



ENTE OPERADOR REGIONAL
DEL MERCADO ELÉCTRICO DE AMÉRICA CENTRAL

PLANEAMIENTO OPERATIVO DE AMÉRICA CENTRAL 2023 - 2024

Actualización julio 2023

Área Responsable: Coordinación de Planificación del Sistema

Contenido

Introducción.....	1
1. Premisas y criterios	2
1.1. Base de Datos	2
1.2. Proyección de demanda	2
1.3. Discretización de los bloques horarios	7
1.4. Representación de demandas elásticas.....	9
1.5. Precios de los combustibles.....	9
1.6. Parámetros económicos	11
1.6.1. Tasa de Descuento	11
1.6.2. Costo de energía no suministrada.....	12
2. Parámetros y premisas de simulación	13
2.1. Parámetros del modelo.....	13
2.2. Premisas del caso de estudio.....	14
2.1.1. Horizonte de análisis.....	14
2.1.2. Año inicial de hidrología	15
2.1.3. Capacidad de intercambio regional.....	18
3. Estado del sistema	19
3.1. Oferta existente.....	19
3.2. Expansiones y modificaciones recientes.....	20
3.2.1. Retiros de generación	20
3.2.2. Expansiones de generación.....	21
3.2.3. Proyectos de transmisión.....	21
3.3. Expansiones y modificaciones programadas para el período enero 2023 a diciembre 2024	23
3.3.1. Expansiones de generación.....	23



3.3.2.	Ampliaciones y modificaciones en el sistema de transmisión	25
4.	Resultados.....	29
4.1.	Resultados para el sistema eléctrico de Guatemala.....	29
4.1.1.	Despacho de energía.....	29
4.1.2.	Intercambios en el MER.....	31
4.1.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	34
4.1.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	36
4.2.	Resultados para el sistema eléctrico de El Salvador	37
4.2.1.	Despacho de energía.....	37
4.2.2.	Intercambios en el MER.....	39
4.2.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	42
4.2.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	44
4.3.	Resultados para el sistema eléctrico de Honduras.....	45
4.3.1.	Despacho de energía.....	45
4.3.2.	Intercambios en el MER.....	47
4.3.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	50
4.3.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	52
4.4.	Resultados para el sistema eléctrico de Nicaragua.....	54
4.4.1.	Despacho de energía.....	54
4.4.2.	Intercambios en el MER.....	56
4.4.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	59
4.4.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	61
4.5.	Resultados para el sistema eléctrico de Costa Rica	62
4.5.1.	Despacho de energía.....	62
4.5.2.	Intercambios en el MER.....	64
4.5.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	67
4.5.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	69
4.6.	Resultados para el sistema eléctrico de Panamá	70



4.6.1.	Despacho de energía.....	70
4.6.2.	Intercambios en el MER.....	72
4.6.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	75
4.6.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	77
4.7.	Resultados del Mercado Eléctrico Regional.....	79
4.7.1.	Despacho de energía.....	79
4.7.2.	Intercambios en el MER.....	81
4.7.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	84
4.7.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	86
3.	Conclusiones.....	87

Introducción

El Planeamiento Operativo, está definido en el RMER como la planeación energética de la operación de los recursos de generación y transmisión regionales, con un horizonte de uno (1) a dos (2) años con etapas de resolución mensual, siendo su objeto proveer información indicativa para el MER.

En este proceso se estimará la producción de energía eléctrica de los países de América Central y los intercambios regionales, con base en el criterio de maximización del beneficio social, teniendo en consideración la disponibilidad de los recursos primarios de generación, así como las condiciones previstas en la red eléctrica del SER.

El informe de resultados del Planeamiento Operativo abarca entre otros aspectos importantes, los siguientes temas:

- a) Evolución esperada del uso de los recursos de generación de la región;
- b) Evolución de los indicadores de confiabilidad energética del SER;
- c) Intercambios esperados de energía en los nodos frontera; y
- d) Tendencia de crecimiento o decrecimiento de los volúmenes esperados de transacciones.

El alcance y las premisas del Planeamiento Operativo están establecidas en el Capítulo 4 del Libro II del RMER.

1. Premisas y criterios

El *Planeamiento Operativo* es desarrollado con el Sistema de Planeamiento de la Generación y Transmisión Regional (SPGTR), mediante el módulo de simulación del MER, que está conformado por el modelo de optimización SDDP de la firma brasileña PSR-Inc., haciendo uso de la Base de Datos Regional descrita en el Capítulo 5 del Libro III del RMER.

1.1. Base de Datos

Las premisas y criterios para conformar la Base de Datos Regional se encuentran establecidos en la *"Guía para Conformación y Actualización de la Base de Datos para los Procesos de la Planificación de la Transmisión y de la Generación Regional"*, en la que se abordan diferentes aspectos, entre estos la representación de los diferentes elementos del sistema eléctrico de potencia:

- i. Representación de centrales hidroeléctricas;
- ii. Representación de centrales termoeléctricas;
- iii. Representación de centrales renovables;
- iv. Representación de la red de transmisión;
- v. Representación de la demanda.

La base de datos regional utilizada fue actualizada con información de largo plazo suministrada por los OS/OM de los países miembros entre los meses de octubre 2022 a marzo 2023.

1.2. Proyección de demanda

La demanda de electricidad de la región para el horizonte del estudio es determinada con base en las proyecciones informadas por los OS/OM nacionales.

Según las estimaciones informadas por los OS/OM, la demanda de energía de la región centroamericana sumará **30,920 GWh** en el período de julio a diciembre de 2023, lo que representaría un incremento del 4.8 % respecto del mismo período del año 2022, mientras que en el año 2024 será de **64,479.2 GWh**, 4.5 % más con respecto del año 2023.



En la **Tabla 1** se presenta la proyección de demanda de energía eléctrica de cada país con detalle mensual para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 1. Proyecciones de demanda de energía de los países de América Central (GWh).

Año	Mes	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	C.A.
2023	jul	1,046.2	597.4	978.0	429.0	1,021.9	1,148.3	5,220.8
2023	ago	1,059.6	607.5	995.2	435.0	1,034.7	1,168.6	5,300.5
2023	sep	1,020.8	583.7	955.9	418.7	996.9	1,122.4	5,098.4
2023	oct	1,042.9	595.6	975.1	427.6	1,018.6	1,144.9	5,204.7
2023	nov	1,010.9	577.6	945.7	414.6	987.3	1,110.4	5,046.5
2023	dic	1,011.9	577.7	945.8	414.9	988.4	1,110.5	5,049.1
Total	2023	6,192.3	3,539.5	5,795.7	2,539.8	6,047.8	6,805.1	30,920.0
2024	ene	1,031.8	599.7	969.9	431.2	1,000.7	1,194.2	5,227.5
2024	feb	958.0	557.3	901.8	400.6	928.9	1,110.1	4,856.7
2024	mar	1,109.1	645.3	1,044.1	463.7	1,075.5	1,285.3	5,623.0
2024	abr	1,075.4	626.1	1,013.2	449.8	1,042.8	1,247.1	5,454.4
2024	may	1,126.4	656.6	1,062.7	471.3	1,092.1	1,307.8	5,716.9
2024	jun	1,044.4	607.6	983.1	436.7	1,012.8	1,210.2	5,294.8
2024	jul	1,077.1	625.6	1,011.9	450.1	1,044.6	1,246.0	5,455.4
2024	ago	1,090.2	636.1	1,029.7	456.4	1,057.0	1,267.0	5,536.4
2024	sep	1,050.7	611.2	989.0	439.3	1,018.9	1,217.5	5,326.7
2024	oct	1,073.7	623.7	1,008.9	448.6	1,041.3	1,242.2	5,438.4
2024	nov	1,040.7	604.8	978.5	434.9	1,009.2	1,204.7	5,272.9
2024	dic	1,041.9	605.0	978.5	435.3	1,010.5	1,205.0	5,276.1
Total	2024	12,719.4	7,399.0	11,971.3	5,317.9	12,334.3	14,737.1	64,479.2

La **Figura 1** muestra de manera gráfica el comportamiento mensual de la proyección de demanda de energía por país, en color azul el período de julio a diciembre de 2023 y en color amarillo el período de enero a diciembre de 2024.

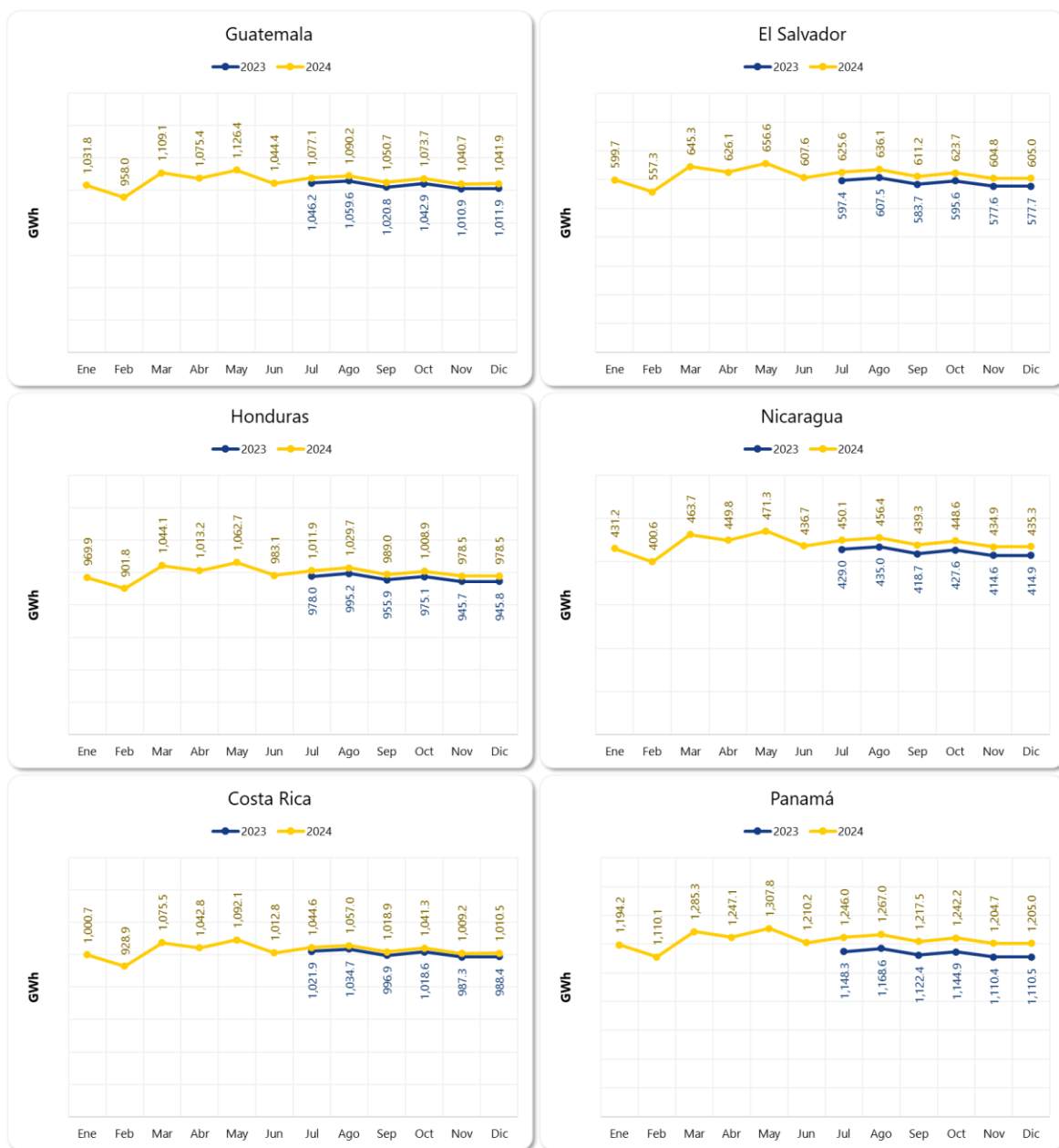


Figura 1. Proyecciones de demanda de energía de los países de América Central (GWh).

Con relación a la proyección de demanda de potencia, es importante tener en consideración que la máxima demanda en los países de la región ocurre generalmente en diferentes momentos, es decir que la demanda máxima de potencia de los países no es coincidente, por lo que la demanda total de América Central no es resultado de la suma de las demandas



individuales de cada país, sino que esta corresponde al máximo valor de demanda que se registra en el Sistema Eléctrico Regional en un instante determinado.

En la **Tabla 2** se presenta la proyección de demanda en potencia eléctrica de cada país con detalle mensual para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 2. Proyecciones de demanda de potencia de los países de América Central (MW).

Año	Mes	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
2023	jul	1,763.4	1,059.0	1,749.2	735.1	1,718.7	2,054.8
2023	ago	1,777.7	1,067.7	1,763.4	741.1	1,732.7	2,071.5
2023	sep	1,792.9	1,076.8	1,778.5	747.4	1,747.5	2,089.2
2023	oct	1,819.6	1,092.8	1,804.9	758.5	1,773.5	2,120.3
2023	nov	1,779.6	1,068.8	1,765.3	741.9	1,734.5	2,073.7
2023	dic	1,779.5	1,068.7	1,765.1	741.8	1,734.4	2,073.5
Máxima	2023	1,876.8	1,127.1	1,861.7	782.4	1,829.3	2,186.9
2024	ene	1,794.9	1,108.7	1,803.2	768.5	1,733.2	2,200.6
2024	feb	1,799.9	1,107.1	1,808.2	770.6	1,738.0	2,206.7
2024	mar	1,887.2	1,160.9	1,895.9	808.0	1,822.4	2,313.8
2024	abr	1,917.6	1,179.5	1,926.4	821.0	1,851.7	2,351.0
2024	may	1,882.9	1,158.2	1,891.6	806.1	1,818.2	2,308.5
2024	jun	1,804.6	1,110.0	1,812.9	772.6	1,742.6	2,212.5
2024	jul	1,801.7	1,108.2	1,810.0	771.4	1,739.8	2,209.0
2024	ago	1,816.4	1,117.3	1,824.8	777.7	1,754.0	2,226.9
2024	sep	1,831.9	1,126.8	1,840.3	784.3	1,768.9	2,245.9
2024	oct	1,859.1	1,143.6	1,867.7	796.0	1,795.3	2,279.3
2024	nov	1,818.3	1,118.4	1,826.7	778.5	1,755.8	2,229.2
2024	dic	1,818.2	1,118.4	1,826.5	778.4	1,755.7	2,229.1
Máxima	2024	1,917.6	1,179.5	1,926.4	821.0	1,851.7	2,351.0

La **Figura 2** muestra de manera gráfica el comportamiento mensual de la proyección de potencia para los seis países de la región, en color azul el período de julio a diciembre de 2023 y en color amarillo el período de enero a diciembre de 2024.

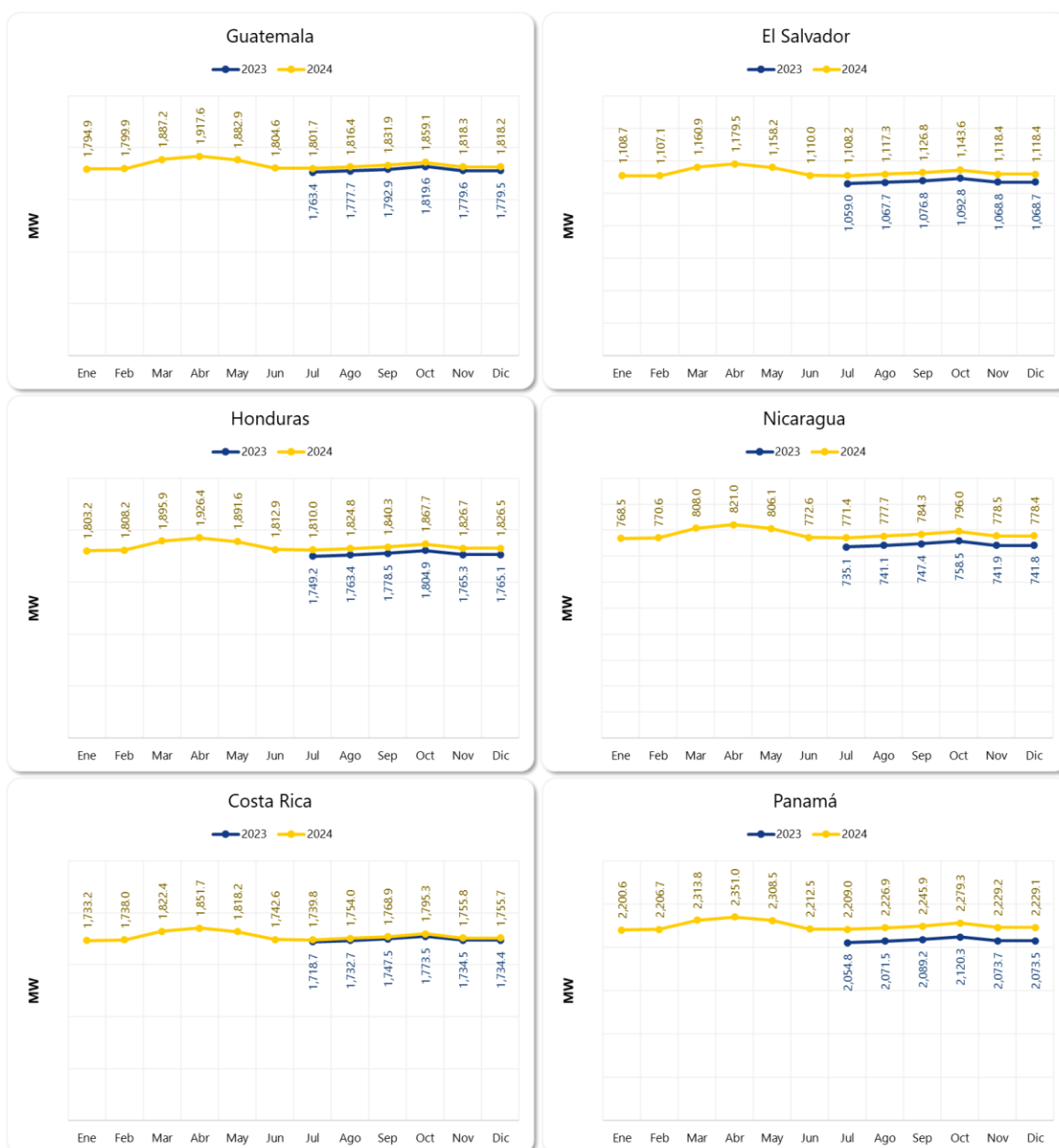


Figura 2. Proyecciones de demanda de potencia de los países de América Central (MW).

1.3. Discretización de los bloques horarios

El estudio abarca la planificación de los seis sistemas de América Central, para lo cual se homologan cronológicamente las curvas de carga de los seis países, con el objeto de representar de manera adecuada la demanda de energía mensual y de punta de cada sistema en los modelos de planificación. La representación de la curva de carga del sistema se ha realizado por medio de cinco bloques horarios, los cuales fueron conformados con base en los registros de demanda horaria del año 2022 por medio del algoritmo de clústeres.

La curva de carga discretizada en cinco bloques horarios se muestra en la siguiente figura.

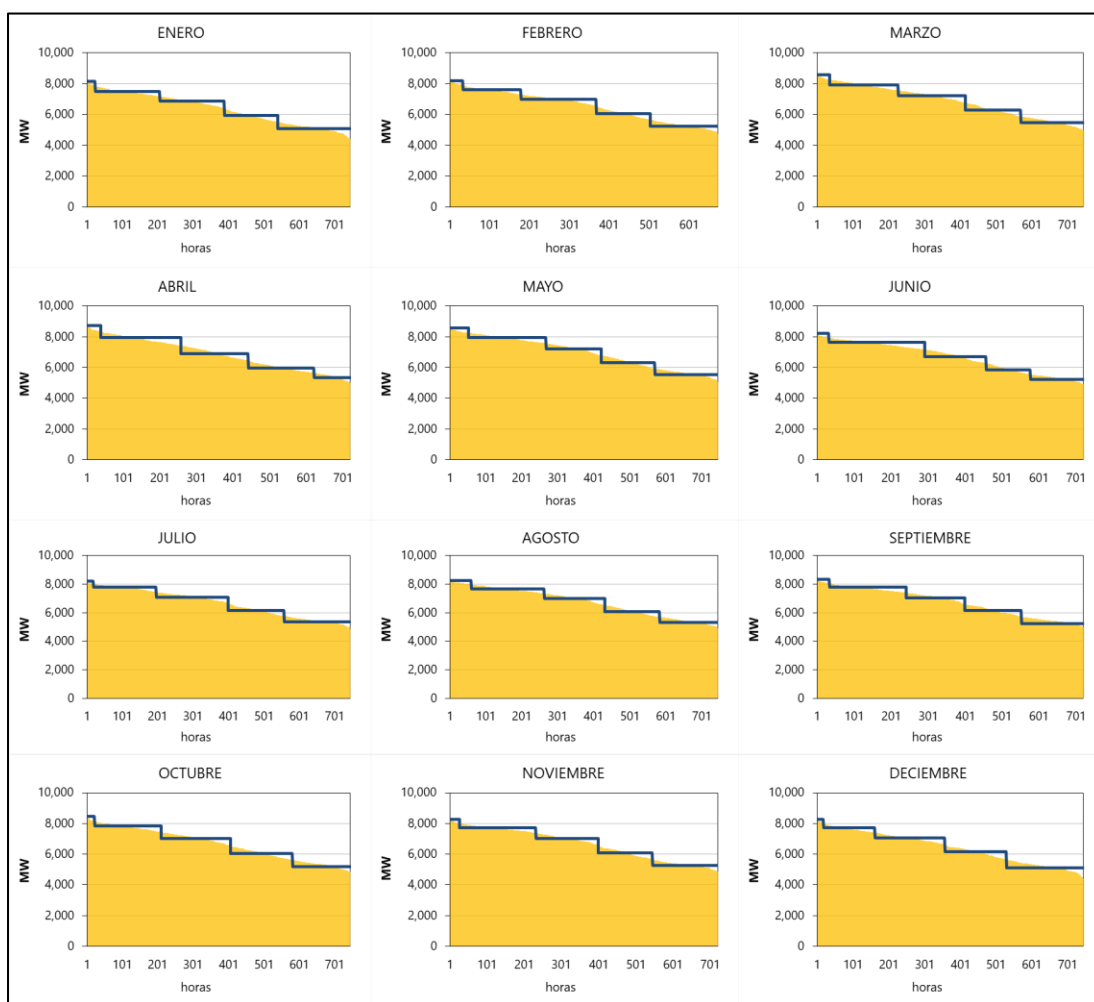


Figura 3. Curvas de duración de carga y su representación en cinco bloques horarios, para los países de América Central.

Como podemos observar en cada gráfico, el área en color amarillo representa la curva de duración de carga horaria, mientras que la línea azul representa los cinco escalones de la curva de carga, siendo el Bloque 1 el de máxima demanda, es decir, el bloque que en el que se agrupan las horas con los valores más altos de demanda, seguido en orden decreciente de los bloques 2, 3, 4, y 5, siendo este último el que agrupa las horas con los valores de mínima demanda del sistema.

La discretización de la curva de carga permite identificar el bloque al que pertenece cada una de las horas del año, y con base en esta clasificación por bloques se realizará la proyección de demanda de los años del estudio. El detalle de bloques horarios mensuales para los siete días de una semana promedio del sistema centroamericano, se presenta en la siguiente figura.

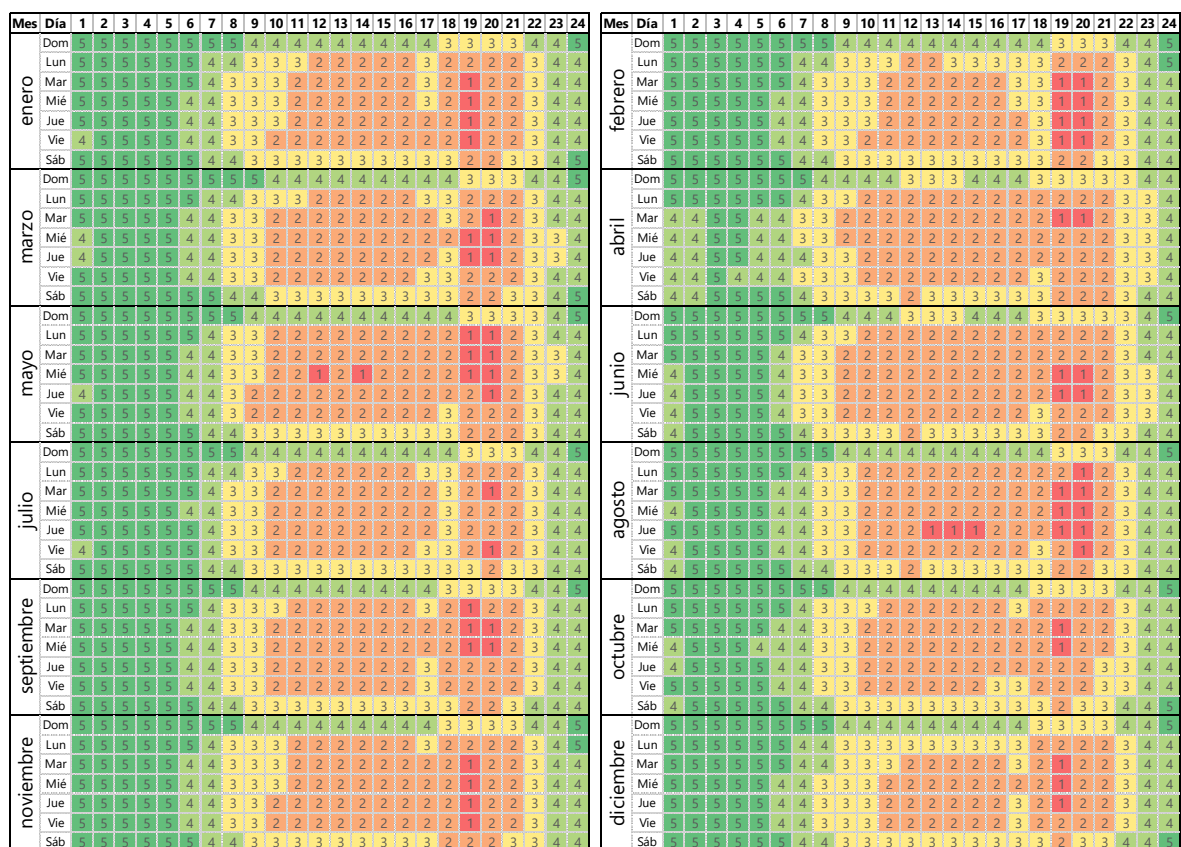


Figura 4. Mapeo de bloques horarios regionales, promedios mensuales.

1.4. Representación de demandas elásticas

Según lo establece el numeral 10.3.4.1 del Libro III del RMER, uno de los conceptos a considerar en la planificación es el “Excedente del Consumidor”, cuya metodología de cálculo está establecida en el Anexo M del mismo Libro, la cual considera que la demanda se compone de una porción inelástica y una porción elástica. La porción inelástica corresponde a la demanda que debe ser necesariamente atendida, y su interrupción está solamente asociada a la incapacidad física del sistema en atenderla. La porción elástica es modelada por medio de tres pares de demanda-precio, cuyos valores se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Curvas demanda-precio por país.

Sistema	Coeficientes (respecto de la demanda total)				Precio (USD/kWh)			
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Guatemala	0.853	0.960	0.977	1.009	Inelástica	0.16	0.1	0.04
El Salvador	0.853	0.976	0.995	1.026	Inelástica	0.16	0.1	0.04
Honduras	0.779	0.972	1.005	1.065	Inelástica	0.16	0.1	0.04
Nicaragua	0.785	0.952	0.990	1.068	Inelástica	0.16	0.1	0.04
Costa Rica	0.816	0.948	0.968	1.002	Inelástica	0.16	0.1	0.04
Panamá	1.000	-	-	-	Inelástica	-	-	-

Como puede observarse en la tabla anterior, la demanda de Panamá es la única que no tiene definida elasticidad (niveles demanda-precio 2, 3 y 4 iguales a cero), y por tanto su demanda será representada por un único escalón inelástico.

1.5. Precios de los combustibles

Los precios de la energía eléctrica en los países del MER son sensibles a los precios de los combustibles, debido que las matrices de generación cuentan con una proporción importante de centrales que operan a base de combustibles fósiles, y por tanto sus costos de operación son dependientes de los precios internacionales de sus correspondientes combustibles.

Las proyecciones de los precios de combustibles y costos variables de las centrales térmicas de la región se estiman con base en las proyecciones de precios de corto y largo plazo publicadas por la *Administración de Información de Energía de EE. UU. (EIA)*; para este Planeamiento Operativo fueron utilizadas las proyecciones del *Short-Term Energy Outlook (STEO)* del mes de junio de 2023.

En este informe la EIA estima una condición alcista sobre los precios del crudo, especialmente a fines de 2023 y principios de 2024 debido a la extensión de cortes de producción de crudo anunciada por la OPEP+.

Los precios del gas natural estiman que aumentarán durante el verano a medida que la producción disminuya levemente y la demanda de aire acondicionado aumente el uso de gas natural en el sector de la energía eléctrica.

En la **Tabla 4** se muestran los precios de los combustibles que han sido considerados en este Planeamiento Operativo.

Tabla 4. Proyección de precios de los combustibles de referencia para la generación eléctrica en los países de América Central, para los años 2023 y 2024.

Año	Mes	Búnker US\$/Gal	Diésel US\$/Gal	Carbón US\$/Mmbtu	Gas Natural (HH) US\$/Mmbtu
2023	Jun	1.85	2.40	2.47	2.50
2023	Jul	1.89	2.35	2.47	2.61
2023	Ago	1.89	2.47	2.44	2.74
2023	Sep	1.88	2.59	2.41	2.81
2023	Oct	1.92	2.59	2.40	3.14
2023	Nov	1.95	2.53	2.40	3.51
2023	Dic	1.96	2.54	2.41	3.52
2024	Ene	1.99	2.57	2.40	3.39
2024	Feb	1.98	2.61	2.41	3.27
2024	Mar	1.96	2.56	2.41	3.04
2024	Abr	1.98	2.50	2.41	3.10
2024	May	1.99	2.47	2.40	3.17
2024	Jun	1.99	2.47	2.40	3.38
2024	Jul	2.03	2.53	2.41	3.60
2024	Ago	2.02	2.54	2.39	3.66
2024	Sep	2.02	2.59	2.37	3.56
2024	Oct	2.05	2.76	2.37	3.62
2024	Nov	2.06	2.71	2.37	3.74
2024	Dic	1.85	2.40	2.47	2.50

Nota. Elaboración propia con información del STEO de la EIA para el mes de junio 2023.

La **Figura 5** denota el comportamiento de los precios de los combustibles desde el año 2019 y las estimaciones para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

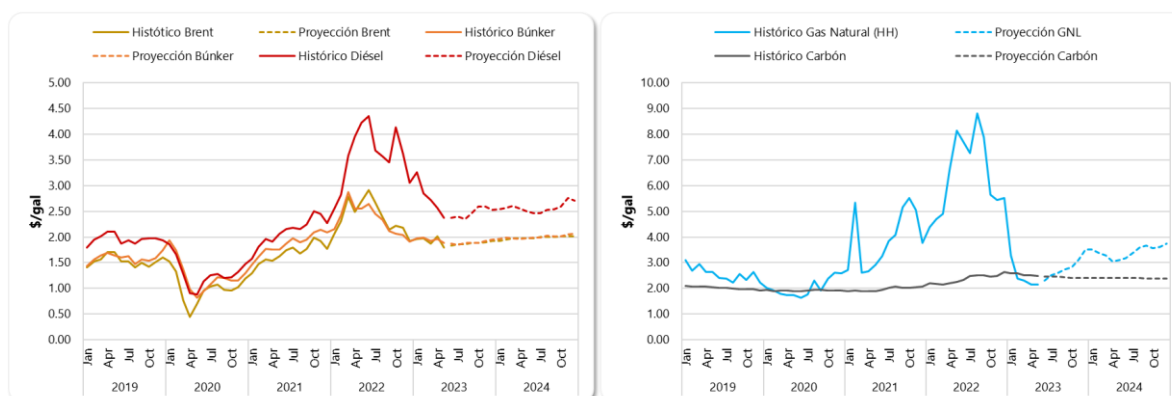


Figura 5. Comportamiento histórico y proyecciones de corto plazo de los precios de los combustibles de referencia para la generación eléctrica en los países de América Central.

1.6. Parámetros económicos

Los parámetros económicos para utilizados en los estudios de planificación comprenden la tasa de descuento y el costo de energía no suministrada, cuyas metodologías de cálculo y valores son determinados por CRIE, según está establecido en el numeral 10.3.4.1 del Libro III del RMER.

1.6.1. Tasa de Descuento

La tasa de descuento permite determinar el valor presente neto de las anualidades de los costos de inversión y operación del sistema, la cual, según lo establecido en el inciso e) del numeral 10.3.4.1, se calculará mediante la metodología establecida en el Anexo J de este Libro.

La tasa de descuento vigente para los estudios de planificación regional está definida en la Resolución CRIE-02-2023, con un valor de **12.99%**.

1.6.2. Costo de energía no suministrada

El costo de energía no suministrada (CENS), corresponde al costo en el que incurren los consumidores finales debido a la interrupción intempestiva y sin previo aviso, de su suministro de energía eléctrica. El CENS afecta en diferente medida a los consumidores conectados a las redes eléctricas, según la duración de la falla y el sector de consumo (industrial, comercial, residencial, u otro), por lo que en los modelos de planificación se hace necesario establecer diferentes escalones de falla que permitan representar estos efectos en la operación del sistema.

Los escalones y valores de ENS para los estudios de planificación regional se encuentran definidos en la Resolución CRIE-34-2018, siendo estos los siguientes:

Tabla 5. CENS por escalón de profundidad para los estudios de Planificación establecidos en la Resolución CRIE-34-2018.

Bloque	Profundidad	CENS US\$/MWh
Bloque 1	Desde 0% - hasta 5%	466
Bloque 2	Mayor a 5% - hasta 10%	870
Bloque 3	Mayor de 10% - hasta 30%	1,216
Bloque 4	Mayor de 30%	2,056



2. Parámetros y premisas de simulación

2.1. Parámetros del modelo

El Planeamiento Operativo es ejecutado con el módulo de simulación del MER (modelo SDDP, de la firma brasileña PSR-Inc.), el cual forma parte del Sistema de Planificación de la Generación y Transmisión Regional (SPTR). En este estudio será utilizada la versión 17.2 del modelo, cuyas opciones de ejecución se detallan a continuación:

Tabla 6. Parámetros definidos en el módulo de simulación del MER.

Parámetro	Descriptor	Valor / Criterio utilizado
Modelo de caudales	Modelo para generar las secuencias de caudales estocásticos utilizados por la simulación forward y los escenarios de caudales condicionados utilizados en la fase backward.	Modelo ARP
Tipo de estudio	Indica si serán utilizados diferentes secuencias de caudales para el algoritmo SDDP (estudio estocástico), o si será utilizada una única secuencia de caudales (estudio determinístico).	Estocástico
Número de escenarios forward	Número de secuencias hidrológicas usadas en la fase forward del algoritmo SDDP o en la actividad de la simulación.	100
Número de escenarios backward	Número de escenarios de caudales condicionados usados en la fase Backward del algoritmo SDDP, o en la simulación.	50
Número mínimo de iteraciones	Límite mínimo de las fases simulación forward y backward en el algoritmo de la programación dinámica estocástica dual (SDDP).	1
Número máximo de iteraciones	Límite máximo de las fases simulación forward y backward en el algoritmo de la programación dinámica estocástica dual (SDDP).	15



Continuación **Tabla 6.** Parámetros definidos en el módulo de simulación del MER.

Parámetro	Descriptor	Valor / Criterio utilizado
Número de años adicionales	Este dato es utilizado en el cálculo de la política operativa para amortiguar el efecto de amortiguamiento de las condiciones finales de los embalses.	2 años, sin incluir en la simulación final
Configuración de restricciones cronológicas	Se indica al modelo si considera las modificaciones en los datos a lo largo del período de planificación.	Dinámica
Representación de incertidumbre de las fuentes renovables	Se indica al modelo la metodología para seleccionar los escenarios de generación de las fuentes renovables.	Sorteo de escenarios
Modo operativo	Define la política de intercambio de potencia entre subsistemas.	Coordinado
Resolución	Tipo de etapas que serán utilizadas en las simulaciones. Dos opciones están disponibles en el modelo, etapas semanales o mensuales.	Etapas mensuales
Evaluación de la red eléctrica	Opciones para representación de la red eléctrica por medio de diferentes modelos y modos de ejecución.	Flujo DC con pérdidas, corte de carga en todas las barras y monitoreo de límites de la red de transmisión (circuitos con tensión ≥ 115 kV) y circuitos interregionales.

2.2. Premisas del caso de estudio

2.2.1. Horizonte de análisis

El presente Planeamiento Operativo abarca el período de julio 2023 a diciembre 2024. En las simulaciones se incluirán dos años adicionales al final del horizonte, para amortiguar el efecto de los embalses, sin embargo, esas etapas no son consideradas en los resultados.

2.2.2. Año inicial de hidrología

El año inicial de hidrología será determinado con base en los años seleccionados por medio de la metodología de años análogos del Foro del Clima de América Central (FCAC), del Comité Regional de Recursos Hidráulicos del Sistema de la Integración Centroamericana (CRRH-SICA), correspondiente al período de mayo a julio de 2023.

Dentro de las conclusiones del LXXI Foro, resalta que el fenómeno de La Niña finalizó en marzo, luego de haberse mantenido por 32 meses consecutivos. El Foro considera que la fase neutra del ENOS persista durante los próximos meses, aunque hay una probabilidad muy alta de que El Niño pueda formarse al final del periodo de esta Perspectiva (mayo-julio).

Con relación al pronóstico de huracanes, estiman que la intensidad neta será de menor magnitud a lo normal, y esperan una disminución de la actividad para la cuenca debido al efecto ponderado de El Niño. Una temporada normal presenta 14 ciclones (7 tormentas, 7 huracanes) y 123 unidades de energía, mientras que para esta perspectiva se espera la formación de 7 tormentas y 6 huracanes con una energía total de 100 unidades.

Con base en las conclusiones del Foro del Clima de América Central (FCAC), los pronósticos de lluvia estimados en este informe denotan que las lluvias tendrán un comportamiento en el rango **arriba de lo normal** en la Bocacosta, Caribe, sur del departamento de Petén, Franja Transversal del Norte y sur del Altiplano Central de Guatemala. Las áreas con tendencias de lluvias en el rango **dentro de lo normal** se encuentran el Occidente, Altiplano Central, departamento de Petén, Pacífico y Valles de Oriente de Guatemala; en la mayor parte del centro y occidente del país de El Salvador; la mayor parte del territorio nacional de Honduras; Regiones Norte, Central y Costa, Caribe Norte y Sur de Nicaragua; Vertiente del Pacífico, Zona Norte Occidental y Valle Central de Costa Rica, así también en Bocas del Toro, Chiriquí, Veraguas, Colón, Coclé, Herrera, Los Santos, Panamá Oeste, Panamá y Darién en Panamá. En el rango **bajo lo normal** en la zona oriental y costa central y occidental de El Salvador; sur del departamento de Intibucá, La Paz, Francisco Morazán, la mayor parte del departamento de Choluteca, departamento de Valle, Atlántida, Colón, Este de Yoro y Sur de Olancho en Honduras; Caribe Norte, Caribe Sur y, Zona Norte Oriental en Costa Rica, así como en Comarca Guna Yala de Panamá.

A continuación se presenta el mapa que ilustra la perspectiva del clima.

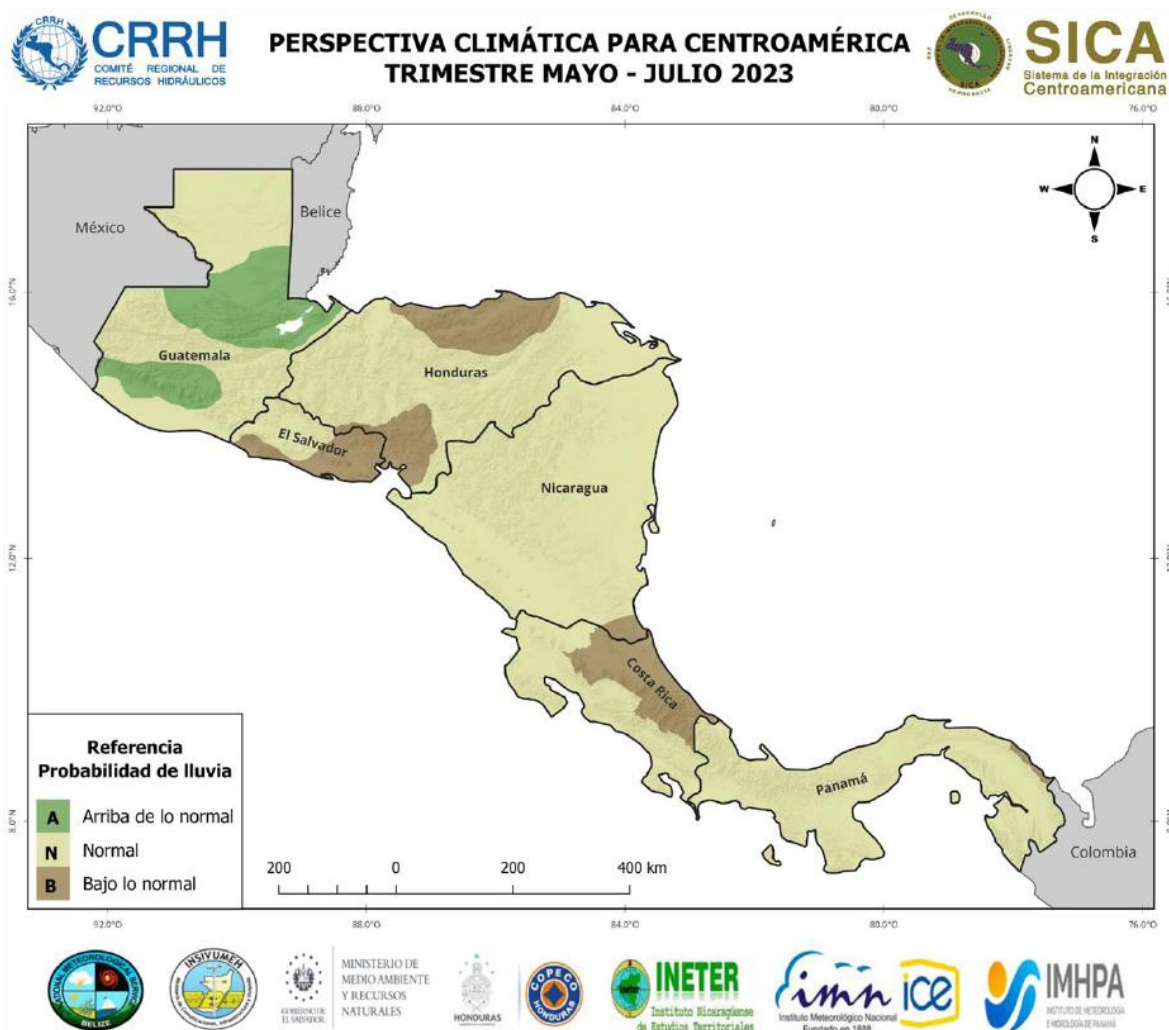


Figura 6. Mapa de la Perspectiva del Clima para Centroamérica, período: Mayo a julio de 2023.

Nota. LXXI Perspectiva Climática para Centroamérica, período: Mayo a julio de 2023, Comité Regional de Recursos Hidráulicos.

Con respecto a los años análogos definidos para este pronóstico, en Guatemala se espera que en la primera quincena de mayo se establezca la época lluviosa en las regiones Altiplano Central, Valles de Oriente, Occidente y norte de Franja Transversal del Norte y en la segunda quincena de mayo en las regiones Norte y Caribe. Para El Salvador se prevé un inicio del mes de mayo lluvioso, sin embargo, el pleno establecimiento de la época lluviosa se espera entre 20 y 31 de mayo, iniciando en la zona norte, occidente y centro del país y con un ligero atraso a los primeros 5 a 10 días del mes de junio para la zona oriental. En Honduras se pronostica el inicio de la temporada lluviosa tardía siendo fechas probables a partir de la segunda quincena de mayo, sin embargo para la Región Occidental se podría presentar la

primera quincena del mismo mes, al mismo tiempo se pronostica que para el mes de julio el territorio se encontrará bajo la influencia del Niño débil. En Nicaragua existen probabilidades mayores al 65 % para que en la Regiones del Pacífico, Norte y Central el periodo lluvioso se establezca durante la tercera semana de mayo; sin embargo, antes de las fechas indicadas se presentarán lluvias de moderadas a fuertes y aisladas en algunos sectores de esas Regiones, así como lluvias convectivas acompañadas de la caída de granizo, producto del calentamiento del suelo y los cuerpos de agua. Para Costa Rica el inicio de la temporada lluviosa será normal en todas las regiones, excepto para la región Pacífico Norte la cual presentará un atraso, iniciando entre el 29 de mayo y 4 de junio. Panamá por su parte prevé que las lluvias presenten un comportamiento propio de la temporada para este periodo en la mayor parte del territorio nacional.

A continuación se presenta una tabla que consolida los años análogos establecidos en la perspectiva del clima para cada uno de los países de la región.

Tabla 7. Años análogos para las condiciones de lluvia de diciembre 2022 a marzo 2023.

País	1	2	3	4	5	6	7
Guatemala	2006	2009	2012	2014			
El Salvador	1972	1986	1990	2002	2006	2009	2014
Honduras	1951	1963	2002	2009			
Nicaragua	1976	1986	1994	2002	2004	2009	
Costa Rica	2006	2012					
Panamá	2002	2012	2020				

Nota. Elaboración propia con base en la información de la LXXI del Clima de América Central, período: mayo a julio de 2023, Comité Regional de Recursos Hidráulicos.

Como puede observarse en la tabla anterior, el año 2009 resulta definido en cuatro países como año análogo, sin embargo debido que en el modelo de simulación no se contaba con registros completos de seis etapas anteriores a ese año para algunas estaciones hidrológicas, no fue posible utilizarlo como año semilla. Debido a esta situación, se seleccionó como año semilla el 2012, el cual resultó definido como año análogo en tres países y con el cual fue posible ejecutar la simulación operativa.

2.2.3. Capacidad de intercambio regional

La capacidad operativa prevista para la red de transmisión regional ha sido modelada por medio de la restricción eléctrica de “*Suma de Flujo en Circuitos*” disponibles en el módulo de simulación, cuyos valores fueron estimados con base en la metodología de los Estudios de Máxima Capacidad de Transferencia de Potencia (MCTP) entre los sistemas del MER, teniendo en consideración las modificaciones en los sistemas de generación y transmisión informados por los OS/OM. La **Figura 7** ilustra los valores para las MCTPs entre cada par de países para los cinco bloques horarios y sentido de los flujos de potencia regional.

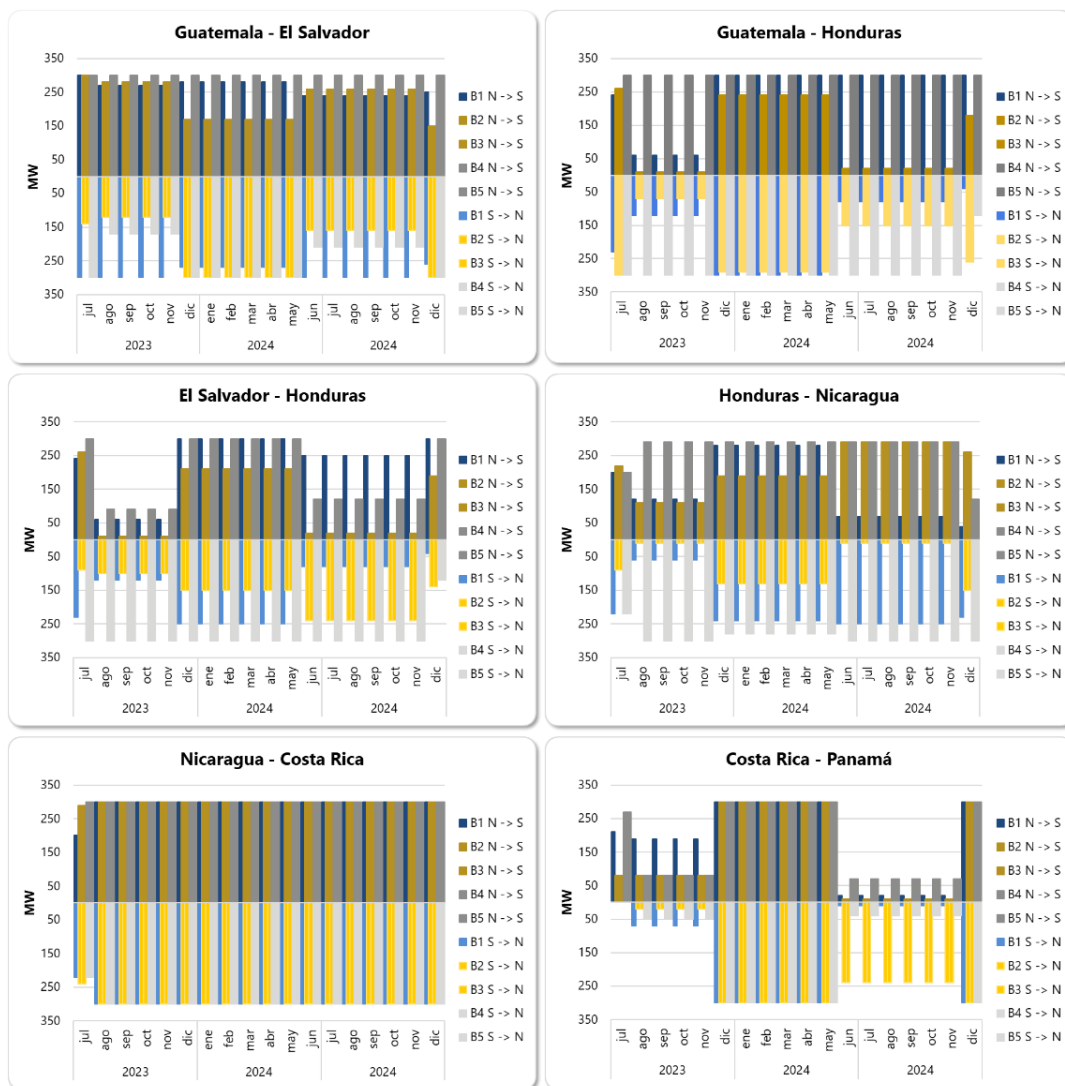


Figura 7. Máximas Capacidades de Transferencia de Potencia regional para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

3. Estado del sistema

3.1. Oferta existente

La capacidad de generación disponible en los países del MER a finales de diciembre de 2022, de acuerdo con la información remitida por los OS/OM para la actualización de la Base de Datos Regional, es de **17,581.7 MW**, de los cuales el 40.4 % corresponde a centrales hidroeléctricas, 32.2 % a termoeléctricas, 8.8 % a centrales solares fotovoltaicas, 7.6 % a centrales de biomasa, 7.5 % a centrales eólicas, 3.2 % a centrales geotérmicas y 0.3 % a generación distribuida participante del mercado mayorista guatemalteco. A continuación se presentan las cifras con el detalle, así como la figura que ilustra la distribución de la capacidad existente por tipo de recurso y por país.

Tabla 8. Oferta disponible en los países de América Central por tipo de recurso (MW).

Recurso	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	Total C.A.
Hidroeléctrico	1,530.7	622.9	922.1	139.2	2,107.4	1,776.6	7,098.9
Solar FV	80.0	347.3	504.7	12.0	21.4	589.1	1,554.5
Eólico	102.5	50.0	238.1	186.6	402.3	336.0	1,315.5
Generación Distribuida	54.8	-	-	-	-	-	54.8
Geotérmico	33.6	174.5	35.0	110.0	212.7	-	565.8
Biomasa	671.2	208.0	233.9	146.0	37.3	40.1	1,336.5
Gas Natural	2.6	378.5	-	-	-	381.0	762.1
Carbón	483.4	-	105.0	-	-	300.0	888.4
Fuel Oil	619.3	708.7	1,008.7	648.9	310.9	708.8	4,005.3
Total general	3,578.1	2,489.9	3,047.5	1,242.7	3,091.9	4,131.7	17,581.7

En la siguiente figura se presenta la distribución de la capacidad instalada en la región a junio de 2023 por país y por tipo de recurso.

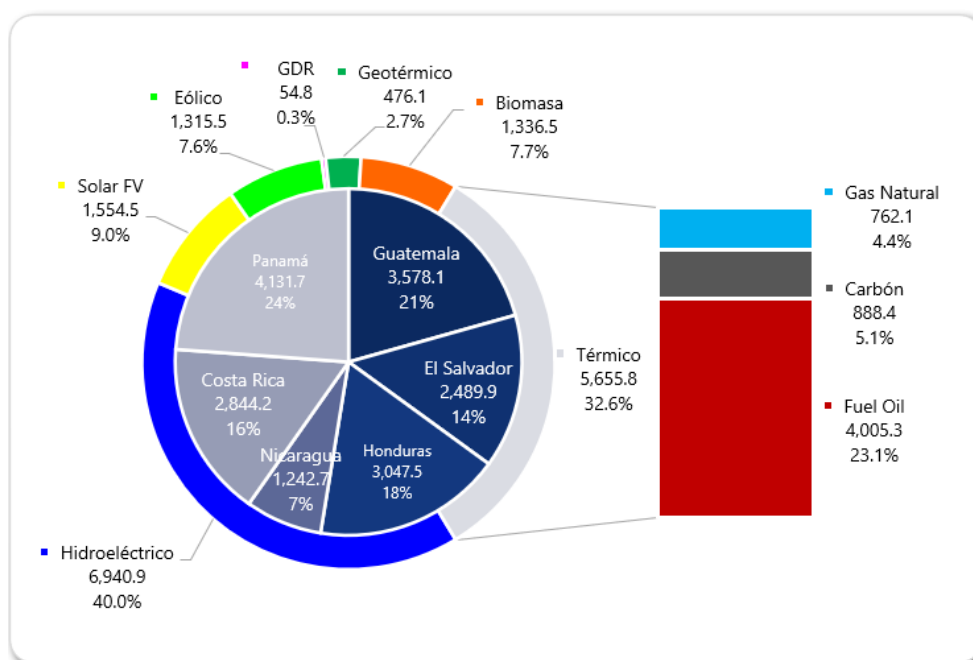


Figura 8. Oferta disponible en los países de América Central, por tipo de recurso.

De la figura resulta notable que el recurso con mayor capacidad instalada en la región es el hídrico, con una proporción del 40 %, y los recursos renovables totalizan 67.4 % del parque generador. También se observa que los sistemas de Panamá y Guatemala cuentan con las mayores capacidades en la región, con proporciones del 24 y 21 %, respectivamente.

3.2. Expansiones y modificaciones recientes

3.2.1. Retiros de generación

Para este Planeamiento fue reportado el retiro de la central hidroeléctrica Garita de 40 MW de Costa Rica en el mes de junio, la cual será modernizada y reincorporada al sistema en el mes de abril de 2024.



3.2.2. Expansiones de generación

De acuerdo con la información suministrada por los OS/OM para la actualización de la base de datos, durante el primer semestre del año 2023 se incorporaron al sistema diecisiete proyectos de generación, los cuales totalizan **328.16 MW** de capacidad. En El Salvador se informó el inicio de operaciones de la central hidroeléctrica *3 de febrero* y cuatro proyectos solares que totalizan 194 MW, mientras que los doce proyectos restantes de tecnología solar que suman 134.16 MW se reportan en el sistema de Panamá. El detalle de la información indicada se presenta en la tabla que sigue a continuación.

Tabla 9. Incorporación de proyectos de generación en los países de América Central durante el primer semestre del año 2023.

Sistema	Fuente	Proyecto	Fecha	Capacidad (MW)
El Salvador	Hidroeléctrico	3 de Febrero	1/1/2023	65.7
El Salvador	Solar FV	Solar 4	1/6/2023	55
El Salvador	Solar FV	Solar 5	1/6/2023	55
El Salvador	Solar FV	Proyecto Solar Fotovoltaico 6	1/6/2023	6
El Salvador	Solar FV	Proyecto Solar Fotovoltaico 7	1/4/2023	12.3
Panamá	Solar FV	Los Santos Solar	1/1/2023	7.56
Panamá	Solar FV	Panasolar II	12/1/2023	5
Panamá	Solar FV	Panasolar III	12/1/2023	5
Panamá	Solar FV	Solar 05 Correg. de Progreso	1/1/2023	49.7
Panamá	Solar FV	Solar Baco	7/1/2023	25.9
Panamá	Solar FV	Solar Provid	1/1/2023	9.95
Panamá	Solar FV	Solar Prudencia	1/1/2023	10.58
Panamá	Solar FV	PV Prudencia Solar Etapa II	1/1/2023	3.54
Panamá	Solar FV	PV Andreas Power Energy SECA Energy	4/1/2023	0.99
Panamá	Solar FV	PV San Juan	7/1/2023	1.04
Panamá	Solar FV	PV San Carlos	17/3/2023	9.9
Panamá	Solar FV	PV Rio de Jesus	3/1/2023	5
Total				368.16

3.2.3. Proyectos de transmisión

De acuerdo con la información actualizada por los OS/OM para la base de datos, se identificaron treinta y siete modificaciones en el sistema de transmisión efectuadas durante el primer semestre del año 2023. En el sistema de Guatemala se reporta la incorporación de cinco líneas de 69 kV, una línea de 230 kV y dos transformadores de 230/13.8 kV; en el sistema de El Salvador la incorporación de cinco líneas de 115 kV y dos transformadores de



115/23 kV, en Nicaragua se reporta la repotenciación de una línea de 230 kVA ligada a la *Central Puerto Sandino*, así como la incorporación de una línea de 230 kV, doce líneas de 138 kV y un transformador de 230/138 kV, y en el sistema de Panamá se reporta la incorporación de siete líneas de 115 kV, entre las que destaca la tercera línea entre las subestaciones de Panamá y Cáceres. La información se muestra de forma detallada en las siguientes tablas.

Tabla 10. Ampliaciones y modificaciones en el sistema de transmisión de Guatemala efectuadas durante el primer semestre de 2023.

Sistema	Fecha	Barras	Nombre	Tipo	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Guatemala	1/1/2023	1336 - 18240	La Cruz - Cuyotenango 69A	Línea	69	73.7	Incorporación conexión SE Cuyotenango
Guatemala	1/1/2023	1338 - 18240	El Pilar - Cuyotenango 69A	Línea	69	73.7	Incorporación conexión SE Cuyotenango
Guatemala	1/1/2023	12142 - 12178	Palmeras - Santa Maria Márquez 69A	Línea	69	94.4	Incorporación desconexión de Ingenio Concepción
Guatemala	1/1/2023	1407 - 1733	La Ruidosa - Alicon 69A	Línea	69	73.7	Incorporación conexión de GU Alicon
Guatemala	1/1/2023	1424 - 1733	Genor - Alicon 69A	Línea	69	73.7	Incorporación conexión de GU Alicon
Guatemala	1/1/2023	1130 - 1149	Las Cruces - San Gabriel 230A	Línea	230	255	Incorporación
Guatemala	1/1/2023	1149 - 1345	San Gabriel T01 69/13A1	Trafo	230/13.8	50	Incorporación
Guatemala	1/1/2023	1149 - 1345	San Gabriel T02 69/13A2	Trafo	230/13.8	50	Incorporación

Tabla 11. Ampliaciones y modificaciones en el sistema de transmisión de El Salvador efectuadas durante el primer semestre de 2023.

Sistema	Fecha	Barras	Nombre	Tipo	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
El Salvador	1/1/2023	27181 - 27081	15 Septiembre - 3 Febrero 115-1	Línea	115	130	Incorporación conexión central 3 de febrero
El Salvador	31/1/2023	27361 - 27551	San Antonio - Volcán 1 115	Línea	115	260	Incorporación conexión SE El Volcán
El Salvador	31/1/2023	27421 - 27551	Nuevo Cuscatlán - Volcán 1 115	Línea	115	260	Incorporación conexión SE El Volcán
El Salvador	31/1/2023	27441 - 27551	Ateos - Volcán 1 115	Línea	115	260	Incorporación conexión SE El Volcán
El Salvador	31/1/2023	27481 - 27551	Talnique - Volcán 1 115	Línea	115	410	Incorporación conexión SE El Volcán
El Salvador	31/1/2023	27551 - 22551	Volcán 115/23-1	Trafo	115/23	75	Incorporación conexión SE El Volcán
El Salvador	31/5/2023	27431 - 22431	San Martin 115/23-1	Trafo	115/23	75	Incorporación



Tabla 12. Ampliaciones y modificaciones en el sistema de transmisión de Nicaragua efectuadas durante el primer semestre de 2023.

Sistema	Fecha	Barras	Nombre	Tipo	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Nicaragua	1/1/2023	4402 - 4405	Sandino - Planta Nicaragua 1 230	Línea	230	330	Repotenciación de 250 a 300 MVA para central CPS
Nicaragua	1/3/2023	4385 - 4386	Carlos Fonseca - Villa El Carmen 138	Línea	138	150	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4961 - 4397	Gateada II - Esperanza II 138	Línea	138	150	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4355 - 4389	Sauce - Villanueva 138	Línea	138	150	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4343 - 4398	Las Colinas - Ticuantepe I 138	Línea	138	150	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4340 - 4398	Ticuantepe - Ticuantepe I 138	Línea	138	150	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4398 - 4385	Ticuantepe I - Carlos Fonseca 138	Línea	138	150	Incorporación PET
Nicaragua	1/3/2023	4301 - 4961	Acoyapa - Gateada II 138	Línea	138	96	Incorporación conexión barra Gateada II 138 kV
Nicaragua	1/3/2023	4313 - 4961	Gateada - Gateada II 138	Línea	138	150	Incorporación conexión barra Gateada II 138 kV
Nicaragua	1/3/2023	4331 - 4335	Sebaco - Sebaco II 138	Línea	138	150	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4329 - 4335	Planta Carlos Fonseca - Sebaco II 138	Línea	138	150	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4311 - 4335	Estelí - Sebaco II 138	Línea	138	100	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4320 - 4335	Matagalpa - Sebaco II 138	Línea	138	96	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4405 - 4984	Planta Nicaragua - EOL1 230	Línea	230	330	Incorporación
Nicaragua	1/3/2023	4419 - 49025	Mateare1-AT2	Trafo	230/138	75	Incorporación segundo transformador

Tabla 13. Ampliaciones y modificaciones en el sistema de transmisión de Panamá efectuadas durante el primer semestre de 2023.

Sistema	Fecha	Barras	Nombre	Tipo	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Panamá	1/1/2023	6018 - 6165	Cáceres - La Floresta 115 (115-5A)	Línea	115	100	Incorporación
Panamá	1/1/2023	6036 - 6165	Santa María - La Floresta 115 (115-35A)	Línea	115	100	Incorporación
Panamá	1/1/2023	6123 - 6165	Miraflores - La Floresta 115A (115-35B)	Línea	115	100	Incorporación
Panamá	1/1/2023	6123 - 6165	Miraflores - La Floresta 115B (115-5B)	Línea	115	100	Incorporación
Panamá	1/1/2023	6165 - 6841	La Floresta - Panamá 3 115A	Línea	115	151	Incorporación
Panamá	1/1/2023	6165 - 6841	La Floresta - Panamá 3 115B	Línea	115	151	Incorporación
Panamá	30/6/2023	6002 - 6018	Panamá - Cáceres 115C	Línea	115	142	Incorporación tercera línea

3.3. Expansiones y modificaciones programadas para el período enero 2023 a diciembre 2024

3.3.1. Expansiones de generación

Las modificaciones previstas en el sistema de generación para el período de julio 2023 a diciembre 2024 son aquellas que se encuentran en desarrollo de acuerdo con los planes nacionales de expansión e información suministrada por los Agentes a través de los OS/OM.

Para el período indicado se prevé la incorporación de 17 proyectos de generación eléctrica que totalizan **1,232 MW** de nueva capacidad en los países de la región, dentro de los que destacan dos centrales de gas natural, *Central Puerto Sandino* de 308 MW en Nicaragua prevista a incorporarse en julio de 2023 y *Gatún* de 656 MW para incorporarse en septiembre de 2024 en Panamá. Es importante comentar que en el Planeamiento anterior estaba prevista la incorporación de la central hidroeléctrica *Tornillito* de 198.7 MW en junio de 2024 en Honduras, sin embargo fue informado un retraso para su incorporación para el año 2026.

En la siguiente tabla se presenta el cronograma previsto de expansión para este Planeamiento por tipo de recurso y país.

Tabla 14. Expansión de generación prevista a incorporarse en el período de julio 2023 a diciembre 2024, por país y tipo de recurso (MW).

Sistema	Fecha	Recurso	Proyecto	Capacidad (MW)
El Salvador	1/11/2023	Solar FV	Proyecto Solar Fotovoltaico 8	15.0
El Salvador	1/12/2023	Geotérmico	Geotérmica Berlín U5	7.0
El Salvador	1/9/2023	Solar FV	Conchagua Power	30.0
Nicaragua	1/7/2023	Gas Natural	Central Puerto Sandino	308.0
Nicaragua	1/11/2023	Solar FV	Proyecto Solar 1	25.0
Nicaragua	1/1/2024	Solar FV	Solar 2	50.0
Nicaragua	1/12/2024	Biomasa	Monte Rosa U4	30.0
Costa Rica	1/1/2024	Hidroeléctrico	Hidro RC1	20.0
Costa Rica	1/1/2024	Eólico	Proyecto Eólico #1	20.0
Panamá	1/1/2024	Solar FV	Llano Sanchez	10.0
Panamá	1/1/2024	Solar FV	PV Oro Solar	9.9
Panamá	1/1/2024	Solar FV	PV Rodeo Solar	9.9
Panamá	1/9/2024	Gas Natural	Gatún	656.2
Panamá	1/8/2024	Diésel	Progreso Energy	1.1
Panamá	7/1/2024	Solar FV	HP Solar	20.0
Panamá	7/1/2024	Solar FV	PV La Villa Solar	10.0
Panamá	2/1/2024	Solar FV	PV Megasolar	10.0
Total general				1,232.0

Dentro de las modificaciones informadas para el parque generador, también se contempla el **retiro** de las centrales *Planta Nicaragua 1 y 2* que suman 100 MW, las cuales dejarán de operar en la etapa en la que se incorpore al sistema la *Central Puerto Sandino*, también en Costa Rica se reporta la salida de operación de dos hidroeléctricas por finalización de sus contratos de suministro y una unidad de la central hidroeléctrica *Cachí* en julio de 2024 para iniciar un proceso de modernización. La información detallada se muestra en la siguiente tabla.



Tabla 15. Retiros de capacidad previstos para el período de julio 2023 a diciembre de 2024.

Sistema	Fuente	Fecha	Proyecto	Capacidad (MW)
Nicaragua	Fuel Oil	1/7/2023	Planta Nicaragua 1	50
Nicaragua	Fuel Oil	1/7/2023	Planta Nicaragua 2	50
Costa Rica	Hidroeléctrico	6/7/2023	Matamoros	4.5
Costa Rica	Hidroeléctrico	24/4/2024	Río Lajas	10
Costa Rica	Hidroeléctrico	1/7/2024	Cachí	158
Total general				272.5

3.3.2. Ampliaciones y modificaciones en el sistema de transmisión

Las ampliaciones y modificaciones previstas para la red de transmisión para el período de enero 2023 a diciembre 2024 son aquellas que se encuentran en desarrollo de acuerdo con los planes nacionales de expansión e información suministrada por los Agentes a través de los OS/OM.

Según la información reportada por los OS/OM para la actualización de la base de datos, se prevén 94 modificaciones de red, entre incorporaciones, repotenciaciones, retiros y seccionamientos de líneas. En las tablas que siguen a continuación se muestra el cronograma de modificaciones detallado por país.

Tabla 16. Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período julio 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Guatemala.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/1/2024	1130 - 1137	Las Cruces - Guate Oeste 230A	230	424	Incorporación
Línea	1/1/2024	1130 - 1137	Las Cruces - Guate Oeste 230B	230	424	Incorporación
Línea	1/1/2024	1130 - 1139	Las Cruces - Palestina 230A	230	438.2	Incorporación
Línea	1/1/2024	1130 - 1139	Las Cruces - Palestina 230B	230	438.2	Incorporación
Línea	1/1/2024	1841 - 1867	Huehuetnango - San Marcos 230B	230	558.5	Incorporación
Línea	1/1/2024	1732 - 14215	Morales - Interfaz Rio Dulce 230	230	491.6	Incorporación
Trafo	1/1/2024	1114 - 1156	Guate Sur 138/69A	138/69	75	Retiro por reemplazo
Trafo	1/1/2024	1114 - 1156	Guate Sur 138/69B	138/69	75	Retiro por reemplazo
Trafo	1/1/2024	1114 - 1156	Guate Sur 138/69A2	138/69	105	Incorporación por reemplazo
Trafo	1/1/2024	1114 - 1156	Guate Sur 138/69B2	138/69	105	Incorporación por reemplazo
Trafo	1/1/2024	1137 - 1143	Guatemala Oeste 230/69A	230/69	150	Incorporación



Tabla 17. Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período julio 2023 a diciembre 2024 en el sistema de El Salvador.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	31/8/2023	27171 - 27371	Cerrón Grande - Nejapa 115-2	115	260	Seccionamiento por incorporación SE Apopa
Línea	31/8/2023	27371 - 27561	Nejapa - Apopa 115-1	115	260	Incorporación SE Apopa
Línea	31/8/2023	27171 - 27561	Cerrón Grande - Apopa 115-1	115	260	Incorporación SE Apopa
Línea	31/7/2024	27481 - 27571	Talnique - Tamanique 115-1	115	130	Incorporación
Línea	30/12/2024	27341 - 27541	San Miguel - Morazán 115 - 1	115	130	Incorporación
Línea	30/9/2023	27171 - 27531	Cerrón Grande - Chalate 1 115	115	130	Incorporación
Trafo	31/8/2023	27561 - 22561	Apopa 115/23-1	115/23	75	Incorporación SE Apopa
Trafo	31/7/2024	27571 - 22571	Tamanique 115/23-1	115/46	50	Incorporación SE Tamanique
Trafo	30/12/2024	27541 - 24541	Morazán 115/46-1	115/46	50	Incorporación
Trafo	30/9/2023	27531 - 24531	Chalatenango 115/46-1	115/46	50	Incorporación

Tabla 18. Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período julio 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Honduras.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/1/2024	3033 - 3429	Suyapa - Amarateca 230B	230	405.1	Seccionamiento por incorporación SE Sitio
Línea	1/1/2024	3037 - 3219	Bermejo - Merendon 138A	138	151.8	Seccionamiento
Línea	1/1/2024	3052 - 3203	Circunvalación - San Pedro Sula Sur 138A	138	151.8	Seccionamiento por incorporación SE El Estadio
Línea	1/1/2024	3073 - 3419	La Lima - Central Azucarera Honduras 69A	69	54	Retiro
Línea	1/1/2024	3094 - 3600	Progreso - Santa Marta 69A (L410a)	69	68.3	Retiro por cambio de tensión a 230 kV
Línea	1/1/2024	3033 - 3241	Suyapa - Sitio 230A	230	405.1	Incorporación por cambio de topología SE Sitio de 138 a 230 kV
Línea	1/1/2024	3095 - 3257	Progreso - San Pedro Sula Sur 230A	230	456	Incorporación por cambio de tensión de 138 a 230 kV
Línea	1/1/2024	3219 - 3049	Merendon - Choloma 138A	138	151.8	Incorporación
Línea	1/1/2024	3049 - 3037	Choloma - Bermejo 138A	138	151.8	Incorporación conexión SE Choloma
Línea	1/1/2024	3052 - 3193	Circunvalación - El Estadio 138A	138	151.8	Incorporación SE El Estadio
Línea	1/1/2024	3193 - 3203	El Estadio - San Pedro Sula 138A	138	151.8	Incorporación SE El Estadio
Línea	1/1/2024	3072 - 3085	Lainez - Miraflores 138A	138	151.8	Incorporación
Línea	1/1/2024	3045 - 3191	Bella Vista - El Centro 138A	138	151.8	Incorporación conexión SE El Centro
Línea	1/1/2024	3257 - 3300	San Pedro Sula Sur - San Buenaventura 230A	230	455.3	Incorporación
Línea	1/1/2024	3815 - 3203	Central Azuc. Hond. - San Pedro Sula 138A	138	151.8	Incorporación
Trafo	1/1/2024	3108 - 3600	Santa Marta 138/69A	138/69	50	Incorporación
Trafo	1/1/2024	3076 - 3077	Lainez 69/13A	13.8/69	25	Retiro por cambio topología 69 a 138 kV
Trafo	1/1/2024	3077 - 3150	Lainez 69/13B	69/13.8	25	Retiro por cambio topología 69 a 138 kV



Continuación **Tabla 18.** Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período julio 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Honduras.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Trafo	1/1/2024	3072 - 3076	Lainez 138/13A	138/13.8	50	Incorporación por cambio topología 69 a 138 kV
Trafo	1/1/2024	3160 - 3161	El Retorno 138/13A	138/13.8	50	Reemplazo por cambio capacidad de 25 a 50 MVA
Trafo	1/1/2024	3160 - 3161	El Retorno 138/13B	138/13.8	50	Incorporación segundo Trafo
Trafo	1/1/2024	3419 - 3420	Central Azucarera Hondureña 69/13A	69/13.8	36	Retiro por cambio topología 69 a 138 kV
Trafo	1/1/2024	3815 - 3420	Central Azucarera Hondureña 138/13A	138/13.8	50	Incorporación por cambio topología 69 a 138 kV
Trafo	1/1/2024	3191 - 3192	El Centro 138/13A	138/13.8	50	Incorporación SE El Centro
Trafo	1/1/2024	3241 - 3242	Sitio 230/13A	230/13.8	50	Incorporación Trafo de carga
Trafo	1/1/2024	3811 - 3846	Talanga 230/69A	230/69	85	Incorporación
Trafo	1/1/2024	3257 - 3203	San Pedro Sula T01	230/138	150	Incorporación
Trafo	1/1/2024	3257 - 3203	San Pedro Sula T02	230/138	150	Incorporación

Tabla 19. Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período julio 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Nicaragua.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/7/2023	4402 - 4423	Sandino - Central Puerto Sandino 230A	230	414	Incorporación para conexión Central Puerto Sandino
Línea	1/7/2023	4402 - 4423	Sandino - Central Puerto Sandino 230B	230	414	Incorporación para conexión Central Puerto Sandino
Línea	1/3/2024	4307 - 4319	Catarina - Masaya 138	138	150	Repotenciación de 100 a 150 MVA
Línea	1/3/2024	4403 - 4418	León I - Malpaisillo 230	230	414	Incorporación
Línea	1/3/2024	4413 - 4418	Casita - Malpaisillo 230	230	414	Incorporación
Línea	1/3/2024	4395 - 4397	Tortuguero - Esperanza II 138	138	150	Incorporación

Tabla 20. Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período julio 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Costa Rica.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/1/2024	50200 - 50100	Arenal - Coroboci 230	230	400	Repotenciación de 465 a 600 MVA
Línea	31/12/2024	53004 - 53304	La Caja - El Coco 138	138	190	Repotenciación de 110 a 190 MVA
Línea	31/12/2024	53204 - 53004	Garita - La Caja 138	138	190	Repotenciación de 110 a 190 MVA
Línea	31/12/2024	53204 - 53304	Garita - El Coco 138	138	190	Repotenciación de 110 a 190 MVA



Tabla 21. Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período julio 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Panamá.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	31/8/2023	6008 - 6550	Llano Sánchez - Bella Vista 230 (230-6An)	230	611	Repotenciación de 247 a 611 MVA
Línea	31/8/2023	6182 - 6550	Veladero - Bella Vista 230 (230-6B)	230	611	Repotenciación de 247 a 611 MVA
Línea	1/1/2024	6100 - 6171	Bayano - Pacora 230 (230-1A)	230	505	Repotenciación de 202 a 505 MVA
Línea	1/1/2024	6867 - 6868	PMedio1 GTPP - Gas To Power Panamá 230	230	818	Incorporación conexión Central GTPP
Línea	1/1/2024	6875 - 6868	PMedio GTPP2 - Gas To Power Panamá 230	230	818	Incorporación conexión Central GTPP
Línea	1/1/2024	6801 - 6867	Sabanitas - PMedio1 GTPP 230	230	770	Incorporación conexión Central GTPP
Línea	1/1/2024	6801 - 6875	Sabanitas - PMedio2 GTPP 230	230	770	Incorporación conexión Central GTPP
Línea	30/6/2024	6014 - 6380	Progreso - Boquerón III 230 (230-9B)	230	505	Repotenciación de 193 a 505 MVA
Línea	30/6/2024	6011 - 6014	Mata de Nance - Progreso 230 (230-39)	230	505	Incorporación
Línea	30/6/2024	6713 - 6840	Burunga - Panamá 3 230A (230-12A12)	230	505	Incorporación
Línea	30/6/2024	6000 - 6014	Front Rio Claro - Progreso 230	230	505	Repotenciación de 193 a 500 MVA
Línea	31/12/2024	6003 - 6171	Panamá II - Pacora 230 (230-1B)	230	505	Repotenciación de 202 a 505 MVA
Línea	31/12/2024	6003 - 6470	Panamá II - 24 de Diciembre 230 (230-2B)	230	505	Repotenciación de 202 a 505 MVA
Línea	31/12/2024	6100 - 6171	Bayano - Pacora 230 (230-1A)	230	505	Seccionamiento por entrada SE Chepo
Línea	31/12/2024	6100 - 6470	Bayano - 24 de Diciembre 230 (230-2A)	230	202	Seccionamiento por entrada SE Chepo
Línea	31/12/2024	6100 - 6861	Bayano - Chepo 230A (230-1A)	230	505	Incorporación conexión SE Chepo
Línea	31/12/2024	6100 - 6861	Bayano - Chepo 230 (230-2A)	230	505	Incorporación conexión SE Chepo
Línea	31/12/2024	6861 - 6470	Chepo - 24 de Diciembre 230 (230-2A)	230	505	Incorporación conexión SE Chepo
Línea	31/12/2024	6171 - 6861	Pacora - Chepo 230 (230-1A)	230	505	Incorporación conexión SE Chepo
Línea	31/12/2024	6702 - 6840	Bella Vista - Panamá 3 230A	230	247	Incorporación
Línea	31/12/2024	6702 - 6840	Bella Vista - Panamá 3 230B	230	247	Incorporación
Línea	30/4/2024	6801 - 6808	Sabanitas - Costa Norte 230B	230	770	Seccionamiento por incorporación SE Telfers
Línea	30/4/2024	6808 - 6405	Costa Norte - Telfers 230A	230	775	Incorporación SE Telfers
Línea	30/4/2024	6808 - 6405	Costa Norte - Telfers 230B	230	775	Incorporación SE Telfers
Línea	30/4/2024	6405 - 6801	Telfers - Sabanitas 230-55	230	775	Incorporación SE Telfers
Línea	30/8/2024	6014 - 6515	Progreso - Progreso II 230A	230	505	Incorporación
Línea	30/8/2024	6014 - 6515	Progreso - Progreso II 230B	230	505	Incorporación
Línea	30/8/2024	6000 - 6014	Front Rio Claro - Progreso 230	230	505	Seccionamiento por incorporación SE Progreso II
Línea	30/8/2024	6000 - 6515	Frontera Progreso 2 - Progreso 2 230	230	505	Incorporación conexión SE Progreso II
Línea	30/11/2024	6801 - 6167	Sabanitas - Santa Rita 230A	230	505	Incorporación
Línea	30/11/2024	6801 - 6167	Sabanitas - Santa Rita 230B	230	505	Incorporación
Trafo	31/12/2024	6702 - 6703	Bella Vista T1	230/115	175	Incorporación
Trafo	31/12/2024	6702 - 6703	Bella Vista T2	230/115	175	Incorporación
Trafo	30/11/2024	6167 - 6173	Santa Rita 230- T1	230/115	250	Incorporación
Trafo	30/11/2024	6167 - 6173	Santa Rita 230- T2	230/115	250	Incorporación

4. Resultados

4.1. Resultados para el sistema eléctrico de Guatemala

4.1.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para el sistema guatemalteco totaliza **7,055.5 GWh** para el período de julio a diciembre 2023 y **13,378.3 GWh** para el año 2024. Los recursos renovables son los que aportan la mayor proporción de la energía generada; de enero a julio de 2023 con una proporción del 76 % y de enero a diciembre de 2024 con una proporción de 70.4 %. Otro recurso que forma parte de la matriz de energía eléctrica en Guatemala es el Gas Natural, con una proporción de 8.5 % de julio a diciembre de 2023 y 7.7 % de enero a diciembre de 2024, sin embargo casi el 98 % de este proviene de la central Energía del Caribe a través de la interconexión México – Guatemala, y el 2 % restante proviene de la central Actún, ubicada en el departamento de Petén.

En la siguiente tabla se muestra el despacho de energía en el sistema de Guatemala por tipo de recurso en cada una de las etapas del estudio.

Tabla 22. Despacho de energía estimado para el sistema de Guatemala por tipo de recurso para el período julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Hidro	Eólica	Solar FV	Gen. Distrib.	Geotermia	Biomasa	Biogás	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Import. México	Total
2023	7	768.8	26.4	11.1	28.5	24.1	2.5	0.0	1.9	234.4	11.5	86.7	1,195.9
2023	8	775.8	18.2	11.4	28.5	24.0	2.5	0.1	1.9	185.8	11.5	86.1	1,145.8
2023	9	865.1	5.6	11.5	27.6	19.8	2.5	0.2	1.8	107.3	11.1	79.1	1,131.6
2023	10	864.9	9.8	13.3	28.5	22.7	2.5	0.2	1.8	112.8	11.5	80.7	1,148.7
2023	11	669.9	30.2	16.4	27.6	23.1	129.6	0.1	1.8	170.6	11.1	83.4	1,163.7
2023	12	547.9	32.1	18.2	28.5	20.6	221.4	0.0	1.9	217.2	11.5	86.7	1,186.0
2023	Jul - Dic	4,492.4	122.2	82.1	169.2	134.2	361.0	0.6	11.0	1,028.1	68.3	586.5	7,055.5
2024	1	481.5	32.4	19.2	28.5	23.8	221.4	0.0	1.9	257.8	11.5	86.7	1,164.6
2024	2	385.6	26.3	16.6	26.7	22.2	237.9	0.1	1.7	163.6	10.8	81.1	972.5
2024	3	330.3	31.1	16.3	28.5	20.5	246.4	0.1	1.9	321.1	11.5	86.7	1,094.4
2024	4	294.1	13.6	13.1	27.6	23.0	217.9	0.1	1.8	306.5	11.2	83.9	992.7
2024	5	432.5	14.7	11.6	28.5	24.2	5.1	0.2	1.9	319.9	12.3	86.7	937.5
2024	6	649.6	23.0	8.7	27.6	19.3	2.5	0.1	1.8	202.9	11.7	83.9	1,031.0
2024	7	750.8	26.4	11.1	28.5	24.1	2.5	0.0	1.9	247.3	11.5	86.7	1,190.7
2024	8	776.8	18.2	11.4	28.5	24.0	2.5	0.1	1.9	236.8	11.5	85.6	1,197.4
2024	9	869.1	5.6	11.5	27.6	19.8	2.5	0.2	1.8	161.8	11.1	78.3	1,189.3
2024	10	879.5	9.8	13.3	28.5	22.7	2.5	0.2	1.9	146.9	11.5	80.8	1,197.5
2024	11	670.0	30.2	16.4	27.6	23.1	129.6	0.1	1.8	202.9	11.1	83.9	1,196.7
2024	12	572.0	32.1	18.2	28.5	20.6	221.4	0.0	1.9	221.1	11.5	86.7	1,214.0
2024	Ene - Dic	7,091.8	263.4	167.5	336.7	267.2	1,292.1	1.3	22.0	2,788.7	137.2	1,010.7	13,378.3

En la **Figura 9** se muestra el comportamiento cronológico del despacho de energía por tipo de recurso para el sistema de Guatemala en el periodo de julio 2023 a diciembre 2024.

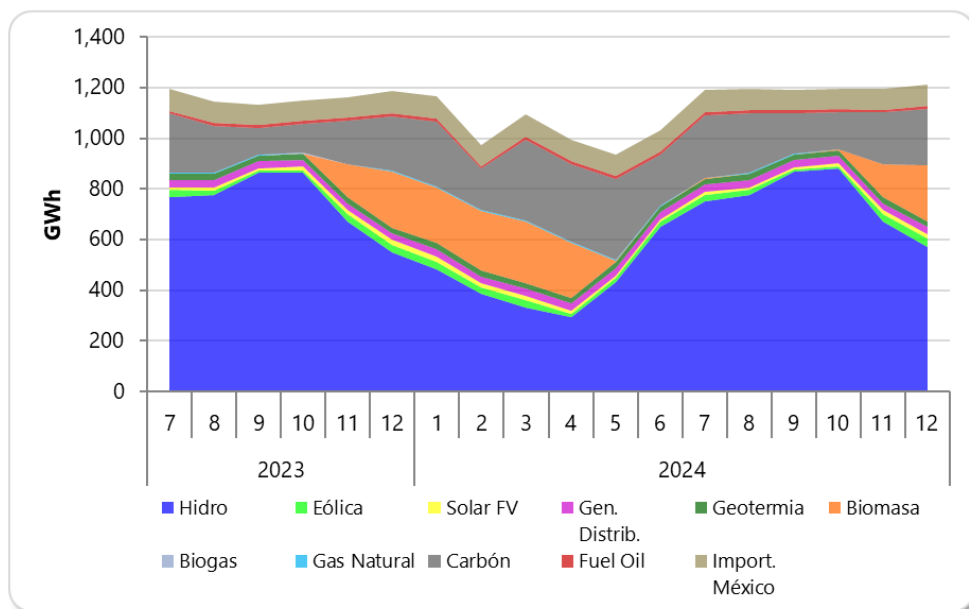


Figura 9. Despacho de energía estimado para el sistema de Guatemala por etapa y tipo de recurso para el período julio 2023 a diciembre 2024.

Por otra parte, en la **Figura 10** se muestra la distribución porcentual por tipo de recurso para el despacho de generación en el sistema guatemalteco para el período de julio a diciembre 2023 y enero a diciembre 2024.

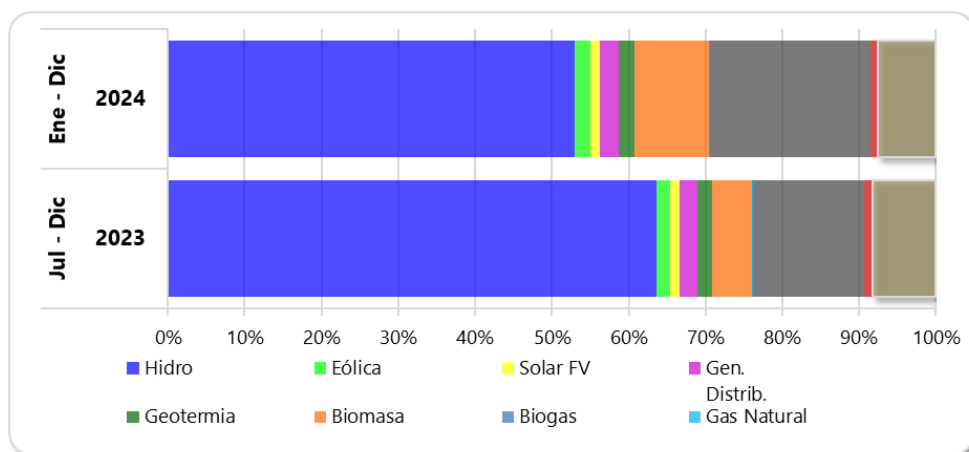


Figura 10. Distribución del despacho energético estimado para el sistema de Guatemala por tipo de recurso para el período de julio a diciembre 2023 y enero a diciembre 2024.

En la **Figura 10** se observa que para el período de julio a diciembre de 2023 la proporción de generación hidroeléctrica es mayor que en el período de enero a diciembre 2024, esto debido el segundo semestre del año es coincidente con la estación lluviosa en el país.

4.1.2. Intercambios en el MER

Las exportaciones estimadas de Guatemala hacia el MER totalizan **858.1 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **1,195.7 GWh** de enero a diciembre 2024, siendo estas más intensivas en los meses de invierno, con valores máximos en los meses de noviembre a enero. Por otra parte, las importaciones totalizan **26.7 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **302.1 GWh** de enero a diciembre 2024, las cuales ocurren principalmente en los meses de abril, mayo y junio.

En la tabla **Tabla 23** se presenta el detalle de las exportaciones e importaciones netas estimadas en el MER para el sistema de Guatemala para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 23. Exportaciones e importaciones netas estimadas de Guatemala en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Importación Neta	Exportación Neta
2023	7	2.69	163.65
2023	8	9.19	105.88
2023	9	4.7	114.79
2023	10	7.32	113.68
2023	11	2.54	167.12
2023	12	0.3	192.96
2023	Jul - Dic	26.74	858.08
2024	1	0.15	155.92
2024	2	7.71	47.52
2024	3	16.32	32.56
2024	4	60.14	8.44
2024	5	150.57	0.07
2024	6	44.91	51.99
2024	7	8.72	135.5
2024	8	7.67	127
2024	9	2.38	144.48
2024	10	2.15	130.46
2024	11	1.4	170.83
2024	12	0	190.89
2024	Ene - Dic	302.14	1,195.67

En la **Figura 11** se presenta el comportamiento cronológico de las exportaciones e importaciones de Guatemala en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

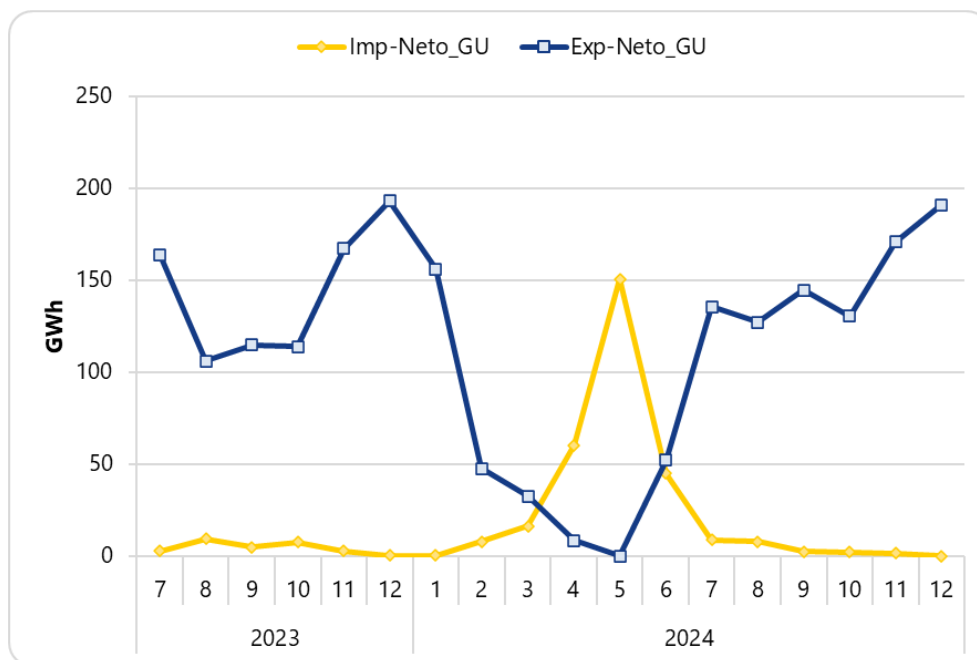


Figura 11. Exportaciones e importaciones netas estimadas de Guatemala en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Como se puede observar en la **Figura 11**, es notable el hecho que el sistema guatemalteco resulta con mayor tendencia exportadora, debido que las inyecciones de energía al MER se dan prácticamente en todos los meses, siendo solo el mes de mayo nulas, mientras que los retiros ocurren principalmente en los meses de abril a junio.

Los intercambios de energía en el MER del sistema guatemalteco resultan a partir de los flujos de energía a través de las interconexiones con los sistemas vecinos de El Salvador y Honduras, cuyos flujos son mayores por medio de las interconexiones con El Salvador, tanto en las exportaciones como en las importaciones, tal como se puede observar en la **Tabla 24**.

Tabla 24. Exportaciones e importaciones estimadas de Guatemala a través de las interconexiones con El Salvador y Honduras para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Etapas	Importaciones desde El Salvador	Importaciones desde Honduras	Exportaciones hacia El Salvador	Exportaciones hacia Honduras
2023	7	5.46	0.35	99.55	67.23
2023	8	11.45	0.83	75.56	33.41
2023	9	6.21	0.45	82.83	33.92
2023	10	8.92	0.73	81.64	34.37
2023	11	3.13	0.29	128.53	39.48
2023	12	1.29	0	122.42	71.53
2023	Jul - Dic	36.46	2.65	590.53	279.94
2024	1	5.98	0	82.11	79.64
2024	2	32.71	0.04	12.99	59.57
2024	3	45.66	0.02	5.35	56.56
2024	4	75.01	1.4	2.64	22.07
2024	5	137.58	16.32	0	3.39
2024	6	49.46	2.55	33.43	25.67
2024	7	10.78	0.59	101.69	36.46
2024	8	9.49	0.51	89.46	39.86
2024	9	3.49	0.24	105.63	40.2
2024	10	2.96	0.28	90.85	40.68
2024	11	2.25	0.02	118.86	52.84
2024	12	0.62	0	111.43	80.08
2024	Ene - Dic	375.98	21.97	754.45	537.03

En la **Figura 12** se ilustra el comportamiento de los intercambios de Guatemala a través de las interconexiones con El Salvador y Honduras, observando que las importaciones son menores que las exportaciones; también se puede observar que los intercambios de Guatemala son mayores por medio de las interconexiones con El Salvador que por medio de las interconexiones con Honduras.

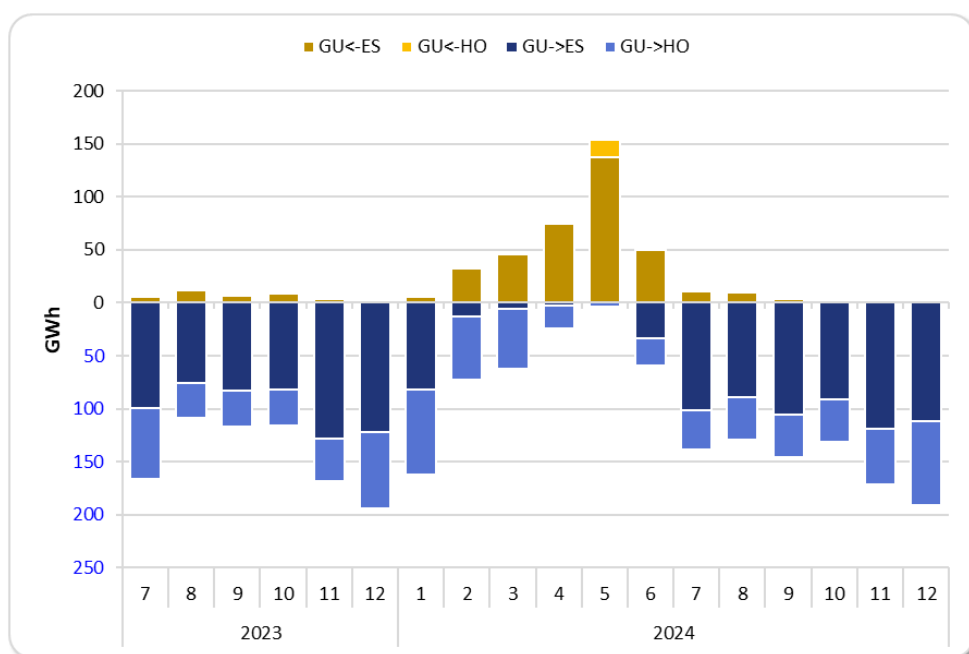


Figura 12. Exportaciones e importaciones estimadas de Guatemala a través de las interconexiones con El Salvador y Honduras.

4.1.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de Guatemala para el período de julio a diciembre 2023 varían entre 63.94 y 110.32 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **77.93 US\$/MWh**. Para el año 2024 los valores por bloque varían entre 72.01 y 124.53 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **92.38 US\$/MWh**.

En la **Tabla 25** se presenta el costo marginal mensual por bloque del sistema de Guatemala para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 25. Costo marginal por bloque estimado del sistema de Guatemala para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (US\$/MWh).

Año	Mes	Bloque1	Bloque2	Bloque3	Bloque4	Bloque5	Promedio Ponderado
2023	7	96.39	86.16	85.78	84.46	83.69	85.36
2023	8	93.36	78.51	77.78	76.6	75.59	78.64
2023	9	109.27	71.73	69.01	67.55	63.94	70.33
2023	10	110.32	73.02	69.3	68.2	65.83	70.49
2023	11	87.08	76.75	76.51	75.89	74.44	76.34
2023	12	91.28	87.36	87.01	86.24	84.96	86.42
2023	Prom. Jul-Dic	97.95	78.92	77.57	76.49	74.74	77.93
2024	1	93.3	91.88	91.59	90.66	89.36	90.92
2024	2	99.9	98.41	98.01	97.04	96.27	97.57
2024	3	104.07	101.34	100.97	99.52	98.44	100.34
2024	4	110.45	106.9	106.22	104.32	103.03	105.77
2024	5	124.53	117.61	117.22	115.4	113.57	116.68
2024	6	112.88	99.06	98.42	97.54	96.45	98.82
2024	7	103.29	87.81	86.99	86.14	85.06	86.98
2024	8	106.33	83.4	82.75	82.03	80.98	84.47
2024	9	117.37	82.14	77.33	75.72	72.01	79.2
2024	10	119.99	82.16	76.46	75.68	72.2	78.18
2024	11	99.9	81.2	80.94	80.3	79.08	81.12
2024	12	93.85	89.65	89.27	88.55	87.17	88.69
2024	Prom. Ene-Dic	107.15	93.46	92.18	91.07	89.47	92.38

De manera comparativa, la **Figura 13** ilustra el comportamiento de los costos marginales estimados por bloque del sistema de Guatemala para cada uno de los meses del período de estudio.

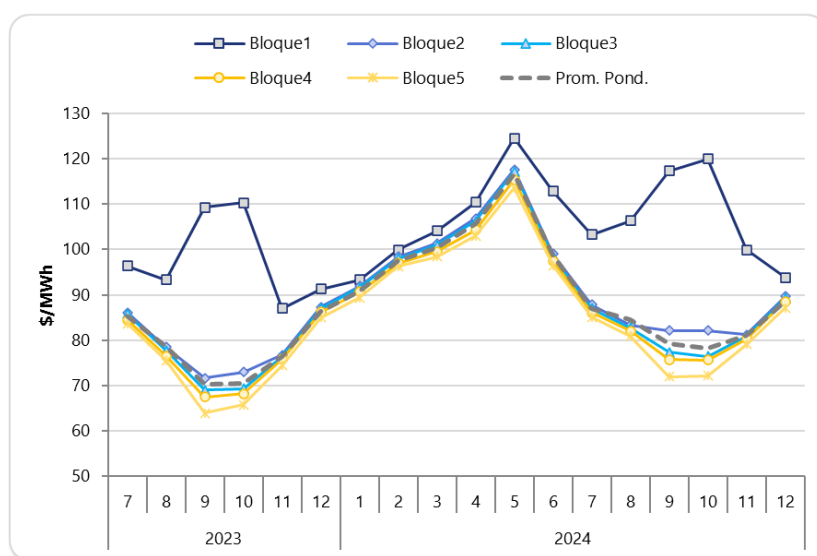


Figura 13. Costo marginal promedio por bloque estimado del sistema de Guatemala para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.1.4. Indicador de Confiabilidad Energética

El criterio de confiabilidad adoptado considera riesgo de déficit en un sistema si en una de las etapas del horizonte de estudio, se supera el 2% de la demanda en más del 5% de las series hidrológicas analizadas. En el presente Planeamiento, el sistema eléctrico de Guatemala no presenta riesgo de déficit, considerando que ninguna etapa de todas las series analizadas presenta déficit.

En la **Figura 14** se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados en el sistema de Guatemala para el periodo de julio 2023 a diciembre 2024.

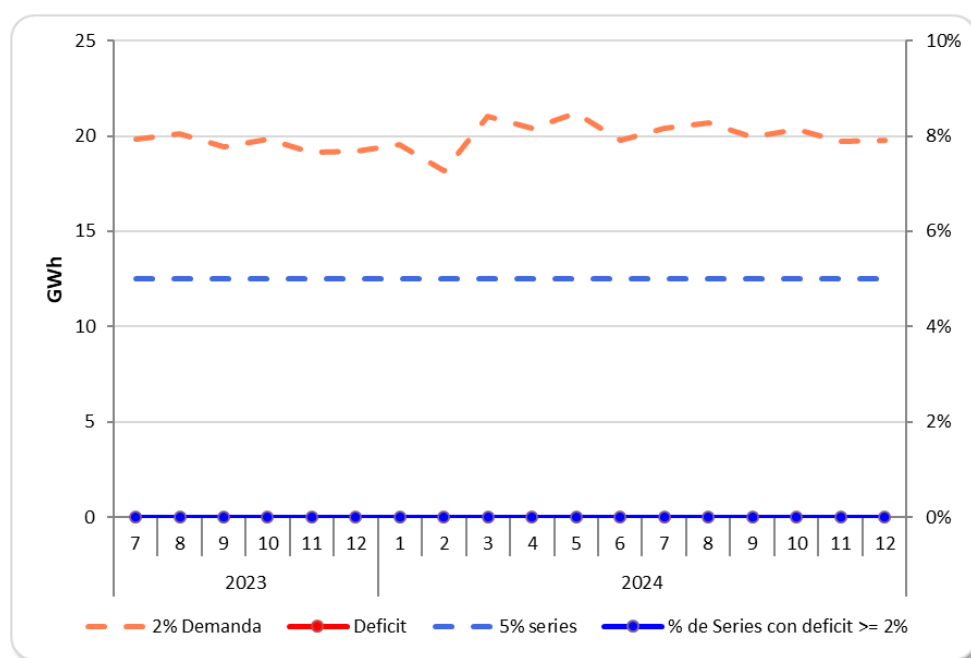


Figura 14. Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de Guatemala para el período de julio 2023 a diciembre 2024.



4.2. Resultados para el sistema eléctrico de El Salvador

4.2.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para el sistema salvadoreño totaliza **3,327.9 GWh** para el período de julio a diciembre 2023 y **6,997.7 GWh** para el año 2024. Los recursos renovables son los que aportan la mayor proporción de la energía generada; de enero a julio de 2023 con una proporción del 90.4 % y de enero a diciembre de 2024 con una proporción de 80.3 %. En la siguiente tabla se muestra el despacho de energía en el sistema de El Salvador por tipo de recurso en cada una de las etapas del estudio.

Tabla 26. Despacho de energía estimado para el sistema de El Salvador por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Hidro	Eólica	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Total
2023	7	209.4	16.2	74.3	120.8	0.0	94.0	0.0	0.1	514.7
2023	8	282.9	8.6	66.5	106.9	0.0	61.6	0.0	0.7	527.2
2023	9	275.2	4.1	71.4	116.7	0.0	38.2	0.0	2.8	508.4
2023	10	283.9	9.7	72.2	120.6	0.0	37.1	0.0	1.8	525.2
2023	11	115.9	21.0	76.0	104.5	87.3	23.1	0.0	0.0	427.9
2023	12	81.3	24.8	64.0	125.5	90.3	61.5	0.0	0.0	447.3
2023	Jul - Dic	1,562.2	89.1	483.2	694.9	177.6	315.4	0.0	5.4	3,327.9
2024	1	83.6	26.2	66.6	125.2	90.3	120.5	0.0	0.0	512.3
2024	2	112.4	15.8	72.9	94.4	84.4	192.1	0.0	0.0	572.1
2024	3	160.2	21.5	88.8	125.2	90.3	220.6	0.0	0.0	706.6
2024	4	179.5	11.4	82.4	121.2	87.3	214.8	0.0	1.8	698.4
2024	5	275.4	5.3	67.6	125.2	0.0	222.6	0.0	40.6	736.6
2024	6	266.6	4.7	76.9	121.2	0.0	140.6	0.0	1.7	611.7
2024	7	206.6	16.2	82.2	125.2	0.0	65.4	0.0	0.3	495.8
2024	8	324.6	8.6	73.9	111.3	0.0	48.9	0.0	0.5	567.8
2024	9	274.4	4.1	74.2	121.1	0.0	43.0	0.0	2.3	519.1
2024	10	326.4	9.7	75.1	125.2	0.0	17.6	0.0	2.4	556.2
2024	11	195.0	21.0	76.0	108.8	87.3	14.2	0.0	0.0	502.4
2024	12	166.3	24.8	64.0	125.2	90.3	28.2	0.0	0.0	498.7
2024	Ene - Dic	2,570.9	169.4	900.5	1,429.2	529.8	1,328.3	0.0	49.6	6,977.7

En la **Figura 15** se muestra el comportamiento del despacho de energía estimado para el sistema de El Salvador por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

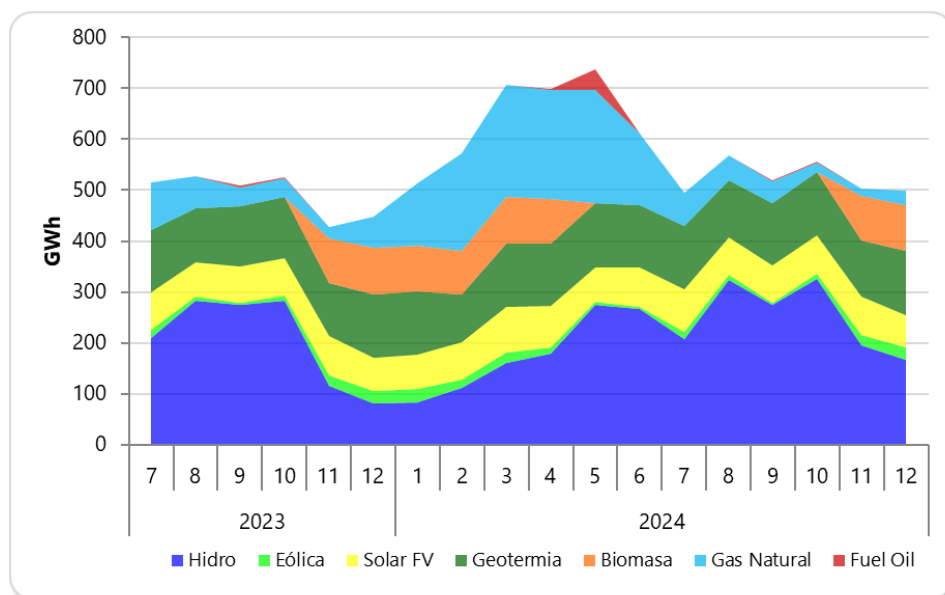


Figura 15. Despacho de energía estimado para el sistema de El Salvador por etapa y tipo de recurso para el período julio 2023 a diciembre 2024.

Por otra parte, en la **Figura 16** se muestra la distribución porcentual por tipo de recurso para el despacho de generación en el sistema salvadoreño para el período de julio a diciembre 2023 y enero a diciembre 2024.

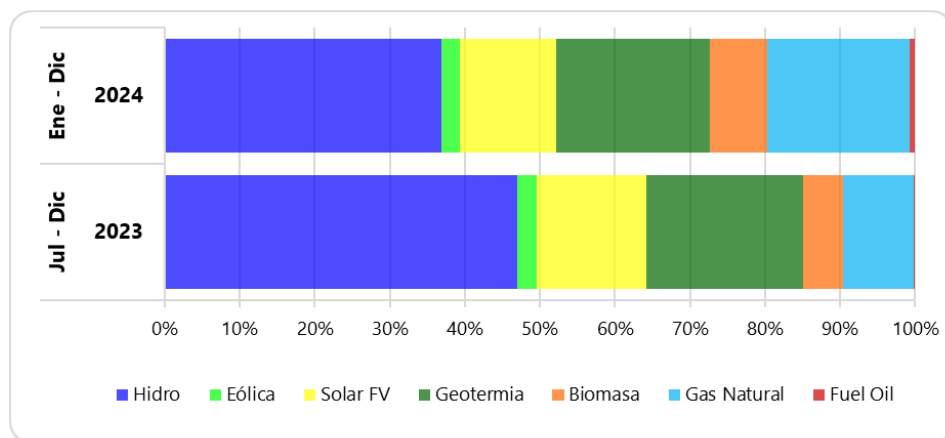


Figura 16. Distribución del despacho energético estimado para el sistema de El Salvador por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

En la **Figura 16** se observa que para el período de julio a diciembre de 2023 la proporción de generación hidroeléctrica es mayor que en el período de enero a diciembre 2024, esto debido el segundo semestre del año es coincidente con la estación lluviosa en el país.

4.2.2. Intercambios en el MER

Las importaciones netas de El Salvador totalizan **622.1 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **752.1 GWh** de enero a diciembre 2024, en tanto que las exportaciones netas de este sistema totalizan **49.5 GWh** de julio a diciembre 2023 y **379.6 GWh** de enero a diciembre 2024. Puede observarse que las exportaciones son mayores en los meses de febrero a junio, mientras que las importaciones lo son desde el mes de julio hasta enero.

En la **Tabla 27** se muestra el detalle de los intercambios netos de energía estimados de El Salvador en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 27. Exportaciones e importaciones netas de El Salvador en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Importaciones Netas	Exportaciones Netas
2023	7	89.76	10.58
2023	8	89.48	11.81
2023	9	85.83	10.62
2023	10	81.41	11.65
2023	11	147.79	2.63
2023	12	127.8	2.2
2023	Jul - Dic	622.07	49.49
2024	1	92.29	9.76
2024	2	15.9	35.78
2024	3	4.21	70.69
2024	4	1.92	79.42
2024	5	4.27	89.13
2024	6	40.13	47.31
2024	7	135.6	9.17
2024	8	78.02	12.81
2024	9	99.41	9.04
2024	10	74.89	9.65
2024	11	102.47	4.5
2024	12	102.99	2.31
2024	Ene - Dic	752.1	379.57

En la **Figura 17** se ilustran las importaciones y exportaciones netas estimadas de El Salvador en el MER, siendo notable el hecho que el sistema salvadoreño resulta con mayor tendencia de importador, debido que los retiros de energía del MER ocurren en más etapas y con valores mayores que las inyecciones en ambos años.

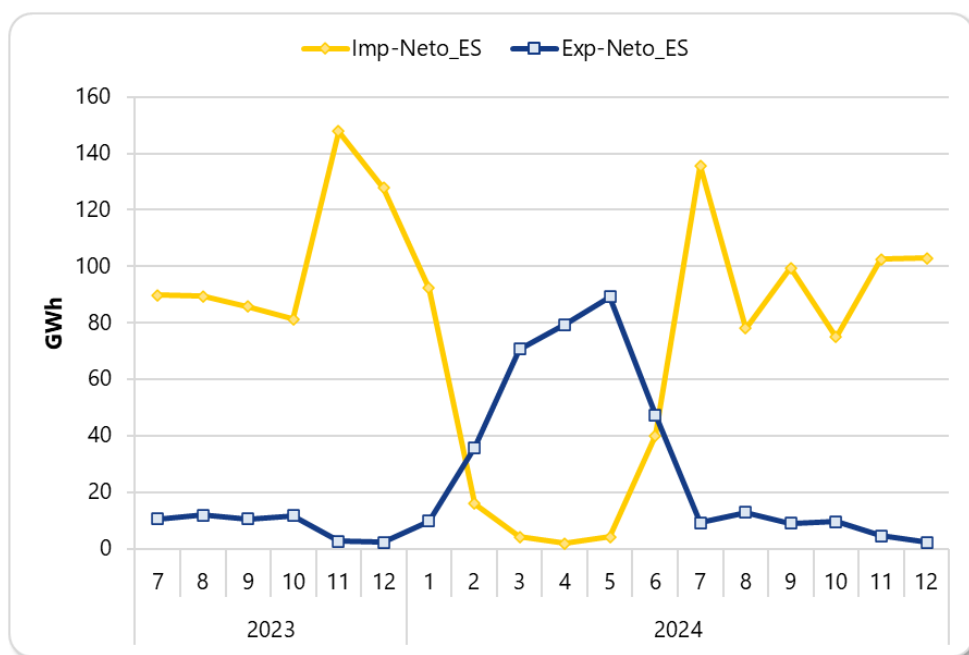


Figura 17. Exportaciones e Importaciones netas estimadas de El Salvador en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Los intercambios de energía de El Salvador en el MER resultan de los flujos de energía a través de las interconexiones con los sistemas vecinos de Guatemala y Honduras, siendo mayores los intercambios con el sistema guatemalteco, tal como se puede observar en la **Tabla 28**.



Tabla 28. Exportaciones e importaciones de El Salvador a través de las interconexiones con Guatemala y Honduras para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Importaciones desde Guatemala	Importaciones desde Honduras	Exportaciones hacia Guatemala	Exportaciones hacia Honduras
2023	7	99.55	11.14	5.46	26.05
2023	8	75.56	23.12	11.45	9.55
2023	9	82.83	16.74	6.21	18.16
2023	10	81.64	15.17	8.92	18.13
2023	11	128.53	27.26	3.13	7.5
2023	12	122.42	14.02	1.29	9.55
2023	Total	590.53	107.45	36.46	88.94
2024	1	82.11	19.43	5.98	13.03
2024	2	12.99	13.22	32.71	13.38
2024	3	5.35	7.21	45.66	33.38
2024	4	2.64	16.82	75.01	21.96
2024	5	0	58.76	137.58	6.04
2024	6	33.43	20.52	49.46	11.68
2024	7	101.69	42.51	10.78	6.99
2024	8	89.46	10.09	9.49	24.84
2024	9	105.63	16.01	3.49	27.77
2024	10	90.85	8.05	2.96	30.71
2024	11	118.86	9.21	2.25	27.84
2024	12	111.43	12.14	0.62	22.27
2024	Total	754.45	233.96	375.98	239.89

La **Figura 18** ilustra el comportamiento de los intercambios de energía estimados de El Salvador a través de las interconexiones con Guatemala y Honduras, siendo notable que las importaciones ocurren principalmente desde el sistema guatemalteco, mientras que las exportaciones ocurren principalmente hacia el sistema hondureño.

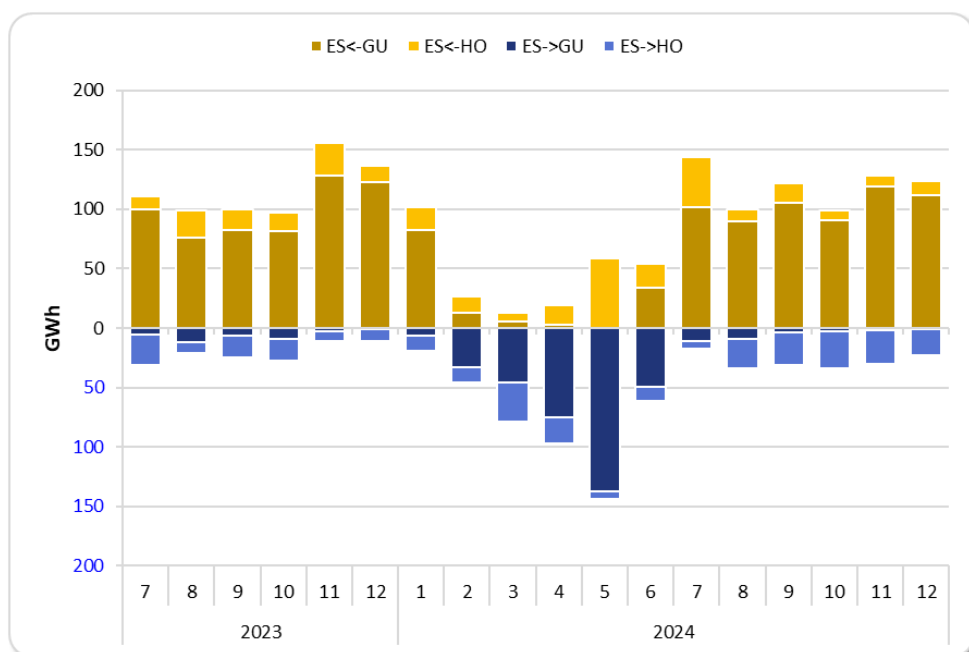


Figura 18. Exportaciones e importaciones estimadas de El Salvador a través de las interconexiones con Guatemala y Honduras para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.2.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de El Salvador para el período de julio a diciembre 2023 varían entre 67.96 y 111.12 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **83.14 US\$/MWh**. Para el año 2024 los valores por bloque varían entre 78.06 y 124.78 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **95.33 US\$/MWh**.

En la **Tabla 29** se presenta el costo marginal mensual por bloque del sistema de El Salvador para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 29. Costo marginal promedio mensual estimado por bloque del sistema de El Salvador para el periodo de julio 2023 a diciembre 2024 (US\$/MWh).

Año	Mes	Bloque1	Bloque2	Bloque3	Bloque4	Bloque5	Promedio Ponderado
2023	7	97.97	88.36	88.22	87.45	86.75	87.99
2023	8	97.23	84.68	83.49	80.23	79.38	83.49
2023	9	110.99	79.12	76.25	70.44	67.96	75.67
2023	10	111.12	79.88	75.5	70.93	69.73	75.4
2023	11	92.5	86.93	86.88	83.87	82.29	85.37
2023	12	94.52	92.57	92.55	91.19	87.86	90.94
2023	Prom. Jul-Dic	100.72	85.26	83.82	80.69	79	83.14
2024	1	96.5	94.42	94.56	92.65	90.43	93.06
2024	2	101.33	98.19	98.27	97.39	96.63	97.81
2024	3	105.64	100.48	100.6	99.71	99.28	100.33
2024	4	111.79	104.95	104.65	103.69	103.24	104.72
2024	5	124.78	113.41	113.12	112.17	111.59	113.54
2024	6	113.74	98.49	97.83	96.74	96.29	98.37
2024	7	105.2	94.7	94.2	91.72	91.36	93.39
2024	8	107.77	90.57	88.3	86.17	85.82	89.69
2024	9	118.5	92.06	86.11	81.99	79	87.01
2024	10	120.41	91.19	83.13	80.14	78.06	84.64
2024	11	101.68	90.09	89.94	89.26	88.11	89.83
2024	12	98.14	92.55	92.35	91.7	90.12	91.73
2024	Prom. Ene-Dic	108.79	96.76	95.25	93.61	92.49	95.33

De manera comparativa, la **Figura 19** ilustra el comportamiento de los costos marginales estimados por bloque del sistema de El Salvador para cada uno de los meses del período de estudio.

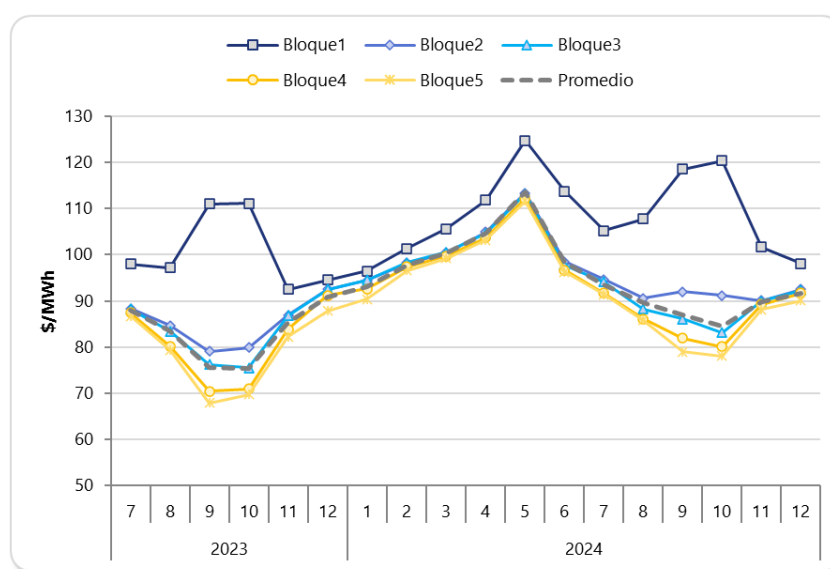


Figura 19. Costo marginal promedio por bloque estimado del sistema de El Salvador para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.2.4. Indicador de Confiabilidad Energética

El sistema eléctrico de El Salvador no presenta riesgo de déficit, considerando que ninguna etapa de las 100 series hidrológicas estimadas por el modelo presenta déficit.

En la **Figura 20** se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados en el sistema de El Salvador para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

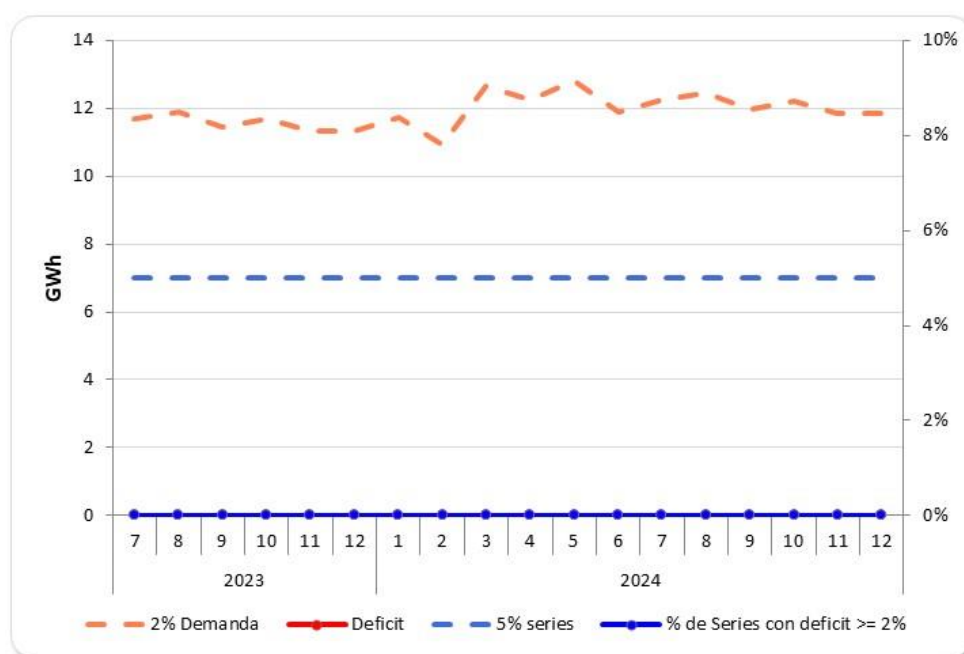


Figura 20. Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de El Salvador para el período de julio 2023 a diciembre 2024.



4.3. Resultados para el sistema eléctrico de Honduras

4.3.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para el sistema hondureño totaliza **4,894.4 GWh** para el período de julio a diciembre 2023 y **10,381.5 GWh** para el año 2024. Los recursos renovables son los que aportan la mayor proporción de la energía generada; de enero a julio de 2023 con una proporción del 80.4 % y de enero a diciembre de 2024 con una proporción de 75.6 %. En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Honduras.

Tabla 30. Despacho de energía estimado para el sistema de Honduras por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Hidro	Eólica	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Fuel Oil	Total
2023	7	332.3	102.1	69.8	25.6	124.4	121.8	775.9
2023	8	386.1	74.0	70.2	25.6	125.1	191.9	873.0
2023	9	383.8	39.3	69.7	24.8	124.4	192.0	833.8
2023	10	401.3	41.5	82.4	25.6	110.1	185.1	845.9
2023	11	362.3	80.2	89.8	24.8	106.7	162.8	826.6
2023	12	262.6	103.9	100.9	25.6	140.1	106.2	739.2
2023	2023	2,128.2	440.9	482.7	151.9	730.8	959.8	4,894.4
2024	1	226.1	104.8	108.1	25.6	173.4	118.5	756.5
2024	2	215.3	89.8	98.9	24.0	174.8	107.6	710.3
2024	3	259.3	83.5	100.2	25.6	187.2	181.7	837.5
2024	4	310.4	44.7	76.8	24.8	164.7	284.4	905.7
2024	5	368.3	30.8	72.9	25.6	147.5	375.9	1,021.0
2024	6	372.6	58.7	58.8	24.8	113.0	271.9	899.7
2024	7	388.3	102.1	69.8	25.6	124.4	219.0	929.1
2024	8	406.1	74.0	70.2	25.6	125.1	221.8	923.0
2024	9	416.3	39.3	69.7	24.8	124.4	219.4	893.7
2024	10	426.3	41.5	82.4	25.6	110.1	203.1	889.0
2024	11	360.7	80.2	89.8	24.8	106.7	184.1	846.3
2024	12	255.3	103.9	100.9	25.6	140.1	144.1	769.8
2024	2024	4,005.0	853.2	998.6	302.2	1,691.2	2,531.3	10,381.5

En la **Figura 21** se ilustra el comportamiento del despacho cronológico de energía estimado de Honduras por tipo de recurso para el periodo de julio 2023 a diciembre 2024.

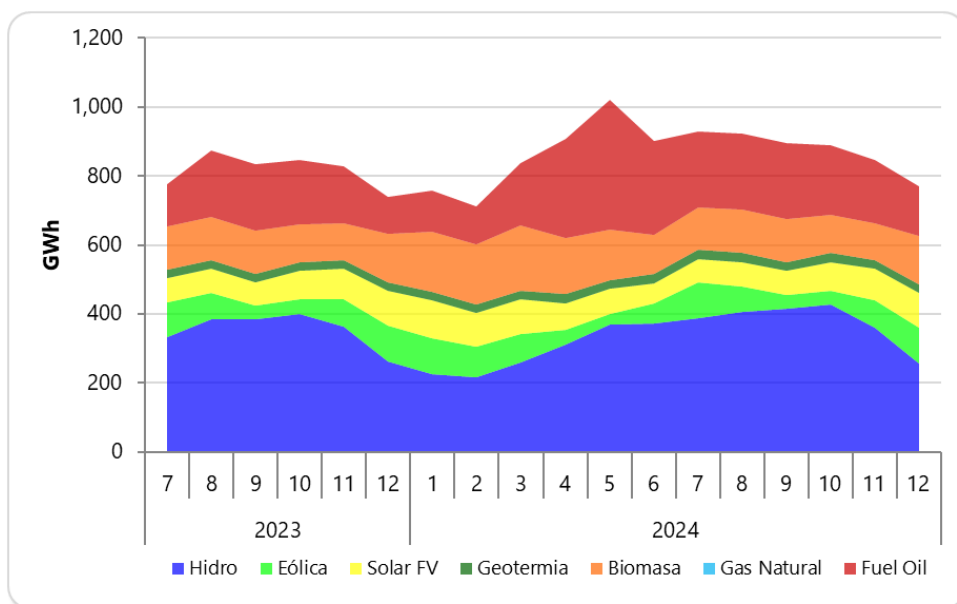


Figura 21. Despacho de energía estimado para el sistema de Honduras por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Por otra parte, en la **Figura 22** se muestra la composición porcentual por tipo de recurso del despacho de generación en el sistema de Honduras para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

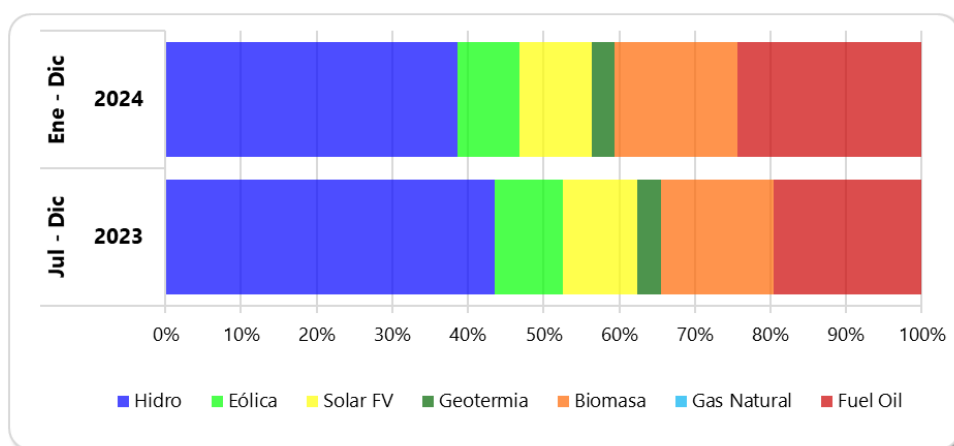


Figura 22. Distribución del despacho energético estimado para el sistema de Honduras por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

En la **Figura 22** se observa que para el período de julio a diciembre de 2023 la proporción de generación hidroeléctrica es mayor que en el período de enero a diciembre 2024, esto debido el segundo semestre del año es coincidente con la estación lluviosa en el país.

4.3.2. Intercambios en el MER

De acuerdo con los intercambios estimados, las importaciones netas de Honduras totalizan **842.4 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **1,651.2 GWh** en el año 2024, mientras que las exportaciones netas totalizan **30.2 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **44.4 GWh** en el año 2024.

Las importaciones y exportaciones netas de Honduras en el MER se presentan con detalle mensual en la **Tabla 31**, en donde puede notarse que las exportaciones son muy bajas y hasta nulas en todo el período, mientras que las importaciones mantienen valores significativos todo el período y solo se reducen en el mes de mayo.

Tabla 31. Exportaciones e importaciones netas estimadas de Honduras en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Etapas	Importaciones Netas	Exportaciones Netas
2023	7	192.52	0
2023	8	114.57	6.47
2023	9	116.8	7.35
2023	10	118.47	5.92
2023	11	108.1	10.49
2023	12	191.92	0
2023	Jul - Dic	842.38	30.23
2024	1	220.23	0
2024	2	197.35	0
2024	3	212.26	0.98
2024	4	107.01	1.95
2024	5	44.79	10.02
2024	6	89.96	5.84
2024	7	96.31	10.15
2024	8	109.89	2.41
2024	9	107.36	8.41
2024	10	121.36	2.29
2024	11	131.6	2.34
2024	12	213.06	0
2024	Ene - Dic	1,651.19	44.39

Como se puede observar en la **Figura 23** es notable el hecho que el sistema hondureño resulta con mayor tendencia de importador, debido que los retiros de energía al MER toman valores mayores que las inyecciones en el período del estudio.

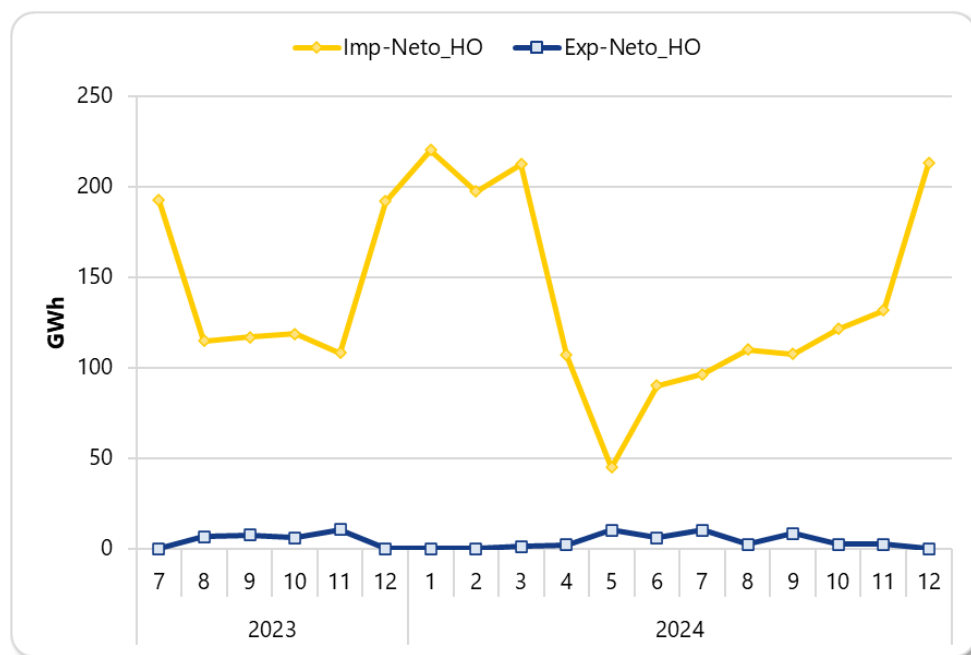


Figura 23. Exportaciones e importaciones netas estimadas de Honduras en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Los intercambios del sistema hondureño en el MER resultan de los flujos de energía a través de las interconexiones con los sistemas vecinos, Guatemala, El Salvador y Nicaragua. Las importaciones de este sistema resultan principalmente a través de las interconexiones con Nicaragua, y en menores proporciones por medio de las interconexiones con Guatemala y El Salvador, respectivamente, tal como se puede observar en la **Tabla 32**.

Puede notarse que las exportaciones, que son considerablemente menores que las importaciones, resultan principalmente por medio de las interconexiones con El Salvador, y en menor proporción por medio de las interconexiones con Guatemala y Nicaragua. Las importaciones, que son considerablemente mayores que las importaciones, ocurren principalmente por medio de las interconexiones con Nicaragua y en menor proporción a través de las interconexiones con Guatemala y El Salvador, respectivamente.



Tabla 32. Exportaciones e importaciones estimadas de Honduras a través de las interconexiones con Guatemala, El Salvador y Nicaragua para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Importaciones desde Guatemala	Importaciones desde El Salvador	Importaciones desde Nicaragua	Exportaciones hacia Guatemala	Exportaciones hacia El Salvador	Exportaciones hacia Nicaragua
2023	7	67.23	26.05	110.75	0.35	11.14	0.01
2023	8	33.41	9.55	89.91	0.83	23.12	0.82
2023	9	33.92	18.16	75.28	0.45	16.74	0.71
2023	10	34.37	18.13	76.56	0.73	15.17	0.61
2023	11	39.48	7.5	78.58	0.29	27.26	0.39
2023	12	71.53	9.55	124.86	0	14.02	0
2023	Jul - Dic	279.94	88.94	555.94	2.65	107.45	2.54
2024	1	79.64	13.03	146.99	0	19.43	0
2024	2	59.57	13.38	137.69	0.04	13.22	0.03
2024	3	56.56	33.38	129.99	0.02	7.21	1.43
2024	4	22.07	21.96	92.58	1.4	16.82	13.33
2024	5	3.39	6.04	107.7	16.32	58.76	7.29
2024	6	25.67	11.68	72.73	2.55	20.52	2.88
2024	7	36.46	6.99	86.43	0.59	42.51	0.62
2024	8	39.86	24.84	54.12	0.51	10.09	0.74
2024	9	40.2	27.77	47.95	0.24	16.01	0.72
2024	10	40.68	30.71	56.81	0.28	8.05	0.81
2024	11	52.84	27.84	57.88	0.02	9.21	0.08
2024	12	80.08	22.27	122.91	0	12.14	0.05
2024	Ene - Dic	537.03	239.89	1,113.78	21.97	233.96	27.97

En términos comparativos, la **Figura 24** ilustra el comportamiento de las exportaciones e importaciones estimadas de Honduras a través de las interconexiones con Guatemala, El Salvador y Nicaragua para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

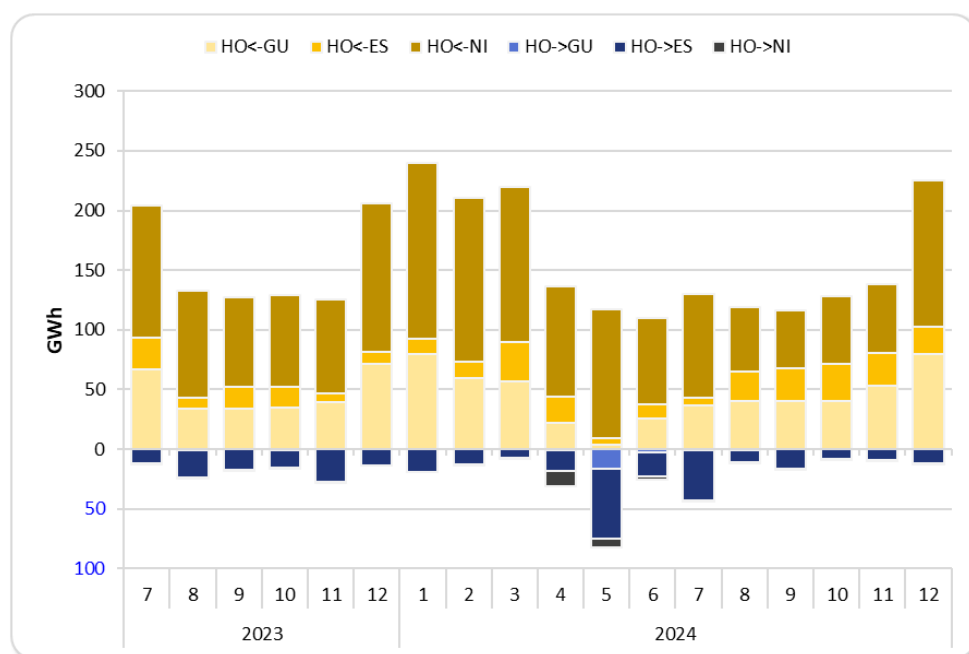


Figura 24. Exportaciones e importaciones estimadas de Honduras a través de las interconexiones con Guatemala, El Salvador y Nicaragua para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.3.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de Honduras para el período de julio a diciembre 2023 varían entre 71.28 y 180.36 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **121.55 US\$/MWh**. Para el año 2024 los valores por bloque varían entre 89.57 y 180 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **110.48 US\$/MWh**.

En la **Tabla 33** se presenta el costo marginal mensual por bloque estimado en el sistema de Honduras para los años 2023 y 2024.

Tabla 33. Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Honduras para el periodo de julio 2023 a diciembre 2024 (US\$/MWh).

Año	Mes	Bloque1	Bloque2	Bloque3	Bloque4	Bloque5	Promedio Ponderado
2023	7	162.65	148.11	126.53	110.22	88.12	120.15
2023	8	161.63	141.82	129.59	107.07	82.25	121.12
2023	9	180	140.41	124.09	97.31	71.28	113.93
2023	10	180.01	156.81	127.7	101.89	75.88	119.97
2023	11	180.36	149.1	136.03	116.59	92.03	127.11
2023	12	168.68	148.38	140.39	126.73	96.71	127.03
2023	Prom. Jul-Dic	172.22	147.44	130.72	109.97	84.38	121.55
2024	1	117	107.65	106.32	103.84	93.32	102.97
2024	2	116.05	108.6	108.48	104.54	99.55	105.84
2024	3	122.21	113.34	111.54	110.61	105.93	111.07
2024	4	168.86	117.5	112.38	110.95	108.33	116.28
2024	5	179.57	119.1	115.15	112.46	111.63	119.84
2024	6	149.54	114.29	110.77	106.4	103.21	111.73
2024	7	134.22	114.04	110.99	102.45	101.03	108.11
2024	8	163.12	114.6	111.71	103.23	101.35	113.08
2024	9	169.43	114.68	111.52	102.8	92.36	109.01
2024	10	180	116.99	111.28	101.23	89.57	107.71
2024	11	179.34	118.39	115.55	105.54	101.9	113.4
2024	12	127.93	110.44	106.98	105.82	102.68	106.69
2024	Prom. Ene-Dic	150.6	114.13	111.06	105.82	100.9	110.48

De manera comparativa, la **Figura 25** ilustra el comportamiento de los costos marginales estimados por bloque del sistema de Honduras para cada uno de los meses del período de estudio.

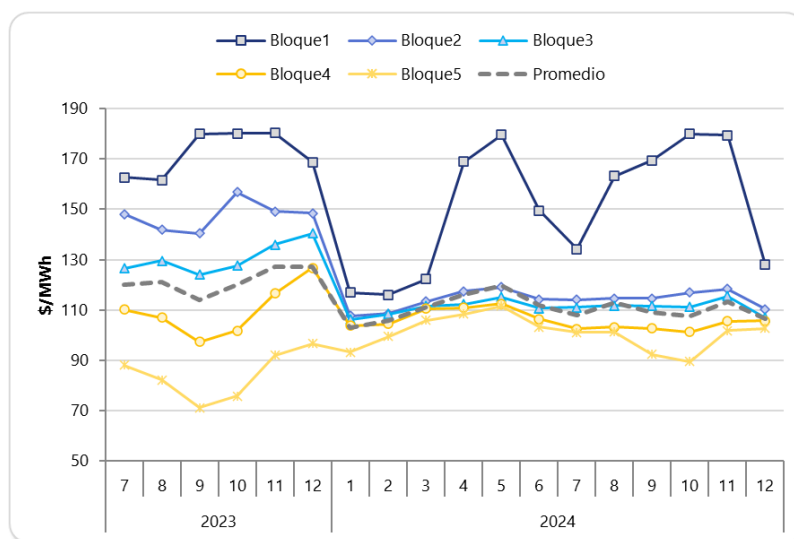


Figura 25. Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Honduras para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.3.4. Indicador de Confiabilidad Energética

En el sistema hondureño se estima déficit de demanda en 14 de las 18 etapas del estudio, con valores entre 0.03 y 2.68 GWh, sin embargo el déficit no supera el 2 % de la demanda del sistema y tampoco ocurre en más del 5 % de las series simuladas, por lo cual se considera que este sistema no corre riesgo para suministrar la demanda de energía eléctrica en el período de julio 2023 a diciembre 2024.

En la **Figura 26** se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados en el sistema de Honduras para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

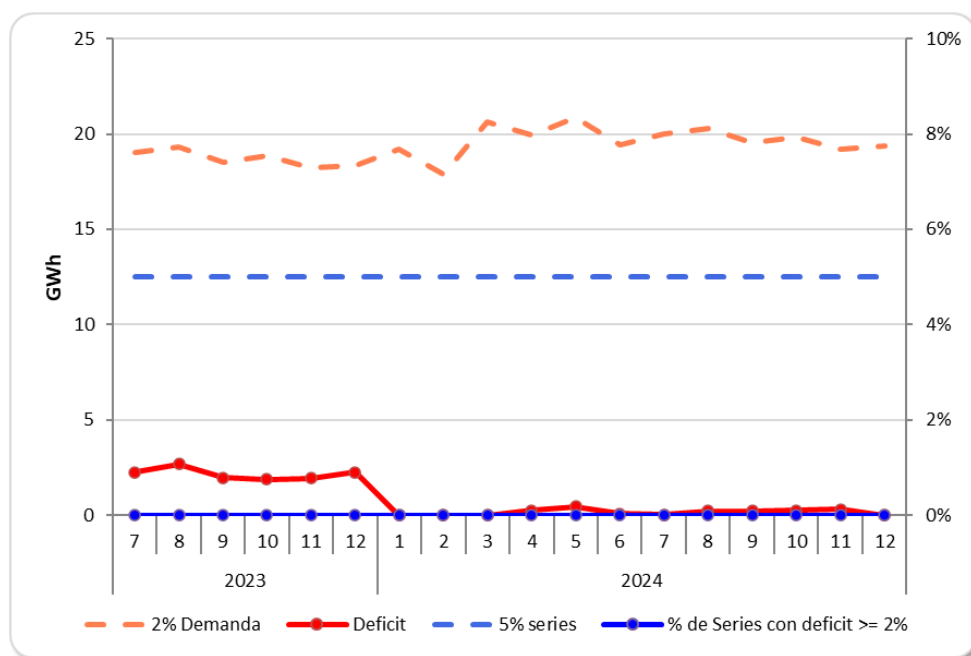


Figura 26. Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de Honduras para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

El déficit en el sistema hondureño se relaciona con restricciones en las redes de 69, 34.5 y 13.8 kV. Los valores más altos de déficit se presentan en las subestaciones La Lima, Santa Marta, Yoro, Santa Lucía y Morazán. La **Figura 27** se ilustran los valores de déficit que se estiman en las barras del sistema hondureño para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

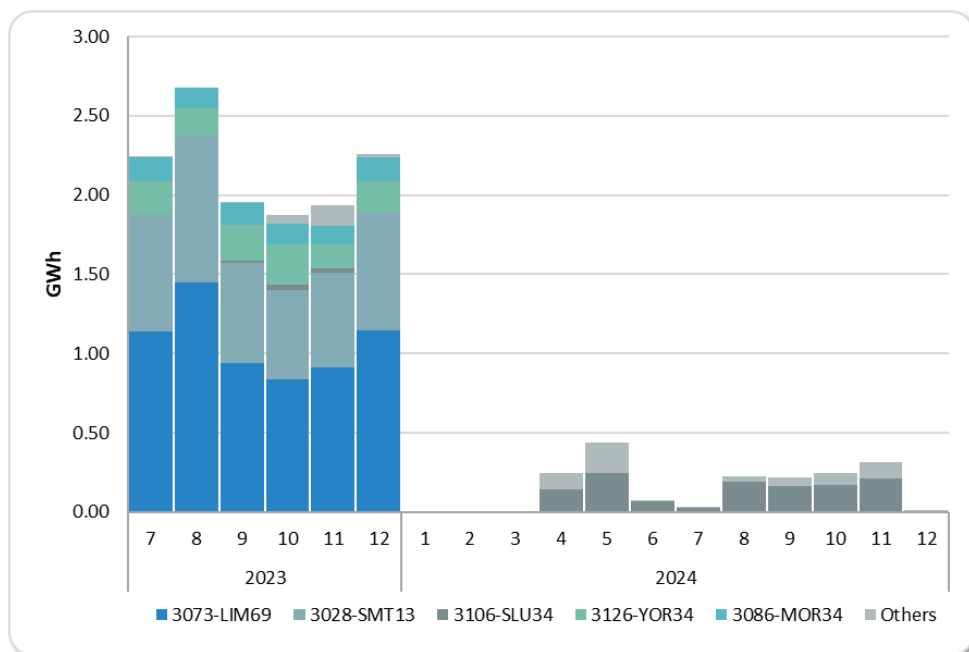


Figura 27. Déficit por barra estimado en el sistema de Honduras para el período de julio 2023 a diciembre 2024.



4.4. Resultados para el sistema eléctrico de Nicaragua

4.4.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para el sistema nicaragüense totaliza **1,842.7 GWh** para el período de julio a diciembre 2023 y **4,192.9 GWh** para el año 2024. Los recursos renovables son los que aportan la mayor proporción de la energía generada; de enero a julio de 2023 con una proporción del 70.3 % y de enero a diciembre de 2024 con una proporción de 73 %. En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Nicaragua.

Tabla 34. Despacho de energía estimado para el sistema de Nicaragua por tipo de recurso para el periodo de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Hidro	Eólica	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Gas Natural	Fuel Oil	Total
2023	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2023	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2023	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2023	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2023	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2023	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2023	7	62.7	72.7	3.4	66.9	50.7	112.9	0.0	369.2
2023	8	65.4	51.1	3.3	66.9	40.2	85.0	0.0	311.9
2023	9	65.7	28.3	3.3	64.7	0.0	122.0	0.0	284.1
2023	10	68.1	19.2	3.9	66.9	0.0	122.9	0.0	281.0
2023	11	63.9	38.2	5.1	64.7	39.4	65.8	0.0	277.1
2023	12	43.3	77.7	5.7	66.9	87.3	38.6	0.0	319.5
2023	2023	369.1	287.2	24.7	397.0	217.6	547.2	0.0	1,842.7
2024	1	62.7	92.9	8.2	74.8	99.6	28.5	0.0	366.8
2024	2	48.9	89.1	7.7	69.9	93.2	73.1	0.0	381.9
2024	3	54.3	97.9	7.7	74.8	99.6	129.3	0.0	463.5
2024	4	29.7	74.1	6.1	72.4	89.9	175.8	0.0	448.0
2024	5	57.9	49.5	5.7	74.8	71.2	176.6	0.0	435.5
2024	6	55.1	44.4	4.5	72.4	16.4	136.0	0.0	328.9
2024	7	63.8	72.7	5.5	74.8	17.0	92.2	0.0	325.9
2024	8	66.0	51.1	5.5	74.8	10.6	78.7	0.0	286.6
2024	9	67.2	28.3	5.4	72.4	0.0	94.1	0.0	267.4
2024	10	67.2	19.2	6.4	74.8	0.0	109.3	0.0	276.9
2024	11	64.5	38.2	6.9	72.4	65.0	26.0	0.0	273.0
2024	12	50.1	77.7	7.7	74.8	116.0	12.3	0.0	338.6
2024	2024	687.4	735.1	77.3	882.8	678.6	1,131.8	0.0	4,192.9

En la **Figura 28** se ilustra el comportamiento estimado del despacho cronológico de energía del sistema de Nicaragua por tipo recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

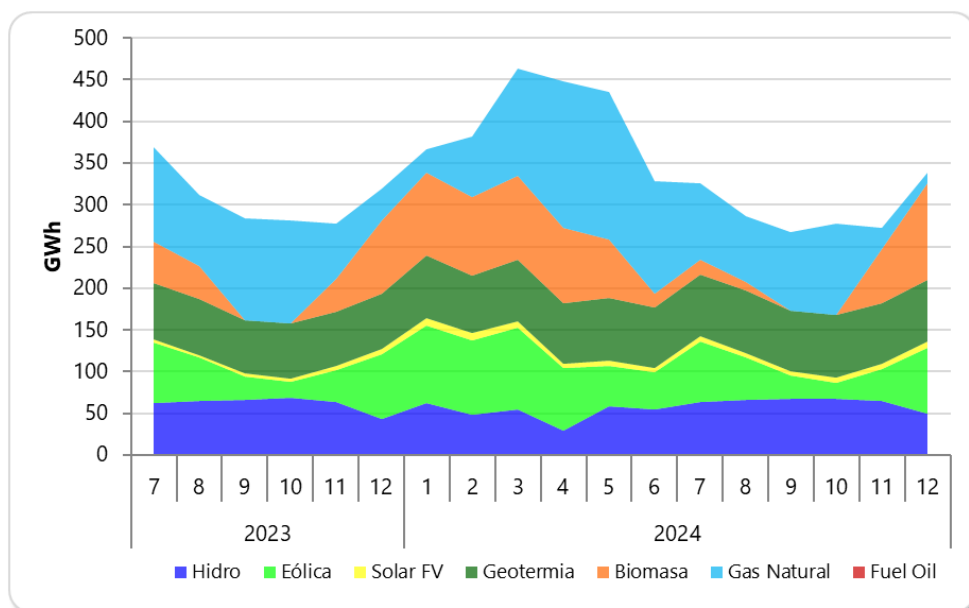


Figura 28. Despacho de energía estimado para el sistema de Nicaragua por etapa y tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Por otra parte, en la **Figura 29** se muestra la composición porcentual por tipo de recurso del despacho de generación en el sistema de Nicaragua para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

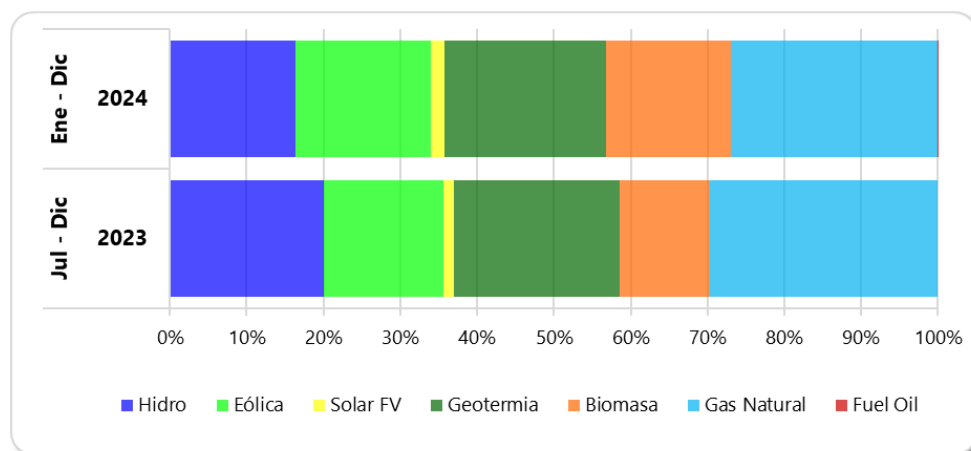


Figura 29. Distribución del despacho energético estimado para el sistema de Honduras por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

En la **Figura 29** se observa que para el período de julio a diciembre de 2023 la proporción de generación hidroeléctrica es mayor que en el período de enero a diciembre 2024, esto debido el segundo semestre del año es coincidente con la estación lluviosa en el país.

4.4.2. Intercambios en el MER

Los intercambios estimados en el MER muestran al sistema de Nicaragua con importantes importaciones, principalmente en los meses de la época lluviosa, mientras que las exportaciones son mayores en los meses de época de verano. Las importaciones totalizan **684.1 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **1,209.9 GWh** en el año 2024, mientras que las exportaciones totalizan **5.9 GWh** de julio a diciembre 2023 y **125.6 GWh** en el año 2024.

La **Tabla 35** muestra las importaciones y exportaciones netas mensuales estimadas de Nicaragua en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 35. Exportaciones e importaciones netas estimadas de Nicaragua en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Importaciones Netas	Exportaciones Netas
2023	7	56.49	1.9
2023	8	122.21	2.22
2023	9	131.42	0.41
2023	10	143.01	0.18
2023	11	134.89	0.6
2023	12	96.11	0.6
2023	Jul - Dic	684.13	5.91
2024	1	69.55	3.92
2024	2	46.14	27.93
2024	3	35.83	38.76
2024	4	27.05	30.59
2024	5	45.11	17.15
2024	6	107.04	3.82
2024	7	123.47	2.53
2024	8	165.08	0.03
2024	9	167.21	0.04
2024	10	166.99	0
2024	11	158.18	0
2024	12	98.2	0.87
2024	Ene - Dic	1,209.85	125.63

Como se puede observar en la **Figura 30**, es notable el hecho que el sistema de Nicaragua resulta con mayor tendencia de importador, debido que los retiros de energía al MER resultan en la mayoría de etapas del estudio y con valores mayores que las inyecciones.

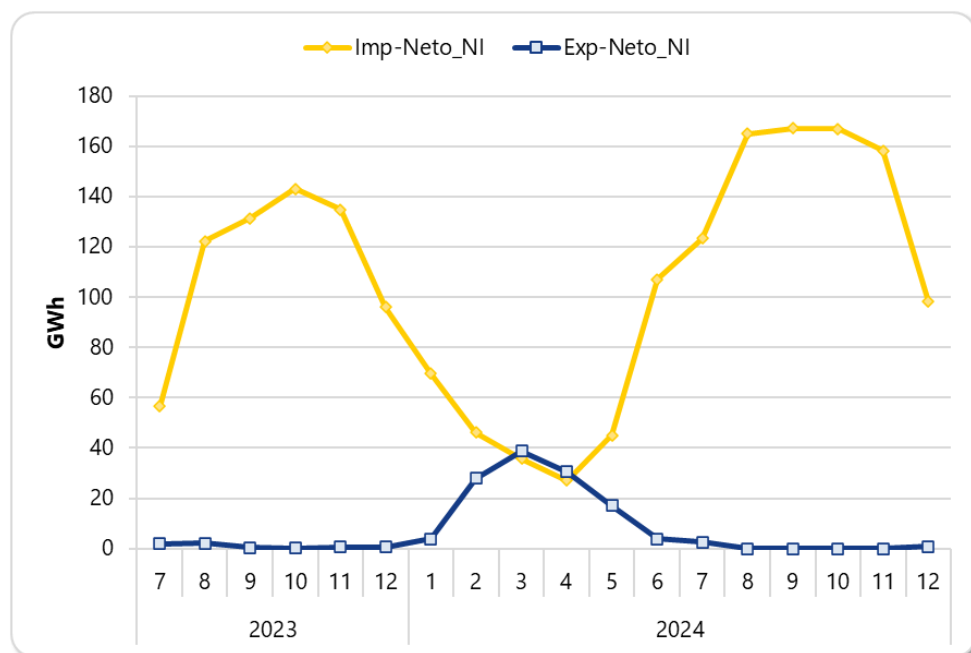


Figura 30. Exportaciones e Importaciones netas estimadas de Nicaragua en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Las transacciones de Nicaragua en el MER resultan de los intercambios a través de las interconexiones con los sistemas vecinos, Honduras y Costa Rica, siendo las importaciones predominantes desde el sistema de Costa Rica, mientras que las exportaciones son predominantes hacia el sistema de Honduras, tal como se puede observar en la **Tabla 36**.



Tabla 36. Exportaciones e importaciones de energía eléctrica de Nicaragua a través de las interconexiones con Honduras y Costa Rica para el período de junio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Importaciones desde Honduras	Importaciones desde Costa Rica	Exportaciones hacia Honduras	Exportaciones hacia Costa Rica
2023	7	0.01	165.73	110.75	0.41
2023	8	0.82	209.56	89.91	0.49
2023	9	0.71	205.68	75.28	0.1
2023	10	0.61	218.79	76.56	0
2023	11	0.39	212.47	78.58	0
2023	12	0	220.36	124.86	0
2023	Total	2.54	1,232.59	555.94	1
2024	1	0	212.93	146.99	0.3
2024	2	0.03	157.83	137.69	1.97
2024	3	1.43	134.85	129.99	9.22
2024	4	13.33	94.92	92.58	19.21
2024	5	7.29	137.26	107.7	8.89
2024	6	2.88	174.78	72.73	1.7
2024	7	0.62	206.77	86.43	0.01
2024	8	0.74	218.51	54.12	0.09
2024	9	0.72	214.39	47.95	0
2024	10	0.81	223	56.81	0
2024	11	0.08	215.98	57.88	0
2024	12	0.05	220.38	122.91	0.19
2024	Total	27.97	2,211.60	1,113.78	41.57

En términos comparativos, la **Figura 31** muestra el comportamiento de las exportaciones e importaciones de Nicaragua a través de las interconexiones con Honduras y Costa Rica.

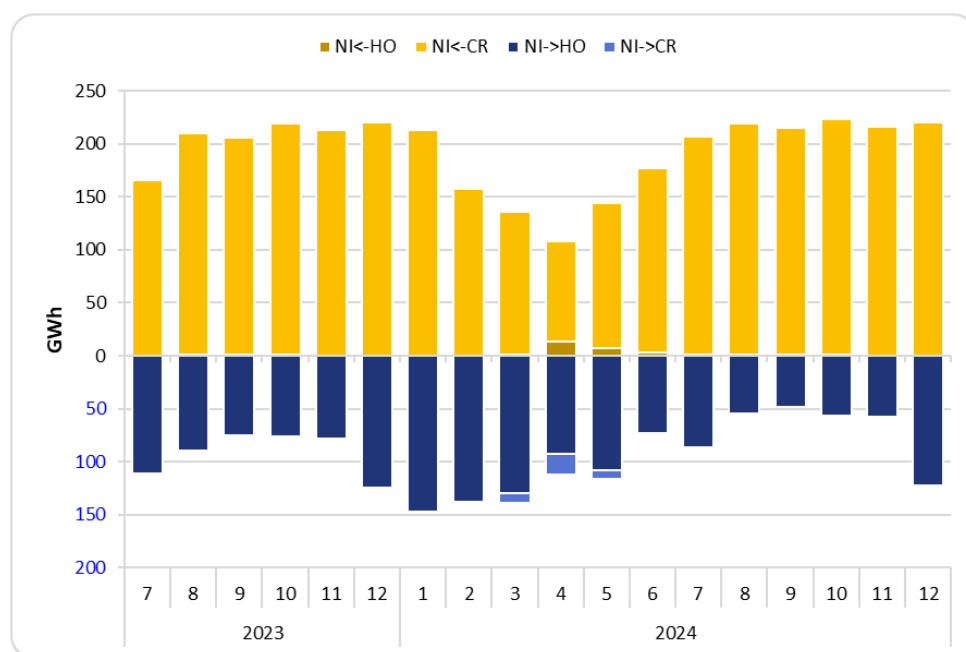


Figura 31. Exportaciones e importaciones de energía eléctrica de Nicaragua a través de las interconexiones con Honduras y Costa Rica para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.4.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de Nicaragua para el período de julio a diciembre 2023 varían entre 63.73 y 107.42 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **74.14 US\$/MWh**. Para el año 2024 los valores por bloque varían entre 77.62 y 116.40 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **89.79 US\$/MWh**.

En la **Tabla 37** se presenta el costo marginal mensual por bloque estimado del sistema de Nicaragua para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 37. Costo marginal promedio mensual por bloque del sistema de Nicaragua para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (US\$/MWh).

Año	Mes	Bloque1	Bloque2	Bloque3	Bloque4	Bloque5	Promedio Ponderado
2023	7	97.79	63.88	63.8	63.8	63.73	64.72
2023	8	68.63	68.35	65.71	68.33	67.51	67.64
2023	9	70.78	70.19	70.14	80.81	68.21	71.99
2023	10	107.42	71.64	71.59	80.22	69.85	74.26
2023	11	79.31	79.3	79.25	78.45	77.51	78.68
2023	12	94.78	88.45	88.38	87.77	85.35	87.53
2023	Prom. Jul-Dic	86.45	73.64	73.15	76.56	72.03	74.14
2024	1	89.37	89.09	84.67	88.43	84.26	86.69
2024	2	88.81	86.64	85.25	86.64	85.11	86.01
2024	3	105.79	88.71	88.37	88.25	87.7	89.15
2024	4	106.79	95.84	93.99	93.84	92.82	95.09
2024	5	116.4	97.3	96.6	96.48	95.55	98.03
2024	6	110.07	85.16	84.9	87.11	85.21	86.64
2024	7	102.89	85.57	85.47	84.75	84.37	85.54
2024	8	101.9	91.27	91.25	89.7	87.99	91.17
2024	9	111.08	93.1	93.06	92.03	89.15	92.82
2024	10	110.8	89.11	89.09	89.25	84.7	88.78
2024	11	93.98	91.02	77.62	88.66	87.31	87.03
2024	12	96.67	92.11	91.42	90	88.13	90.41
2024	Prom. Ene-Dic	102.88	90.41	88.47	89.59	87.69	89.79

De manera comparativa, la **Figura 32** ilustra el comportamiento de los costos marginales estimados por bloque del sistema de Nicaragua para los años 2023 y 2024.

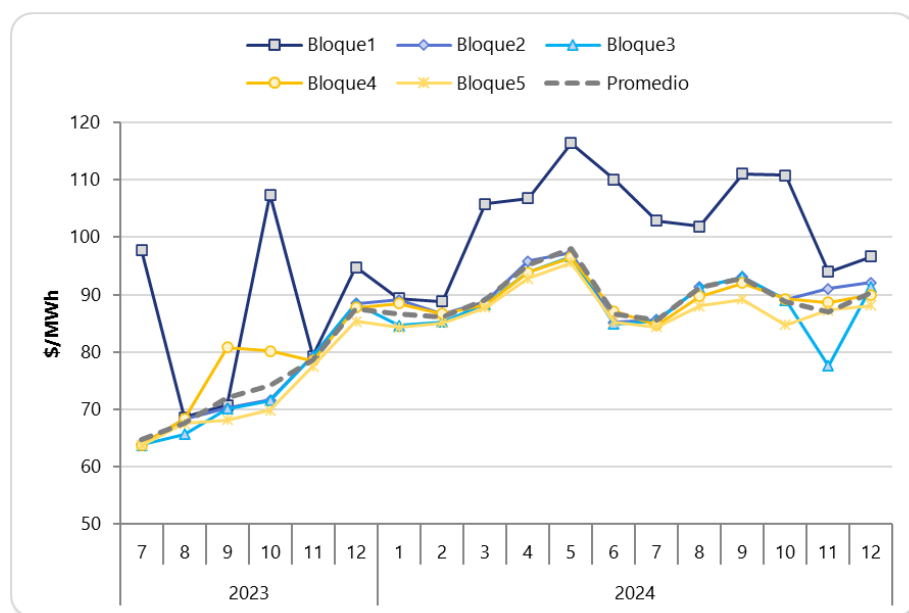


Figura 32. Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Nicaragua para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.4.4. Indicador de Confiabilidad Energética

El sistema eléctrico de Nicaragua no presenta riesgo de déficit, considerando que ninguna etapa de las 100 series hidrológicas estimadas por el modelo presenta déficit, como puede observarse en la **Figura 33**, en la que se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados en el sistema de Nicaragua para el periodo de julio 2023 a diciembre 2024.

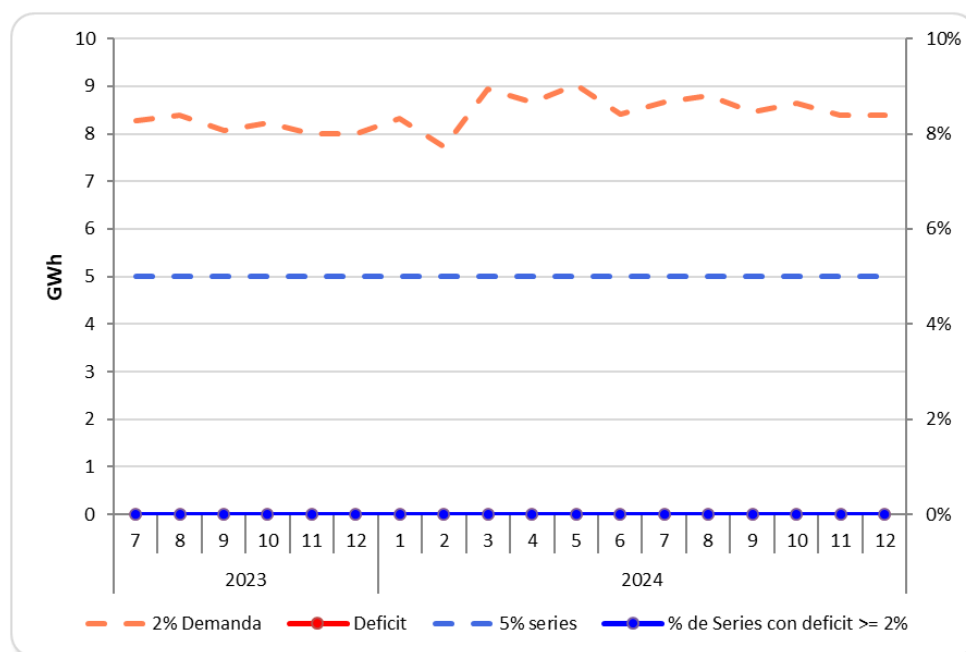


Figura 33. Confiabilidad energética estimada del sistema eléctrico de Nicaragua para el período de julio 2023 a diciembre 2024.



4.5. Resultados para el sistema eléctrico de Costa Rica

4.5.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para el sistema costarricense totaliza **7,263.9 GWh** para el período de julio a diciembre 2023 y **14,072.4 GWh** para el año 2024. El despacho de energía de Costa Rica proviene casi en su totalidad de recursos renovables, principalmente recurso hídrico, el cual aporta una proporción del 78.1 % en el período de julio a diciembre de 2023 y 74.8 % en el período de enero a diciembre de 2024. En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Costa Rica.

Tabla 38. Despacho de energía estimado para el sistema de Costa Rica por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Hidro	Eólica	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Fuel Oil	Total
2023	7	929.7	154.1	2.6	151.8	0.0	0.0	1,238.3
2023	8	966.0	110.4	2.8	154.1	0.0	0.0	1,233.2
2023	9	974.2	66.0	2.7	148.0	0.0	0.0	1,190.8
2023	10	1,011.2	59.0	3.0	154.7	0.0	0.0	1,227.9
2023	11	934.8	128.5	3.7	133.4	0.2	0.0	1,200.6
2023	12	856.5	183.1	4.5	117.9	11.1	0.0	1,173.1
2023	Jul - Dic	5,672.2	701.2	19.4	859.7	11.4	0.0	7,263.9
2024	1	816.9	201.0	5.3	154.1	18.7	0.0	1,195.8
2024	2	679.9	185.7	4.6	144.7	18.4	0.0	1,033.4
2024	3	674.1	207.5	4.5	154.7	19.2	0.0	1,060.0
2024	4	676.2	158.9	3.4	149.7	8.5	3.7	1,000.4
2024	5	824.1	101.3	2.8	154.7	0.6	10.6	1,094.1
2024	6	902.9	89.7	2.3	136.0	0.0	0.0	1,130.8
2024	7	932.0	158.5	2.6	151.8	0.0	0.0	1,244.9
2024	8	1,006.5	114.4	2.8	154.1	0.0	0.0	1,277.8
2024	9	1,014.3	67.3	2.7	148.0	0.0	0.0	1,232.2
2024	10	1,058.2	60.7	3.0	154.7	0.0	0.0	1,276.6
2024	11	961.6	131.1	3.7	133.4	0.2	0.0	1,230.0
2024	12	974.9	187.9	4.5	117.9	11.1	0.0	1,296.4
2024	Ene - Dic	10,521.6	1,664.1	42.2	1,753.6	76.8	14.2	14,072.4

En la **Figura 34** se ilustra el comportamiento cronológico del despacho de energía estimado por tipo de recurso en el sistema de Costa Rica para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

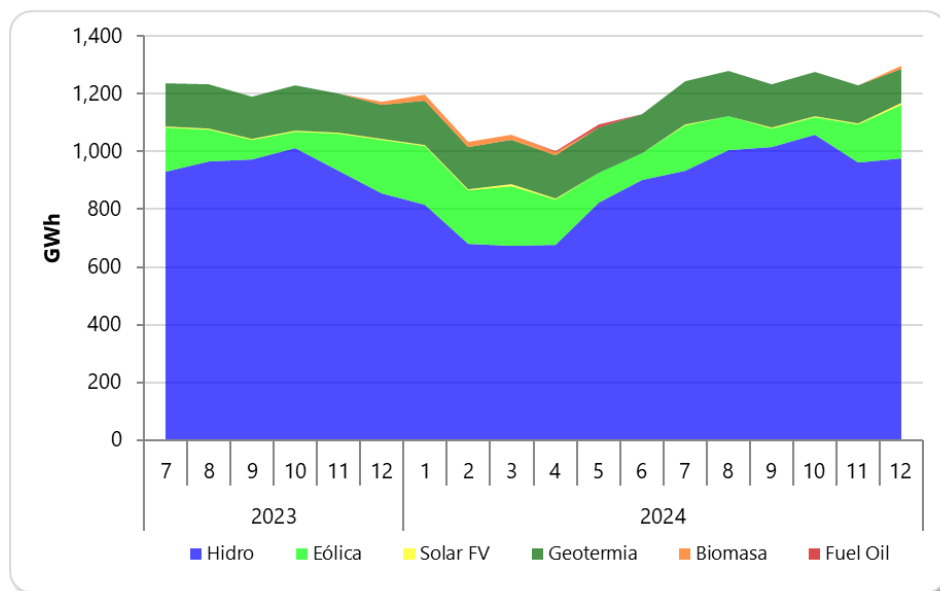


Figura 34. Despacho de energía estimado para el sistema de Costa Rica por etapa y tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Por otra parte, en la **Figura 35** se muestra la composición porcentual del despacho de generación estimado en el sistema de Costa Rica por tipo de recurso para los períodos de julio a diciembre 2023 y enero a diciembre 2024.

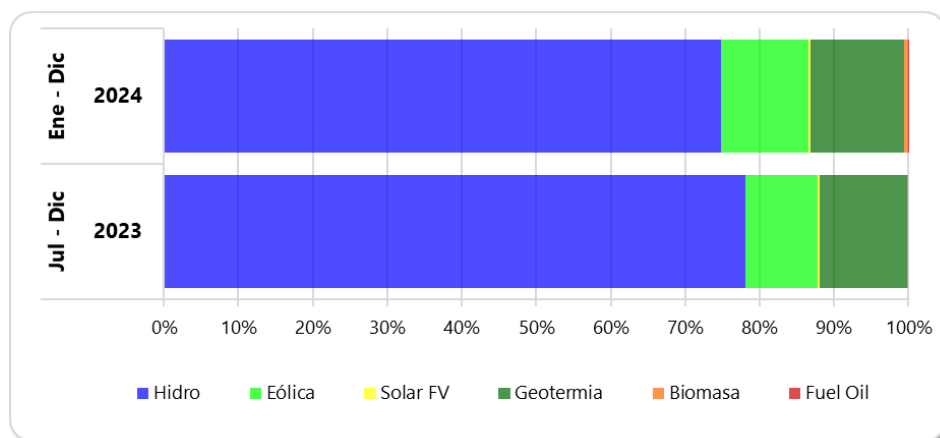


Figura 35. Distribución del despacho energético estimado para el sistema de Costa Rica por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.5.2. Intercambios en el MER

Se puede observar que el sistema de Costa Rica es uno de los exportadores netos del MER, considerando que las exportaciones netas son considerablemente mayores que las importaciones netas en todo el período. Las exportaciones estimadas para este sistema totalizan **1,263.7 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **2,157.3 GWh** en el año 2024, mientras que las importaciones netas totalizan **4.5 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **213.1 GWh** en el año 2024.

En la **Tabla 39** se presentan las exportaciones e importaciones netas mensuales estimadas de Costa Rica en el MER para los años 2023 y 2024.

Tabla 39. Exportaciones e importaciones netas estimadas de Costa Rica en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Importaciones Netas	Exportaciones Netas
2023	7	0.41	221.23
2023	8	1.03	209.43
2023	9	0.21	203.37
2023	10	0	214.48
2023	11	0	218.92
2023	12	2.84	196.26
2023	Jul - Dic	4.49	1,263.69
2024	1	9.16	218.2
2024	2	34.92	161.24
2024	3	54.8	71.96
2024	4	54.18	45.89
2024	5	41.48	81.94
2024	6	12.29	154.1
2024	7	1.83	215.13
2024	8	1.21	231.46
2024	9	0.24	221.35
2024	10	0.01	237.39
2024	11	0	225.51
2024	12	3.01	293.18
2024	Ene - Dic	213.13	2,157.34

Como se puede observar en la **Figura 36** es notable el hecho que el sistema de Costa Rica resulta con mayor tendencia de exportador, debido que las inyecciones de energía al MER son sensiblemente mayores que los retiros en todas las etapas del estudio, con excepción del mes de abril, en el que las importaciones son mayores por 8 GWh.

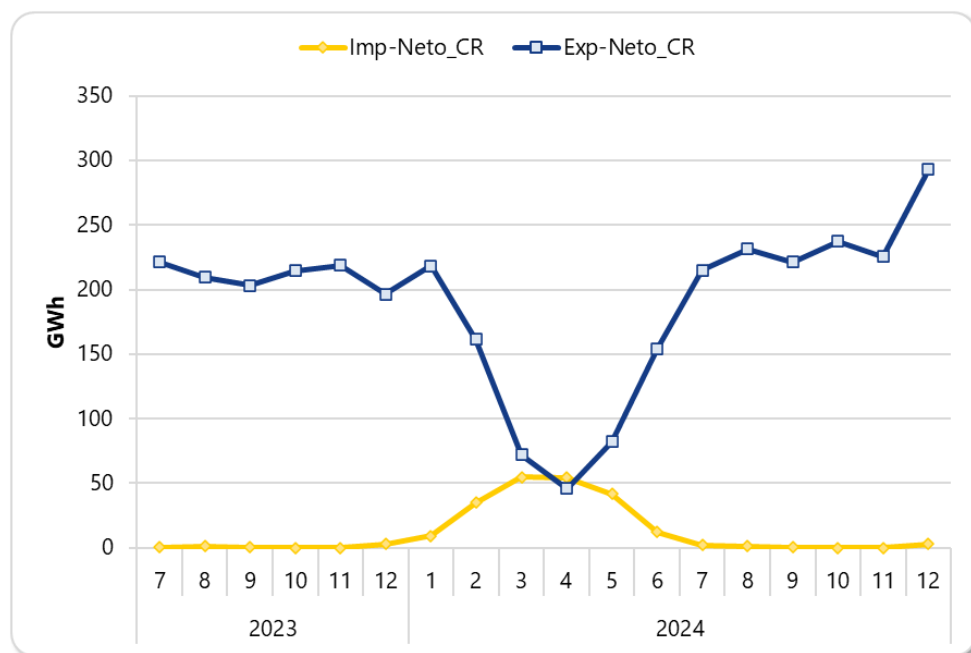


Figura 36. Exportaciones e Importaciones netas estimadas de Costa Rica en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Las transacciones de Costa Rica en el MER resultan de los intercambios a través de las interconexiones con los sistemas vecinos, Nicaragua y Panamá. Las exportaciones de Costa Rica se dan principalmente por medio de las interconexiones con Nicaragua, totalizando **1,232.6 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **2,211.6 GWh** en el 2024, mientras que las importaciones ocurren en mayor proporción por medio de las interconexiones con Panamá, las cuales totalizan **203.3 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **687.4 GWh** en 2024, tal como se puede observar en la **Tabla 40**.



Tabla 40. Exportaciones e importaciones estimadas de Costa Rica a través de las interconexiones con Nicaragua y Panamá para el período de julio 2023 a diciembre 2024(GWh).

Año	Mes	Importaciones desde Nicaragua	Importaciones desde Panamá	Exportaciones hacia Nicaragua	Exportaciones hacia Panamá
2023	7	0.41	12.04	165.73	67.54
2023	8	0.49	29.82	209.56	29.15
2023	9	0.1	29.26	205.68	26.84
2023	10	0	29.67	218.79	25.36
2023	11	0	24.13	212.47	30.58
2023	12	0	78.34	220.36	51.4
2023	Jul - Dic	1	203.26	1,232.59	230.87
2024	1	0.3	74.4	212.93	70.81
2024	2	1.97	82.26	157.83	52.71
2024	3	9.22	122.32	134.85	13.84
2024	4	19.21	104.18	94.92	20.17
2024	5	8.89	109.12	137.26	21.21
2024	6	1.7	49.91	174.78	18.65
2024	7	0.01	23.7	206.77	30.25
2024	8	0.09	18.2	218.51	30.02
2024	9	0	20.46	214.39	27.17
2024	10	0	13.74	223	28.12
2024	11	0	18.06	215.98	27.6
2024	12	0.19	51.06	220.38	121.04
2024	Ene - Dic	41.57	687.4	2,211.6	461.58

En términos comparativos, la **Figura 37** muestra el comportamiento de las exportaciones e importaciones estimadas de Costa Rica a través de las interconexiones con Nicaragua y Panamá para los años 2023 y 2024.

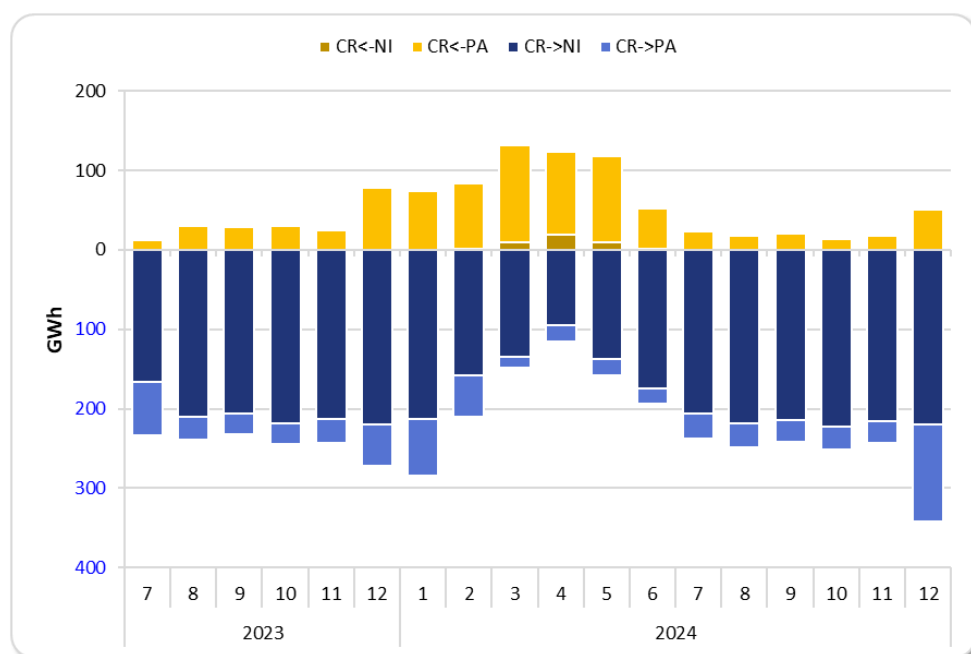


Figura 37. Exportaciones e importaciones estimadas de Costa Rica a través de las interconexiones con Nicaragua y Panamá para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.5.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de Costa Rica para el período de julio a diciembre 2023 varían entre 15.31 y 29.16 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **21.80 US\$/MWh**. Para el año 2024 los valores por bloque varían entre 12.26 y 94.61 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **45.28 US\$/MWh**.

En la **Tabla 41** se ilustra el comportamiento de los costos marginales mensuales por bloque estimados del sistema de Costa Rica para período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 41. Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Costa Rica para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (US\$/MWh).

Año	Mes	Bloque1	Bloque2	Bloque3	Bloque4	Bloque5	Promedio Ponderado
2023	7	21.47	21.26	21.24	21.2	21.14	21.22
2023	8	28.95	26.48	26.47	26.42	26.37	26.66
2023	9	29.16	25.6	25.57	25.52	25.46	25.72
2023	10	22.13	18.52	18.51	18.46	18.42	18.58
2023	11	18.24	15.4	15.39	15.35	15.31	15.47
2023	12	23.38	23.2	23.19	23.14	23.08	23.15
2023	Prom. Jul-Dic	23.89	21.74	21.73	21.68	21.63	21.8
2024	1	39.24	39.13	39.1	39.01	38.89	39.04
2024	2	60.52	60.34	60.31	60.12	59.87	60.18
2024	3	81.87	81.5	81.45	81.23	80.83	81.3
2024	4	94.61	94.08	93.93	93.68	93.15	93.85
2024	5	89.77	89.53	89.45	89.24	88.91	89.33
2024	6	53.94	53.81	53.74	53.69	53.61	53.74
2024	7	31.66	31.58	31.56	31.51	31.43	31.52
2024	8	24.74	24.69	24.67	24.64	24.59	24.66
2024	9	20.38	18.2	18.18	18.15	18.11	18.27
2024	10	16.95	12.35	12.34	12.3	12.26	12.45
2024	11	15.23	15.03	15.01	14.98	14.95	15
2024	12	25.26	25.02	25	24.95	24.88	24.96
2024	Prom. Ene-Dic	46.18	45.44	45.4	45.29	45.12	45.28

De manera comparativa, la **Figura 38** ilustra el comportamiento de los costos marginales estimados por bloque del sistema de Costa Rica para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

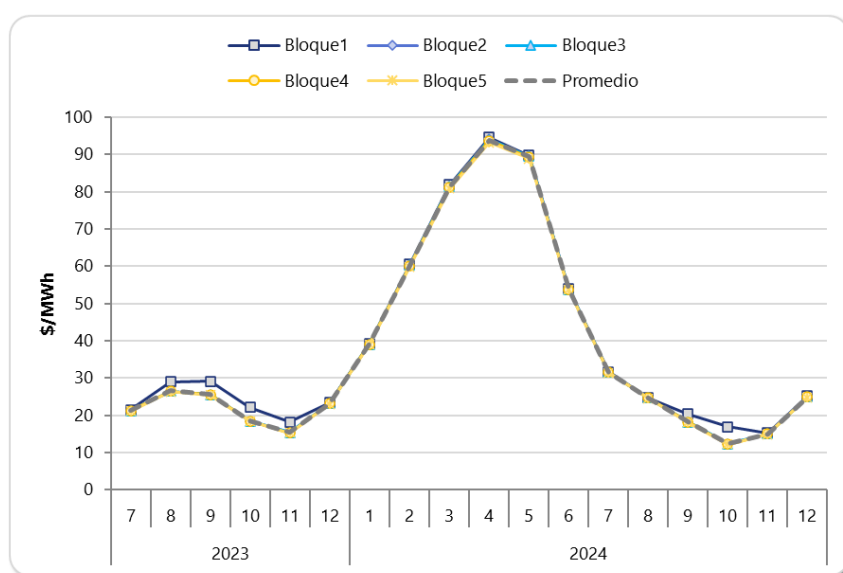


Figura 38. Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Costa Rica para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.5.4. Indicador de Confiabilidad Energética

El sistema eléctrico de Costa Rica no presenta riesgo de déficit, tomando en consideración que ninguna etapa de las 100 series hidrológicas estimadas por el modelo presenta déficit, como puede observarse en la **Figura 39**, en la que se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

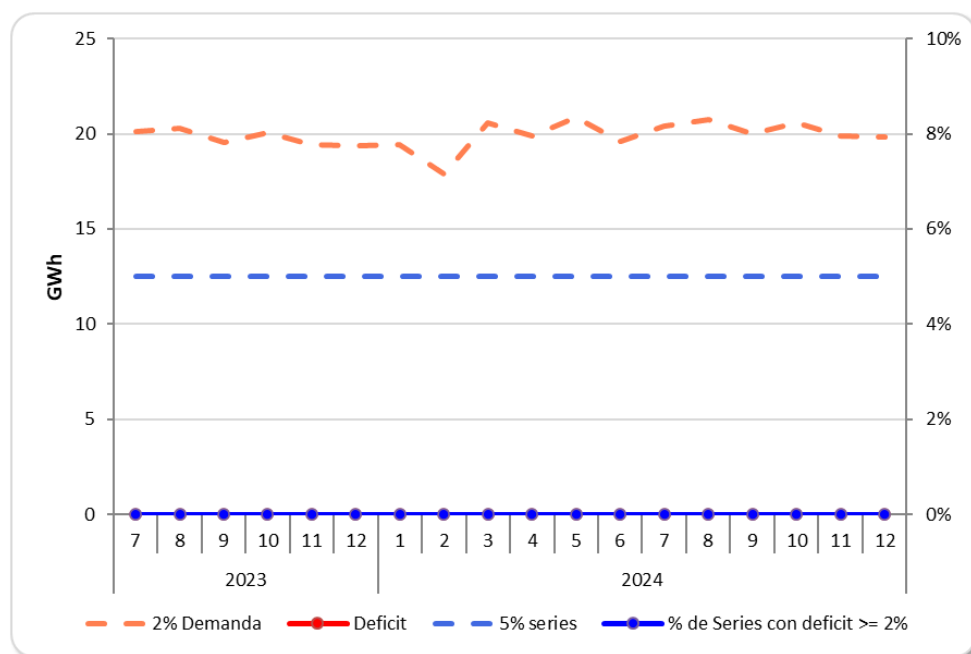


Figura 39. Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de Costa Rica para el período de julio 2023 a diciembre 2024.



4.6. Resultados para el sistema eléctrico de Panamá

4.6.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para el sistema panameño totaliza **7,040.7 GWh** para el período de julio a diciembre 2023 y **15,283.8 GWh** para el año 2024. Los recursos renovables son los que aportan la mayor proporción de la energía generada; de enero a julio de 2023 con una proporción del 73.5 % y de enero a diciembre de 2024 con una proporción del 66.5 %. En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Panamá.

Tabla 42. Despacho de energía estimado para el sistema de Panamá por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Hidro	Eólica	Solar FV	Biomasa	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Total
2023	7	699.5	33.3	77.0	5.2	121.2	198.3	5.2	1,249.9
2023	8	778.2	9.4	96.0	5.3	121.5	198.3	5.7	1,319.5
2023	9	758.8	8.0	91.7	5.1	110.0	191.9	4.2	1,269.4
2023	10	811.6	5.6	74.7	5.1	94.5	198.3	8.3	1,278.4
2023	11	767.4	18.2	72.8	4.8	106.2	167.8	9.7	1,237.7
2023	12	709.1	55.3	77.7	4.8	137.5	178.3	9.7	1,305.2
2023	2023	4,524.5	129.7	489.8	30.3	690.9	1,132.8	42.7	7,040.7
2024	1	571.3	106.8	125.5	11.6	203.0	198.3	8.4	1,457.3
2024	2	485.1	105.5	126.6	19.6	225.8	185.5	8.3	1,388.4
2024	3	599.1	127.5	139.0	21.0	281.3	198.3	36.6	1,669.3
2024	4	569.2	65.3	134.3	20.8	284.6	191.9	72.6	1,538.2
2024	5	690.7	36.2	114.0	24.3	287.8	198.3	66.4	1,567.9
2024	6	678.0	16.0	110.5	24.4	230.0	191.9	17.2	1,394.5
2024	7	720.6	33.3	86.8	6.0	202.1	198.3	21.3	1,388.4
2024	8	800.5	9.4	112.2	6.0	150.7	198.3	15.3	1,413.8
2024	9	674.5	8.0	107.3	5.5	248.9	191.9	4.6	1,356.0
2024	10	816.4	5.6	91.5	5.3	146.9	198.3	6.4	1,367.7
2024	11	783.5	18.2	85.6	5.5	176.7	153.3	7.8	1,334.3
2024	12	709.4	55.3	87.5	4.8	110.0	198.3	8.0	1,316.0
2024	2024	8,098.2	587.1	1,320.8	154.8	2,547.7	2,302.3	272.8	15,283.8

En la **Figura 40** se muestra el comportamiento cronológico del despacho estimado de energía del sistema de Panamá por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

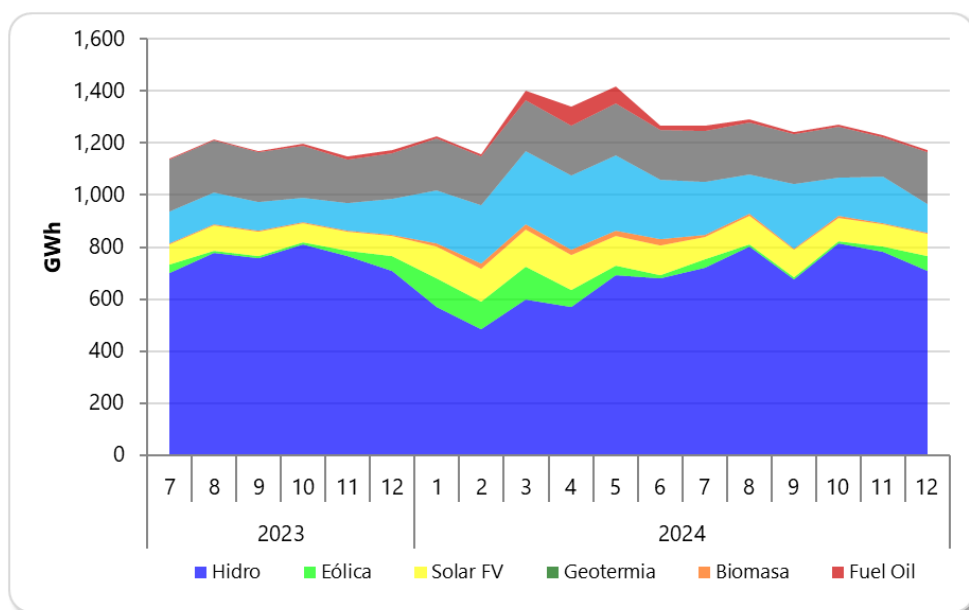


Figura 40. Despacho de energía estimado para el sistema de Panamá por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Por otra parte, en la **Figura 41** se muestra la distribución porcentual por tipo de recurso para el despacho de generación en el sistema guatemalteco para el período de julio a diciembre 2023 y enero a diciembre 2024.

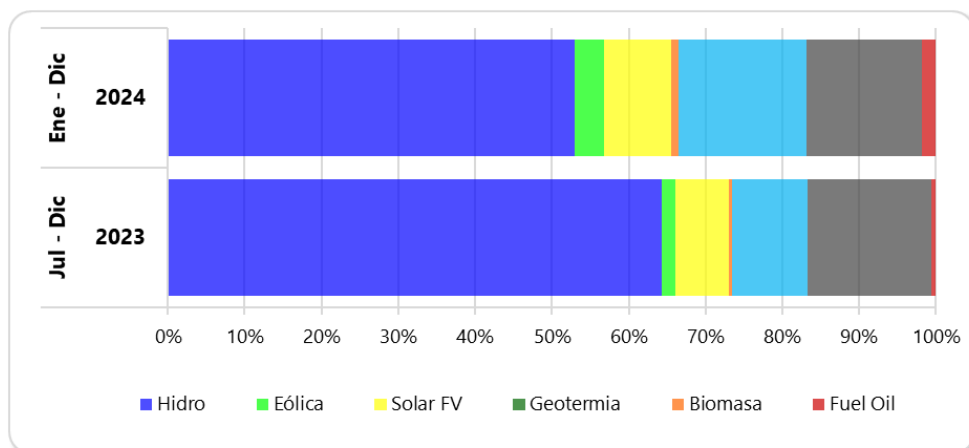


Figura 41. Distribución del despacho energético estimado para el sistema de Panamá por tipo de recurso para el período de julio a diciembre 2023 y enero a diciembre 2024.

De la **Figura 41** puede notarse que la generación a base de carbón toma una proporción de aproximadamente 15 % del despacho, sin embargo más del 42 % de esa energía es utilizada para consumo propio de la Minera Panamá.

4.6.2. Intercambios en el MER

De acuerdo con los intercambios estimados en el MER, las exportaciones netas de Panamá son en general mayores que las importaciones netas, por lo cual este sistema se perfila como exportador neto en el MER. Las exportaciones netas estimadas para Panamá totalizan **141.7 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **611.7 GWh** en 2024, mientras que las importaciones totalizan **169.3 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **385.9 GWh** en el 2024.

En la **Tabla 43** se presentan las exportaciones e importaciones netas mensuales estimadas de Panamá para los años 2023 y 2024.

Tabla 43. Exportaciones e importaciones netas estimadas de Panamá en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Importaciones Netas	Exportaciones Netas
2023	7	55.5	0
2023	8	16.82	17.48
2023	9	15.04	17.45
2023	10	13.54	17.85
2023	11	20.54	14.1
2023	12	47.84	74.77
2023	Jul - Dic	169.28	141.65
2024	1	66.32	69.91
2024	2	49.48	79.02
2024	3	8.46	116.94
2024	4	13.78	97.78
2024	5	14.87	102.79
2024	6	10.25	41.52
2024	7	21.18	14.64
2024	8	20.95	9.12
2024	9	20.09	13.38
2024	10	20.55	6.16
2024	11	20.03	10.5
2024	12	119.91	49.93
2024	Ene - Dic	385.87	611.69

Como se puede observar en la **Figura 42** es notable el hecho que el sistema de Panamá resulta con mayores exportaciones, debido que sus inyecciones en el MER son mayores que sus retiros en el período del estudio; también puede notarse que tanto las exportaciones como las importaciones son mayores en los meses de verano y menores en los meses de invierno.

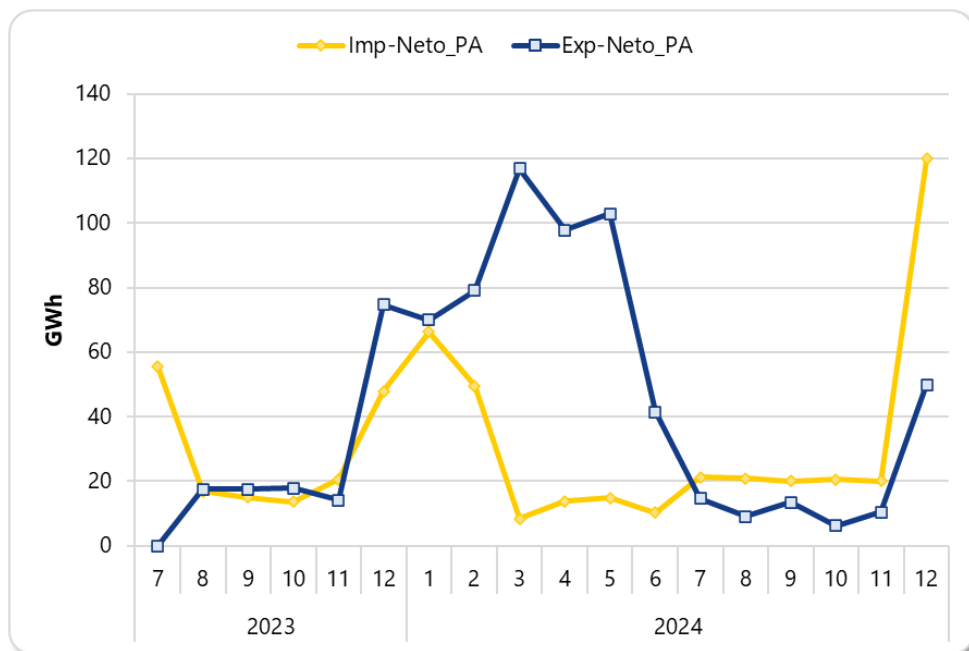


Figura 42. Exportaciones e Importaciones netas estimadas de Panamá en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Las transacciones de Panamá en el MER resultan de los flujos de energía a través de las interconexiones con el sistema de Costa Rica, resultando flujos de exportación considerablemente mayores a los flujos de importación, principalmente en los meses de verano, tal como se puede observar en la **Tabla 44**.

Tabla 44. Exportaciones e importaciones estimadas de Panamá a través de las interconexiones con Costa Rica para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Importaciones desde Costa Rica	Exportaciones hacia Costa Rica
2023	7	55.5	0
2023	8	16.82	17.48
2023	9	15.04	17.45
2023	10	13.54	17.85
2023	11	20.54	14.1
2023	12	47.84	74.77
2023	Jul - Dic	169.28	141.65
2024	1	66.32	69.91
2024	2	49.48	79.02
2024	3	8.46	116.94
2024	4	13.78	97.78
2024	5	14.87	102.79
2024	6	10.25	41.52
2024	7	21.18	14.64
2024	8	20.95	9.12
2024	9	20.09	13.38
2024	10	20.55	6.16
2024	11	20.03	10.5
2024	12	119.91	49.93
2024	Ene - Dic	385.87	611.69

En términos comparativos, la **Figura 43** muestra el comportamiento de las exportaciones e importaciones estimadas de Panamá a través de las interconexiones con Costa Rica para los años 2023 y 2024.

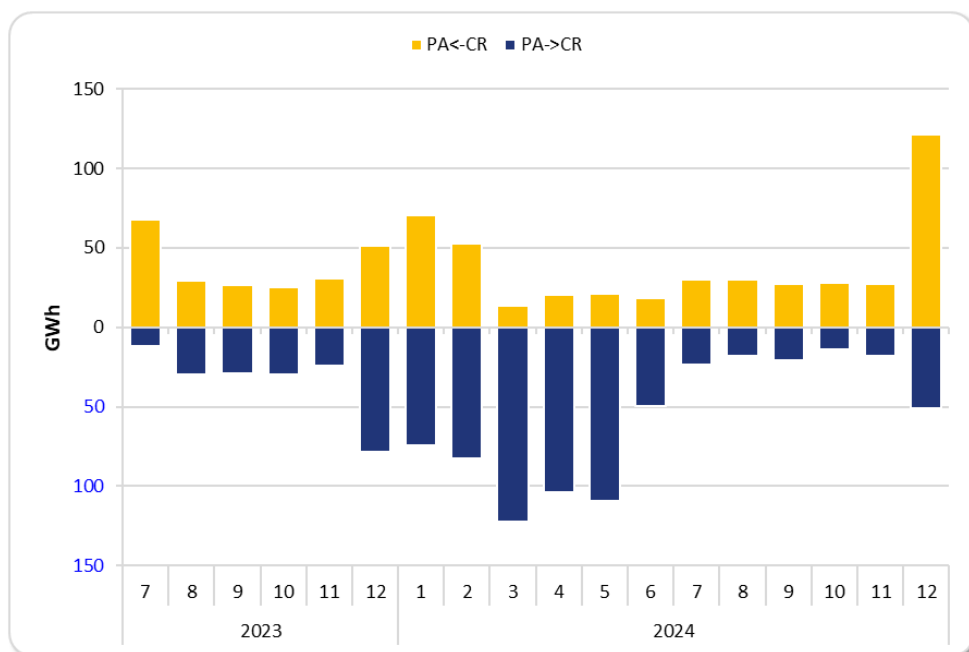


Figura 43. Exportaciones e importaciones de energía eléctrica estimadas de Panamá a través de las interconexiones con Costa Rica para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.6.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de Panamá para el período de julio a diciembre 2023 varían entre 12.38 y 89.87 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **37.63 US\$/MWh**. Para el año 2024 los valores por bloque varían entre 22.96 y 114.4 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado de **63.57 US\$/MWh**.

En la **Tabla 45** se ilustra el comportamiento de los costos marginales mensuales por bloque estimados del sistema de Panamá para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 45. Costo marginal promedio mensuales por bloque estimados del sistema de Panamá para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (US\$/MWh).

Año	Mes	Bloque1	Bloque2	Bloque3	Bloque4	Bloque5	Promedio Ponderado
2023	7	45.73	44.03	44.18	43.57	20.95	38.28
2023	8	45.27	44.05	43.77	43.89	20.5	38.97
2023	9	44.73	43.55	42.94	42.87	17.27	37.21
2023	10	43.41	42.38	41.67	36.16	12.38	34.21
2023	11	46.28	44.65	38.35	37.96	18.24	35.66
2023	12	89.87	52.96	43.8	43.39	25.49	41.43
2023	Prom. Jul-Dic	52.55	45.27	42.45	41.31	19.14	37.63
2024	1	83.38	57.07	55.7	54.81	40.98	52.77
2024	2	71.78	68.14	67.98	66.86	60.68	66.15
2024	3	101.66	85.51	85.71	82.75	79.83	84.47
2024	4	114.4	100.38	98.55	95.26	92.94	98.45
2024	5	112.97	98.68	98.31	92.75	87.26	95.85
2024	6	80.09	73.78	72.33	67.09	64.53	70.84
2024	7	84.21	74.46	74.41	69.83	62.12	70.65
2024	8	68.18	60.9	60.94	58.92	56.1	60.11
2024	9	52.51	45.77	45.67	44.43	34.17	43.09
2024	10	71.71	47.83	47.59	40.49	22.96	41.27
2024	11	65.52	47.34	46.29	41.97	33.74	43.39
2024	12	67.56	41.19	37.76	32.74	30.56	35.96
2024	Prom. Ene-Dic	81.16	66.75	65.94	62.33	55.49	63.57

De manera comparativa, la **Figura 44** ilustra el comportamiento de los costos marginales mensuales estimados por bloque del sistema de Panamá para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

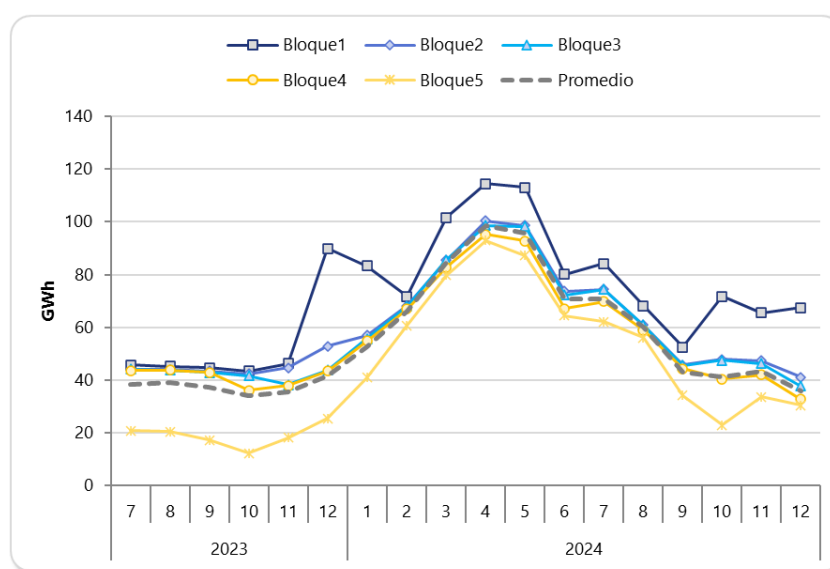


Figura 44. Costos marginales promedio mensuales por bloque estimados del sistema de Panamá para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

4.6.4. Indicador de Confiabilidad Energética

El sistema eléctrico de Panamá resulta con déficit en 3 de las 18 etapas del estudio, en los específicamente en los meses de diciembre 2023, abril y julio de 2024, con valores de 0.14, 0.01 y 0.18 GWh, respectivamente. Debido que el déficit no supera el 2 % de la demanda del sistema y tampoco ocurre en más del 5 % de las series simuladas, se considera que este sistema no corre riesgo para el suministro de su demanda de energía eléctrica en el período de julio 2023 a diciembre 2024.

En la **Figura 45** se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados en el sistema de Panamá para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

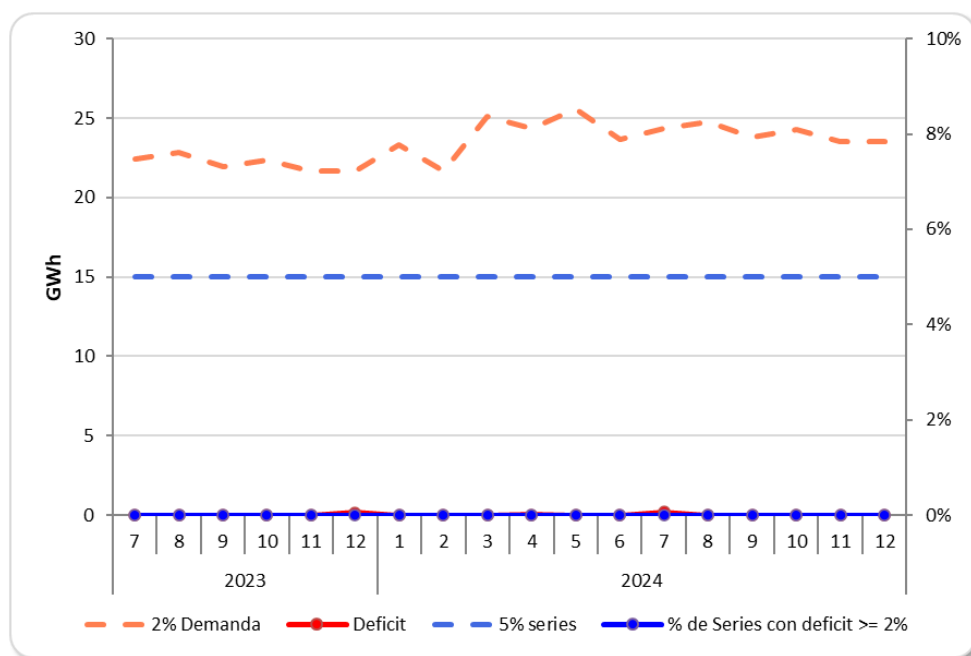


Figura 45. Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de Panamá para el periodo de julio 2023 a diciembre 2024.

El déficit en el sistema panameño se relaciona con restricciones en la red de distribución 115 kV. Los valores más altos de déficit se presentan en las subestaciones Locería, San Francisco, Maraón, Cébacó, Tocumen, Cerro Viento, Santa María, Chorrera y Costa del Este. La Figura 27 se ilustran los valores de déficit que se estiman en las barras del sistema panameño para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

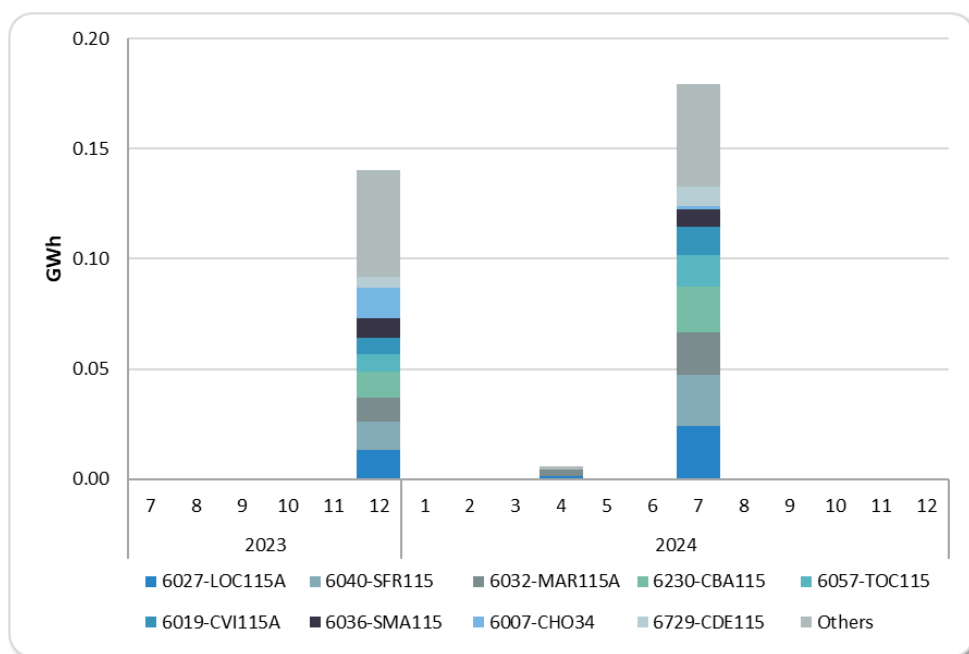


Figura 46. Déficit por barra estimado en el sistema de Panamá para el período de julio 2023 a diciembre 2024.



4.7. Resultados del Mercado Eléctrico Regional

4.7.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para la región centroamericana para el período de julio a diciembre 2023 es de **31.425 GWh** y para el período de enero a diciembre de 2024 es de **64,286.6 GWh**. Los recursos renovables son los que aportan la mayor proporción de la energía generada; de enero a julio de 2023 con una proporción del 82.3 % y de enero a diciembre de 2024 con una proporción de 77.5 %; el recurso preponderante en la matriz energética de la región es el hídrico, el cual resulta con proporciones de 59.7 y 51.3 % en cada uno de los períodos de este Planeamiento.

En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por tipo de recurso de Centro América para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 46. Despacho de energía estimado para Centro América, por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Hidro	Eólica	Solar FV	Gen. Distrib.	Geotermia	Biomasa	Biogás	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Import. México	Total
2023	7	3,002.3	404.8	238.1	28.5	389.1	182.8	0.0	330.0	432.7	138.6	86.7	5,343.8
2023	8	3,254.2	271.7	250.3	28.5	377.5	173.2	0.1	269.9	384.1	209.8	86.1	5,410.6
2023	9	3,322.8	151.3	250.3	27.6	373.9	132.0	0.2	271.9	299.1	210.1	79.1	5,218.1
2023	10	3,441.0	144.7	249.5	28.5	390.5	117.8	0.2	256.3	311.1	206.7	80.7	5,307.2
2023	11	2,914.1	316.3	264.0	27.6	350.4	367.9	0.1	196.9	338.3	183.6	83.4	5,133.6
2023	12	2,500.7	476.8	271.0	28.5	356.5	554.9	0.0	239.4	395.6	127.3	86.7	5,170.3
2023	2023	18,748.7	1,770.2	1,581.9	169.2	2,237.8	1,528.5	0.6	1,564.5	2,160.9	1,076.1	586.5	31,425.0
2024	1	2,242.0	564.1	333.0	28.5	403.4	614.9	0.0	353.8	456.0	138.4	86.7	5,453.2
2024	2	1,927.2	512.3	327.3	26.7	355.2	628.3	0.1	492.7	349.1	126.6	81.1	5,058.5
2024	3	2,077.3	569.1	356.6	28.5	400.7	663.7	0.1	633.0	519.4	229.8	86.7	5,831.2
2024	4	2,059.1	368.1	316.0	27.6	391.0	589.1	0.1	677.0	498.4	373.6	83.9	5,583.5
2024	5	2,648.9	237.8	274.5	28.5	404.5	248.7	0.2	688.8	518.2	505.7	86.7	5,792.7
2024	6	2,924.7	236.4	261.7	27.6	373.6	156.3	0.1	508.4	394.8	302.5	83.9	5,396.5
2024	7	3,062.1	409.2	257.9	28.5	401.4	149.9	0.0	361.5	445.6	252.0	86.7	5,574.8
2024	8	3,380.6	275.8	276.0	28.5	389.8	144.2	0.1	280.1	435.1	249.2	85.6	5,666.4
2024	9	3,315.7	152.6	270.9	27.6	386.0	132.4	0.2	387.8	353.6	237.3	78.3	5,457.6
2024	10	3,574.0	146.4	271.7	28.5	402.9	118.0	0.2	275.6	345.2	223.5	80.8	5,563.8
2024	11	3,035.3	318.9	278.5	27.6	362.3	394.3	0.1	218.7	356.2	203.0	83.9	5,382.5
2024	12	2,728.0	481.7	282.8	28.5	364.0	583.6	0.0	152.4	419.3	163.6	86.7	5,433.4
2024	2024	32,974.9	4,272.3	3,506.8	336.7	4,634.9	4,423.2	1.3	5,029.8	5,091.0	3,005.2	1,010.7	64,286.6

En la **Figura 47** se ilustra el comportamiento cronológico del despacho de energía estimado de Centro América por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

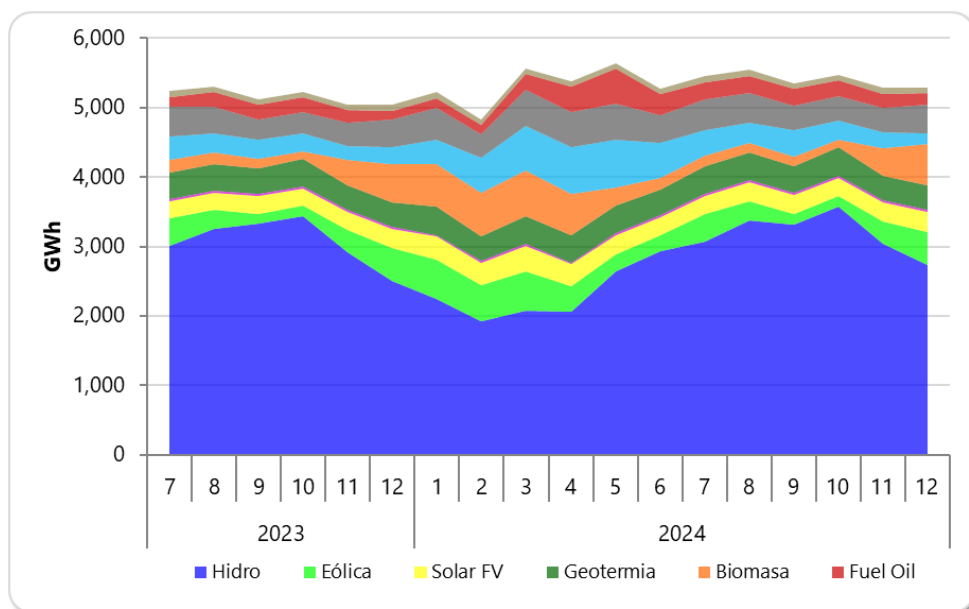


Figura 47. Despacho de energía estimado para Centro América, por tipo de recurso para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Por otra parte, en la **Figura 48** se muestra la distribución porcentual por tipo de recurso para el despacho de generación en Centro América para los períodos de julio a diciembre 2023 y enero a diciembre 2024.

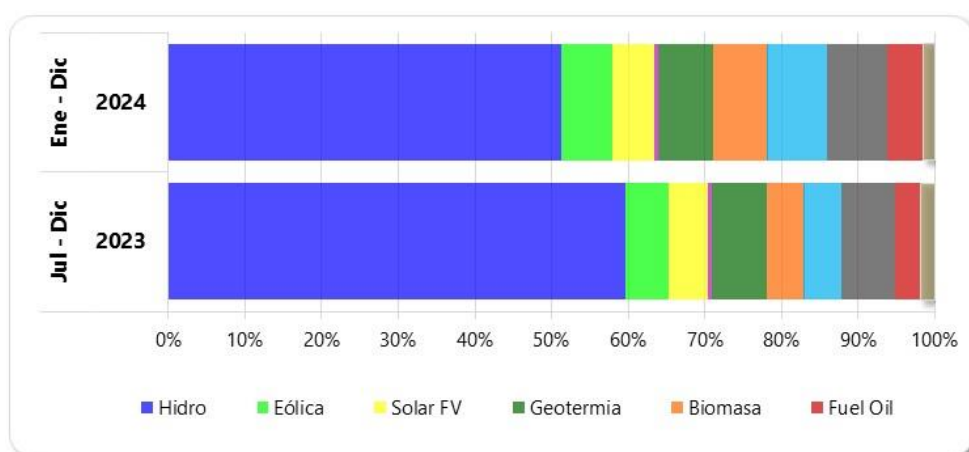


Figura 48. Distribución del despacho energético estimado para el sistema de América Central por tipo de recurso para el período de julio a diciembre 2023 y enero a diciembre 2024.



4.7.2. Intercambios en el MER

Las transacciones netas estimadas para los seis países del MER, calculadas como el flujo neto en las interconexiones entre los sistemas, resultan con valores promedio mensuales de **391.5 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **376.2 GWh** en el año 2024, con lo cual se totalizan **2,349.1 GWh** en el período de julio a diciembre 2023 y **4,514.3 GWh** en el año 2024.

En la **Tabla 47** se presentan las transacciones o inyecciones mensuales estimadas en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

Tabla 47. Transacciones netas de energía estimadas en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	Mes	Inyecciones Netas MER
2023	7	397.36
2023	8	353.29
2023	9	353.99
2023	10	363.76
2023	11	413.86
2023	12	466.79
2023	Jul - Dic	2,349.05
2024	1	457.71
2024	2	351.49
2024	3	331.89
2024	4	264.07
2024	5	301.1
2024	6	304.58
2024	7	387.12
2024	8	382.83
2024	9	396.7
2024	10	385.95
2024	11	413.68
2024	12	537.18
2024	Ene - Dic	4,514.3

La **Figura 49** muestra el comportamiento cronológico de las inyecciones netas del MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024. Puede observarse que las transacciones alcanzan

los valores máximos en los meses de verano, mientras que los mínimos valores se presentan en los meses de invierno.

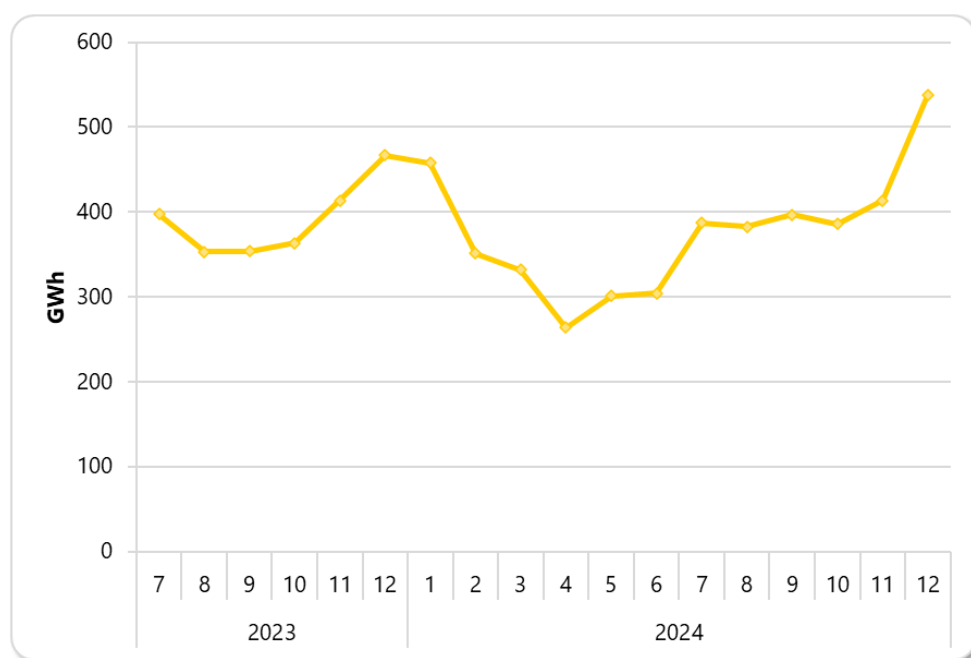


Figura 49. Inyecciones netas de energía estimadas en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

De acuerdo con los intercambios estimados para cada país del MER, Costa Rica, Guatemala y Panamá son los sistemas que se perfilan como los mayores exportadores de la región, con inyecciones en proporciones de 49.8 %, 29.9 % y 11 %, respectivamente; mientras que Honduras, Nicaragua y El Salvador son los sistemas que se perfilan como los mayores importadores, con retiros estimados en proporciones de 36.3 %, 27.6 % y 20 %, en su orden.

En la **Tabla 48** se presentan las exportaciones e importaciones netas estimadas por país para los años 2023 y 2024.

Tabla 48. Exportaciones e importaciones netas estimadas por país para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Año	País	Importación	Exportación
2023	Guatemala	26.74	858.08
2023	El Salvador	622.07	49.49
2023	Honduras	842.38	30.23
2023	Nicaragua	684.13	5.91
2023	Costa Rica	4.49	1,263.69
2023	Panamá	169.28	141.65
2023	Jul - Dic	2,349.09	2,349.05
2024	Guatemala	302.14	1,195.67
2024	El Salvador	752.1	379.57
2024	Honduras	1651.19	44.39
2024	Nicaragua	1209.85	125.63
2024	Costa Rica	213.13	2,157.34
2024	Panamá	385.87	611.69
2024	Ene - Dic	4,514.28	4,514.29

En términos comparativos, la **Figura 50** muestra el comportamiento de las exportaciones e importaciones netas estimadas por país para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

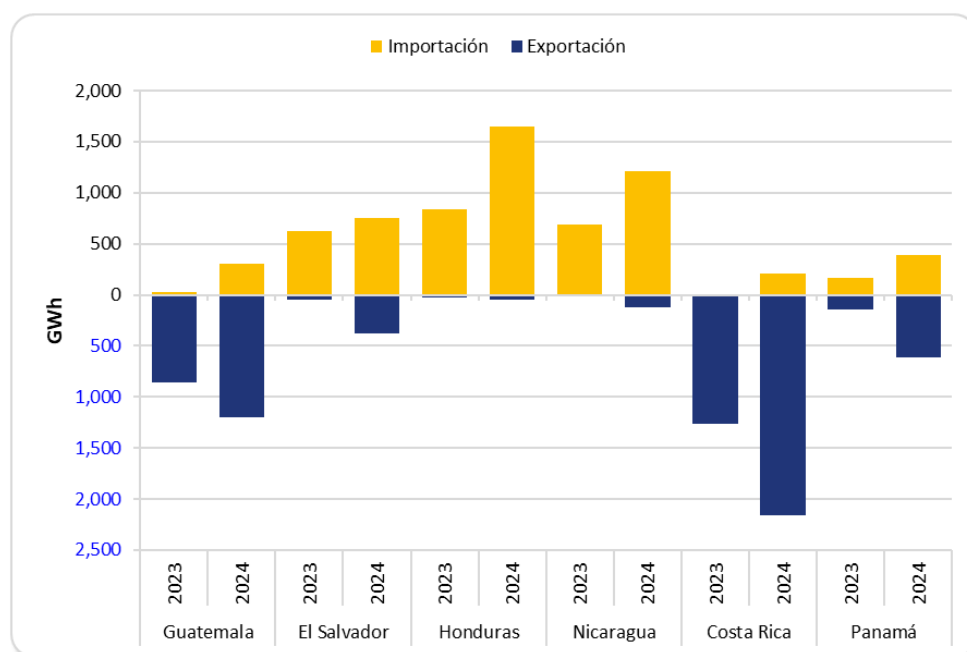


Figura 50. Exportaciones e importaciones netas estimadas por país en el MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.



4.7.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales son resultado de los recursos de generación disponibles para atender el suministro de energía, pero también influyen las condiciones de la red de transmisión que enlaza las centrales generadoras con los centros de carga, así como las restricciones operativas que puedan afectar el despacho óptimo.

De los seis países que conforman el MER, son los sistemas de Costa Rica y Panamá donde resultan los menores costos marginales, respectivamente, como se puede observar en la **Tabla 49**, debido a la proporción de recursos que se utilizan para la generación eléctrica, predominantemente renovable, aunque en Panamá también con un importante aporte de generación con gas natural.

Tabla 49. Costos marginales promedio mensuales estimados en los países del MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024 (US\$/MWh).

Año	Mes	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
2023	7	85.36	87.99	120.15	64.72	21.22	38.28
2023	8	78.64	83.49	121.12	67.64	26.66	38.97
2023	9	70.33	75.67	113.93	71.99	25.72	37.21
2023	10	70.49	75.4	119.97	74.26	18.58	34.21
2023	11	76.34	85.37	127.11	78.68	15.47	35.66
2023	12	86.42	90.94	127.03	87.53	23.15	41.43
2023	Prom. Jul-Dic	77.93	83.14	121.55	74.14	21.8	37.63
2024	1	90.92	93.06	102.97	86.69	39.04	52.77
2024	2	97.57	97.81	105.84	86.01	60.18	66.15
2024	3	100.34	100.33	111.07	89.15	81.3	84.47
2024	4	105.77	104.72	116.28	95.09	93.85	98.45
2024	5	116.68	113.54	119.84	98.03	89.33	95.85
2024	6	98.82	98.37	111.73	86.64	53.74	70.84
2024	7	86.98	93.39	108.11	85.54	31.52	70.65
2024	8	84.47	89.69	113.08	91.17	24.66	60.11
2024	9	79.2	87.01	109.01	92.82	18.27	43.09
2024	10	78.18	84.64	107.71	88.78	12.45	41.27
2024	11	81.12	89.83	113.4	87.03	15	43.39
2024	12	92.73	95.67	110.82	89.72	47.21	66.09
2024	Prom. Ene-Dic	92.73	95.67	110.82	89.72	47.21	66.09

De forma comparativa, la **Figura 51** ilustra el comportamiento de los costos marginales promedio mensual por país para el período de julio 2023 a diciembre 2024, mientras que en la **Figura 52** se presentan los costos marginales promedio anuales por país.

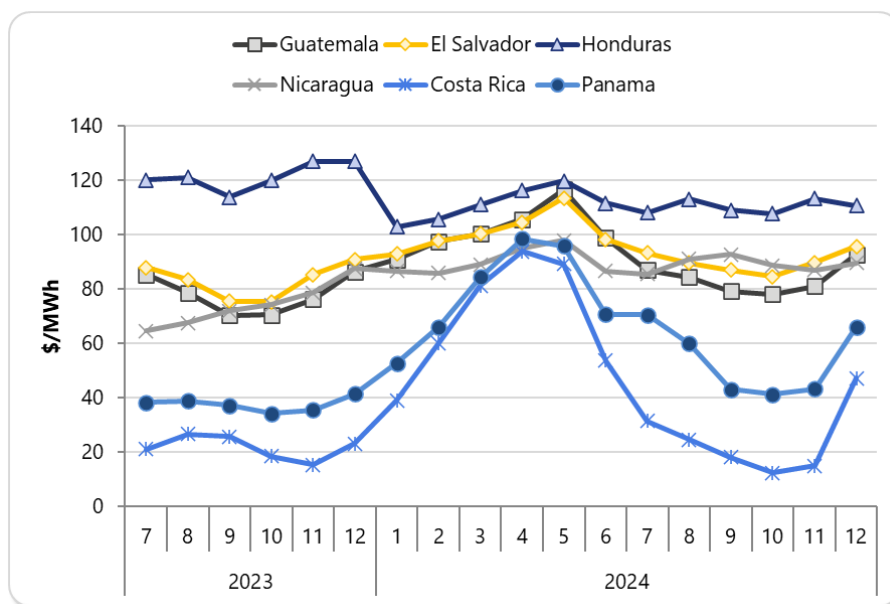


Figura 51. Costos marginales promedio mensuales estimados en los países del MER para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

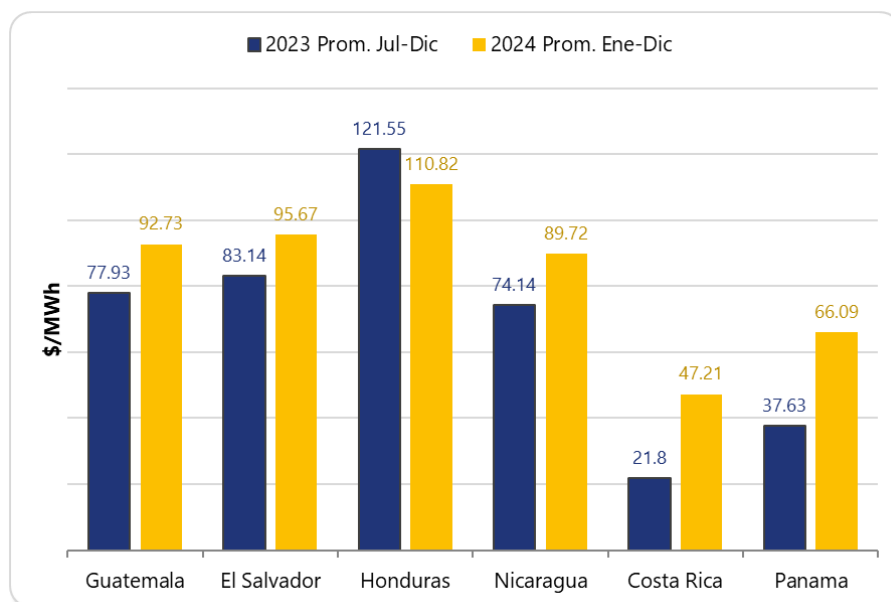


Figura 52. Costo marginal promedio anual estimado de los países del MER para los periodos de julio a diciembre 2023 y enero a diciembre 2024.

4.7.4. Indicador de Confiabilidad Energética

El criterio de confiabilidad adoptado considera que existe riesgo de déficit en un sistema si en una de las etapas del horizonte de estudio se supera el 2 % de la demanda en más del 5 % de las series hidrológicas analizadas.

De acuerdo con los resultados, se estima que hay déficit energético en los sistemas de Honduras y Panamá, pero considerando que los valores no superan los límites del criterio se determina que el Sistema Eléctrico Regional de América Central cuenta con un alto nivel de confiabilidad para el suministro de la demanda en todo el horizonte de análisis.

La **Figura 53** ilustra los valores utilizados para evaluar el criterio de confiabilidad energética del sistema eléctrico regional para el periodo de julio 2023 a diciembre 2024.

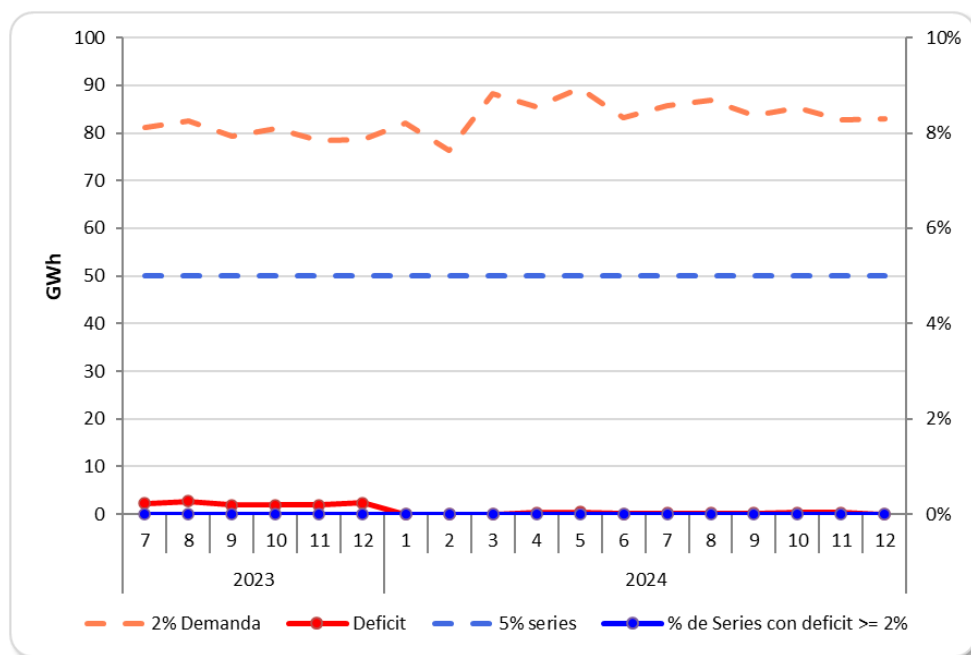


Figura 53. Confiabilidad energética estimada del Sistema Eléctrico Regional de América Central para el período de julio 2023 a diciembre 2024.

5. Conclusiones

De acuerdo con la información suministrada por los OS/OM para actualización de la base de datos regional y en base a los resultados de la simulación de la operación del sistema eléctrico regional, se presentan las siguientes conclusiones:

- Se estima que la demanda de energía de América Central para el período de julio a diciembre 2023 crecerá 4.8 % con respecto al mismo período del año 2022, mientras que para el período de enero a diciembre 2024 crecerá 4.5 % respecto del año 2023.
- Respecto a las modificaciones realizadas en el sistema de generación durante el período de enero a junio 2023, destaca el retiro en el mes de junio de la central hidroeléctrica Garita de 40 MW en Costa Rica para iniciar un proceso de modernización, así como la incorporación de 328.16 MW de nueva capacidad en los sistemas de El Salvador y Panamá.
- Se estima que la demanda de la Región será suministrada principalmente con recursos renovables, que aportarán 82.3 % de la energía en el período de julio a diciembre 2023 y 77.5 % en el periodo de enero a diciembre 2024, siendo preponderante el recurso hidroeléctrico, cuya proporción de la matriz es de 59.7 y 51.3 % en cada uno de los períodos de este Planeamiento.
- Las transacciones del MER mantienen un potencial relevante, estimadas en 391.5 GWh-mes en promedio para el período de julio a diciembre 2023, totalizando en ese período 2,349.1 GWh. Para el período de enero a diciembre 2024 las transacciones se estiman en un promedio mensual de 376.2 GWh y totalizan 4,514.3 GWh en ese período. Los sistemas exportadores de la región siguen siendo Costa Rica, Guatemala y Panamá, con proporciones de 49.8 %, 29.9 % y 11 %, respectivamente, mientras que como principales importadores se presentan Honduras, Nicaragua y El Salvador, con proporciones de 36.3 %, 27.6 % y 20 %, respectivamente.
- El costo marginal para el suministro de la demanda evidencia la composición de las matrices energéticas de cada uno de los países, así como el beneficio del uso de las interconexiones para el intercambio energético entre los países. El sistema costarricense resulta con los menores costos marginales de la región en todo el período con valores promedio de 21.8 US\$/MWh en el período de julio a diciembre 2023 y 47.21 US\$/MWh en el período de enero a diciembre 2024, seguido por el sistema de Panamá con valores



promedio de 37.63 US\$/MWh en el período de julio a diciembre 2023 y 66.09 US\$/MWh en el período de enero a diciembre 2024.

- De acuerdo con las condiciones previstas para el sistema eléctrico regional y conforme a los resultados del indicador de confiabilidad energética, se concluye que el sistema cuenta con suficiente capacidad de generación para atender los requerimientos de la demanda de los seis países de la región; así mismo, se estima que la red de transmisión soporta convenientemente los flujos en la red de transmisión regional. Es importante aclarar que la señal de déficit que se presenta en los sistemas de Honduras y Panamá ocurre en los sistemas de distribución y los valores de déficit estimados no son sensibles para los fines de este Planeamiento.