



**ENTE OPERADOR REGIONAL**  
DEL MERCADO ELÉCTRICO DE AMÉRICA CENTRAL

# PLANEAMIENTO OPERATIVO DE AMÉRICA CENTRAL 2023 - 2024

**Actualización enero 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 .....	6
1.4. Representación de demandas elásticas.....	9
1.5. Precios de los combustibles.....	10
1.6. Parámetros económicos .....	12
1.6.1. Tasa de Descuento .....	12
1.6.2. Costo de energía no suministrada.....	13
2. Parámetros y premisas de simulación.....	14
2.1. Parámetros del modelo.....	14
2.2. Premisas del caso de estudio .....	15
2.1.1. Horizonte de análisis.....	15
2.1.2. Año inicial de hidrología .....	16
2.1.3. Capacidad de intercambio regional.....	18
3. Estado del sistema .....	20
3.1. Oferta existente.....	20
3.2. Incorporaciones recientes.....	21
3.2.1. Proyectos de generación.....	21
3.2.2. Proyectos de transmisión.....	21
3.3. Expansiones y modificaciones programadas para el período enero 2023 a diciembre 2024 .....	23
3.3.1. Proyectos de generación.....	23
3.3.2. Ampliaciones y modificaciones en el sistema de transmisión .....	25



4.	Resultados.....	31
4.1.	Resultados para el sistema eléctrico de Guatemala.....	31
4.1.1.	Despacho de energía.....	31
4.1.2.	Intercambios en el MER.....	33
4.1.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	37
4.1.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	39
4.2.	Resultados para el sistema eléctrico de El Salvador .....	41
4.2.1.	Despacho de energía.....	41
4.2.2.	Intercambios en el MER.....	43
4.2.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	47
4.2.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	48
4.3.	Resultados para el sistema eléctrico de Honduras.....	50
4.3.1.	Despacho de energía.....	50
4.3.2.	Intercambios en el MER.....	52
4.3.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	56
4.3.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	58
4.4.	Resultados para el sistema eléctrico de Nicaragua.....	60
4.4.1.	Despacho de energía.....	60
4.4.2.	Intercambios en el MER.....	62
4.4.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	66
4.4.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	67
4.6.	Resultados para el sistema eléctrico de Costa Rica .....	69
4.6.1.	Despacho de energía.....	69
4.6.2.	Intercambios en el MER.....	71
4.6.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	75
4.6.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	77
4.7.	Resultados para el sistema eléctrico de Panamá .....	79
4.7.1.	Despacho de energía.....	79



4.7.2.	Intercambios en el MER.....	81
4.7.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	85
4.7.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	87
4.8.	Resultados del Mercado Eléctrico Regional.....	89
4.8.1.	Despacho de energía.....	89
4.8.2.	Intercambios en el MER.....	91
4.8.3.	Costo Marginal de Corto Plazo.....	95
4.8.4.	Indicador de Confiabilidad Energética.....	97
3.	Conclusiones .....	98



## 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 enero 2023.

## 1.2. Proyección de demanda

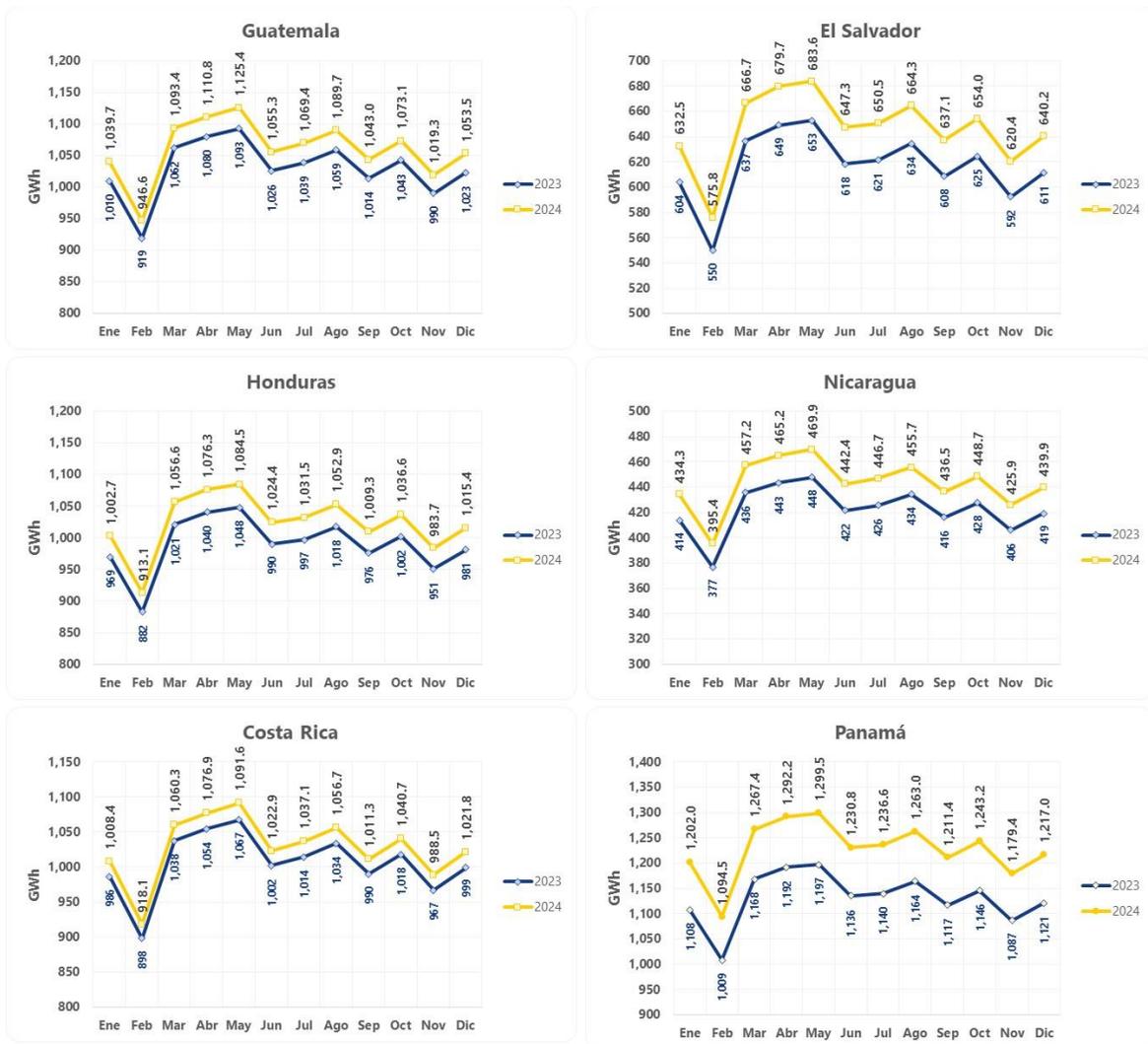
La demanda de electricidad de la región para el horizonte del estudio es determinada con base en las proyecciones informadas por los OS/OM nacionales.

Según las estimaciones informadas por los OS/OM, la demanda de energía eléctrica de Centroamérica totalizará 62,358 GWh en el año 2023, lo que representa 4.8% de incremento con respecto del año 2022, mientras que en el año 2024 totalizará 65,148 GWh, es decir 4.5% de incremento con respecto del año 2023.

En la **Tabla 1** se presenta el detalle mensual de la proyección de demanda de energía eléctrica de cada país para los años 2023 y 2024, mientras que en la **Figura 1** se muestra de manera gráfica el comportamiento mensual de dicha variable, en la que se puede apreciar que el mes de menor y mayor demanda de energía eléctrica en todos los países es febrero y mayo, respectivamente.

**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	Ene	1,009.8	603.8	969.2	414.0	986.3	1,107.6	5,090.6
2023	Feb	919.4	549.8	882.5	376.9	898.0	1,008.6	4,635.3
2023	Mar	1,062.3	636.7	1,021.2	435.8	1,037.5	1,168.5	5,362.0
2023	Abr	1,079.7	649.1	1,040.2	443.4	1,054.4	1,192.0	5,458.9
2023	May	1,092.9	652.8	1,048.1	447.9	1,067.5	1,197.3	5,506.5
2023	Jun	1,026.1	618.2	990.1	421.7	1,001.9	1,135.9	5,194.0
2023	Jul	1,038.6	621.2	997.0	425.8	1,014.4	1,139.5	5,236.6
2023	Ago	1,058.7	634.4	1,017.7	434.3	1,033.9	1,164.4	5,343.4
2023	Sep	1,013.6	608.5	975.5	416.1	989.9	1,117.1	5,120.6
2023	Oct	1,042.5	624.5	1,001.9	427.6	1,018.2	1,146.1	5,260.8
2023	Nov	990.0	592.5	950.7	406.0	967.0	1,087.0	4,993.2
2023	Dic	1,023.1	611.3	981.4	419.3	999.3	1,121.3	5,155.8
<b>2023</b>	<b>Total</b>	<b>12,356.7</b>	<b>7,402.8</b>	<b>11,875.5</b>	<b>5,068.9</b>	<b>12,068.3</b>	<b>13,585.4</b>	<b>62,357.6</b>
2024	Ene	1,039.7	632.5	1,002.7	434.3	1,008.4	1,202.0	5,319.6
2024	Feb	946.6	575.8	913.1	395.4	918.1	1,094.5	4,843.5
2024	Mar	1,093.4	666.7	1,056.6	457.2	1,060.3	1,267.4	5,601.7
2024	Abr	1,110.8	679.7	1,076.3	465.2	1,076.9	1,292.2	5,701.1
2024	May	1,125.4	683.6	1,084.5	469.9	1,091.6	1,299.5	5,754.6
2024	Jun	1,055.3	647.3	1,024.4	442.4	1,022.9	1,230.8	5,423.2
2024	Jul	1,069.4	650.5	1,031.5	446.7	1,037.1	1,236.6	5,471.8
2024	Ago	1,089.7	664.3	1,052.9	455.7	1,056.7	1,263.0	5,582.3
2024	Sep	1,043.0	637.1	1,009.3	436.5	1,011.3	1,211.4	5,348.6
2024	Oct	1,073.1	654.0	1,036.6	448.7	1,040.7	1,243.2	5,496.2
2024	Nov	1,019.3	620.4	983.7	425.9	988.5	1,179.4	5,217.2
2024	Dic	1,053.5	640.2	1,015.4	439.9	1,021.8	1,217.0	5,387.8
<b>2024</b>	<b>Total</b>	<b>12,719.3</b>	<b>7,752.0</b>	<b>12,287.0</b>	<b>5,318.0</b>	<b>12,334.2</b>	<b>14,737.1</b>	<b>65,147.6</b>



**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.

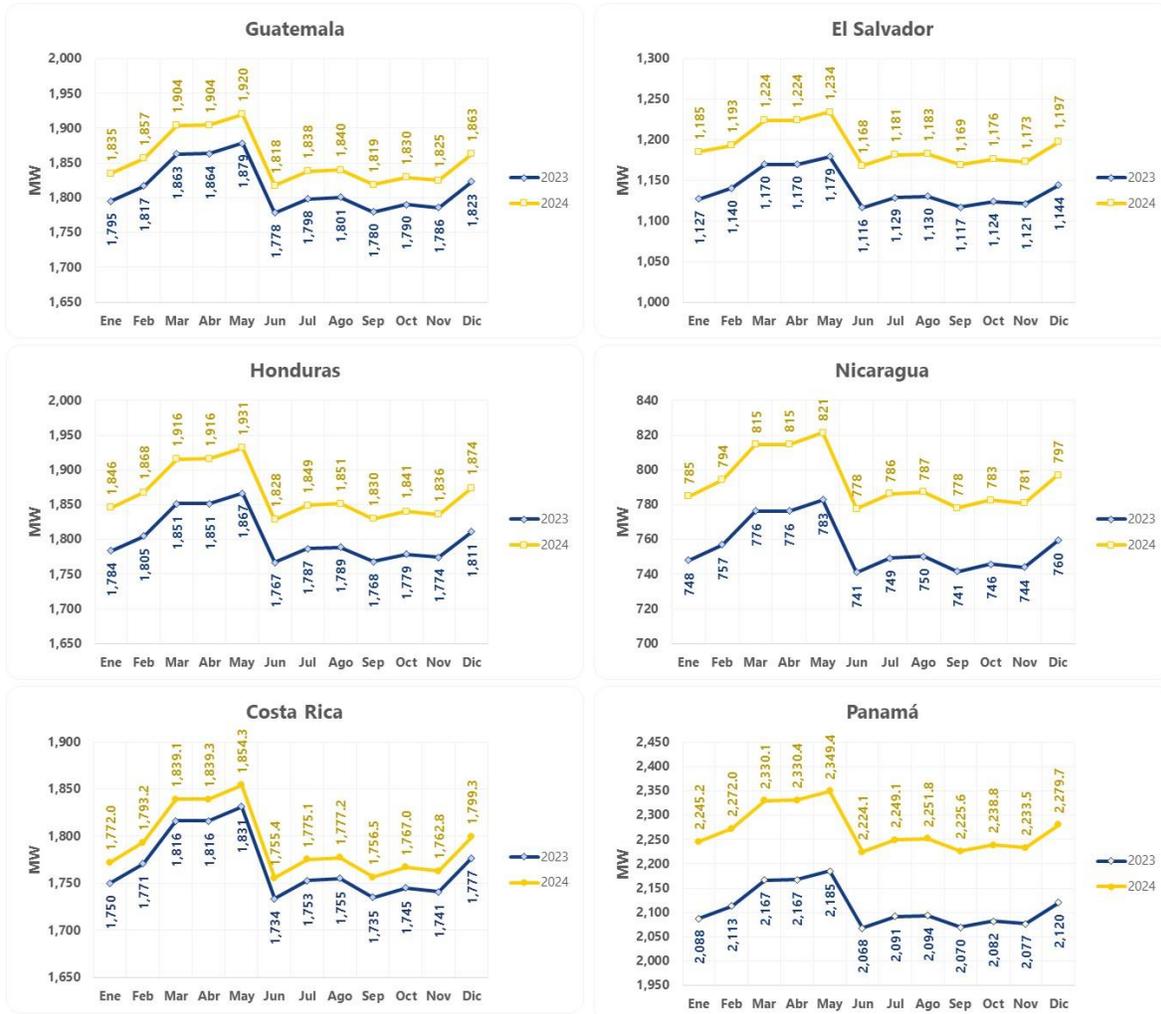
En la **Tabla 2** se presenta el detalle mensual de la proyección de demanda en potencia eléctrica de cada país para los años 2023 y 2024, mientras que en la **Figura 2** se muestra de manera gráfica el comportamiento mensual de dicha variable, en donde se aprecia que el



mes de mayor demanda en potencia eléctrica en todos los países se estima que ocurrirá en mayo.

**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	Ene	1,795.4	1,127.0	1,783.7	748.0	1,750.0	2,087.8
2023	Feb	1,816.8	1,140.4	1,805.1	757.0	1,770.9	2,112.8
2023	Mar	1,863.3	1,169.6	1,851.2	776.3	1,816.2	2,166.8
2023	Abr	1,863.5	1,169.7	1,851.5	776.4	1,816.5	2,167.1
2023	May	<b>1,878.7</b>	<b>1,179.2</b>	<b>1,866.5</b>	<b>782.7</b>	<b>1,831.2</b>	<b>2,184.7</b>
2023	Jun	1,778.5	1,116.4	1,767.0	741.0	1,733.6	2,068.2
2023	Jul	1,798.5	1,128.9	1,786.9	749.3	1,753.1	2,091.5
2023	Ago	1,800.6	1,130.3	1,789.0	750.2	1,755.2	2,094.0
2023	Sep	1,779.6	1,117.1	1,768.1	741.5	1,734.7	2,069.6
2023	Oct	1,790.2	1,123.7	1,778.7	745.9	1,745.0	2,081.9
2023	Nov	1,786.0	1,121.1	1,774.4	744.1	1,740.9	2,076.9
2023	Dic	1,823.0	1,144.3	1,811.2	759.5	1,776.9	2,119.9
<b>2022</b>	<b>Máx.</b>	<b>1,878.7</b>	<b>1,179.2</b>	<b>1,866.5</b>	<b>782.7</b>	<b>1,831.2</b>	<b>2,184.7</b>
2024	Ene	1,834.8	1,185.0	1,845.8	784.9	1,772.0	2,245.2
2024	Feb	1,856.8	1,193.4	1,867.9	794.3	1,793.2	2,272.0
2024	Mar	1,904.2	1,223.9	1,915.6	814.6	1,839.1	2,330.1
2024	Abr	1,904.5	1,224.1	1,915.9	814.7	1,839.3	2,330.4
2024	May	<b>1,920.0</b>	<b>1,234.1</b>	<b>1,931.4</b>	<b>821.4</b>	<b>1,854.3</b>	<b>2,349.4</b>
2024	Jun	1,817.6	1,168.3	1,828.5	777.6	1,755.4	2,224.1
2024	Jul	1,838.0	1,181.4	1,849.0	786.3	1,775.1	2,249.1
2024	Ago	1,840.2	1,182.8	1,851.2	787.2	1,777.2	2,251.8
2024	Sep	1,818.8	1,169.0	1,829.6	778.1	1,756.5	2,225.6
2024	Oct	1,829.6	1,176.0	1,840.5	782.7	1,767.0	2,238.8
2024	Nov	1,825.3	1,173.2	1,836.2	780.8	1,762.8	2,233.5
2024	Dic	1,863.1	1,197.5	1,874.2	797.0	1,799.3	2,279.7
<b>2023</b>	<b>Máx.</b>	<b>1,920.0</b>	<b>1,234.1</b>	<b>1,931.4</b>	<b>821.4</b>	<b>1,854.3</b>	<b>2,349.4</b>



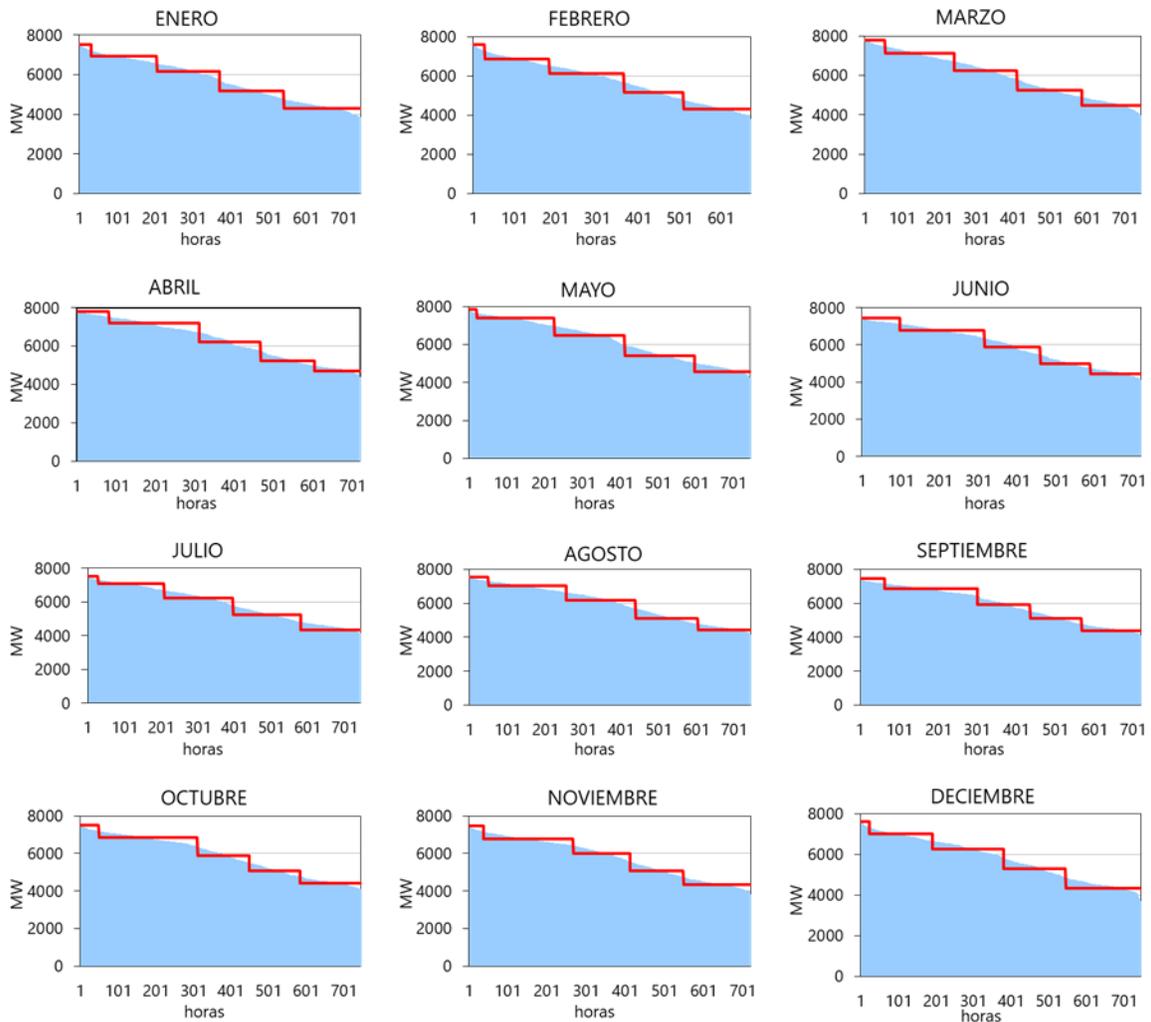
**Figura 2.** Proyecciones de demanda de potencia de los países de América Central (MW).

### 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 son conformados en base a registros de demanda horaria por medio del algoritmo de clústeres.

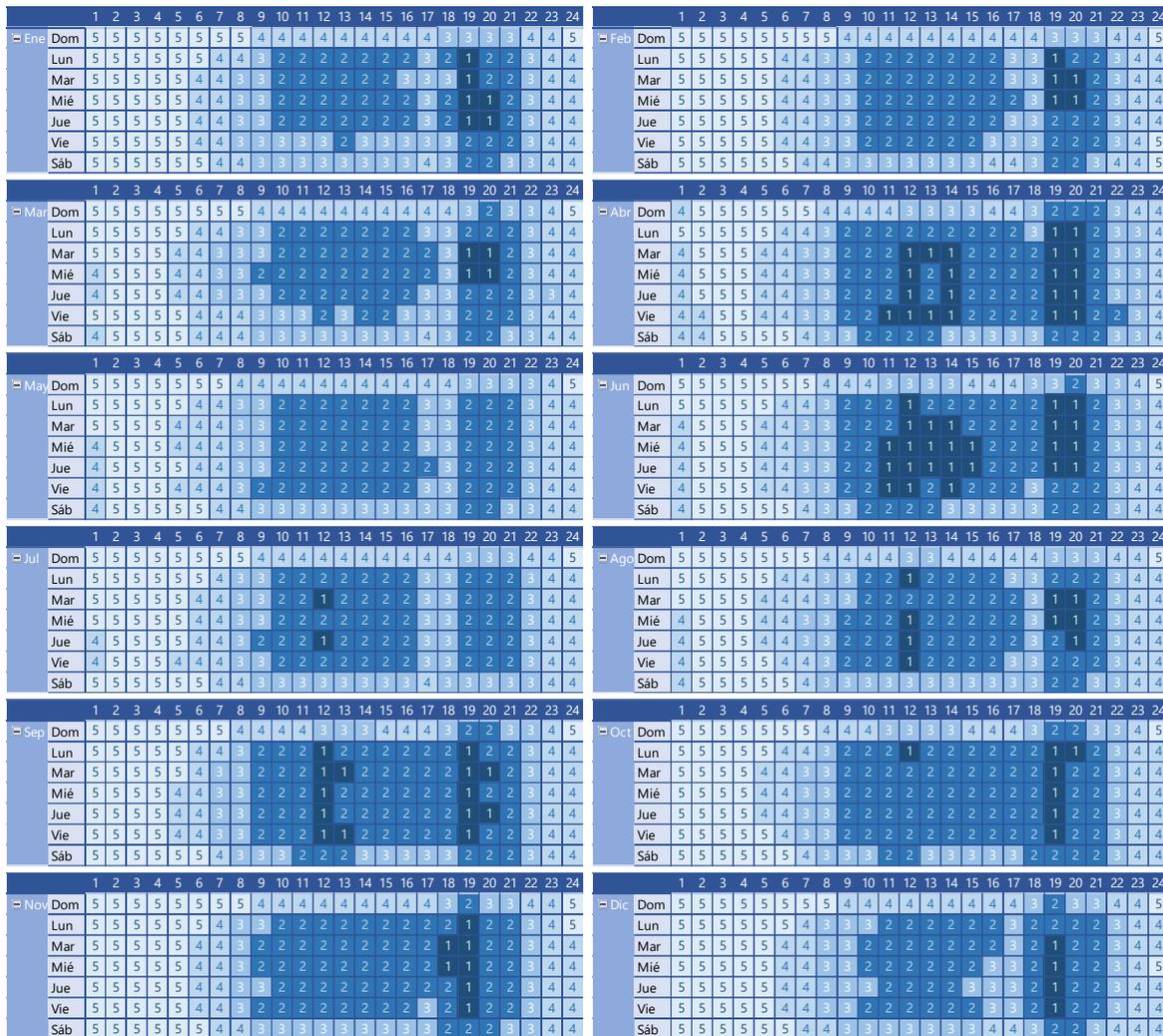
Para la estimación de los bloques horarios utilizados en este Planeamiento Operativo se ha considerado mantener la representación en base a los registros del año 2016, los cuales han mostrado un comportamiento congruente con la demanda de los de los años 2017 a 2019, no así para los años 2020 y 2021 que mostraron comportamientos atípicos por efectos de la pandemia del COVID-19.

La curva de carga discretizada en cinco bloques de carga se muestra en la siguiente figura, en la que el área en color celeste representa la curva de duración de carga horaria mensual, mientras que la curva en color rojo representa la curva de carga discretizada en cinco bloques, siendo el Bloque 1 el de máxima demanda, es decir, el bloque que en el que se agrupan los valores más altos de demanda, seguido en orden decreciente de los bloques 2, 3, 4, y 5, siendo este último el que agrupa los valores de mínima demanda del sistema.



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

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 10.4 del Libro III del RMER, uno de los conceptos a considerar en la planificación es el “Excedente del Consumidor”, definido en el Artículo 10.4.1 como “la diferencia entre lo que un consumidor está dispuesto a pagar por una unidad de energía con determinadas características de calidad, menos el costo de la energía comprada...”. *Este Artículo también establece que “La CRIE determinará la metodología de cálculo del excedente del consumidor con base en las predisposiciones a pagar por la energía de estos, o, como*

*simplificación, en función de la estimación de la elasticidad demanda-precio para distintos niveles y sectores de consumo de electricidad”.*

Conforme a lo anterior, CRIE en su resolución CRIE-32-2018 adiciona el Anexo M al Libro III del RMER, denominado “*Metodología de Cálculo del Excedente del Consumidor*”, y definió las curvas de demanda elástica e inelástica para utilizar en los estudios de planificación, cuyos valores se detallan a continuación:

**Tabla 3.** Curvas demanda-precio por país establecidas por medio de la resolución CRIE-32-2018.

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	0.813	0.954	0.986	1.035	Inelástica	0.16	0.10	0.04
El Salvador	0.853	0.967	0.990	1.023	Inelástica	0.16	0.10	0.04
Honduras	0.732	0.935	0.981	1.047	Inelástica	0.16	0.10	0.04
Nicaragua	0.652	0.916	0.976	1.058	Inelástica	0.16	0.10	0.04
Costa Rica	0.765	0.943	0.983	1.043	Inelástica	0.16	0.10	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), 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 enero de 2023.

Con relación a los precios del petróleo, la EIA estima para el año 2023 una reducción de los precios del 18% respecto del año 2022, derivada del incremento de los inventarios mundiales, impulsada por un fuerte crecimiento fuera de la OPEP; no obstante persiste la incertidumbre sujeta por una parte al suministro de petróleo de Rusia y por otra debido a la relajación de restricciones por el COVID-19 en China.

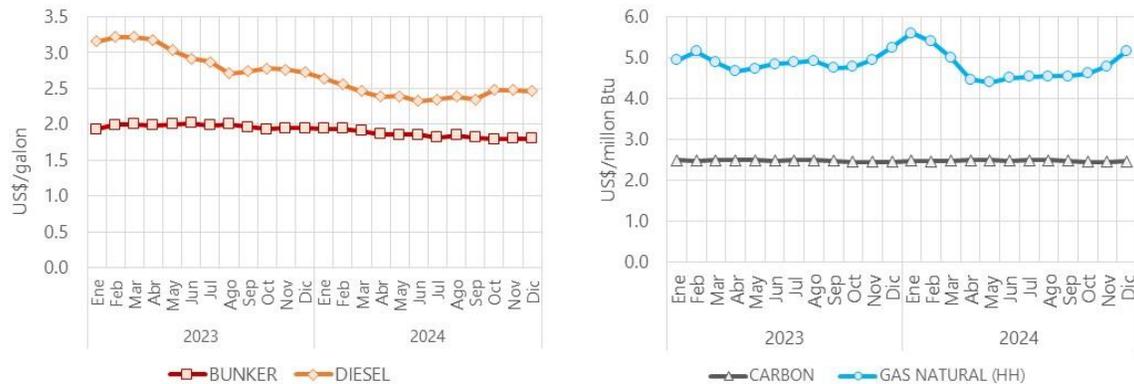
Respecto al gas natural, se estima que el precio del gas natural Henry Hub sea un 25% menor que el del año 2022, debido a una reducción en el consumo interno y considerando que las exportaciones de gas natural licuado (GNL) permanecen relativamente invariables. En 2024, estiman que los precios se reduzcan ligeramente por debajo de los del 2023, ya que la producción de gas natural seco supera el aumento de las exportaciones de GNL.

En la **Tabla 4** y **Figura 5** se muestran los datos y el comportamiento de 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	BUNKER US\$/gal	DIESEL US\$/gal	CARBON US\$/MMBtu	GAS NATURAL (HH) US\$/MMBtu
2023	Ene	1.93	3.16	2.49	4.94
2023	Feb	2.00	3.22	2.48	5.16
2023	Mar	2.00	3.22	2.48	4.88
2023	Abr	1.99	3.18	2.49	4.67
2023	May	2.00	3.03	2.49	4.73
2023	Jun	2.02	2.92	2.47	4.84
2023	Jul	1.99	2.87	2.48	4.88
2023	Ago	2.00	2.71	2.49	4.92
2023	Sep	1.97	2.74	2.47	4.75
2023	Oct	1.94	2.78	2.45	4.78
2023	Nov	1.95	2.76	2.45	4.95
2023	Dic	1.95	2.72	2.45	5.25
2024	Ene	1.94	2.64	2.47	5.60
2024	Feb	1.94	2.56	2.47	5.40
2024	Mar	1.91	2.46	2.48	5.00
2024	Abr	1.86	2.39	2.48	4.47
2024	May	1.85	2.40	2.48	4.40
2024	Jun	1.86	2.33	2.47	4.50
2024	Jul	1.82	2.35	2.48	4.53
2024	Ago	1.85	2.38	2.49	4.54
2024	Sep	1.82	2.35	2.47	4.55
2024	Oct	1.79	2.48	2.45	4.61
2024	Nov	1.80	2.48	2.45	4.79
2024	Dic	1.80	2.46	2.46	5.17

**Fuente:** Elaboración propia con información del STEO de enero 2023.



**Figura 5.** Proyección de precios de los combustibles de referencia para la generación eléctrica en los países de América Central, para los años 2023 y 2024.

## 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 Capítulo 10 del Libro III del RMER, en los numerales 10.4.5 y 10.8.1, respectivamente.

### 1.6.1. Tasa de Descuento

La tasa de descuento permite determinar las anualidades de los costos de inversión y operación del sistema. Al respecto, el numeral 10.4.5 el Libro III del RMER establece, "el valor presente neto de las series de costos se calculará usando una tasa de descuento calculada mediante una metodología que definirá la CRIE. El valor que se adopte deberá considerar adecuadamente los valores promedio de riesgos del conjunto de los Países Miembro".

La tasa de descuento vigente para los estudios de planificación regional está definida en la Resolución CRIE-02-2022, con un valor de **10.63%**.

## 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.

El numeral 10.8.1 del RMER establece que, *“A los efectos de su uso en los estudios de planificación, la CRIE elaborará y aprobará una metodología para determinar el Costo de la Energía no Suministrada en cada país. Esta metodología deberá ser aprobada por la CRIE antes de cumplirse un (1) año posterior a la vigencia de este Reglamento. El costo de la Energía no Suministrada deberá ser actualizado como máximo cada cinco (5) años”.*

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.

<b>Bloque</b>	<b>Profundidad</b>	<b>CENS US\$/MWh</b>
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



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 $\geq 115$ kV) y circuitos interregionales.

## 2.2. Premisas del caso de estudio

### 2.1.1. Horizonte de análisis

El presente Planeamiento Operativo abarca el período de enero 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.

## 2.1.2. Año inicial de hidrología

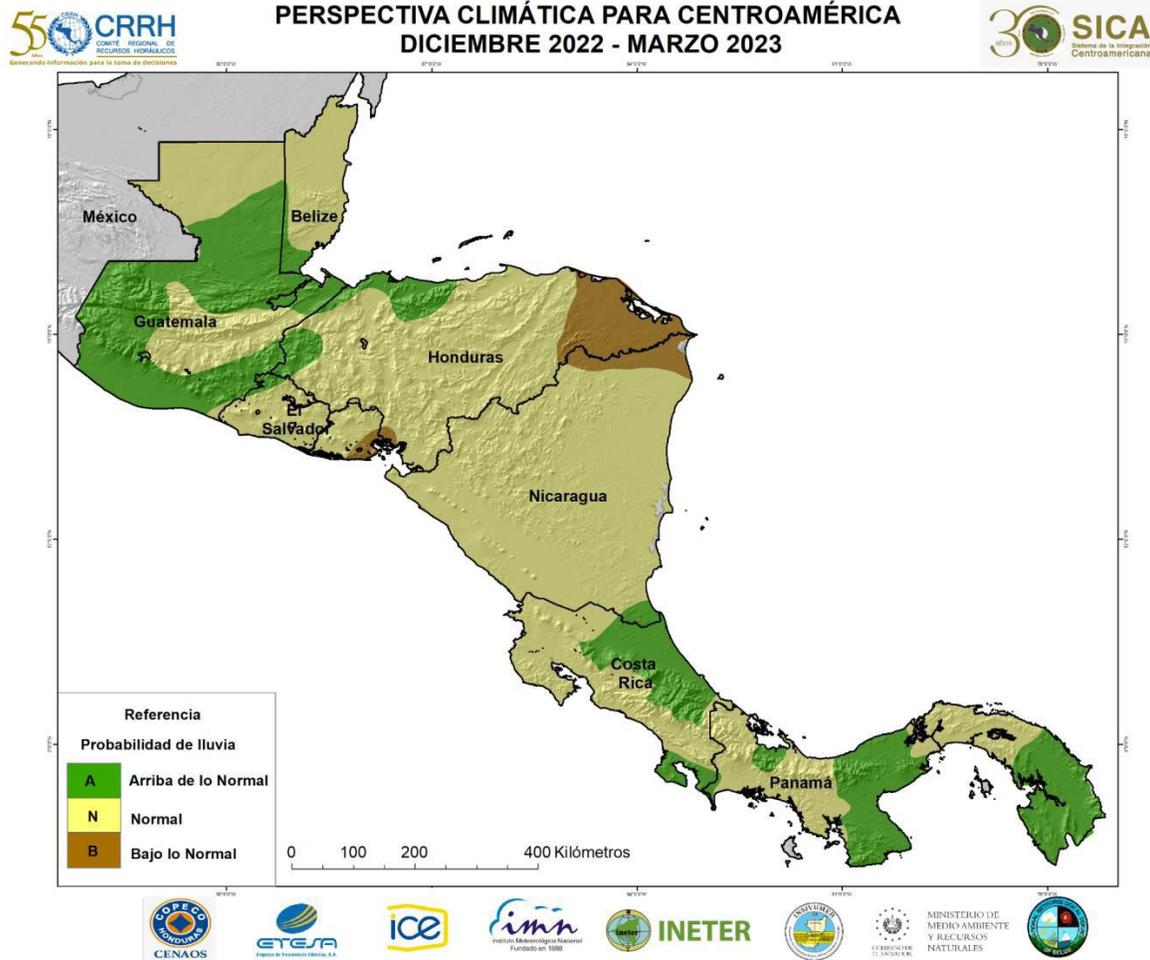
Para determinar el año inicial de hidrología se han considerado los pronósticos de lluvia estimados en el informe de la “LXX Perspectiva del Clima de América Central” del Comité Regional de Recursos Hidráulicos del Sistema de la Integración Centroamericana (CRRH-SICA), correspondiente al período de diciembre 2022 a marzo 2023, el cual considera en sus conclusiones que se mantiene influencia de la fase fría del fenómeno ENOS, es decir, que el Océano Pacífico Tropical presenta condiciones de La Niña, la cual se espera se mantenga por la mayor parte del periodo de diciembre 2022 a marzo 2023, para posteriormente dar paso a condiciones neutrales del ENOS.

Adicionalmente, el índice de Oscilación Ártica (OA) presenta variaciones continuas, y se espera en este periodo una tendencia en su promedio hacia valores normales o negativos. Lo cual implicaría una época de frentes fríos dentro de lo normal sobre buena parte de la región de América Central.

Por otra parte, la oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés) se encuentra en fase negativa, condición que se ha mantenido presente durante los últimos meses.

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 las zonas norte de Caribe, norte de Franja Transversal del Norte, sur de Petén, Occidente, centro y sur de Valles de Oriente, sur del Antiplano Central, Bocacosta y Pacífico de Guatemala; zona nor-occidental en el departamento de Santa Ana de El Salvador; Ocotepeque y Copán, norte de los departamentos de Santa Bárbara, Cortés y Yoro, parte occidental de Atlántida y la Isla de Utila en el departamento de Islas de la Bahía de Honduras; regiones del Caribe Norte, Caribe Sur, zona norte oriental y sección sur del Pacífico Sur de Costa Rica, y en Coclé, Costa Debajo de Colón, Darién, Herrera, Los Santos y el oriente de Veraguas de Panamá. Las áreas con tendencias de lluvias en el rango dentro de lo **normal** se encuentran Sur de Caribe, norte del Antiplano Central, noroeste de Petén, norte de Valles de Oriente y sur de Franja Transversal del Norte de Guatemala; en la mayor parte del país de El Salvador; la mayor parte del territorio nacional de Honduras; regiones Norte, Central y Costa Caribe Norte y Sur de Nicaragua; regiones climáticas de la vertiente del Pacífico, zona norte occidental y Valle Central de Costa Rica, Bocas del Toro, Costa Arriba de Colón, Cuenca del Canal, Panamá Centro, Este, Oeste, y el occidente de Veraguas de Panamá. En el rango **bajo lo normal** en zona sur-oriental alrededores del Golfo de Fonseca

de El Salvador; departamento de Gracias a Dios y la parte occidental del departamento de Valle de Honduras.



**Figura 6.** Mapa de la Perspectiva del Clima de Centroamérica de diciembre 2022 a marzo 2023.  
**Fuente:** LXX Perspectiva Climática para Centroamérica, período: diciembre 2022 – marzo 2023, Comité Regional de Recursos Hidráulicos.

Si bien el año 2011 es el que resulta con mayor frecuencia según la metodología del FCAC de años análogos para los países del MER durante la temporada diciembre 2022 a marzo del 2023, se define como año hidrológico inicial el **2012** que es el segundo con mayor frecuencia, dado que al definir en el modelo de simulación el año 2011, las condiciones hidrológicas iniciales resultan con valores negativos debido que ese año varias estaciones hidrológicas no cuentan con datos históricos. A continuación se muestra la tabla de años

análogos para las condiciones de lluvia establecidas en la LXX Perspectiva del Clima de América Central.

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

País	Años análogos							
Guatemala	2011	<b>2012</b>	2016	2017	2020	2021	2022	
El Salvador	1984	1985	2003	2004	2008	2009	<b>2012</b>	2013
Honduras	2000	2001	2011	<b>2012</b>	2016	2017		
Nicaragua	1989	2000	2008	2011				
Costa Rica	2008	2021						
Panamá	2001	2011						

**Fuente:** Elaboración propia con base en la información de la LXX del Clima de América Central, período: diciembre 2022 – marzo 2023, Comité Regional de Recursos Hidráulicos.

### 2.1.3. 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 enero 2023 a diciembre 2024.

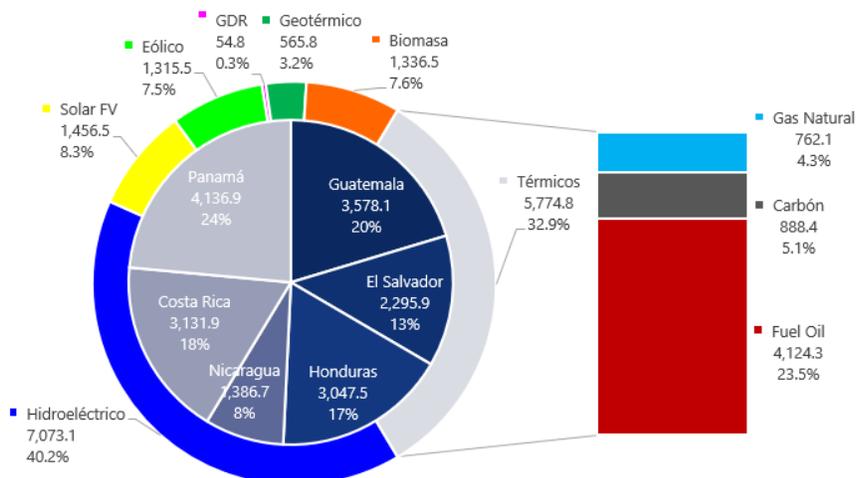
## 3. Estado del sistema

### 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 **17,576.9 MW**, de los cuales el 40.2% corresponde a centrales hidroeléctricas, 32.9% a termoeléctricas de combustibles fósiles, 8.3% 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	557.2	922.1	139.2	2,147.4	1,776.6	7,073.1
Eólico	102.5	50.0	238.1	186.6	402.3	336.0	1,315.5
Solar FV	80.0	219.0	504.7	37.0	21.4	594.3	1,456.5
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	767.9	310.9	708.8	4,124.3
<b>Total general</b>	<b>3,578.1</b>	<b>2,295.9</b>	<b>3,047.5</b>	<b>1,386.7</b>	<b>3,131.9</b>	<b>4,136.9</b>	<b>17,576.9</b>



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

## 3.2. Incorporaciones recientes

### 3.2.1. Proyectos de generación

De acuerdo con la información suministrada por los OS/OM para la actualización de la base de datos, durante el segundo semestre del año 2022 se incorporaron al sistema cuatro proyectos de generación, los cuales totalizan **448.51 MW** de capacidad, el de mayor envergadura es la central de gas natural de 378.51 MW denominada Energía del Caribe, la cual se instaló en el sistema de El Salvador en el mes de julio, en el mismo mes se instalaron los proyectos solares fotovoltaicos Panasolar II y Panasolar III en Panamá, cada uno de 5 MW, mientras que en octubre se incorporó en Honduras la central hidroeléctrica Arenal de 60 MW. 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 segundo semestre del año 2022.

Sistema	Fuente	Proyecto	Fecha	Capacidad (MW)
El Salvador	Gas Natural	Energía del Pacífico	1/7/2022	378.51
Honduras	Hidroeléctrico	Arenal Etapa I-II (Yaguala)	1/10/2022	60
Panamá	Solar FV	Panasolar II	1/7/2022	5
Panamá	Solar FV	Panasolar III	1/7/2022	5
<b>Total general</b>				<b>448.51</b>

### 3.2.2. Proyectos de transmisión

Con base en la información actualizada por los OS/OM para la base de datos, se identifican treinta y cuatro modificaciones en el sistema de transmisión, las cuales fueron efectuadas durante el segundo semestre del año 2022. En el sistema de El Salvador se observa la incorporación de los transformadores y líneas de interconexión del proyecto de gas natural Energía del Pacífico; en Honduras está la incorporación de la línea de interconexión para el proyecto hidroeléctrico Arenales, mientras que en Panamá se observan repotenciaciones de cuatro líneas de transmisión 230 kV, así como la incorporación de ocho nuevas líneas de transmisión 230 kV. La información se muestra de forma detallada en la siguiente tabla.



**Tabla 10.** Ampliaciones y modificaciones en los sistemas de transmisión de los países de América Central efectuadas durante el segundo semestre de 2021.

Sistema	Fecha	Barras	Nombre	Tipo	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
El Salvador	1/7/2022	24133-29006	Energía del Pacífico T01	Trafo	230/115/46	250	Interconexión proy. EDP
El Salvador	1/7/2022	24133-29007	Energía del Pacífico T02	Trafo	230/115/46	250	Interconexión proy. EDP
El Salvador	1/7/2022	28161-28132	Ahuachapán - Energía del Pacífico 230-1	Línea	230	396	Interconexión proy. EDP
El Salvador	1/7/2022	28161-28132	Ahuachapán - Energía del Pacífico 230-2	Línea	230	396	Interconexión proy. EDP
El Salvador	31/10/2022	24481-27481	Talnique 46/115-1	Trafo	46/115	100	Repot. de 20 a 100 MVA
Honduras	1/10/2022	3047-3322	Coyoles Central - Arenales 138A	Línea	138	273.89	Interc. proy. hidro Arenales
Panamá	31/8/2022	6008-6460	Llano Sanchez - El Coco 230A (230-12B)	Línea	230	505	Repot. de 275 a 505MVA
Panamá	31/8/2022	6008-6460	Llano Sanchez - El Coco 230B (230-13B)	Línea	230	505	Repot. de 275 a 505MVA
Panamá	31/8/2022	6008-6520	LSanchez - San Bartolo 230A (230-14A)	Línea	230	505	Repot. de 275 a 505MVA
Panamá	31/8/2022	6008-6520	LSanchez - San Bartolo 230B (230-15A)	Línea	230	505	Repot. de 275 a 505MVA
Panamá	31/8/2022	6182-6520	Veladero - San Bartolo 230A (230-14B)	Línea	230	505	Repot. de 275 a 505MVA
Panamá	31/8/2022	6182-6520	Veladero - San Bartolo 230B (230-15B)	Línea	230	505	Repot. de 275 a 505MVA
Panamá	31/8/2022	6460-6713	El Coco - Burunga 230A (230-12A2)	Línea	230	505	Repot. de 275 a 505MVA
Panamá	31/8/2022	6460-6713	El Coco - Burunga 230B (230-13A2)	Línea	230	505	Repot. de 275 a 505MVA
Panamá	30/9/2022	6001-6840	Panamá - Panamá 3 230A (230-47A)	Línea	230	505	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6001-6840	Panamá - Panamá 3 230B (230-48A)	Línea	230	505	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6003-6801	Panamá II - Sabanitas 230A (230-54)	Línea	230	500	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6003-6801	Panamá II - Sabanitas 230B (230-55)	Línea	230	500	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6003-6840	Panamá 2 - Panamá 3 230A (230-12A11)	Línea	230	505	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6003-6840	Panamá 2 - Panamá 3 230B (230-13A11)	Línea	230	505	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6005-6840	Chorrera - Panamá 3 230A (230-47B)	Línea	230	505	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6005-6840	Chorrera - Panamá 3 230B (230-48B)	Línea	230	505	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6702-6840	Bella Vista - Panamá 3 230A	Línea	230	247	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6702-6840	Bella Vista - Panamá 3 230B	Línea	230	247	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6713-6840	Burunga - Panamá 3 230A (230-12A12)	Línea	230	505	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6713-6840	Burunga - Panamá 3 230B (230-13A12)	Línea	230	505	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6801-6808	Sabanitas - Costa Norte 230A	Línea	230	770	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6801-6808	Sabanitas - Costa Norte 230B	Línea	230	770	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6801-6840	Sabanitas - Panamá 3 230A	Línea	230	1000	Incorporación planeada
Panamá	30/9/2022	6801-6840	Sabanitas - Panamá 3 230B	Línea	230	1000	Incorporación planeada

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

#### 3.3.1. Proyectos de generación

Las modificaciones previstas en el sistema de generación 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.

Para dicho período se prevé la incorporación de 27 proyectos de generación eléctrica, que aportarán **1,660.8 MW** de nueva capacidad en los países de la región, dentro de los que destacan la central de gas natural de 300 MW denominada Puerto Sandino, prevista a incorporarse en julio de 2023 en Nicaragua, la central hidroeléctrica de 198.7 MW denominada Tornillito prevista a incorporarse en junio de 2024 en Honduras, así como la central de gas natural de 656 MW denominada Gatún prevista para incorporarse en septiembre de 2024 en Panamá. Puede notarse que los proyectos con mayor proporción son las centrales de gas natural que representan el 58% de la nueva capacidad para el sistema regional, mientras que los proyectos hidroeléctricos representan el 21% y los proyectos solares 18%; el 3% restante lo aportan proyectos de biomasa, eólicos y geotérmicos. En la siguiente tabla se presenta el cronograma previsto de expansión para este Planeamiento, mientras que en la **Figura 9** se ilustra la distribución correspondiente de las adiciones de generación por tipo de recurso y país.

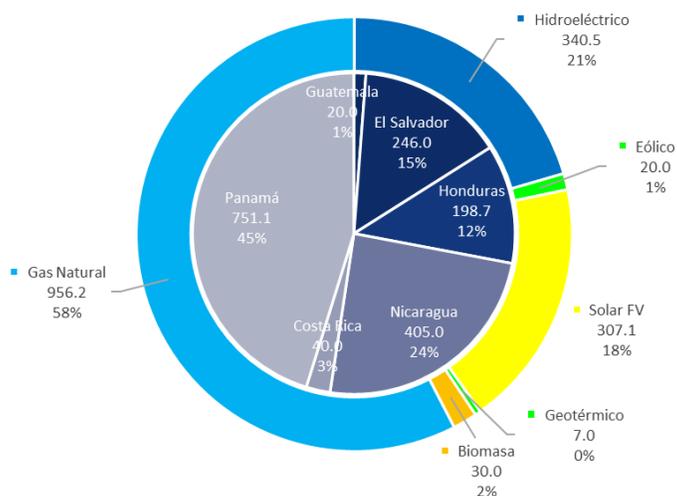
**Tabla 11.** Expansión de generación prevista a incorporarse en el período de enero 2023 a diciembre 2024, por país y tipo de recurso (MW).

Sistema	Fecha	Recurso	Proyecto	Capacidad (MW)
Guatemala	1/1/2024	Hidroeléctrico	Pojom II	20.0
El Salvador	1/1/2023	Hidroeléctrico	3 de Febrero	65.7
El Salvador	1/6/2023	Solar FV	Solar 4	55.0
El Salvador	1/6/2023	Solar FV	Solar 5	55.0
El Salvador	1/6/2023	Solar FV	Proyecto Solar Fotovoltaico 6	6.0
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
El Salvador	1/4/2023	Solar FV	Proyecto Solar Fotovoltaico 7	12.3
Honduras	1/6/2024	Hidroeléctrico	Tornillito	198.7
Nicaragua	1/7/2023	Gas Natural	Central Puerto Sandino	300.0
Nicaragua	1/1/2024	Solar FV	Solar 2	25.0
Nicaragua	1/1/2024	Solar FV	Solar 5	50.0
Nicaragua	1/12/2024	Biomasa	Monte Rosa U4	30.0



Continuación **Tabla 11**. Expansión de generación prevista a incorporarse en el período de enero 2023 a diciembre 2024, por país y tipo de recurso (MW).

Sistema	Fecha	Recurso	Proyecto	Capacidad (MW)
Costa Rica	1/1/2024	Hidroeléctrico	Hidro RC1	20.0
Costa Rica	1/1/2024	Eólico	Proyecto Eólico #1	20.0
Panamá	1/1/2023	Hidroeléctrico	Chuspa	8.8
Panamá	1/1/2023	Hidroeléctrico	Colorado	5.7
Panamá	1/1/2023	Hidroeléctrico	El Alto G4	1.2
Panamá	1/1/2023	Solar FV	Esti Solar I	9.9
Panamá	1/1/2023	Solar FV	RPM Solar Caizan 03	10.0
Panamá	1/6/2023	Solar FV	RPM Solar Caizan 04	10.0
Panamá	1/7/2023	Solar FV	Mendoza Solar	3.0
Panamá	1/7/2024	Hidroeléctrico	San Bartolo	19.4
Panamá	1/7/2024	Hidroeléctrico	San Bartolo G3	1.0
Panamá	1/7/2024	Solar FV	Solar Baco	25.9
Panamá	1/9/2024	Gas Natural	Gatún (Telfers)	656.2
<b>Total</b>				<b>1,660.8</b>



**Figura 9.** Expansión de generación prevista a incorporarse en el período de enero 2023 a diciembre 2024, por país y tipo de recurso.

Dentro de las modificaciones al parque generador informadas por los OSOM, también se contempla el **retiro** de 18 centrales o unidades generadoras en los sistemas de Nicaragua y Costa Rica, según corresponda en cada caso, que en total suman **503.79 MW** que dejarían de inyectar energía al sistema, así como el proceso de desconexión temporal de dos



centrales hidroeléctricas que suman **198 MW** en Costa Rica, las cuales serán sometidas a un proceso de modernización. La información detallada se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 12.** Retiros de capacidad previstos durante enero 2023 a diciembre de 2024.

Sistema	Fuente	Fecha	Proyecto	Capacidad (MW)	Nota
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Che Guevara I - Tipitapa	19.2	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Che Guevara II - Masaya	19.2	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Che Guevara III - Managua	19.2	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Che Guevara IV - Masaya	19.2	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Che Guevara IX	45.3	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Che Guevara V - Masaya	18.6	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Che Guevara VI - Nagarote	12.8	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Che Guevara VII - Nagarote	38.4	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Che Guevara VIII - León	25.6	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Planta Las Brisas U1	24	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2023	Planta Las Brisas U2	38	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2024	Censa - Amfels	57	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2024	Planta Nicaragua 1	50	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2024	Planta Nicaragua 2	50	Sale de operación
Nicaragua	Fuel Oil	1/1/2024	Tipitapa Power Company	50.9	Sale de operación
Costa Rica	Hidroeléctrico	28/11/2022	Embalse	1.89	Sale de operación por finalización de contrato
Costa Rica	Hidroeléctrico	6/7/2023	Matamoros	4.5	Sale de operación por finalización de contrato
Costa Rica	Hidroeléctrico	24/4/2024	Río Lajas	10	Sale de operación por finalización de contrato
Costa Rica	Hidroeléctrico	1/6/2023	Garita	40	Sale por modernización en 1/6/2023 y reincorporación en 1/4/2024
Costa Rica	Hidroeléctrico	1/7/2024	Cachí	158	Sale por modernización 1 unidad en 1/7/2024 y se reincorpora en 1/1/2025, sale en 1/7/2028 y se reincorpora en 1/5/2029
<b>Total</b>				<b>701.79</b>	

### 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 modificaciones en 111 líneas de transmisión y 36 transformadores, entre retiros, incorporaciones y repotenciaciones. En las tablas que siguen a continuación se muestra el cronograma de modificaciones detallado por país.



**Tabla 13.** Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período enero 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Guatemala.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/1/2023	1130-1149	Las Cruces - San Gabriel 230A	230	438.2	Incorporación planeada
Línea	1/1/2023	1134-1841	Sololá - Huehuetenango 232A	230	438.2	Incorporación planeada
Línea	1/1/2023	1150-1105	Santa Isabel - Enron 230A	230	294.5	Retiro por desconexión PQP
Línea	1/1/2023	12047-12142	concepción - Palmeras 69A	69	94.4	Retiro por desconexión ingenio Concepción
Línea	1/1/2023	12047-12178	concepción - Santa María Márquez 69C	69	94.4	Retiro por desconexión ingenio Concepción
Línea	1/1/2023	1207-12047	Enlace barras Concepción 69A	69	51.2	Retiro por desconexión ingenio Concepción
Línea	1/1/2023	1207-12178	Concepción - Santa María Márquez 69A	69	94.4	Retiro por desconexión ingenio Concepción
Línea	1/1/2023	12142-12178	Palmeras - Santa María Márquez 69A	69	94.4	incorporación por desconexión ingenio Concepción
Línea	1/1/2023	1336-1338	La Cruz - El Pilar 69A	69	73.7	Seccionamiento por incorporación SE Cuyotenango
Línea	1/1/2023	1336-18240	La Cruz - Cuyotenango 69A	69	73.7	Incorporación SE Cuyotenango
Línea	1/1/2023	1338-18240	El Pilar - Cuyotenango 69A	69	73.7	Incorporación SE Cuyotenango
Línea	1/1/2023	1407-1424	La Ruidosa - Genor 69A	69	73.7	Seccionamiento por incorporación GU Alicon
Línea	1/1/2023	1407-1733	La Ruidosa - Alicon 69A	69	73.7	Incorporación Gran Usuario Alicon
Línea	1/1/2023	1424-1733	Genor - Alicon 69A	69	73.7	Incorporación Gran Usuario Alicon
Línea	1/1/2024	1130-1137	Las Cruces - Guate Oeste 230A	230	438.2	Incorporación planeada
Línea	1/1/2024	1130-1137	Las Cruces - Guate Oeste 230B	230	438.2	Incorporación planeada
Línea	1/1/2024	1130-1139	Las Cruces - Palestina 230A	230	438.2	Incorporación planeada
Línea	1/1/2024	1130-1139	Las Cruces - Palestina 230B	230	438.2	Incorporación planeada
Línea	1/1/2024	1732-14215	Morales - Interfaz Rio Dulce 230	230	491.6	Incorporación planeada
Línea	1/1/2024	1841-1867	Huehuetenango - San Marcos 230B	230	558.5	Incorporación planeada
Trafo	1/1/2023	1149-1345	San Gabriel T01 69/13A1	230/13.8	50	Incorporación planeada
Trafo	1/1/2023	1149-1345	San Gabriel T02 69/13A2	230/13.8	50	Incorporación planeada
Trafo	1/1/2023	1207-1635	Concepción 69/13A	69/13.8	35	Retiro por desconexión ingenio Concepción
Trafo	1/1/2024	1114-1156	Guatemala Sur 138/69A	138/69	75	Retiro por incremento capacidad
Trafo	1/1/2024	1114-1156	Guatemala Sur 138/69A	138/69	108	Incorporación por incremento capacidad
Trafo	1/1/2024	1114-1156	Guatemala Sur 138/69B	138/69	75	Retiro por incremento capacidad
Trafo	1/1/2024	1114-1156	Guatemala Sur 138/69B	138/69	108	Incorporación por incremento capacidad
Trafo	1/1/2024	1137-1143	Guatemala Oeste 230/69A	230/69	150	Incorporación planeada



**Tabla 14.** Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período enero 2023 a diciembre 2024 en el sistema de El Salvador.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/1/2023	27181-27651	15 Septiembre - 3 Febrero 115-1	115	130	Incorporación hidro 3 de Febrero
Línea	28/2/2023	27361-27481	San Antonio Abad - Talnique 115-1	115	260	Retiro por incorporacion SE El Volcán
Línea	28/2/2023	27361-27551	San Antonio - Volcán 1 115	115	260	Incorporación SE El Volcán
Línea	28/2/2023	27421-27441	Nuevo Cuscatlán - Ateos 115-1	115	260	Seccionamiento por incorporación SE El Volcán
Línea	28/2/2023	27421-27551	Nuevo Cuscatlán - Volcán 1 115	115	260	Incorporación SE El Volcán
Línea	28/2/2023	27441-27551	Ateos - Volcán 1 115	115	260	Incorporación SE El Volcán
Línea	28/2/2023	27481-27551	Talnique - Volcán 1 115	115	410	Incorporación SE El Volcán
Línea	30/4/2023	27171-27371	Cerrón Grande - Nejapa 115-1	115	260	Seccionamiento por incorporación SE Apopa
Línea	30/4/2023	27171-27561	Cerrón Grande - Apopa 115-1	115	260	Incorporación SE Apopa
Línea	30/4/2023	27371-27561	Nejapa - Apopa 115-1	115	260	Incorporación SE Apopa
Línea	31/7/2023	27171-27531	Cerrón Grande - Chalate 1 115	115	130	Incorporación SE Chalatenango
Línea	31/7/2024	27481-27571	Talnique - Tamanique 115-1	115	130	Incorporación SE Tamanique
Línea	30/12/2024	27341-27541	San Miguel - Morazán 115 - 1	115	130	Incorporación SE Morazán
Trafo	28/2/2023	27431-22431	San Martín 115/23-1	115/23	75	Incorporación SE San Martín
Trafo	28/2/2023	27551-22551	El Volcán 115/23-1	115/23	75	Incorporación SE El Volcán
Trafo	30/4/2023	27561-22561	Apopa 115/23-1	115/23	75	Incorporación SE Apopa
Trafo	31/7/2023	27531-24531	Chalatenango 115/46-1	115/46	50	Incorporación SE Chalatenango
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 SE Morazán

**Tabla 15.** Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período enero 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Honduras.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/1/2023	3271-3602	Petacón - Cerro de Hula 34.5A	34.5	227	Incorporación proyecto hidro Petacón
Línea	1/1/2024	3033-3241	Suyapa - Sitio 230A	230	405.1	Incorporación cambio topología SE El Sitio
Línea	1/1/2024	3033-3429	Suyapa - Amarateca 230B	230	405.1	Retiro por incorporación SE El Sitio
Línea	1/1/2024	3037-3219	Bermejo - Merendon 138A	138	151.8	Seccionamiento por incorporación SE Choloma
Línea	1/1/2024	3045-3191	Bella Vista - El Centro 138A	138	151.8	Incorporación SE El Centro
Línea	1/1/2024	3049-3037	Choloma - Bermejo 138A	138	151.8	Incorporación SE Choloma
Línea	1/1/2024	3052-3193	Circunvalación - El Estadio 138A	138	151.8	Incorporación SE El Estadio
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	3072-3085	Lainez - Miraflores 138A	138	151.8	Incorporación por cambio topología SE Lainez
Línea	1/1/2024	3073-3419	La Lima - Central Azucarera Honduras 69A	69	54	Retiro planeado
Línea	1/1/2024	3095-3257	Progreso - San Pedro Sula Sur 230A	230	456	Ingreso planeado



Continuación **Tabla 15.** Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período enero 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Honduras.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/1/2024	3123-3203	Villanueva - San Pedro Sula Sur 138A	138	300	Repotenciación proyecto hidro El Tornillito
Línea	1/1/2024	3193-3203	El Estadio - San Pedro Sula 138A	138	151.8	Incorporación SE El Estadio
Línea	1/1/2024	3219-3049	Merendón - Choloma 138A	138	151.8	Incorporación SE Choloma
Línea	1/1/2024	3239-3429	Cerro Grande - Amaratéca 230A	230	405.1	Incorporación SE Cerro Grande
Línea	1/1/2024	3241-3239	Sitio - Cerro Grande 230A	230	405.1	Incorporación SE Cerro Grande
Línea	1/1/2024	3257-3300	San Pedro Sula Sur - San Buenaventura 230A	230	455.3	Incorporación planeada
Línea	1/1/2024	3815-3203	Central Azuc. Hond. - San Pedro Sula 138A	138	151.8	Incorporación por cambio conexión CAH
Línea	1/9/2024	3123-3269	Villa Nueva - Tornillito 138A	138	270	Incorporación proyecto hidro El Tornillito
Línea	1/9/2024	3123-3269	Villa Nueva - Tornillito 138B	138	270	Incorporación proyecto hidro El Tornillito
Línea	1/9/2024	3267-3300	Tornillito - San Buenaventura 230A (L647)	230	456.5	Incorporación proyecto hidro El Tornillito
Trafo	1/4/2023	3086-39003	Morazán 69/34B2	34.5/1	25	Sustitución trafo actual de 12.5 MVA
Trafo	1/4/2023	3087-39003	Morazán 69/34B1	69/1	25	Sustitución trafo actual de 12.5 MVA
Trafo	1/4/2023	3982-39003	Morazán 69/34B3	13.8/1	8.33	Sustitución trafo actual de 12.5 MVA
Trafo	1/1/2024	3072-3076	Lainez 138/13A	138/13.8	50	Incorporación por cambio topología SE Lainez
Trafo	1/1/2024	3076-3077	Lainez 69/13A	13.8/69	25	Retiro por cambio topología SE Lainez
Trafo	1/1/2024	3077-3150	Lainez 69/13B	69/13.8	25	Retiro por cambio topología SE Lainez
Trafo	1/1/2024	3108-3600	Santa Marta 138/69A	138/69	50	Incorporación planeada
Trafo	1/1/2024	3160-3161	El Retorno 138/13A	138/13.8	50	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	3191-3192	El Centro 138/13A	138/13.8	50	Incorporación SE El Centro
Trafo	1/1/2024	3203-39004	San Pedro Sula T01	230/138/13.8	50	Incorporación planeada
Trafo	1/1/2024	3203-39050	San Pedro Sula 138 T02	230/138/13.8	50	Incorporación planeada
Trafo	1/1/2024	3239-3240	Cerro Grande 230/13A	230/13.8	50	Incorporación SE Cerro Grande
Trafo	1/1/2024	3239-3275	Cerro Grande 230/34A	230/34.5	50	Incorporación SE Cerro Grande
Trafo	1/1/2024	3241-3242	Sitio 230/13A	230/13.8	50	Incorporación por cambio topología SE El Sitio
Trafo	1/1/2024	3267-3269	Tornillo 230/138A	230/138	150	Incorporación proyecto hidro El Tornillito
Trafo	1/1/2024	3267-3395	Tornillo 230/13A	230/13.8	130	Incorporación proyecto hidro El Tornillito
Trafo	1/1/2024	3269-3395	Tornillo 138/13A	138/13.8	115	Incorporación proyecto hidro El Tornillito
Trafo	1/1/2024	3419-3420	Central Azucarera Honduras 69/13A	69/13.8	36	Retiro por cambio conexión CAH
Trafo	1/1/2024	3811-3846	Talanga 230/69A	230/69	85	Incorporación planeada
Trafo	1/1/2024	3815-3420	Central Azucarera Hondureña 138/13A	138/13.8	50	Incorporación por cambio conexión CAH



**Tabla 16.** Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período enero 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Nicaragua.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/1/2023	4340-4343	Ticuantepé - Las Colinas 138	138	134	Retiro planeado
Línea	1/1/2023	4402-4405	Sandino - Planta Nicaragua 1 230	230	330	Repotenciación por proyecto GN Puerto Sandino
Línea	1/3/2023	4301-4313	Acoyapa - Gateada 138	138	30	Retiro por incorporación SE Gateada II
Línea	1/3/2023	4301-4961	Acoyapa - Gateada II 138	138	96	Incorporación SE Gateada II
Línea	1/3/2023	4311-4331	Estelí - Sébaco 138	138	100	Retiro por incorporación SE Sébaco II
Línea	1/3/2023	4311-4335	Estelí - Sébaco II 138	138	100	Incorporación SE Sébaco II
Línea	1/3/2023	4313-4961	Gateada - Gateada II 138	138	150	Incorporación SE Gateada II
Línea	1/3/2023	4320-4331	Matagalpa - Sébaco 138	138	62	Retiro por incorporación SE Sébaco II
Línea	1/3/2023	4320-4335	Matagalpa - Sébaco II 138	138	96	Incorporación SE Sébaco II
Línea	1/3/2023	4329-4335	Planta Carlos Fonseca - Sébaco II 138	138	150	Incorporación SE Sébaco II
Línea	1/3/2023	4331-4335	Sébaco - Sébaco II 138	138	150	Incorporación SE Sébaco II
Línea	1/3/2023	4340-4398	Ticuantepé - Ticuantepé I 138	138	150	Incorporación SE Ticuantepé I
Línea	1/3/2023	4343-4398	Las Colinas - Ticuantepé I 138	138	150	Incorporación SE Ticuantepé I
Línea	1/3/2023	4355-4389	Sauce - Villanueva 138	138	150	Incorporación SE Villa Nueva II
Línea	1/3/2023	4385-4386	Carlos Fonseca - Villa El Carmen 138	138	150	Incorporación SE Carlos Fonseca
Línea	1/3/2023	4398-4385	Ticuantepé I - Carlos Fonseca 138	138	150	Incorporación SE Carlos Fonseca
Línea	1/3/2023	4405-4984	Planta Nicaragua - EOL1 230	230	330	Incorporación planeada
Línea	1/3/2023	4961-4397	Gateada II - Esperanza II 138	138	150	Incorporación SE Gateada II
Línea	1/7/2023	4402-4423	Sandino - Gas Natural 230A	230	414	Incorporación proyecto GN Puerto Sandino
Línea	1/7/2023	4402-4423	Sandino - Gas Natural 230B	230	414	Incorporación proyecto GN Puerto Sandino
Línea	1/3/2024	4307-4319	Catarina - Masaya 138	138	150	Repotenciación de 100 a 150 MVA
Línea	1/3/2024	4395-4397	Tortuguero - Esperanza II 138	138	150	Incorporación SE Tortuguero
Línea	1/3/2024	4403-4418	León I - Malpaisillo 230	230	414	Incorporación planeada
Línea	1/3/2024	4413-4418	Casita - Malpaisillo 230	230	414	Incorporación planeada
Trafo	1/3/2023	4392-49025	Mateare 1 AT2	230/138/13.8	75	Incorporación planeada segundo trafo

**Tabla 17.** Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período enero 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Costa Rica.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
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 18.** Ampliaciones y modificaciones del sistema de transmisión previstas para el período enero 2023 a diciembre 2024 en el sistema de Panamá.

Elemento	Fecha	Barras	Nombre	Tensión (kV)	Capacidad (MVA)	Nota
Línea	1/1/2023	6018-6123	Cáceres - Miraflores 115 (115-5)	115	114	Retiro planeado
Línea	1/1/2023	6018-6165	Cáceres - La Floresta 115 (115-5A)	115	100	Incorporación planeada
Línea	1/1/2023	6036-6165	Santa Maria - La Floresta 115 (115-35A)	115	100	Incorporación planeada
Línea	1/1/2023	6123-6165	Miraflores - La Floresta 115A (115-35B)	115	100	Incorporación planeada
Línea	1/1/2023	6123-6165	Miraflores - La Floresta 115B (115-5B)	115	100	Incorporación planeada
Línea	1/1/2023	6165-6841	La Floresta - Panamá 3 115A	115	151	Incorporación planeada
Línea	1/1/2023	6165-6841	La Floresta - Panamá 3 115B	115	151	Incorporación planeada
Línea	28/2/2023	6002-6018	Panamá - Cáceres 115C	115	142	Incorporación planeada
Línea	28/2/2023	6008-6240	Llano Sanchez - El Higo 230A (230-3C)	230	611	Repotenciación de 247 a 611 MVA
Línea	28/2/2023	6008-6240	Llano Sanchez - El Higo 230B (230-4C)	230	611	Repotenciación de 247 a 611 MVA
Línea	31/7/2023	6096-6263	Fortuna - Esperanza 230 (230-20A)	230	307	Retiro planeado
Línea	31/7/2023	6096-6837	Fortuna - Chiriquí Grande 230 (230-20A1)	230	307	Incorporación planeada
Línea	31/7/2023	6260-6340	Changuinola - Cañazas 230 (230-30)	230	307	Retiro planeado
Línea	31/7/2023	6260-6837	Changuinola - Chiriquí Grande (230-30B)	230	307	Incorporación planeada
Línea	31/7/2023	6263-6837	Esperanza - Chiriquí Grande (230-20A2)	230	307	Incorporación planeada
Línea	31/8/2023	6001-6005	Panamá - Chorrera 230A (230-3A)	230	611	Repotenciación de 249 a 611 MVA
Línea	31/8/2023	6001-6005	Panamá - Chorrera 230B (230-4A)	230	611	Repotenciación de 249 a 611 MVA
Línea	31/8/2023	6005-6240	Chorrera - El Higo 230A (230-3B)	230	611	Repotenciación de 247 a 611 MVA
Línea	31/8/2023	6005-6240	Chorrera - El Higo 230B (230-4B)	230	611	Repotenciación de 247 a 611 MVA
Línea	31/8/2023	6008-6182	Llano Sánchez - Veladero 230C (230-5A)	230	505	Repotenciación de 249 a 505 MVA
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	6100-6470	Bayano - 24 de Diciembre 230 (230-2A)	230	505	Repotenciación de 202 a 505 MVA
Línea	1/1/2024	6801-6867	Sabanitas - PMedio1 GTPP 230	230	770	Incorporación planeada
Línea	1/1/2024	6801-6875	Sabanitas - PMedio2 GTPP 230	230	770	Incorporación planeada
Línea	1/1/2024	6867-6868	PMedio1 GTPP - Gas To Power Panamá 230	230	818	Incorporación planeada
Línea	1/1/2024	6875-6868	Punto Medio GTPP2 - Gas To Power Panamá 230	230	818	Incorporación planeada
Línea	30/6/2024	6837-6840	Chiriquí Grande - Panamá 3 230A	230	663	Incorporación planeada
Línea	30/6/2024	6837-6840	Chiriquí Grande - Panamá 3 230B	230	663	Incorporación planeada

## 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 **13,560 GWh** en para el año 2023 y **13,578 GWh** para el año 2024, el cual proviene principalmente de centrales hidroeléctricas, la cual representa una proporción en promedio de los dos años de 53% de la matriz eléctrica, seguido por la producción de centrales de biomasa con una proporción de 19.5%, centrales termoeléctricas con una proporción de 12.7%, centrales variables renovables (eólica y solar FV) con una proporción de 32.%, generación distribuida con una proporción de 2.5% y geotérmica con una proporción de 2%. Adicionalmente como importación desde el sistema mexicano para el suministro de energía en Guatemala la energía de la central Energía del Caribe, que inyecta sus flujos por medio de la interconexión México – Guatemala, y cuyo aporte representa el 7.2% de la matriz eléctrica.

En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Guatemala.

**Tabla 19.** Despacho de energía estimado para el sistema de Guatemala por tipo de recurso para el período enero 2023 a diciembre 2024 (GWh).

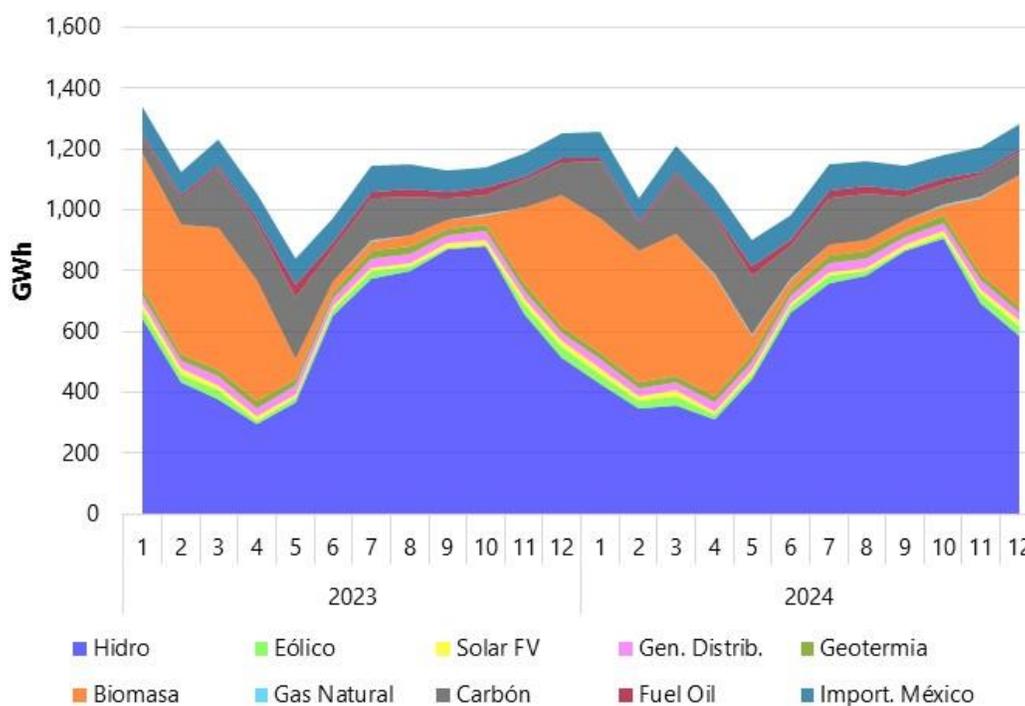
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Gen. Distrib.	Geotermia	Biomasa	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Import. México	Total
01/2023	639.91	32.59	18.77	28.51	23.77	440.75	1.86	53.64	11.51	86.48	1,337.79
02/2023	434.95	25.49	16.24	25.75	21.42	427.84	1.68	83.78	10.39	78.28	1,125.82
03/2023	377.76	31.27	15.98	28.51	20.45	465.85	1.86	192.68	11.52	86.67	1,232.55
04/2023	294.55	12.41	12.90	27.59	23.00	396.56	1.80	189.52	11.14	83.87	1,053.34
05/2023	365.30	14.98	11.98	28.51	24.22	62.05	1.86	201.45	42.95	86.66	839.96
06/2023	650.31	22.40	7.97	27.59	19.32	33.92	1.80	106.14	20.02	83.87	973.34
07/2023	772.86	26.20	11.14	28.51	24.05	34.95	1.86	137.29	23.37	83.69	1,143.92
08/2023	796.27	18.10	11.60	28.51	24.04	34.69	1.86	129.55	23.42	80.91	1,148.95
09/2023	871.34	5.18	11.77	27.59	19.80	30.44	1.73	69.43	22.35	67.71	1,127.34
10/2023	877.76	9.06	14.49	28.51	22.70	30.70	1.80	64.20	23.08	68.02	1,140.32
11/2023	658.67	30.12	16.64	27.59	23.06	249.72	1.80	90.27	12.65	73.73	1,184.25
12/2023	516.51	32.20	18.89	28.51	20.59	430.83	1.86	107.39	11.51	84.32	1,252.61
<b>Total 2023</b>	<b>7,256.18</b>	<b>259.96</b>	<b>168.35</b>	<b>335.73</b>	<b>266.44</b>	<b>2,638.29</b>	<b>21.79</b>	<b>1,425.32</b>	<b>223.91</b>	<b>964.20</b>	<b>13,560.17</b>



Continuación **Tabla 19**. Despacho de energía estimado para el sistema de Guatemala por tipo de recurso para el período enero 2023 a diciembre 2024 (GWh).

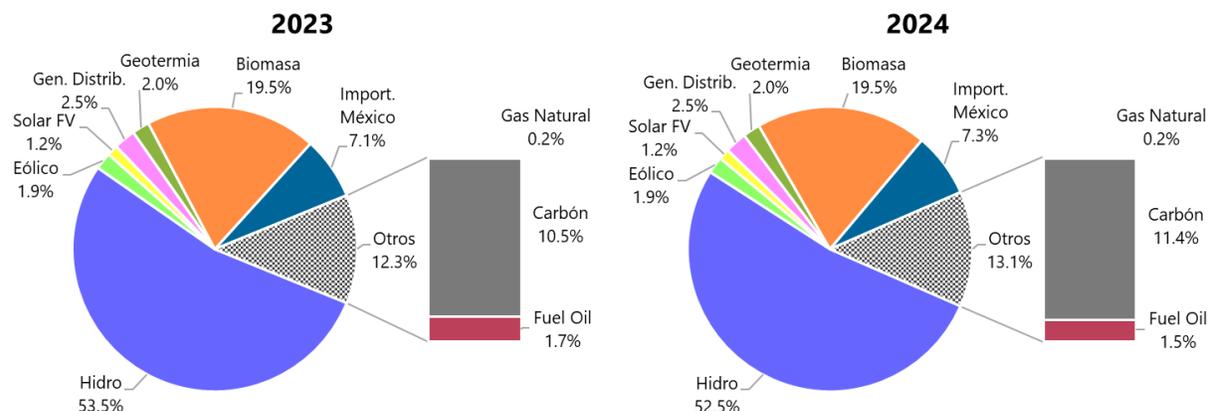
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Gen. Distrib.	Geotermia	Biomasa	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Import. México	Total
01/2024	427.40	32.59	18.77	28.51	23.77	440.75	1.86	183.34	11.52	86.41	1,254.92
02/2024	345.90	25.49	16.24	25.75	21.42	427.84	1.68	85.28	10.39	78.28	1,038.27
03/2024	357.54	31.27	15.98	28.51	20.45	465.85	1.86	192.68	11.50	86.67	1,212.31
04/2024	312.99	12.41	12.90	27.59	23.00	396.56	1.80	189.52	11.14	83.87	1,071.78
05/2024	444.30	14.98	11.98	28.51	24.22	62.05	1.86	195.84	29.50	86.66	899.90
06/2024	659.34	22.40	7.97	27.59	19.32	33.92	1.80	107.48	19.74	83.87	983.43
07/2024	758.09	26.20	11.14	28.51	24.05	34.95	1.86	152.63	23.20	86.67	1,147.30
08/2024	780.91	18.10	11.60	28.51	24.04	35.03	1.86	152.09	23.53	86.22	1,161.89
09/2024	866.33	5.18	11.77	27.59	19.80	33.31	1.79	75.99	22.43	77.60	1,141.79
10/2024	905.97	9.06	14.49	28.51	22.70	33.49	1.83	65.94	23.13	75.71	1,180.83
11/2024	691.63	30.12	16.64	27.59	23.06	249.51	1.80	73.20	12.65	76.66	1,202.86
12/2024	583.65	32.20	18.89	28.51	20.59	430.49	1.86	71.75	11.50	83.28	1,282.72
<b>Total 2024</b>	<b>7,134.03</b>	<b>259.96</b>	<b>168.35</b>	<b>335.73</b>	<b>266.44</b>	<b>2,643.73</b>	<b>21.87</b>	<b>1,545.71</b>	<b>210.31</b>	<b>991.89</b>	<b>13,578.02</b>

En la **Figura 10** se muestra la estimación del despacho cronológico de energía por tipo de recurso para el sistema de Guatemala en el periodo de enero 2023 a diciembre 2024.



**Figura 10.** Despacho de energía estimado para el sistema de Guatemala por tipo de recurso para el período enero 2023 a diciembre 2024 (GWh).

Por otra parte, en la **Figura 11** se muestra la composición porcentual por recurso del despacho de generación en el sistema de Guatemala para los años 2023 y 2024.



**Figura 11.** Matriz del despacho energético estimado para el sistema de Guatemala por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

#### 4.1.2. Intercambios en el MER

Las exportaciones estimadas de Guatemala hacia el MER totalizan **1,753.9 GWh** en el año 2023 y **1409.8 GWh** en el año 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 **289.6 GWh** en el año 2023 y **313.9 GWh** en el año 2024, las cuales ocurren principalmente en los meses de abril, mayo y junio.

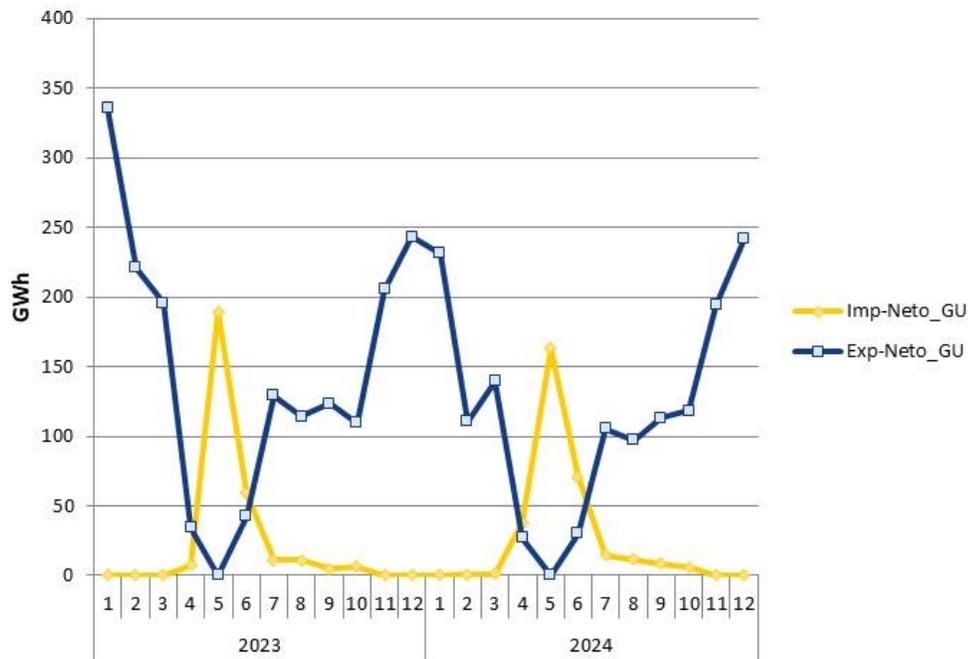
En la tabla que sigue a continuación se presenta el detalle de las exportaciones e importaciones netas estimadas de Guatemala en el MER para los años 2023 y 2024.



**Tabla 20.** Exportaciones e importaciones netas estimadas de Guatemala en el MER para los años 2023 y 2024 (GWh).

<b>Etapa</b>	<b>Importación Neta</b>	<b>Exportación Neta</b>
01/2023	0.0	335.4
02/2023	0.0	221.3
03/2023	0.0	195.9
04/2023	7.4	34.0
05/2023	189.8	0.0
06/2023	58.9	42.4
07/2023	11.0	129.2
08/2023	10.9	114.5
09/2023	4.9	123.5
10/2023	6.2	109.4
11/2023	0.4	205.5
12/2023	0.0	243.1
<b>Total 2023</b>	<b>289.6</b>	<b>1,753.9</b>
01/2024	0.0	231.4
02/2024	0.7	110.4
03/2024	1.1	139.6
04/2024	37.7	27.0
05/2024	163.4	0.1
06/2024	71.1	30.3
07/2024	14.5	105.7
08/2024	11.5	97.4
09/2024	8.2	113.4
10/2024	5.7	118.4
11/2024	0.1	194.2
12/2024	0.0	242.0
<b>Total 2024</b>	<b>313.9</b>	<b>1,409.8</b>

Como se puede observar en la **Figura 12**, es notable el hecho que el sistema guatemalteco resulta con mayor tendencia exportadora, debido que las inyecciones de energía al MER toman valores considerablemente mayores que los retiros en el período del estudio.



**Figura 12.** Exportaciones e importaciones netas estimadas de Guatemala en el MER para los años 2023 y 2024.

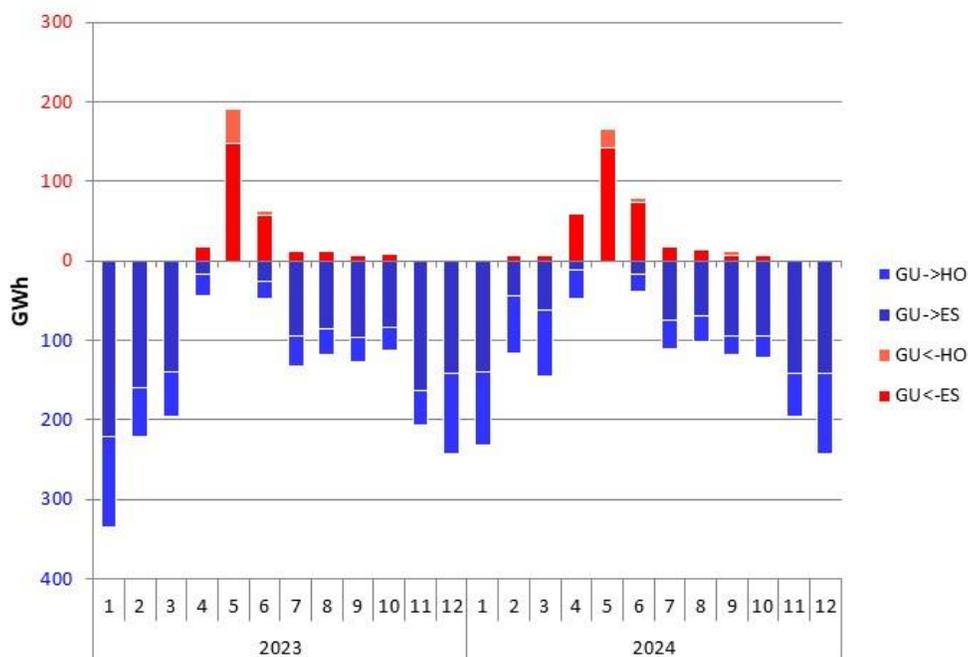
Los intercambios de energía en el MER del sistema guatemalteco resultan a partir de los flujos de energía a través de las interconexiones con los sistemas vecinos de El Salvador y Honduras, cuyos flujos son mayores por medio de las interconexiones con El Salvador, tanto en las exportaciones como en las importaciones, tal como se puede observar en la **Tabla 21**.



**Tabla 21.** Exportaciones e importaciones estimadas de Guatemala a través de las interconexiones con El Salvador y Honduras para los años 2023 y 2024(GWh).

<b>Etapa</b>	<b>Importaciones desde El Salvador</b>	<b>Importaciones desde Honduras</b>	<b>Exportaciones hacia El Salvador</b>	<b>Exportaciones hacia Honduras</b>
01/2023	0.0	0.0	221.0	114.4
02/2023	0.0	0.0	159.7	61.6
03/2023	0.1	0.0	139.3	56.6
04/2023	17.2	0.1	17.1	26.8
05/2023	147.3	43.0	0.0	0.5
06/2023	56.4	6.6	26.6	20.0
07/2023	12.7	1.1	95.1	36.8
08/2023	12.9	1.2	85.9	31.7
09/2023	6.7	1.2	96.3	30.1
10/2023	9.3	0.7	84.4	28.8
11/2023	0.7	0.1	162.3	43.6
12/2023	0.1	0.0	140.8	102.4
<b>Total 2023</b>	<b>263.3</b>	<b>53.9</b>	<b>1,228.4</b>	<b>553.2</b>
01/2024	0.0	0.0	139.1	92.3
02/2024	6.1	0.0	44.2	71.6
03/2024	6.6	0.0	62.3	82.8
04/2024	58.3	0.2	10.6	37.2
05/2024	141.7	24.1	0.0	2.5
06/2024	72.8	5.8	17.1	20.6
07/2024	18.0	1.6	74.6	36.2
08/2024	13.6	1.9	68.8	32.6
09/2024	7.2	4.9	94.2	23.1
10/2024	6.8	2.5	93.7	28.3
11/2024	0.3	0.3	142.1	52.7
12/2024	0.3	0.0	142.2	100.1
<b>Total 2024</b>	<b>331.6</b>	<b>41.3</b>	<b>888.9</b>	<b>580.0</b>

En la **Figura 13** 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 13.** 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 rondan entre 59.85 y 127.81 US\$/MWh en el año 2023, y su valor promedio ponderado para el año 2023 es de **85.14 US\$/MWh**. En el año 2024 los valores por bloque rondan entre 62.01 y 116.48 US\$/MWh, el valor promedio ponderado de ese año se estima en **83.24 US\$/MWh**.

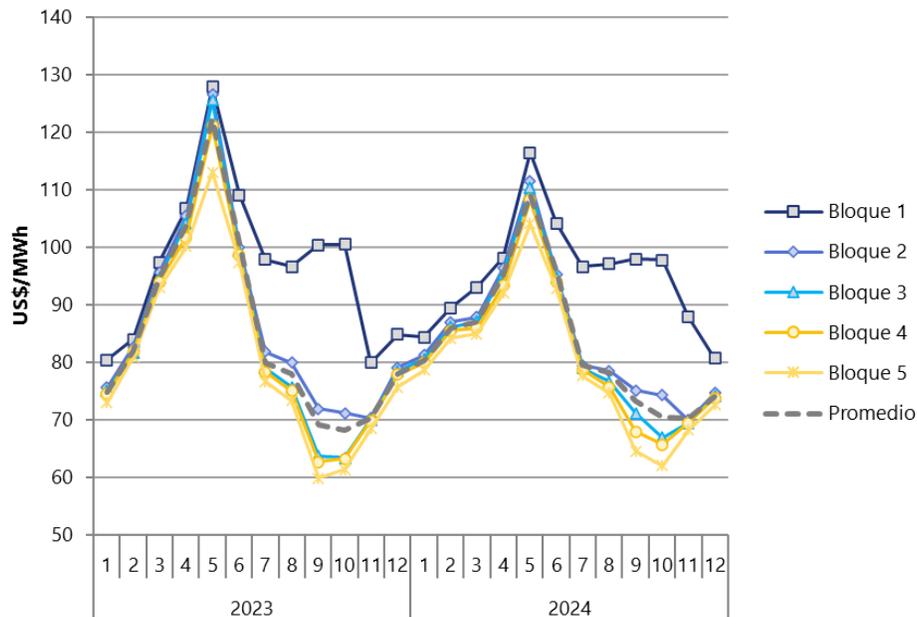
En la **Tabla 22** se presenta el costo marginal mensual por bloque del sistema de Guatemala para los años 2023 y 2024.



**Tabla 22.** Costo marginal por bloque estimado del sistema de Guatemala para los años 2023 y 2024 (US\$/MWh).

Etapa	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Promedio
01/2023	80.47	75.64	75.04	74.49	72.96	74.74
02/2023	84.03	82.71	81.78	81.82	80.86	81.89
03/2023	97.43	95.57	94.77	94.05	92.95	94.63
04/2023	106.74	105.46	104.16	101.72	100.10	103.78
05/2023	127.81	126.58	125.62	121.05	113.08	122.36
06/2023	109.08	99.94	99.39	98.68	97.44	100.61
07/2023	97.85	81.82	79.03	78.35	76.67	79.92
08/2023	96.69	80.00	75.70	75.06	73.32	77.93
09/2023	100.42	71.91	63.75	62.66	59.85	69.12
10/2023	100.52	71.15	63.41	63.26	61.39	68.26
11/2023	79.93	70.37	70.09	69.85	68.41	70.27
12/2023	84.86	79.13	78.49	77.86	75.76	77.98
<b>Total 2023</b>	<b>97.15</b>	<b>86.69</b>	<b>84.27</b>	<b>83.24</b>	<b>81.07</b>	<b>85.14</b>
01/2024	84.39	81.24	80.60	80.00	78.61	80.25
02/2024	89.51	87.01	86.18	85.50	84.24	85.91
03/2024	93.05	87.89	87.15	85.98	84.98	87.06
04/2024	98.17	96.38	95.38	93.30	92.03	95.12
05/2024	116.48	111.43	110.46	108.25	104.10	109.11
06/2024	104.20	95.29	94.74	93.98	92.91	95.94
07/2024	96.64	79.51	79.01	78.75	77.70	79.60
08/2024	97.16	78.53	76.65	75.76	74.71	78.19
09/2024	97.99	75.12	71.19	67.97	64.60	73.24
10/2024	97.81	74.28	66.96	65.75	62.01	70.40
11/2024	87.88	69.96	69.46	69.47	68.29	70.34
12/2024	80.71	74.69	74.09	73.86	72.61	74.00
<b>Total 2024</b>	<b>95.33</b>	<b>84.28</b>	<b>82.66</b>	<b>81.55</b>	<b>79.73</b>	<b>83.24</b>

De manera comparativa, la **Figura 14** ilustra el comportamiento de los costos marginales estimados por bloque del sistema de Guatemala para cada uno de los meses del período de estudio.

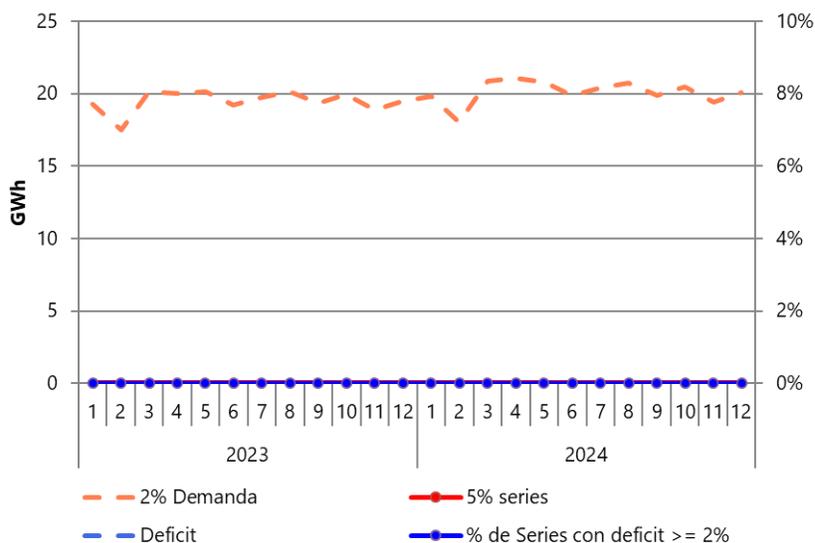


**Figura 14.** Costo marginal promedio por bloque estimado del sistema de Guatemala para los años 2023 y 2024.

#### 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 15** se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados en el sistema de Guatemala para los años 2023 y 2024.



**Figura 15.** Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de Guatemala para los años 2023 y 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 **6,535 GWh** en para el año 2023 y **7,508 GWh** para el año 2024, el cual proviene principalmente de centrales hidroeléctricas, la cual representa una proporción en promedio de los dos años de 33.4% de la matriz eléctrica, seguido por la producción de centrales termoeléctricas con una proporción de 23.8%, centrales geotérmicas con una proporción de 21.5%, centrales variables renovables (eólica y solar FV) con una proporción de 13.7% y finalmente centrales de biomasa con una proporción de 7.5%.

En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Honduras.

**Tabla 23.** Despacho de energía estimado para el sistema de El Salvador por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

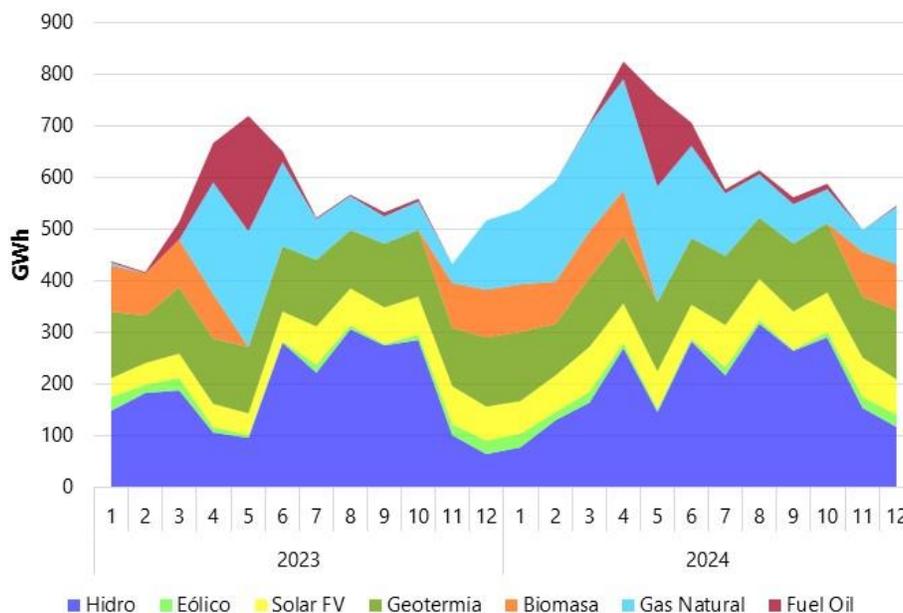
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Gas Natural	Fuel Oil	Total
01/2023	147.32	26.20	37.46	129.82	90.25	3.18	3.03	437.26
02/2023	182.63	15.30	41.66	93.71	81.51	0.00	0.77	415.58
03/2023	188.75	21.52	48.44	129.82	90.25	0.88	34.75	514.41
04/2023	105.38	11.41	45.13	125.65	87.33	215.43	75.88	666.21
05/2023	94.66	5.27	43.22	129.82	0.00	222.61	224.87	720.45
06/2023	278.96	4.66	58.10	125.65	0.00	161.89	22.31	651.57
07/2023	221.45	16.23	73.63	129.82	0.00	78.51	3.01	522.65
08/2023	306.18	8.63	69.14	114.92	0.00	64.05	3.71	566.63
09/2023	273.44	4.14	70.06	125.65	0.00	51.80	6.71	531.80
10/2023	285.84	9.65	73.79	129.82	0.00	54.84	5.14	559.08
11/2023	99.83	21.03	76.13	112.33	87.33	35.50	0.00	432.15
12/2023	65.29	24.80	67.01	134.60	90.25	135.13	0.00	517.08
<b>Total 2023</b>	<b>2,249.75</b>	<b>168.84</b>	<b>703.75</b>	<b>1,481.78</b>	<b>526.92</b>	<b>1,023.82</b>	<b>380.26</b>	<b>6,535.12</b>



Continuación **Tabla 23**. Despacho de energía estimado para el sistema de El Salvador por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

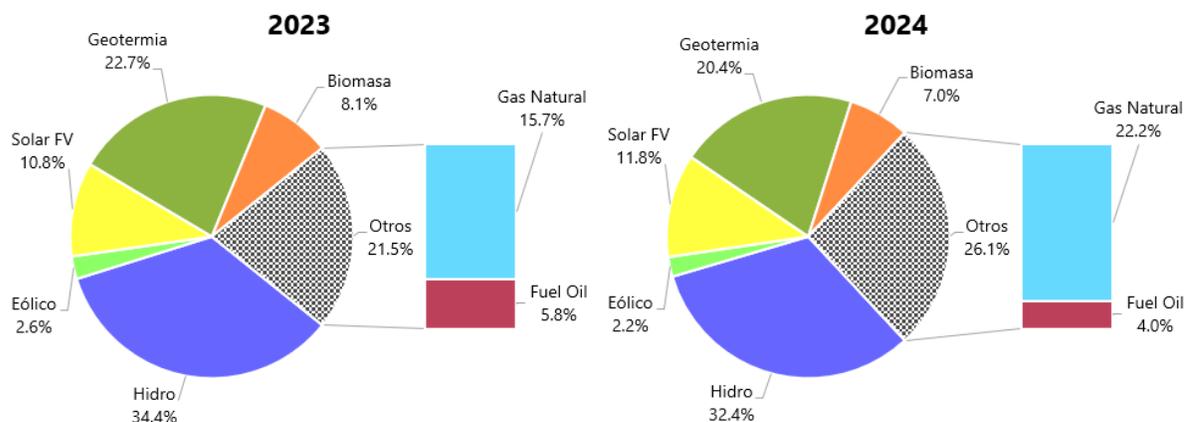
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Gas Natural	Fuel Oil	Total
01/2024	76.64	26.20	64.51	134.60	90.25	144.65	0.00	536.85
02/2024	131.07	15.30	71.34	98.03	81.51	195.00	0.06	592.31
03/2024	164.38	21.52	86.18	134.60	90.25	207.70	2.06	706.69
04/2024	269.39	11.41	76.12	130.28	87.33	215.03	33.98	823.54
05/2024	146.27	5.27	72.46	134.60	0.00	222.61	178.09	759.30
06/2024	283.55	4.66	64.64	130.28	0.00	179.23	43.34	705.70
07/2024	216.74	16.23	81.43	134.60	0.00	121.19	7.83	578.02
08/2024	316.93	8.63	76.77	119.70	0.00	84.80	7.84	614.67
09/2024	263.39	4.14	72.88	130.28	0.00	78.37	12.61	561.67
10/2024	290.28	9.65	76.71	134.60	0.00	65.38	10.23	586.85
11/2024	154.36	21.03	76.13	116.96	87.33	41.26	1.02	498.09
12/2024	116.96	24.80	67.01	134.60	90.25	110.69	0.06	544.37
<b>Total 2024</b>	<b>2,430.03</b>	<b>168.84</b>	<b>886.17</b>	<b>1,533.29</b>	<b>526.92</b>	<b>1,665.91</b>	<b>297.23</b>	<b>7,508.39</b>

En la **Figura 16** se muestra el comportamiento del despacho de energía estimado en el sistema de El Salvador por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.



**Figura 16.** Despacho de energía estimado para el sistema de El Salvador por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

Por otra parte, en la **Figura 17** se muestra la composición porcentual por recurso del despacho de generación en el sistema de El Salvador para los años 2023 y 2024.



**Figura 17.** Matriz del despacho energético estimado para el sistema de El Salvador por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

#### 4.2.2. Intercambios en el MER

Las importaciones netas de El Salvador totalizan **1,000 GWh** en el año 2023 y **652 GWh** en 2024, en tanto que las exportaciones netas de este sistema totalizan **259 GWh** en el año 2023 y **506 GWh** en 2024. Puede observarse que las exportaciones son mayores en los meses de abril, mayo y junio, mientras que las importaciones lo son desde el mes de julio hasta enero.

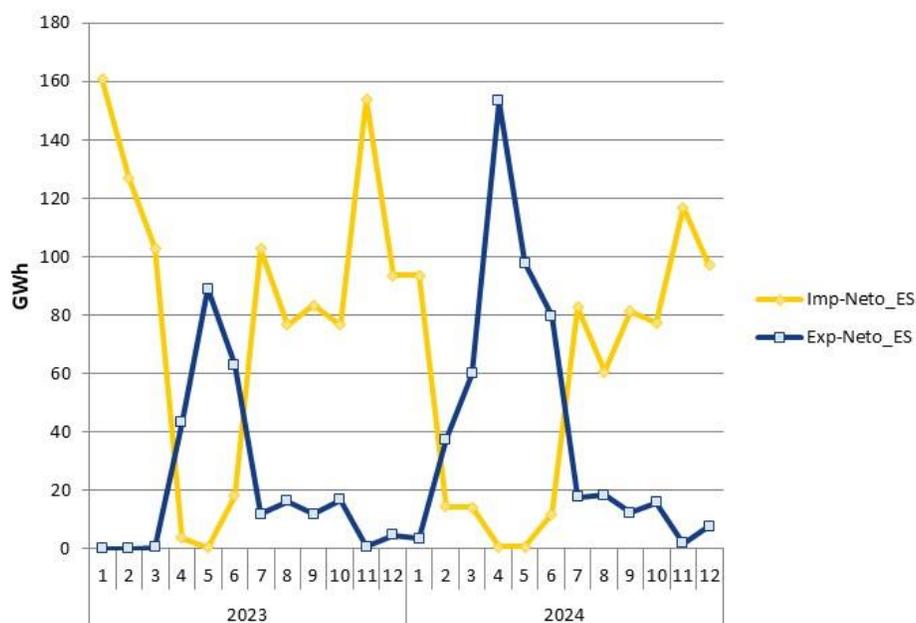
En la **Tabla 24** se muestra el detalle de los intercambios netos de energía estimados de El Salvador en el MER para los años 2023 y 2024.



**Tabla 24.** Exportaciones e importaciones netas de El Salvador en el MER (GWh).

<b>Etapa</b>	<b>Importaciones Netas</b>	<b>Exportaciones Netas</b>
01/2023	160.7	0.0
02/2023	126.9	0.1
03/2023	103.0	0.5
04/2023	3.9	43.3
05/2023	0.4	89.1
06/2023	18.3	63.0
07/2023	102.7	11.8
08/2023	76.8	16.3
09/2023	83.5	11.9
10/2023	76.7	16.7
11/2023	154.1	0.8
12/2023	93.8	4.8
<b>Total</b>	<b>1,000.9</b>	<b>258.5</b>
01/2024	93.8	3.6
02/2024	14.6	37.4
03/2024	14.3	60.0
04/2024	0.8	153.4
05/2024	0.8	97.8
06/2024	12.0	79.8
07/2024	82.7	17.6
08/2024	60.6	18.3
09/2024	81.4	12.3
10/2024	77.3	15.8
11/2024	116.9	2.0
12/2024	97.2	7.8
<b>Total</b>	<b>652.4</b>	<b>505.9</b>

En la **Figura 18** 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 toman valores mayores que las inyecciones en ambos años.



**Figura 18.** Exportaciones e Importaciones netas estimadas de El Salvador en el MER para los años 2023 y 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 25**.

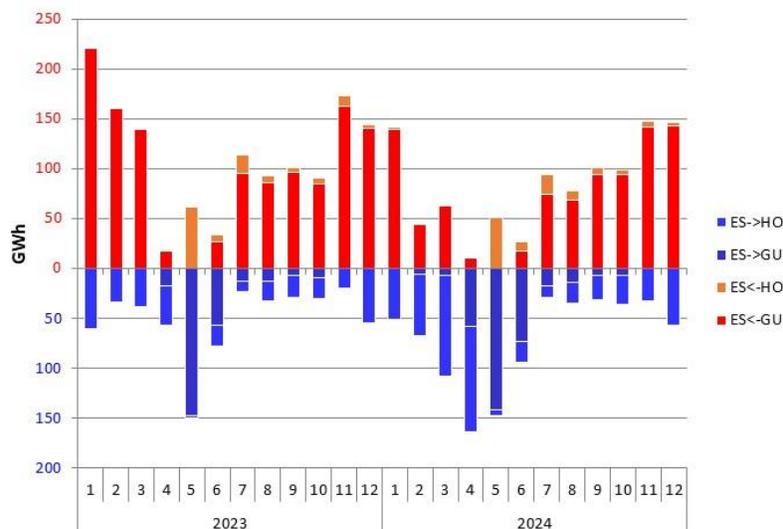
**Tabla 25.** Exportaciones e importaciones de El Salvador a través de las interconexiones con Guatemala y Honduras (GW) para los años 2023 y 2024.

Etapa	Importaciones desde Guatemala	Importaciones desde Honduras	Exportaciones hacia Guatemala	Exportaciones hacia Honduras
01/2023	221.0	0.0	0.0	60.3
02/2023	159.7	1.0	0.0	33.9
03/2023	139.3	1.3	0.1	38.1
04/2023	17.1	1.0	17.2	40.2
05/2023	0.0	61.6	147.3	3.0
06/2023	26.6	6.8	56.4	21.6
07/2023	95.1	18.6	12.7	10.1
08/2023	85.9	6.8	12.9	19.3
09/2023	96.3	4.5	6.7	22.5
10/2023	84.4	6.2	9.3	21.3
11/2023	162.3	10.6	0.7	18.9
12/2023	140.8	3.3	0.1	55.1
<b>Total 2023</b>	<b>1,228.4</b>	<b>121.5</b>	<b>263.3</b>	<b>344.1</b>

Continuación **Tabla 25**. Exportaciones e importaciones de El Salvador a través de las interconexiones con Guatemala y Honduras (GW) para los años 2023 y 2024.

Etapa	Importaciones desde Guatemala	Importaciones desde Honduras	Exportaciones hacia Guatemala	Exportaciones hacia Honduras
01/2024	139.1	2.3	0.0	51.2
02/2024	44.2	0.3	6.1	61.3
03/2024	62.3	0.3	6.6	101.6
04/2024	10.6	0.1	58.3	105.1
05/2024	0.0	50.6	141.7	5.9
06/2024	17.1	9.2	72.8	21.3
07/2024	74.6	19.6	18.0	11.1
08/2024	68.8	8.6	13.6	21.5
09/2024	94.2	6.6	7.2	24.6
10/2024	93.7	4.5	6.8	29.8
11/2024	142.1	5.3	0.3	32.2
12/2024	142.2	4.1	0.3	56.7
<b>Total 2024</b>	<b>888.9</b>	<b>111.5</b>	<b>331.6</b>	<b>522.2</b>

La **Figura 19** 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 19.** Exportaciones e importaciones estimadas de El Salvador a través de las interconexiones con Guatemala y Honduras para los años 2023 y 2024.

### 4.2.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de El Salvador rondan entre 64.70 y 124.64 US\$/MWh en el año 2023, y el valor promedio ponderado para ese año es de **90.91 US\$/MWh**. En el año 2024 los valores por bloque rondan entre 67.84 y 116.32 US\$/MWh, con un valor promedio ponderado para ese año de **85.95 US\$/MWh**.

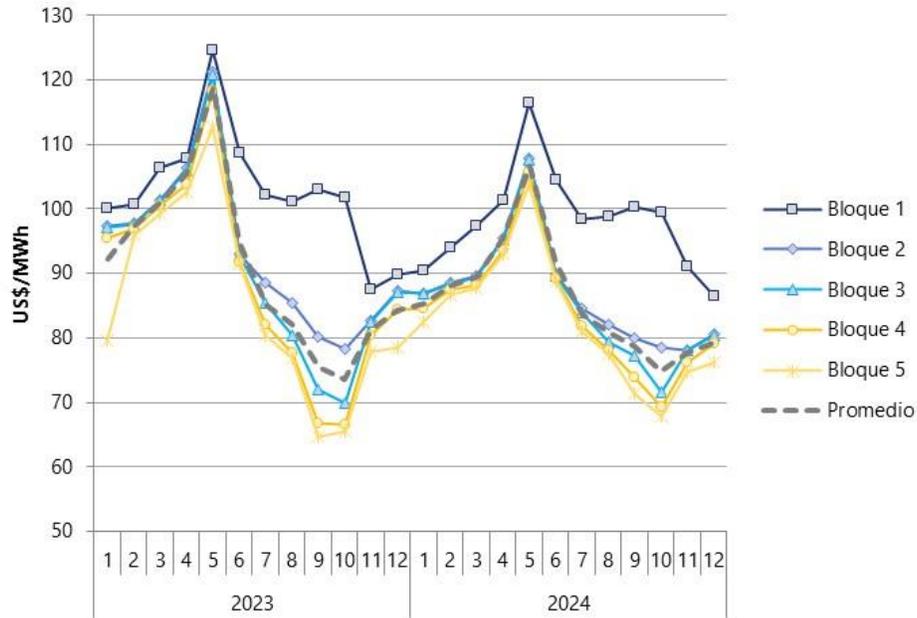
En la **Tabla 26** se presenta el costo marginal mensual por bloque del sistema de El Salvador para los años 2023 y 2024.

**Tabla 26.** Costo marginal promedio mensual estimado por bloque del sistema de El Salvador para los años 2023 y 2024 (US\$/MWh).

<b>Etap</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>	<b>Bloque 3</b>	<b>Bloque 4</b>	<b>Bloque 5</b>	<b>Promedio</b>
01/2023	100.05	97.29	97.22	95.46	79.51	92.19
02/2023	100.68	97.77	97.66	96.91	95.95	97.24
03/2023	106.36	101.3	101.31	100.55	99.25	101.07
04/2023	107.73	106.37	105.88	103.88	102.57	105.36
05/2023	124.64	121.24	120.83	118.37	112.73	118.85
06/2023	108.73	92.93	92.65	91.73	91.41	94.91
07/2023	102.09	88.46	85.5	82.1	80.38	85.05
08/2023	101.06	85.46	80.47	77.67	76.72	82.13
09/2023	103.07	80.26	71.94	66.76	64.7	75.36
10/2023	101.81	78.23	69.99	66.46	65.48	73.52
11/2023	87.51	82.61	82.51	80.33	77.93	81.31
12/2023	89.76	87.34	87.17	84.3	78.46	84.33
<b>Total 2023</b>	<b>102.79</b>	<b>93.27</b>	<b>91.1</b>	<b>88.71</b>	<b>85.42</b>	<b>90.91</b>
01/2024	90.42	86.97	86.88	84.63	82.55	85.37
02/2024	94.01	88.45	88.33	87.52	86.74	88.05
03/2024	97.39	89.61	89.39	88.23	87.64	89.41
04/2024	101.4	95.47	95.18	93.65	93.05	95.43
05/2024	116.32	107.87	107.59	105.67	103.9	106.71
06/2024	104.55	89.81	89.52	89.08	88.81	91.8
07/2024	98.36	84.49	83.84	81.88	81.01	83.57
08/2024	98.9	82.06	79.28	78	77.44	80.94
09/2024	100.3	79.99	77.27	73.87	71.45	78.67
10/2024	99.37	78.5	71.63	69.19	67.84	74.73
11/2024	91.05	78.15	78.04	76.29	74.77	77.67
12/2024	86.4	80.57	80.42	79.21	76.19	79.25
<b>Total 2024</b>	<b>98.2</b>	<b>86.83</b>	<b>85.62</b>	<b>83.93</b>	<b>82.62</b>	<b>85.95</b>



De manera comparativa, la **Figura 20** 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.

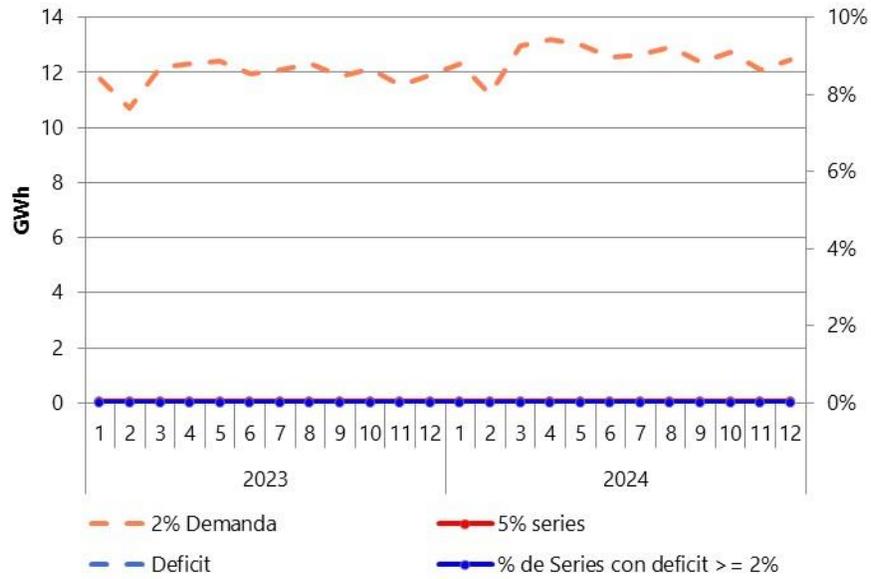


**Figura 20.** Costo marginal promedio por bloque estimado del sistema de El Salvador para los años 2023 y 2024.

#### 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 21** se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados en el sistema de El Salvador para los años 2023 y 2024.



**Figura 21.** Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de El Salvador para los años 2023 y 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 **9,619 GWh** en para el año 2023 y **10,031 GWh** para el año 2024, el cual proviene principalmente de centrales hidroeléctricas aportando una proporción promedio para los dos años de 41.1% a la matriz eléctrica, seguido por la producción de centrales termoeléctricas con una proporción de 29%, centrales variables renovables (eólica y solar FV) con una proporción de 18.8%, centrales de biomasa con una proporción de 8% y geotérmicas con una proporción de 3.1%.

En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Honduras.

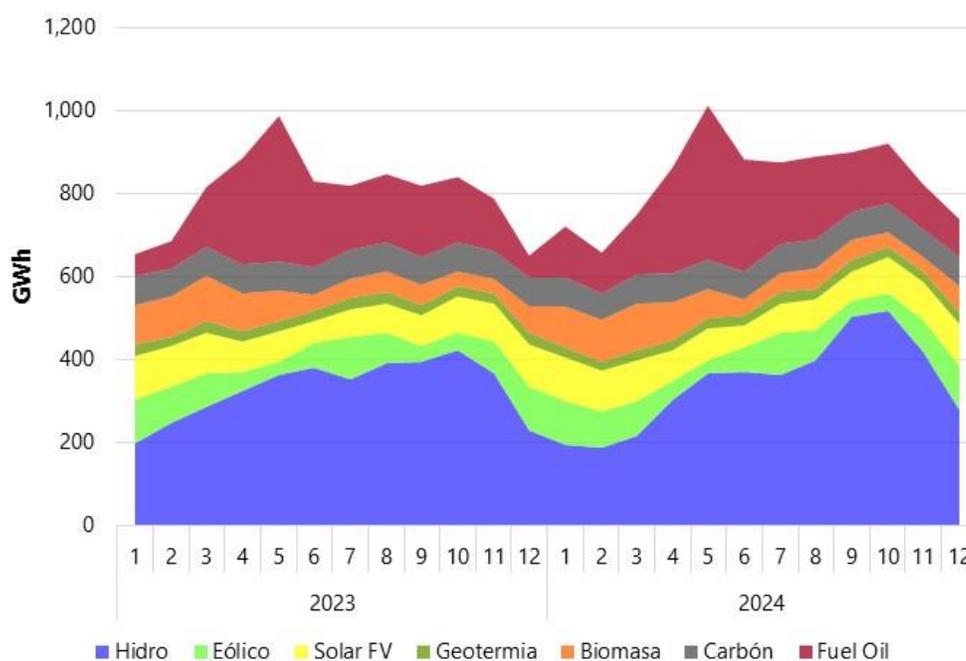
**Tabla 27.** Despacho de energía estimado para el sistema de Honduras por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Carbón	Fuel Oil	Total
01/2023	199.26	104.87	105.57	25.60	96.82	70.31	51.45	653.88
02/2023	247.81	86.69	96.72	23.12	99.51	63.50	69.66	687.01
03/2023	284.37	83.42	98.24	25.60	111.18	70.31	142.25	815.37
04/2023	325.24	44.26	75.22	24.77	90.52	68.04	257.84	885.89
05/2023	361.24	31.53	75.52	25.60	71.15	70.31	351.50	986.85
06/2023	379.90	58.74	52.92	24.77	39.33	68.04	204.57	828.27
07/2023	350.42	101.82	70.03	25.60	47.93	70.31	153.11	819.22
08/2023	391.17	73.78	71.39	25.60	48.99	70.31	165.09	846.33
09/2023	394.96	38.58	71.35	24.77	50.56	68.04	170.03	818.29
10/2023	423.84	40.52	87.73	25.60	33.58	70.31	157.33	838.91
11/2023	364.58	79.60	90.64	24.77	33.01	68.04	126.51	787.15
12/2023	230.04	103.15	104.18	25.60	63.75	70.31	54.53	651.56
<b>Total 2023</b>	<b>3,952.89</b>	<b>846.94</b>	<b>999.50</b>	<b>301.39</b>	<b>786.33</b>	<b>827.83</b>	<b>1,903.94</b>	<b>9,618.82</b>

Continuación **Tabla 27**. Despacho de energía estimado para el sistema de Honduras por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

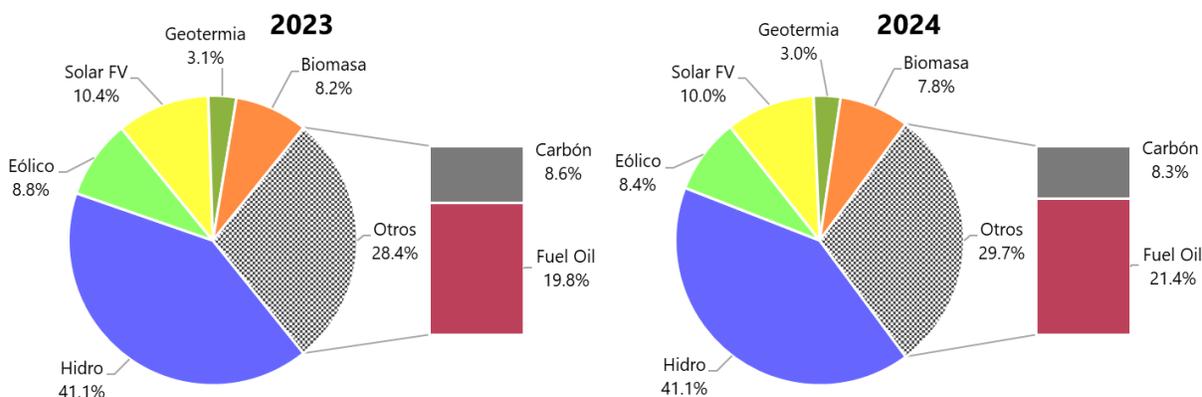
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Carbón	Fuel Oil	Total
01/2024	194.74	104.87	105.57	25.60	96.82	70.31	124.28	722.19
02/2024	188.46	86.69	96.72	23.12	99.51	63.50	98.44	656.44
03/2024	215.43	83.42	98.24	25.60	111.18	70.31	145.66	749.84
04/2024	304.33	44.26	75.22	24.77	90.52	68.04	257.97	865.11
05/2024	366.71	31.53	75.52	25.60	71.15	70.31	371.75	1,012.57
06/2024	368.94	58.74	52.92	24.77	39.33	68.04	269.04	881.78
07/2024	364.26	101.82	70.03	25.60	47.93	70.31	194.26	874.21
08/2024	398.63	73.78	71.39	25.60	48.99	70.31	199.59	888.29
09/2024	503.47	38.58	71.35	24.77	50.56	68.04	141.35	898.12
10/2024	518.69	40.52	87.73	25.60	33.58	70.31	143.98	920.41
11/2024	417.86	79.60	90.64	24.77	33.01	68.04	108.77	822.69
12/2024	279.50	103.15	104.18	25.60	63.75	70.31	93.33	739.82
<b>Total 2024</b>	<b>4,121.00</b>	<b>846.94</b>	<b>999.50</b>	<b>301.39</b>	<b>786.33</b>	<b>827.83</b>	<b>2,148.40</b>	<b>10,031.39</b>

En la **Figura 22** se ilustra el comportamiento del despacho cronológico de energía estimado de Honduras por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.



**Figura 22.** Despacho de energía estimado para el sistema de Honduras por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

Por otra parte, en la **Figura 23** se muestra la composición porcentual por tipo de recurso del despacho de generación en el sistema de Honduras para los años 2023 y 2024.



**Figura 23.** Matriz del despacho energético estimado para el sistema de Honduras por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

#### 4.3.2. Intercambios en el MER

De acuerdo con los intercambios estimados, las importaciones netas de Honduras totalizan **1,255 GWh** en el año 2023 y **2,048.44 GWh** en el año 2024, mientras que las exportaciones netas totalizan **121 GWh** en 2023 y **4.92 GWh** en el año 2024.

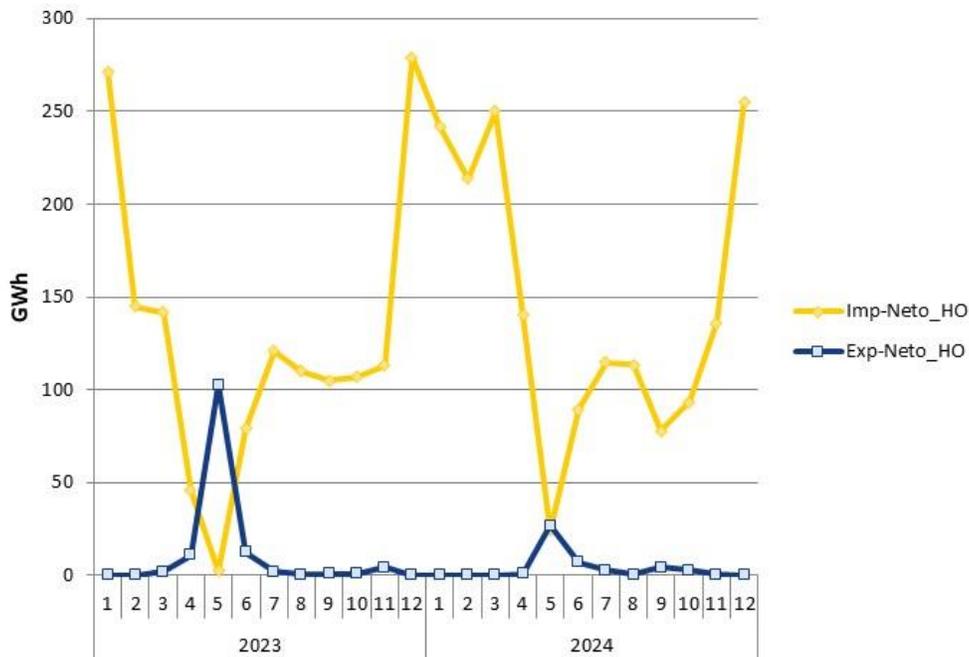
Las importaciones y exportaciones netas de Honduras en el MER se presentan con detalle mensual en la **Tabla 28**, en donde puede notarse que las exportaciones son prácticamente nulas en todo el período y solo toma valores más o menos significativos en los meses de mayo, mientras que las importaciones mantienen valores significativos todo el período, excepto los meses de mayo.



**Tabla 28.** Exportaciones e importaciones netas estimadas de Honduras en el MER para los años 2023 y 2024(GWh).

<b>Etap</b>	<b>Importaciones Netas</b>	<b>Exportaciones Netas</b>
01/2023	271.4	0.0
02/2023	144.8	0.3
03/2023	141.9	2.0
04/2023	45.7	11.1
05/2023	2.4	102.9
06/2023	79.3	12.7
07/2023	120.7	2.1
08/2023	110.0	0.5
09/2023	104.9	0.9
10/2023	106.8	0.8
11/2023	113.1	4.5
12/2023	279.2	0.0
<b>Total 2023</b>	<b>1,520.3</b>	<b>137.8</b>
01/2024	242.0	0.0
02/2024	213.7	0.0
03/2024	250.0	0.0
04/2024	140.3	1.1
05/2024	24.1	26.9
06/2024	89.5	7.3
07/2024	114.7	2.8
08/2024	113.6	0.5
09/2024	77.8	4.3
10/2024	93.4	2.7
11/2024	136.1	0.7
12/2024	255.2	0.0
<b>Total 2024</b>	<b>1,750.3</b>	<b>46.2</b>

Como se puede observar en la **Figura 24** 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 24.** Exportaciones e importaciones netas estimadas de Honduras en el MER para los años 2023 y 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 29**.

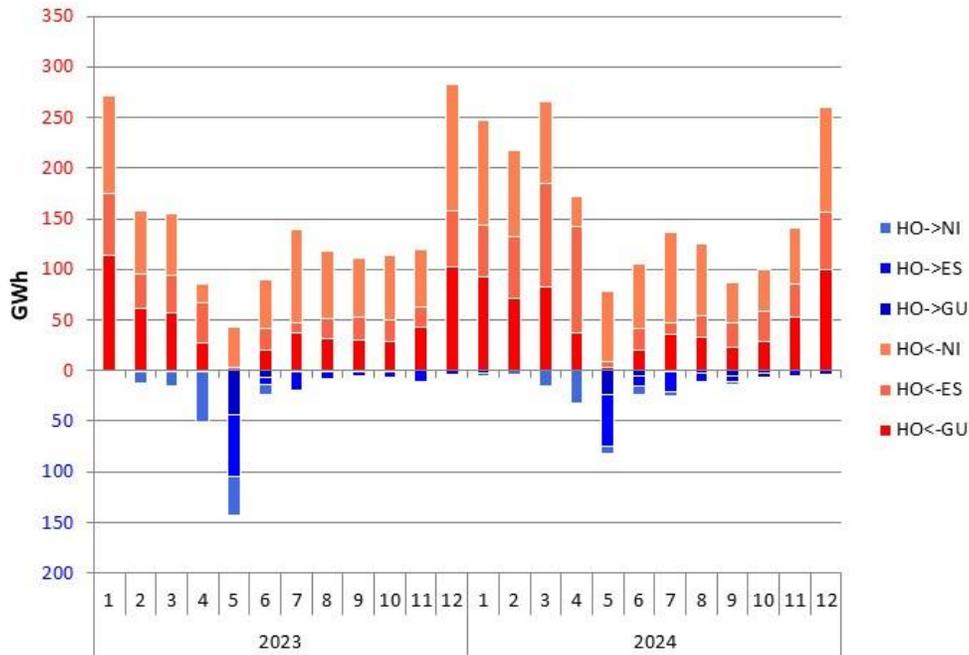
Puede notarse que las exportaciones, que son considerablemente menores que las importaciones, se dan principalmente por medio de las interconexiones con El Salvador y Nicaragua, y en menor proporción por medio de las interconexiones con Guatemala. Las importaciones, que son considerablemente mayores 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 29.** Exportaciones e importaciones estimadas de Honduras a través de las interconexiones con Guatemala, El Salvador y Nicaragua para los años 2023 y 2024 (GWh).

<b>Etapa</b>	<b>Importaciones desde Guatemala</b>	<b>Importaciones desde El Salvador</b>	<b>Importaciones desde Nicaragua</b>	<b>Exportaciones hacia Guatemala</b>	<b>Exportaciones hacia El Salvador</b>	<b>Exportaciones hacia Nicaragua</b>
01/2023	114.4	60.3	96.7	0.0	0.0	0.0
02/2023	61.6	33.9	61.8	0.0	1.0	11.8
03/2023	56.6	38.1	60.1	0.0	1.3	13.6
04/2023	26.8	40.2	18.6	0.1	1.0	50.0
05/2023	0.5	3.0	38.8	43.0	61.6	38.2
06/2023	20.0	21.6	48.3	6.6	6.8	10.0
07/2023	36.8	10.1	91.9	1.1	18.6	0.5
08/2023	31.7	19.3	67.2	1.2	6.8	0.7
09/2023	30.1	22.5	58.0	1.2	4.5	0.9
10/2023	28.8	21.3	63.6	0.7	6.2	0.8
11/2023	43.6	18.9	57.5	0.1	10.6	0.7
12/2023	102.4	55.1	125.1	0.0	3.3	0.0
<b>Total 2023</b>	<b>553.2</b>	<b>344.1</b>	<b>787.5</b>	<b>53.9</b>	<b>121.5</b>	<b>127.1</b>
01/2024	92.3	51.2	104.3	0.0	2.3	3.5
02/2024	71.6	61.3	84.7	0.0	0.3	3.6
03/2024	82.8	101.6	81.3	0.0	0.3	15.5
04/2024	37.2	105.1	29.7	0.2	0.1	32.5
05/2024	2.5	5.9	70.0	24.1	50.6	6.6
06/2024	20.6	21.3	63.5	5.8	9.2	8.2
07/2024	36.2	11.1	89.1	1.6	19.6	3.3
08/2024	32.6	21.5	71.0	1.9	8.6	1.4
09/2024	23.1	24.6	39.4	4.9	6.6	1.9
10/2024	28.3	29.8	40.9	2.5	4.5	1.4
11/2024	52.7	32.2	56.5	0.3	5.3	0.4
12/2024	100.1	56.7	103.0	0.0	4.1	0.4
<b>Total 2024</b>	<b>580.0</b>	<b>522.2</b>	<b>833.3</b>	<b>41.3</b>	<b>111.5</b>	<b>78.6</b>

En términos comparativos, la **Figura 25** ilustra el comportamiento de las exportaciones e importaciones estimadas de Honduras a través de las interconexiones con Guatemala, El Salvador y Nicaragua para los años 2023 y 2024.



**Figura 25.** Exportaciones e importaciones estimadas de Honduras a través de las interconexiones con Guatemala, El Salvador y Nicaragua para los años 2023 y 2024.

### 4.3.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de Honduras varían entre 73.41 y 164.66 US\$/MWh en el año 2023, con un valor promedio ponderado para ese año de **122.76 US\$/MWh**. En el año 2024 los valores por bloque varían entre 69.27 y 158.92 US\$/MWh, resultando en un valor promedio ponderado para ese año de **97.50 US\$/MWh**.

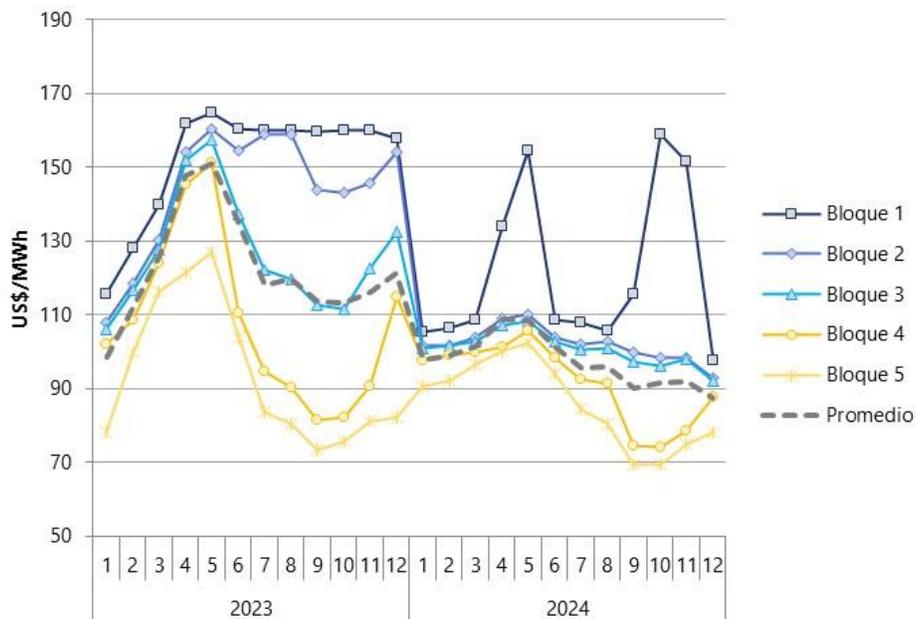
En la **Tabla 30** se presenta el costo marginal mensual por bloque estimado en el sistema de Honduras para los años 2023 y 2024.



**Tabla 30.** Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Honduras para los años 2023 y 2024 (US\$/MWh).

<b>Etapa</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>	<b>Bloque 3</b>	<b>Bloque 4</b>	<b>Bloque 5</b>	<b>Promedio</b>
01/2023	115.47	107.89	105.95	102.16	78.41	98.57
02/2023	128.27	118.7	116.61	108.53	99.76	111.82
03/2023	139.86	130.17	127.83	124.2	116.24	126.05
04/2023	161.69	154.26	152.06	145.19	121.55	147.78
05/2023	164.66	160.23	157.33	151.3	127.08	150.92
06/2023	160.46	154.36	137.15	110.51	103.83	135.09
07/2023	159.99	158.9	122.25	94.74	83.85	118.12
08/2023	160	158.8	119.84	90.37	80.31	120.01
09/2023	159.45	143.95	112.52	81.42	73.41	113.64
10/2023	160.02	142.96	111.73	82.4	75.65	113.17
11/2023	160.03	145.56	122.74	90.66	81.01	116.3
12/2023	157.92	154.23	132.32	115.05	82.42	121.35
<b>Total 2023</b>	<b>152.32</b>	<b>144.17</b>	<b>126.53</b>	<b>108.04</b>	<b>93.63</b>	<b>122.76</b>
01/2024	105.32	101.69	100.99	97.72	90.55	97.79
02/2024	106.61	101.81	101.63	99.18	92.17	99.07
03/2024	108.71	103.74	102.77	99.76	96.45	101.43
04/2024	133.79	109.01	107.18	101.47	100.29	108.95
05/2024	154.45	110.19	108.42	105.79	102.48	108.41
06/2024	108.63	103.9	102.69	98.26	93.85	101.61
07/2024	108.05	102.07	100.65	92.47	84.29	95.76
08/2024	105.73	102.82	101.11	91.53	80.39	95.96
09/2024	115.47	99.72	97.4	74.49	69.27	89.99
10/2024	158.92	98.38	96.27	74.08	69.35	91.72
11/2024	151.44	98.31	98.01	78.55	74.96	91.82
12/2024	97.73	92.79	92.04	87.63	78.22	87.74
<b>Total 2024</b>	<b>121.24</b>	<b>102.04</b>	<b>100.76</b>	<b>91.74</b>	<b>86.02</b>	<b>97.50</b>

De manera comparativa, la **Figura 26** ilustra el comportamiento de los costos marginales estimados por bloque del sistema de Honduras para cada uno de los meses del período de estudio.

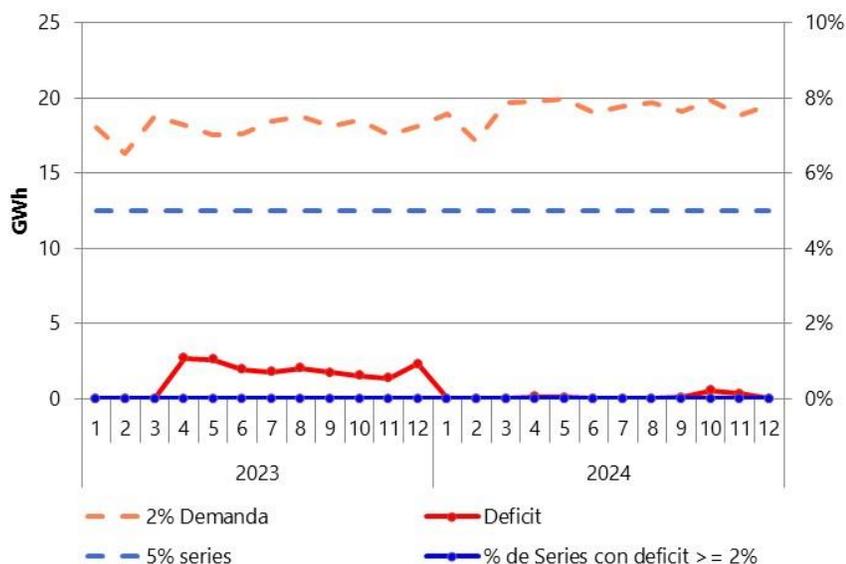


**Figura 26.** Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Honduras para los años 2023 y 2024.

#### 4.3.4. Indicador de Confiabilidad Energética

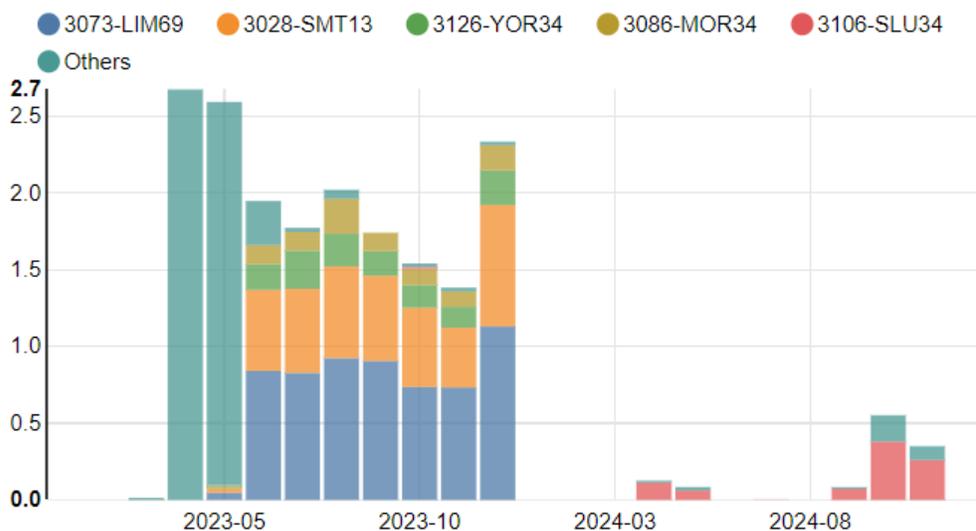
En el sistema hondureño se estima déficit de demanda en 15 de las 24 etapas del estudio, 10 etapas en el año 2023 y con valores de hasta 2.67 GWh, sin embargo dicho déficit no supera el 2% de la demanda del sistema ni ocurre en más del 5% de las series simuladas, por lo cual se considera que el sistema hondureño no corre riesgo para suministrar su demanda en los años 2023 y 2024.

En la **Figura 27** se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados en el sistema de Honduras para los años 2023 y 2024.



**Figura 27.** Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de Honduras para los años 2023 y 2024.

El déficit en el sistema hondureño se relaciona con restricciones en las redes de 69, 34.5 y 13.8 kV, relacionado con las subestaciones La Lima, Santa Marta, Yoro, Morazán y Santa Lucía. La **Figura 28** se ilustran los valores de déficit que se estiman en las barras del sistema hondureño para los años 2023 y 2024.



**Figura 28.** Déficit por barra estimado en el sistema de Honduras para los años 2023 y 2024 (GWh).



## 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 **3,471 GWh** en para el año 2023 y **4,192 GWh** para el año 2024, el cual proviene principalmente de centrales termoeléctricas con una proporción promedio de los dos años de 23.3% de la matriz eléctrica, seguida por la producción de centrales variables renovables (eólica y solar FV) con una proporción de 22.1%, centrales geotérmicas con una proporción de 19.8%, centrales de biomasa con una proporción de 18.3%, mientras que la generación hidroeléctrica aporta una proporción de 16.5%.

En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Nicaragua.

**Tabla 31.** Despacho de energía estimado para el sistema de Nicaragua por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

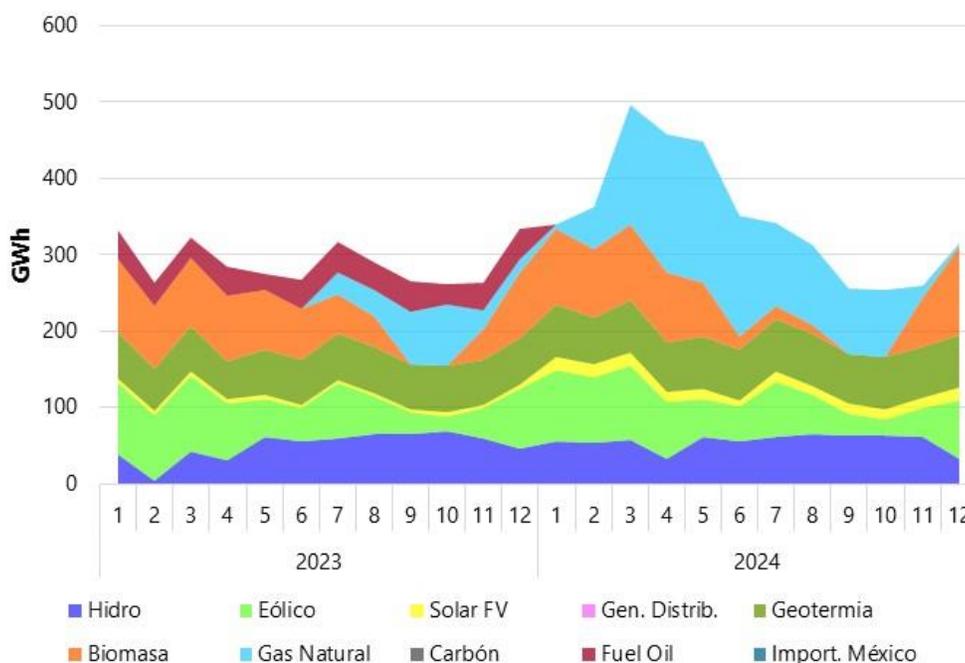
<b>Etap</b>	<b>Hidro</b>	<b>Eólico</b>	<b>Solar FV</b>	<b>Geotermia</b>	<b>Biomasa</b>	<b>Gas Natural</b>	<b>Fuel Oil</b>	<b>Total</b>
01/2023	38.92	93.06	6.04	60.57	94.36	0.00	39.30	332.25
02/2023	4.48	86.05	5.63	54.30	81.65	0.00	31.66	263.77
03/2023	42.88	98.21	5.63	60.21	89.54	0.00	26.14	322.61
04/2023	31.48	74.06	4.36	51.05	84.77	0.00	38.13	283.85
05/2023	61.81	49.59	4.36	60.57	77.00	0.00	20.93	274.26
06/2023	55.57	44.41	2.99	58.61	66.55	0.00	38.12	266.25
07/2023	59.66	72.65	4.10	60.57	50.70	28.85	40.08	316.61
08/2023	64.10	51.06	4.14	60.57	40.36	33.95	35.66	289.84
09/2023	65.50	28.69	4.08	58.61	0.00	68.82	38.78	264.48
10/2023	68.73	19.38	5.01	60.57	0.00	80.71	27.29	261.69
11/2023	60.22	38.19	5.17	58.61	39.42	26.12	34.65	262.38
12/2023	45.84	77.57	5.93	60.57	87.25	16.23	40.08	333.47
<b>Total 2023</b>	<b>599.13</b>	<b>732.92</b>	<b>57.44</b>	<b>704.75</b>	<b>711.62</b>	<b>254.68</b>	<b>410.76</b>	<b>3,471.30</b>



Continuación **Tabla 31**. Despacho de energía estimado para el sistema de Nicaragua por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

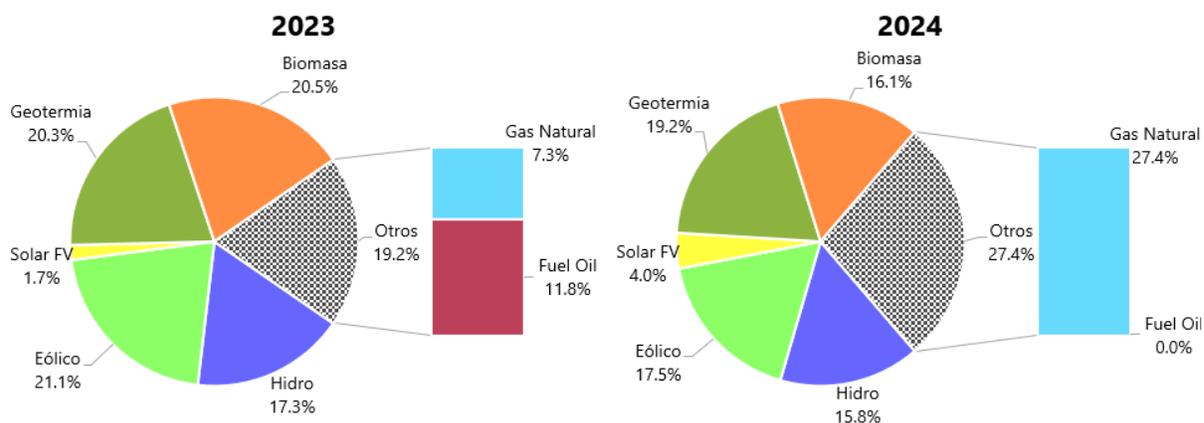
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Gas Natural	Fuel Oil	Total
01/2024	56.30	93.06	17.14	68.44	99.63	4.74	0.00	339.31
02/2024	53.44	86.05	16.10	61.83	89.99	54.09	0.00	361.50
03/2024	56.67	98.21	16.29	68.44	99.63	156.84	0.00	496.08
04/2024	32.68	74.06	12.84	66.24	89.90	182.06	0.00	457.78
05/2024	61.74	49.59	12.84	68.44	71.15	183.49	0.00	447.25
06/2024	55.96	44.41	8.87	66.24	16.42	159.09	0.00	350.99
07/2024	61.93	72.65	12.08	68.44	16.96	110.28	0.00	342.34
08/2024	64.70	51.06	12.28	68.44	10.60	104.94	0.00	312.02
09/2024	63.52	28.69	11.98	66.24	0.00	85.78	0.00	256.21
10/2024	63.92	19.38	14.47	68.44	0.00	87.03	0.00	253.24
11/2024	60.38	38.19	14.82	66.24	65.48	15.11	0.00	260.22
12/2024	31.92	77.57	16.84	68.44	115.93	4.01	0.00	314.71
<b>Total 2024</b>	<b>663.17</b>	<b>732.92</b>	<b>166.55</b>	<b>805.91</b>	<b>675.70</b>	<b>1,147.45</b>	<b>0.00</b>	<b>4,191.70</b>

En la **Figura 29** se ilustra el comportamiento estimado del despacho cronológico de energía del sistema de Nicaragua por tipo recurso para los años 2023 y 2024.



**Figura 29.** Despacho de energía estimado para el sistema de Nicaragua por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

Por otra parte, en la **Figura 30** se muestra la composición porcentual por tipo de recurso del despacho de generación en el sistema de Nicaragua para los años 2023 y 2024, siendo evidente el aporte de la generación con gas natural desde su incorporación en julio de 2023 y el retiro de las termoeléctricas de petróleo en 2024.



**Figura 30.** Matriz del despacho energético estimado para el sistema de Nicaragua por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

#### 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 **1,394 GWh** en el año 2023 y **1,130.5 GWh** en el año 2024, mientras que las exportaciones totalizan **15 GWh** en 2023 y **178.6 GWh** en el año 2024.

La **Tabla 32** muestra las importaciones y exportaciones netas mensuales estimadas de Nicaragua en el MER para los años 2023 y 2024.



**Tabla 32.** Exportaciones e importaciones netas estimadas de Nicaragua en el MER para los años 2023 y 2024 (GWh).

<b>Etapas</b>	<b>Importaciones Netas</b>	<b>Exportaciones Netas</b>
01/2023	72.3	0.0
02/2023	91.8	0.0
03/2023	82.6	0.4
04/2023	120.3	0.0
05/2023	133.5	0.0
06/2023	134.8	0.0
07/2023	108.7	5.2
08/2023	136.6	2.7
09/2023	141.8	1.8
10/2023	155.0	0.5
11/2023	136.6	3.1
12/2023	80.1	1.2
<b>Total 2023</b>	<b>1,394.0</b>	<b>15.0</b>
01/2024	87.9	0.6
02/2024	48.2	23.4
03/2024	15.3	69.6
04/2024	19.0	36.1
05/2024	24.1	34.1
06/2024	80.3	7.2
07/2024	99.4	5.9
08/2024	132.3	1.5
09/2024	166.3	0.1
10/2024	182.6	0.0
11/2024	156.6	0.0
12/2024	118.8	0.0
<b>Total 2024</b>	<b>1,130.5</b>	<b>178.6</b>

Como se puede observar en la **Figura 31**, es notable el hecho que el sistema de Nicaragua 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 31.** Exportaciones e Importaciones netas estimadas de Nicaragua en el MER para los años 2023 y 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 33**.

**Tabla 33.** Exportaciones e importaciones de energía eléctrica de Nicaragua a través de las interconexiones con Honduras y Costa Rica.

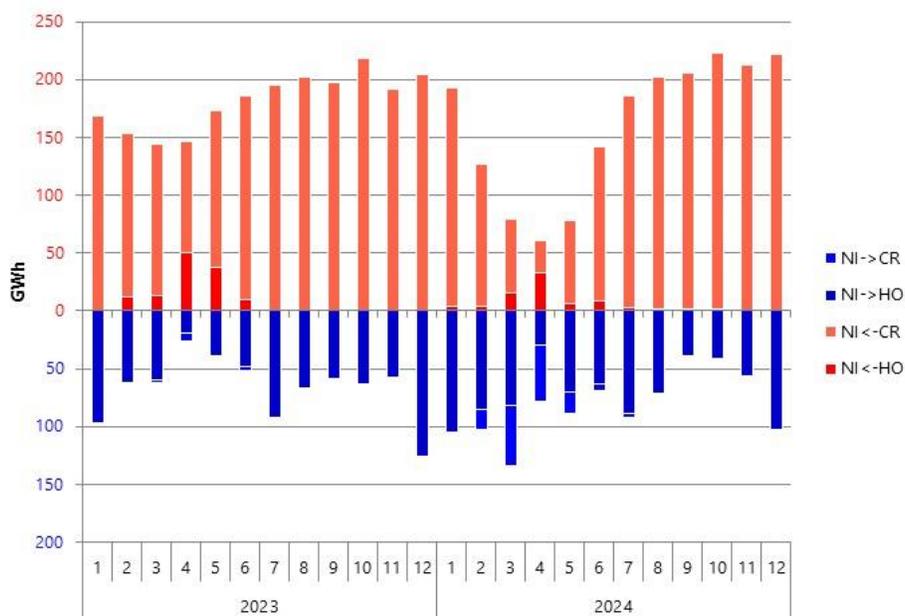
Etapas	Importaciones desde Honduras	Importaciones desde Costa Rica	Exportaciones hacia Honduras	Exportaciones hacia Costa Rica
01/2023	0.0	169.0	96.7	0.0
02/2023	11.8	141.8	61.8	0.0
03/2023	13.6	130.9	60.1	2.3
04/2023	50.0	96.7	18.6	7.8
05/2023	38.2	134.5	38.8	0.3
06/2023	10.0	176.0	48.3	2.8
07/2023	0.5	195.2	91.9	0.1
08/2023	0.7	201.0	67.2	0.7
09/2023	0.9	197.0	58.0	0.1
10/2023	0.8	217.3	63.6	0.0
11/2023	0.7	190.9	57.5	0.6
12/2023	0.0	204.0	125.1	0.1
<b>Total 2023</b>	<b>127.1</b>	<b>2,054.1</b>	<b>787.5</b>	<b>14.7</b>



Continuación **Tabla 32**. Exportaciones e importaciones netas estimadas de Nicaragua en el MER para los años 2023 y 2024 (GWh).

Etapa	Importaciones desde Honduras	Importaciones desde Costa Rica	Exportaciones hacia Honduras	Exportaciones hacia Costa Rica
01/2024	3.5	189.0	104.3	0.9
02/2024	3.6	123.1	84.7	17.3
03/2024	15.5	63.7	81.3	52.2
04/2024	32.5	28.4	29.7	48.3
05/2024	6.6	71.9	70.0	18.4
06/2024	8.2	134.1	63.5	5.7
07/2024	3.3	182.4	89.1	3.3
08/2024	1.4	200.5	71.0	0.2
09/2024	1.9	204.0	39.4	0.3
10/2024	1.4	222.1	40.9	0.0
11/2024	0.4	212.7	56.5	0.0
12/2024	0.4	221.3	103.0	0.0
<b>Total 2024</b>	<b>78.6</b>	<b>1,853.2</b>	<b>833.3</b>	<b>146.5</b>

En términos comparativos, la **Figura 32** muestra el comportamiento de las exportaciones e importaciones de Nicaragua a través de las interconexiones con Honduras y Costa Rica.



**Figura 32.** Exportaciones e importaciones de energía eléctrica de Nicaragua a través de las interconexiones con Honduras y Costa Rica para los años 2023 y 2024.

### 4.4.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de Nicaragua varían entre 46.19 y 125.68 US\$/MWh en el año 2023, resultando en un valor promedio ponderado para ese año de **88.36 US\$/MWh**. En el año 2024 los valores por bloque varían entre 62.43 y 110.17 US\$/MWh, con lo que resulta un valor promedio ponderado para ese año de **84.36 US\$/MWh**.

En la **Tabla 34** se presenta el costo marginal mensual por bloque estimado del sistema de Nicaragua para los años 2023 y 2024.

**Tabla 34.** Costo marginal promedio mensual por bloque del sistema de Nicaragua para los años 2023 y 2024 (US\$/MWh).

<b>Etap</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>	<b>Bloque 3</b>	<b>Bloque 4</b>	<b>Bloque 5</b>	<b>Promedio</b>
01/2023	100.7	94.8	93.31	90.88	78.36	89.42
02/2023	109.26	103.4	103.19	95.83	94.18	99.75
03/2023	113.5	104.57	103.69	100.19	97.09	102.44
04/2023	122.8	114.68	111.97	107.45	105.84	112.36
05/2023	125.68	121.74	120.65	115.35	111.36	117.96
06/2023	112.92	74.74	63.91	99.2	95.97	86.78
07/2023	81.51	63.27	46.19	77.9	76.22	66.52
08/2023	84.02	83.44	61.2	79.37	76	75.94
09/2023	80.13	79.87	70.84	77.01	73.14	76.27
10/2023	79.94	79.35	79.3	77.83	74.16	78
11/2023	84.15	82.23	59.7	79.9	76.72	76.38
12/2023	87.55	86.37	75.82	83.42	72.46	79.56
<b>Total 2023</b>	<b>98.51</b>	<b>90.71</b>	<b>82.48</b>	<b>90.36</b>	<b>85.96</b>	<b>88.36</b>
01/2024	93.21	87.84	84.18	84.96	81.45	84.96
02/2024	95.28	89.82	87.1	88.23	85.83	88.06
03/2024	100.28	91.51	89.88	89.33	88.1	90.58
04/2024	103.92	99.8	98.45	96.33	95.46	98.69
05/2024	110.17	100.85	99.58	97.84	96.45	99.2
06/2024	105	85.38	84.6	85.58	84.87	88.3
07/2024	97.57	77.23	77.05	77.11	76.71	77.97
08/2024	99.02	76.78	76.62	76.51	75.98	78.24
09/2024	98.19	75.43	75.37	75.22	70.43	76.66
10/2024	89.51	77.14	77.12	74.98	70.49	76.19
11/2024	84.16	78.79	62.43	75.49	73.63	74.18
12/2024	87.54	82.43	81.34	79.08	75.27	79.69
<b>Total 2024</b>	<b>96.99</b>	<b>85.25</b>	<b>82.81</b>	<b>83.39</b>	<b>81.22</b>	<b>84.36</b>

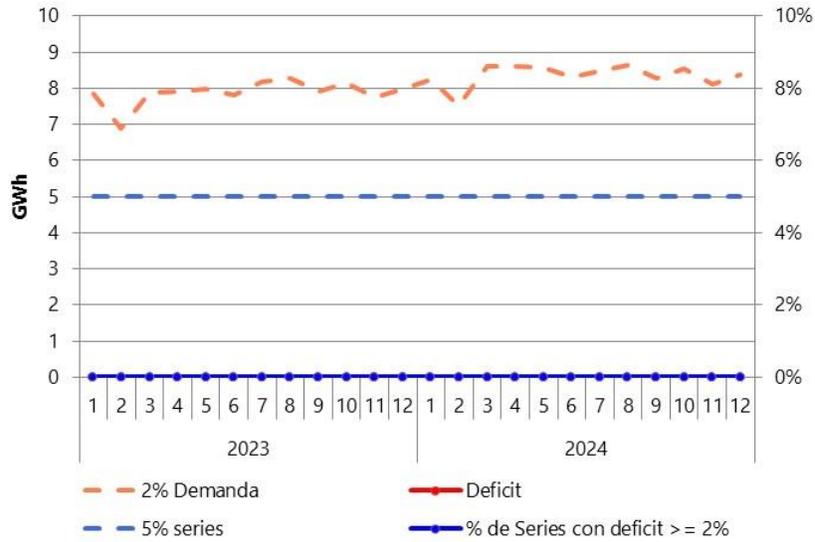
De manera comparativa, la **Figura 33** ilustra el comportamiento de los costos marginales estimados por bloque del sistema de Nicaragua para los años 2023 y 2024.



**Figura 33.** Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Nicaragua para los años 2023 y 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 34**, en la que se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados en el sistema de Nicaragua para los años 2023 y 2024.



**Figura 34.** Confiabilidad energética estimada del sistema eléctrico de Nicaragua para los años 2023 y 2024.

## 4.6. Resultados para el sistema eléctrico de Costa Rica

### 4.6.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para el sistema costarricense totaliza **13,676 GWh** en para el año 2023 y **13,377 GWh** para el año 2024, el cual proviene principalmente de centrales hidroeléctricas, las cuales proporcionan en promedio para los dos años el 74% de la matriz eléctrica, seguida por la producción de centrales geotérmicas con una proporción de 12.9%, centrales variables renovables (eólica y solar FV) con una proporción de 12.4%, centrales de biomasa con una proporción de 0.6%, mientras que las centrales térmicas de petróleo solo aportan una proporción del 0.1%.

En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Costa Rica.

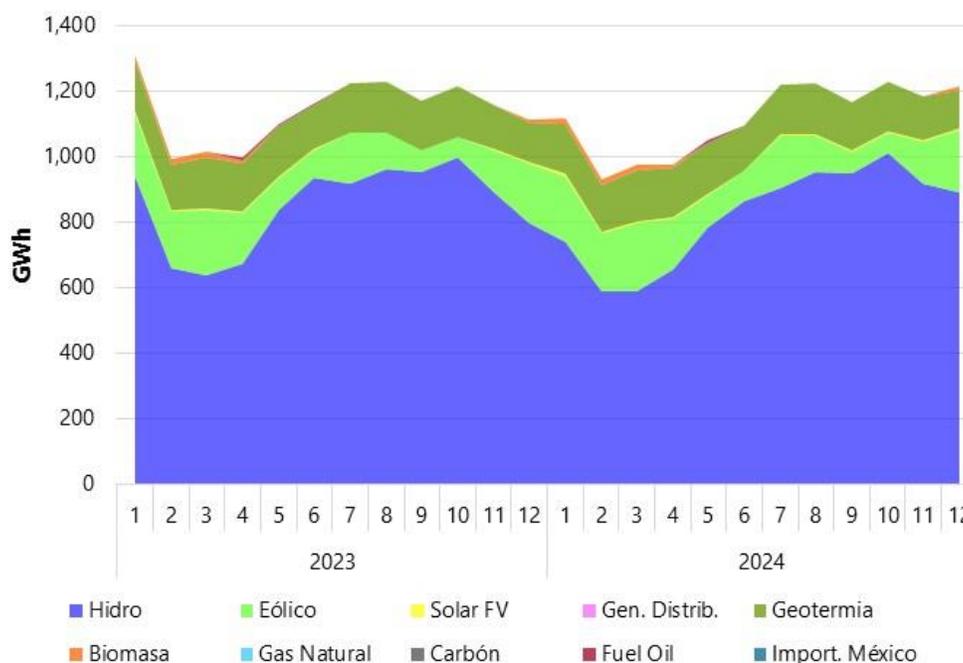
**Tabla 35.** Despacho de energía estimado para el sistema de Costa Rica por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

<b>Etap</b>	<b>Hidro</b>	<b>Eólico</b>	<b>Solar FV</b>	<b>Geotermia</b>	<b>Biomasa</b>	<b>Fuel Oil</b>	<b>Total</b>
01/2023	936.81	194.96	5.11	154.06	18.66	0.00	1,309.60
02/2023	656.92	173.15	4.50	139.72	17.79	0.00	992.08
03/2023	634.33	201.65	4.42	154.69	19.20	0.11	1,014.40
04/2023	674.28	153.89	3.31	149.71	8.54	4.93	994.66
05/2023	838.28	96.61	2.86	154.69	0.55	4.50	1,097.49
06/2023	932.87	87.07	2.05	136.00	0.01	1.68	1,159.68
07/2023	917.05	154.13	2.60	151.79	0.01	0.00	1,225.58
08/2023	959.94	110.42	2.81	154.05	0.00	0.00	1,227.22
09/2023	952.17	65.99	2.78	147.95	0.00	0.00	1,168.89
10/2023	998.62	59.01	3.26	154.69	0.01	0.00	1,215.59
11/2023	890.81	128.53	3.76	133.37	0.22	0.00	1,156.69
12/2023	797.56	183.09	4.69	117.88	11.14	0.00	1,114.36
<b>Total 2023</b>	<b>10,189.70</b>	<b>1,608.58</b>	<b>42.10</b>	<b>1,748.60</b>	<b>76.14</b>	<b>11.22</b>	<b>13,676.34</b>

Continuación **Tabla 35**. Despacho de energía estimado para el sistema de Costa Rica por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

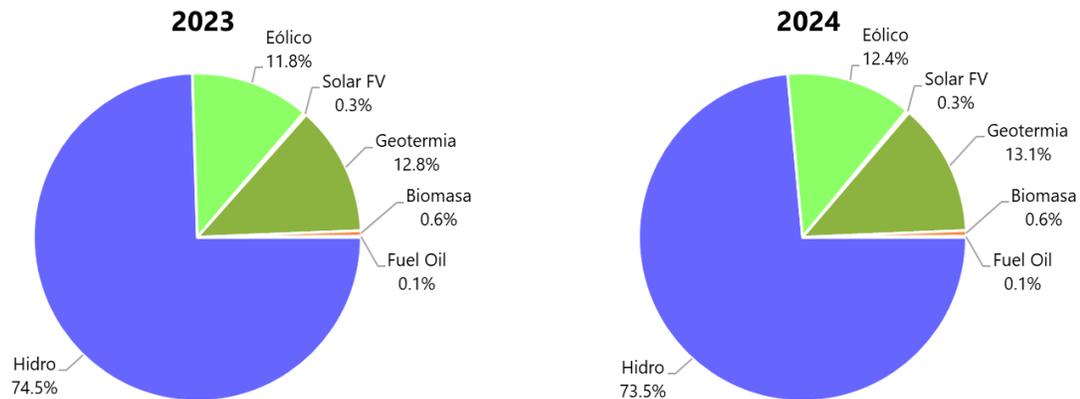
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Geotermia	Biomasa	Fuel Oil	Total
01/2024	739.32	201.26	5.11	154.06	18.66	0.00	1,118.41
02/2024	587.74	179.35	4.50	139.72	17.79	0.00	929.10
03/2024	589.50	207.94	4.42	154.69	19.20	0.42	976.17
04/2024	652.53	159.00	3.31	149.71	8.54	2.40	975.49
05/2024	781.80	101.28	2.86	154.69	0.55	8.22	1,049.40
06/2024	865.49	89.88	2.05	136.00	0.01	0.68	1,094.11
07/2024	905.18	158.90	2.60	151.79	0.01	0.00	1,218.48
08/2024	950.71	114.43	2.81	154.05	0.00	0.00	1,222.00
09/2024	948.99	67.32	2.78	147.95	0.00	0.00	1,167.04
10/2024	1,010.64	60.80	3.26	154.69	0.01	0.00	1,229.40
11/2024	915.23	131.20	3.76	133.37	0.22	0.00	1,183.78
12/2024	891.27	188.28	4.69	117.88	11.14	0.00	1,213.26
<b>Total 2024</b>	<b>9,838.24</b>	<b>1,659.73</b>	<b>42.10</b>	<b>1,748.60</b>	<b>76.14</b>	<b>11.72</b>	<b>13,376.53</b>

En la **Figura 35** se ilustra el comportamiento cronológico del despacho de energía estimado por tipo de recurso en el sistema de Costa Rica para los años 2023 y 2024.



**Figura 35.** Despacho de energía estimado para el sistema de Costa Rica por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

Por otra parte, en la **Figura 36** se muestra la composición porcentual del despacho de generación estimado en el sistema de Costa Rica por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.



**Figura 36.** Matriz del despacho energético estimado para el sistema de Costa Rica por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

#### 4.6.2. 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 **1,684 GWh** en el año 2023 y **1,382 GWh** en el año 2024, mientras que las importaciones netas totalizan **111 GWh** en el año 2023 y **328 GWh** en el año 2024.

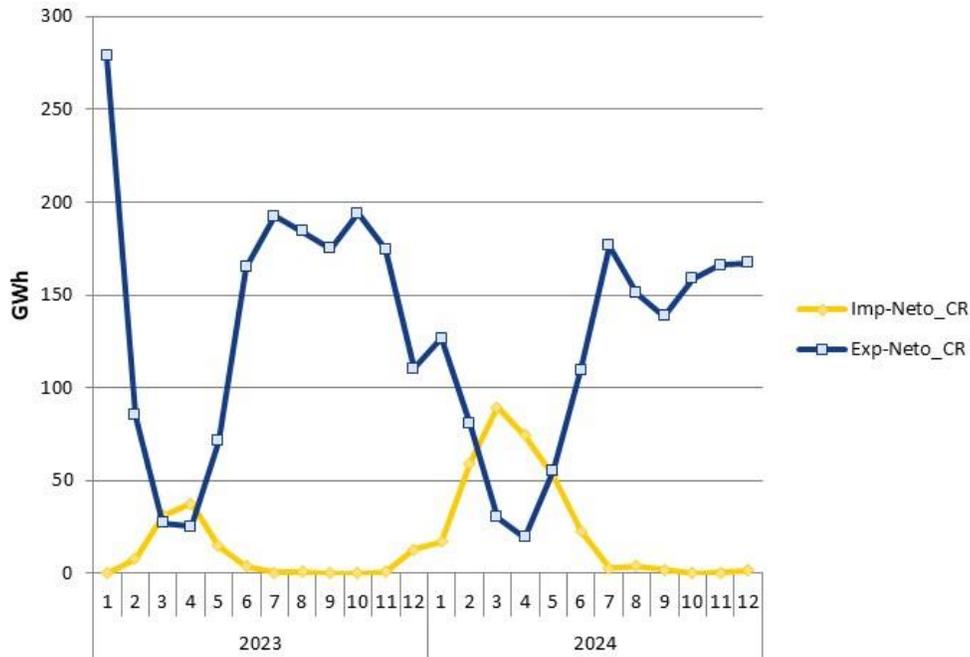
En la **Tabla 36** se presentan las exportaciones e importaciones netas mensuales estimadas de Costa Rica en el MER para los años 2023 y 2024.



**Tabla 36.** Exportaciones e importaciones netas estimadas de Costa Rica en el MER para los años 2023 y 2024 (GWh).

<b>Etapas</b>	<b>Importaciones Netas</b>	<b>Exportaciones Netas</b>
01/2023	0.0	278.9
02/2023	7.8	85.4
03/2023	31.3	27.2
04/2023	37.8	25.4
05/2023	14.7	71.4
06/2023	4.1	165.2
07/2023	0.4	192.4
08/2023	1.0	184.2
09/2023	0.2	175.1
10/2023	0.0	193.9
11/2023	1.0	174.5
12/2023	13.0	110.6
<b>Total 2023</b>	<b>111.3</b>	<b>1,684.1</b>
01/2024	17.3	126.7
02/2024	59.5	80.7
03/2024	89.6	30.4
04/2024	74.5	19.4
05/2024	52.9	55.5
06/2024	22.8	109.8
07/2024	3.0	176.8
08/2024	4.0	151.2
09/2024	2.2	138.8
10/2024	0.1	158.9
11/2024	0.4	166.1
12/2024	1.7	167.4
<b>Total 2024</b>	<b>328.1</b>	<b>1,381.7</b>

Como se puede observar en la **Figura 37** es notable el hecho que el sistema de Costa Rica resulta con mayor tendencia de exportador, debido que las inyecciones de energía al MER toman valores mayores que los retiros en el período del estudio.



**Figura 37.** Exportaciones e Importaciones netas estimadas de Costa Rica en el MER para los años 2023 y 2024.

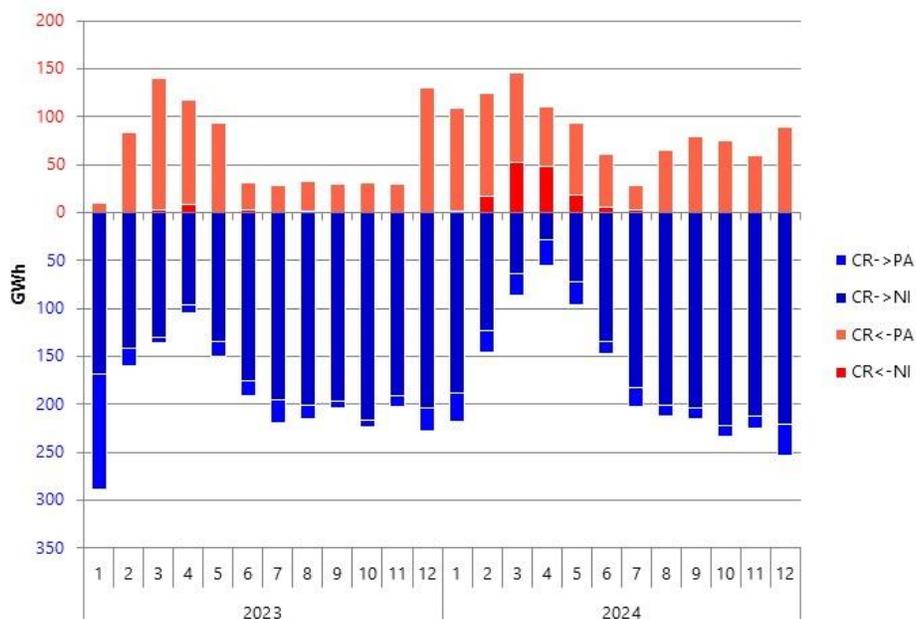
Las transacciones de Costa Rica en el MER resultan de los intercambios a través de las interconexiones con los sistemas vecinos, Nicaragua y Panamá. Las exportaciones de Costa Rica se dan principalmente por medio de las interconexiones con Nicaragua, totalizando **2,054 GWh** en el año 2023 y **1,853 GWh** en el 2024, mientras que las importaciones ocurren en mayor proporción por medio de las interconexiones con Panamá, las cuales totalizan **738.3 GWh** en el año 2023 y **891.4 GWh** en 2024, tal como se puede observar en la **Tabla 37**.



**Tabla 37.** Exportaciones e importaciones estimadas de Costa Rica a través de las interconexiones con Nicaragua y Panamá para los años 2023 y 2024(GWh).

<b>Etap</b>	<b>Importaciones desde Nicaragua</b>	<b>Importaciones desde Panamá</b>	<b>Exportaciones hacia Nicaragua</b>	<b>Exportaciones hacia Panamá</b>
01/2023	0.0	9.6	169.0	119.5
02/2023	0.0	82.8	141.8	18.5
03/2023	2.3	138.3	130.9	5.6
04/2023	7.8	108.9	96.7	7.6
05/2023	0.3	92.8	134.5	15.3
06/2023	2.8	27.7	176.0	15.7
07/2023	0.1	27.4	195.2	24.3
08/2023	0.7	31.4	201.0	14.3
09/2023	0.1	29.6	197.0	7.6
10/2023	0.0	30.4	217.3	7.1
11/2023	0.6	29.1	190.9	12.3
12/2023	0.1	130.3	204.0	24.0
<b>Total 2023</b>	<b>14.7</b>	<b>738.3</b>	<b>2,054.1</b>	<b>271.7</b>
01/2024	0.9	107.3	189.0	28.7
02/2024	17.3	107.7	123.1	23.1
03/2024	52.2	92.8	63.7	22.1
04/2024	48.3	62.4	28.4	27.3
05/2024	18.4	75.1	71.9	24.2
06/2024	5.7	55.0	134.1	13.6
07/2024	3.3	25.3	182.4	19.8
08/2024	0.2	64.8	200.5	11.6
09/2024	0.3	78.3	204.0	11.2
10/2024	0.0	74.5	222.1	11.3
11/2024	0.0	59.9	212.7	12.8
12/2024	0.0	88.4	221.3	32.7
<b>Total 2024</b>	<b>146.5</b>	<b>891.4</b>	<b>1,853.2</b>	<b>238.3</b>

En términos comparativos, la **Figura 38** 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 38.** Exportaciones e importaciones estimadas de Costa Rica a través de las interconexiones con Nicaragua y Panamá para los años 2023 y 2024.

### 4.6.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de Costa Rica varían entre 14.90 y 106.98 US\$/MWh en el año 2023, resultando en un valor promedio ponderado para ese año de **51.42 US\$/MWh**. En el año 2024 los valores por bloque varían entre 18.59 y 103.59 US\$/MWh, resultando para ese año un valor promedio ponderado de **56.86 US\$/MWh**.

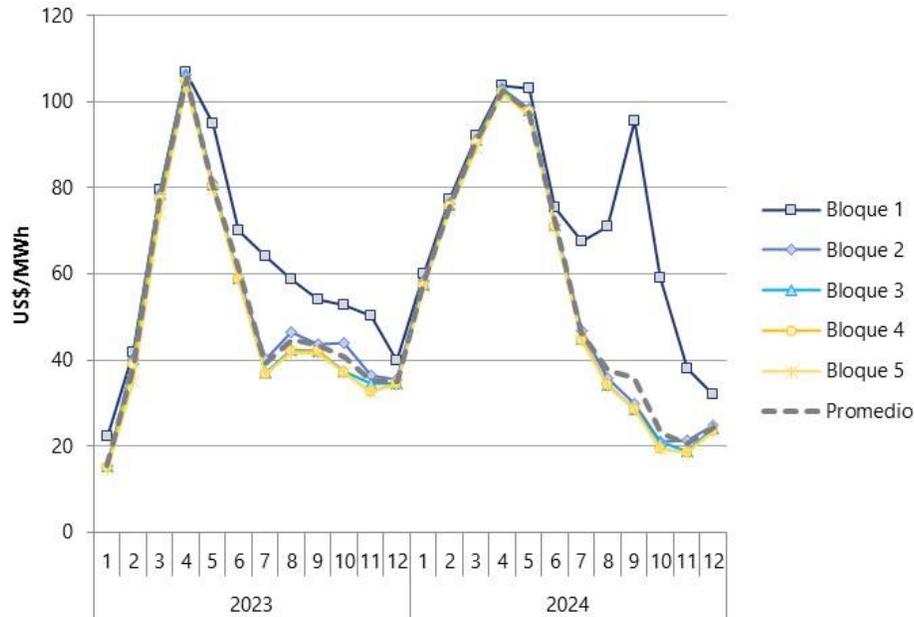
En la **Tabla 38** se ilustra el comportamiento de los costos marginales mensuales por bloque estimados del sistema de Costa Rica para los años 2023 y 2024.



**Tabla 38.** Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Costa Rica para los años 2023 y 2024 (US\$/MWh).

<b>Etapa</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>	<b>Bloque 3</b>	<b>Bloque 4</b>	<b>Bloque 5</b>	<b>Promedio</b>
01/2023	22.34	15.45	15.4	15.01	14.9	15.48
02/2023	41.71	40.17	40.11	39.1	35.29	38.81
03/2023	79.57	78.6	78.47	77.4	74.28	77.45
04/2023	106.98	106.24	106.01	104.61	103.68	105.57
05/2023	94.87	80.94	80.8	80.49	79.81	80.96
06/2023	69.99	59.21	59.09	58.84	58.59	60.73
07/2023	63.97	40.27	37.23	36.75	36.62	38.97
08/2023	58.87	46.5	42.57	41.98	41.87	44.66
09/2023	53.93	43.6	42.07	41.98	41.35	43.61
10/2023	52.73	43.96	37.37	37.22	37.14	40.68
11/2023	50.24	36.37	34.71	32.71	32.61	35.22
12/2023	40.03	35.4	34.72	34.5	34.3	34.9
<b>Total 2023</b>	<b>61.27</b>	<b>52.23</b>	<b>50.71</b>	<b>50.05</b>	<b>49.2</b>	<b>51.42</b>
01/2024	59.91	58.31	57.53	57.26	56.82	57.58
02/2024	77.34	76.27	76.14	75.75	74.89	75.84
03/2024	92.17	91.25	91.1	90.65	89.34	90.74
04/2024	103.59	103.05	102.85	102.22	101.77	102.72
05/2024	102.93	98.32	98.09	97.62	96.67	97.9
06/2024	75.41	71.42	71.28	71.17	71.03	71.91
07/2024	67.59	46.88	44.96	44.65	44.51	46.31
08/2024	71.08	35.87	34.22	34.14	34.06	37.46
09/2024	95.69	29.93	28.63	28.57	28.51	35.9
10/2024	59.19	21.2	20.98	19.41	19.39	23.11
11/2024	37.94	21.25	18.77	18.63	18.59	20.56
12/2024	32.21	24.79	24.07	23.7	23.55	24.29
<b>Total 2024</b>	<b>72.92</b>	<b>56.54</b>	<b>55.72</b>	<b>55.31</b>	<b>54.93</b>	<b>56.86</b>

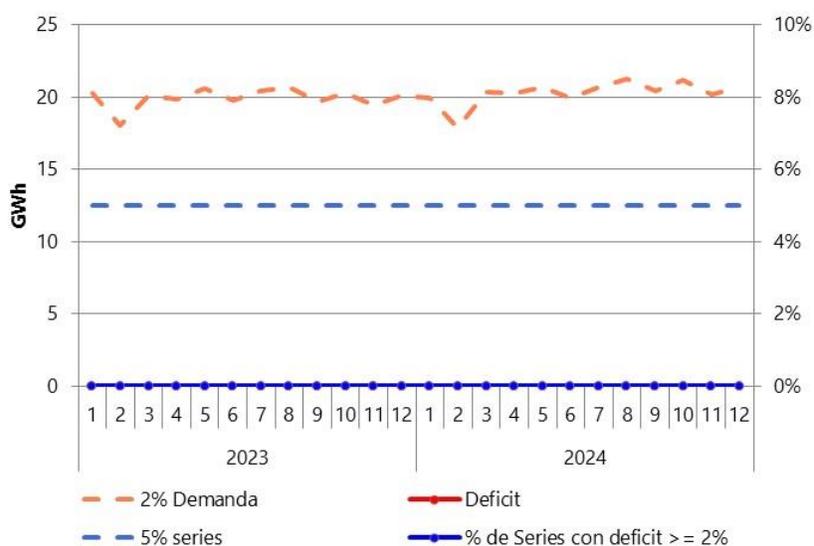
De manera comparativa, la **Figura 39** ilustra el comportamiento de los costos marginales estimados por bloque del sistema de Costa Rica para los años 2023 y 2024.



**Figura 39.** Costo marginal promedio mensual por bloque estimado del sistema de Costa Rica para los años 2023 y 2024.

#### 4.6.4. 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 40**, en la que se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados para los años 2023 y 2024.



**Figura 40.** Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de Costa Rica para los años 2023 y 2024.



## 4.7. Resultados para el sistema eléctrico de Panamá

### 4.7.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para el sistema panameño totaliza **14,083 GWh** en para el año 2023 y **15,306 GWh** para el año 2024, el cual proviene principalmente de centrales hidroeléctricas, las cuales proporcionan en promedio para los dos años el 53.5% de la matriz eléctrica, seguida por la producción de centrales termoeléctricas con una proporción de 30.7%, centrales variables renovables (eólica y solar FV) con una proporción de 15%, mientras que las centrales de biomasa solo aportan el 0.9%.

En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por recurso para el sistema de Panamá.

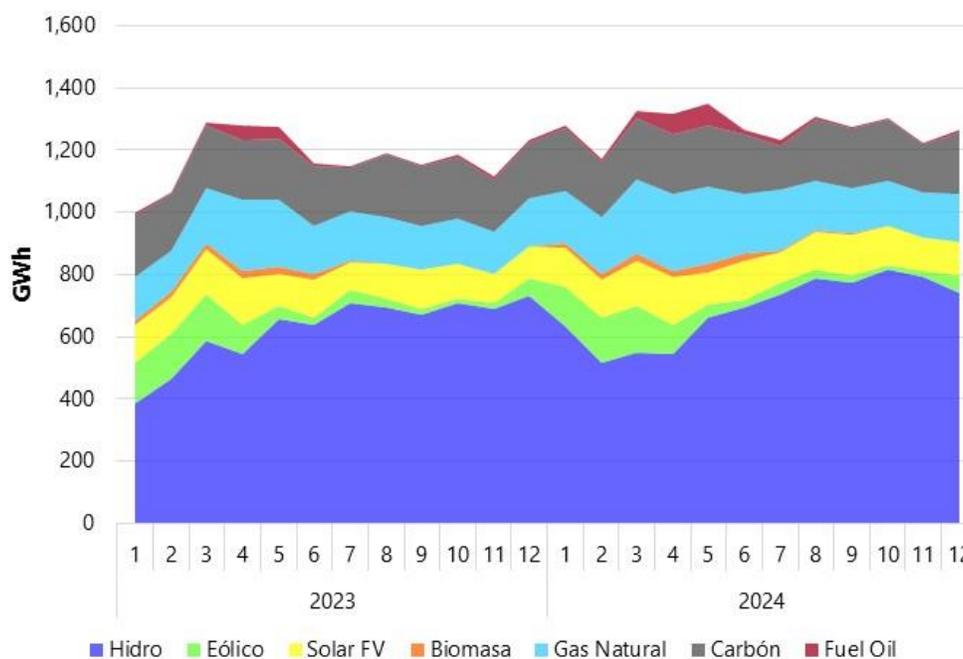
**Tabla 39.** Despacho de energía estimado para el sistema de Panamá por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Biomasa	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Total
01/2023	387.57	128.48	122.97	11.20	141.36	198.27	9.54	999.39
02/2023	463.30	145.13	119.92	18.50	131.67	179.09	7.11	1,064.72
03/2023	585.54	152.22	142.29	19.55	180.17	198.28	10.21	1,288.26
04/2023	545.11	92.49	151.16	20.66	232.00	191.87	46.68	1,279.97
05/2023	655.71	43.14	102.86	23.31	213.10	198.28	36.48	1,272.88
06/2023	636.88	23.23	123.77	19.69	153.05	191.88	7.93	1,156.43
07/2023	709.76	38.17	92.79	2.46	160.00	140.00	6.56	1,149.74
08/2023	694.76	28.14	111.42	1.47	149.84	198.28	6.77	1,190.68
09/2023	669.49	21.86	125.21	1.24	138.17	191.88	4.05	1,151.90
10/2023	707.05	13.31	114.24	0.82	141.87	198.27	7.83	1,183.39
11/2023	688.60	17.88	92.86	1.18	138.62	167.76	9.02	1,115.92
12/2023	731.62	57.09	99.78	2.96	152.58	178.33	7.48	1,229.84
<b>Total 2023</b>	<b>7,475.42</b>	<b>761.16</b>	<b>1,399.26</b>	<b>123.03</b>	<b>1,932.43</b>	<b>2,232.21</b>	<b>159.62</b>	<b>14,083.13</b>

Continuación **Tabla 39**. Despacho de energía estimado para el sistema de Panamá por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

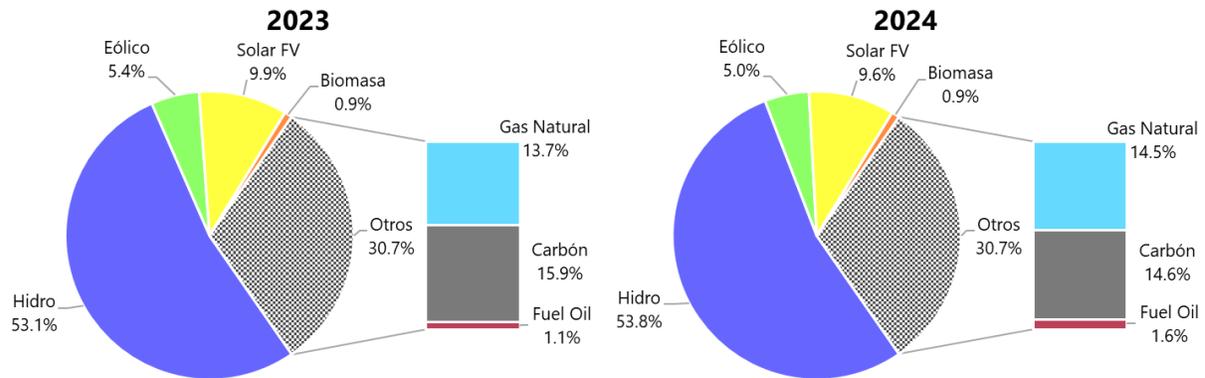
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Biomasa	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Total
01/2024	631.80	128.24	125.51	12.61	172.21	198.27	8.06	1,276.70
02/2024	516.65	145.13	122.44	19.66	179.79	179.09	7.59	1,170.35
03/2024	548.06	152.22	145.35	20.83	239.59	198.28	21.52	1,325.85
04/2024	543.81	92.49	154.46	20.77	246.85	191.88	66.80	1,317.06
05/2024	660.39	43.14	105.06	24.47	247.60	198.28	69.40	1,348.34
06/2024	694.19	23.33	126.27	23.58	190.59	191.88	13.67	1,263.51
07/2024	734.99	38.12	100.51	4.34	193.46	140.00	20.17	1,231.59
08/2024	788.05	28.02	121.15	2.97	161.21	198.27	9.53	1,309.20
09/2024	774.59	21.61	133.55	2.18	147.14	191.88	3.99	1,274.94
10/2024	816.66	12.88	126.18	2.18	142.27	198.27	4.74	1,303.18
11/2024	791.19	18.08	107.50	2.57	143.44	153.29	6.39	1,222.46
12/2024	740.77	57.85	104.42	3.07	151.50	198.28	7.61	1,263.50
<b>Total 2024</b>	<b>8,240.99</b>	<b>761.11</b>	<b>1,472.32</b>	<b>139.26</b>	<b>2,215.63</b>	<b>2,237.67</b>	<b>239.44</b>	<b>15,306.42</b>

En la **Figura 41** se muestra el comportamiento cronológico del despacho estimado de energía del sistema de Panamá por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.



**Figura 41.** Despacho de energía estimado para el sistema de Panamá por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

Por otra parte, en la **Figura 43** se muestra la composición porcentual por recurso del despacho de generación en el sistema de Panamá para los años 2023 y 2024.



**Figura 42.** Matriz del despacho energético estimado para el sistema de Panamá por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

#### 4.7.2. Intercambios en el MER

De acuerdo con los intercambios estimados en el MER, las exportaciones netas de Panamá son considerablemente 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 **674 GWh** en el año 2023 y **813 GWh** en 2024, mientras que las importaciones totalizan **207 GWh** en el año 2023 y **160 GWh** en el 2024.

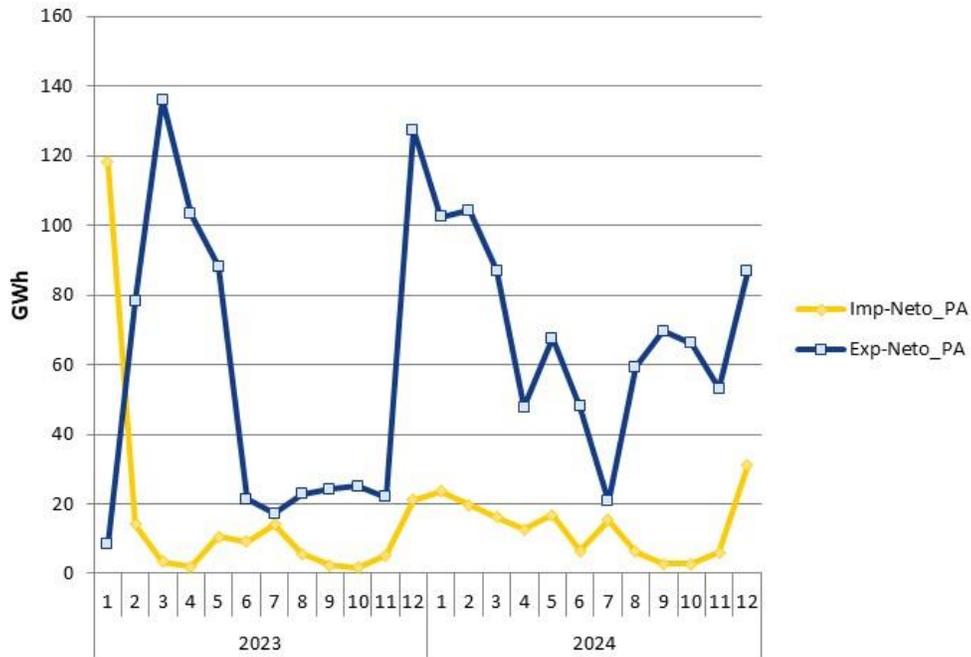
En la **Tabla 40** se presentan las exportaciones e importaciones netas mensuales estimadas de Panamá para los años 2023 y 2024.



**Tabla 40.** Exportaciones e importaciones netas estimadas de Panamá en el MER para los años 2023 y 2024 (GWh).

<b>Etapa</b>	<b>Importaciones Netas</b>	<b>Exportaciones Netas</b>
01/2023	118.2	8.3
02/2023	14.1	78.3
03/2023	3.4	136.1
04/2023	2.0	103.3
05/2023	10.7	88.1
06/2023	9.2	21.2
07/2023	14.1	17.2
08/2023	5.6	22.7
09/2023	2.3	24.3
10/2023	1.7	25.0
11/2023	5.2	22.0
12/2023	21.1	127.4
<b>Total 2023</b>	<b>207.4</b>	<b>674.0</b>
01/2024	23.7	102.4
02/2024	19.7	104.4
03/2024	16.2	87.0
04/2024	12.7	47.8
05/2024	16.8	67.6
06/2024	6.6	48.0
07/2024	15.3	20.7
08/2024	6.2	59.3
09/2024	2.7	69.7
10/2024	2.9	66.1
11/2024	6.1	53.1
12/2024	31.0	86.7
<b>Total 2024</b>	<b>159.8</b>	<b>812.9</b>

Como se puede observar en la **Figura 43** es notable el hecho que el sistema de Panamá resulta con mayores exportaciones, debido que sus inyecciones en el MER toman valores 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 43.** Exportaciones e Importaciones netas estimadas de Panamá en el MER para los años 2023 y 2024.

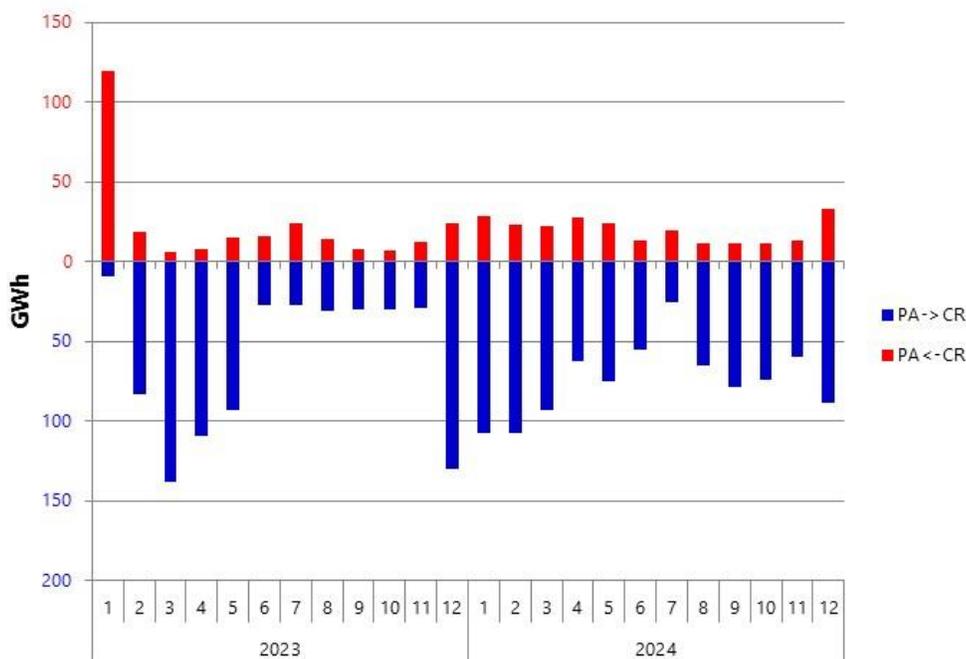
Las transacciones de Panamá en el MER resultan de los flujos de energía a través de las interconexiones con el sistema de Costa Rica, resultando flujos de exportación considerablemente mayores a los flujos de importación, tal como se puede observar en la **Tabla 41**.



**Tabla 41.** Exportaciones e importaciones estimadas de Panamá a través de las interconexiones con Costa Rica para los años 2023 y 2024(GWh).

<b>Etapa</b>	<b>Importaciones desde Costa Rica</b>	<b>Exportaciones hacia Costa Rica</b>
01/2023	119.5	9.6
02/2023	18.5	82.8
03/2023	5.6	138.3
04/2023	7.6	108.9
05/2023	15.3	92.8
06/2023	15.7	27.7
07/2023	24.3	27.4
08/2023	14.3	31.4
09/2023	7.6	29.6
10/2023	7.1	30.4
11/2023	12.3	29.1
12/2023	24.0	130.3
<b>Total 2023</b>	<b>271.7</b>	<b>738.3</b>
01/2024	28.7	107.3
02/2024	23.1	107.7
03/2024	22.1	92.8
04/2024	27.3	62.4
05/2024	24.2	75.1
06/2024	13.6	55.0
07/2024	19.8	25.3
08/2024	11.6	64.8
09/2024	11.2	78.3
10/2024	11.3	74.5
11/2024	12.8	59.9
12/2024	32.7	88.4
<b>Total 2024</b>	<b>238.3</b>	<b>891.4</b>

En términos comparativos, la **Figura 44** 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 44.** Exportaciones e importaciones de energía eléctrica estimadas de Panamá a través de las interconexiones con Costa Rica para los años 2023 y 2024.

### 4.7.3. Costo Marginal de Corto Plazo

Los costos marginales por bloque estimados para el sistema de Panamá varían entre 4.34 y 111.48 US\$/MWh en el año 2023, resultando en un valor promedio ponderado para ese año de **36.36 US\$/MWh**. En el año 2024 los valores por bloque varían entre 8.19 y 117.78 US\$/MWh, resultando para ese año un valor promedio ponderado de **56.50 US\$/MWh**.

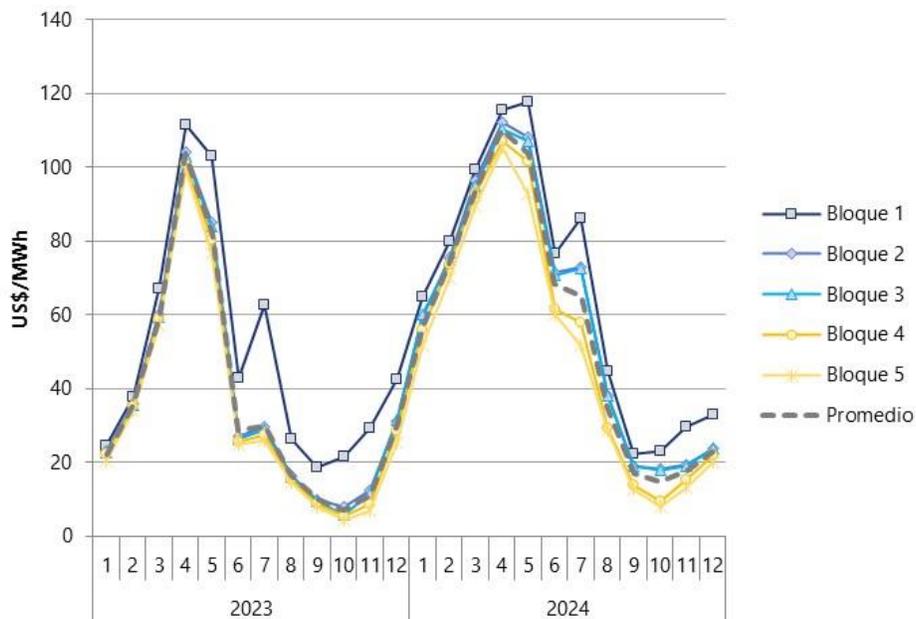
En la **Tabla 42** se ilustra el comportamiento de los costos marginales mensuales por bloque estimados del sistema de Panamá para los años 2023 y 2024.



**Tabla 42.** Costo marginal promedio mensuales por bloque estimados del sistema de Panamá para los años 2023 y 2024 (US\$/MWh).

<b>Etap</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>	<b>Bloque 3</b>	<b>Bloque 4</b>	<b>Bloque 5</b>	<b>Promedio</b>
01/2023	24.73	22.95	22.69	22.44	20.6	22.23
02/2023	37.75	35.86	35.56	35.05	34.22	35.29
03/2023	67.28	60.09	59.43	58.89	57.27	59.61
04/2023	111.48	104.13	102.89	100.94	99.3	103.42
05/2023	103.02	85.22	83.82	80.23	76.52	82.44
06/2023	43.01	27.05	26.46	25.63	25.11	28.88
07/2023	62.56	29.82	29.02	27.4	26.03	29.7
08/2023	26.46	16.64	16.21	15.41	14.61	16.64
09/2023	18.55	9.99	9.57	8.66	7.97	10.13
10/2023	21.61	7.91	6	5.56	4.34	7.32
11/2023	29.19	12.58	11.68	8.93	7.12	11.32
12/2023	42.36	31.21	31.38	28.54	25.28	29.44
<b>Total 2023</b>	<b>49</b>	<b>36.96</b>	<b>36.23</b>	<b>34.81</b>	<b>33.2</b>	<b>36.36</b>
01/2024	64.91	59.33	59.98	56.12	51.68	56.89
02/2024	80.07	75.39	74.76	73.59	70.1	73.77
03/2024	99.35	96.37	94.95	92.66	89.4	93.94
04/2024	115.45	112.27	110.47	107.21	105.11	110.19
05/2024	117.78	108.28	107.19	101.54	92.92	103.59
06/2024	76.53	71.4	70.71	61.7	60.02	68.33
07/2024	86.08	72.97	72.52	57.79	51.74	65.09
08/2024	44.63	38.24	38.15	29.47	28.63	34.99
09/2024	22.51	19.07	18.98	13.95	12.81	17.18
10/2024	23.01	18.32	17.94	9.63	8.19	14.88
11/2024	29.61	19.43	19.2	15.56	13.2	17.72
12/2024	32.85	23.81	23.71	22.01	20.25	22.73
<b>Total 2024</b>	<b>66.06</b>	<b>59.57</b>	<b>59.05</b>	<b>53.44</b>	<b>50.34</b>	<b>56.5</b>

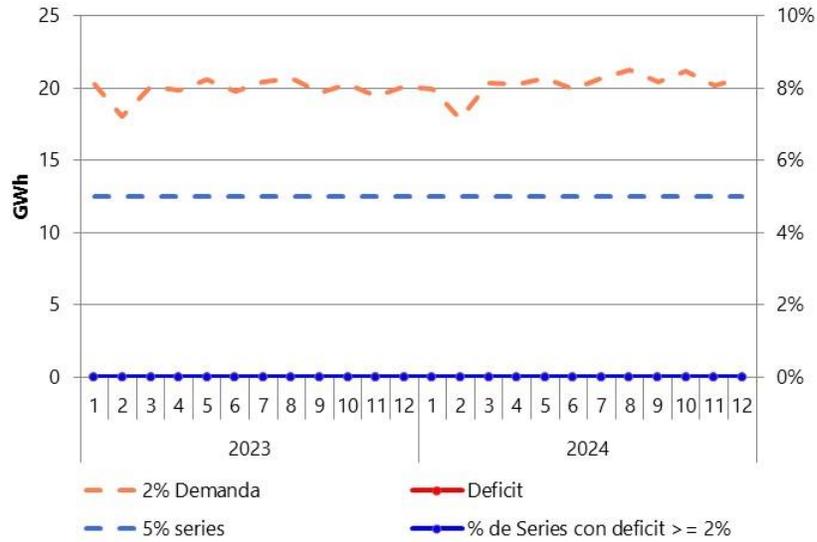
De manera comparativa, la **Figura 45** ilustra el comportamiento de los costos marginales mensuales estimados por bloque del sistema de Panamá para los años 2023 y 2024.



**Figura 45.** Costos marginales promedio mensuales por bloque estimados del sistema de Panamá para los años 2023 y 2024.

#### 4.7.4. Indicador de Confiabilidad Energética

El sistema eléctrico de Panamá 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 46**, en la que se ilustran los valores del criterio de confiabilidad energética estimados para los años 2023 y 2024.



**Figura 46.** Confiabilidad energética estimada en el sistema eléctrico de Panamá para los años 2023 y 2024.



## 4.8. Resultados del Mercado Eléctrico Regional

### 4.8.1. Despacho de energía

El despacho de energía estimado para la región centroamericana para los años 2023 y 2024 totaliza **60,945 GWh** en el año 2023 y **63,992 GWh** en el año 2024, la cual proviene principalmente de centrales hidroeléctricas, que aportan a la matriz eléctrica una proporción de 51.4%, seguida de la generación con centrales termoeléctricas con una proporción de 18.7%, la cual se compone principalmente de centrales carboeléctricas, de gas natural y de petróleo, la generación con fuentes renovables variables (eólica y solar fotovoltaica) resulta con una proporción de 12.7%, las centrales de biomasa aportan una proporción del 7.8%, las geotérmicas el 7.3% y la generación distribuida participante del mercado mayorista guatemalteco aporta una proporción del 0.5%, . Las importaciones desde el sistema mexicano por medio de la interconexión con Guatemala aportan a la matriz eléctrica de la región el 1.6%, cuya energía corresponde al despacho de la central Energía del Caribe.

En la siguiente tabla se muestra el detalle del despacho de energía por tipo de recurso de Centro América para los años 2023 y 2024.

**Tabla 43.** Despacho de energía estimado para Centro América, por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

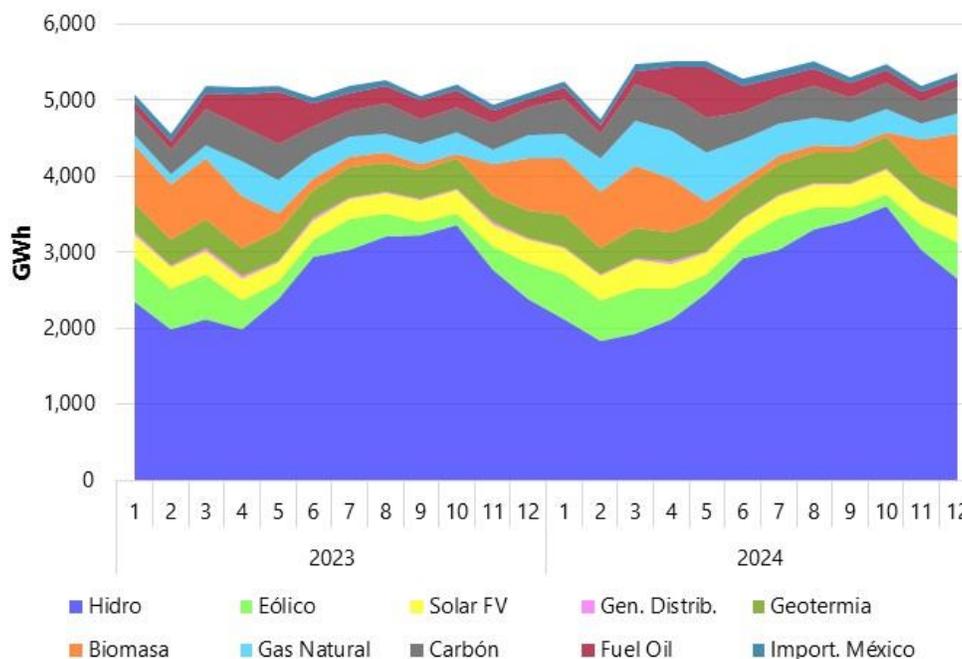
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Gen. Distrib.	Geoterm.	Biomasa	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Import. México	Total
01/2023	2,349.79	580.16	295.92	28.51	393.82	752.04	146.40	322.22	114.83	86.48	5,070.17
02/2023	1,990.09	531.81	284.67	25.75	332.27	726.80	133.35	326.37	119.59	78.28	4,548.98
03/2023	2,113.63	588.29	315.00	28.51	390.77	795.57	182.91	461.27	224.98	86.67	5,187.60
04/2023	1,976.04	388.52	292.08	27.59	374.18	688.38	449.23	449.43	434.60	83.87	5,163.92
05/2023	2,377.00	241.12	240.80	28.51	394.90	234.06	437.57	470.04	681.23	86.66	5,191.89
06/2023	2,934.49	240.51	247.80	27.59	364.35	159.50	316.74	366.06	294.63	83.87	5,035.54
07/2023	3,031.20	409.20	254.29	28.51	391.83	136.05	269.22	347.60	226.13	83.69	5,177.72
08/2023	3,212.42	290.13	270.50	28.51	379.18	125.51	249.70	398.14	234.65	80.91	5,269.65
09/2023	3,226.90	164.44	285.25	27.59	376.78	82.24	260.52	329.35	241.92	67.71	5,062.70
10/2023	3,361.84	150.93	298.52	28.51	393.38	65.11	279.22	332.78	220.67	68.02	5,198.98
11/2023	2,762.71	315.35	285.20	27.59	352.14	410.88	202.04	326.07	182.83	73.73	4,938.54
12/2023	2,386.86	477.90	300.48	28.51	359.24	686.18	305.80	356.03	113.60	84.32	5,098.92
<b>Total 2023</b>	<b>31,723.07</b>	<b>4,378.40</b>	<b>3,370.40</b>	<b>335.73</b>	<b>4,502.96</b>	<b>4,862.33</b>	<b>3,232.72</b>	<b>4,485.36</b>	<b>3,089.71</b>	<b>964.20</b>	<b>60,944.88</b>



Continuación **Tabla 43.** Despacho de energía estimado para Centro América, por tipo de recurso para los años 2023 y 2024 (GWh).

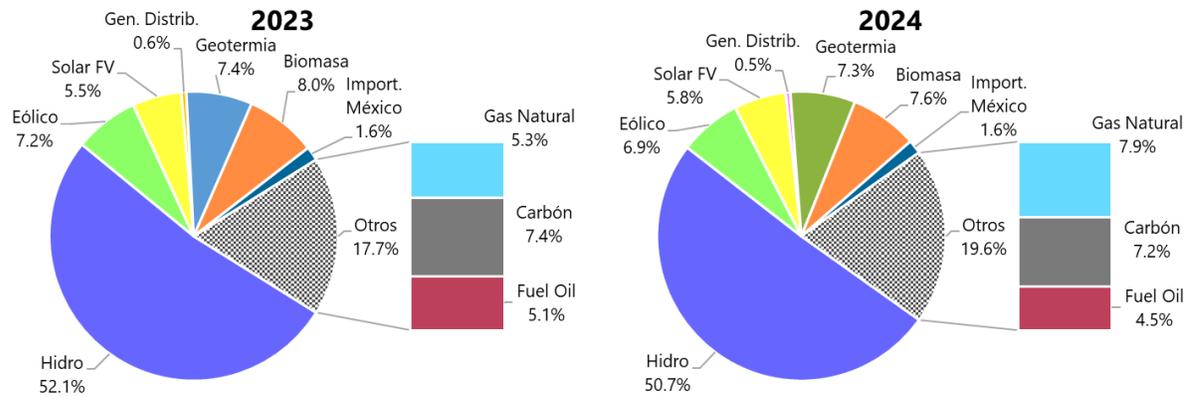
Etapa	Hidro	Eólico	Solar FV	Gen. Distrib.	Geoterm.	Biomasa	Gas Natural	Carbón	Fuel Oil	Import. México	Total
01/2024	2,126.20	586.22	336.61	28.51	406.47	758.72	323.46	451.92	143.86	86.41	5,248.38
02/2024	1,823.26	538.01	327.34	25.75	344.12	736.30	430.56	327.87	116.48	78.28	4,747.97
03/2024	1,931.58	594.58	366.46	28.51	403.78	806.94	605.99	461.27	181.16	86.67	5,466.94
04/2024	2,115.73	393.63	334.85	27.59	394.00	693.62	645.74	449.44	372.29	83.87	5,510.76
05/2024	2,461.21	245.79	280.72	28.51	407.55	229.37	655.56	464.43	656.96	86.66	5,516.76
06/2024	2,927.47	243.42	262.72	27.59	376.61	113.26	530.71	367.40	346.47	83.87	5,279.52
07/2024	3,041.19	413.92	277.79	28.51	404.48	104.19	426.79	362.94	245.46	86.67	5,391.94
08/2024	3,299.93	294.02	296.00	28.51	391.83	97.59	352.81	420.67	240.49	86.22	5,508.07
09/2024	3,420.29	165.52	304.31	27.59	389.04	86.05	313.08	335.91	180.38	77.60	5,299.77
10/2024	3,606.16	152.29	322.84	28.51	406.03	69.26	296.51	334.52	182.08	75.71	5,473.91
11/2024	3,030.65	318.22	309.49	27.59	364.40	438.12	201.61	294.53	128.83	76.66	5,190.10
12/2024	2,644.07	483.85	316.03	28.51	367.11	714.63	268.06	340.34	112.50	83.28	5,358.38
<b>Total 2024</b>	<b>32,427.46</b>	<b>4,429.50</b>	<b>3,734.99</b>	<b>335.73</b>	<b>4,655.63</b>	<b>4,848.08</b>	<b>5,050.86</b>	<b>4,611.21</b>	<b>2,907.10</b>	<b>991.89</b>	<b>63,992.45</b>

En la **Figura 47** se ilustra el comportamiento cronológico del despacho de energía estimado de Centro América por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.



**Figura 47.** Despacho de energía estimado para Centro América, por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

Por otra parte, en la **Figura 48** se muestra la composición porcentual del despacho de generación de Centro América por tipo de recurso para los años 2022 y 2023.



**Figura 48.** Matriz del despacho energético estimado para América Central por tipo de recurso para los años 2023 y 2024.

#### 4.8.2. 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 377 GWh en el año 2023 y 361 GWh en el año 2024, con lo cual se totalizan **4,523.4 GWh** en el año 2023 y **4,334.9 GWh** en el año 2024.

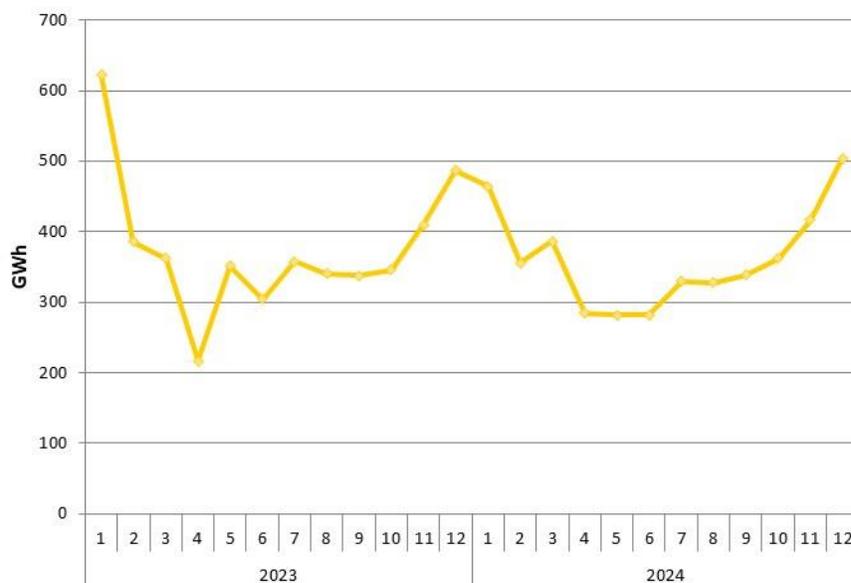
En la **Tabla 44** se presentan las transacciones o inyecciones mensuales estimadas en el MER para los años 2023 y 2024.



**Tabla 44.** Transacciones netas de energía estimadas en el MER para los años 2023 y 2024 (GWh).

<b>Etapa</b>	<b>Inyecciones MER</b>
01/2023	622.5
02/2023	385.4
03/2023	362.1
04/2023	217.1
05/2023	351.5
06/2023	304.6
07/2023	357.8
08/2023	340.9
09/2023	337.5
10/2023	346.3
11/2023	410.5
12/2023	487.1
<b>Total</b>	<b>4,523.4</b>
01/2024	464.6
02/2024	356.3
03/2024	386.5
04/2024	284.8
05/2024	282.0
06/2024	282.3
07/2024	329.6
08/2024	328.3
09/2024	338.7
10/2024	361.9
11/2024	416.1
12/2024	503.9
<b>Total</b>	<b>4,334.9</b>

La **Figura 49** muestra el comportamiento cronológico de las inyecciones netas del MER para los años 2023 y 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 los años 2023 y 2024.

De acuerdo con los intercambios estimados para cada país del MER, Guatemala, Costa Rica y Panamá son los sistemas que se perfilan como los mayores exportadores de la región, con inyecciones en proporciones de 35.7%, 34.6% y 16.8%, respectivamente; mientras que Honduras, Nicaragua y El Salvador son los sistemas que se perfilan como los mayores importadores, con retiros estimados en proporciones de 36.9%, 28.5% y 18.7%, en su orden.

En la **Tabla 45** se presentan las exportaciones e importaciones netas estimadas por país para los años 2023 y 2024.

**Tabla 45.** Exportaciones e importaciones netas estimadas por país para los años 2023 y 2024 (GWh).

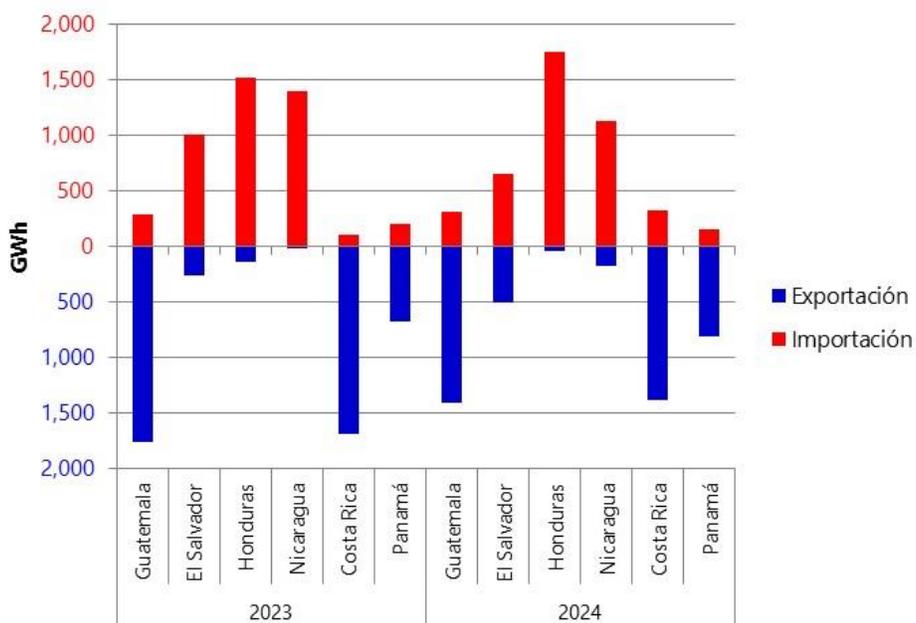
Año	País	Importación	Exportación
2023	Guatemala	289.6	1,753.9
2023	El Salvador	1,000.9	258.5
2023	Honduras	1,520.3	137.8
2023	Nicaragua	1,394.0	15.0
2023	Costa Rica	111.3	1,684.1
2023	Panamá	207.4	674.0
<b>2023</b>	<b>Total</b>	<b>4,523.3</b>	<b>4,523.3</b>



Continuación **Tabla 45.** Exportaciones e importaciones netas estimadas por país para los años 2023 y 2024 (GWh).

Año	País	Importación	Exportación
2024	Guatemala	313.9	1,409.8
2024	El Salvador	652.4	505.9
2024	Honduras	1,750.3	46.2
2024	Nicaragua	1,130.5	178.6
2024	Costa Rica	328.1	1,381.7
2024	Panamá	159.8	812.9
<b>2024</b>	<b>Total</b>	<b>4,334.9</b>	<b>4,334.9</b>

En términos comparativos, la **Figura 50** muestra el comportamiento de las exportaciones e importaciones netas estimadas por país para los años 2023 y 2024.



**Figura 50.** Exportaciones e importaciones netas estimadas por país en el MER para los años 2023 y 2024.



### 4.8.3. 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.

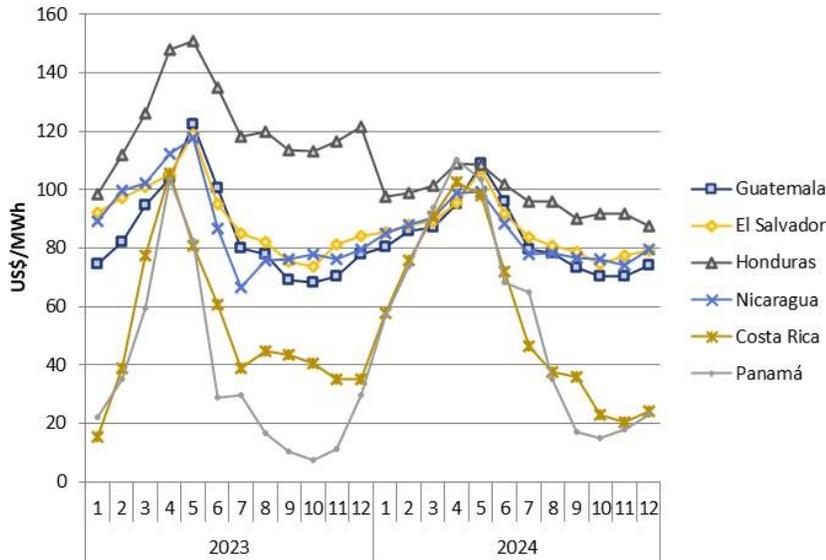
De los seis países que conforman el MER, son los sistemas de Panamá y Costa Rica donde resultan los menores costos marginales, respectivamente, como se puede observar en la **Tabla 46**, debido a la proporción de recursos que se utilizan para la generación eléctrica, predominantemente renovable, aunque en Panamá también con un importante aporte de generación con gas natural.

**Tabla 46.** Costos marginales promedio mensuales estimados en los países del MER para los años 2023 y 2024 (US\$/MWh).

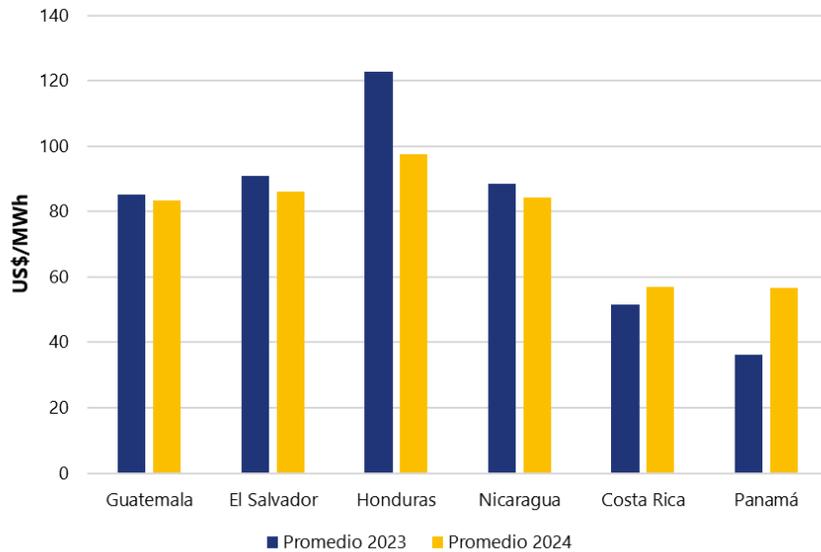
Etapa	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
01/2023	74.74	92.19	98.57	89.42	15.48	22.23
02/2023	81.89	97.24	111.82	99.75	38.81	35.29
03/2023	94.63	101.07	126.05	102.44	77.45	59.61
04/2023	103.78	105.36	147.78	112.36	105.57	103.42
05/2023	122.36	118.85	150.92	117.96	80.96	82.44
06/2023	100.61	94.91	135.09	86.78	60.73	28.88
07/2023	79.92	85.05	118.12	66.52	38.97	29.7
08/2023	77.93	82.13	120.01	75.94	44.66	16.64
09/2023	69.12	75.36	113.64	76.27	43.61	10.13
10/2023	68.26	73.52	113.17	78.00	40.68	7.32
11/2023	70.27	81.31	116.3	76.38	35.22	11.32
12/2023	77.98	84.33	121.35	79.56	34.9	29.44
<b>Total 2023</b>	<b>85.14</b>	<b>90.91</b>	<b>122.76</b>	<b>88.36</b>	<b>51.42</b>	<b>36.36</b>
01/2024	80.25	85.37	97.79	84.96	57.58	56.89
02/2024	85.91	88.05	99.07	88.06	75.84	73.77
03/2024	87.06	89.41	101.43	90.58	90.74	93.94
04/2024	95.12	95.43	108.95	98.69	102.72	110.19
05/2024	109.11	106.71	108.41	99.20	97.90	103.59
06/2024	95.94	91.80	101.61	88.30	71.91	68.33
07/2024	79.60	83.57	95.76	77.97	46.31	65.09
08/2024	78.19	80.94	95.96	78.24	37.46	34.99
09/2024	73.24	78.67	89.99	76.66	35.90	17.18
10/2024	70.40	74.73	91.72	76.19	23.11	14.88
11/2024	70.34	77.67	91.82	74.18	20.56	17.72
12/2024	74.00	79.25	87.74	79.69	24.29	22.73
<b>Total 2024</b>	<b>83.24</b>	<b>85.95</b>	<b>97.5</b>	<b>84.36</b>	<b>56.86</b>	<b>56.50</b>



De forma comparativa, la **Figura 51** ilustra el comportamiento de los costos marginales promedio mensuales por país para los años 2023 y 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 los años 2023 y 2024.



**Figura 52.** Costo marginal promedio anual estimado de los países del MER para los años 2023 y 2024.

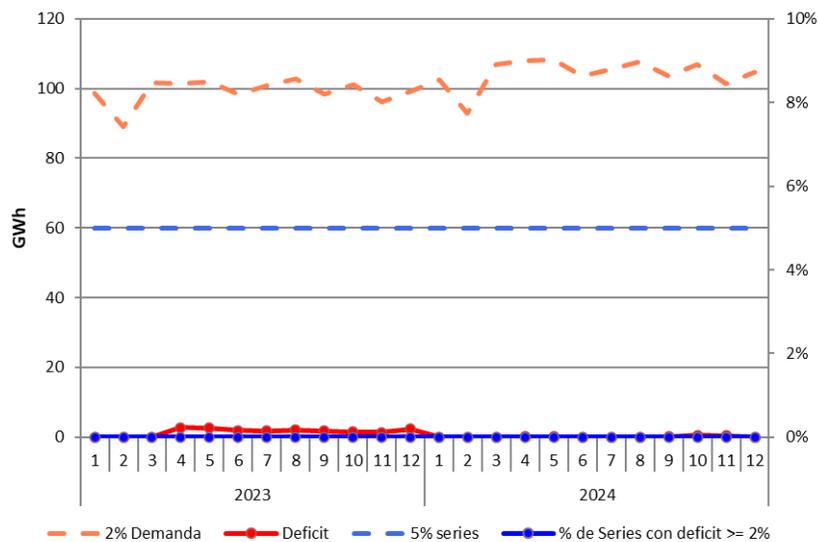


#### 4.8.4. Indicador de Confiabilidad Energética

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 el sistema de Honduras, sin embargo los valores no superan los límites del criterio, y por tanto 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 los años 2023 y 2024.



**Figura 53.** Confiabilidad energética estimada del Sistema Eléctrico Regional de América Central para los años 2023 y 2024.

### 3. 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 resaltan las siguientes conclusiones:

- Se estima que la demanda de energía de América Central del año 2023 crecerá 4.8% con respecto al año 2022, mientras que la demanda del año 2024 crecería 4.5% respecto del año 2023. Son notables las diferencias entre las estimaciones de crecimiento para los seis países de la región, por una parte el crecimiento mayor proyectado se observa para Panamá con 7.99% en el año 2023 y 8.48% en el año 2024, mientras que el crecimiento proyectado más conservador es para Costa Rica con 1.69% en el año 2023 y 2.2% en el año 2024.
- Respecto a las modificaciones en el sistema de generación, es importante resaltar la incorporación en julio de 2022 del proyecto de gas natural en El Salvador, denominado Energía del Pacífico, con una capacidad de 378.51 MW que modifica el despacho y los costos de suministro en el sistema. También llama la atención la cantidad de proyectos previstos para incorporarse al sistema en el corto plazo, en el que se tienen en cuenta otros dos proyectos de gas natural (Puerto Sandino de 300 MW en Nicaragua, y Gatún de 656.2 MW en Panamá), así como la hidroeléctrica El Tornillito de 198.7 MW en Honduras y complementados por otros veinte y cuatro proyectos con recursos renovables que en total representan cerca de 500 MW adicionales para el sistema.
- El suministro de la demanda, se estima que las fuentes renovables aportarán durante los años 2023 y 2024 un promedio de 79.2% de la energía, de los cuales el 51.4% corresponde a generación hidroeléctrica, 12.7% es generación renovable variable (eólica y solar fotovoltaica), 7.8% es biomasa y 7.3% es generación geotérmica. La otra componente importante en la matriz energética regional es conformada por el parque térmico que aportará en promedio para ambos años un estimado de 18.7%, dominada por el aporte de las centrales carboeléctricas con una proporción del 7.3%, seguido de las centrales de gas natural con una proporción del 6.6% y las centrales de petróleo con una proporción del 4.8%. Otra fuente importante en la matriz eléctrica regional proviene de las inyecciones de la central Energía del Caribe por medio de la interconexión México-Guatemala, con una proporción del 1.6%.

- Las transacciones del MER mantienen un potencial relevante, estimadas en 370 GWh-mes en promedio para ambos años de este Planeamiento, lo cual representa 4,523 GWh para el año 2023 y 4,335 GWh para el año 2024, manteniéndose la condición de exportadores los sistemas de Guatemala, Costa Rica y Panamá, con proporciones de 35.7%, 34.6% y 16.8%, respectivamente, mientras que como principales importadores se presentan Honduras, Nicaragua y El Salvador, con proporciones de 36.9%, 28.5% y 18.7%, 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, de tal manera que el sistema panameño resulta con los menores costos marginales de la región en todo el período con valores promedio de 36.36 US\$/MWh en el año 2023 y 56.50 US\$/MWh en el año 2024, seguido por el sistema de Costa Rica con valores promedio de 51.42 US\$/MWh en el año 2023 y 56.86 US\$/MWh en el año 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 el sistema de Honduras ocurren en sistemas de tensión menor a 115 kV y los valores de déficit estimados no son sensibles para los propósitos de este Planeamiento.