1. **EVENTO** : Colapso del Area Operativa Sur 2
2. **FECHA** : 31/03/2025
3. **HORA** : 16:25
4. **DESCRIPCIÓN DEL EVENTO:**

A las 16:25 horas se produjo la desconexión de las líneas de transmisión de 220 kV: L-2059 (Suriray–Cotaruse) y L-2060 (Cotaruse–Abancay Nueva), así como las líneas de transmisión de 138 kV: L-1050 (Quencoro–Combapata) y L-1005 (Combapata–Tintaya). Como consecuencia de estas desconexiones, la Central Hidroeléctrica Machupicchu quedó operando en condición de sistema aislado con los grupos generadores G1, G2, G3 y G4, lo que provocó posteriormente el colapso del mencionado sistema aislado, afectando las subestaciones Machupicchu, Cachimayo, Dolorespata, Quencoro y Abancay, debido a la actuación de las protecciones por frecuencia instaladas en las unidades generadoras.

5. **CONDICIONES OPERATIVAS PREVIAS.**

a) Generación

Central	Unidades	Potencia Activa (MW)	Potencia Reactiva (MVAR)
C.H. Machupicchu	Grupo 01	24.32	3.08
	Grupo 02	26.13	1.30
	Grupo 03	24.76	1.10
	Grupo 04	93.26	2.55
	Total	**168.47**	**8.03**

b) Transmisión.

Nº	Código	Subestaciones		Potencia Activa (MW)	Potencia Reactiva (MVAR)
		De	A		
1	L-1001	Machupicchu	Cachimayo	63.46	-5.60
2	L-1002	Machupicchu	Quencoro	55.77	-7.15
2	L-1003	Cachimayo	Dolorespata	42.88	-5.22

6. **SECUENCIA CRONOLÓGICA DE EVENTOS**

Hora	Descripción
16:25:28	Desconexión de las líneas L-2059, L-2060, L-1050 y L-1005.
16:25:28	C.H. Machupicchu opera en sistema aislado con las subestaciones: Machupicchu, Cachimayo, Dolorespata, Quencoro y Abancay Nueva.
16:25:30	Desconexión del Grupo G4 en C.H. Machupicchu por actuación de protección 94P2 por activación de función de sobrefrecuencia 81O
16:25:41	Desconexión de los Grupos G1, G2 y G3 de la C.H. Machupicchu por actuación de protección 94P2 por activación de función subfrecuencia 81U
16:25:41	Las subestaciones de Machupicchu, Cachimayo, Dolorespata, Quencoro, Abancay y las líneas de transmisión L-1001, L-1002, L-1003, L-1004, L-1007 quedaron sin tensión.

Hora	Descripción
16:28:00	Se coordina con CCO-COES respecto al evento y se inicia maniobras previas para la reposición. (apertura de interruptores de líneas y transformadores)
16:56:33	Cierre de interruptor de la Celda CL-1004 en S.E. Dolorespata para recibir tensión.
16:58:00	L-1002 energizado desde la S.E. Quencoro
17:01:10	L-1002 en servicio. Cierre de interruptor en S.E. Machupicchu
17:01:10	**Barra de 138 kV S.E. Machupicchu energizado**.
17:05:31	L-1007 en servicio. Cierre de interruptor en S.E. Cachimayo
17:05:31	**Barra de 138 kV S.E. Cachimayo energizado**
17:05:31	Transformador T3 S.E. Cachimayo energizado. Cierre interruptor 138 kV
17:05:37	Transformador T4 S.E. Cachimayo energizado. Cierre interruptor 138 kV
17:05:51	**Barra 10.5 kV S.E. Cachimayo** en servicio.
17:06:59	**Barra de 138 kV S.E. Dolorespata en servicio** con la conexión de L-1004 desde la S.E. Quencoro.
17:07:44	Transformador T1 **S.E. Dolorespata.** Cierre interruptor en 10.5 kV. **Barra 10.5 kV energizado**
17:07:49	Transformador T2 S.E. Dolorespata Cierre Interruptor en 10.5 kV. Se inicia recuperación de carga en la S.E. Dolorespata en coordinación con ELSE.
17:14:51	**Barra 22.9 kV S.E. Cachimayo** en servicio.
17:16:04	**Barra 60 kV S.E. Cachimayo** en servicio.
17:25:33	Transformador T3 S.E. Dolorespata cierre interruptor en 10.5 kV
17:51:32	L-1003 energizado desde S.E. Dolorespata.
18:02:11	Grupo G2 sincroniza con el SEIN.
18:07:54	L-1001 energizado desde la S.E. Cachimayo
18:08:54	L-1001 en servicio. Cierre interruptor en S.E. Machupicchu
18:09:10	L-1003 en servicio. Cierre interruptor en S.E. Cachimayo
18:18:40	Transformador T6 S.E. Machupicchu cierre interruptor 138 kV sin existo por parte de ELSE.
18:18:48	**Transformador T6 S.E. Machupicchu** energizado. Cierre **interruptor 138 kV**
18:19:10	**S.E. Machupicchu nivel 60 kV energizado**. Cierre de interruptor de 60 kV del Transformador T6. Coordinado con ELSE.
18:25:48	**Barra 10.5 kV S.E. Machupicchu energizado**. Se restablece servicio de suministros y servicios auxiliares de la C.H. Machupicchu interrumpidos al 100 %
18:33:03	Desconexión del Grupo G2 de C.H. Machupicchu.
19:35:18	Sincroniza con el SEIN el Grupo G2 de C.H. Machupicchu
19:51:00	Cierre de interruptor 70LRP001JD (L-1038) en S.E. Machupicchu II
20:00:00	Cierre de interruptor 42LRG001JD (L-1038) en S.E. Machupicchu II
20:14:41	Sincroniza con el SEIN el Grupo G4 de C.H. Machupicchu
22:37:22	Sincroniza con el SEIN el Grupo G1 de C.H. Machupicchu
23:09:45	Sincroniza con el SEIN el Grupo G3 de C.H. Machupicchu

7. ACTUACIONES DE LAS PROTECCIONES

Ubicación	Equipo	Código	Señalización	Interruptor	A/C
C.H. Machupicchu	Grupo G4	ABB REG670	94P2-2 81O TRIP	41LRG001JD	A
	Grupo G3	MICOM P343	UNDER FREQUENCY TRIP F< 1	63LRT001JD	A
	Grupo G2	MICOM P343	UNDER FREQUENCY TRIP F< 1	62LRT001JD	A
	Grupo G1	MICOM P343	UNDER FREQUENCY TRIP F< 1	61LRT001JD	A

A/C: Abierto/Cerrado

8. ANÁLISIS DEL EVENTO.

A las 16:25:28 horas ocurrió una falla en las líneas L-2059 y L-2060, lo que provocó su posterior desconexión.

Entre los 85 ms y 975 ms posteriores al inicio de la perturbación, se registró oscilación de potencia en las líneas L-1001 y L-1003, vistos por el registrador de fallas en la S.E. Cachimayo. En este mismo periodo, se observó que la frecuencia del sistema alcanzó un valor de 61.88 Hz a los 975 ms.

A los 975 ms, de iniciada la perturbación, se observa cese de las oscilaciones de potencia (visto por el registrador de falla de S.E. Cachimayo) lo que se traduce en pérdida de sincronismo y la desconexión de las líneas L-1005 (Combapata–Tintaya) y L-1050 (Quencoro–Combapata). Como consecuencia, la Central Hidroeléctrica Machupicchu quedó operando en condición de sistema aislado. (junto a la C.H. Santa Teresa). La frecuencia continúa en incremento.

A las 16.25.29 horas, a 1250 ms de ocurrida la perturbación, instante en que la frecuencia del sistema aislado supera 63 Hz, se produjo el arranque de la protección de sobrefrecuencia 81O TRIP1 en relé ABB REG670, protección del Grupo G4, cuyo ajuste está configurado a 62.5 Hz con una temporización de 1 segundo.

A las 16.25.30 horas, a 2235 ms de ocurrido la perturbación, en la C.H. Machupicchu se produce la desconexión del Grupo G4 mediante la apertura trifásica del interruptor en nivel de 138 kV y 13.8 kV, instante en que la frecuencia del sistema aislado había alcanzado 66.28 Hz. Tras la desconexión, el Grupo G4 permaneció rotando a su velocidad nominal. Posteriormente se observó un descenso gradual de la frecuencia del sistema aislado.

Finalmente, a las 16:25:41 horas, 13 segundos después de iniciada la perturbación, se produjo la desconexión de los grupos generadores G1, G2 y G3 de la C.H. Machupicchu por actuación de sus protecciones por subfrecuencia, cuyo ajuste se encuentra en 57 Hz con una temporización de 5 segundos, mediante la apertura de los interruptores del nivel de 138 kV. Como resultado, los servicios auxiliares de la central quedaron sin suministro eléctrico, y los grupos generadores pasaron posteriormente a la secuencia de parada.

9. SUMINISTROS INTERRUMPIDOS Y/O REDUCCIONES DE CARGA.

Subestación	Equipo Barra / AMT	Hora Inicio [hh:mm:ss]	Hora Final [hh:mm:ss]	Duración [Horas]	Carga MW
Dolorespata	Barra 10.5 kV	16:26:41	17:07:44	0.68	29.90
Cachimayo	Barra 10.5 kV	16:26:41	17:05:51	0.65	1.86
	Barra 22.9 kV	16:26:41	17:14:51	0.80	1.36
	Barra 60 kV	16:26:41	17:16:04	0.82	7.40
Machupicchu	Transformador T6 138 kV	16:26:41	18:18:48	1.87	6.89
	Barra 60 kV	16:26:41	18:19:10	1.87	4.77
	Barra 10.5 kV	16:26:41	18:25:48	1.99	2.12

10. CONCLUSIONES

10.1. La desconexión del Grupo G4, fue por la actuación de su protección 94P2-2 – Paro Parcial, a causa de activación de relé de Sobrefrecuencia 81O. Cuya actuación fue correcta. El grupo quedó en rotación a velocidad nominal. La sobrefrecuencia se presenta, debido a que la C.H. Machupicchu quedó operando en sistema aislado por la desconexión de las líneas de 220 kV L-2059, L-2060 y líneas de 138 kV L-1005 y L-1050.

10.2. Los grupos Pelton G1, G2 y G3, desconectan por actuación de su protección de subfrecuencia, cuya actuación fue correcta, ya que se presentaron las condiciones en el sistema aislado. Con la desconexión de los grupos G1, G2 y G3 Área Operativa Sur 2, quedó fuera de servicio.

11. ACCIONES EJECUTADAS

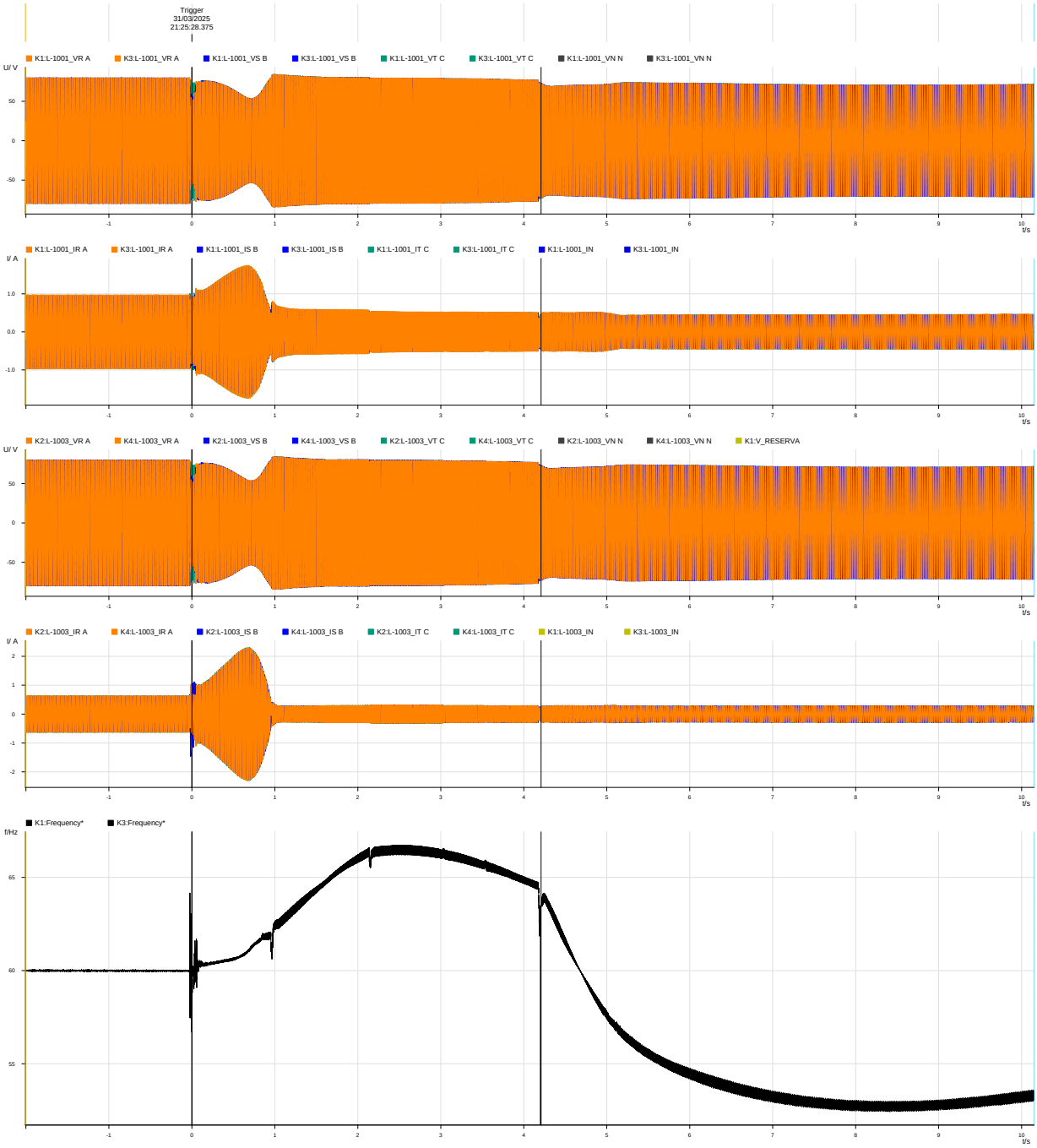
- Coordinaciones con CCO-COES y ELSE
- Revisión de actuaciones de protección
- Verificación del estado abierto de los interruptores correspondientes a los equipos desenergizados, para restablecer el servicio en el equipo sobre el cual se realizaran maniobras.
- Restablecimiento del servicio en coordinación con CCO-COES y ELSE.

12. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. El Grupo G4 no recibió señal del Disparo Directo Transferido del Esquema de Desconexión de Generación del proyecto “MACO” de TRANSMANTARO, diseñado para operar ante fallas dobles en las líneas L-2059 y L-2060. Este tipo de evento es reiterativo (evento similar el 02.01.2025).

12.2. Durante el restablecimiento del servicio en las líneas de transmisión L-1001 y L-1003, no se contaba con las condiciones necesarias para efectuar el cierre de los interruptores, lo cual generó demoras en la puesta en servicio de las líneas de transmisión.

12.3. Se solicita al COES revisar la actuación de los ERACMF implementados en el Area Operatvia Sur 2.

Efectuado por:	Revisado por:	Aprobado por:
JMAG	ESN	ESN

ANEXO: Registro Oscilográficos Registrador de Falla S.E. Cachimayo