

Integración de generación renovable variable en el Sistema Eléctrico Regional de América Central

Octubre de 2016





INSTITUCIONALIDAD EN EL MER



Regulador regional

CDMER

coordinar la interrelación con los Organismos del MER
impulsar el desarrollo del MER

Formular las condiciones propicias para el desarrollo de plantas de generación eléctrica de carácter regional



Operación técnica y comercial

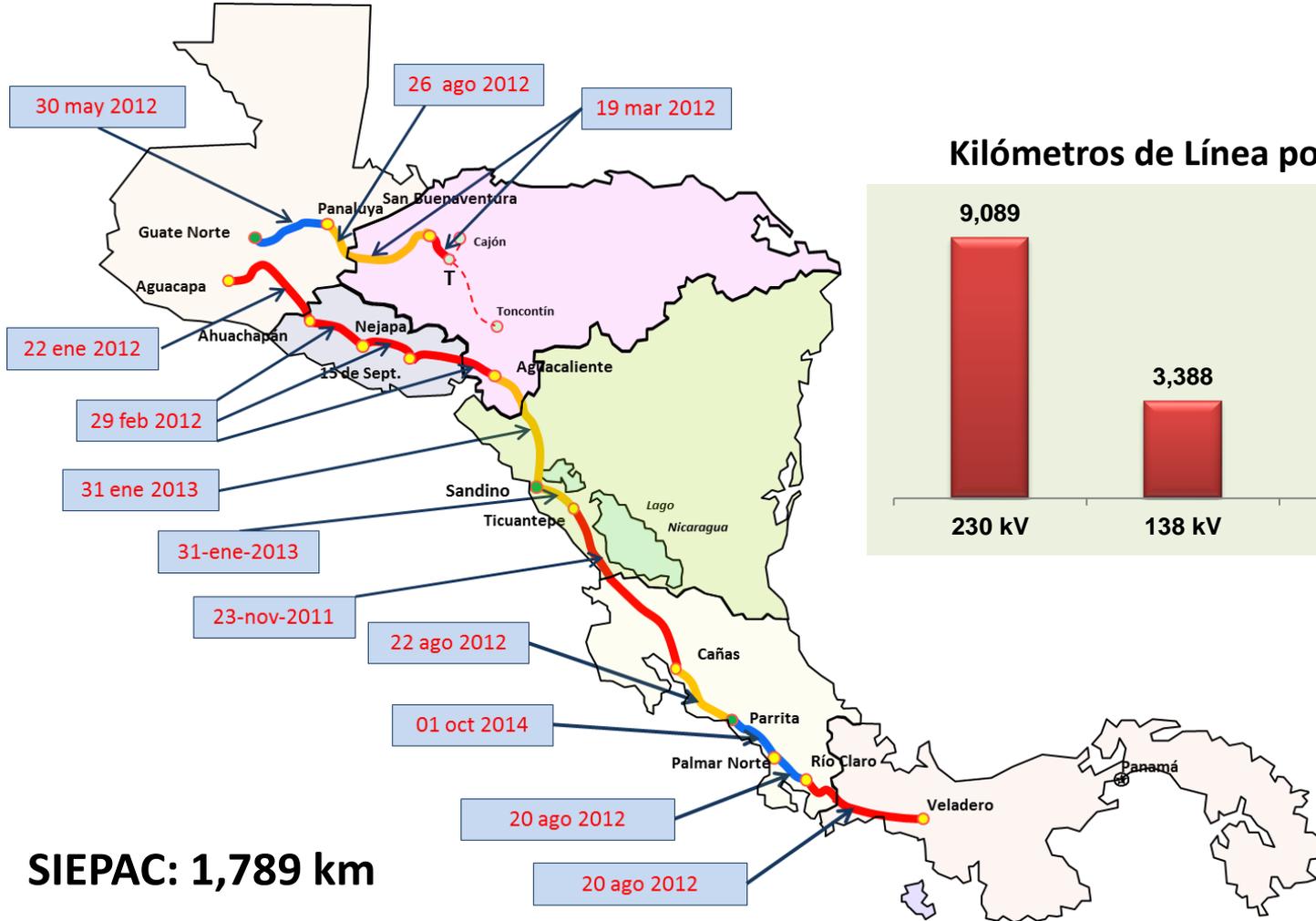
Administrador del mercado

Planificación de la expansión de la G & T regional

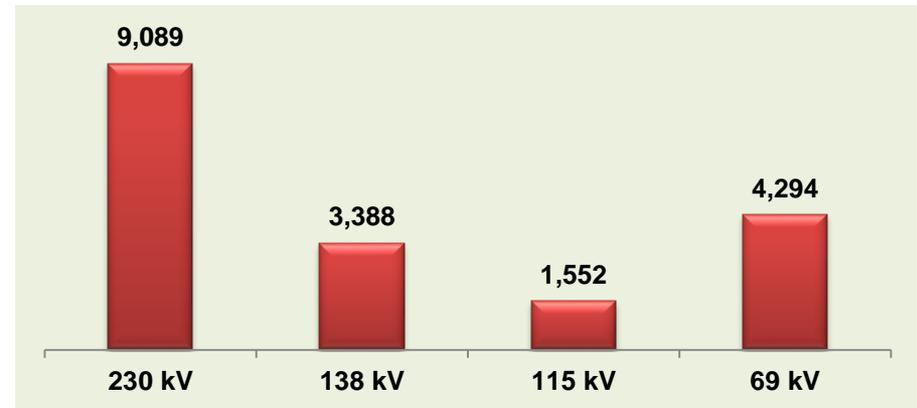




EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN



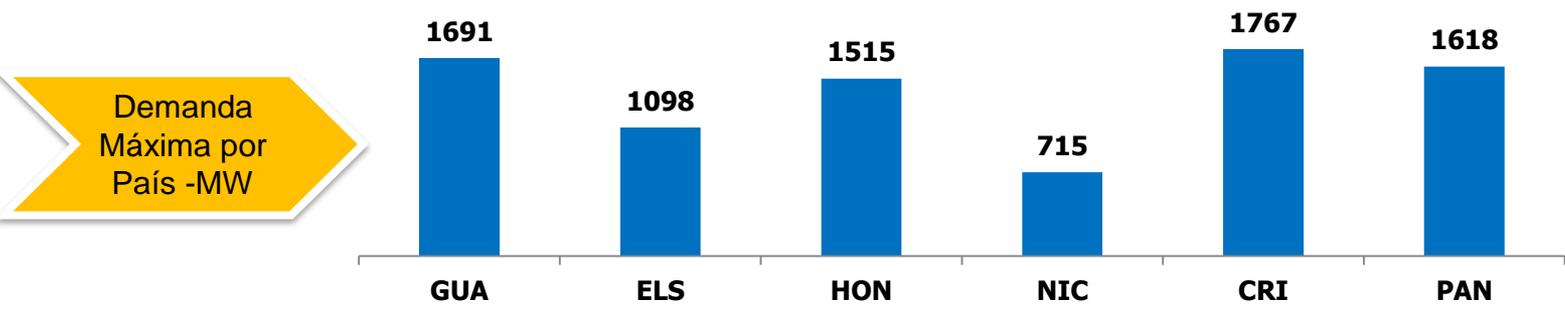
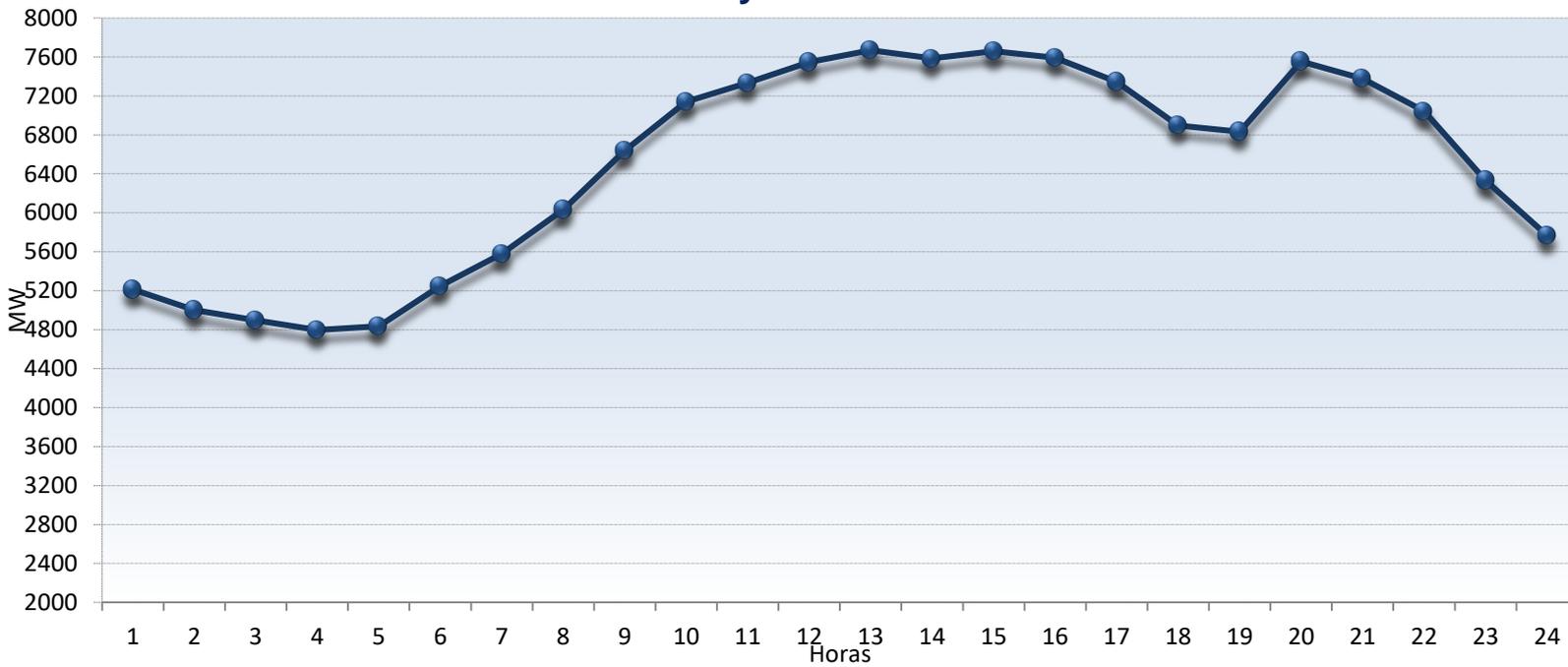
Kilómetros de Línea por nivel de Tensión



Demanda del Sistema Eléctrico Regional



Demanda Máxima del SER 7,670 MW
24-Mayo-2016 a las 12:00 m



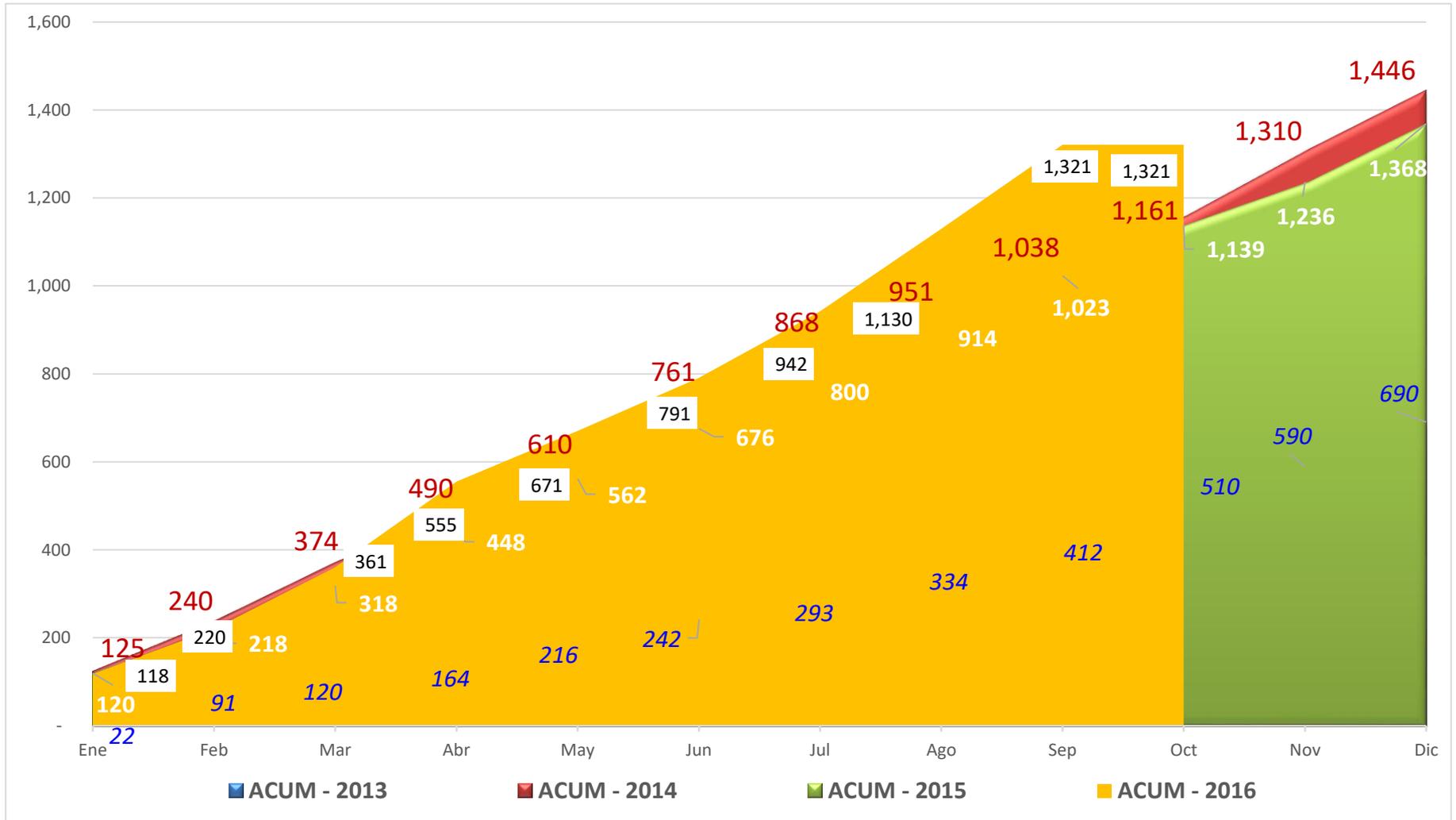
Demanda Máxima por País -MW



Fuente: Base de Datos EOR

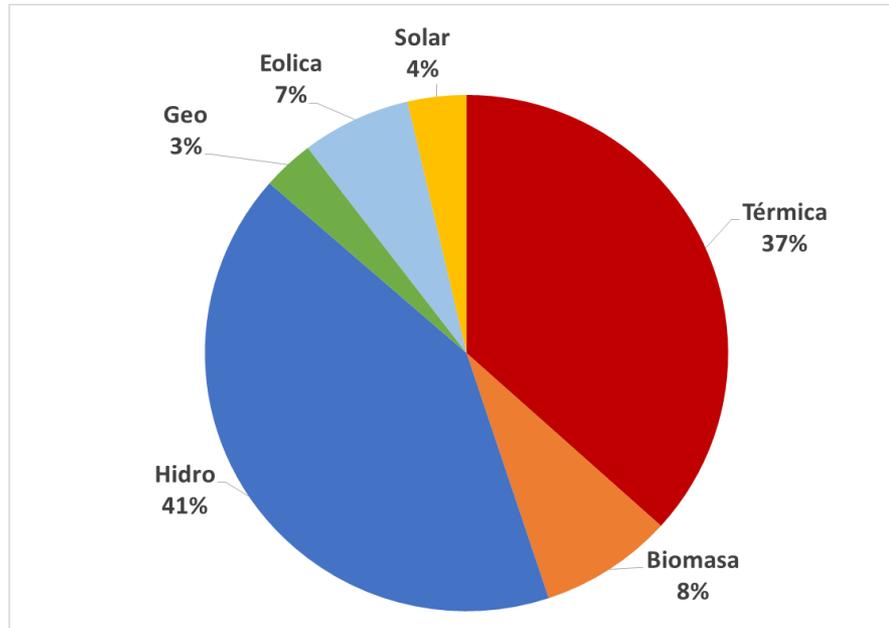
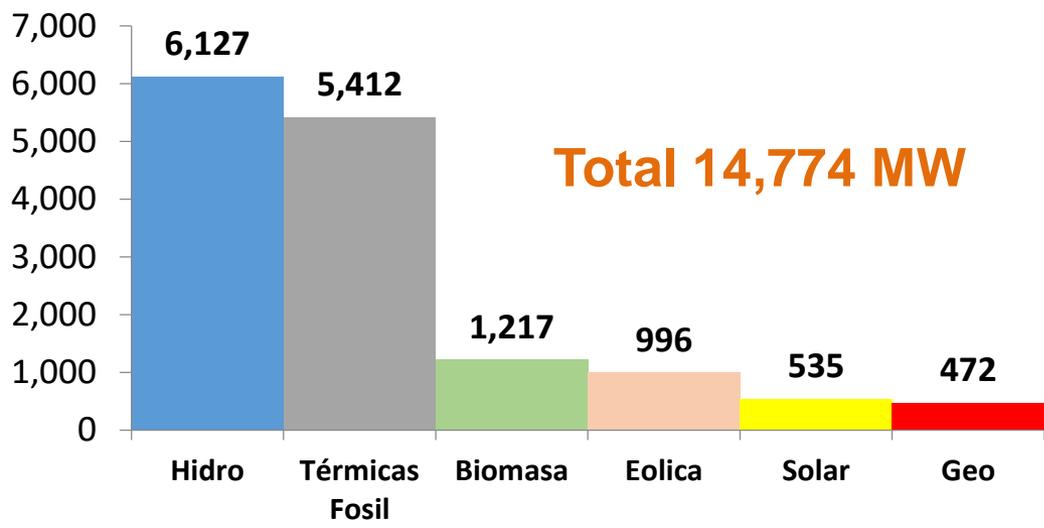
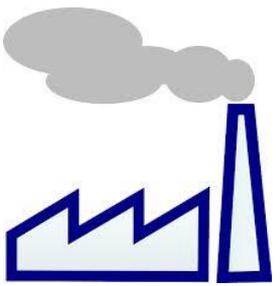


TRANSACCIONES DE INYECCION (GWh) 2013 - 2016



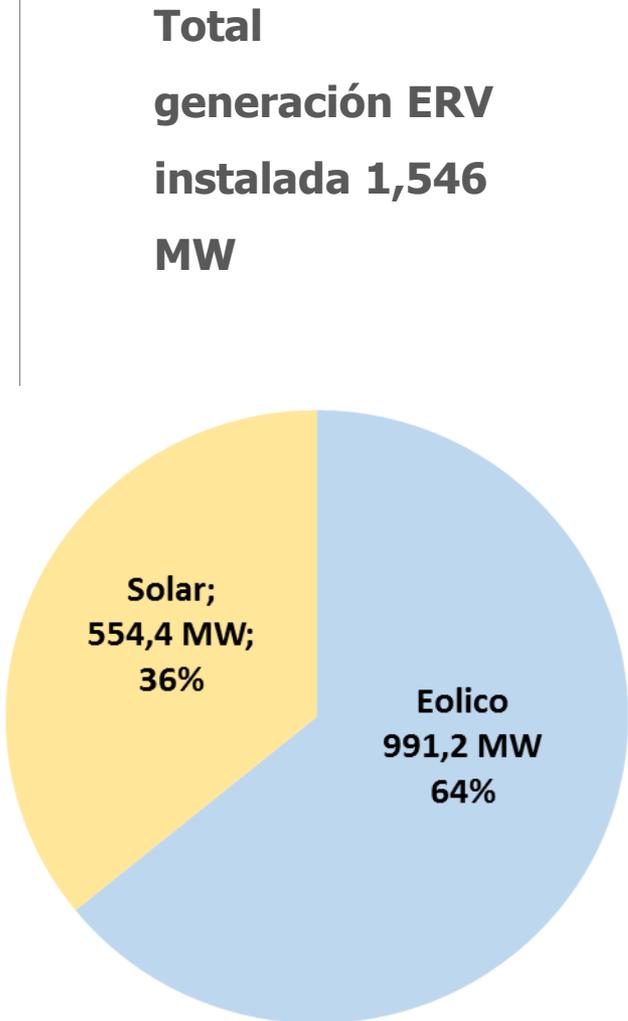
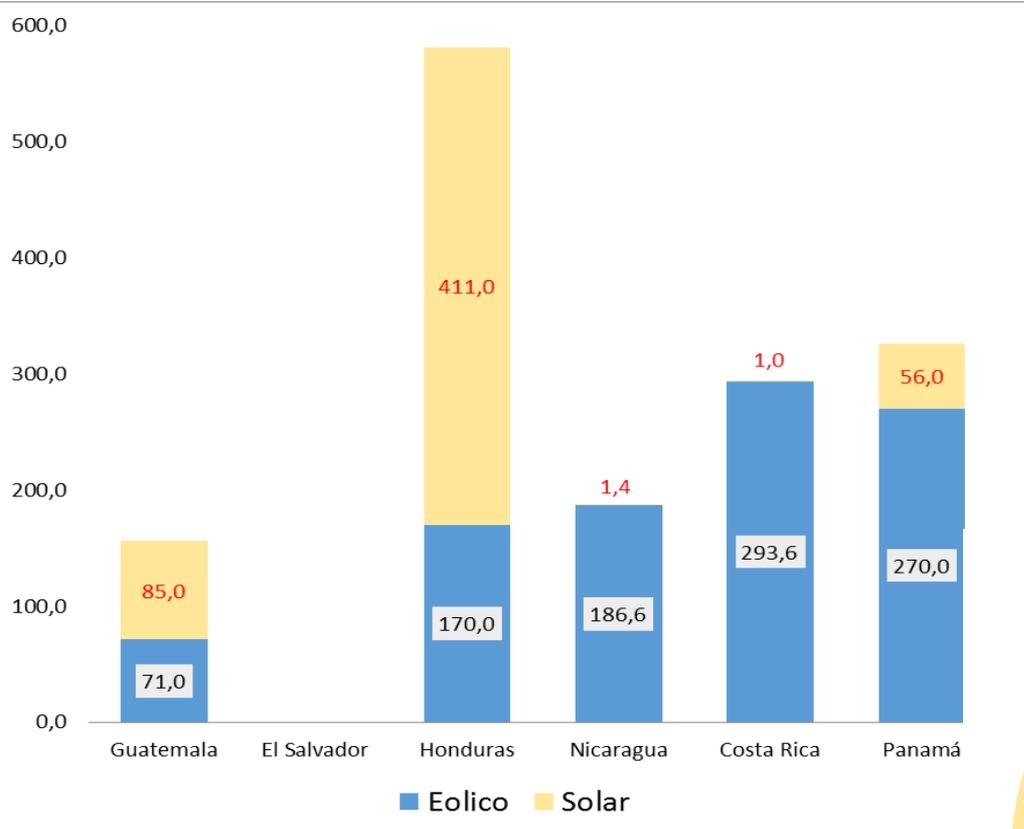


Capacidad de generación instalada en el Sistema Eléctrico Regional (MW)





Capacidad de generación ERV instalada al 2016 en el Sistema Eléctrico Regional (MW)

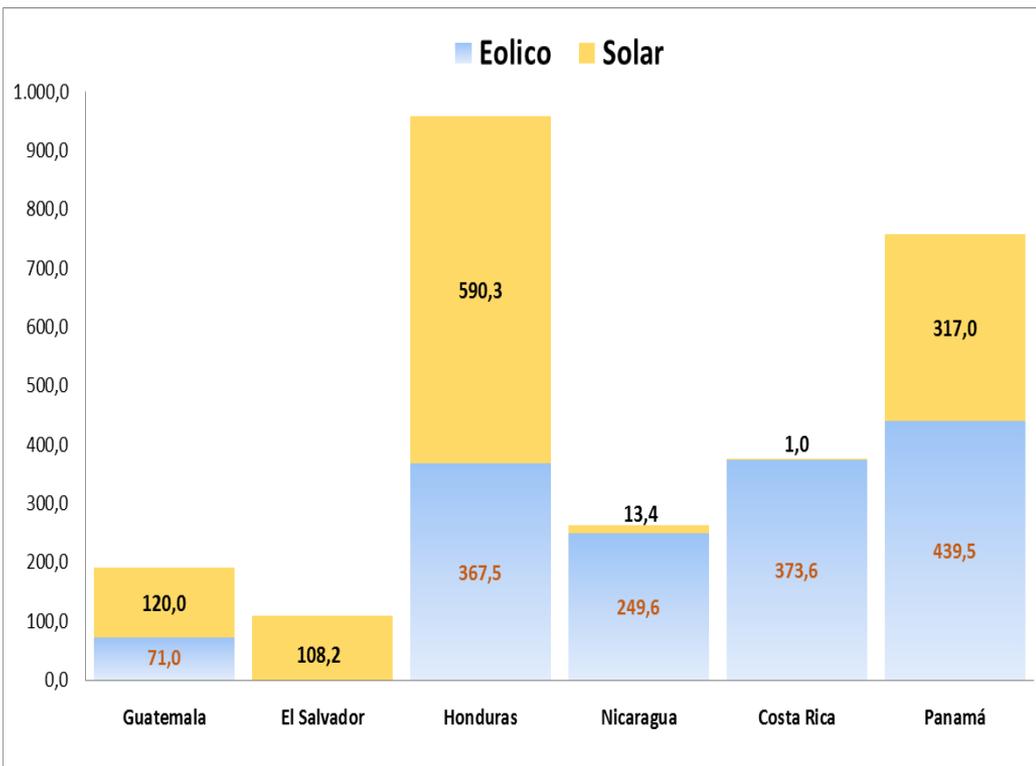


País	Eolico	Solar	Total
Guatemala	71,0	85,0	156,0
El Salvador			0,0
Honduras	170,0	411,0	581,0
Nicaragua	186,6	1,4	188,0
Costa Rica	293,6	1,0	294,6
Panamá	270,0	56,0	326,0

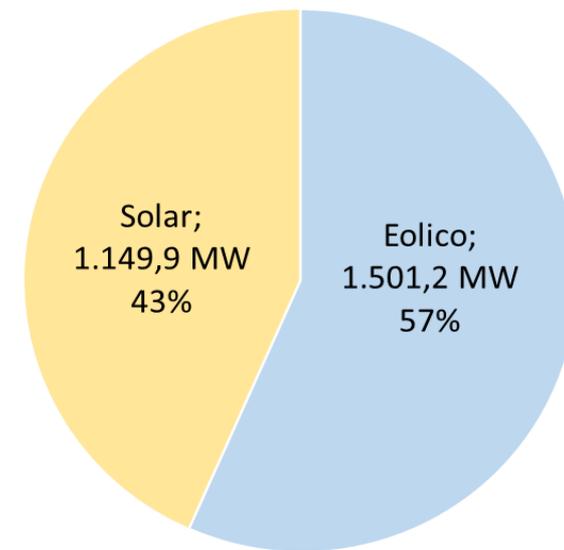




Escenario probable de capacidad de generación Eólica y Fotovoltaica para el 2018 (MW)



**Total
generación ERV
para 2018
2,651 MW**



País	Eolico	Solar	Total
Guatemala	71,0	120,0	191,0
El Salvador	0,0	108,2	108,2
Honduras	367,5	590,3	957,8
Nicaragua	249,6	13,4	263,0
Costa Rica	373,6	1,0	374,6
Panamá	439,5	317,0	756,5
Región	1.501,2	1.149,9	2.651,1





Esquema de Operación Técnica del MER

Ente Operador Regional

Coordina Maniobras en Operación Normal y de Emergencia, y Mantenimientos, Supervisa Intercambios Regionales Programados

Operadores de Sistema y Mercado de los países de América Central

Coordina y/o realiza Maniobras con los Agentes Nacionales Mantener Intercambios de energía Programados

Agentes del MER

Realiza Maniobras solicitadas por el OS/OM, Mantenimientos a sus instalaciones





LA OPERACIÓN DEL MER

La operación técnica del MER se basa en un esquema jerárquico en el cual el EOR coordina la operación con los OS/OMS de los países miembros. La coordinación entre el EOR y los OS/OMS se hará sobre la base de los procedimientos técnicos y operativos establecidos en este Reglamento

En cada país las funciones de la operación técnica del MER se llevarán a cabo por el OS/OM correspondiente en coordinación con el EOR;

Cada OS/OM tendrá la obligación de mantener la operación de su red dentro de los criterios de calidad, seguridad y desempeño regionales y nacionales;

Cada OS/OM coordinará la operación del sistema nacional, de acuerdo con la regulación nacional, manteniendo los criterios de calidad, seguridad y desempeño regionales en los nodos de la RTR;

El EOR no realizará directamente maniobras en la RTR, sino que instruirá a los OS/OM para que éstos ordenen su ejecución a los agentes, de acuerdo al esquema jerárquico previsto;

Los servicios auxiliares en MER se prestan mediante compromisos mínimos obligatorios de cada área de control, por tanto, no se tendrán ofertas asociadas a los mismos.

El EOR supervisará en tiempo real la operación de la RTR y administrará los recursos a su alcance a través de los OS/OM, con el objeto de controlar las desviaciones con respecto a las transacciones programadas. Dada su condición de desviaciones respecto a lo programado, el EOR en coordinación con los OS/OMS deberá mantenerlas en el menor valor posible...

Todas las unidades generadoras existentes y futuras deben contribuir con la regulación primaria de frecuencia, por medio de la acción de los reguladores de velocidad.

Cada una de las áreas de control debe contar con la reserva rodante de regulación primaria necesaria para limitar las desviaciones de frecuencia tanto durante la operación normal como ante la ocurrencia de contingencias.

El Criterio de Desempeño ante Pérdida de Generación consiste en reducir a cero el valor del ACE en un tiempo máximo de quince (15) minutos después de ocurrida la pérdida de generación.





Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño

- Son un conjunto de requisitos técnicos mínimos con los que se debe operar el sistema eléctrico regional (S.E.R) en condiciones normales y de emergencia, a fin de:

CCSD

Que se asegure que la energía eléctrica suministrada en el MER sea adecuada para su uso en los equipos eléctricos de los usuarios finales.

Que se mantenga una operación estable y se limiten las consecuencias que se deriven de la ocurrencia de contingencias.

Que se mantenga el balance carga/generación en cada área de control cumpliendo con los intercambios programados y a la vez contribuyendo a la regulación regional de la frecuencia.



Naturaleza de la Generación Renovable Variable



La generación Eólica y Fotovoltaica se caracterizan por la Variabilidad No Controlable y la Incertidumbre del recurso energético primario





Efectos

- Fluctuaciones de voltaje

- Fluctuaciones de potencia activa

- Variaciones de la Frecuencia

- Fluctuación de intercambios

- Reducción de la Inercia del sistema





Requerimientos para la operación segura

Control de Voltaje

- Aporte de reactivo

Control de Frecuencia

- Respuesta por controles de generación
- Reserva primaria convencional

Control de Intercambios

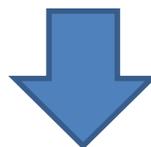
- AGC
- Reserva propia
- Reserva secundaria convencional

Seguimiento de la demanda

- Reserva rodante
- Reserva fría rápida

Estabilidad Dinámica

- Inercia reducida del Sistema



VIABILIDAD ECONÓMICA





Tramite de la solicitud de acceso a la RTR para generaciòn ERV

1. EOR

- Provee la Base de Datos Regional y fija las premisas de los estudios



2. Agente

- Realiza los estudios y solicita el autorizaciòn de conexiòn a la red de transmisiòn a la Comisiòn Regional de Interconexiòn Eléctrica (CRIE)



3. EOR

- El EOR revisa los estudios técnicos y recomienda a la CRIE la aprobaciòn o no de la conexiòn



4. CRIE

- La CRIE aprueba la solicitud de conexiòn

- ✓ RMER, Libro III, Capitulo 4
- ✓ Resoluciòn CRIE-P-03-2014
- ✓ Resoluciòn CRIE-42-2016
- ✓ Resoluciòn CRIE-57-2016





ESTUDIOS TECNICOS PARA TRAMITE DE ACCESO A LA RTR PARA GENERACIÓN ERV

1

- Análisis de flujos en condición normal del sistema

2

- Análisis de contingencias en estado estable

3

- Estudio de estabilidad de tensión

4

- Estudio de Cortocircuito

5

- Estudio de estabilidad transitoria

6

- Análisis de variabilidad, validación de respuesta ante huecos de tensión, análisis en el impacto en la regulación de frecuencia, otros análisis particulares

Demostrar que se cumplen los CCSD:

- ✓ No produce sobrecargas
- ✓ No produce violaciones de tensión
- ✓ El sistema es estable.

Demostrar que las corrientes de CC no exceden las capacidades de los equipos instalados en área de influencia

Demostrar que

- ✓ no reducirá la capacidad operativa de la RTR





Normativas para la Conexión de Generación ERV

País	Ley	Estado actual (Requerimientos/Normativas)
Guatemala	Decreto 52-2003*	Requerimientos sin rango de normativa solicitados por el AMM
El Salvador	Decreto 462*	Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción de la Unidad de Transacciones (UT)
Honduras	Decreto 70-2007*	Requerimientos para fotovoltaicos en la Nota DO/141/IV/2015
Nicaragua	Ley 532*	Normativa - Anexo Técnico: Desempeño Mínimo del Sistema, Apartado XI, de la Normativa de Operación. Anexo Técnico con requerimientos para plantas fotovoltaicas se encuentra en revisión por el MEM.
Costa Rica	Ley 7200 y su modificación Ley 7508**	Requerimientos del CENCE-ICE sin rango de normativa
Panamá	Ley 44***	Normativa - Normas Técnicas, Operativas y de Calidad, para la Conexión de la Generación Eléctrica Eólica al Sistema Interconectado Nacional (SIN). Normas Técnicas, Operativas y de Calidad, para la Conexión de los Sistemas de Centrales Solares y Centrales Solares con Tecnología Fotovoltaica al Sistema Interconectado Nacional (SIN).



Normativas para la Conexión de Generación ERV

1) Requerimientos generales

País	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
Tipo de generador permitido	ND	ND	ND	ND	Especificadas para eólicas.
Analizador de calidad de energía	ND	ND	Requerido	ND	ND
Registrador de eventos	ND	ND	Requerido	ND	Requerido, con funcionalidad PMU
Medición de Variables Meteorológicas	ND	Requiere estación meteorológica	Requiere estación meteorológica	Requerido	Requerido para fotovoltaicas
Sistema de Pronóstico de Generación	Pronóstico de las próximas 4 horas	Pronóstico con al menos dos días de anticipación	Pronóstico horario día previo	ND	ND
Pruebas Certificadas	ND	ND	Si. Detalladas	ND	Si. No detallada
Pruebas en Sitio	Si	ND	Si. Detalladas	ND	Si. No detallada

2) Requerimientos ante falla

Parametro	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
Tolerancia ante huecos de tensión	Si	ND	Si, diferente para Eólicos y Fotovoltaicos	Si	Si
Desempeño ante fallas	ND	Si	Si, solo definido para fotovoltaicos	ND	Si





Normativas para la Conexión de Generación ERV

3) Requerimientos de operación normal

País	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
Rango de frecuencia de operación continua	60.12 - 59.88 Hz	ND	57.0 Hz < f < 62.0	ND	Si, diferente para eólicos y fotovoltaicos
Rango de voltaje	$0.95 \leq V \leq 1.05$ p.u	ND	FV: 90% < V < 110% Eólicos: Requerimiento no definido.	ND	90% < V < 110%
Variación de la amplitud de tensión (Flicker)	ND	ND	EPsti = 0.8; EPlti=0.6	ND	EPsti = 0.35; EPlti=0.25
Factor de potencia	-0.95 < fp < 0.95	-0.95 < fp < 0.95	0.95 < fp < 0.95	-0.95 < fp < 1.0	-0.95 < fp < 0.95
Modo de operación	ND	ND	Voltaje Constante. Opciones de control de fp y, potencia reactiva	Control de fp con opción de control de potencia reactiva	Voltaje Constante. Opciones de control de fp y, potencia reactiva
Control de frecuencia	Requerido, servicio RPF y posibilidad de control AGC	ND	FV: Requerido. Eólicos: Capacidad de ser integrados al AGC	No obligatorio	Requerido, solo especificado para FV
Sistema de Almacenamiento de energía	ND	ND	Requerido	ND	ND
Capacidad de limitar entrega de potencia	Requerido	Requerido	ND	Requerido	Requerido, solo especificado para FV
Nivel de distorsión de armónicos	Según norma IEEE-519	ND	Según la norma IEC/TR 61000-3-6	ND	Según normas IEC 61400-21 e IEC 61400-3-6





Estudio de integración de generación ERV en el Sistema Eléctrico Regional que desarrolla el EOR

El Ente Operador Regional (EOR) con la cooperación del Departamento de Estado de los Estados Unidos de América, está realizando otros estudios con Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) que permitirán:

1. Determinar la máxima cantidad de generación ERV que puede integrarse en el Sistema Eléctrico Regional de América Central, considerando los requerimientos de reserva primaria y secundaria que deben adoptarse en los sistemas eléctricos nacionales y en el SER, para el control de frecuencia e intercambios entre las áreas de control.
2. Definir los requerimientos técnicos mínimos que deben de exigirse a los generadores eólicos y solares para autorizar su conexión al SER, así como la metodología y procedimientos específicos de validación de las características técnicas.





Aspectos operativos relevantes con la integración de generación ERV en el Sistema Eléctrico Regional

Experiencias	Acciones Realizadas por el EOR y OS/OM
<p>Dificultad moderada para mantener el balance carga/generación e intercambios de energía entre los países de la región.</p>	<p>Los países con mayor integración de ERV han incluido más generadores al control AGC y se han realizado ajustes a nivel regional del Bias y Banda Muerta.</p>
<p>Concentración de plantas ERV en 1 o 2 nodos de la red y en zonas geográficas específicas que provocan sobrecargas</p>	<p>Diseño de esquemas suplementarios para control de la inyección de potencia ERV. El EOR ha realizado los estudios de planificación e identificado los refuerzos necesarios a la red de transmisión. Se reportan dificultades de financiamiento en algunos países.</p>
<p>Problemas de bajo voltaje al desplazar generación convencional, lo que reconfigura los flujos de potencia y el soporte de reactivo</p>	<p>Está en proceso la instalación de compensación reactiva, sin embargo el proceso es algo lento.</p>





Aspectos operativos relevantes con la integración de generación ERV en el Sistema Eléctrico Regional

Experiencias	Acciones Realizadas por el EOR y OS/OM
Enlaces de comunicación de datos entre el operador del sistema nacional y la planta, con interrupciones periódicas. Esto pone en riesgo la operación de ECS	Actualmente se está trabajando en fortalecer los enlaces por parte de los Agentes.
Pronóstico incierto de la generación con fuentes ERV.	Se han realizado talleres con los operadores de sistema nacionales y proveedores de servicios de pronósticos para implementar cambios, periodicidad intra-horaria y calidad, se está avanzando en la implementación.
Observabilidad de las centrales Eólicas (70%) y Solares Fotovoltaicas (75%)	El Sistema SCADA regional, está en constante actualización pero en algunos niveles de voltaje no se cubre toda la red.
Diversidad de códigos de red en los países de la región, lo que deriva en diferentes fortalezas y debilidades.	El EOR está en proceso de proponer un código de red regional para la conexión de generación ERV de alcance regional





Conclusiones

1

- La integración actual de energía ERV en América Central, alcanza 1,545 MW, que representa un 22.9% de integración, si se le compara con la demanda media de la región que son de 6,755 MW (periodo de 08:00 a 17:00 a excepción de las 12:00 y 13:00 donde hay picos de demanda)

2

- Para el año 2018, este nivel de integración se espera que llegue a 2,651 MW, que representará un 36.3% de integración, si se le compara con la demanda media esperada para ese año que son de 7,295 MW.

3

- El EOR está realizando estudios con el objetivo de determinar los escenarios de integración mínimo, medio y máximo y armonizar un código de red para la conexión de la generación ERV.

4

- A partir de agosto 2016, la regulación regional establece a los desarrolladores de proyectos, que como parte de los estudios técnicos presente una evaluación de la variabilidad del recurso primario de generación tales como rampas de generación producto de la radiación solar, ráfagas de viento y su impacto en la regulación de frecuencia.





Avenida las Magnolias No. 128, Colonia San Benito.
San Salvador, El Salvador, C.A.
PBX : (503) 2245-9900 FAX : (503) 2208-2368.
www.enteoperador.org

NOTA IMPORTANTE

El contenido del presente documento, junto con cualquier archivo adjunto, puede contener información propiedad del Ente Operador Regional -EOR.- titular de los derechos de autor de todo el contenido, diseño e imagen. Por lo anterior, está prohibido copiar, transmitir, retransmitir, transcribir, almacenar, alterar o reproducir parcial o total por cualquier medio electrónico o mecánico esta información, sin permiso por escrito por parte del EOR. Dicha información podría ser de carácter confidencial, propietaria o con derechos reservados y privilegios legales asociados. Su uso se debe circunscribir solamente al individuo o entidad para el cual la información fue originalmente destinada. Asimismo, el Ente Operador Regional-EOR, no se hace legalmente responsable por daños de cualquier tipo causados por el contenido del mensaje, por errores u omisiones, o por los archivos adjuntos. La integridad y seguridad de este mensaje no pueden ser garantizadas en el Internet.

Si usted no es el destinatario de este mensaje, por favor elimínelo. Asimismo, le agradecemos informarnos de cualquier uso indebido de nuestra infraestructura mediante el envío de un correo electrónico a : consultas-informacion@enteoperador.org

