de operación debe ser del Tipo Z.		Sí

6. NIVEL DE AISLAMIENTO Y DISTANCIAS CRÍTICAS Y DE SEGURIDAD

En las siguientes tablas se resume el nivel de aislamiento externo mínimo requerido para los equipos del proyecto.

Tabla 24.Niveles normalizados de aislamiento - Externo

TENSIÓN ASIGNADA U_r kV (valor eficaz)	TENSIÓN SOPORTADA ASIGNADA DE CORTA DURACIÓN A FRECUENCIA INDUSTRIAL U_d kV (valor eficaz)		TENSIÓN SOPORTADA ASIGNADA AL IMPULSO TIPO MANIOBRA U_s kV (valor pico)			TENSIÓN SOPORTADA ASIGNADA AL IMPULSO TIPO RAYO U_p kV (valor pico)	
	Entre fase y tierra, y entre fases	Entre contactos abiertos y/o entre la distancia de aislamiento	Entre fase y tierra, y entre contactos abiertos	Entre fases	Sobre la distancia de secciona-miento	Entre fase y tierra, y entre fases	Entre contactos abiertos y/o entre la distancia de aislamiento
550	620	800	1175	1760	1350	1550	1865
245	460	530	-	-	-	1050	1200
123	230	265	-	-	-	550	630
36	70	80	-	-	-	170	195

En la tabla a continuación se resume el nivel de aislamiento interno mínimo requerido para los equipos del proyecto.

Tabla 25.Niveles normalizados de aislamiento - Interno

TENSIÓN ASIGNADA U_r kV (valor eficaz)	TENSIÓN SOPORTADA ASIGNADA DE CORTA DURACIÓN A FRECUENCIA INDUSTRIAL U_d kV (valor eficaz)		TENSIÓN SOPORTADA ASIGNADA AL IMPULSO TIPO MANIOBRA U_s kV (valor pico)			TENSIÓN SOPORTADA ASIGNADA AL IMPULSO TIPO RAYO U_p kV (valor pico)	
	Entre fase y tierra, y entre fases	Entre contactos abiertos y/o entre la distancia de aislamiento	Entre fase y tierra, y entre contactos abiertos	Entre fases	Sobre la distancia de secciona-miento	Entre fase y tierra, y entre fases	Entre contactos abiertos y/o entre la distancia de aislamiento
550	620	800	1175	1760	1350	1550	1865
245	460	530	-	-	-	1050	1200
123	230	265	-	-	-	550	630
36	70	80	-	-	-	170	195

Los niveles de aislamiento anteriormente definidos son válidos para los equipos de maniobra y para los bujes del equipo de transformación.

Las distancias críticas y de seguridad definidas con base en los niveles de aislamiento son las siguientes:

Tabla 26.Distancias críticas y de seguridad

TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kV)	BIL (kV)	DISTANCIAS MÍNIMAS (mm)			
		FASE-TIERRA		FASE – FASE	
		PUNTA - ESTRUCTURA	CONDUCTOR - ESTRUCTURA	CONDUCTOR - CONDUCTOR	PUNTA - ESTRUCTURA
550	1 550	3 100	4 100	4 200	5 000
245	1 050	2 100	1 900	2 226	2052
123	550	1 100		1 100	
36	170	320		320	

7. DISTANCIAS MÍNIMAS Y DE SEGURIDAD:

Las distancias mínimas y de seguridad obtenidas de los cálculos se resumen en la tabla a continuación:

Tabla 27:Resumen distancias eléctricas 500 kV.

DISTANCIA ELÉCTRICA VERIFICADA	CALCULADO (mm)	DISEÑO (mm)	EL DISEÑO CUMPLE LO Requerido
Ancho de campo	26 400	30 000	Sí
Primer nivel	5 586	8 500	Sí
Segundo nivel	-	25 000	Sí

Tabla 28.Resumen distancias eléctricas 220 kV.

DISTANCIA ELÉCTRICA VERIFICADA	CALCULADO (mm)	DISEÑO (mm)	EL DISEÑO CUMPLE LO REQUERIDO
Ancho de campo	14 200	18 000	Sí
Primer nivel	4 610	5 000	Sí
Segundo nivel	-	16 000	Sí

8. CONCLUSIONES ESTUDIOS ELÉCTRICOS

8.1 ANÁLISIS DE ENERGIZACIÓN Y SINCRONIZACIÓN

Es factible la sincronización en todos los escenarios analizados para ambos tramos de las líneas de 500 kV Chilca – Bicentenario y Bicentenario – Poroma, debido a que se cumplieron con todos los criterios operativos para la sincronización.

8.2 ANÁLISIS EN ESTADO ESTACIONARIO – OPERACIÓN NORMAL

En todos los escenarios de operación para los años 2028 y 2030 sin considerar y considerando el anteproyecto, el perfil de tensiones en las barras se encuentra dentro de los límites permisibles cumpliendo con los criterios en operación normal, asimismo no hay sobrecarga en ninguna de las líneas de transmisión ni en los transformadores incluyendo el transformador del SVC de las subestaciones Socabaya y San José, cumpliendo satisfactoriamente con los criterios de operación normal.

8.3 ANÁLISIS EN ESTADO ESTACIONARIO–OPERACIÓN CONTINGENCIA

En todos los escenarios de operación para los años 2028 y 2030 sin considerar y considerando el anteproyecto, el perfil de tensiones se encuentra dentro de límites permisibles para contingencias.

Así mismo, no hay sobrecarga en ninguna de las líneas de transmisión ni en los transformadores.

A excepción de la contingencia N° 1, en estiaje máxima demanda 2028, donde la línea de 220 kV Campo Armiño – Muyurina L-2052A se sobrecarga en 126.7% y 125.1% en la condición de sin y con anteproyecto respectivamente.

En la contingencia N° 17, en estiaje media demanda 2030, donde la barra de 220 kV de la SE Cotaruse tiene una tensión de 0.89 pu tanto en la condición sin y con anteproyecto, no obstante en operación normal esta misma barra tiene una tensión de operación de 0.94 pu en ambas condiciones de sin y con anteproyecto.

En la contingencia N° 18, en todos los escenarios analizados, el autotrafo AT72-523_T2 de la SE Chilca se sobrecarga entre 119.9% a 149.6% en la condición sin anteproyecto, y entre 115.2% a 142.1% en la condición con anteproyecto disminuyendo la cargabilidad en 1.1% por lo menos con respecto a la condición sin anteproyecto, y solamente en el escenario de avenida media demanda en 2028 la cargabilidad del autotrafo AT72-523_T2 es 97.8% en sin anteproyecto, y de 101.1% en con anteproyecto.

En ese sentido, se evidencia que tales sobrecargas con el anteproyecto no son atribuibles al anteproyecto mismo, ya que también se evidenciaron en la condición sin anteproyecto así como la mínima sobrecarga del 1.1% que supera el 100% de cargabilidad permitido en autotrafos.

La cargabilidad de los transformadores de los SVC de la SE Socabaya y de la SE San José tienen una cargabilidad menor al 100%, es decir, el SVC opera dentro de su capacidad nominal, a excepción de las contingencias N° 7, 12, 13, 14 y 17 en avenida máxima

demanda 2030, y la contingencia N° 12, 14 y 17 en estiaje máxima demanda 2028 donde el transformador del SVC de la SE San José tiene una disminución de 0.1% en la condición con anteproyecto respecto a la condición sin anteproyecto, y solo en estiaje máxima demanda 2028 tiene un incremento de 0.6% en la condición con anteproyecto respecto a la codician sin anteproyecto, sin embargo por tratarse de un incremento mínimo, se puede concluir que el anteproyecto no impacta negativamente en la operación del SEIN.

Tanto en condiciones de operación normal y en contingencias, las tensiones en las barras de 500 kV de la SE Chilca CTM, SE Poroma y la SE Bicentenario son similares ó mayores en todos los escenarios de la condición con anteproyecto respecto a la condición sin anteproyecto, validando la operación de los reactores de línea de 97 MVAr en cada extremo de la LT 500 kV Chilca – Bicentenario y de los reactores de línea de 110 MVAr en cada extremo de la LT 500 kV Bicentenario - Poroma.

Todos los análisis fueron realizados, con la compensación serie de las líneas LT 500 kV Chilca – Bicentenario y de la LT 500 kV Bicentenario – Poroma en modo bypass, de tal manera de analizar una condición más desfavorable del sistema en estado estacionario.

8.4 ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO

Considerando la operación del anteproyecto en el año 2028, las corrientes de cortocircuito en las barras de 500 kV de la SE Poroma y la SE Chilca CTM y la barra de 220 kV de la SE Independencia se incrementan como máximo en 0.4 kA (Poroma220 kV) y 0.4 kA (Chilca CTM) 7.3 kA (Independencia) respectivamente respecto a la condición sin anteproyecto.

En el año 2030 para el escenario de máximos niveles de generación, en las barras de 500 kV de la SE Poroma y Chilca CTM y la barra de 220 kV de la SE Independencia tienen unas corrientes de cortocircuito máximas de 9.0 kA, 20.0 kA y 17.0 kA respectivamente; y en las barras de 220 kV y 500 kV de la SE Bicentenario se tienen unas corrientes de cortocircuito máximas de 17.2 kA y 8.2 kA respectivamente en la condición con anteproyecto.

Se evidencia que el anteproyecto incrementa ligeramente el nivel de cortocircuito en la zona de influencia, no obstante la capacidad de ruptura de los interruptores en 220 kV de la SE Independencia son de 40 kA.

8.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD TRANSITORIA

Ante grandes perturbaciones de fallas monofásicas con recierre exitoso al 1% y 99% de las líneas, y fallas trifásicas con apertura definitiva al 1% y 99% de las líneas, el sistema logra recuperar un nuevo punto de operación en estado estacionario.

El perfil de las tensiones en las barras de 220 kV y 500 kV se encuentran dentro de un rango de operación aceptable (0.90 pu – 1.075 pu) según el criterio de contingencias post- falla.

Los flujos de potencia en todas las líneas de transmisión y autotransformadores se amortiguan alcanzando un nuevo punto de operación estable; y de igual manera la potencia reactiva que entregan los SVC de la SE Socabaya y de la SE San José.

Los ángulos de los rotores de los generadores no pierden sincronismo, encontrándose dentro del rango ±90°.

Todos los análisis fueron realizados, con la compensación serie de las líneas LT 500 kV Chilca – Bicentenario y de la LT 500 kV Bicentenario – Poroma en modo bypass, de tal manera de analizar una condición más desfavorable del sistema en estabilidad transitoria.

9. CONCLUSIONES ESTUDIOS ELÉCTRICOS

9.1 ESTUDIO DE RECIERRE MONOFÁSICO

9.1.1 LT Chilca – Bicentenario 500 kV

- Los resultados calculados muestran que para un reactor de neutro sintonizado (392 Ω con un factor de calidad de 400) no se debe tener problemas de fenómeno de arco secundario, debido a que, con este valor se obtiene teóricamente una corriente de arco secundario y tensión de restablecimiento de 0.
- Adicionalmente se tiene que para valores de reactor de neutro entre 344 Ω y 474 Ω se va a tener valores aceptables de tensión inducida en la fase abierta (< 80 kV pico) y de corriente de arco secundario (< 40 A pico).
- Se recomienda elegir un valor de reactor de neutro alrededor del valor sintonizado.

9.1.2 LT Bicentenario – Poroma 500 kV

- Los resultados calculados muestran que para un reactor de neutro sintonizado (342 Ω con un factor de calidad de 400) no se debe tener problemas de fenómeno de arco secundario, debido a que, con este valor se obtiene teóricamente una corriente de arco secundario y tensión de restablecimiento de 0.
- Adicionalmente se tiene que para valores de reactor de neutro entre 304 Ω y 406 Ω se va a tener valores aceptables de tensión inducida en la fase abierta (< 80 kV pico) y de corriente de arco secundario (< 40 A pico).
- Se recomienda elegir un valor de reactor de neutro alrededor del valor sintonizado.

9.2 MANIOBRAS EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

9.2.1 Energización de Líneas

Se simularon los casos de energización con falla para el caso Base y el caso Adicional 2.

<u>LT CHILCA - BICENTENARIO 500 kV</u>

De los resultados de maniobras de energización de líneas se tiene que al energizar desde el extremo Chilca, los mayores valores de sobretensión estadísticos registrados son:

- Sobretensión fase – tierra de 2.3457 pu que corresponde a 903.06 kV pico.
- Sobretensión fase – fase de 2.2256 pu que correspondiente a 1573.71 kV pico.

Al energizar desde el extremo Bicentenario, los mayores valores de sobretensión estadísticos registrados son:

- Sobretensión fase – tierra de 1.9094 pu que corresponde a 779.50 kV pico.
- Sobretensión fase – fase de 1.7708 pu que correspondiente a 1252.13 kV pico.

De estos resultados se observa que al energizar la línea desde el extremo Bicentenario se va a tener menores valores de sobretensión que al energizar desde el extremo Chilca.

<u>LT BICENTENARIO – POROMA 500 kV</u>

De los resultados de maniobras de energización de líneas se tiene que al energizar

desde el extremo Bicentenario, los mayores valores de sobretensión estadísticos registrados son:

- Sobretensión fase – tierra de 2.1474 pu que corresponde a 876.69 kV pico.
- Sobretensión fase – fase de 2.0985 pu que correspondiente a 1483.87 kV pico.

Al energizar desde el extremo Poroma, los mayores valores de sobretensión estadísticos registrados son:

- Sobretensión fase – tierra de 2.1204 pu que corresponde a 865.65 kV pico.
- Sobretensión fase – fase de 1.9563 pu que correspondiente a 1383.3 kV pico.

De estos resultados se observa que al energizar la línea desde el extremo Poroma se va a tener menores valores de sobretensión que al energizar desde el extremo Bicentenario.

9.3 VERIFICACIÓN DE TENSIONES DE RESTABLECIMIENTO (TRV)

- Las maniobras de aperturas ante fallas terminales, no se espera que se presente reencendido en los interruptores, ya que la tensión transitoria de restablecimiento alcanzada en las simulaciones es inferior a los valores establecidos por la norma IEC 62271-100 para interruptores de 550 kV.
- Las maniobras de aperturas ante fallas kilométricas, se tiene que el interruptor en el extremo chilca de la LT Chilca –Bicentenario 500 kV y los interruptores del de la LT Bicentenario – Poroma 500 kV en ambos extremos presentan tensiones de restablecimiento con picos superiores a los valores establecidos por la norma IEC 62271-100 para interruptores de 550 kV. Cabe indicar que de acuerdo al estudio de operatividad “Línea de Transmisión 500 kV Chilca-Poroma-Ocoña-Montalvo y subestaciones asociadas” donde se indica que los interruptores ABB-HPL 550B2 suministrados para la línea de 500 kV Chilca - Poroma tienen valores limites mayores a los establecidos similar a la curva T10 de la norma IEC. Con la curva ABB se asegura que el interruptor del extremo Chilca y del extremo Poroma ante la ocurrencia de una falla monofásica (TRV kilométrica) la tensión de restablecimiento está dentro del límite de esta curva.
- Para el interruptor del extremo Bicentenario se recomienda que tenga las mismas características de los interruptores existentes de los extremos de la línea Chilca – Poroma 500 kV (interruptor ABB-HPL 550B2), con esto los resultados de la tensión de restablecimiento se encuentra dentro de los límites del interruptor ABB

LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS APROBADAS

1 LÍNEA DE TRANSMISIÓN

1.1 Derivación Línea de Transmisión 500 kV Chilca – Poroma, hacia Subestación Bicentenario

1.0	Longitud +-10%	5 km
2.0	Número de ternas	2
3.0	Tensión nominal	500 kV
4.0	Tensión máxima del equipo	550 kV
5.0	Potencia de diseño	1000 MVA x terna
6.0	Conductores por fase (tipo y sección)	ACAR 750 MCM –1000 MVA x terna 4xfase
7.0	Longitud mínima de la cadena de aisladores (distancia de arco seco)	31 mm/kV
8.0	Cable de guarda y/o de comunicación	2 OPGW 131 mm²
9.0	Silueta de la estructura de suspensión	Plano Nº TSA-DS1B-LTBSG12-0005

1.2 Línea de Transmisión 220 kV Bicentenario - Independencia

1.0	Longitud +-10%	0,7 km
2.0	Número de ternas	2
3.0	Tensión nominal	220 kV
4.0	Tensión máxima del equipo	245kV
5.0	Potencia de diseño	450 MVA
6.0	Conductores por fase (tipo y sección)	ACAR 650 MCM – 450 MVA x terna 2xfase
7.0	Longitud mínima de la cadena de aisladores (distancia de arco seco)	31 mm/kV
8.0	Cable de guarda y/o de comunicación	OPGW 131 mm²
9.0	Silueta de la estructura de suspensión	Plano Nº TSA-DS1B-LTBIG12-0005

2 SUBESTACIONES

2.1 Subestación Bicentenario 500 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento	500 kV
2.0	Tecnología	*GIS (Gas Insulated Switchgear)*
3.0	Tensión máxima del equipo	550kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1550 kVp
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso tipo maniobra	1175 kVp
5.0	Corriente nominal (1) (2) (3)	Celdas de línea: Interruptor: 2000-2500 A Seccionador: 2000-2500 A Transformador de corriente: 2000-1000 A
6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	40 kA
7.0	Configuración de barras	Doble Barra con Interruptor y Medio
8.0	Número de Celdas	10
8.1	De línea	2
8.2	De transformación	1

8.3	De reserva	7
9.0	Sistema de protección y medición	Plano Nº TSA-FT1B-SEE14-0004 TSA-DS1B-SBTE12-0002
10.0	Sistema de Comunicación y Teleprotección	Plano Nº TSA-FT1B-SEE14-0001 TSA-DS1B-SEE16-0001
11.0	Arquitectura de automatización y control	Plano Nº TSA-DS1B-SBTE12-0002 TSA-DS1B-SBTE11-0001

Nota:
1. Interruptor, seccionador en diámetros y seccionador de línea: 2500 A
2. Interruptor y seccionador de reactor de línea: 2000 A
3. Lado primario, en diámetros de 500 kV

2.2 Subestación Bicentenario 220 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento	220 kV
2.0	Tecnología	*GIS (Gas Insulated Switchgear)*
3.0	Tensión máxima del equipo	245 kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1050 kVp
5.0	Corriente nominal (1) (2) (3)	Celda de líneas: Interruptor: 2500 A Seccionador: 2500 A Transformador de corriente: 2500-1250 A
6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	40 kA
7.0	Configuración de barras	Doble barra con seccionador de transferencia
8.0	Número de Celdas	12
8.1	De línea	2
8.2	De transformación	1
8.3	De acople	1
8.4	De reserva	8
9.0	Transformador de potencia	
9.1	Potencial Nominal	600/750 MVA (ONAN/ONAF)
9.2	Relación de transformación	500/220 kV
9.3	Transformador de corriente en los bushing	---
9.4	Grupo de Conexión	Yna0d1
9.5	Tipo de Regulación de tomas	Automático Bajo carga
9.6	Mando Sincronizado	Si
10.0	Diagrama Unifilar del equipamiento de protección y medición	Plano Nº TSA-FT1B-SEE14-0004 TSA-DS1B-SBTE12-0002
11.0	Esquema de comunicaciones y teleprotección	Plano Nº TSA-FT1B-SEE14-0001 TSA-DS1B-SEE16-0001
12.0	Arquitectura del sistema de automatización y control	Plano Nº TSA-DS1B-SBTE12-0002 TSA-DS1B-SBTE11-0001

Notas:
(1) Interruptores y seccionadores en las celdas en S.E. Bicentenario: 2500 A
(2) Interruptores y seccionadores en las celdas en S.E. Independencia: 2500 A
(3) Lado primario en celdas de 220 kV

2.3 Subestación Bicentenario 33 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento	33 kV
2.0	Tecnología	*AIS (Air Insulated Switchgear)*
3.0	Tensión máxima del equipo	36 kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	170 kVp
5.0	Corriente nominal	Celda de alimentación: Interruptor: 800 A Seccionador: 800 A Transformador de corriente: 100/1 A
6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	25 kA
7.0	Configuración de barras	Simple barra
8.0	Número de Celdas	4
8.1	Alimentación Terciario Banco	1
8.2	Alimentación Terciario Banco-Reserva	1
8.3	Alimentación a SSAA	1
8.4	Alimentación a SSAA EACS	1
9.0	Transformador Zigzag para SSAA	
9.1	Potencial Nominal	350 kVA
9.2	Relación de transformación	33/0,38-0,22 kV
9.3	Transformador de corriente en los bushing	800/1 A
9.4	Grupo de Conexión	$Z_{11}Yn$
9.5	Diagrama Unifilar del equipamiento de protección y medición	Plano Nº TSA-DS1B-SBTE12-0002

2.4 Ampliación subestación Independencia 220 kV

1.0	Tensión nominal del equipamiento	220 kV
2.0	Tecnología	*GIS (Gas Insulated Switchgear)*
3.0	Tensión máxima del equipo	245 kV
4.0	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1050 kVp
5.0	Corriente nominal	Celda de líneas: Interruptor: 2500 A Seccionador: 2500 A Transformador de corriente: 2500 – 1250 / 1 A
6.0	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	40 kA
7.0	Configuración de barras	Doble barra
8.0	Número de Celdas	4
8.1	De línea	2
8.2	De transformación	No aplica como alcance del Proyecto
9.0	Diagrama Unifilar del equipamiento de protección y medición	Plano Nº TSA-DS1B-SIDE12-0002
10.0	Arquitectura del sistema de automatización y control	Plano Nº TSA-DS1B-SIDE11-0001