



DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS DE EXPANSIÓN

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ENERGÉTICOS Y ELÉCTRICOS

INFORME TÉCNICO

Factibilidad Preliminar de Conexión del Proyecto Ciclo Combinado 400 MW

Marzo 2026

Aprobado por:	Carlos Cajas Director de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión (E)	
Revisado por:	Fabricio Ordóñez Jefe Corporativo de Estudios Energéticos y Eléctricos (E)	
Elaborado por:	Oscar Cadena Estudios Energéticos y Eléctricos	

Tabla de contenido

1.	NOMENCLATURA.....	7
2.	OBJETIVO	7
3.	INTRODUCCIÓN	7
4.	ANTECEDENTES.....	7
5.	ALCANCE	9
5.1.	Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV	10
5.1.	Alternativa 2: Conexión a la S/E Esclusas 230 kV	11
5.2.	Alternativa 3: Conexión a la S/E Chorrillos 230 kV	11
6.	DESARROLLO.....	12
6.1.	CONSIDERACIONES GENERALES	12
6.2.	FLUJOS DE POTENCIA.....	14
6.2.1.	Línea base	14
6.2.1.1.	Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV	14
6.2.1.2.	Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV	15
6.2.1.3.	Zona de influencia S/E Chorrillos.....	15
6.2.2.	Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV	16
6.2.1.	Alternativa 2: Conexión a la subestación Esclusas 230 kV	16
6.2.2.	Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos 230 kV	17
6.3.	ESE.....	17
6.3.1.	Línea base:.....	17
6.3.1.1.	Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV	17
6.3.1.2.	Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV	18
6.3.1.3.	Zona de influencia S/E Chorrillos 230 kV	18
6.3.2.	Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV	19
6.3.3.	Alternativa 2: Conexión a la subestación Esclusas 230 kV	20
6.3.4.	Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos 230 kV	20
7.	CORTOCIRCUITOS	21
7.1.	Línea Base:	21
7.1.1.	Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV	21
7.1.1.	Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV	22
7.1.2.	Zona de influencia S/E Chorrillos 230 kV	22

7.2.	Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV	22
7.1.	Alternativa 2: Conexión a la subestación Esclusas 230 kV	23
7.2.	Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos 230 kV	23
8.	ANÁLISIS DINÁMICO	23
8.1.	Alternativa 3: Conexión a la S/E Chorrillos de 230 kV	24
9.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	24
10.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	24
10.1.	Análisis de pérdidas	24
10.1.1.	ALTERNATIVA 1	24
10.1.2.	ALTERNATIVA 2	25
10.1.3.	ALTERNATIVA 3	25
10.2.	Flujos de Potencia	26
10.2.1.	Línea Base	26
10.2.1.1.	Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV	26
10.2.1.2.	Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV	27
10.2.1.3.	Zona de influencia S/E Chorrillos 230 kV	27
10.2.2.	Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso de 230 kV	27
10.2.3.	Alternativa 2: Conexión a la subestación Esclusas	28
10.2.4.	Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos de 230 kV	28
10.3.	ESE	28
10.3.1.	Línea Base	28
10.3.1.1.	Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV	28
10.3.1.2.	Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV	28
10.3.1.3.	Zona de influencia S/E Chorrillos 230 kV	29
10.3.2.	Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV	30
10.3.3.	Alternativa 2: Conexión a la S/E Esclusas 230 kV	30
10.3.4.	Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos 230 kV	30
10.4.	Cortocircuitos	31
11.	REFORZAMIENTOS DEL SNT REQUERIDOS POR ALTERNATIVA	33
12.	CONCLUSIONES	34
13.	ANEXOS	35

Índice de figuras

Figura 5.1. Ubicación geográfica de los puntos de conexión evaluados.....	10
Figura 5.2. Diagrama Unifilar de conexión de la Alternativa 1.....	10
Figura 5.3. Diagrama Unifilar de conexión de la Alternativa 2.....	11
Figura 5.4. Diagrama Unifilar de conexión de la Alternativa 3.....	12
Figura 10.1. Pérdidas del sistema de la alternativa 1.....	24
Figura 10.2. Pérdidas del sistema de la alternativa 2.....	25
Figura 10.3. Pérdidas del sistema de la alternativa 3.....	26

Índice de tablas

Tabla 4.1. Proyectos del Plan de Expansión de Generación 2023-2032.	8
Tabla 6.1. Alcance del Sistema de transmisión para la conexión de los proyectos de EPESA al SNT.	12
Tabla 6.2. Elementos de simulación de contingencias – Alternativa 1.	13
Tabla 6.3. Elementos de simulación de contingencias – Alternativa 2.	13
Tabla 6.4. Elementos de simulación de contingencias – Alternativa 3.	14
Tabla 6.5. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Línea base zona S/E San Idelfonso 230 kV.	14
Tabla 6.6. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Línea base zona S/E Esclusas para la conexión a 230 kV.	15
Tabla 6.7. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Línea base zona S/E Chorrillos.	15
Tabla 6.8. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Alternativa 1.	16
Tabla 6.9. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Alternativa 2	16
Tabla 6.10. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Alternativa 3.	17
Tabla 7.1. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Línea base zona S/E San Idelfonso 230 kV.	21
Tabla 7.2. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Línea base con conexión a S/E Esclusas 230 kV.	22
Tabla 7.3. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Línea base zona S/E Chorrillos 230 kV.	22
Tabla 7.4. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Alternativa 1.	22
Tabla 7.5. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Alternativa 2.	23
Tabla 7.6. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Alternativa 3.	23
Tabla 10.1. Comparación de corrientes iniciales de cortocircuito Línea Base – Alternativa 1.	31
Tabla 10.2. Comparación de corrientes iniciales de cortocircuito Línea Base – Alternativa 2.	32
Tabla 10.3. Comparación de corrientes iniciales de cortocircuito Línea Base – Alternativa 3.	32

Tabla 11.1. Requerimientos de reforzamientos en el SNT por alternativa de conexión.

33

Tabla 11.2. Resumen de costos asociados por alternativa.

34

1. NOMENCLATURA

CELEC EP	Corporación Eléctrica del Ecuador
ESE	Evaluación de Seguridad Estática
L/T	Línea de Transmisión
PME	Plan Maestro de Electricidad
SNI	Sistema Nacional Interconectado
SNT	Sistema Nacional de Transmisión
S/E	Subestación

2. OBJETIVO

Evaluar las alternativas de conexión al SNT de un proyecto de generación de ciclo combinado de 400 MW contenido en el PME, con la finalidad de obtener la Factibilidad de Conexión Preliminar según lo dispuesto en regulación Nro. ARCONEL-001/24.

3. INTRODUCCIÓN

Como parte de la planificación de la expansión de los sistemas eléctricos de potencia, es necesario evaluar técnicamente las diversas alternativas de desarrollo de nuevas instalaciones que permitan la integración de los recursos de generación de energía al SNI. Las alternativas finalmente factibles de ejecutar deben proporcionar seguridad, calidad, y confiabilidad durante el servicio público de energía eléctrica, al menor costo posible. A continuación, se describen las evaluaciones técnicas requeridas para la planificación de expansión de nuevos sistemas de transmisión:

- **Flujos de Carga:** Evaluación de perfiles de voltaje, cargabilidad y pérdidas eléctricas de elementos del SNT en la zona de influencia de cada alternativa, mediante simulación de flujos de potencia.
- **ESE:** Evaluación y clasificación de criticidad de contingencias N-1 empleando métodos de estado estacionario. Esta etapa pretende identificar salidas de equipo que provocan sobrecargas o sobre/bajo voltaje en los elementos del sistema de potencia, considerando lo estipulado en la regulación nacional vigente.
- **Cortocircuitos:** Contrastación de niveles de cortocircuitos en barras de subestaciones de la zona de influencia, con respecto al caso base (sin proyecto) y a la capacidad nominal de interruptores instalados en el SNT, posterior al cambio en las condiciones operativas del sistema de transmisión por la integración del proyecto.

4. ANTECEDENTES

Mediante Acuerdo Ministerial Nro. MEM-MEM-2024-0017-AM del 30 de junio de 2024, el señor Ministro de Energía y Minas aprobó el Plan Maestro de Electricidad 2023-2032, que establece un Bloque de Ciclo Combinado I de 400 MW conforme lo indicado en la Tabla 4.1. El plan considera que el bloque debe ser ejecutado a través de un Proceso Público de Selección; y, que debe contar con su propio suministro de gas natural.

Tabla 4.1. Proyectos del Plan de Expansión de Generación 2023-2032.

Año de entrada en operación	Proyecto / Central	Empresa / Institución	Tipo	Potencia MW	Energía media GWh/año	Provincia	Cantón
2027	Maravilla	Hidroequinoccio EP	Hidroeléctrico	9,00	61,6	Pichincha	Quito
2027	La Magdalena	Hidroequinoccio EP	Hidroeléctrico	20,00	167,0	Imbabura	Cotacachi
2027	Bloque 1 ERNC: Hidroeléctrico - 149 MW	Los adjudicatarios del PPS	Hidroeléctrico	149,00	912,85	Provincias definidas por los inversionistas	Cantones definidos por los inversionistas
2027	Bloque 2 ERNC: Fotovoltaico - 170 MW	Los adjudicatarios del PPS	Fotovoltaico	170,00	327,62	Provincias definidas por los inversionistas	Cantones definidos por los inversionistas
2028	Bloque de Ciclo Combinado I - 400 MW	El adjudicatario del PPS	Termoeléctrico	400,00	3.000,0	Provincia definida por el inversionista	Cantón definido por el inversionista

Mediante oficio Nro. MEM-SGTEE-2023-0611-OF del 30 de octubre de 2023, la Subsecretaría de Generación y Transmisión de Energía Eléctrica delegó a la CGPPS la estructuración del proceso público de selección del Proyecto termoeléctrico de Ciclo combinado a Gas Natural – Etapa 1, de 400 MW de capacidad (Relanzamiento).

Mediante oficio Nro. MAE-VEER-2025-0469-OF de 12 de noviembre de 2025 el Viceministro de Electricidad y Energía Renovable, en el marco de la estructuración de dicho proceso, solicitó a CELEC EP la entrega de la siguiente información referente a los puntos de conexión del proyecto:

- *“Puntos de Conexión disponibles actuales para el Bloque de Ciclo Combinado, así como descripción general de las actividades a ser desarrolladas por el concesionario (ampliación o reforzamiento) y costos estimados para actualizar los documentos del PPS del mencionado Bloque así como la matriz de riesgos.*
- *Puntos de Conexión disponibles para mediados del año 2031, que si es necesario adecuaciones, ampliaciones o mejoras serán tomadas a cargo por el concesionario del Bloque de Ciclo Combinado. Y sus costos estimados de las mencionadas adecuaciones.*
- *Emitir la información requerida que no recoge la normativa vigente (ARCONEL-001/24; ARCERNNR-001/24), con respecto a la confiabilidad de la central termoeléctrica.*
- *Remitir la información de la operación del SNI en la zona costera ecuatoriana y como se encuentra planeado el reforzamiento de líneas de transmisión.”*

Mediante oficio Nro. MAE-SGTEE-2026-0132-OF de 13 de febrero de 2026 el señor Subsecretario de Generación y Transmisión de Energía Eléctrica, solicitó textualmente lo siguiente:

“(...) En cumplimiento de las disposiciones emitidas por la Subsecretaría de Generación y Transmisión Eléctrica, actualmente la Comisión de Gestión de los Procesos Públicos de Selección - CGPPS de la CELEC EP se encuentra en proceso de estructuración del Proceso Público de Selección del proyecto Bloque de Ciclo Combinado I-400MW, en el marco de la normativa legal vigente.

(...)

- *Art. 8.3, “Factibilidad de conexión preliminar extendida sin previa solicitud”, lo siguiente:*

“(...) Para los proyectos de generación que se listan a continuación el Operador de Red deberá elaborar, de oficio, los estudios necesarios y emitir un Certificado de Factibilidad de Conexión Preliminar, sin que exista de por medio una solicitud por parte de alguna EPGA.

a) Para proyectos específicos del PME, cuya construcción, operación y mantenimiento vayan a ser delegados por el Ministerio del Ramo a EPGA privadas, o de la economía popular y solidaria, o estatales extranjeras, a través de un PPS; o, delegadas de manera directa a EPGA públicas o de economía mixta. (...)

Los estudios y el Certificado de Factibilidad de Conexión Preliminar respectivos deberán ser elaborados y entregados por el Operador de Red al Ministerio del Ramo ante el requerimiento realizado, con la debida anticipación, por el Ministerio del Ramo, los cuales formarán parte de los documentos de los pliegos de un PPS para el caso a); (...).

Solicitud

Con los antecedentes indicados previamente, solicito la emisión del Certificado de Factibilidad de Conexión Preliminar para el proyecto Bloque de Ciclo Combinado I-400 MW, a las siguientes Subestaciones:

- *S/E San Idelfonso*
- *S/E Esclusas*
- *S/E Chorrillos (...)*

5. ALCANCE

El presente estudio considera la evaluación técnica de las siguientes alternativas de conexión para el proyecto de generación de Ciclo Combinado de 400 MW:

- *Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV*
- *Alternativa 2: Conexión a la S/E Esclusas 230 kV*
- *Alternativa 3: Conexión a la S/E Chorrillos 230 kV*

La ubicación geográfica de las subestaciones evaluadas como alternativas se presenta en la Figura 5.1.



Figura 5.1. Ubicación geográfica de los puntos de conexión evaluados.

5.1. Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV

La alternativa 1 contempla la interconexión del proyecto de generación de ciclo combinado a la S/E San Idelfonso de 230 kV. En la Figura 5.2 se muestra el diagrama unifilar de esta alternativa.

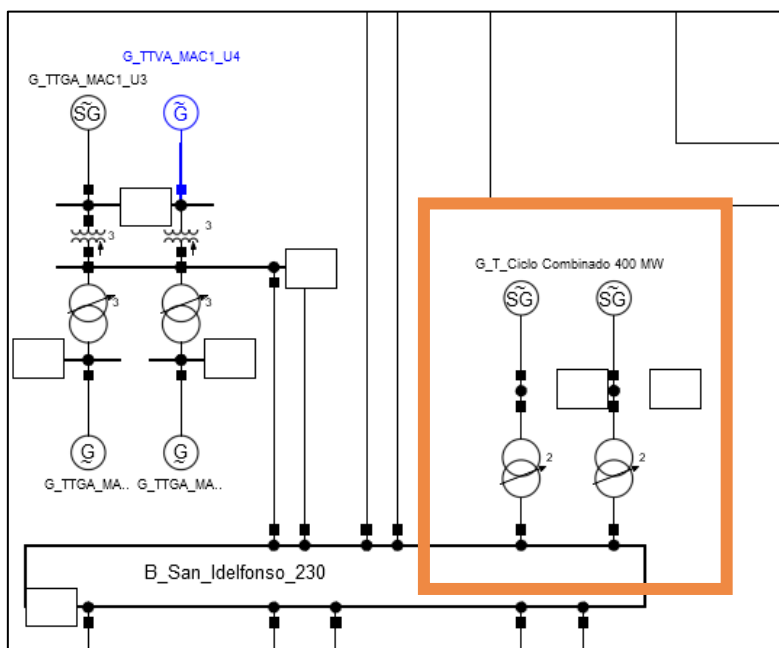


Figura 5.2. Diagrama Unifilar de conexión de la Alternativa 1.

5.1. Alternativa 2: Conexión a la S/E Esclusas 230 kV

Esta alternativa contempla la interconexión del proyecto de generación de ciclo combinado a la S/E Esclusas a nivel de 230 kV. En la Figura 5.3 se muestra el diagrama unifilar de esta alternativa.

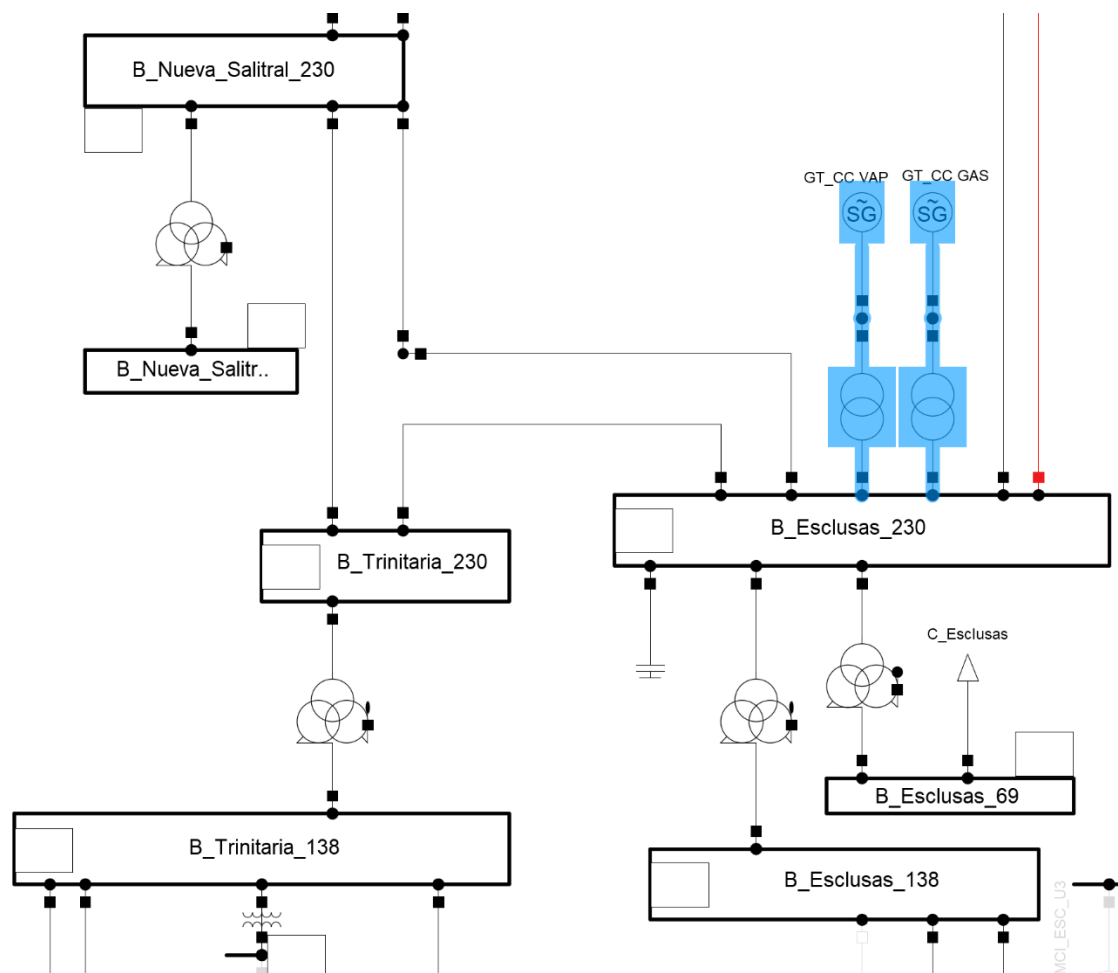


Figura 5.3. Diagrama Unifilar de conexión de la Alternativa 2.

5.2. Alternativa 3: Conexión a la S/E Chorrillos 230 kV

Esta alternativa contempla la interconexión del proyecto de generación de ciclo combinado a la S/E Chorrillos a nivel de 230 kV. En la Figura 5.4 se muestra el diagrama unifilar de esta alternativa.

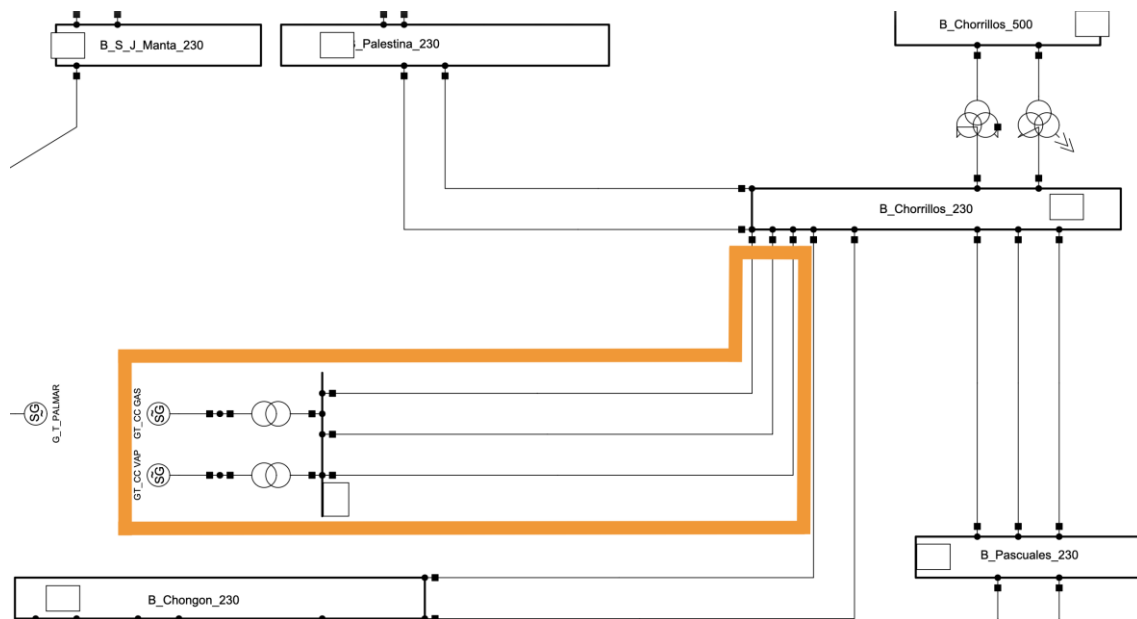


Figura 5.4. Diagrama Unifilar de conexión de la Alternativa 3.

6. DESARROLLO

6.1. CONSIDERACIONES GENERALES

- Para el estudio se emplea la base de datos de expansión actualizada en su versión “53 BD_SNI_2023_2032 Jul-Sep 10jul”.
- Solo se considera la operación de un circuito L/T Colectora – Pasaje 500kV.
- Se considera el proyecto de generación fotovoltaica Santa Elena de 200 MW, con conexión a la S/E Santa Elena de 138 kV.
- Solo se considera la operación de un circuito L/T Pasaje – Chorrillos 500 kV.
- Se considera la incorporación de los proyectos propuestos por la Empresa Pública De Energía Santa Elena (EPESA) y su red de transmisión preliminar correspondiente, con el objetivo de identificar que reforzamientos adicionales se requieren para la conexión del proyecto de generación de ciclo combinado de 400 MW. El alcance del sistema de transmisión para el ingreso de los proyectos de generación de EPESA es el mostrado en la Tabla 6.1.
- Se realizan las evaluaciones técnicas requeridas, indicadas en sección 3 del presente informe, considerando el alcance expuesto previamente (alternativas y línea base). El detalle de los resultados obtenidos se encuentra disponible en el “Anexo 1: Memoria de Cálculos”.

Tabla 6.1. Alcance del Sistema de transmisión para la conexión de los proyectos de EPESA al SNT.

Ítem	Cantidad
Conexión El Tambo Solar	
Segundo circuito ACAR 1200 aislado 230 kV (Chongón - Santa Elena) 84 km	1
Bahía de línea S/E Santa Elena 138 kV	1
Bahía de línea S/E Santa Elena 230 kV	1
Repotenciación L/T simple circuito Santa Elena – Chongón de 138 kV 82 km	1
S/E Santa Elena 230 kV	

Transformador 230 kV / 138 kV 300 MVA	1
Bahía de transformador S/E Santa Elena 138 kV	1
Bahía de transformador S/E Santa Elena 230 kV	1
Bahía de línea S/E Santa Elena 230 kV	2
Conexión Palmar Térmico	
L/T aislada 500 kV Palmar - San Juan de Manta 110 km 4x1100 ACAR	1
L/T 230 kV Palmar - Santa Elena 35 km doble circuito 2x1200 ACAR	1
Bahías de línea S/E Santa Elena 230 kV	2
Bahía de línea S/E San Juan de Manta 230 kV	1
Conexión Tugaduaja Térmico y Tugaduaja Solar	
L/T 230 kV Tugaduaja - Posorja 41 km doble circuito 2x1200 ACAR	1
Bahías de línea S/E Posorja 230 kV	2

- Para el ESE, se contemplan los siguientes elementos de simulación para la ejecución de contingencias por alternativa. Los nombres constituyen los identificadores de la base de datos de PowerFactory.

Tabla 6.2. Elementos de simulación de contingencias – Alternativa 1.

Elementos de Simulación – Alternativa 1
T_SIDE_ATU
T_PASA_3U_1
T_MACH_TRK
T_MACH_ATQ
L_MILA_SIDE_2_1
L_SIDE_MACH_2_1
L_PINC_MACH_1_2(1)
L_PASA_SIDE_2_1
L_PASA_PtoSecc_2_1
L_MILA_ZHOR_2_1
L_MILA_PINC_1_1
L_MILA_NBAB_2_1
L_MACH_SIDE_1_1
L_G_TTGA_MAC1_SIDE_2_1

Tabla 6.3. Elementos de simulación de contingencias – Alternativa 2.

Elementos de Simulación - Alternativa 2
L_NPRO_NSAL_2_1
L_CHOR_NSAL_2_1
L_NSAL_TRIN_2_1
L_NSAL_TRIN_2_2
L_CHOR_NPRO_2_1
L_DURA_ESCL_2_1
L_TADA_ESCL_2_2(1)
L_SALI_TRIN_1_1
L_ESCL_TRIN_2_1
L_ESCL_EAR1_2_1
L_PASC_SALI_1_1
T_TRIN_ATT

T_ESCL_ATT
T_CARA_ATQ

Tabla 6.4. Elementos de simulación de contingencias – Alternativa 3.

Elementos de Simulación – Alternativa 3
L TUDA POSO 1 1
L SELE-PALMAR 1 1
L CHOR CHNG 2 1
L SJMAN PALMAR
T CHON ATU
L CHNG POSO 2 1
L CHOR PASC 2 3
L SELE CHNG 1 1
T PASC ATU
L QUEV PALE 2 1
L SELE CHNG 2 2
L PASC CHNG 1 2
T SELE 230 138
L QUEV SGRE 2 1
L SGRE SJMA 2 2
T SGRE ATT
T CHOR ATI 3U
T QUEV ATT
L PALE CHOR 2 2

6.2. FLUJOS DE POTENCIA

Esta sección presenta el resumen de los resultados del análisis de flujos de potencia en condiciones normales de operación. Se analizan los escenarios de demanda máxima, media y mínima para los años 2031 y 2032.

6.2.1. Línea base

6.2.1.1. Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV

Tabla 6.5. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Línea base zona S/E San Idelfonso 230 kV.

Escenario	Voltajes [p.u.]	Cargabilidad Líneas [%]	Cargabilidad Transformadores [%]	Pérdidas Sistema
L_MAX_2031	B_Puerto_Inca_138: 0.964	En rango	En rango	3.17 %
L_MED_2031	B_Machala_230: 0.967 B_Puerto_Inca_138: 0.938	En rango	T_PASA_3U_1: 113.57	2.95 %
L_MIN_2031	En rango	En rango	En rango	3.07 %
S_MAX_2031	En rango	En rango	En rango	2.22 %
S_MED_2031	En rango	En rango	En rango	2.77 %
S_MIN_2031	En rango	En rango	En rango	2.22 %
L_MAX_2032	B_Puerto_Inca_138: 0.947	En rango	En rango	3.25 %
L_MED_2032	B_Machala_230: 0.968 B_Puerto_Inca_138: 0.936	En rango	T_PASA_3U_1: 101.1	3.03 %
L_MIN_2032	B_Puerto_Inca_138: 0.951	En rango	En rango	3.25 %
S_MAX_2032	B_Puerto_Inca_138: 0.958	En rango	En rango	2.51 %

Escenario	Voltajes [p.u.]	Cargabilidad Líneas [%]	Cargabilidad Transformadores [%]	Pérdidas Sistema
S_MED_2032	B_Puerto_Inca_138: 0.969	En rango	En rango	2.42 %
S_MIN_2032	B_Puerto_Inca_138: 0.967	En rango	En rango	1.93 %

6.2.1.2. Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV

Tabla 6.6. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Línea base zona S/E Esclusas para la conexión a 230 kV.

Escenario	Voltajes [p.u.]	Cargabilidad Líneas [%]	Cargabilidad Transformadores [%]	Pérdidas Sistema
L_MAX_2031	B_Duran_230: 0,962	L_TADA_ESCL_2_2(1): 80,94	En rango	3.45 %
L_MED_2031	En rango	En rango	En rango	3.16 %
L_MIN_2031	En rango	En rango	En rango	3.50 %
S_MAX_2031	En rango	En rango	En rango	2.46 %
S_MED_2031	En rango	En rango	En rango	2.70 %
S_MIN_2031	En rango	En rango	En rango	2.30 %
L_MAX_2032	B_Chorrillos_230: 0,968	L_TADA_DURA_2_1: 83,13	En rango	3.60 %
	B_Duran_230: 0,954	L_TADA_ESCL_2_2(1): 84,33		
	B_Esclusas_230: 0,965			
	B_Nueva_Proserina_230: 0,968			
	B_Nueva_Salitra_230: 0,964			
	B_Taday_230: 1,031			
L_MED_2032	B_Trinitaria_230: 0,964		En rango	3.24 %
	B_Duran_230: 0,959			
	B_Esclusas_230: 0,969			
	B_Nueva_Salitra_230: 0,968			
	B_Trinitaria_230: 0,967			
L_MIN_2032	B_Duran_230: 0,965			3.57 %
S_MAX_2032	En rango	En rango	En rango	2.50 %
S_MED_2032	B_Taday_230: 1,031			2.49 %
S_MIN_2032	En rango	En rango	En rango	1.91%

6.2.1.3. Zona de influencia S/E Chorrillos

Tabla 6.7. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Línea base zona S/E Chorrillos.

Escenario	Voltajes [p.u.]	Cargabilidad Líneas [%]	Cargabilidad Transformadores [%]	Pérdida s Sistema
L_MAX_2031	B_Chorrillos_500: 0,955	En rango	T_CHOR ATI 3U: 99,12	3,35%
	B_Milagro_230: 0,966		T_CHOR ATJ 3U: 99,12	
L_MED_2031	B_Dos_Cerritos_230: 0,968	En rango	En rango	3,16%
	B_Milagro_230: 0,968			
	B_Palestina_230: 0,969			
L_MIN_2031	B_Chorrillos_500: 0,949	En rango	T_CHOR ATI 3U: 93,6	3,50%
	B_Milagro_230: 0,967		T_CHOR ATJ 3U: 93,6	
	B_Molino_230: 1,032			
S_MAX_2031	B_Chorrillos_500: 0,967	En rango	En rango	2,46%
S_MED_2031	B_Chorrillos_500: 0,953	En rango	En rango	2,70%
S_MIN_2031	B_Chorrillos_500: 0,96	En rango	En rango	2,21%
L_MAX_2032	B_Chorrillos_230: 0,968	L_TADA_DURA_2_1: 83,13	T_CHOR ATI 3U: 110,74	3,60%
	B_Chorrillos_500: 0,935	L_TADA_ESCL_2_2(1): 84,33	T_CHOR ATJ 3U: 110,74	
	B_Dos_Cerritos_230: 0,959			
	B_Duran_230: 0,954			
	B_Esclusas_230: 0,965			

	B Milagro 230: 0,951			
	B Molino 230: 1,038			
	B Nueva Prosperina 230: 0,968			
	B Nueva Salitral 230: 0,964			
	B Palestina 230: 0,962			
	B Pascuales 230: 0,964			
	B Taday 230: 1,031			
L_MED_2032	B Chorrillos 500: 0,94	En rango	T CHOR ATI 3U: 85,33	3,24%
	B Dos Cerritos 230: 0,964		T CHOR ATJ 3U: 85,33	
	B Duran 230: 0,959			
	B Esclusas 230: 0,969			
	B Milagro 230: 0,955			
	B Nueva Salitral 230: 0,968			
	B Palestina 230: 0,967			
L_MIN_2032	B Pascuales 230: 0,969	En rango		3,57%
	B Chorrillos 500: 0,943		T CHOR ATI 3U: 97,69	
	B Duran 230: 0,965		T CHOR ATJ 3U: 97,69	
S_MAX_2032	B Milagro 230: 0,96	En rango		2,50%
	B Milagro 230: 0,97		En rango	
S_MED_2032	B Taday 230: 1,031	L_CHOR_PASC 2 3: 80,48	En rango	2,49%
		L_ORQU_PASC 2 1: 85,19		
S_MIN_2032	B Chorrillos 500: 0,963	En rango	En rango	1,91%

6.2.2. Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV

Tabla 6.8. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Alternativa 1.

Escenario	Voltajes [p.u.]	Cargabilidad Líneas [%]	Cargabilidad Transformadores [%]	Pérdidas Sistema
L_MAX_2031	B Machala_138: 1.041 B Pasaje_500: 1.036 B San Idelfonso 138: 1.041	En rango	En rango	3.28 %
L_MED_2031	B Puerto Inca 138: 0.951	En rango	En rango	2.86 %
L_MIN_2031	En rango	En rango	En rango	3.10 %
S_MAX_2031	B Machala_138: 1.038 B Pasaje_500: 1.03 B San Idelfonso 138: 1.039	En rango	En rango	2.48 %
S_MED_2031	En rango	En rango	En rango	2.78 %
S_MIN_2031	B Puerto Inca 138: 0.958	En rango	En rango	2.53 %
L_MAX_2032	B Milagro 230: 0.967 B Puerto Inca 138: 0.95	En rango	En rango	3.42 %
L_MED_2032	B Puerto Inca 138: 0.957	En rango	En rango	2.94 %
L_MIN_2032	B Machala_138: 1.032 B San Idelfonso 138: 1.031	En rango	En rango	3.27 %
S_MAX_2032	B Puerto Inca 138: 0.969	En rango	En rango	2.56 %
S_MED_2032	En rango	En rango	En rango	2.52 %
S_MIN_2032	B Puerto Inca 138: 0.968	En rango	En rango	1.96 %

6.2.1. Alternativa 2: Conexión a la subestación Esclusas 230 kV

Tabla 6.9. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Alternativa 2

Escenario	Voltajes [p.u.]	Cargabilidad Líneas [%]	Cargabilidad Transformadores [%]	Pérdidas Sistema
L_MAX_2031	B Esclusas 138 : 1,043	L_ESCL_TRIN_2_1 : 93,45	En rango	3.14 %
L_MED_2031	B_Esclusas_138 : 1,042	En rango	En rango	2.80 %
L_MIN_2031	B_Esclusas_138 : 1,032	L_ESCL_TRIN_2_1 : 88,56	En rango	3.13 %
	B_Taday_230 : 1,035		En rango	

S_MAX_2031	B_Esclusas_138 : 1,048	En rango	En rango	2.37 %
	B_Salitril_138 : 1,03			
	B_Taday_230 : 1,036			
	B_Trinitaria_138 : 1,037			
S_MED_2031	B_Esclusas_138 : 1,042	En rango	En rango	2.60 %
	B_Taday_230 : 1,032			
S_MIN_2031	B_Esclusas_138 : 1,036	En rango	En rango	2.21 %
L_MAX_2032	En rango	L_ESCL_TRIN_2_1 : 93,64 L_NSAL_TRIN_2_2 : 81,45	En rango	3.35 %
L_MED_2032	En rango	En rango	En rango	2.82 %
L_MIN_2032	B_Esclusas_138 : 1,034	L_ESCL_TRIN_2_1 : 94,52	En rango	3.33 %
S_MAX_2032	B_Esclusas_138 : 1,033	En rango	En rango	2.52 %
	B_Taday_230 : 1,035			
S_MED_2032	B_Taday_230 : 1,034	En rango	En rango	2.37 %
S_MIN_2032	B_Esclusas_138 : 1,03	En rango	En rango	1.81 %
	B_Taday_230 : 1,034			

6.2.2. Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos 230 kV

Tabla 6.10. Resumen de los resultados de flujo de potencia en condiciones normales – Alternativa 3.

Escenario	Voltajes [p.u.]	Cargabilidad Líneas [%]	Cargabilidad Transformadores [%]	Pérdidas Sistema
L_MAX_2031	B Chorrillos 500: 0,966	En rango	T_CHOR_ATI_3U: 83,87	3,10%
			T_CHOR_ATJ_3U: 83,87	
L_MED_2031	En rango	En rango	En rango	2,91%
L_MIN_2031	B Chorrillos 500: 0,962	En rango	En rango	3,20%
S_MAX_2031	En rango	En rango	En rango	2,44%
S_MED_2031	B Chorrillos 500: 0,956	En rango	En rango	2,77%
S_MIN_2031	B Chorrillos 500: 0,959	En rango	En rango	2,29%
L_MAX_2032	B Chorrillos 500: 0,956	En rango	T_CHOR_ATI_3U: 87,78	3,31%
			T_CHOR_ATJ_3U: 87,78	
L_MED_2032	B Chorrillos 500: 0,955	En rango	En rango	2,92%
L_MIN_2032	B Chorrillos 500: 0,949	En rango	En rango	3,41%
S_MAX_2032	En rango	En rango	En rango	2,61%
S_MED_2032	En rango	L_CHOR_PASC_2_1: 85	En rango	2,50%
		L_CHOR_PASC_2_2: 85		
		L_CHOR_PASC_2_3: 87,7		
		L_ORQU_PASC_2_1: 87,9		
S_MIN_2032	B Chorrillos 500: 0,969	En rango	En rango	1,93%

6.3. ESE

Esta sección presenta el resumen de los resultados del análisis de flujos de potencia en condiciones de emergencia por contingencias N-1, correspondientes a la desconexión de los elementos del SNT de la zona de influencia del proyecto.

Se detallan a continuación los casos de estudio que registraron excedencias en los valores límite de las variables eléctricas de los elementos pertenecientes a la zona de influencia.

6.3.1. Línea base:

6.3.1.1. Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV

No se identifican contingencias críticas que ocasionen colapsos del sistema o presenten no convergencia de flujos de potencia.

De los resultados presentados en la memoria técnica, se observa que, bajo el escenario de demanda media en el periodo lluvioso del año 2031, ante contingencias en elementos como L/T Milagro – Zhoray 230 kV, L/T Milagro – Puerto Inca 138 kV, L/T San Idelfonso – Machala 138 kV, L/T Milagro – Nueva Babahoyo 183 kV, transformador de la S/E Machala 69/138 kV (T_MACH_ATQ) y 69/230 kV (T_MACH_TRK), se presenta una alta cargabilidad en el transformador de la S/E Pasaje 230/500 kV (T_PASA_3U_1) alcanzando un valor máximo de 117.09 %. Ante la salida de un circuito L/T Pasaje – San Idelfonso 230 kV se produce una alta cargabilidad en el circuito que se mantiene en línea, alcanzando un máximo valor de 112.77%.

Para el año 2032, las cargabilidades disminuyen ligeramente, aunque aún se registran excedencias del 100% en los mismos elementos que se sobrecargan en el año 2031.

En cuanto al voltaje, múltiples combinaciones de contingencias producen bajos voltajes en la S/E Puerto Inca 138 kV, en donde se alcanzan valores de niveles de voltajes entre 0.895 y 0.949 p.u., indicando problemas recurrentes de bajo voltaje tanto en escenarios de demanda media, mínima y máxima en los años de estudio.

En conjunto, los resultados reflejan que los corredores asociados a Pasaje, Machala, Puerto Inca, Milagro y San Idelfonso presentan condiciones críticas de cargabilidad y voltaje.

6.3.1.2. Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV

Se identifican como contingencias críticas, aquellas que presentan no convergencia del flujo de potencia y variables fuera de rango, a las siguientes:

- Desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina 230 kV que provoca una sobrecarga en la L/T Chorrillos – Nueva Salitral de 117,95 %.
- Desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Salitral 230 kV que provoca una sobrecarga en la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 107,46 %.
- Desconexión de la L/T Esclusas – Trinitaria 230 kV que provoca una sobrecarga en la L/T Nueva Salitral – Trinitaria de 101,58 %.
- Desconexión de un circuito de la L/T Pascuales – Salitral 138 kV que provoca una sobrecarga en el circuito paralelo de 100,32 %.
- Desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que provoca bajos voltajes en las S/E Durán, Esclusas, Nueva Salitral y Trinitaria de hasta 0,933 p.u.
- Desconexión del transformador ATT de la subestación Trinitaria que provoca la sobrecarga de la L/T Pascuales – Salitral de 138 kV de hasta el 105,89 % y bajos voltajes en Trinitaria 138 kV de hasta 0,943 p.u.
- Desconexión de la L/T Durán – Esclusas 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia.
- Desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia.

6.3.1.3. Zona de influencia S/E Chorrillos 230 kV

Se identifican como contingencias críticas, aquellas que presentan no convergencia del flujo de potencia y variables fuera de rango, a las siguientes:

- Desconexión de un circuito de la L/T Dos Cerritos – Milagro de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia debido a bajos voltajes en la zona.
- Desconexión de la L/T Taday – Durán de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia debido a bajos voltajes en la zona.
- Desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia debido a bajos voltajes en la zona.
- Desconexión de un circuito de la L/T Chorrillos – Chongón de 230 kV que provoca una cargabilidad de 124,06 % en la L/T Chorrillos - Nueva Salitral de 230 kV.
- Desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 230 kV que provoca una sobrecarga de 117,95 % en la L/T Chorrillos – Nueva Salitral de 230 kV.
- Desconexión de un circuito de la L/T Chorrillos – Pascuales de 230 kV que provoca cargabilidades de hasta el 114,86 % en los circuitos paralelos.
- Desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Salitral que provoca una sobrecarga de 107,46 % en la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 230 kV.
- Desconexión de la L/T Orquídeas – Pascuales de 230 kV que provoca bajos voltajes en Milagro y Durán de hasta 0,92 p.u. e incluso la no convergencia del flujo por bajos voltajes en escenarios lluviosos.
- Desconexión de la L/T Molino – Pascuales de 230 kV que provoca bajos voltajes en Milagro y Durán de hasta 0,943 p.u. e incluso la no convergencia del flujo por bajos voltajes en escenarios lluviosos.
- Desconexión de un circuito de la L/T Dos Cerritos – Pascuales de 230 kV que provoca bajos voltajes en Dos Cerritos, Milagro y Durán de hasta 0,93 p.u.
- Desconexión de un transformador 500/230 kV de la S/E Chorrillos, que provoca sobrecargas de hasta 127,26 % en el transformador paralelo.
- Desconexión de un transformador 230/138 kV de la S/E Pascuales, que provoca sobrecargas de hasta 118 % en el transformador paralelo.
- Desconexión de la L/T Durán – Esclusas de 230 kV que provoca bajos voltajes en Milagro y Durán de hasta 0,946 p.u.
- Desconexión de la L/T Milagro – Durán de 230 kV que provoca un bajo voltaje en Milagro de 0,949 p.u.

6.3.2. Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV

No se identifican contingencias críticas que ocasionen la no convergencia de flujos de potencia.

De los resultados presentados en la memoria técnica, se observa que, ante contingencias en elementos como L/T Milagro – Zhoray 230 kV, L/T Milagro – Puerto Inca 138 kV, L/T San Idelfonso – Machala 138 kV, L/T Milagro – Nueva Babahoyo 183 kV, transformador de la S/E Machala 69/138 kV (T_MACH_ATQ) y 69/230 kV (T_MACH_TRK), se presentan bajos voltajes en la S/E Puerto Inca 138 kV oscilando entre 0.95 y 0.914 p.u.

En esta alternativa, ya no se presentan cargabilidades en elementos dentro de la zona de estudio.

6.3.3. Alternativa 2: Conexión a la subestación Esclusas 230 kV

Se identifican como contingencias críticas, aquellas que presentan no convergencia del flujo de potencia y variables fuera de rango, a las siguientes:

- Desconexión de la L/T Esclusas – EAR1 230 kV que provoca la sobrecarga en la L/T Esclusas – Trinitaria de hasta 156,55 %.
- Desconexión de la L/T Esclusas – Trinitaria 230 kV que provoca la sobrecarga en la L/T Nueva Salitral – Trinitaria de hasta 156,55 %.
- Desconexión de la L/T Nueva Salitral – Trinitaria 230 kV que provoca la sobrecarga de hasta el 130,62 % en la L/T Nueva Salitral – EAR1.
- Desconexión de la L/T Nueva Salitral – EAR1 230 kV que provoca la sobrecarga en la L/T Esclusas – Trinitaria de hasta 147,57 %.
- Desconexión del transformador ATQ de la subestación Caraguay que provoca la sobrecarga de la L/T Esclusas – Trinitaria 230 kV de hasta el 102,59 %.
- Desconexión del transformador ATT de la subestación Esclusas que provoca la sobrecarga de la L/T Esclusas – Trinitaria 230 kV de hasta el 102,57 %.
- Desconexión de la L/T Durán – Esclusas 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia.
- Desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia.

6.3.4. Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos 230 kV

Se identifican como contingencias críticas, aquellas que presentan no convergencia del flujo de potencia y variables fuera de rango, a las siguientes:

- Desconexión de un circuito de la L/T Palestina – Chorrillos de 230 kV que provoca una sobrecarga de 110,02 % en el circuito paralelo.
- Desconexión de la L/T Taday – Durán de 230 kV que provoca caídas de voltaje en las barras Milagro y Durán de hasta 0,946 p.u. e incluso la no convergencia del flujo por bajos voltajes en la zona.
- Desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que puede provocar bajos voltajes en Milagro de 0,949 p.u. e incluso la no convergencia del flujo por bajos voltajes en la zona.
- Desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 230 kV que provoca una cargabilidad de 124,06 % en la L/T Chorrillos - Nueva Salitral de 230 kV.
- Desconexión de un circuito de la L/T Chorrillos – Pascuales de 230 kV que provoca cargabilidades de hasta el 125,17 % en los circuitos paralelos en escenarios secos.
- Desconexión de la L/T Chorrillos - Nueva Salitral de 230 kV que provoca una cargabilidad de 112,59 % en la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 230 kV.
- Desconexión de la L/T Orquídeas – Pascuales de 230 kV que provoca caídas de voltaje en la barra de Milagro 230 kV de hasta 0,935 p.u. y sobrecargas en la L/T Milagro – Orquídeas de 230 kV de hasta el 101,61 %.

- Desconexión de la L/T Molino – Pascuales de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia debido a bajos voltajes en la zona.
- Desconexión de la L/T Dos Cerritos – Pascuales de 230 kV que provoca una cargabilidad de 103,2 % en la L/T Orquídeas – Pascuales de 230 kV.
- Desconexión de un transformador 500/230 kV de la S/E Chorrillos, que provoca sobrecargas de hasta 128,16 % en el transformador paralelo.
- Desconexión de un transformador 230/138 kV de la S/E Pascuales, que provoca sobrecargas de hasta 119,76 % en el transformador paralelo.

7. CORTOCIRCUITOS

Se realiza un estudio de corto circuitos en las subestaciones que se encuentran en la zona de estudio las cuales serán indicadas dentro de cada literal que pertenecen a cada una de las alternativas analizadas.

Este análisis de cortocircuito abarca las tres condiciones de demanda (máxima, media y mínima) para cada caso de estudio dentro de los años 2031 y 2032.

Considerar la siguiente simbología:

- Sk'' : Potencia de corto circuito (MVA)
- Ik'' : Corriente inicial de corto circuito (kA)
- Ip : Corriente pico de corto circuito (kA)

A continuación, se presentan los valores de corrientes de falla trifásica y monofásica realizadas en las subestaciones mencionadas.

7.1. Línea Base:

7.1.1. Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 7.1, se identifica que la corriente máxima de cortocircuito en el escenario base para la zona de estudio asociada a la S/E San Idelfonso 230 kV es de 22.99 kA, valor que se registra en la S/E Pasaje a nivel de 230 kV.

Tabla 7.1. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Línea base zona S/E San Idelfonso 230 kV.

Barra	Falla Trifásica			Falla Fase Tierra		
	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)
B_Puerto_Inca_138	4.7	1124.24	10.03	4.96	395.5	10.58
B_San_Idelfonso_230	19.09	7604.99	49.22	21.63	2871.71	55.75
B_Pasaje_230	19.66	7832.03	51.54	22.99	3052.98	60.27
B_San_Idelfonso_138	14.76	3529.17	38.75	16.57	1320.48	43.49
B_Machala_230	13.38	5330.13	33.76	13.98	1855.96	35.27
B_Machala_138	9.94	2374.86	24.23	10.42	830.36	25.41
B_Milagro_230	21.33	8497.53	52.82	20.8	2762.53	51.51
B_TGM_U_230	14.86	5921.35	38.03	16.86	2238.66	43.13
B_Milagro_138	9.03	2158.43	23.42	10.12	806.4	26.25
B_Machala_69	17.59	2101.65	45.56	21.64	861.96	56.05
B_Pasaje_500	12.51	10835.57	33.08	11.48	3313.05	30.34

7.1.1. Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV

Tabla 7.2. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Línea base con conexión a S/E Esclusas 230 kV.

Barra	Falla Monofásica			Falla Trifásica		
	Ikss	ip	Skss	Ikss	Ip	Skss
B Chorrillos 230	41,52	106,44	5513,95	30,79	78,93	12266,35
B Duran 230	17,36	42,81	2304,82	16,04	39,57	6390,88
B Esclusas 138	9,34	25,4	744,28	7,17	19,49	1713,6
B Esclusas 230	20,58	51,19	2732,43	17,55	43,65	6990,66
B Esclusas 69	15,9	42,59	633,57	12,56	33,64	1501,21
B Nueva Prosperina 230	19,48	48,45	2586,34	18,4	45,78	7330,9
B Nueva Salitral 230	20,85	51,93	2768,29	19,36	48,3	7711,99
B Pascuales 138	39,84	102,84	3174,19	32,76	84,06	7829,32
B Salitral 138	22,53	54,56	1795,02	21,24	51,43	5076,24
B Trinitaria 138	21,65	53,84	1724,63	19,23	47,84	4597,27
B Trinitaria 230	17,7	44,13	2350,05	16,98	42,33	6762,42

7.1.2. Zona de influencia S/E Chorrillos 230 kV

Tabla 7.3. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Línea base zona S/E Chorrillos 230 kV.

S/E	Falla Trifásica			Falla Fase Tierra		
	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)
B Chongon 230	22,2	8844	55,81	22,8	3028	57,45
B Chorrillos 230	30,79	12266	78,93	41,52	5514	106,44
B Chorrillos 500	10,55	9135	27,75	10,67	3081	28,08
B CicloCombinado 230	14,78	5886	38,27	20,22	2685	52,37
B Dos Cerritos 230	17,6	7011	43,58	16,27	2160	40,35
B Duran 230	16,04	6391	39,57	17,41	2312	42,89
B Milagro 230	20,14	8023	49,89	20,28	2694	50,25
B Molino 230	26,15	10419	66,89	28,71	3813	73,43
B Palestina 230	12,48	4972	30,6	11,76	1562	28,84
B Pascuales 138	32,76	7829	84,06	39,84	3174	102,24
B Pascuales 230	29	11551	73,72	36,35	4827	92,7
B Taday 230	31,47	12538	80,9	32,52	4319	83,59

7.2. Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 7.4, se identifica que la corriente máxima de cortocircuito para la zona de estudio asociada a la S/E San Idelfonso 230 kV es de 36.62 kA, valor que se registra en la S/E San Idelfonso a nivel de 230 kV.

Tabla 7.4. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Alternativa 1.

S/E	Falla Trifásica			Falla Fase Tierra		
	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)
B Puerto Inca 138	4.78	1141.91	10.16	5.03	400.45	10.69
B San Idelfonso 230	26.75	10655.58	69.81	35.62	4730.64	92.98
B Pasaje 230	24.32	9688.02	63.71	28.26	3753.23	74.05
B San Idelfonso 138	16.26	3887.49	43.05	18.47	1471.41	48.88
B Machala 230	16.67	6642.26	42.17	17.37	2306.82	43.93
B Machala 138	10.65	2545.87	26.01	11.1	884.45	27.11
B Milagro 230	21.82	8691.61	53.93	21.07	2798.26	52.09

S/E	Falla Trifásica			Falla Fase Tierra		
	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)
B_TGM_U_230	18.28	7280.56	46.84	20.56	2730.36	52.7
B_Milagro_138	9.12	2180.45	23.63	10.2	812.45	26.42
B_MAchala_69	18.82	2248.8	48.97	23.14	921.89	60.23
B_Pasaje_500	13.09	11331.97	34.71	11.99	3461.4	31.77

7.1. Alternativa 2: Conexión a la subestación Esclusas 230 kV

Tabla 7.5. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Alternativa 2.

Barra	Falla Monofásica			Falla Trifásica		
	Ikss	ip	Skss	Ikss	ip	Skss
B_Chorrillos_230	45,42	116,67	6031,83	33,98	87,28	13536,01
B_Duran_230	18,99	46,93	2521,23	17,74	43,85	7067,99
B_Esclusas_138	10,22	28,13	814,08	7,74	21,32	1850,98
B_Esclusas_230	34,47	87,82	4577,35	25,23	64,28	10050,16
B_Esclusas_69	17,16	46,41	683,72	13,44	36,33	1605,77
B_Nueva_Proesperina_230	21,75	54,33	2888,83	21,03	52,45	8378,95
B_Nueva_Salitral_230	25,35	63,77	3366,83	23,77	59,75	9468,47
B_Pascuales_138	41,83	108,43	3333,16	34,51	88,74	8248,75
B_Pascuales_230	39,3	100,38	5218,11	31,82	80,91	12676,92
B_Salitral_138	23,48	57,51	1870,76	21,73	52,52	5192,82
B_Trinitaria_138	22,56	56,37	1797,47	19,98	49,91	4774,62
B_Trinitaria_230	23,79	60,16	3158,68	22,39	56,62	8918,53

7.2. Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos 230 kV

Tabla 7.6. Máximas corrientes de cortocircuito por barra – Alternativa 3.

S/E	Falla Trifásica			Falla Fase Tierra		
	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)	Ik (kA)	Sk (MVA)	ip (kA)
B_Chongon_230	23,53	9372,86	59,06	23,46	3114,76	58,88
B_Chorrillos_230	34,59	13778,21	88,5	45,97	6104,39	118,11
B_Chorrillos_500	10,96	9491,3	28,92	10,96	3162,56	28,91
B_CicloCombinado_230	14,78	5886,33	38,27	20,22	2685,3	52,37
B_Dos_Cerritos_230	18,54	7384,71	45,84	16,74	2222,7	41,48
B_Duran_230	16,41	6538,64	40,43	17,65	2343,69	43,45
B_Milagro_230	20,69	8242,56	51,18	20,63	2739,9	51,04
B_Molino_230	25,51	10160,67	65,37	28,23	3748,79	72,36
B_Palestina_230	12,71	5063,26	31,14	11,9	1580,71	29,16
B_Pascuales_138	34,32	8202,93	88,32	41,37	3296,51	106,48
B_Pascuales_230	32,09	12783,97	81,63	39,28	5216,16	100,31
B_Taday_230	30,37	12097,53	78	31,74	4214,37	81,52

8. ANÁLISIS DINÁMICO

En esta etapa se realiza la evaluación dinámica de contingencias N-1 críticas, previamente identificadas en ESE. El objetivo es validar la seguridad dinámica del sistema eléctrico, en cumplimiento con los requisitos establecidos por la regulación nacional vigente. Esto incluye el monitoreo detallado de la estabilidad del sistema, abarcando aspectos como la respuesta dinámica de voltaje, frecuencia en subestaciones clave, y el comportamiento angular de las unidades de generación ante perturbaciones.

El análisis dinámico únicamente se lo realiza en la alternativa 3. Para el caso de contingencias en líneas de transmisión se simula una falla trifásica franca y el despeje (apertura de interruptores) de la misma 100 ms después, mientras que para el transformador se simula la desconexión súbita del elemento.

8.1. Alternativa 3: Conexión a la S/E Chorrillos de 230 kV

Para esta alternativa se realiza el análisis dinámico de la falla y despeje en uno de los tres circuitos de la línea de transmisión de conexión del proyecto de ciclo combinado a la S/E Chorrillos de 100 km.

El análisis dinámico realizado demuestra que el sistema eléctrico mantiene una estabilidad óptima ante la contingencia evaluada. No se presenta pérdida de sincronismo ya que no se registran desviaciones significativas, los parámetros críticos de operación, tales como el voltaje, la frecuencia y las cargabilidades se encuentran dentro de los límites permisibles de operación, lo que asegura un funcionamiento seguro y eficiente del sistema, incluso en situaciones de estrés o alteraciones.

9. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica de cada una de las alternativas propuestas en el presente informe no se desarrolla en esta etapa, debido a que dicho análisis forma parte del proceso de estructuración de PPS.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

10.1. Análisis de pérdidas

10.1.1. ALTERNATIVA 1

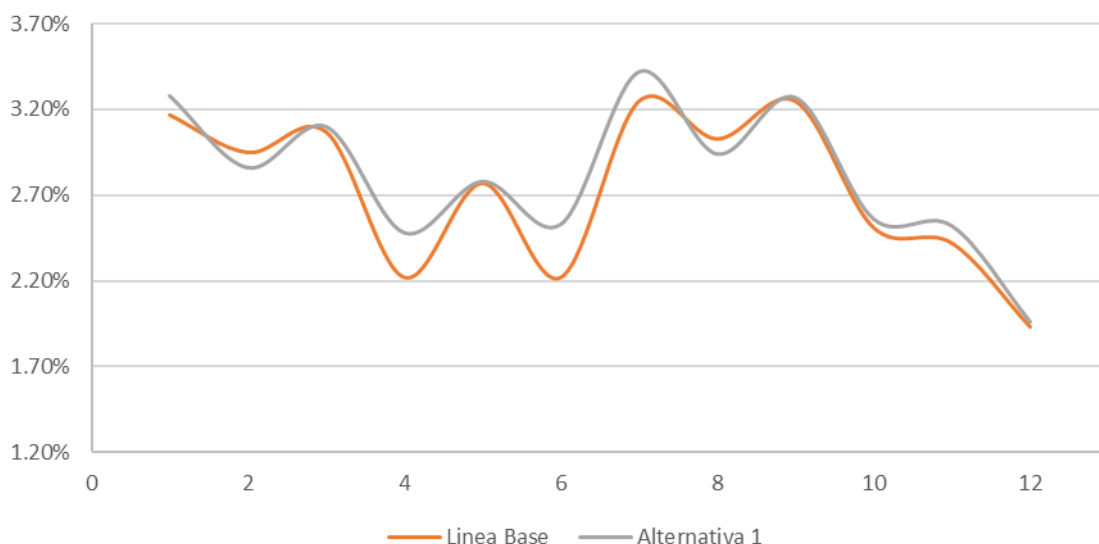


Figura 10.1. Pérdidas del sistema de la alternativa 1.

En la Figura 10.1 se observar que las pérdidas correspondientes a la alternativa 1 presentan variaciones leves respecto a la línea base, con incrementos puntuales en algunos escenarios intermedios y reducciones en otros. En determinados casos, especialmente en la parte media del horizonte analizado, la alternativa 1 registra valores superiores al caso base; sin embargo, estas diferencias se mantienen dentro de un margen reducido y no evidencian una tendencia sostenida de incremento. En términos generales, el comportamiento de la alternativa 1 es similar al de la línea base, sin impactos relevantes en el nivel global de pérdidas del sistema.

10.1.2. ALTERNATIVA 2

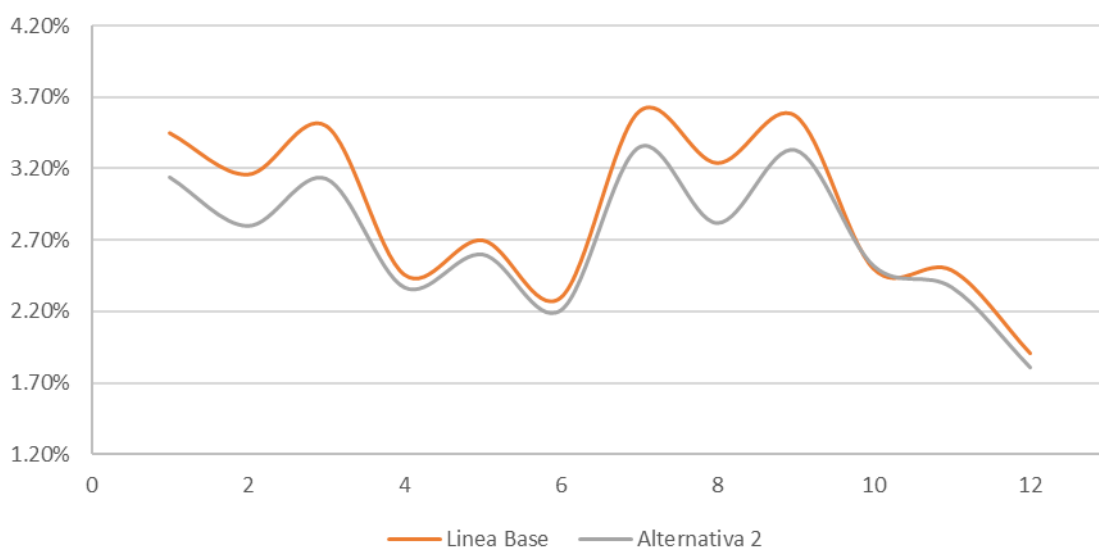


Figura 10.2. Pérdidas del sistema de la alternativa 2.

En la Figura 10.2 se puede observar que las pérdidas asociadas a la alternativa 2 se mantienen ligeramente por debajo de la línea base en la mayoría de los casos evaluados. El comportamiento presenta reducciones más evidentes en los primeros y últimos escenarios, sin registrarse incrementos significativos respecto al caso base. En términos generales, la alternativa 2 muestra una leve mejora en el desempeño del sistema desde la perspectiva de pérdidas técnicas, manteniéndose dentro de un rango muy cercano a la línea base.

10.1.3. ALTERNATIVA 3

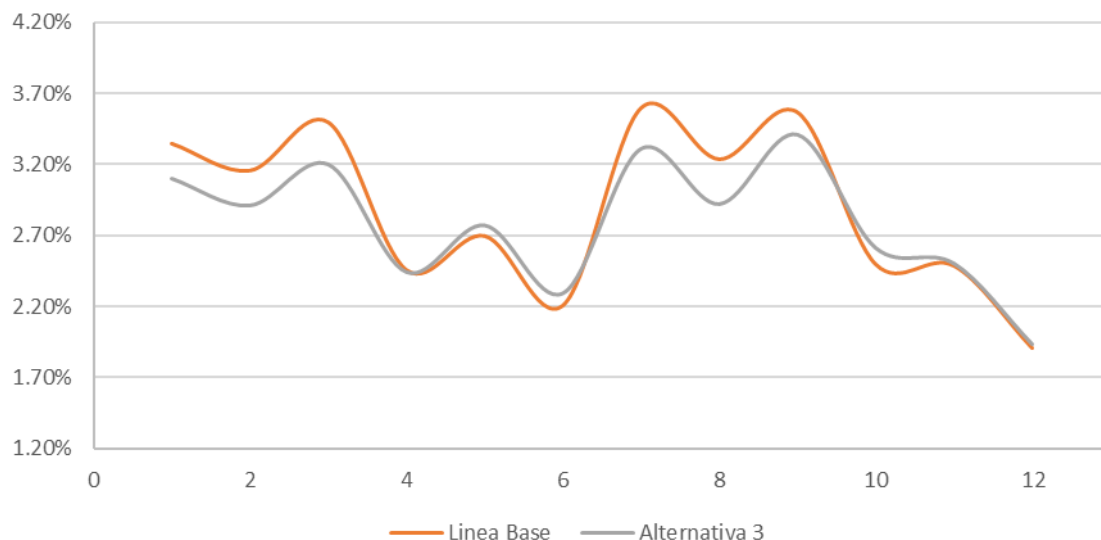


Figura 10.3. Pérdidas del sistema de la alternativa 3.

En la Figura 10.3 se observa que las pérdidas correspondientes a la Alternativa 3 presentan un comportamiento oscilatorio respecto a la Línea Base. En los primeros casos de estudio se evidencian valores ligeramente inferiores, seguidos de incrementos puntuales y posteriores reducciones, manteniéndose en general dentro de un rango muy cercano al caso base. Las variaciones observadas son marginales y no muestran una tendencia creciente sostenida en el nivel de pérdidas del sistema.

10.2. Flujos de Potencia

10.2.1. Línea Base

10.2.1.1. Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV

En condiciones normales de operación, como se puede observar en Tabla 6.5, se presentan bajos voltajes en la S/E Puerto Inca 138 kV y en la S/E Machala 230 kV.

El valor mínimo de voltaje para la S/E Puerto Inca 138 kV se presenta en el escenario de demanda media en el periodo lluvioso en el año 2032 con un valor de 0.936 p.u. y para la S/E Machala 230 kV el valor mínimo de voltaje se presenta en el escenario de demanda media en periodo lluvioso en el año 2031 con un valor de 0.967 p.u.

En cuanto a cargabilidad de líneas, todas se encuentran dentro del rango de operación normal del sistema. Sin embargo, con respecto a la cargabilidad de transformadores se produce una sobrecarga en el transformador de la S/E Pasaje 230/500 kV (T_PASA_3U_1) en el año 2031 y 2032 en escenarios de demanda media en periodo lluvioso con valores de 113.57% y 101.1% de cargabilidad respectivamente.

El mayor porcentaje de pérdidas que se presenta en la zona de influencia es de 3.25% en los escenarios de demanda máxima y mínima en los periodos lluviosos para el año 2032.

10.2.1.2. Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV

Los resultados de flujos de potencia en condiciones normales de operación muestran que la zona de influencia para la conexión a la S/E Esclusas 230 kV del ciclo combinado posee las siguientes variables fuera de los rangos establecidos:

- Bajos voltajes en Durán, Chorrillos, Esclusas, Nueva Prosperina, Nueva Salitral, Trinitaria de hasta 0,954 p.u.
- Cargabilidades en la L/T Taday – Esclusas de hasta 84,33 %.
- Cargabilidades en la L/T Taday – Durán de hasta 83,13 %.

10.2.1.3. Zona de influencia S/E Chorrillos 230 kV

Los resultados de flujos de potencia en condiciones normales de operación muestran que la zona de influencia de la S/E Chorrillos 230 kV posee las siguientes variables fuera de los rangos establecidos:

- Barra Chorrillos 500 kV bajos voltajes de hasta 0,935 p.u.
- Bajos voltajes en Palestina, Pascuales, Dos Cerritos, Milagro, Esclusas y Durán de hasta 0,951 p.u.
- Cargabilidades en la L/T Taday - Durán de hasta 84,33 %.
- Cargabilidades en la L/T Chorrillos – Pascuales de hasta 85,19 %.
- Cargabilidades en los transformadores 500/230 kV de hasta 110,74 %.

10.2.2. Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso de 230 kV

En condiciones normales de operación, como se puede observar en la Tabla 6.8, se presentan bajos voltajes en las S/E Machala 138 kV, S/E Pasaje 500 kV, S/E San Idelfonso 138 kV, S/E Puerto Inca 138 kV y S/E Milagro 230 kV, siendo sus valores:

- S/E Machala 138 kV: voltaje 1.041 p.u. en el escenario de demanda máxima en el periodo lluvioso en el año 2031
- S/E Pasaje 500 kV: voltaje 1.036 p.u. en el escenario de demanda máxima en el periodo lluvioso en el año 2031
- S/E San Idelfonso 138 kV: voltaje 1.041 p.u. en el escenario de demanda máxima en el periodo lluvioso en el año 2031
- S/E Puerto Inca 138 kV: voltaje 0.95 p.u. en el escenario de demanda máxima en el periodo lluvioso en el año 2032
- S/E Milagro 230 kV: voltaje 0.96 p.u. en el escenario de demanda máxima en el periodo lluvioso en el año 2032

En cuanto a cargabilidad de líneas y transformadores, todos los elementos se encuentran dentro del rango de operación normal del sistema.

El mayor porcentaje de pérdidas que se presenta en la zona de influencia es de 3.42% en el escenario de demanda máxima en el periodo lluvioso para el año 2032.

10.2.3. Alternativa 2: Conexión a la subestación Esclusas

Los resultados de flujos de potencia en condiciones normales de operación muestran que la zona de influencia de la S/E Esclusas para el caso de conexión del ciclo combinado a 230 kV posee las siguientes variables fuera de los rangos establecidos:

- Se eliminan los bajos voltajes en las barras de la zona de influencia con respecto al caso base por la capacidad de regulación de voltaje del proyecto de ciclo combinado.
- Se presentan cargabilidades en la L/T Esclusas – Trinitaria de hasta 94,52 % que no se encontraban en el caso base.
- Se presenta una cargabilidad en la L/T Nueva Salitral – EAR1 de 81,45 % que no se encontraban en el caso base.}

10.2.4. Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos de 230 kV

Los resultados de flujos de potencia en condiciones normales de operación muestran que la zona de influencia de la S/E Chorrillos 230 kV posee las siguientes variables fuera de los rangos establecidos:

- Se mantienen los bajos voltajes en Chorrillos 500 kV de hasta 0,955 p.u.
- Se mantienen algunas cargabilidades elevadas en la L/T Chorrillos – Pascuales de hasta 87,9 %.
- Se mantiene la condición de cargabilidades elevadas en los transformadores 500/230 kV de la S/E Chorrillos de hasta 87,78 %.

10.3. ESE

10.3.1. Línea Base

10.3.1.1. Zona de influencia S/E San Idelfonso 230 kV

De los resultados obtenidos, no se identifican contingencias críticas que ocasionen la no convergencia de flujos de potencia.

10.3.1.2. Zona de influencia S/E Esclusas 230 kV

Se identifican como contingencias críticas, aquellas que presentan no convergencia del flujo de potencia y variables fuera de rango, a las siguientes:

- Desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina 230 kV que provoca una sobrecarga en la L/T Chorrillos – Nueva Salitral de 117,95 %.
- Desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Salitral 230 kV que provoca una sobrecarga en la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 107,46 %.
- Desconexión de la L/T Esclusas – Trinitaria 230 kV que provoca una sobrecarga en la L/T Nueva Salitral – Trinitaria de 101,58 %.

- Desconexión de un circuito de la L/T Pascuales – Salitral 138 kV que provoca una sobrecarga en el circuito paralelo de 100,32 %.
- Desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que provoca bajos voltajes en las S/E Durán, Esclusas, Nueva Salitral y Trinitaria de hasta 0,933 p.u.
- Desconexión del transformador ATT de la subestación Trinitaria que provoca la sobrecarga de la L/T Pascuales – Salitral de 138 kV de hasta el 105,89 % y bajos voltajes en Trinitaria 138 kV de hasta 0,943 p.u.
- Desconexión de la L/T Durán – Esclusas 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia.
- Desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia.

10.3.1.3. Zona de influencia S/E Chorrillos 230 kV

Se identifican como contingencias críticas, aquellas que presentan no convergencia del flujo de potencia y variables fuera de rango, a las siguientes:

- Desconexión de un circuito de la L/T Dos Cerritos – Milagro de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia debido a bajos voltajes en la zona.
- Desconexión de la L/T Taday – Durán de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia debido a bajos voltajes en la zona.
- Desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia debido a bajos voltajes en la zona.
- Desconexión de un circuito de la L/T Chorrillos – Chongón de 230 kV que provoca una cargabilidad de 124,06 % en la L/T Chorrillos - Nueva Salitral de 230 kV.
- Desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 230 kV que provoca una sobrecarga de 117,95 % en la L/T Chorrillos – Nueva Salitral de 230 kV.
- Desconexión de un circuito de la L/T Chorrillos – Pascuales de 230 kV que provoca cargabilidades de hasta el 114,86 % en los circuitos paralelos.
- Desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Salitral que provoca una sobrecarga de 107,46 % en la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 230 kV.
- Desconexión de la L/T Orquídeas – Pascuales de 230 kV que provoca bajos voltajes en Milagro y Durán de hasta 0,92 p.u. e incluso la no convergencia del flujo por bajos voltajes en escenarios lluviosos.
- Desconexión de la L/T Molino – Pascuales de 230 kV que provoca bajos voltajes en Milagro y Durán de hasta 0,943 p.u. e incluso la no convergencia del flujo por bajos voltajes en escenarios lluviosos.
- Desconexión de un circuito de la L/T Dos Cerritos – Pascuales de 230 kV que provoca bajos voltajes en Dos Cerritos, Milagro y Durán de hasta 0,93 p.u.
- Desconexión de un transformador 500/230 kV de la S/E Chorrillos, que provoca sobrecargas de hasta 127,26 % en el transformador paralelo.
- Desconexión de un transformador 230/138 kV de la S/E Pascuales, que provoca sobrecargas de hasta 118 % en el transformador paralelo.

- Desconexión de la L/T Durán – Esclusas de 230 kV que provoca bajos voltajes en Milagro y Durán de hasta 0,946 p.u.
- Desconexión de la L/T Milagro – Durán de 230 kV que provoca un bajo voltaje en Milagro de 0,949 p.u.

10.3.2. Alternativa 1: Conexión a la S/E San Idelfonso 230 kV

De los resultados obtenidos, no se identifican contingencias críticas que ocasionen la no convergencia de flujos de potencia.

Ante todas las contingencias que se han tomado en cuenta para realizar el estudio, descritas en la Tabla 6.2, se presentan bajos voltajes en la S/E Puerto Inca 138 kV. El menor voltaje se presenta ante la salida de uno de los circuitos L/T Puerto Inca – San Idelfonso 138 kV con un valor de 0.914 p.u.

10.3.3. Alternativa 2: Conexión a la S/E Esclusas 230 kV

Se identifican como contingencias críticas, aquellas que presentan no convergencia del flujo de potencia y variables fuera de rango, a las siguientes:

- Desconexión de la L/T Esclusas – EAR1 230 kV que provoca la sobrecarga en la L/T Esclusas – Trinitaria de hasta 156,55 %.
- Desconexión de la L/T Esclusas – Trinitaria 230 kV que provoca la sobrecarga en la L/T Nueva Salitral – Trinitaria de hasta 156,55 %.
- Desconexión de la L/T Nueva Salitral – Trinitaria 230 kV que provoca la sobrecarga de hasta el 130,62 % en la L/T Nueva Salitral – EAR1.
- Desconexión de la L/T Nueva Salitral – EAR1 230 kV que provoca la sobrecarga en la L/T Esclusas – Trinitaria de hasta 147,57 %.
- Desconexión del transformador ATQ de la subestación Caraguay que provoca la sobrecarga de la L/T Esclusas – Trinitaria 230 kV de hasta el 102,59 %.
- Desconexión del transformador ATT de la subestación Esclusas que provoca la sobrecarga de la L/T Esclusas – Trinitaria 230 kV de hasta el 102,57 %.
- Desconexión de la L/T Durán – Esclusas 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia.
- Desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia.

10.3.4. Alternativa 3: Conexión a la subestación Chorrillos 230 kV

Se identifican como contingencias críticas, aquellas que presentan no convergencia del flujo de potencia y variables fuera de rango, a las siguientes:

- Con respecto al caso base, se identifica una nueva sobrecarga de 110,02% en un circuito de la L/T Palestina – Chorrillos de 230 kV ante la salida del circuito paralelo.
- Se mantiene como crítica la desconexión de la L/T Taday – Durán de 230 kV que provoca caídas de voltaje en las barras Milagro y Durán e incluso la no convergencia del flujo por bajos voltajes en la zona.

- Se mantiene como crítica la desconexión de la L/T Taday – Esclusas de 230 kV que puede provocar bajos voltajes en Milagro e incluso la no convergencia del flujo por bajos voltajes en la zona.
- Se mantiene como crítica la desconexión de la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 230 kV que provoca una sobrecarga en la L/T Chorrillos - Nueva Salitral de 230 kV.
- Se mantiene como crítica la desconexión de un circuito de la L/T Chorrillos – Pascuales de 230 kV que provoca sobrecargas en los circuitos paralelos en escenarios secos.
- Se mantiene como crítica la desconexión de la L/T Chorrillos - Nueva Salitral de 230 kV que provoca una sobrecarga en la L/T Chorrillos – Nueva Prosperina de 230 kV.
- Se mantiene como crítica la desconexión de la L/T Orquídeas – Pascuales de 230 kV que provoca caídas de voltaje en la barra de Milagro 230 kV y sobrecargas en la L/T Milagro – Orquídeas de 230 kV.
- Se mantiene como crítica la desconexión de la L/T Molino – Pascuales de 230 kV que puede provocar la no convergencia del flujo de potencia debido a bajos voltajes en la zona.
- Se mantiene como crítica la desconexión de la L/T Dos Cerritos – Pascuales de 230 kV que provoca una sobrecarga en la L/T Orquídeas – Pascuales de 230 kV.
- Se mantiene como crítica la desconexión de un transformador 500/230 kV de la S/E Chorrillos, que provoca sobrecargas en el transformador paralelo.
- Se mantiene como crítica la desconexión de un transformador 230/138 kV de la S/E Pascuales, que provoca sobrecargas en el transformador paralelo.

10.4. Cortocircuitos

En las siguientes tablas, se presenta la comparación de las corrientes iniciales de cortocircuito entre los distintos escenarios: línea base vs. cada una de las alternativas. Esta comparación permite identificar los aportes adicionales de corriente de cortocircuito que se generan con el ingreso de la nueva generación según cada alternativa, y evaluar si los valores obtenidos se mantienen dentro de los límites de capacidad de los interruptores instalados en la subestación correspondiente.

Tabla 10.1. Comparación de corrientes iniciales de cortocircuito Línea Base - Alternativa 1.

S/E	Falla Trifásica			Falla Fase Tierra		
	S/E SAN IDELFONSO	CASO BASE	Δ Ik (kA)	S/E SAN IDELFONSO	CASO BASE	Δ Ik (kA)
	Ik (kA)			Ik (kA)		
B_Puerto_Inca_138	4.78	4.7	0.08	5.03	4.96	0.07
B_San_Idelfonso_230	26.75	19.09	7.66	35.62	21.63	13.99
B_Pasaje_230	24.32	19.66	4.66	28.26	22.99	5.27
B_San_Idelfonso_138	16.26	14.76	1.5	18.47	16.57	1.9
B_Machala_230	16.67	13.38	3.29	17.37	13.98	3.39
B_Machala_138	10.65	9.94	0.71	11.1	10.42	0.68
B_Milagro_230	21.82	21.33	0.49	21.07	20.8	0.27
B_TGM_U_230	18.28	14.86	3.42	20.56	16.86	3.7

S/E	Falla Trifásica			Falla Fase Tierra		
	S/E SAN IDELFONSO	CASO BASE	ΔI_k (kA)	S/E SAN IDELFONSO	CASO BASE	ΔI_k (kA)
	I_k (kA)			I_k (kA)		
B_Milagro_138	9.12	9.03	0.09	10.2	10.12	0.08
B_MAchala_69	18.82	17.59	1.23	23.14	21.64	1.5
B_Pasaie_500	13.09	12.51	0.58	11.99	11.48	0.51

Tabla 10.2. Comparación de corrientes iniciales de cortocircuito Línea Base - Alternativa 2.

S/E	Falla Trifásica			Falla Fase Tierra		
	S/E Esclusas	CASO BASE	ΔI_k (kA)	S/E Esclusas	CASO BASE	ΔI_k (kA)
	Ik (kA)			Ik (kA)		
B_Chorrillos_230	45,42	41,52	3,9	33,98	30,79	3,19
B_Duran_230	18,99	17,36	1,63	17,74	16,04	1,7
B_Esclusas_138	10,22	9,34	0,88	7,74	7,17	0,57
B_Esclusas_230	34,47	20,58	13,89	25,23	17,55	7,68
B_Esclusas_69	17,16	15,9	1,26	13,44	12,56	0,88
B Nueva Prosperina_230	21,75	19,48	2,27	21,03	18,4	2,63
B Nueva Salitral_230	25,35	20,85	4,5	23,77	19,36	4,41
B Pascuales_138	41,83	39,84	1,99	34,51	32,76	1,75
B Salitral_138	23,48	22,53	0,95	21,73	21,24	0,49
B Trinitaria_138	22,56	21,65	0,91	19,98	19,23	0,75
B Trinitaria_230	23,79	17,7	6,09	22,39	16,98	5,41

Tabla 10.3. Comparación de corrientes iniciales de cortocircuito Línea Base - Alternativa 3.

S/E	Falla Trifásica			Falla Fase Tierra		
	S/E CHORRILLOS	CASO BASE	Δ Ik (kA)	S/E CHORRILLOS	CASO BASE	Δ Ik (kA)
	Ik (kA)			Ik (kA)		
B_Chongon_230	23,53	22,2	1,33	23,46	22,8	0,66
B_Chorrillos_230	34,59	30,79	3,8	45,97	41,52	4,45
B_Chorrillos_500	10,96	10,55	0,41	10,96	10,67	0,29
B_CicloCombinado_230	14,78	14,78	0	20,22	20,22	0
B_Dos_Cerritos_230	18,54	17,6	0,94	16,74	16,27	0,47
B_Duran_230	16,41	16,04	0,37	17,65	17,41	0,24
B_Milagro_230	20,69	20,14	0,55	20,63	20,28	0,35
B_Molino_230	25,51	26,15	-0,64	28,23	28,71	3,21
B_Palestina_230	12,71	12,48	0,23	11,9	11,76	3,21
B_Pascuales_138	34,32	32,76	1,56	41,37	39,84	3,21
B_Pascuales_230	32,09	29	3,09	39,28	36,35	3,21
B_Taday_230	30,37	31,47	-1,1	31,74	32,52	3,21

En la Tabla 10.1 se puede observar que con el ingreso del proyecto en la S/E San Idelfonso 230 kV, se produce un incremento de las corrientes de cortocircuito por 13.99 kA, respecto a la línea base, en la S/E San Idelfonso 230 kV. El valor de corrientes alcanzado es de 35.62 kA y la subestación contempla la instalación de interruptores que tienen una capacidad nominal ≥ 31.5 kA. Esto indica que de ingresar la generación mediante esta alternativa se tendría que considerar interruptores con una capacidad nominal ≥ 40 kA.

De la Tabla 10.2 se puede observar que el ingreso del proyecto en la S/E Esclusas 230 kV, se produce un incremento de las corrientes de cortocircuito de hasta 13,89, respecto a la línea base. El valor de corrientes alcanzado es de 34.47 kA y la subestación contempla la instalación de interruptores de corriente de corte de 40 kA. Esto indica que de ingresar la generación mediante esta alternativa se tendría que considerar interruptores con una capacidad nominal corte ≥ 40 kA.

De la Tabla 10.3 se identifica que la conexión del proyecto de ciclo combinado a la S/E Chorrillos de 230 kV requeriría el incremento en la capacidad de los interruptores y equipamiento primario a una capacidad nominal de corte ≥ 50 kA.

En conclusión, el análisis de cortocircuito evidencia que la incorporación del proyecto genera incrementos significativos en los niveles de falla en las subestaciones evaluadas. Por ello, será necesario adecuar la capacidad de interrupción del equipamiento existente para garantizar la operación segura y confiable del sistema. Estas consideraciones deberán incorporarse en la planificación y diseño definitivo de la conexión del proyecto.

11. REFORZAMIENTOS DEL SNT REQUERIDOS POR ALTERNATIVA

Esta sección presenta las obras de reforzamiento que se requieren para garantizar la seguridad operativa del SNT en la zona de influencia del proyecto de generación de ciclo combinado, para cada uno de los puntos de conexión analizados.

Cabe mencionar que, conforme a lo descrito en la sección 6.1 (consideraciones generales), estas obras de reforzamiento son complementarias a aquellas requeridas para la conexión de los proyectos de EPESA.

Tabla 11.1. Requerimientos de reforzamientos en el SNT por alternativa de conexión.

GENERACIÓN 400 MW	Necesidad de reforzamiento por Cargabilidades	Capacidad de Interruptores
S/E SAN IDELFONSO 230 kV	- Transformador paralelo S/E Milagro 138/230 kV 225 MVA con sus bahías asociadas.	Reemplazo de interruptores y equipo primario con capacidad ≥ 40 kA S/E San Idelfonso
	- Dos bahías 230 kV para interconexión de ciclo combinado.	
	- Repotenciación de la L/T San Idelfonso - Milagro 230 kV considerando la soportabilidad de las estructuras de la misma.	
S/E CHORRILLOS 230 kV	- Tres bahías de línea 230 kV (S/E Chorrillos)	Reemplazo de interruptores y equipo primario con capacidad ≥ 50 kA S/E Chorrillos.
	- Línea doble circuito L/T Chorrillos – Central Ciclo Combinado 230 kV, 1200 ACAR 100 km.	
	- Nueva línea doble circuito L/T Chorrillos – Central Ciclo Combinado 230 kV, 1200 ACAR, montaje de un solo circuito 100 km.	
S/E ESCLUSAS 230 kV	- Repotenciación de la L/T Chorrillos - Palestina 230 kV considerando la soportabilidad de las estructuras de la misma.	No se requiere incremento de capacidad de los interruptores.
	- Repotenciación de la L/T Nueva Salitral - Esclusas 230 kV considerando la soportabilidad de las estructuras de la misma.	
	- Repotenciación de la L/T Esclusas - Trinitaria 230 kV considerando la soportabilidad de las estructuras de la misma	
	- Cambio completo de GIS en la S/E Trinitaria 230 kV	
	- Repotenciación de la L/T Nueva Salitral - Trinitaria 230 kV considerando la soportabilidad de las estructuras de la misma.	
	- Dos bahías 230 kV para interconexión de ciclo combinado (S/E Esclusas).	

El costo referencial de estas obras de reforzamiento identificadas por cada alternativa se presenta en la Tabla 11.2. El desglose de los mismos se presenta en el ANEXO 2.

Tabla 11.2. Resumen de costos asociados por alternativa.

GENERACIÓN 400 MW	Costos Referenciales Totales (USD) por obras de reforzamiento
S/E SAN IDELFONSO 230 kV	\$ 37.673.604,64
S/E ESCLUSAS 230 kV	\$ 18.702.622,82
S/E CHORRILLOS 230 Kv	\$ 90.442.319,84

12. CONCLUSIONES

- Del análisis de flujos de potencia en condiciones normales de operación, se identifica lo siguiente respecto a cada alternativa de conexión:
 - Alternativa 1: Con el ingreso del proyecto ciclo combinado de 400 MW, se reducen las cargabilidades que se presentaban en los transformadores en la línea base y no se presentan cargabilidades fuera de rango en las líneas de transmisión de la zona de influencia.

Existe un incremento en los voltajes de las subestaciones de las zonas de influencia, pero estos no salen del rango normal de operación del sistema.
 - Alternativa 2: Las condiciones de voltaje mejoran en la zona debido al aporte de la central de ciclo combinado. Adicionalmente, se incrementan las cargabilidades en el corredor Esclusas – Trinitaria - Nueva Salitral con respecto al caso base que pueden requerir reforzamiento en ambos casos.
 - Alternativa 3: Las condiciones de voltaje mejoran en la zona debido al aporte de la central de ciclo combinado. Adicionalmente, los análisis de regulación de voltaje muestran el requerimiento de tres circuitos para la conexión de la central de ciclo combinado bajo esta alternativa, dada la distancia entre la ubicación preliminar de la central (Monteverde) y la S/E Chorrillos.
- Del análisis de contingencias efectuado para cada alternativa de conexión y luego de la comparación con las condiciones sin proyecto, se identifica lo siguiente para cada caso:
 - Alternativa 1: Los niveles de voltaje en la zona de influencia presentan una mejora respecto a la línea base; sin embargo, en la S/E Puerto Inca 230 kV no se evidencia ningún cambio, manteniéndose así los valores bajos de voltaje en dicha subestación. Por otro lado, las cargabilidades de los elementos monitoreados mejoran significativamente, ya que, con el ingreso de la generación, no se registran sobrecargas en los componentes que conforman la zona de influencia.
 - Alternativa 2: se verifica el ingreso de la generación de ciclo combinado a la subestación Esclusas requiere la repotenciación del corredor Nueva Salitral – Trinitaria – Esclusas para cumplir con el criterio N-1 en ambos casos (con conexión del proyecto a 230 kV y con conexión a 230 kV y 138 kV). De forma adicional, el esquema de conexión a 138 kV y 230 kV del proyecto requeriría una repotenciación de transformador 230 / 138 kV de la subestación Esclusas.

- Alternativa 3: se verifica que las condiciones bajo condiciones de emergencia son similares a las del caso base e incluso presentan mejoría en términos de voltaje debido al aporte de la central de ciclo combinado. Sin embargo, se identifica una nueva contingencia crítica con respecto al caso base que indica el requerimiento de un reforzamiento en la L/T Chorrillos – Palestina de 230 kV.
- Del análisis de cortocircuitos, de forma general, se verifica que el impacto en los niveles de cortocircuito por ingreso del proyecto no viola los límites del equipamiento primario. Esto se atribuye a que, en las zonas de influencia analizadas, estos niveles son inicialmente bajos. Sin embargo, en el caso de conexión a las S/E San Idelfonso, Esclusas y Chorrillos, se verifica un alto nivel de corriente máxima de cortocircuito que puede requerir el cambio de interruptores y de equipo primario por unos de mayor capacidad.
- En base a los análisis técnicos desarrollados en el presente estudio, se determina que es factible la conexión del proyecto de generación en las alternativas evaluadas correspondientes a la S/E San Idelfonso 230 kV, S/E Esclusas 230 kV y S/E Chorrillos 230 kV; los resultados expuestos evidencian la factibilidad técnica en cada uno de los puntos de conexión analizados, condicionada a la ejecución de los reforzamientos del SNT previamente descritos en este documento, con el fin de garantizar el cumplimiento de los criterios de seguridad operativa y desempeño del SNT en la zona de influencia del proyecto.

13. ANEXOS

Anexo 1: Memoria de Cálculos

Anexo 2: Detalle de Costos de Alternativas