



ENTE OPERADOR REGIONAL

DEL MERCADO ELÉCTRICO DE AMÉRICA CENTRAL

INFORME FINAL DEL EVENTO OCURRIDO EN EL SISTEMA ELECTRICO REGIONAL (SER) EL 01 DE MARZO DE 2025 A LAS 09:22:05 HORAS.

Elaborado por:	Coordinación Técnica de Seguridad Operativa - GPO
Dirigido a:	OS/OM y CRIE
Asunto:	Informe final de evento del 01 de marzo 2025 a las 09:22:05 horas
Fecha:	marzo de 2025



Contenido

Condiciones previas.....	3
Descripción del Evento.....	3
Condiciones operativas.....	6
Comportamiento de la Frecuencia en el SER:.....	6
DESEMPEÑO DEL EDACBF EN EL SER:.....	6
Desconexión de líneas de interconexión en el SER.....	8
Proceso de Restablecimiento en el SER.....	8
Gráficas PMU'S del evento, en las cuales se verifica la secuencia, valores de frecuencia y flujos de potencia alcanzados.....	9
Conclusiones.....	14
Acciones EOR-OS/OM.....	15
Diagrama de la red afectada.....	16
Anexos.....	17

Condiciones previas

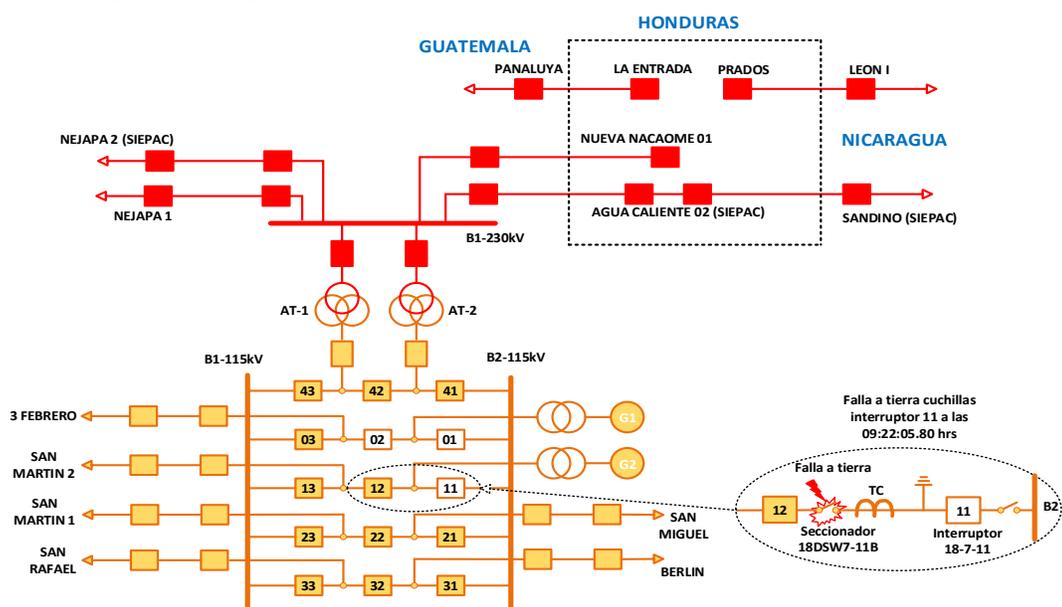
El día 01 de marzo de 2025, previo al evento se reportan labores de mantenimiento en la línea de interconexión 230 kV La Vega II – Ahuachapán en el área de control de Guatemala, además no había restricciones a las Máximas Capacidades de Transferencia de Potencia entre áreas de control (MCTP) vigentes.

Previo a ocurrir el evento, el intercambio real desde el sistema eléctrico de México (SIN) se encontraba en **164.74 MW** (de un programa de 240 MW), para el periodo de mercado en el que ocurrió el evento.

Descripción del Evento

En el área de control de El Salvador se realizaba mantenimiento correctivo a la cuchilla **18DSW7-11B** en subestación 15 de Septiembre (no se reportó SOLMANT de estos trabajos al EOR), a las **09:22:05.80** horas ocurre falla monofásica inicial en la fase B a tierra en la subestación 15 de Septiembre a nivel de 115 kV, ocasionada durante la revisión del mando del seccionador **18DSW7-11B** donde el látigo del equipo cedió y se acercó al receptor que estaba energizado, lo que produjo un arco eléctrico hacia la zona aterrizada, activando correctamente la protección primaria correspondiente al diferencial de **Barra 2** (87B2) en 115 kV, lo cual no aísla la falla debido a que su ubicación se mantiene por el lado externo del interruptor 11, el cual ya se encontraba abierto y aislado de la Barra 2 por el mantenimiento que se estaba realizando (ver figura 1).

Figura 1. Diagrama unifilar Subestación 15 de Septiembre 230/115 kV





Debido a lo anterior, a continuación a las **09:22:06.17** horas se produce el disparo de todas las líneas de 115 kV asociadas a la subestación 15 de Septiembre por relé distancia en zona 2 en los extremos remotos, luego a las **09:22:06.20** horas después de 400 milisegundos de iniciar la falla en el seccionador **18DSW7-11B** ésta evoluciona a falla trifásica a tierra, y simultáneamente se dispara la línea de interconexión **15 de Septiembre – Agua Caliente** en el extremo de **Agua Caliente** por relé de distancia zona 2, seguidamente se disparan las líneas 230 kV **15 de Septiembre – Nejapa 2** y **15 de Septiembre – Nejapa 1** a las **09:22:06.28** y **09:22:06.30** horas respectivamente, quedando solamente la línea 15 de Septiembre – Nueva Nacaome 230 kV aún conectada.

A las **09:22:06.57** horas ocurre el disparo de **396.91 MW** de generación Fotovoltaica en el área de control de Honduras por hueco de tensión, mientras que para las **09:22:06.70** horas se esperaba la operación de las protecciones de respaldo por sobrecorriente en el lado de 115 kV de los dos autotransformadores de subestación 15 de Septiembre, según sus ajustes y retardo de tiempo intencional, sin embargo éstas no operaron, por lo que la falla se mantuvo aplicada.

Debido a la pérdida de generación FV del área de control de Honduras, el flujo de la interconexión 400 kV **Tapachula – Los Brillantes** pasa de **164.74 MW** a **484.27 MW**, activando el **EDALTIBV** a las **09:06:22:06.73** horas aislando a México del SER, provocando el descenso de la frecuencia en el SER.

Luego, las **09:22:06.80** horas se disparan **116 MW** de generación Fotovoltaica y Geotérmica en el área de control de El Salvador por la falla prolongada. A continuación, a las **09:22:07.45** horas se dispara la interconexión 230 kV **Agua Caliente – Sandino** en el extremo de **Sandino** de forma correcta por protección de respaldo con el relé de distancia en zona 4, midiéndose una caída del voltaje de hasta 0.7 pu en las terminales del lado de Nicaragua, mientras que la frecuencia desciende en todo el SER a valores menores a **59.30 Hz** y a las **09:22:07.67** horas se activa el **EDACBF** regional en su primera etapa excepto en el área de control de Nicaragua que no alcanzó ese umbral.

En el área de control de Honduras, a las **09:22:08.00** horas se disparan otros **204.97 MW** de generación eólica y térmica aumentando el déficit en el SER y posteriormente a las **09:22:08.13** horas actúa la segunda etapa del EDACBF regional únicamente en las áreas de control de Guatemala, El Salvador y Honduras. Luego, a las **09:22:08.26** horas se dispara correctamente la interconexión 230 kV **Prados – León I** en el extremo de **León I** por su protección de respaldo con el relé de distancia en zona 3, separando el SER en dos bloques,

el bloque Norte: Guatemala, El Salvador y Honduras, el bloque Sur: Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

A las **09:22:08.27** horas, la interconexión 230 kV **15 de Septiembre – Nueva Nacaome** se dispara en el extremo de **Nueva Nacaome** por la protección de respaldo por medio de relé de distancia zona 4, después de 2.5 segundos de haber iniciado la falla, debido al ajuste de retardo intencional de 120 ciclos (2 segundos) que posee dicha protección de respaldo, desconectándose el área de control de Honduras de El Salvador y hasta este momento se aísla la falla, mientras que a las **09:22:08.57** horas actúa la tercera etapa del EDACBF regional únicamente en Guatemala, El Salvador y Honduras, mientras que el área de control de Honduras va en franco descenso hacia el colapso por voltaje.

Finalmente, a las **09:22:08.65** horas se dispara la interconexión 230 kV **Panaluya – La Entrada** en el extremo de **La Entrada** por actuación del EDALTIBF (Baja Frecuencia en líneas de interconexión) y de esta manera el SER se separa en 3 bloques, bloque 1: Guatemala, El Salvador, bloque 2: Nicaragua, Costa Rica, Panamá y bloque 3: Honduras aislada completamente del SER alcanzando colapso total.

Tabla 1. Etapas EDACBF regional y EDALTIBF que actuaron.

Área de control	Etapa I 59.3 Hz	Etapa II 59.1 Hz	Etapa III 58.9 Hz	EDALTIBF 58.8 Hz
Guatemala	Si	Si	Si	No
El Salvador	Si	Si	Si	No
Honduras	Si	Si	Si	Si
Nicaragua	No	No	No	No
Costa Rica	Si	No	No	No
Panamá	Si	No	No	No

La cantidad total de carga y generación desconectada en todas las áreas de control del SER se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2. Demanda y generación total desconectada en el SER.

Área de Control	Demanda nacional (MW)	Carga desconectada (MW)	Generación desconectada (MW)
Guatemala	1613.46	218.36	0
El Salvador	631.10	76.9	116
Honduras	1281.79	147.02	1193.53
Nicaragua	683.81	0.0	61.19
Costa Rica	1575.24	23.26	0
Panamá	1325	42.25	0
Total	7110.40	507.79	1370.72

Condiciones operativas

En la tabla 5 se muestran los intercambios en tiempo real comparados con el intercambio programado correspondiente al pre-despacho del 01 de marzo de 2025 a las 09:22:80 horas.

Tabla 3. Intercambios reales (pre-falla, falla y Post-falla) y programados.

Enlace	Pre-falla (MW)	falla (MW)	Post-falla (MW)	Programado (MW)
México - Guatemala	164.74	484.27	0	240.0
Guatemala – El Salvador	-70.5	93.96	13.4	-20.70
Guatemala - Honduras	-12.57	34.55	0	0.50
El Salvador - Honduras	-71.2	-70.8	0	-20.70
Honduras - Nicaragua	-78.25	-233.46	0	-26.50
Nicaragua – Costa Rica	-197.58	-355.18	-150.7	-157.10
Costa Rica - Panamá	-215.82	-293.59	-195.15	-189.0

* Los flujos de "falla", representan los valores máximos de potencia que alcanzaron los enlaces entre áreas de control durante el evento.

**Flujos positivos van en sentido NS y flujos negativos van en sentido SN

Comportamiento de la Frecuencia en el SER:

A continuación, se presenta en la tabla 6, el comportamiento de la frecuencia en el SER, durante el evento del 01 de marzo de 2025 a las 09:22:80 horas.

Tabla 4. Frecuencia máxima y mínima reportada por área de control

Bloque	Área de control	Frecuencia máxima (Hz)	Frecuencia mínima (Hz)*
SER	Guatemala	59.95	58.88
	El Salvador	60.05	58.89
	Honduras	60.05	0
	Nicaragua	60.35	59.32
	Costa Rica	60.41	59.28
	Panamá	60.01	59.259

* Valores en color rojo representan activación del EDACBF regional y en azul esquemas de protección de generadores por sobre - frecuencia.

DESEMPEÑO DEL EDACBF EN EL SER:

Para evaluar el desempeño de las etapas vigentes del EDACBF, se ha realizado un análisis de su comportamiento durante el evento.



Tabla 5. Operación de las etapas del EDACBF regional por área de control

Área de Control	Demanda (MW)	I etapa (MW)	II etapa (MW)	III etapa (MW)	Total (MW)	% total Real	% total esperado por etapas	Cumplió con él % Esperado
Guatemala	1613.46	59.76	72.38	86.22	218.36	13.53	12	Si
El Salvador	631.1	25.7	35.5	15.7	76.90	12.19	12	Si
Honduras	1281.79	33.95	55.21	57.86	147.02	11.47	12	No
Nicaragua	683.81	---	---	---	---	---	---	---
Costa Rica	1575.24	23.26	---	---	23.26	1.48	3	No
Panamá	1325	42.25	---	---	42.25	3.19	3	Si

* El color rojo significa que la etapa no presentó buen desempeño, tal como lo indica el numeral 7.2.6.16 inciso b) del libro III del RMER.

Razones de incumplimiento durante la operación del EDACBF:

Honduras

En la primera etapa del EDACBF, los circuitos estaban llevando una demanda inferior a la analizada y en la tercera etapa, se encontró que el circuito asignado a esta etapa se encontraba fuera de servicio y enlazado a otro.

Costa Rica

El desempeño del EDACBF fue correcto; solo dos líneas de distribución en las subestaciones cercanas a Panamá: Leesville y Rio Claro, experimentaron, según registros de PMU, valores de frecuencia menores a 59.3 Hz. En el resto de las líneas de distribución de la primera etapa no debió actuar el esquema y no lo hizo con excepción de tres líneas de distribución que justifican su actuación debido a que tienen su ajuste de disparo establecido en 59.34 Hz. Esto se debe a limitaciones tecnológicas de sus equipos, según lo indicado previamente por el agente distribuidor que las administra.

Acciones para mejorar el desempeño de la operación del EDACBF:

Honduras

Con respecto a la etapa uno, se procedió a solicitar a la empresa distribuidora la inclusión de un nuevo circuito y posteriormente se realizarán los análisis correspondientes. En la etapa tres se procedió a solicitar la normalización del circuito.



Desconexión de líneas de interconexión en el SER

Tabla 8. Líneas de interconexión que salieron de servicio en el SER.

Tiempo	Interconexión	Operación de Interruptores	Observación
09:22:06.20	15 de Septiembre – Agua Caliente	Extremo Agua Caliente	Relé distancia zona 2
09:22:06.73	Tapachula – Los Brillantes	Ambos extremos	Operación del EDALTIBV
09:22:07.45	Agua Caliente - Sandino	Extremo Sandino	Relé distancia zona 4
09:22:08.26	Prados – León I	Extremo León I	Relé distancia zona 3
09:22:08.27	15 de Septiembre – Nueva Nacaome	Extremo Nueva Nacaome	Relé distancia zona 4
09:22:08.65	Panaluya – La Entrada	Extremo La Entrada	EDALTIBF

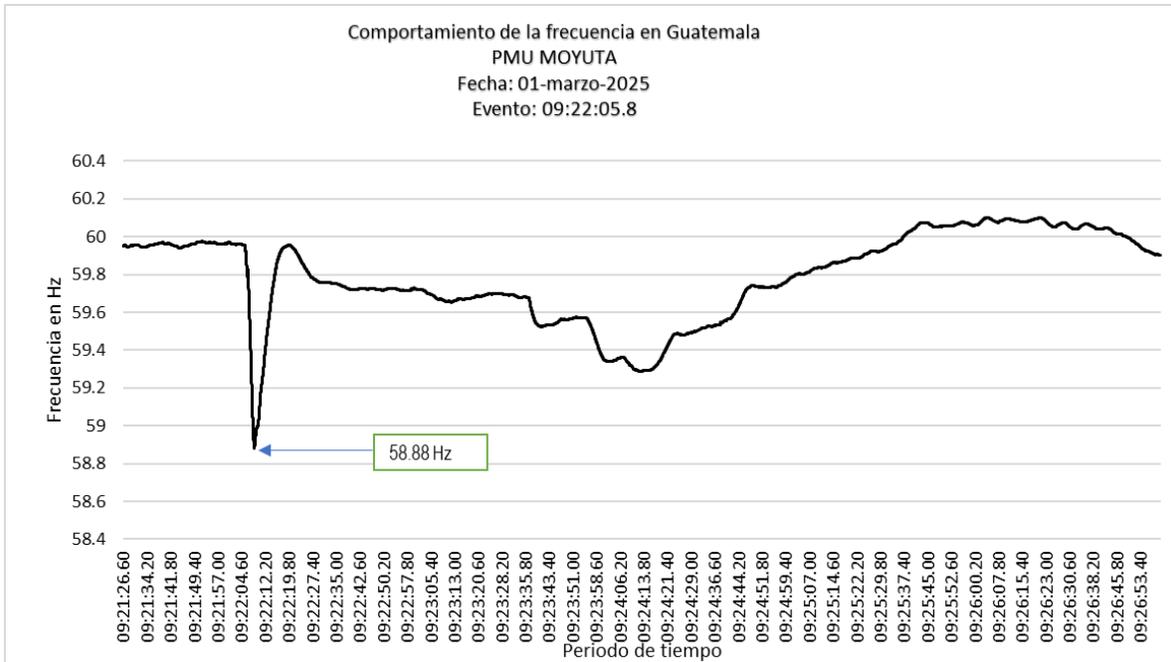
Proceso de Restablecimiento en el SER

- A las 09:40 horas, cierre de línea de interconexión a 400 kV México – Guatemala (Tapachula – Los Brillantes). México sincronizado con Guatemala.
- A las 11:10 horas, cierre de línea de interconexión 230 kV 15 de Septiembre – Agua Caliente.
- A las 11:42 horas, cierre de línea de interconexión 230 kV Agua Caliente - Sandino.
- A las 11:54 horas, cierre de línea de interconexión 230 kV 15 de Septiembre – Nueva Nacaome.
- A las 12:36 horas, cierre de línea de interconexión 230 kV Panaluya – La Entrada.
- A las 12:47 horas, cierre de línea de interconexión 230 kV Prado – León I.

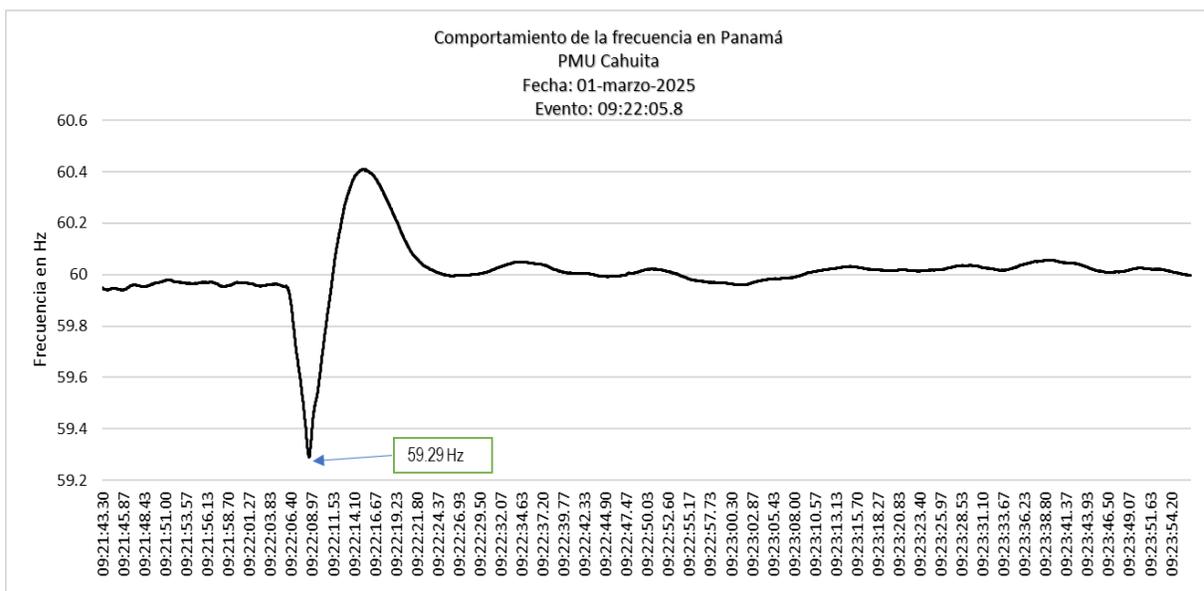


Gráficas PMU'S del evento, en las cuales se verifica la secuencia, valores de frecuencia y flujos de potencia alcanzados.

Gráfica 1: Comportamiento de la frecuencia vista desde Guatemala.

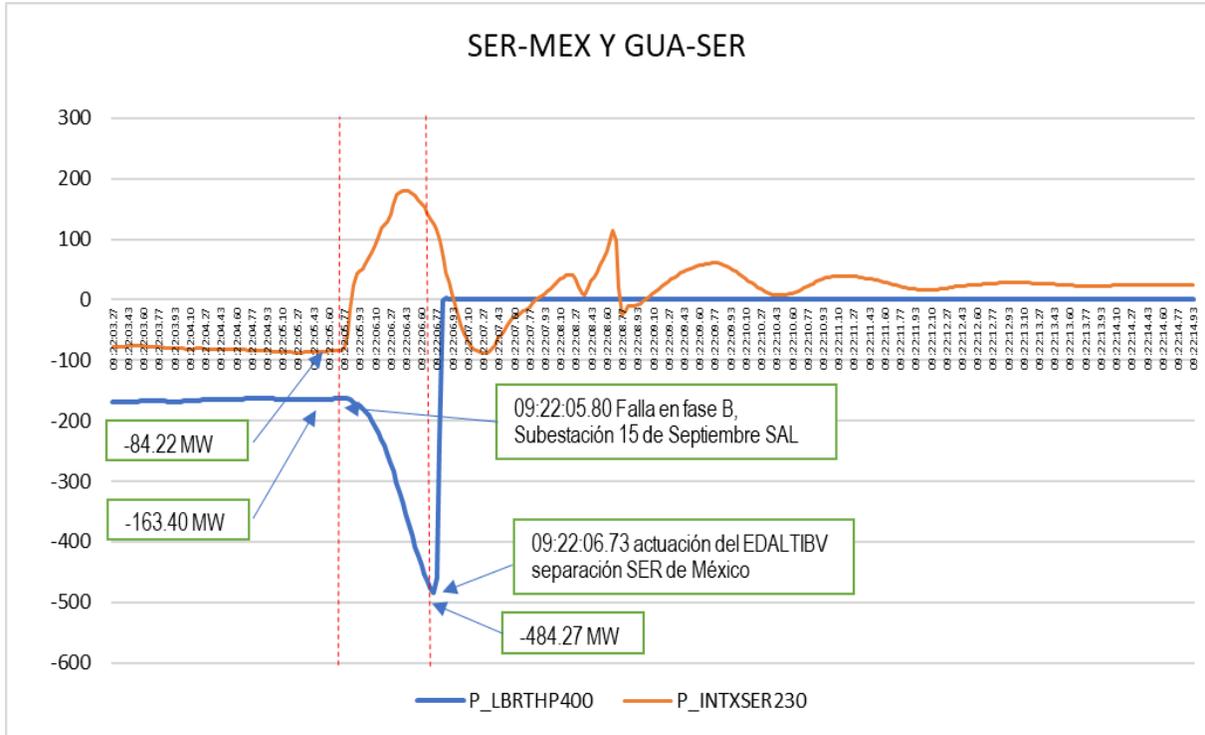


Gráfica 2: Comportamiento de la frecuencia vista desde Panamá.

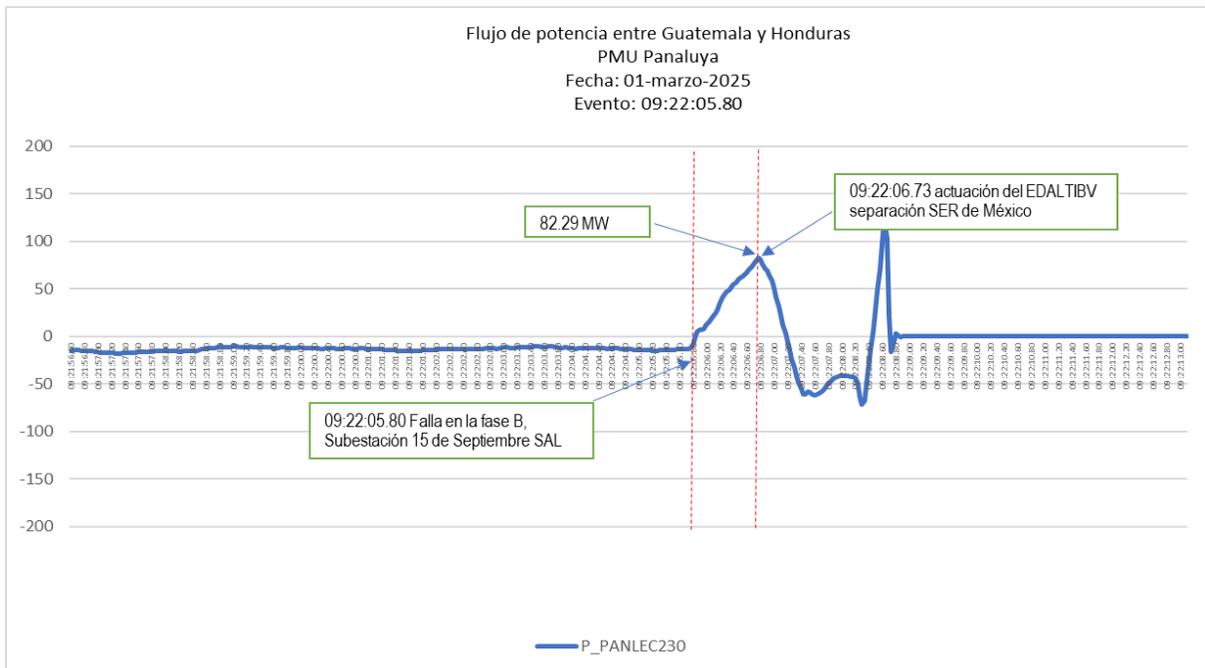




Gráfica 3: Comportamiento del flujo de potencia entre México – Guatemala

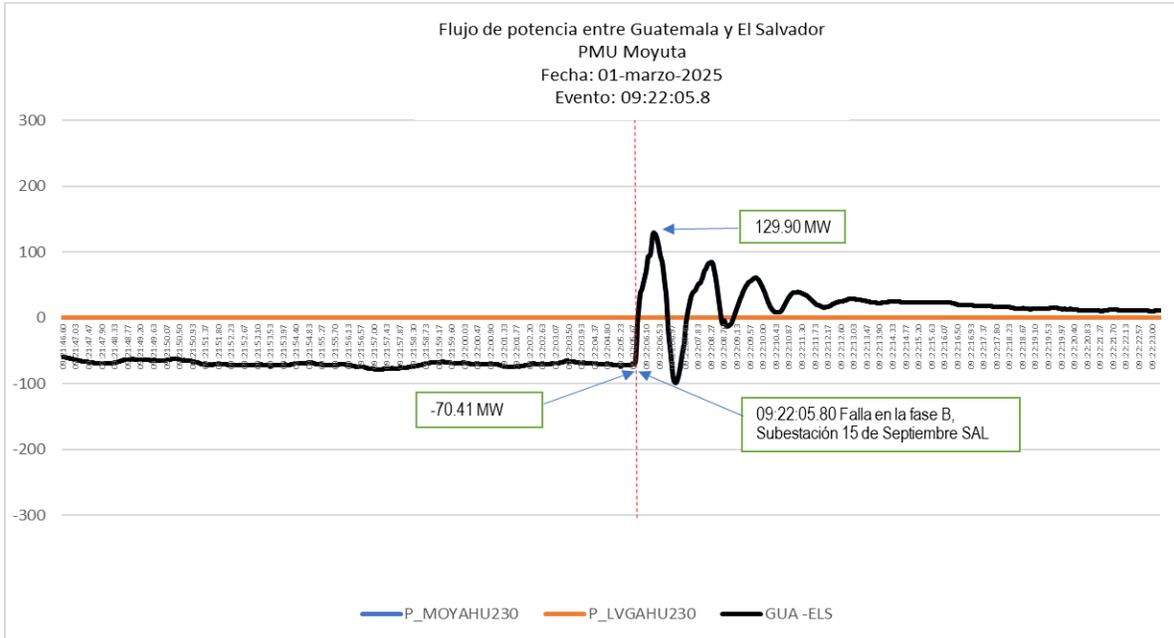


Gráfica 4: Comportamiento del flujo de potencia entre Guatemala - Honduras

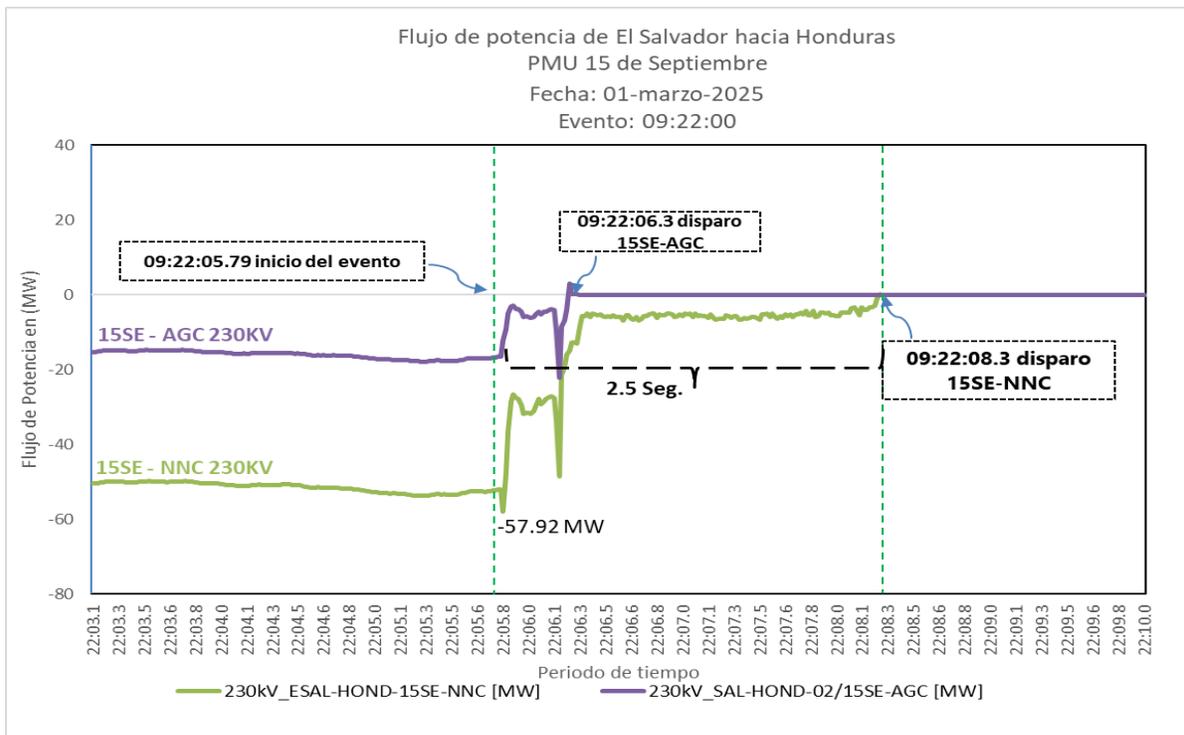




Gráfica 5: Comportamiento del flujo de potencia entre Guatemala – El Salvador

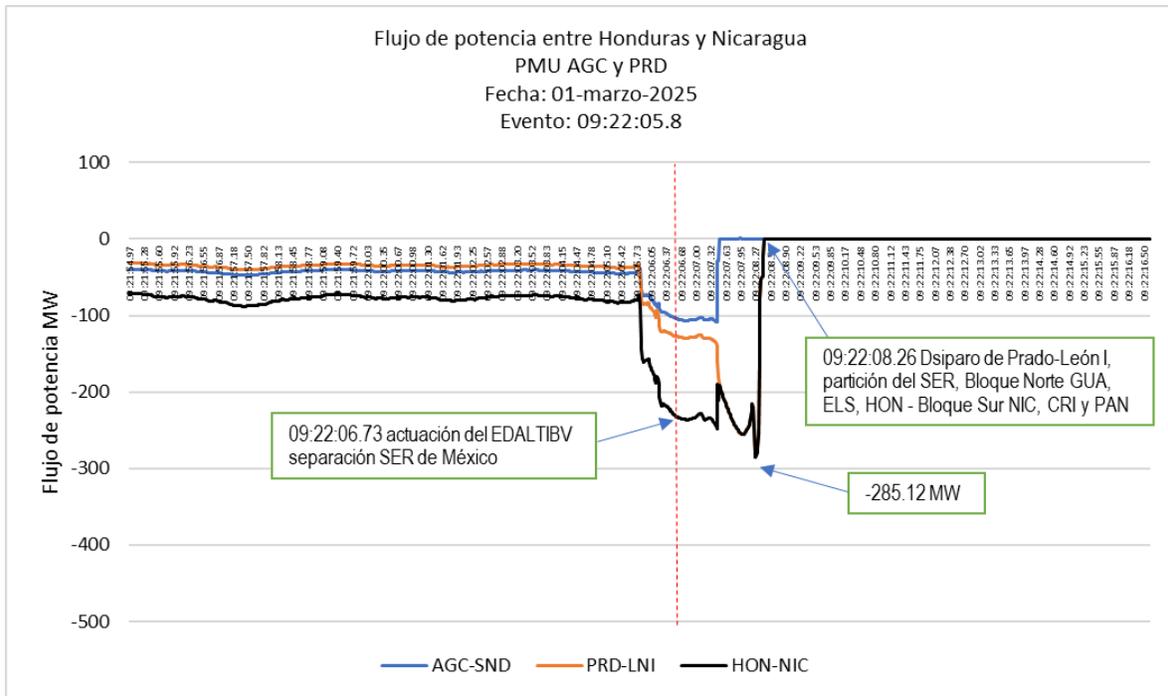


Gráfica 6: Comportamiento del flujo de potencia entre El Salvador – Honduras

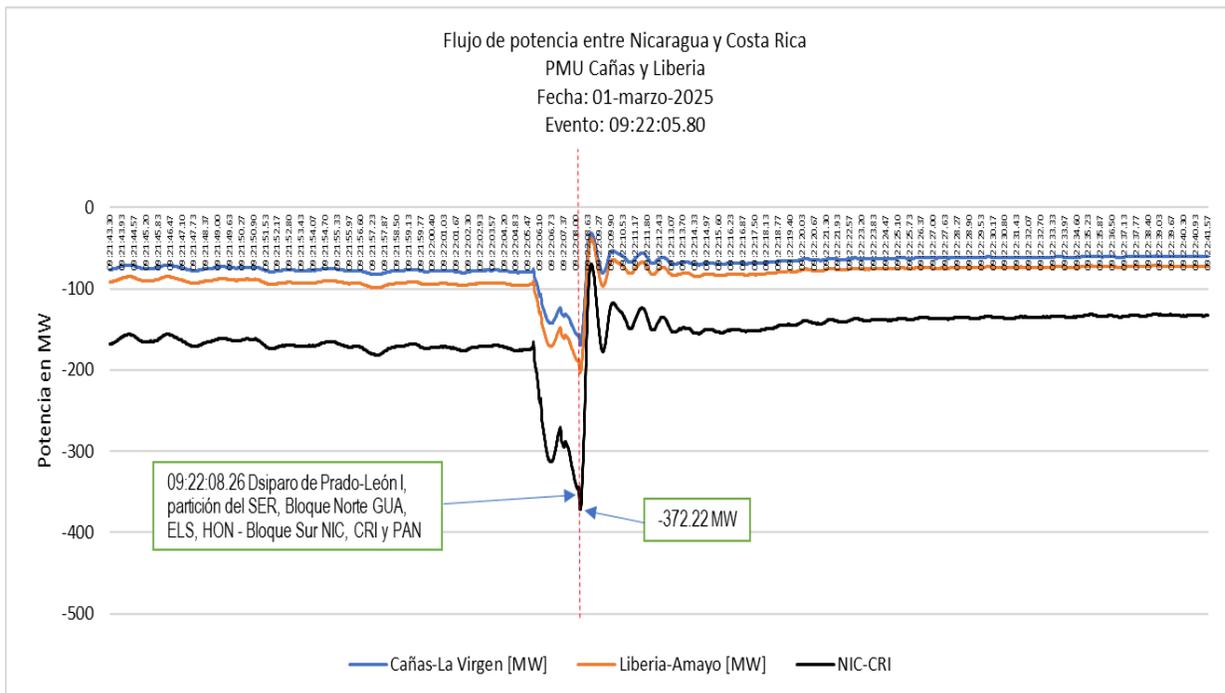




Gráfica 7: Comportamiento del flujo de potencia entre Honduras – Nicaragua

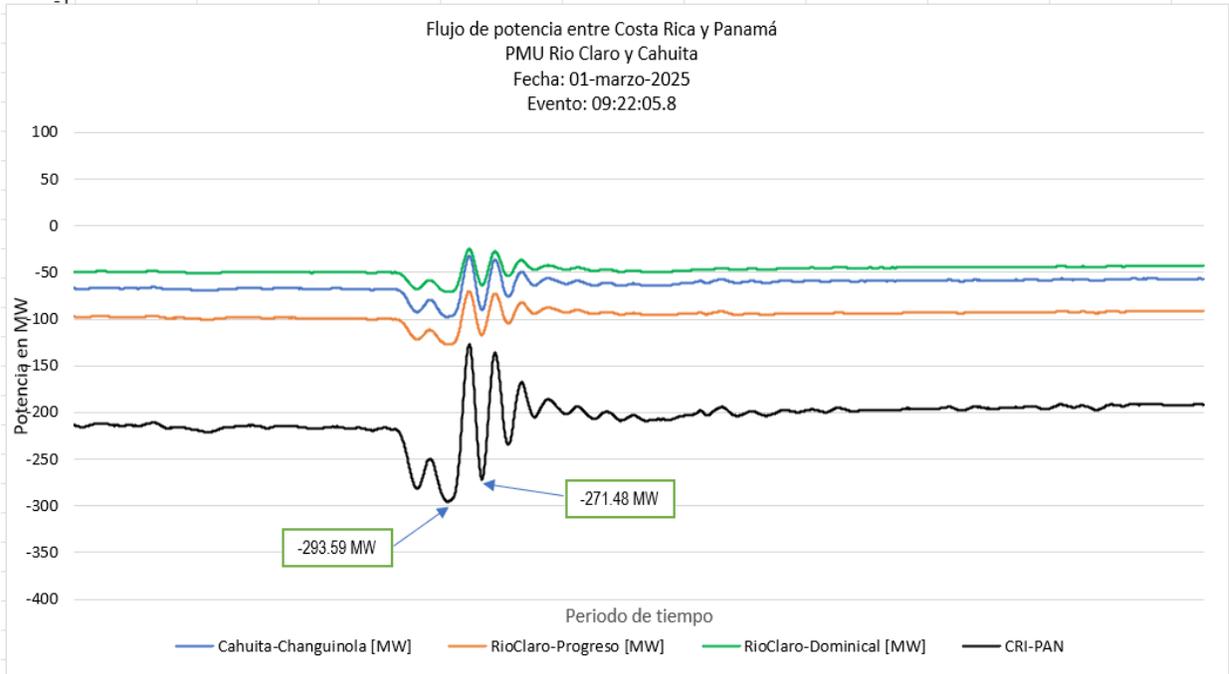


Gráfica 8: Comportamiento del flujo de potencia entre Nicaragua – Costa Rica

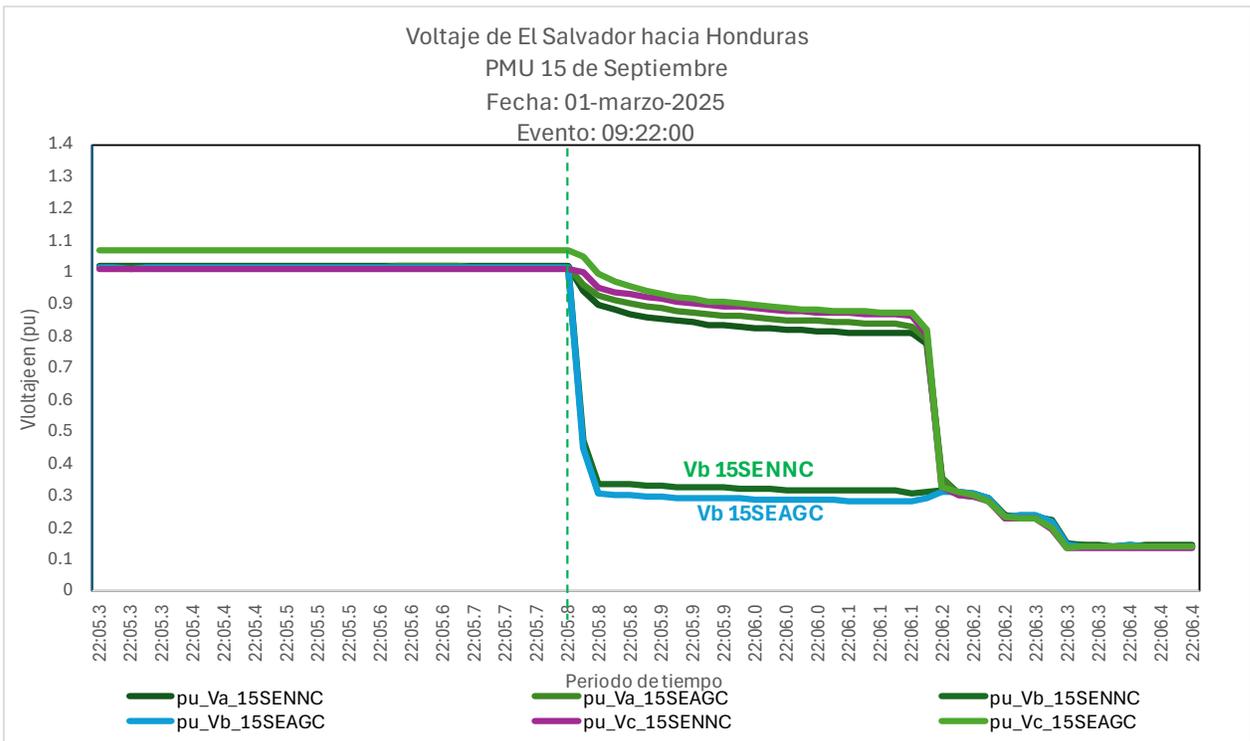




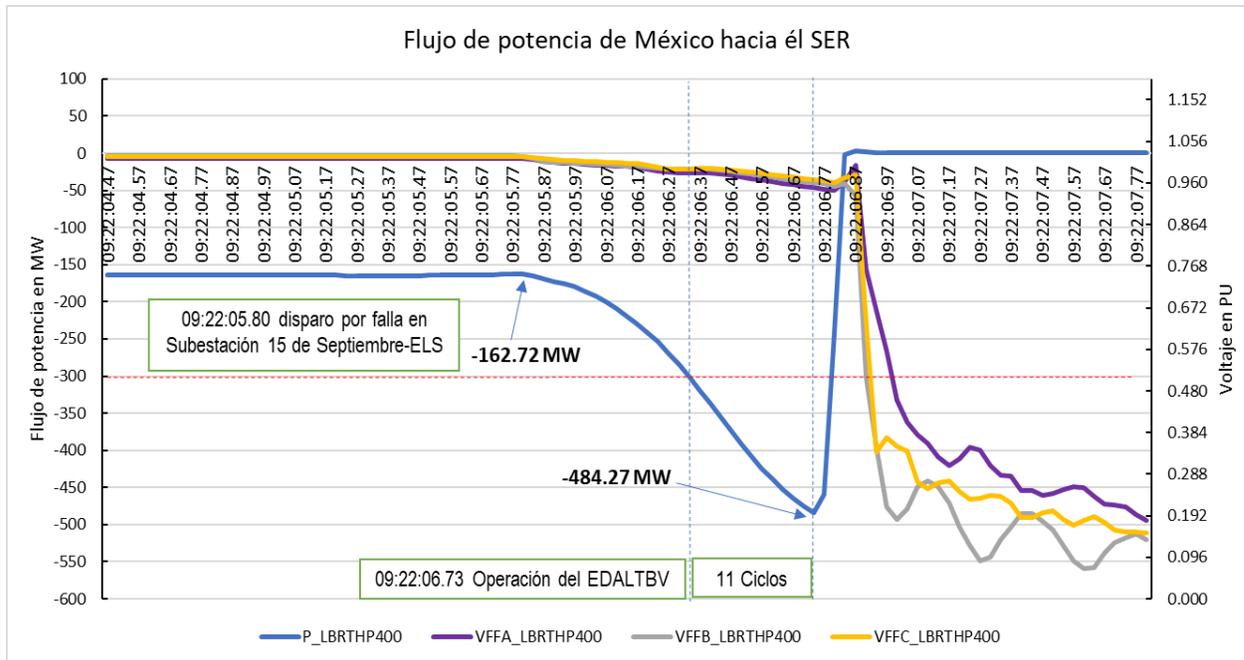
Gráfica 9: Comportamiento del flujo de potencia entre Costa Rica – Panamá



Gráfica 10: Comportamiento del Voltaje EL Salvador - Honduras



Gráfica 11: Activación del EDALTBV MEX-GUA



Conclusiones

1. El origen del evento ocurrió por falla a tierra en la cuchilla 18DSW7-11B en subestación 15 de Septiembre a nivel de 115 kV en el área de control de El Salvador, durante labores de mantenimiento no reportadas al EOR.
2. Se evidencian operaciones incorrectas o inadecuadas en algunas protecciones en la SE 15 de Septiembre en El Salvador, así como de la protección de respaldo por relé de distancia en la SE Nueva Nacaome 230 kV de Honduras en la línea de interconexión hacia El Salvador.
3. La falla a tierra se mantuvo aplicada de manera prolongada en el tiempo, debido a una serie de operaciones incorrectas o inadecuadas de las protecciones involucradas en El Salvador y en Honduras, que permitieron que la falla se mantuviera aplicada hasta 2.5 segundos.
4. El sistema eléctrico del área de control de Honduras, alcanzó el colapso total debido principalmente a que la falla a tierra se mantuvo aplicada de forma prolongada, por la incorrecta o inadecuada operación de las protecciones de respaldo tanto de El Salvador como de Honduras.

5. La operación de las protecciones en las interconexiones Honduras-Nicaragua 230 kV en el extremo de Nicaragua, fue correcta y permitieron que las áreas de control de Nicaragua, Costa Rica y Panamá, no sufrieran en mayor medida los efectos de la falla prolongada.
6. Es necesaria la pronta revisión de ajustes y coordinación de las protecciones involucradas en este evento, sobre todo en las SE 15 de Septiembre (ELS) y Nueva Nacaome (HON).

Acciones EOR-OS/OM

- a) El EOR convocó el martes 18 de marzo de 2025, al CTSO y al CTP por medio de una reunión virtual, con el objetivo de esclarecer detalles y obtener más información acerca de la secuencia y efectos del evento del 01 de marzo 2025 a las 09:22:05 horas, así como aclarar la forma en que operaron las protecciones involucradas durante el evento.
- b) A raíz de dicha reunión, se concluyó que los OS/OM y Agentes Transmisores de El Salvador y Honduras, así como la EPR, iniciarán de inmediato en forma coordinada con el EOR, la revisión de ajustes y la coordinación de las protecciones involucradas en este evento, dejando la próxima reunión de avance entre las instituciones mencionadas, para lunes 31 de marzo de 2025.

Diagrama de la red afectada

Diagrama 1: Unifilar Pre-falla

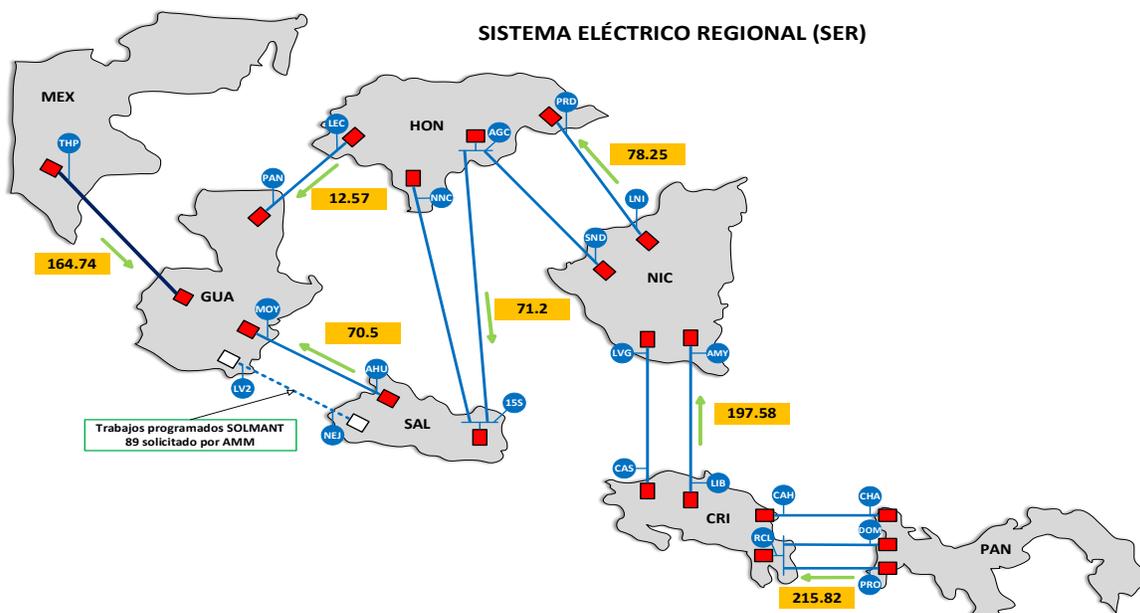


Diagrama 2: Unifilar falla

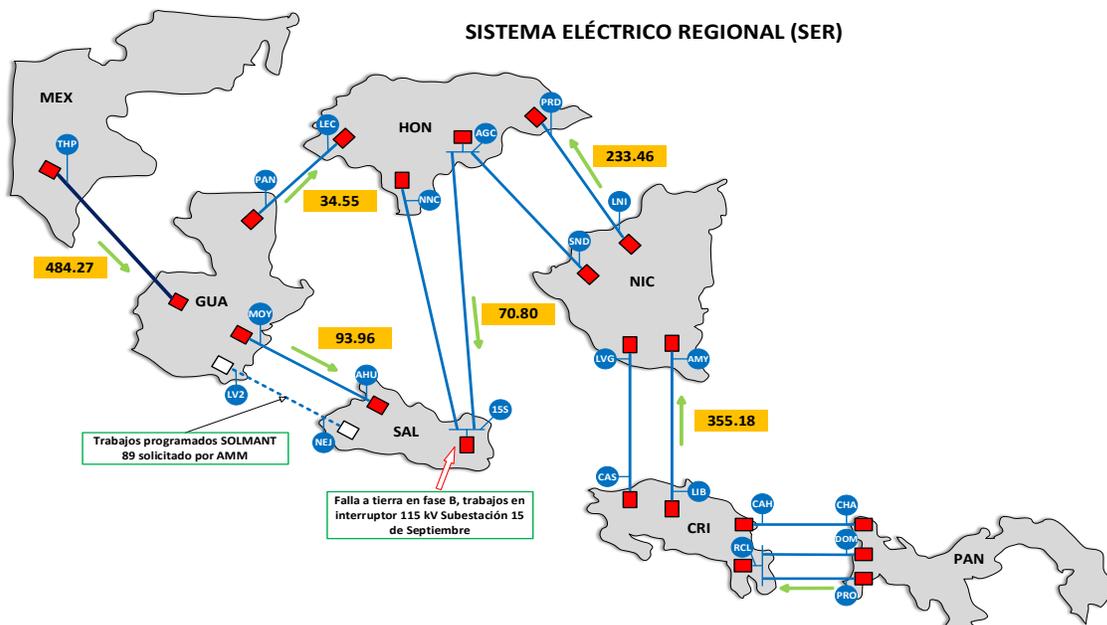
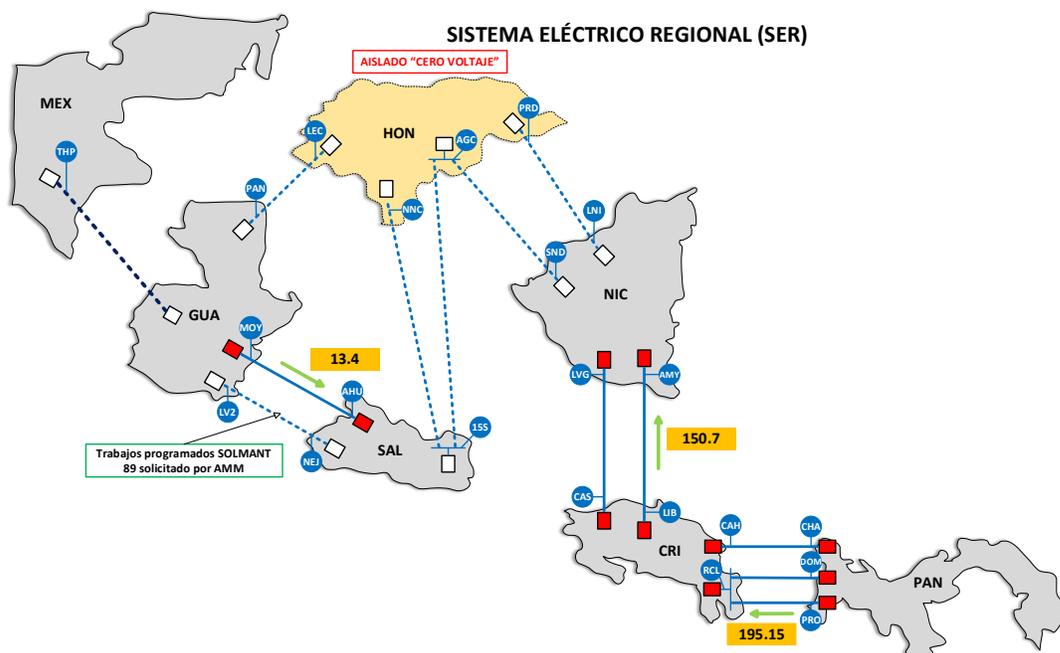


Diagrama 3: Unifilar Post-falla



Anexos

Anexo 1: Etapas correspondientes al EDACBF regional y EDALTIBF vigentes

Ajustes del EDACBF y EDALTIBF para el SER			
Área de control	Frecuencias [Hz] Etapas [1, 2, 3]	Tiempo de retraso [s]	Corte de carga [%] Etapas [1, 2, 3]
Guatemala	[59.3, 59.1, 58.9]	[0.1, 0.1, 0.1]	[3.0, 4.0, 5.0]
El Salvador	[59.3, 59.1, 58.9]	[0.1, 0.1, 0.1]	[3.0, 4.0, 5.0]
Honduras	[59.3, 59.1, 58.9]	[0.1, 0.1, 0.1]	[3.0, 4.0, 5.0]
Nicaragua	[59.3, 59.1, 58.9]	[0.1, 0.1, 0.1]	[3.0, 4.0, 5.0]
Costa Rica	[59.3, 59.1, 58.9]	[0.1, 0.1, 0.1]	[3.0, 4.0, 5.0]
Panamá	[59.3, 59.1, 58.9]	[0.1, 0.1, 0.1]	[3.0, 4.0, 5.0]
EDALTIBF: Apertura de interconexiones en 58.8 Hz			
Tiempos de retraso [s]: [[GS], [G,H], [S,H], [H,N], [N,CR], [CR,P]]=[1, 1, 1, 0.2, 0.6, 1]			
EDALTIBF: Apertura de interconexiones en 58.65 Hz			
Tiempos de retraso [s]: [[GS], [G,H], [S,H]]=[0, 0, 0]			