Preparado para:

CHINALCO

IT-RM-CHIN-05-2024

Estudio de Operatividad Conexión al SEIN del TCR 90MVAr en S.E. Toromocho 23 kV

Resumen Ejecutivo

Preparado por:

Luis Flores

Revisado por:

Rossmery Huamán

Aprobado por:

Miguel Rashta

Revisión:

REV-01

18 de setiembre de 2024

INDICE

1. ANTECEDENTES 3

2. OBJETIVO 3

3. UBICACIÓN 4

4. DESCRIPCIÓN DE LA S.E. TOROMOCHO 4

5. AÑO DE CONEXIÓN 6

6. RESUMEN DE LAS CARACTIRÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES 6

7. CONCLUSIONES 11

Anexo 1 - Ficha técnica del TCR 15

Anexo 2 – Planos de disposición 15

Anexo 3 – Diagrama unifilar 15

Anexo 4 – Cronograma 16

1. ANTECEDENTES

A. La vigencia del Estudio de Preoperatividad realizado en el 2019 expiró, por lo que se llevó a cabo su actualización en el 2022, la cual fue aprobado ese mismo año mediante carta COES/D/DP-1369-2022.

B. La vigencia del Estudio de Operatividad realizado en el 2020 expiró, por lo que se llevó a cabo su actualización en el 2022, dicho estudio fue aprobado ese mismo año mediante carta COES/D/DP-1575-2022.

C. Dado que la instalación del equipo TCR aún no se ha realizado dentro del plazo establecido tras la aprobación del Estudio de Operatividad (ítem 2), es necesario actualizar dicho estudio. Por lo tanto, mediante la carta MCP-TEPCOES-019-2024 del 19 de febrero de 2024, se solicitó los alcances para el estudio de Pre-Operatividad. El COES, a través de la carta COES/D/DP-190-2024 de fecha 28 de febrero de 2024, proporcionó los alcances para la conexión al SEIN de un equipo TCR (Thyristor-controlled reactor) de 90 MVAR en la S.E. Toromocho.

D. Con carta COES/D/DP-538-2024, de fecha 06 de junio del 2024, fue aprobado el Estudio de Preoperatividad.

E. El COES, a través de la carta COES/D/DP-685-2024, de fecha 17 de julio del 2024, proporcionó los alcances para el estudio de operatividad “CONEXIÓN EN 23 kV DE UN TCR DE 90 MVAr EN LA S.E. TOROMOCHO”.

2. OBJETIVO

Dar a conocer las principales características y resultados de los estudios eléctricos del proyecto de conexión al SEIN del TCR 90 MVAR en la S.E. Toromocho 23 kV.

3. UBICACIÓN

El TCR se instalará en la SE Toromocho que está ubicada en el distrito de Morococha Provincia de Yauli Departamento de Junín, a 5 horas vía terrestre al Este de Lima. A la zona del proyecto se tiene disponibilidad de carretera asfaltada hasta la posición de entrada principal a la mina y vía férrea hasta las proximidades de la zona del proyecto.

Figura 1. Ubicación de la Subestación Toromocho

4. DESCRIPCIÓN DE LA S.E. TOROMOCHO

La subestación Toromocho en 220 kV tiene una configuración en simple barra y está actualmente formado por seis (06) bahías existentes, como se indica a continuación:

- Tres (04) bahías de transformación.
- Dos (02) bahías de línea (línea L2284 y L2285 desde la SE Pomacocha).

El conductor de la barra, equipos de las bahías de línea y transformación es AAAC 683.4 mm2 (1349 MCM).

En el patio se encuentran cuatro (04) transformadores existentes de 220/23 kV de 75/100/110 MVA (ONAN/ONAF1/ONAF2).

En 23 kV cada transformador cuenta con su propia barra, es decir actualmente se cuenta con cuatro barras 1, 2, 3 y 4, las cuales operan permanentemente acopladas.

Actualmente para reducir los niveles de corriente de cortocircuito en el nivel de 23 kV, en la celda de acoplamiento entre las barras 2 y 3, se cuenta con un equipo limitador de corriente denominado ABB IS-Limiter, que interrumpe la corriente de cortocircuito que fluye a través de él.

En la barra 1, se cuenta con un molino Bola de 22 MW como carga principal y un sistema de filtros de armónicos sintonizados a las armónicas de orden 3, 4, 5, 6, 11 y 17 con un total de 28.86 MVAr a 60 Hz.

En la barra 2, se cuenta con un molino SAG de 28 MW como carga principal y un sistema de filtros de armónicos sintonizados a las armónicas de orden 3, 4, 5, 6, 11, 17, 23 y 35 con un total de 38.36 MVAr a 60 Hz.

En la barra 3, al igual que en la barra 1, se cuenta con un molino Bola de 22 MW como carga principal y un sistema de filtros de armónicos sintonizados a las armónicas de orden 3, 4, 5, 6, 11 y 17 con un total de 28.86 MVAr a 60 Hz.

En la barra 4, se cuenta con un molino Bolas de 22 MW y un molino SAG de 13.5 MW como cargas principales, ambos con un factor de potencia de 0.78, asimismo se cuenta con un sistema de filtros de armónicos sintonizados a las armónicas de orden 3, 5, 7, 11, 17, 23 y 35 con un total de 38.54 MVAr a 60 Hz y el proyecto contempla la conexión del equipo TCR de 90 MVAR.

Se debe mencionar que todos los molinos operan a través de ciclo convertidores, los cuales inyectan armónicos a la red, por lo cual es importante la operación de los filtros para mantener la calidad de energía dentro de los rangos exigidos por la norma, así como mantener un adecuado factor de potencia.

Actualmente la mina presenta problemas de sobretensión en su red de media tensión, los cuales son ocasionados por eventos que se pueden dar en el sistema de transmisión en alta tensión o en la red de media tensión de la mina.

Con el fin de solucionar esta problemática la unidad minera, ha previsto la instalación de un TCR de 90 MVAR en su la barra 4 de la S.E. Toromocho en 23 kV.

El TCR entrará en operación en el mes de octubre del año 2024.

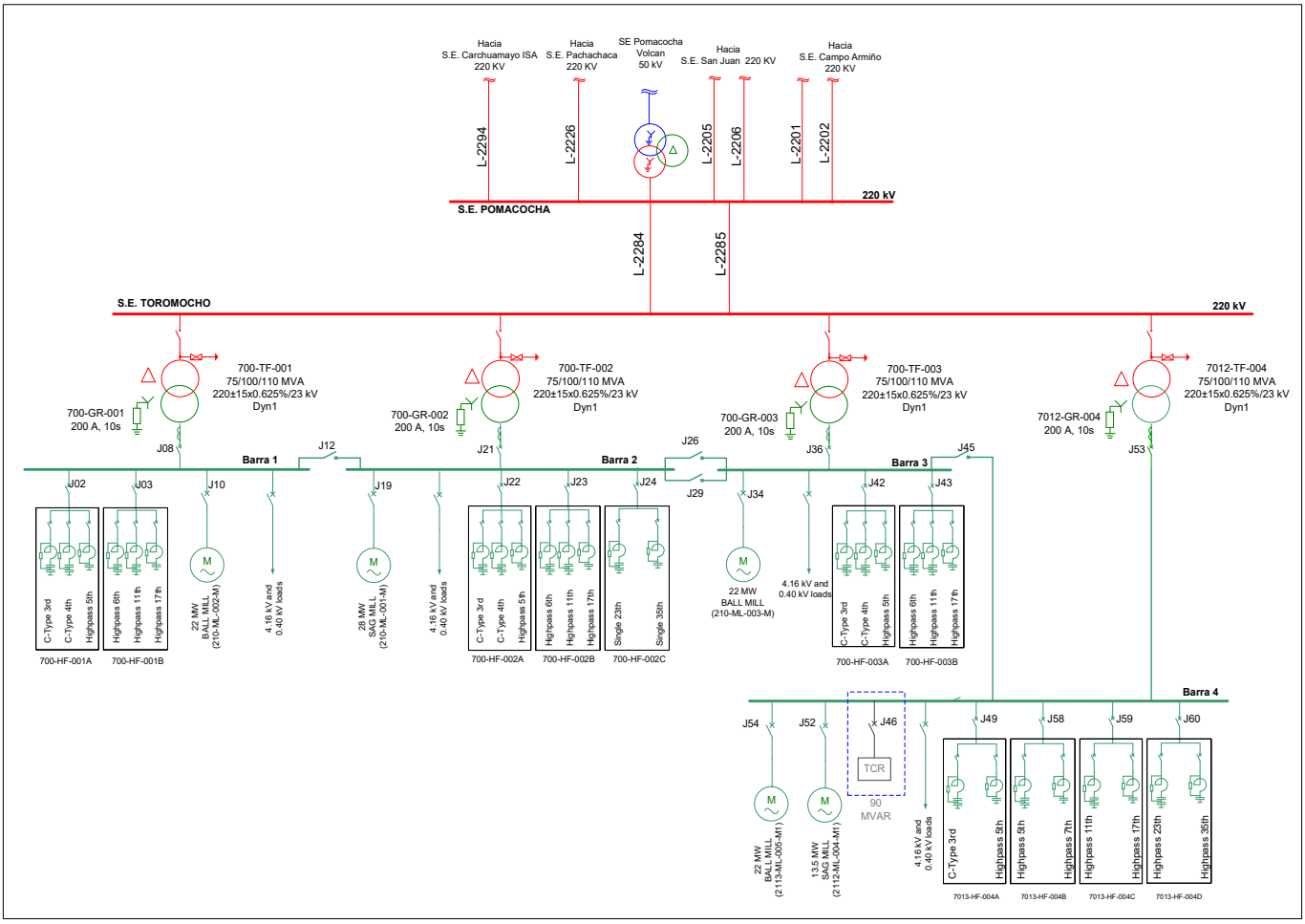

Figura 2. Unifilar de la minera Toromocho

5. AÑO DE CONEXIÓN

El presente proyecto (conexión del TCR de 90 MVAR), tiene prevista su operación en el mes de octubre del 2024.

6. RESUMEN DE LAS CARACTIRÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

El TCR se conectará directamente en la barra 4 (7011-SG-002) de la subestación Toromocho en 23 kV; es decir, no requiere la instalación de un transformador elevador para su conexión.

A continuación, se presentan las principales características de diseño del TCR.

	DESCRIPTION	AS BUILT
A	**GENERAL DATA**	
A.1	Manufacturer	Maschinenfabrik Reinhausen GmbH
A.2	Manufacturer location (Country)	Germany
A.3	Type	Thyristor Controlled Reactor (TCR)
A.4	Model	As per Equipment Data Sheets (this document)
A.5	Standards	IEC
A.6	Thyristor Controlled Reactor Technical Specification	None
	Reactors (Inductance)	
A.7	Brand	Trench Austria
A.8	Manufacturer location (Country)	Austria
	Thyristor Valve	
A.9	Brand	Siemens AG
A.10	Manufacturer location (Country)	Germany
	Thyristor Valve Cooling System	
A.11	Brand	Neundoerfer
A.12	Manufacturer location (Country)	Germany
	E-House	
A.11	Brand	Feag Skt. Ingbert
A.12	Manufacturer location (Country)	Germany
A.13	Details	See document E-023-D020-20367760-D-04.08-3[1] Equipment Data Sheets and Specification 7013-ER-023

	DESCRIPTION	UNIT	AS BUILT
B	**INSTALLATION SITE-DESIGN CONDITIONS**		
B.1	Location of Thyristor Controlled Reactor (TCR)		Outdoor
B.2	Available outdoors space, including electrical and magnetic clearance		Acc. to document: E-023-20367760-V-03.01[2]
B.3	Altitude Above Sea Level	m	4600
B.4	Maximum Ambient Temperature	°C	20
B.5	Minimum Ambient Temperature	°C	-4
B.6	Atmospheric Presure, Average	kPa	4600m: 59,5 / 5000m: 55,9
B.7	Relative Humidity, Average	%	68,5
B.8	Seismic Condition: Peruvian Code		Zone 3, code E 030 of Earthquake Resistant Design of the Peruvian RNE
B.9	Contamination design parameter	mm/kV	40
B.10	Wind conditions	km/h	Average wind speed: 7 – 9, Maximum wind speed: 30, Design velocity: 135
B.11	Rainfall (annual average)	mm	628.9
B.12	Snowfall (maximum accumulation)	cm	5

	DESCRIPTION	UNIT	AS BUILT
C	**DESIGN CONDITIONS**		
C.1	Rated high voltage of the System	kV	220
C.2	Maximum high voltage of the system	kV	245
C.3	High Voltage System BIL	kVc	1,300
C.4	Rated medium voltage of the System	kV	23
C.5	Maximum medium voltage of the system	kV	25.8

[1] El documento se adjunta en el Anexo 1 del presente informe.
[2] El documento se adjunta en el Anexo 2 del presente informe.

	DESCRIPTION	UNIT	AS BUILT
B	**INSTALLATION SITE-DESIGN CONDITIONS**		
C.6	Medium Voltage System BIL	kVc	250
C.7	Low Voltage Distribution	V	400
C.8	AC Control Power	VAC	120
C.9	DC Control Power	VDC	125
C.10	Design Symmetrical Short Circuit Level at 0.4 kV	kA	65
C.11	Frequency	Hz	60
C.12	Frequency tolerance	Hz	± 1%
C.13	N° of phases	each	3

	DESCRIPTION	AS BUILT
D	**DESIGN STANDARDS**	
D.1	Main standard	DIN EN 61439-1 // IEC 61439-1:2011
D.2	Standard for harmonic distortion requirements	IEEE519-2014
D.3	Standard for TCR Reactors	IEC 60076-6
D.4	Standard for TCR Valves	IEC 60721-3-3 / 2002 (Environmental conditions at operation) IEC 60664 part 1 (Pollution degree)
D.5	Standard for TCR E-House	IEC 61349-1, IEC60364, IEC60204-1, EN1990, IEC 60815
D.6	Standard for High Voltage Air Switches	IEC62271-102
E	**SINGLE LINE DIAGRAMS**	
E.1	TCR SLD	acc. to document: E-023-B060-20367760-S-02.32[3]

	DESCRIPTION	UNIT	AS BUILT
F	**SUPPLYING SYSTEM 220 kV**		
F.1	Nominal system voltage	kV	220
F.2	Voltage variations and duration - long time	Min. / Max. /hours	± 5% / some hours
F.3	Voltage variations and duration - short time	Min. / Max. /hours	± 10% / 30 sec
F.4	Rated frequency	Hz	60
F.5	Frequency variations and duration - long time	%	± 0.6
F.6	Frequency variations and duration - short time	Hz	±1.0
F.7	Symmetrical short circuit current	kA	16

G	SUPPLYING SYSTEM 23 kV		
G.1	Nominal system voltage	kV	23
G.2	Voltage variations and duration - long time	Min. / Max. / hours	± 5% / 10 min
G.3	Voltage variations and duration - short time	Min. / Max. / hours	± 10% / 30 sec.
G.4	Rated frequency	Hz	60
G.5	Frequency variations and duration - long time	%	± 0.6
G.6	Frequency variations and duration - short time	Hz	±1.0

[3] El plano en mención se adjunta en el Anexo 3 de este documento.

G.7	Symetrical Short circuit current	kA	40
G.8	Neutral	--	System is resistance grounded. Neutral at transformer is not accessible.
H	**STRUCTURAL STEEL**		
H.1	Painting and Protective Coatings		000-GC-S-012 where applicable
H.2	Structural Steel Design		000-GD-C-002 where applicable
H.3	Structural Steel Fabrication & Erection		000-GC-S-004 where applicable
H.4	Color		Various
H.5	Mounting type		Not applicable

DESCRIPTION		UNIT	As Built
I	**TCR DATA**		
I.1	Total Generated output	MVAR	90
I.2	Number of TCR sets		1
I.3	TCR grounding		Delta connected, ungrounded
	TCR Branch		
I.4	Quantity		1
I.5	Tag Number		7013-HF-004G
I.6	Type		Thyristor Controlled Reactor
I.7	Nominal Frequency	Hz	60
I.8	Inductive power	Mvar	90
I.9	Nominal TCR Current (at 60 Hz & 23 kV)	A	1310 (TCR valve branch, delta connected) 2269 (TCR feeder branch, star connected)
I.10	Maximum RMS Harmonic Currents (at 103,7° firing angle, Umax)	A	219
I.11	Lightning Impulse Withstand Voltage	kV	325 for equipment installed in outdoor TCR yard 250 for equipment installed in TCR E-House
I.12	Minimum Creepage Distance (phase-ground)	mm	1770 for equipment installed in outdoor TCR yard 1244 for equipment installed in TCR E-House (acc. to pollution class IV and 31mm/kV)
	Surge arresters		
I.13	Quantity		3
I.14	Nominal system voltage	kV	23.0
I.15	Rated voltage	kV	36.0
I.16	Maximum continuous operating voltage	kV	28.8
	Disconnector earthing switch		
I.17	Rated voltage	kV	72.5
I.18	Rated current	A	2500
I.19	Short circuit capacity	kA-1s	40
I.20	Drive mechanism		Motor-operated
I.21	Motor voltage	VDC	125
I.22	Control voltage	VDC	125
I.23	Blocking magnet voltage	VDC	125
I.24	Heater voltage	VAC	230
	Phase Current Transformers		
I.25	Quantity		3
I.26	Ratio Line Current CT	A/A	2500/1
I.27	Accuracy Line Current CT		Core 1: 5P20
I.28	Burden Line Current CT	VA	Core 1: 30

DESCRIPTION		UNIT	As Built
I	**TCR DATA**		
I.29	Ratio TCR Current CT	A/A/A	1500/1/1
I.30	Accuracy TCR Current CT		Core 1: 5P20 // Core 2: 0,2FS5
I.31	Burden TCR Current CT	VA	Core 1: 30 // Core 2: 30 VA
	Reactors		
I.32	Inductance	mH	32,52 (2x 16,26)
I.33	Rated Current (60 Hz + harmonics)	A	1458
I.34	Maximum Short Time Current (60 s, 60Hz)	A	1868
I.35	Quality factor		Natural
I.36	Short circuit and surge proof	yes/no	Yes
I.37	Maximum Inductance Tolerance	%	± 2
I.38	Maximum Inductance Difference between Phases	%	2
	TCR Valve (Electrical Specification)		
I.39	Operating points		OP1: 22.90kV infinite operation at U=1,00pu OP2: 24.05kV infinite operation at U=1,05pu OP3: 25.19kV infinite operation at U=1,10pu
I.40	Number of thyristor levels in operation		OP1: ≥ 12 // OP2: ≥ 12 // OP3: 13
I.41	Inductive power output	Mvar	OP1: 90 // OP2: 99 // OP3: 109
I.42	Fundamental current	A	OP1: 1310 // OP2: 1376 // OP3: 1441
I.43	Firing angle (alpha)	°el	OP1: 103.7 // OP2: 103.7 // OP3: 103.7
I.44	Maximum firing angle at any time	°el	172
I.45	Maximum firing angle at BOD operation	°el	167
I.46	Um / PFWV / LIWV	kV	52 / 95 / 250
	TCR Valve (Valve Design Data)		
I.47	Thyristor Type		5", 5kV // Type T4003N 52T S01
I.48	Number of series connected thyristor levels per phase		nT = nT.min + nT.red // 12+1; redundancy is available only for OP1 and OP2
I.49	Thyristor control		Directly light triggered (LTT)
I.50	Number of thyristor modules		3 (one per phase)
I.51	Arrangement of modules		1 + 1 + 1 (side by side)
	TCR Valve (Losses)		
I.52	Operational losses (3phase)	kW	OP1: 216 // OP2: 235 // OP3: 255
I.53	No-load losses (3phase)	kW	OP1: 13 // OP2: 15 // OP3: 16
I.54	Dissipation of losses to the valve room		3% of valve losses per 10K difference between coolant and room temperature

7. CONCLUSIONES

a. Resultados de la verificación de tensiones de operación

- Se observa que las tensiones en las barras supervisadas por COES y puntos de entrega Generador-Distribuidor mayores a 35kV que figuran en el informe ETO 2022 se encuentran dentro del ±2.5 % de la tensión de operación, por lo que se concluye que con el ingreso del TCR de 90 MVAR en la barra de Toromocho 23kV, no es necesario modificar las tensiones de operación propuestas en el informe ETO 2022.
- Para las barras que no tienen tensión de operación definida en el informe ETO 2022, se observa que las tensiones son similares con y sin el proyecto del TCR.

b. Resultados de flujo de potencia en operación normal

- De los análisis del comportamiento del sistema en operación normal, se concluye que las nuevas instalaciones asociadas al proyecto no afectan de manera negativa la operación del Sistema Interconectado Nacional, puesto que los niveles de tensión en las barras próximas al proyecto se encuentran dentro de los límites de operación permitidos y el flujo en las líneas de transmisión y transformadores de potencia no superan su capacidad nominal de operación.
- Los niveles de potencia reactiva absorbida por el TCR en todos los escenarios analizados no supera su capacidad nominal de 90MVAR.
- Se ha verificado que el factor de potencia en el punto de conexión al SEIN (celdas de línea L-2284 y L-2285 en la S.E. Pomacocha 220 kV) es mayor a 0.98.

c. Resultados de flujo de potencia en contingencias

- En la contingencia 9, para el escenario de mínima demanda del 2024, la línea LT220 Pomacocha – San Juan L-2205 presenta una sobrecarga de 25% en promedio, dicha sobrecarga no es provocada por el ingreso del TCR ya que se presenta también en escenarios sin proyecto y en magnitudes similares
- De acuerdo con los resultados obtenidos, los niveles de carga de las líneas de transmisión y transformadores de potencia cumplen con los criterios de operación establecidos para los escenarios de contingencia.
- No se ha evidenciado ningún problema en los niveles de tensión en las barras, en ninguna de las contingencias analizadas.

- Los niveles de potencia reactiva absorbida por el TCR en todos los escenarios analizados no supera su capacidad nominal de 90MVAR.

d. Resultados de cortocircuito

- Se ha verificado que los equipos tienen la capacidad de soportar las máximas corrientes de cortocircuito que se podrían presentar en las instalaciones del proyecto, debido a que se cuenta con un limitador de corriente entre las barras 2 (700-SG-002) y barra 3 (700-SG-003) en 23 kV.

AVENIDA MEDIA DEMANDA 2025 - ACOPLE J45 CERRADO - CON PROYECTO							
BARRA	Tensión Operac.	Tipo de Falla	LIMITADOR CERRADO		LIMITADOR ABIERTO		Capacidad de equipos
			Sk"	Ik"	Sk"	Ik"	
	KV		MVA	kA	MVA	kA	kA
POMACOCHA 220A	229	Trifásica	6018.52	15.17	6018.27	15.17	31.5
POMACOCHA 220B	229	Trifásica	6018.52	15.17	6018.27	15.17	31.5
TOROMOCHO 220	220	Trifásica	4553.76	11.95	4553.53	11.95	40
TOROMOCHO 23 (700-SG-001)	23	Trifásica	1984.48	49.81	1240.34	31.14	40
TOROMOCHO 23 (700-SG-002)	23	Trifásica	1984.48	49.81	1240.34	31.14	40
TOROMOCHO 23 (700-SG-003)	23	Trifásica	1984.48	49.81	1197.48	30.06	40
TOROMOCHO 23 (7011-SG-002)	23	Trifásica	1984.48	49.81	1197.48	30.06	40

AVENIDA MEDIA DEMANDA 2025 - ACOPLE J45 ABIERTO - CON PROYECTO							
BARRA	Tensión Operac.	Tipo de Falla	LIMITADOR CERRADO		LIMITADOR ABIERTO		Capacidad de equipos
			Sk"	Ik"	Sk"	Ik"	
	KV		MVA	kA	MVA	kA	kA
POMACOCHA 220A	229	Trifásica	6015.61	15.17	6015.27	15.17	31.5
POMACOCHA 220B	229	Trifásica	6015.61	15.17	6015.27	15.17	31.5
TOROMOCHO 220	220	Trifásica	4551.02	11.94	4550.70	11.94	40
TOROMOCHO 23 (700-SG-001)	23	Trifásica	1675.74	42.06	1240.16	31.13	40
TOROMOCHO 23 (700-SG-002)	23	Trifásica	1675.74	42.06	1240.16	31.13	40
TOROMOCHO 23 (700-SG-003)	23	Trifásica	1675.74	42.06	699.96	17.57	40
TOROMOCHO 23 (7011-SG-002)	23	Trifásica	651.92	16.36	651.92	16.36	40

e. Resultados de Estabilidad Transitoria

- De las simulaciones de estabilidad transitoria realizadas no se han presentado problemas de inestabilidad frente a los eventos de falla monofásica y trifásica simulados.
- Los niveles de potencia reactiva absorbida por el TCR en todos los escenarios analizados no supera su capacidad nominal de 90MVAR.
- Se verifica que para todos los eventos analizados el SEIN tiene la suficiente fortaleza para alcanzar un nuevo punto de operación estable.
- Se observa que los tiempos críticos de despeje de falla son mayores a los 100 ms.

f. Resultados de Estabilidad de Tensión

- Se ha verificado que con el ingreso o sin el ingreso del TCR en Toromocho 23kV y operando con la demanda actual de 170MW, se operaría lejos del punto de colapso de tensión.

g. Resultados del Estudio de Coordinación de Protecciones

Subestación Toromocho

- De acuerdo con los resultados del estudio de coordinación de protecciones, para la protección de la línea L-2284 y L-2285, en la función de diferencial de línea y de distancia no se ha visto necesario realizar modificaciones, sin embargo, para la función de sobrecorriente se ha propuesto cambios para la mejora del sistema de protecciones.
- Actualmente el nivel de 23 kV de la S.E. Toromocho cuenta con un limitador de corriente entre las barras de los transformadores TF-002 y TF-003, el limitador va a operar cuando se tiene tres y cuatro transformadores en paralelo, por lo cual, el análisis de la protección de sobrecorriente de fases es considerando uno o dos transformadores en paralelo, y el análisis de la protección de sobrecorriente de tierra es considerando uno, dos, tres y cuatro transformadores en paralelo. Asimismo, la secuencia de operación es primero abrir el interruptor de la celda del TCR, luego el acople entre el transformador TF-003 y TF-004 y por último el interrupto del transformador TF-004.
- Se ha coordinado adecuadamente la protección de sobrecorriente del TCR tanto de fases como de tierra con el acople y con el transformador de potencia TF-004.

Subestación Pomacocha

- De acuerdo con los resultados del estudio de coordinación de protecciones, para la protección de la línea L-2284 y L-2285, para la función de diferencial de línea y sobrecorriente, no se ha visto necesario realizar modificaciones, sin embargo, para la función de distancia zona 1 se ha propuesto cambios para la mejora del sistema de protecciones.

h. Resultados del análisis de armónicos

- De las mediciones de armónicos efectuadas en las subestaciones Pomacocha 220 kV y Toromocho 23 kV, se evidencia que los valores del perfil de la distorsión armónica total de tensión (THDv) se encuentran por debajo del límite estipulado por la NTCSE.
- De las mediciones de armónicos efectuadas en la subestación Pomacocha 220 kV, se evidencia que los valores de las armónicas individuales de tensión se presentan en magnitudes que no superan la tolerancia que establece la NTCSE, a excepción de la componente armónica de orden 5; cuya cantidad de intervalos que transgreden la tolerancia establecida por norma solo asciende a 0.16 % del total de datos registrados; en tal sentido, los indicadores de armónicos medidos son adecuados y dentro de los límites que exige la NTCSE.
- De las mediciones de armónicos efectuadas en la subestación Toromocho 23 kV, se evidencia que los valores de las armónicas individuales de tensión se presentan en magnitudes que no superan la tolerancia que establece la NTCSE; por lo cual el indicador de armónicos de tensión en 23 kV es adecuado.
- De las simulaciones del análisis de flujo de armónicos en operación normal con la conexión del TCR 90 MVAr, se concluye que las barras Pomacocha 220 kV, Toromocho 220 kV y Toromocho 23 kV, presentan valores de distorsión armónica total de tensión (THDv) dentro de las tolerancias establecidas en la NTCSE.
- De las simulaciones del análisis de flujo de armónicos en operación normal con la conexión del TCR 90 MVAr, se concluye que las barras Pomacocha 220 kV, Toromocho 220 kV y Toromocho 23 kV, presentan valores de armónicas individuales de tensión dentro de las tolerancias establecidas en la NTCSE.
- De los análisis de barrido de frecuencia en operación normal, se concluye que, con el ingreso del proyecto, en las barras de Pomacocha 220 kV, Toromocho 220 kV y Toromocho 23 kV, no se presenta variación significativa en la impedancia vista desde estas barras y tampoco la aparición de nuevos picos de impedancia.
- De las simulaciones del análisis de flujo de armónicos con proyecto (conexión del TCR 90 MVAr), se concluye que la unidad minera Toromocho puede operar sin afectar la calidad de energía de sus instalaciones ni del SEIN.
- La Unidad Minera Toromocho efectuará mediciones de armónicos después del ingreso del TCR de 90 MVAr, con el fin de evidenciar el impacto real del proyecto.

Anexo 1 - Ficha técnica del TCR

Ver documento Anexo 1_Ficha Técnica del TCR (E-023-D020-20367760-D-04.08-4)

Anexo 2 – Planos de disposición

Ver documento Anexo 2 - Planos de disposición (E-023-B001-20367760-V-03.01_9_Sts1)

Anexo 3 – Diagrama unifilar

Ver documento Anexo 3_Unifilar (E-023-B060-20367760-S-02.32)

Anexo 4 – Cronograma

Actividades	OCTUBRE 2024									
	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Llegada a Lima	X									
2 Descanso en Tarma		X								
3 Comisionamiento del TCR			X							
4 Comisionamiento del TCR				X						
5 Comisionamiento del TCR					X					
6 Pruebas de exigencia del TCR						X				
7 Pruebas con COES							X	X	X	X