



ACTUALIZACIÓN DE LA “ESTRATEGIA PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN GUATEMALA”





Guatemala, octubre de 2024

AGER
ASOCIACIÓN DE GENERADORES CON ENERGÍA RENOVABLE





ACTUALIZACIÓN DE LA “ESTRATEGIA PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN GUATEMALA”

Guatemala,
octubre de 2024

En un momento crucial para el sector eléctrico de Guatemala, la adaptabilidad de las energías renovables se presenta como una oportunidad para fortalecer la seguridad energética y fomentar un crecimiento económico sostenible. A través de los procesos de licitación abierta en generación, se abre una oportunidad estratégica para atraer inversiones en plantas que impulsen la transición hacia un sistema eléctrico más sostenible y con independencia energética.

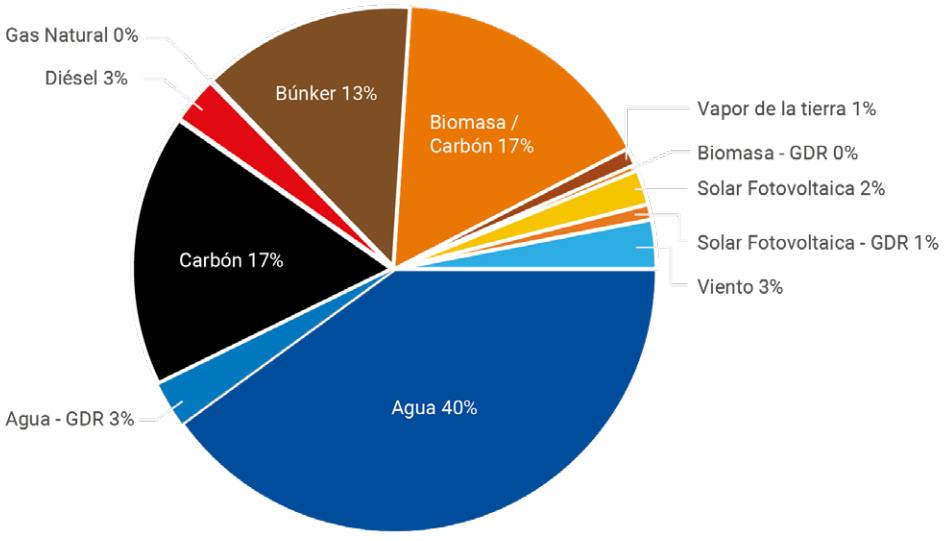
AGER, en su constante búsqueda de una agenda para la transformación eléctrica sostenible, reafirma su compromiso con el desarrollo energético. Esta actualización no solo propone soluciones para la viabilidad política, técnica y económica de alcanzar el 80 % de generación renovable, sino que también subraya la importancia de tomar acciones decisivas para evitar la crisis de desabastecimiento similar a la enfrentada durante la década de los 90’s. Las oportunidades que se enfrentan en el sector eléctrico en la actualidad, ante la licitación de generación más grande de la historia del país, y el potencial y competitividad de energías renovables, son únicas y cruciales para definir su futuro para los próximos 20 años. Por ello, es fundamental que las decisiones sean estratégicas e intencionales, para evitar un retroceso económico y social para los guatemaltecos.

La presente actualización de la **Estrategia para la transición energética en Guatemala,** elaborada por la **Asociación de Generadores con Energía Renovable -AGER-**, se fundamenta en el estudio llevado a cabo por la asociación en octubre del 2023, considera los cambios significativos que han impactado al sector eléctrico durante el año 2024 y traza un horizonte de análisis de 16 años hacia futuro. Este ejercicio está basado sobre un procedimiento sustentado en procesos estadísticos y analíticos, a través del uso de herramientas de modelación de mercados eléctricos que toman en consideración las diferentes variables que afectan el despacho económico de un sistema eléctrico. Considerar la mayor cantidad de variables permite conseguir resultados muy cercanos a la realidad del entorno para el que se elaboran, y que ayudarán a tomar las decisiones más asertivas en la construcción de un sistema eléctrico sustentable en el tiempo.

Actualmente, la creciente demanda energética se acelera, las nuevas formas de vida, el desarrollo, y las necesidades emergentes nos obligan a ser un sector innovador y eficiente, capaz de brindar un servicio de calidad. En este contexto, la generación y transmisión de energía se convierten en temas prioritarios, no solo para la agenda nacional, sino también global, involucrando a todas las instancias del Estado en los diferentes roles en los que inciden para avanzar en estos temas de país. Esta actualización está diseñada para servir como una guía estratégica para las autoridades nacionales y los actores del sector eléctrico, mostrando que, con un compromiso interinstitucional firme, y acciones claras e intencionales, es posible alcanzar los objetivos establecidos en la política energética y avanzar el desarrollo del país. Además, ofrece una evaluación objetiva de las tecnologías de generación renovable y no renovables, y cómo su incorporación y combinación, junto con la expansión de la infraestructura de transmisión, permitirá mantener tarifas competitivas, reducir la sobre dependencia de combustibles fósiles y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que incrementan el riesgo del calentamiento global. De esta forma, Guatemala puede continuar avanzando hacia un sector eléctrico robusto, seguro y competitivo, que promueva el desarrollo social y económico del país mientras cumple con sus compromisos nacionales e internacionales en la lucha contra el cambio climático.

Con esta **actualización de la Estrategia para la transición energética en Guatemala, AGER** reafirma su compromiso de impulsar un sistema eléctrico moderno, robusto y resiliente, capaz de responder a los retos energéticos actuales y futuros del país. El marco de la licitación PEG-5 representa una oportunidad única para integrar más energías renovables, fortalecer la infraestructura de transmisión y garantizar un suministro energético eficiente y accesible para la población. Con la implementación de políticas y acciones alineadas a esta visión de largo plazo, Guatemala puede no solo atender el crecimiento de la demanda energética, sino también consolidarse como un referente regional en el desarrollo sostenible y la competitividad del sector eléctrico.

Figura 1
CAPACIDAD EFECTIVA DEL MERCADO MAYORISTA DE GUATEMALA, AGOSTO 2024



Fuente: elaboración propia

Guatemala cuenta con una matriz energética diversificada, y con un gran potencial de recursos renovables para la generación de energía eléctrica aún por aprovechar, suficiente para cubrir la creciente demanda nacional a través del tiempo y permitir al país retomar su rol como un importante exportador de energía limpia y competitiva a la región centroamericana y México.

Figura 2
POTENCIAL DE RECURSOS RENOVALES PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

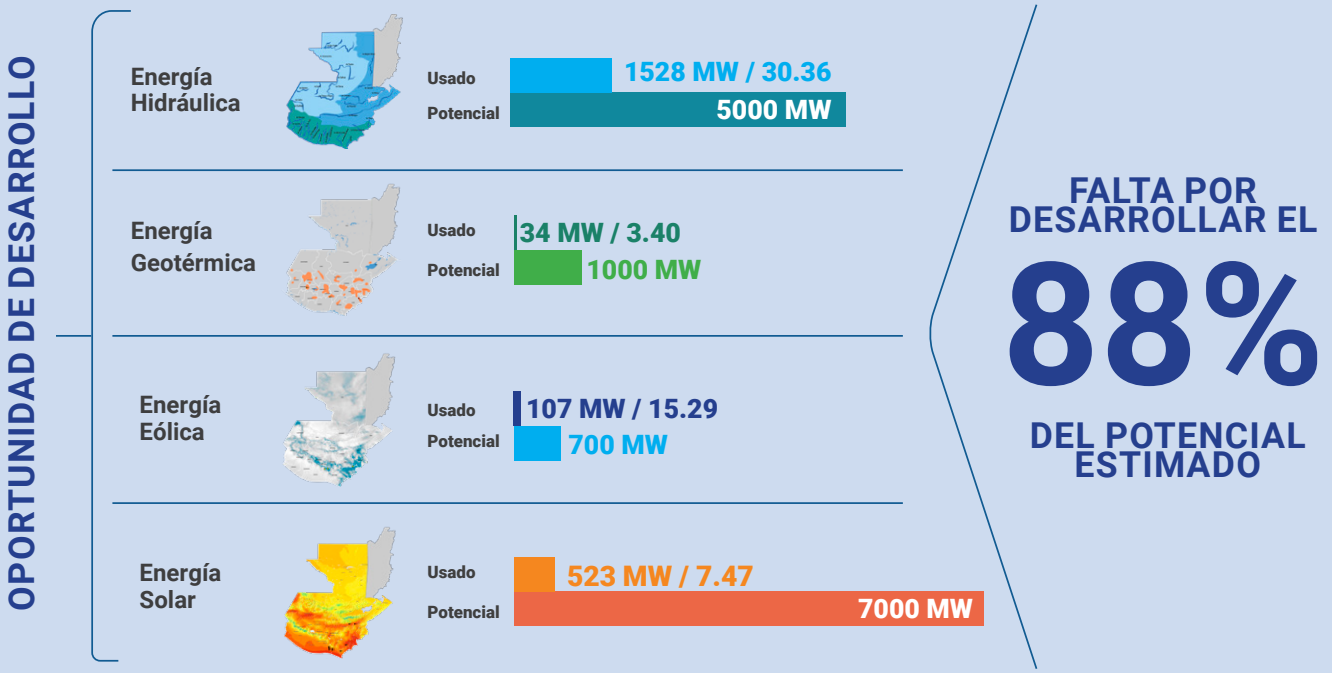
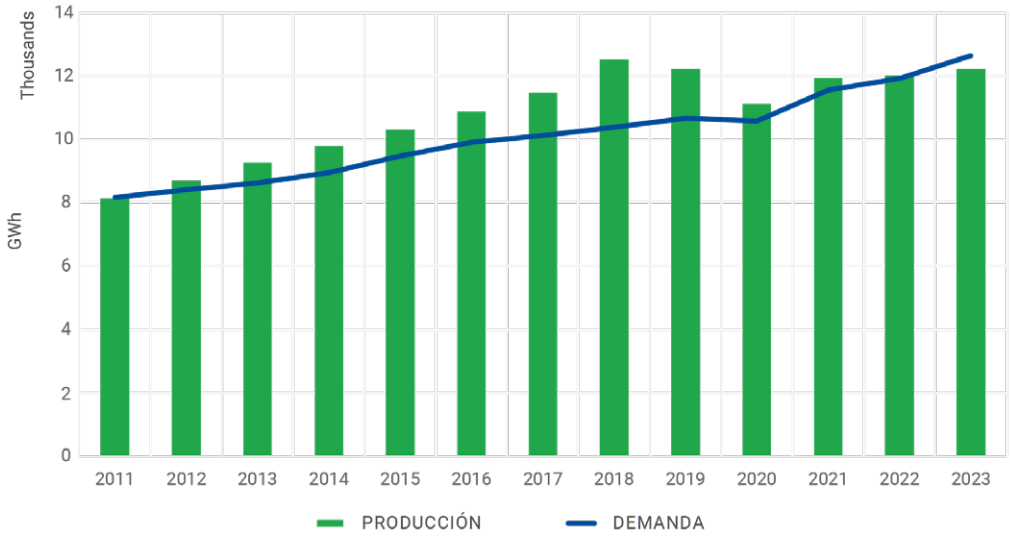


Figura 3
PRODUCCIÓN Y DEMANDA ANUAL DE ENERGÍA 2011-2023

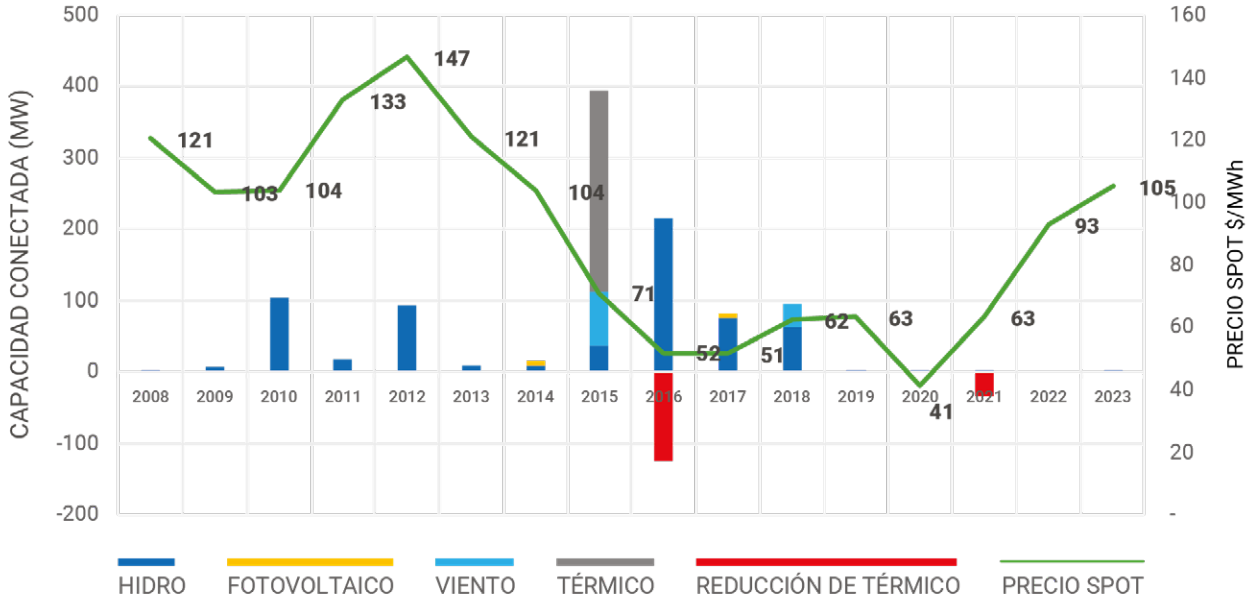


Fuente: elaboración propia

Guatemala fue un importante exportador de energía durante la última década; sin embargo, la creciente demanda nacional de electricidad, y la falta de inversión en generación nueva, ha llevado al país a un déficit de suministro de energía local, que se ha tenido que suplir a través de importaciones.

En la siguiente figura se muestran las adiciones y retiros de generación a partir del año 2008, se muestra como la adición de energía principalmente renovable redujo el precio SPOT (costo marginal) del Mercado Mayorista y cómo, en ausencia de inversión a partir del 2020, dicho costo se ha vuelto a incrementar a niveles muy elevados que reflejan una condición de déficit al año 2023.

Figura 4
PRECIO DE OPORTUNIDAD DE ENERGÍA POE



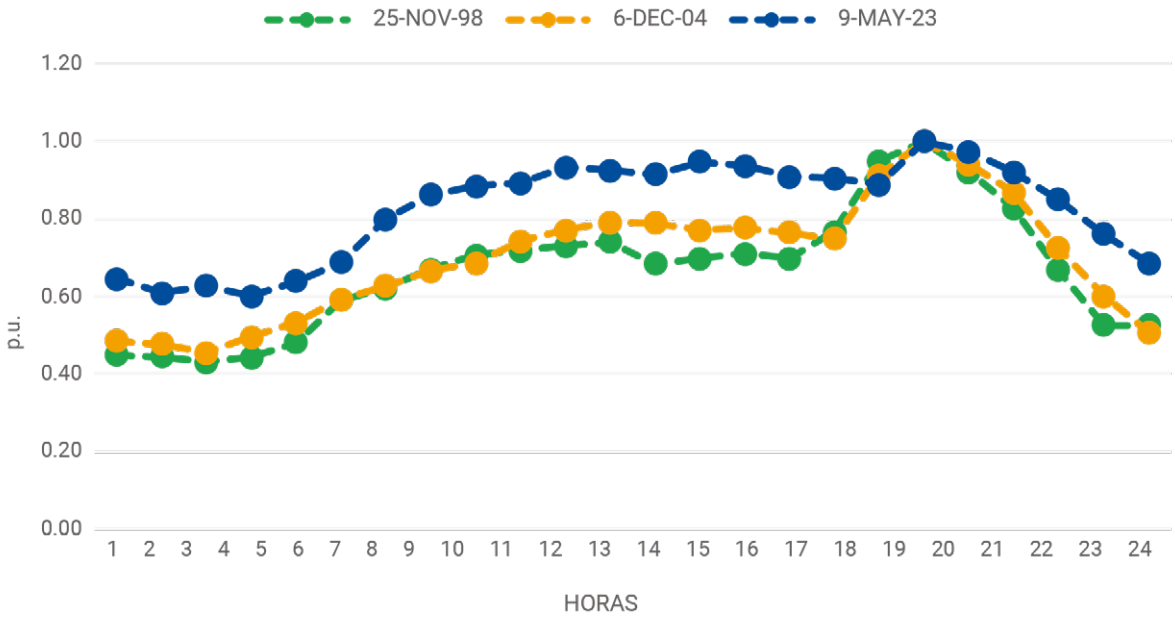
Fuente: elaboración propia

De 1998 a 2023, el factor de consumo ha evolucionado de 59 % en 1998 a 74 % en 2022, reflejo del crecimiento y cambio de comportamiento de la demanda, mostrándose con más énfasis en las horas diurnas.

Esta evolución requiere de generación en combinación de tecnologías que permitan cubrir tanto los picos de demanda (potencia), como también la demanda horaria total del sistema.



Figura 5
DEMANDA HORARIA UNITARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Fuente: elaboración propia

ACTUALIZACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE EXPANSIÓN MODELADOS

PROCEDIMIENTO PARA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE MODELACIÓN Y PREMISAS A CONSIDERAR

Para garantizar la precisión en las proyecciones presentadas en este documento, se ha utilizado el **Modelo SDDP (programación dinámica estocástica dual)** como herramienta de simulación. Este modelo, empleado por mercados eléctricos internacionales, el **Administrador del Mercado Mayorista (AMM), la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), y el Ministerio de Energía y Minas (MEM)**, permite simular el comportamiento del sistema eléctrico considerando diversas variables críticas, como la demanda de energía eléctrica, la oferta de generación (existente y nueva), los costos variables de generación y las características operativas de distintas tecnologías de generación, tanto renovables como no renovables. Entre los factores analizados, se consideran la disponibilidad, el desempeño y la flexibilidad de operación de estas tecnologías.

Además, el modelo contempla la disponibilidad de energía de las diversas tecnologías, incluyendo la hidroeléctrica, a través de un modelo de pronóstico de caudales de las diferentes centrales generadoras, anticipando tanto su disponibilidad como las condiciones hidrológicas que podrían impactar su operación.

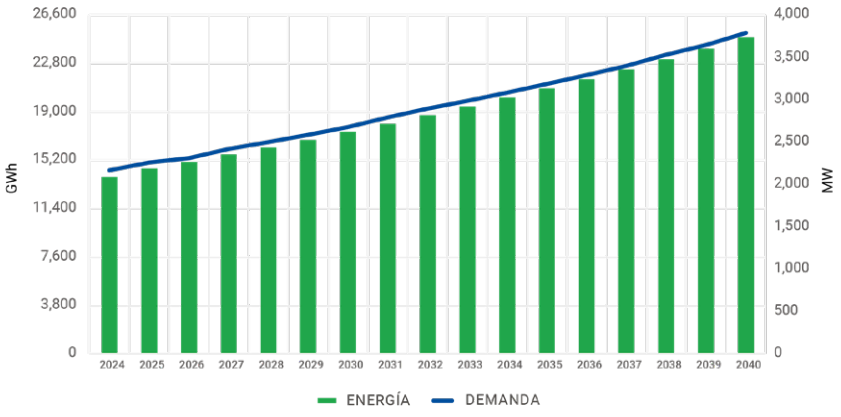
Finalmente, se evalúa la red eléctrica para determinar las pérdidas y el uso eficiente de la red de transporte, asegurando que las soluciones propuestas se alineen con la infraestructura y la capacidad actual del sistema.

Se utilizó como información la base de datos de la Programación de Largo Plazo (PLP) 2024-2025, publicada por el AMM, que contiene la matriz energética existente del mercado mayorista y la red eléctrica y como herramienta de optimización, y el modelo de simulación SDDP versión 17.2.3. Las premisas fundamentales consideradas son:

1. La demanda de energía y potencia eléctrica para la proyección de la demanda de electricidad, realizada a través de herramienta propia basada en métodos estadísticos,
2. precios de combustibles internacionales y su tendencia a futuro,
3. interconexión eléctrica entre Guatemala y el Mercado Eléctrico Regional y la interconexión Guatemala-México.

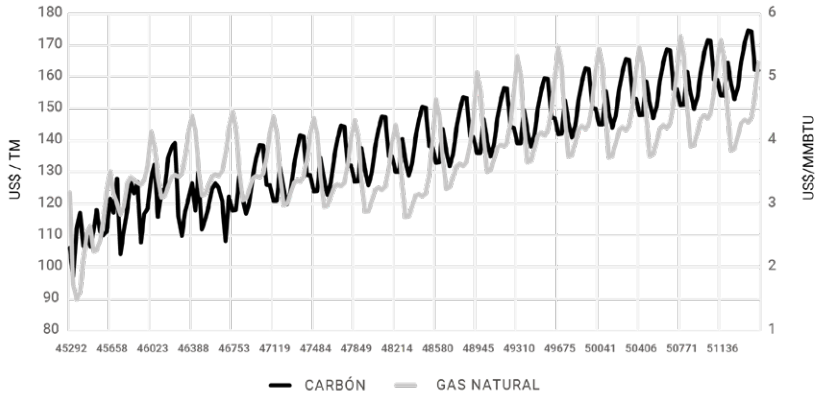
De esta actualización surgen escenarios que plantean posibles realidades que serán enfrentadas por el sistema eléctrico nacional y que definirán la realidad de un sistema altamente eficiente, de calidad y accesible para toda la población o, por el contrario, un sistema que traiga consigo riesgos de volatilidad en los precios del suministro e inseguridad y poca eficiencia en el servicio.

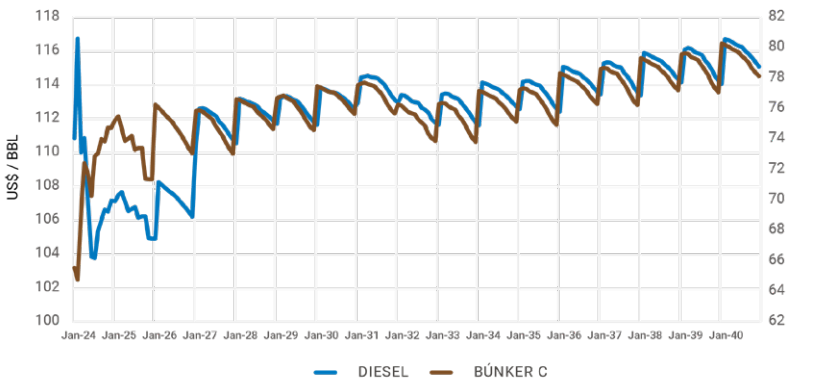
Figura 6
ENERGÍA Y POTENCIA PROYECTADA 2024-2040



Fuente: elaboración propia

Figura 7
ESCENARIO MEDIO DE PRECIOS DE COMBUSTIBLE 2024-2040





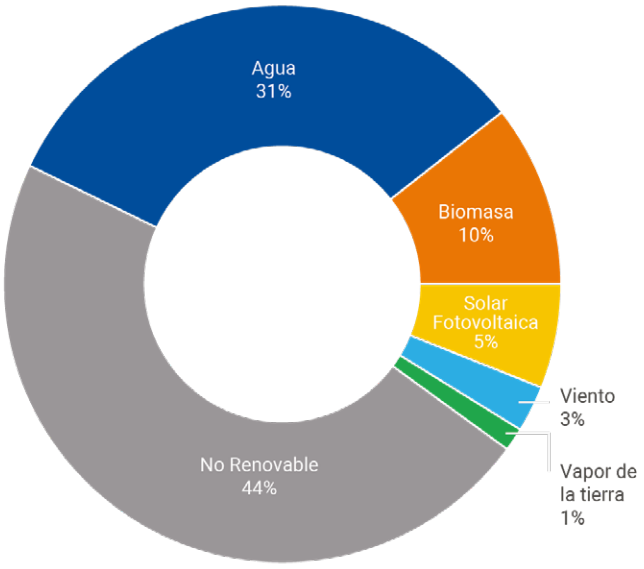
Fuente: elaboración propia

ACTUALIZACIÓN DEL ESCENARIO SIN ADICIÓN DE NUEVA GENERACIÓN

ESCENARIO 1

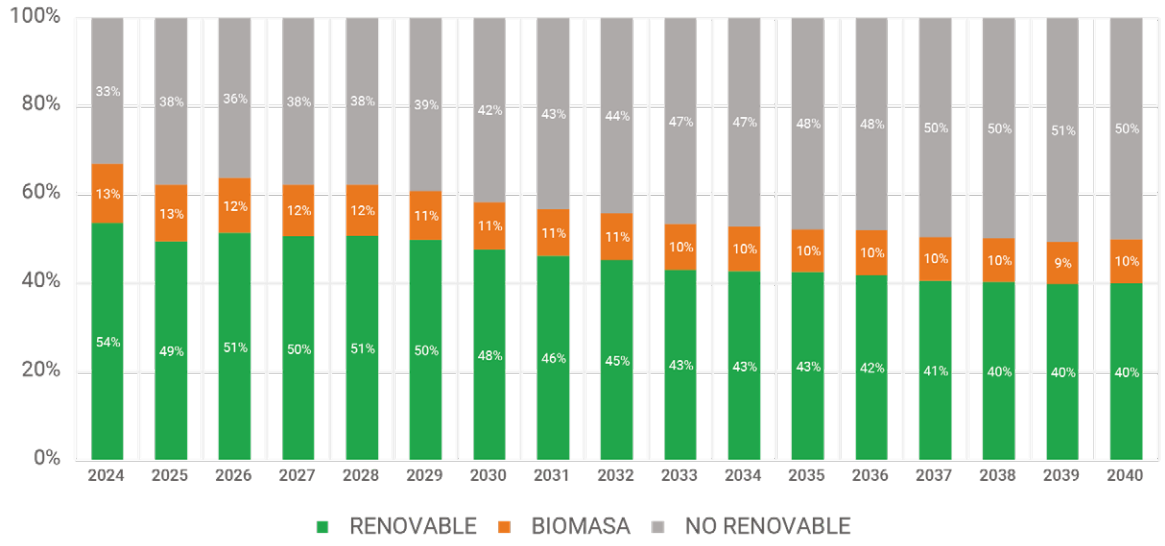
En el escenario 1 “sin adición de nueva generación”, a la matriz energética existente únicamente se agregó el grupo de centrales generadoras que fueron producto de la adjudicación de la licitación de largo plazo PEG-4-2022, y otros proyectos fotovoltaicos que están en construcción actualmente, y que no están relacionados con las adjudicaciones de la referida licitación, tal como se muestra en gráfica siguiente:

Figura 8
GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO
ESCENARIO SIN ADICIÓN DE GENERACIÓN CAPACIDAD EFECTIVA AL 2040



Fuente: elaboración propia

Figura 9
PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (GWH)
AGER CASO SIN ADICIÓN DE GENERACIÓN / CON BIOMASA INCLUIDA



Fuente: elaboración propia

Los resultados de la simulación de este escenario muestran un incremento sostenido del costo marginal (precio spot) del sistema, evidenciado una reducción continua del diferencial entre la oferta disponible y la creciente demanda de electricidad, lo que conduce inevitablemente, si no se toman las medidas correspondientes en cuanto a agregar más capacidad de generación en el corto y mediano plazo, a un déficit en el suministro. En el año 2027, se empiezan a evidenciar en algunos momentos déficit, incrementándose en los años siguientes. Los precios spot superan los 130 $/MWh entre los años 2028 a 2032.



ACTUALIZACIÓN DEL ESCENARIO ADICIÓN DE GENERACIÓN NO RENOVABLE

ESCENARIO 2

El escenario 2 se construyó sobre una base predominante de tecnología térmica con base en gas natural licuado, principalmente, apoyado por un complemento de tecnología marginal de rápida instalación de búnker, que tiene acceso a la infraestructura de importación de combustibles existente en el país, y con características de flexibilidad adaptable a la matriz renovable y a la forma de consumo. La tecnología nueva de gas natural licuado que se modela también se construyó sobre la base de sistemas flexibles, con el objeto de reducir al mínimo los desperdicios de generación renovable eficiente, y que se pudiera adaptar a la forma del consumo esperado. El costo operativo de este escenario se ve influenciado en forma directa por la tendencia y volatilidad de los precios de los combustibles de generación, teniendo efecto directo sobre el precio spot, el cual se mantiene entre los valores de 83 $/MWh a 103 $/MWh. La adición de la generación realizada sería suficiente para garantizar la demanda, pero a precios más altos dependientes sobre todo de la tendencia de los precios de los combustibles.

Las tablas siguientes muestran los valores de adición de capacidad considerados y la aportación de cada tecnología en el suministro de la demanda, observándose una reducción continua y sistemática del aporte renovable, y por el contrario un crecimiento en el aporte de la generación térmica no renovable.

Tabla 1

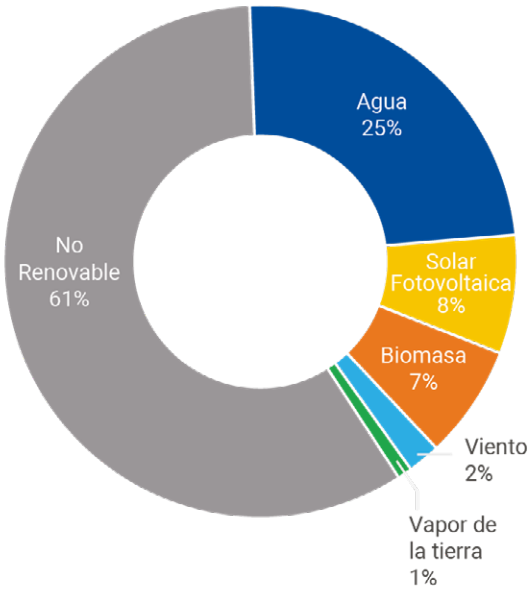
Año	Hidroeléctricas	Geotérmica	Solar Fotovoltaica	Eólica	Búnker	Gas Natural
2024						13
2025						
2026			460			40
2027			210		200	
2028	14		100	60	150	
2029						350
2030						
2031					50	
2032						350
2033						
2034						
2035						350
2036						
2037					100	
2038						350
2039					250	
2040						
TOTAL	**14**	**0**	**770**	**60**	**750**	**1,453**

Fuente: elaboración propia

En total, se adicionan 3,047 MW de capacidad instalada de generación de las diversas tecnologías, con énfasis en las no renovables.

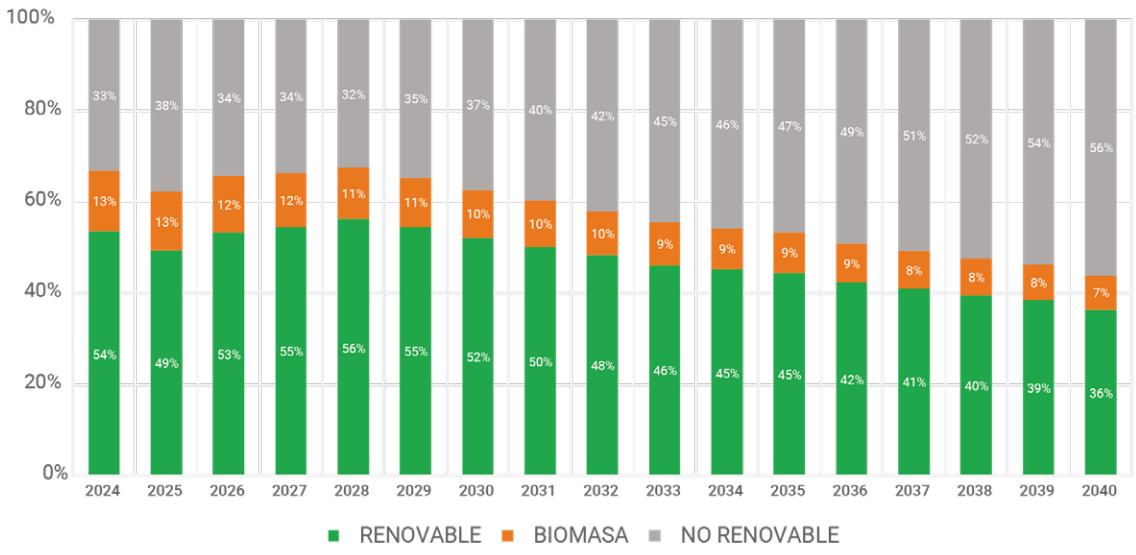
En este, y en los otros escenarios, se incluyen las adiciones de capacidad que resultaron de la licitación PEG-4-2022, y otros proyectos fotovoltaicos que están en construcción actualmente, y que no están relacionados con las adjudicaciones de la referida licitación.

Figura 10
GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO
ESCENARIO NO RENOVABLE
CAPACIDAD EFECTIVA AL 2040



Fuente: elaboración propia

Figura 11
PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (GWH)
AGER CASO CON ADICIÓN DE GENERACIÓN NO RENOVABLE / CON BIOMASA INCLUIDA



Fuente: elaboración propia

ACTUALIZACIÓN DEL ESCENARIO ADICIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE

ESCENARIO 3

El escenario 3 evaluado, fue construido principalmente sobre el cumplimiento de la meta de la política energética del país, que busca llevar al 80 % la generación renovable para suministro de la demanda total de energía eléctrica. Es así, que como se muestra en gráfica siguiente, los volúmenes de adición son predominantemente de naturaleza renovable, con una combinación balanceada entre el recurso hidroeléctrico, solar fotovoltaico, eólico, geotérmico y tecnologías renovables acompañadas de sistemas de almacenamiento de energía.

Como complemento, dentro de la adición de la matriz energética se agrega un volumen de capacidad térmica, en el corto plazo de búnker de motores flexibles, y más adelante, conforme se logre desarrollar la infraestructura requerida, una componente de generación a base de gas natural licuado, definiendo equipos con características de flexibilidad para evitar el desperdicio de recurso eficiente renovable, lo cual se puede originar si se utilizan recursos con tecnologías de operación muy restrictivas (inflexibilidad).

El resultado del escenario muestra que es posible alcanzar operativa y económicamente el 80 % de suministro con energía renovable, adaptándose muy bien al patrón de consumo, el costo de suministro resultante es menor al escenario 2, derivado de que hay ahorros en los costos de generación muy importantes, dado que la dependencia de los combustibles y sus precios internacionales es menor, y es amortiguada por el uso de los recursos renovables. Si bien es cierto el costo de CAPEX y de OPEX de este escenario es más alto que el escenario 2, esto se ve amortiguado por una mayor reducción en los costos variables de generación. El precio spot es mucho menor que el escenario no renovable, situándose en niveles que van de 60 $/MWh a 74 $/MWh.

Esto último redunda en tarifas de costo menor que benefician finalmente a los consumidores. El aporte de energía renovable se incrementa en el tiempo, alcanzado el 80 %, con la consecuente reducción de la generación no renovable.

Tabla 2

ADICIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE

Año	Hidroeléctricas	Renovable + Almacenamiento	Geotérmica	Solar Fotovoltaica	Eólica	Búnker	Gas Natural
2024							13
2025							
2026				460			40
2027				210		75	
2028	14			100	60	75	
2029				200			350
2030		125					
2031		175	50	200	50		
2032		125	50				350
2033		100	50	200	50		
2034		100					
2035		90			50		
2036				200			150
2037		300					
2038							
2039		100					
2040			200				
TOTAL	**14**	**1,115**	**350**	**1,570**	**210**	**150**	**903**

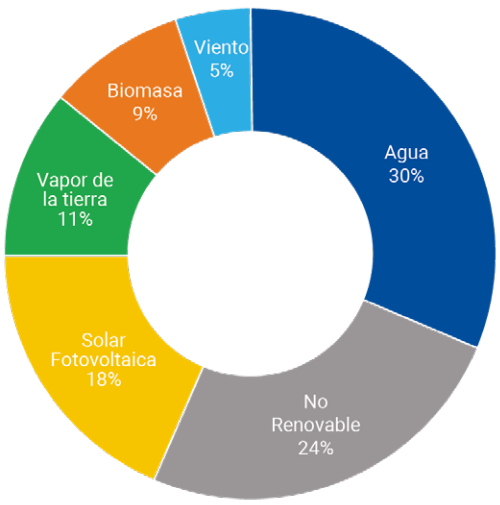
Fuente: elaboración propia

En total, se adicionan 4,312 MW de capacidad instalada de generación de las diversas tecnologías, con énfasis en las tecnologías renovables.

Se incluyen las adiciones de capacidad que resultaron de la licitación PEG-4-2022, y otros proyectos fotovoltaicos que están en construcción actualmente, y que no están relacionados con las adjudicaciones de la referida licitación.

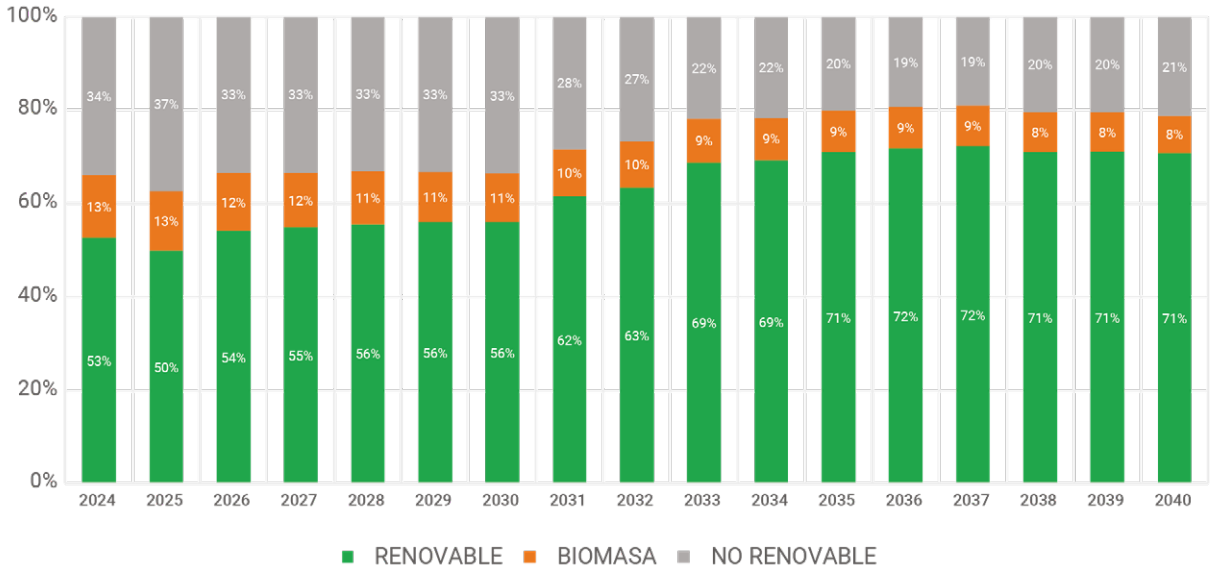
Figura 12

GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO
ESCENARIO RENOVABLE
CAPACIDAD EFECTIVA AL 2040



Fuente: elaboración propia

Figura 13
PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (GWH)
AGER CASO ADICIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE / CON BIOMASA INCLUIDA



Fuente: elaboración propia



ANÁLISIS DEL CAPEX

Para complementar el costo total de suministro, fue necesario adicionar el costo esperado de la inversión de las tecnologías nuevas, por lo que se recurrió a una investigación sobre fuentes oficiales y públicas que dan referencia de cuánto cuesta el kW instalado de cada una de ellas. Las fuentes consultadas son EIA Energy International Administration de Estados Unidos, e IRENA International Renewable Energy Agency.

Esta información fue complementada con información obtenida de inversionistas en Guatemala (costos de tecnología solar fotovoltaica de proyectos en construcción en la actualidad) y de la empresa Wärtsilä.

Los valores utilizados por tecnología se muestran en la tabla siguiente:

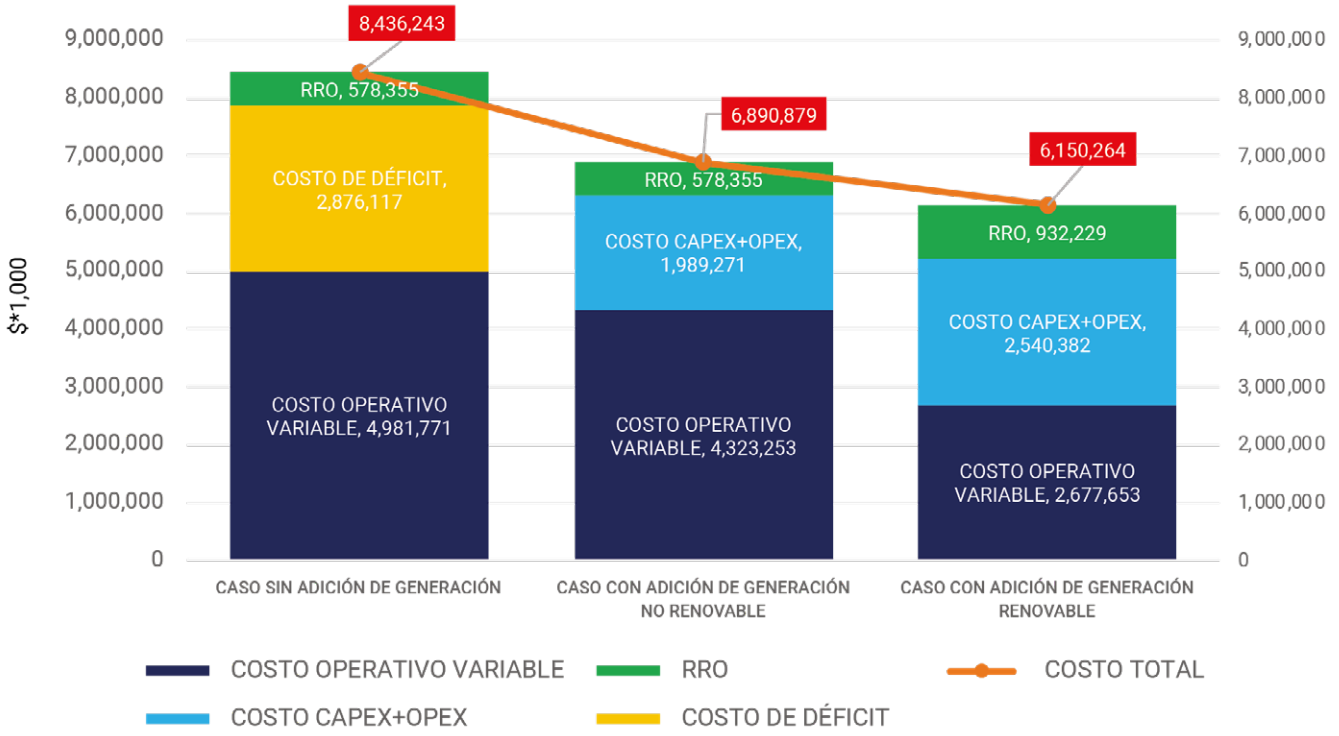
Tabla 3
CAPEX Y OPEX
TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN

	CAPEX	OPEX
	(USD/kW)	USD/KW-year
Hidroeléctricas	2,881.00	33.54
Geotérmica	3,403.00	150.60
Solar Fotovoltaica	850.00	20.23
Eólica	1,518.00	28.08
Búnker	1,908.00	35.16
Gas Natural	1,779.00	18.00

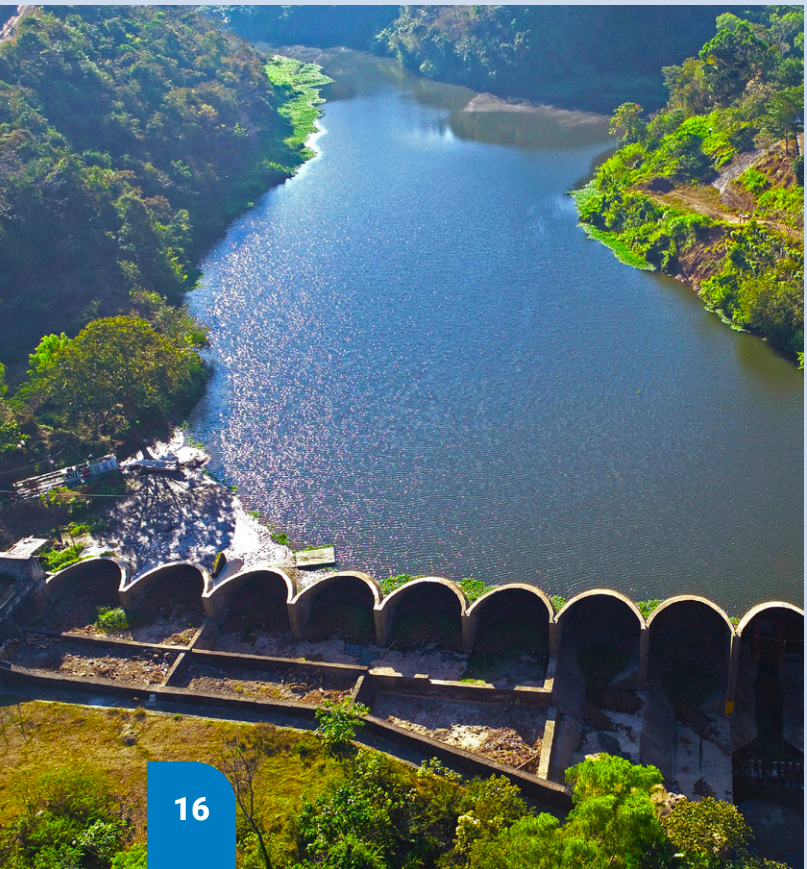
Fuente: elaboración propia



Figura 14
COSTO OPERATIVO POR ESCENARIO DE EXPANSIÓN, EFECTO DE FALTA DE CAPACIDAD DE TRANSPORTE 2024-2040



Fuente: elaboración propia



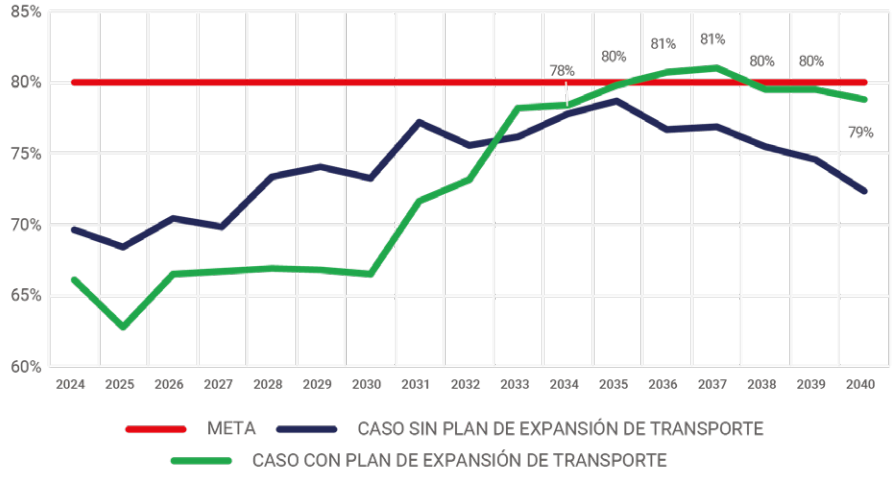
Las modelaciones reflejan que el escenario sin adición de generación es inviable y caro para el país, pues muestra un elevado déficit de oferta de energía que redundaría en interrupciones en el suministro.

Comparando los otros escenarios, se muestra que, en el caso con adición de generación renovable, el costo operativo total es menor en US$740 millones (12 %), comparado con el caso con adición de generación no renovable.

RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS

El resultado de los escenarios modelados refleja que es posible alcanzar la meta de la Política Energética, que establece llegar al 80 % de generación a partir de fuentes renovables. Cumpliendo con la ampliación adecuada del sistema de transmisión, es factible alcanzar el 80 % de generación renovable, tanto desde la perspectiva operativa como económica, logrando el cumplimiento de los compromisos de país.

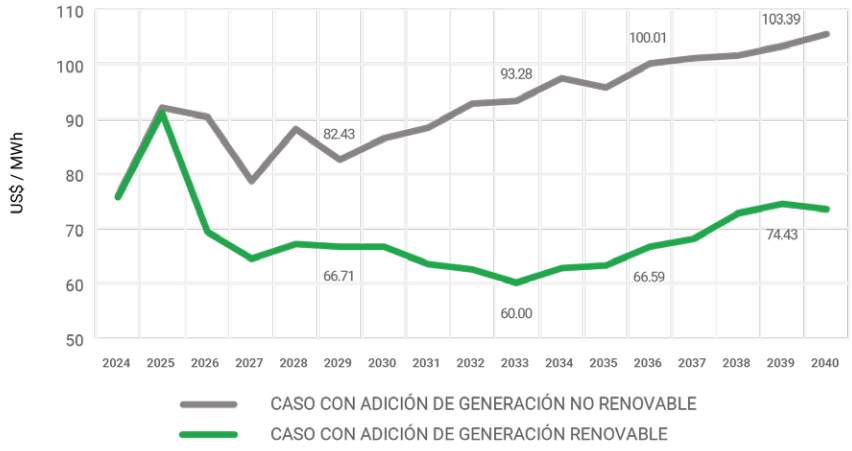
Figura 15
PORCENTAJE DE GENERACIÓN RENOVABLE: ESCENARIO CON ADICIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE SIN Y CON PLAN DE EXPANSIÓN DE TRANSMISIÓN



Fuente: elaboración propia

Con mayor participación de energía renovable, el precio del mercado (SPOT) es menor, a pesar del crecimiento de la demanda y de los precios de los combustibles, asegurando tarifas más bajas y estables.

Figura 16
COMPARATIVO ENTRE LOS PRECIOS DE LA ENERGÍA PROMEDIO: ESCENARIO CON ADICIÓN DE GENERACIÓN NO RENOVABLE VS. ESCENARIO CON ADICIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE PARA EL 2024-2040

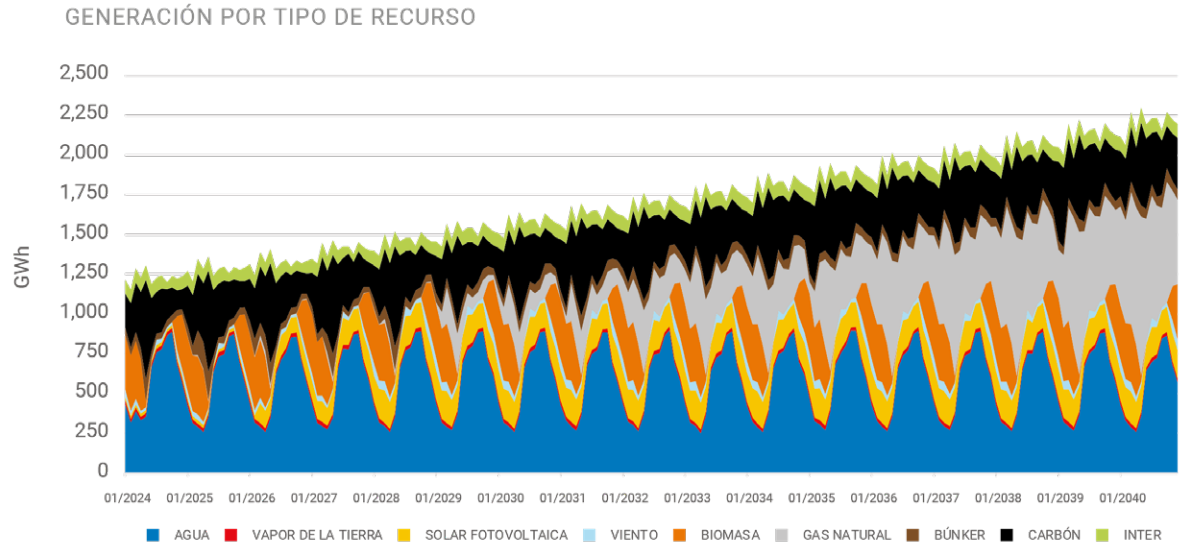


Fuente: elaboración propia

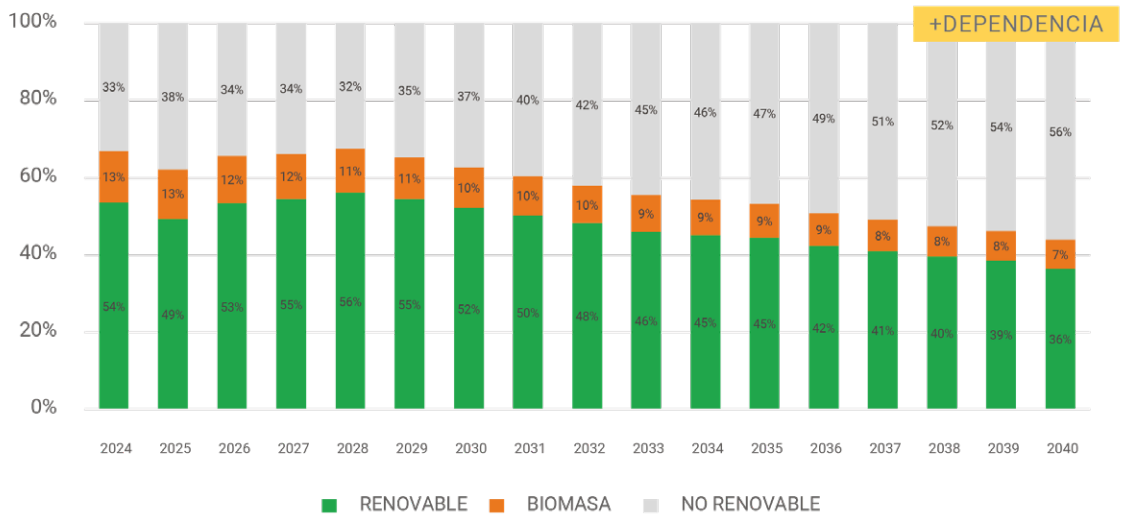
En la participación por tipo de recurso es notable que se reiteran los resultados vertidos en el estudio presentado en el mes de enero, haciendo notar que a pesar de la adición de generación por las adjudicaciones de la PEG-4-2022, si no se adiciona más generación nueva, en el tiempo se incrementa la dependencia de carbón y de las importaciones y el riesgo de desabastecimiento.

Con la oportunidad que representa la normativa de almacenamiento, el escenario con adición renovable presenta una mayor participación de centrales solares y eólicas con almacenamiento que pueden proporcionar potencia al sistema. Esto se ve reflejado en el escenario con adición de renovable, en donde se observa un crecimiento en la participación de este tipo de generación, a partir del año 2027.

ESCENARIO CON ADICIÓN DE GENERACIÓN NO RENOVABLE
(SIMILAR 2008- SIN ENFOQUE POLÍTIVA ENERGÉTICA Y PLANIFICACIÓN)

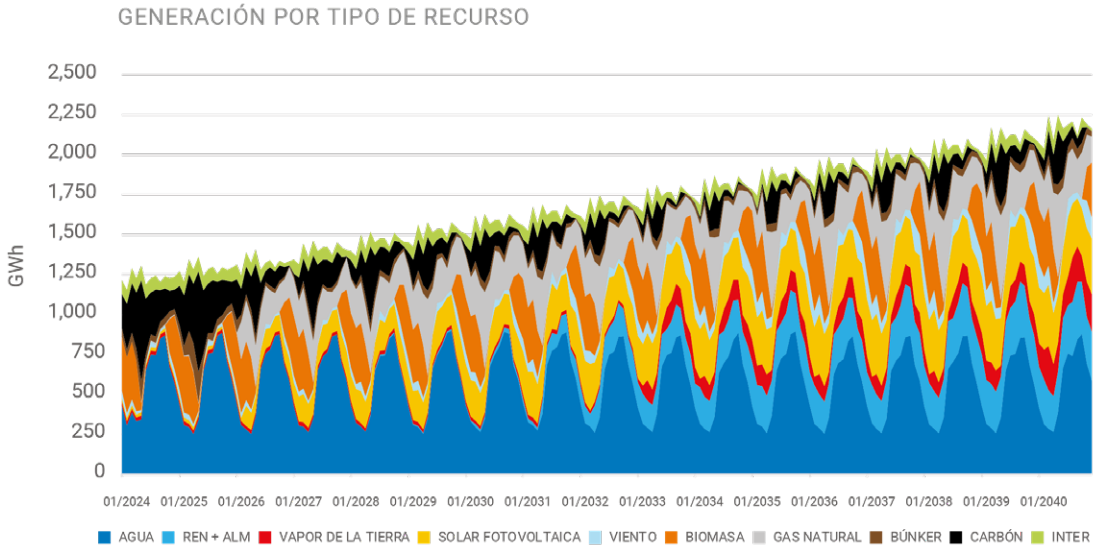


PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (GWH)
AGER CASO CON ADICIÓN DE GENERACIÓN NO RENOVABLE / CON BIOMASA INCLUIDA

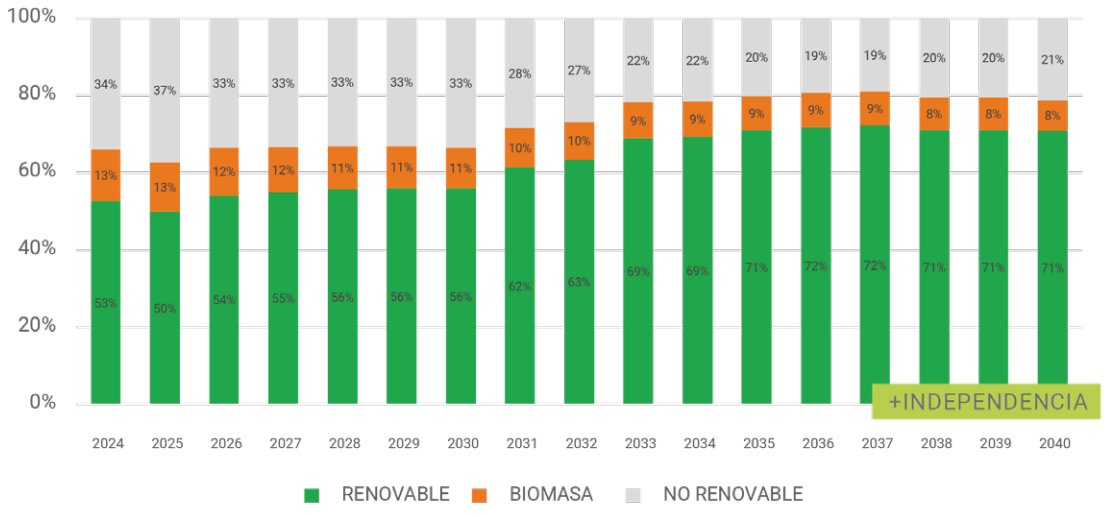


Es importante mencionar que, en caso no se construyeran nuevas o suficientes hidroeléctricas, estas según el modelo son perfectamente sustituibles por una mayor cantidad de plantas solares o eólicas con almacenamiento.

ESCENARIO CON ADICIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE (SIMILAR 2008- SIN ENFOQUE POLÍTIVA ENERGÉTICA Y PLANIFICACIÓN)



PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (GWH)
AGER CASO ADICIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE / CON BIOMASA INCLUIDA



Fuente: elaboración propia



NUEVAMENTE, LA AGER REITERA EL RESULTADO QUE EL ESCENARIO DE ADICIONAR GENERACIÓN RENOVABLE ES LA APUESTA DE PAÍS QUE TRAERÁ MÁS VENTAJAS EN EL LARGO PLAZO, no solo por los beneficios medio ambientales, de sostenibilidad, competitividad, reputación y liderazgo, sino que también ofrece más independencia energética y asegura tarifas asequibles para los usuarios, condiciones que son clave para atraer inversiones y desarrollo integral para todos los guatemaltecos.

Las crisis climáticas y el desarrollo de las economías exigen hoy que se desarrolle más generación que provenga de fuentes renovables y que estén disponibles a todas horas, a pesar de que esto representa un reto para los sistemas eléctricos, es una necesidad que se puede cubrir si se toman las decisiones correctas hoy.



EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DE LAS TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

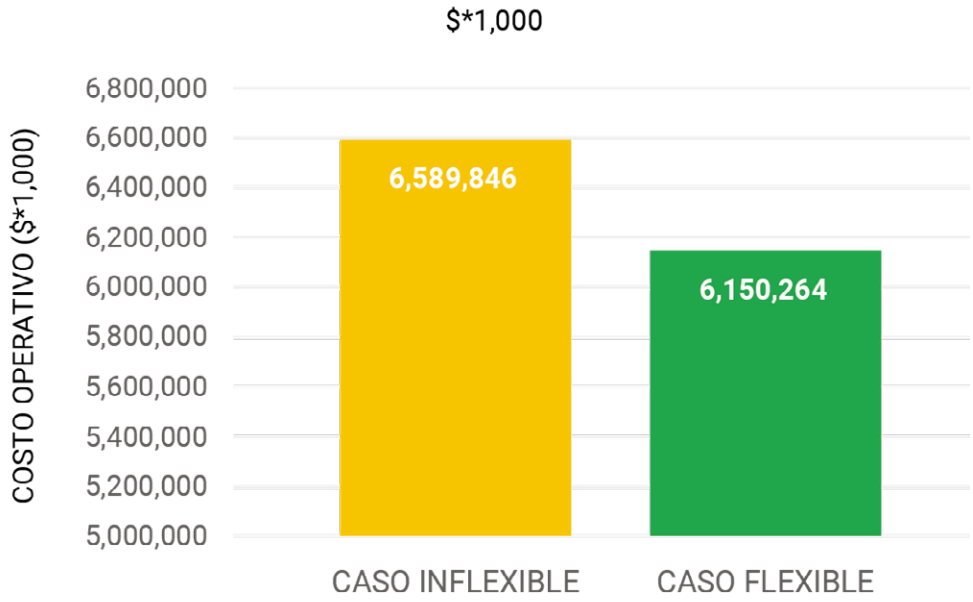
En el estudio, tal como se mencionó en la descripción de las premisas, se tomó en cuenta cada una de las características y disponibilidad de energía de las distintas tecnologías. Se observó que cada una de ellas tiene un impacto en el resultado económico del despacho de energía, y una de ellas es la flexibilidad que deben tener las centrales generadoras. La flexibilidad en las plantas generadoras permite que el operador del sistema, el Administrador del Mercado Mayorista, pueda escoger en tiempo real las tecnologías que mejor se complementan. Cuando existen plantas inflexibles, que tienden a ser plantas térmicas grandes, estas deben permanecer arrancadas por limitaciones técnicas, lo cual obliga al AMM a mantenerlas despachadas, muchas veces causando desperdicio de generación renovable (solar, eólica o hidroeléctrica), causando costos mayores.

Se hizo un ejercicio comparativo adicional para analizar el efecto de la flexibilidad. Se modeló el caso con adición renovable, y como complemento se asumieron plantas térmicas de tecnologías de Gas Natural Licuado (GNL) inflexibles (ciclos combinados). Este escenario se comparó con el mismo caso con adición renovable, pero sustituyendo las plantas inflexibles por otras, también de GNL, de tecnología flexible (motores de combustión interna, similares a la tecnología de Energía del Pacífico, instalada en El Salvador). Se compararon ambos casos, para identificar las diferencias en los costos para el sistema eléctrico de utilizar sistemas flexibles en vez de sistemas inflexibles.

Se comprobó que las plantas térmicas inflexibles, que, si bien tienen costos de inversión y costos variables de generación razonables, conllevan restricciones de arranque y parada y mínimo tiempo de operación, que hacen que el despacho de energía se aleje de óptimo esperado, resultando en costos operativos mayores, tal como se observa en la gráfica siguiente. En la Figura 18, se observa que el costo por inflexibilidad se incrementa en cerca de US$400 millones, que representa un 7 % de sobrecosto incremental.

Por lo anterior, es muy importante considerar tecnologías flexibles, que se adecuen al resto de la matriz energética, y al tamaño y patrón del consumo de energía, en las adiciones de plantas térmicas a futuro.

Figura 18
EFECTO DE LA INFLEXIBILIDAD EN EL COSTO OPERATIVO DEL ESCENARIO CON ADICIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE



Fuente: elaboración propia



PROPUESTA PARA LOS CRITERIOS DE ELABORACIÓN DE LAS BASES DE LICITACIÓN ABIERTA PEG-5



En Guatemala, los procesos de licitación que inician en el año 2008 con la licitación de 200 MW de carbón, seguida por las licitaciones PEG-1-2010, PEG-2-2012, PEG-3-2013 y PEG-4-2022, han jugado un papel clave en el desarrollo del sector eléctrico del país, tuvieron como objetivo garantizar el suministro confiable y eficiente de energía eléctrica y, principalmente, lograron la diversificación de las fuentes de generación, fomentando la inversión en el sector energético. Como resultado, se logró abastecer la demanda de las empresas distribuidoras, resultando en beneficio de estabilidad en las tarifas de largo plazo de los usuarios.

Para el próximo proceso de licitación PEG-5, se espera que el enfoque en la generación renovable continúe fortaleciéndose, considerando tanto la tendencia global hacia la sostenibilidad como la Política Energética del país, y la necesidad de tarifas competitivas y estables a largo plazo.

A continuación, se presentan algunos elementos que desde AGER consideramos clave para que dicho proceso siga con la diversificación de la matriz energética, con precios competitivos y en beneficio de las tarifas de los usuarios finales en el corto y largo plazo. Para lograrlo, es indispensable que se adopten las mejores prácticas que se han utilizado exitosamente dentro de algunos de los procesos de licitación anteriores, siendo estas:

- Designar dentro de la licitación el enfoque hacia las energías renovables, permitiendo plantas de generación existentes o nuevas, y que como mínimo un monto de 50 % del requerimiento de las distribuidoras sea suministrado por plantas de generación con recursos renovables; pudiendo llegar a contratarse con plantas renovables existentes o nuevas hasta el 100 % de dicho requerimiento.
- A menos que en la licitación no se alcance a completar el requerimiento de potencia garantizada para las distribuidoras con recursos renovables, adjudicar como máximo un porcentaje (por ejemplo 50 %) con recursos no renovables, indistintamente sean plantas de generación existentes o nuevas.
- Permitir la participación en libre competencia de plantas renovables existentes y nuevas, sin limitarlas a determinado volumen de MW ni a plazo de suministro, permitiendo la contratación a 15 años.
- Independientemente del modelo de adjudicación a utilizarse (sobre cerrado o subasta), es crucial realizar la licitación por tecnologías, con su respectiva oferta virtual por tecnología para el proceso de adjudicación, con el fin de cumplir los objetivos de la Política Energética y los compromisos



nacionales en términos de sostenibilidad y medio ambiente. Si no se establecen bloques o cuotas de un mínimo global renovable y bloques por tecnologías, las licitaciones pueden ser distorsionadas con base en la generación que pueda ser económica en ese momento específico (muy corto plazo), siendo susceptibles a adjudicar grandes volúmenes de energía con base en combustibles fósiles basado en su posible bajo costo temporal que, sin embargo, en el largo plazo (y como la historia ha demostrado) es volátil y tiene ciclos de costos muy elevados.

- Establecer, de preferencia, un formato de adjudicación a sobre cerrado, similar a la primera licitación de 2008 y PEG-2-2012. Este mecanismo facilita el proceso de adjudicación en licitaciones de gran magnitud, permitiendo alcanzar los volúmenes deseados de diversas tecnologías con mayor probabilidad de éxito. Permite a la distribuidora obtener de los oferentes su mejor oferta, siempre limitado a las ofertas virtuales establecidas. El sistema de sobre cerrado ofrece un mecanismo equilibrado para las partes, permitiendo una competencia justa entre generadores y asegurando la sostenibilidad del suministro de energía, y garantiza precios competitivos y sostenibles, beneficiando a consumidores y proveedores a largo plazo.
- Adicionalmente, la subasta inversa, como lo ha demostrado la experiencia, puede reflejar precios fuera de los límites razonables para que un proyecto sea viable, por lo que en todo caso debería tener límites mínimos aceptables en los precios de oferta.
- En aras de la transparencia, se recomienda que las ofertas virtuales, establecidas previamente por la CNEE, sean depositadas ante una entidad observadora independiente, y luego de finalizado el proceso, sean publicadas, tal como se realizó en la PEG-2-2012.
- Para contribuir a reducir el riesgo del potencial déficit de los próximos años, evaluar que los proyectos adjudicados puedan iniciar el abastecimiento contractual lo antes posible, idealmente a partir del 2028. Existen tecnologías que pueden desarrollarse en el corto plazo, como las solares fotovoltaicas, por ejemplo.
- Incluir la participación de los sistemas de almacenamiento dentro del proceso, derivado de la reciente modificación normativa por parte del AMM, de tal forma que sean una opción de suministro al mínimo costo.
- Permitir en el proceso de licitación la participación de combinación de plantas existentes renovables con plantas de generación nuevas también renovables, y excluir cualquier combinación de plantas renovables y no renovables, nuevas o existentes.

CONCLUSIONES GENERALES

- El estudio elaborado por AGER identifica elementos importantes que en algunos aspectos coinciden con estudios realizados por otras entidades. La principal coincidencia es que la matriz energética actual, incluyendo los proyectos adjudicados en la licitación de largo plazo PEG-4-2022, y algunos proyectos solares adicionales que están en construcción, serán insuficientes en el corto y mediano plazo para garantizar el suministro continuo de la creciente demanda de electricidad con los mínimos requerimientos de calidad y seguridad. Además, ya se observa una reducción temporal en los volúmenes de reservas operativas mínimos necesarios (RRO, RRa y RF), que es insuficiente para aportar energía en momentos de máximo estrés, en que por diversas causas la oferta de energía puede estar limitada (falta de recurso, fallas operativas de generación y de transmisión, etc.)

- Es evidente la urgente necesidad de adicionar nueva capacidad de generación lo antes posible, o sea durante los próximos 5 años (de 2025 a 2030), antes de que entren en operación los nuevos proyectos de generación que provendrían de la licitación de largo plazo PEG-5. La AGER en la presentación de su propuesta, en enero de este año 2024, hizo el llamado para que la licitación PEG-5 se desagregara y se licitara tan pronto fuera posible una porción de tecnología solar fotovoltaica, ya que dicha generación puede desarrollarse rápidamente (2 años o menos), lo que daría soporte a la etapa crítica de faltante de generación nacional en los próximos años. A la fecha esto no sucedió, lo cual hace en este momento aún más urgente reiterar el llamado para que se busquen mecanismos en la licitación o licitaciones que vienen, para que se adicione generación que pueda entrar a operar a partir del año 2026.

- Es muy importante aprovechar la generación eficiente existente, concediendo contratos de largo plazo que permitan mantener estas plantas en operación en óptimas condiciones.

- Es urgente acelerar los procesos de licitación pública internacional para la expansión de la capacidad de transmisión del SNI, y buscar el apoyo para que las obras inconclusas de las licitaciones anteriores PET-2009 y PETNAC-2014 se finalicen. Esto incluye la urgente necesidad que se asegure que los proyectos de transmisión tengan una retribución que los haga atractivos para los inversionistas, y que dichos proyectos sean acompañados por las entidades del estado en lo que a la obtención de derechos de paso se refiere, aspecto que muchas veces imposibilita las obras.

- Sin expansión de la capacidad de transmisión en el corto y mediano plazo, será imposible cumplir con los planes de adición de generación para el suministro óptimo de la demanda de energía.

- Los resultados de las simulaciones muestran que los cuellos de botella en el sistema de transporte ya son una realidad que limita el suministro de la demanda, generando sobrecostos por generación

forzada. El mismo AMM ha hecho evidente esta condición limitativa que afecta la operación en tiempo real (ver informes de la PLP-2024-2025).

- Los estudios realizados confirman que si es posible operativa y económicamente alcanzar la meta de suministro de la demanda de energía eléctrica con el 80 % de generación renovable, complementada con generación térmica de base, sin obstaculizar la transición energética hacia un uso más sostenido de los recursos renovables. Esa transición y esa meta se puede conseguir de forma gradual y ordenada.

- Es necesario que los ejercicios de licitación de largo plazo se realicen de forma planificada, en periodos adecuados, que permitan mantener niveles de oferta y señales económicas adecuadas. Largos periodos sin licitaciones provocan desbalances importantes entre la oferta y la demanda, por lo que sería recomendable realizar licitaciones de largo plazo de generación, de menor magnitud (200 a 300 MW), cada 3 o 4 años, que sumen capacidad de generación de forma constante y acompañen de mejor forma la creciente demanda.

- Las tecnologías de almacenamiento representan un avance importante, y son un elemento que debe ser considerado dentro de los procesos de licitación para aumentar la participación y las opciones de suministro de energía más confiables, eficientes y que garanticen la disponibilidad para los periodos más críticos. En los escenarios modelados por AGER, en el caso con adición de generación renovable, el análisis mostró que las hidroeléctricas con embalse, y las plantas solares y eólicas con almacenamiento, son sustituibles entre sí, lo que permitiría, por ejemplo, adicionar plantas solares con baterías en sustitución de plantas hidroeléctricas con embalse nuevas.

- El plan propuesto por AGER adiciona una cantidad adecuada y aconsejable de generación renovable, de forma balanceada y combinada entre centrales generadoras hidroeléctricas, geotermia, solar fotovoltaica, eólica, además de generación solar y eólica con almacenamiento, que se complementa con un volumen adecuado de tecnología de base térmica (gas natural licuado), con apoyo de generación térmica marginal y flexible de búnker para el aporte, principalmente, de las reservas operativas. Es decir, se propone un plan óptimamente balanceado, con una combinación de plantas que deben desarrollarse e iniciar a generar en períodos de tiempo específicos, que son de tecnologías y de dimensiones realistas para el país, que toma en cuenta la disponibilidad de la energía de cada tecnología, precio de los combustibles y su volatilidad, características operativas sensibles, tales como: la flexibilidad en la operación y patrón de consumo de la demanda, tamaño y topología de la red eléctrica, buscando evitar el desperdicio de tecnologías eficientes.

- Para lograr adicionar la combinación de plantas ideal, que en este momento el país requiere, es importante estudiar los mecanismos que fueron lo más exitosos en las primeras 5 licitaciones que en el país se han llevado a cabo (PEGs 0, 1, 2, 3, y 4). Los procesos de licitación que se basaron en favorecer las energías renovables, establecer bloques específicos por tecnología, utilizar ofertas cerradas limitadas por ofertas virtuales ("precios máximos") por tecnología, fueron muy efectivos en lograr grandes inversiones, de diversas tecnologías, en beneficio del sector eléctrico nacional. Estos mecanismos facilitan la adjudicación de la combinación de plantas deseada, especialmente en procesos de licitación de dimensiones tan grandes como lo que se anticipa en la licitación PEG-5.

- Dentro de los requerimientos de los procesos de compra de energía eléctrica de parte de las empresas distribuidoras, se debe considerar que la oferta provenga de centrales generadoras que se acoplen operativamente al perfil de consumo de la demanda y no solamente restringir las consideraciones a las condiciones económicas de precio.

- Para llevar a cabo ese plan, se requiere de grandes esfuerzos y trabajo conjunto de las instituciones gubernamentales, que permitan eliminar las barreras existentes de entrada. Para ello la AGER en su propuesta, incluye una agenda mínima sugerida, para el trabajo coordinado que se requiere entre las diversas instituciones. Por ejemplo, se requiere de un esfuerzo coordinado para que el país pueda continuar desarrollando su potencial hidroeléctrico. Es importante que el INDE libere los campos geotérmicos que ha tenido bajo reserva, pero que ha caducado el período obligatorio en el cual estos debieron ser utilizados. El Ministerio de Ambiente y de recursos naturales las municipalidades, deben apoyar y facilitar la instalación de proyectos de generación y líneas de transmisión.

- En forma general el apoyo debe ser hacia todos los recursos disponibles en el país a través de simplificar los procesos desde la planificación, permisos de toda índole, conexión a la red de transporte y habilitación de la operación y comercialización de energía eléctrica.

- En el caso de la tecnología térmica de gas natural licuado, es necesario que existan los mecanismos de internación, comercialización y la infraestructura necesaria para el manejo de ese combustible. Además, se debe complementar con el desarrollo normativo correspondiente a dicho combustible, el cual tampoco existe.

- Es de vital importancia que, bajo el liderazgo del Ministerio de Energía y Minas, todas las entidades del sector eléctrico trabajen hacia el cumplimiento de la Política Energética Nacional. De la misma manera, es de suma importancia que el MEM actualice la política energética nacional, elaborándola bajo la metodología de creación de políticas de Estado, y en ella se reiteren las metas para las próximas décadas, para continuar impulsando el desarrollo de líneas de transmisión, el aprovechamiento de los recursos renovables del país, y lograr el acceso universal a la energía eléctrica y con ello completar el esfuerzo de electrificación nacional.


Vestas

www.ager.org.gt

Ruta 6, 9-21 Zona 4, 5 Nivel, Of. 5C
Edificio Cámara de Industria de Guatemala
Tels: (+502) 2331-3787
(+502) 2331-9135, (+502) 2331-9624





AGER
ASOCIACIÓN DE GENERADORES CON ENERGÍA RENOVABLE



Estrategia para la transición energética en Guatemala

Agenda para la transformación eléctrica sostenible

AGER
ASOCIACIÓN DE GENERADORES CON ENERGÍA RENOVABLE

Estrategia para la transición energética en Guatemala

Agenda para la transformación eléctrica sostenible

AGER
ASOCIACIÓN DE GENERADORES CON ENERGÍA RENOVABLE

Asociación de Generadores con Energía Renovable. ***Estrategia para la transición energética en Guatemala: Agenda para la transformación eléctrica sostenible.*** Guatemala 2024.

Asociación de Generadores con Energía Renovable.
Ruta 6, 9-21 Zona 4, 5 Nivel, Of. 5C,
Edificio Cámara de Industria de Guatemala.
Tel: +502 2331-3787, 2331-9135, 2331-9624
www.ager.org.gt

Dirección Ejecutiva:
Anayté Guardado y Astrid Perdomo.
Redacción y Edición:
Rudolf Jacobs, Carlos Pérez y Sandra Tzoc.
Diseño y diagramación:
Sandra Tzoc
Colaboradores:
Fredy Chiroy, Anayté Guardado, Rudolf Jacobs, Rafael Larios, Astrid Perdomo, Carlos Pérez y Fernando Ríos.
Fotografías:
AGER y archivo.

Esta publicación fue impresa en enero de 2024.

Se permite la reproducción total o parcial de este documento, siempre que no se alteren los contenidos ni los créditos de autoría y edición.

Tabla de **contenido**

Carta del Presidente	**7**
Resumen Ejecutivo	**9**
Resultados de los escenarios	**10**
Conclusiones	**14**
Introducción	**15**
Capítulo 1 **Transición energética a nivel mundial y la oportunidad para Guatemala**	**16**
Transición energética	**17**
Competitividad	**17**
Bono demográfico	**18**
Plan Nacional de Desarrollo	**19**
Política Energética: Una necesidad de visión de largo plazo y coordinación institucional	**21**
Planificación de largo plazo de generación y transmisión de energía eléctrica: planes de expansión indicativos del Sistema de Generación y Sistema de Transporte (PEG y PET)	**25**
Marco jurídico ambiental nacional e internacional	**26**
Contribución Nacionalmente Determinada (NDC)	**28**
Estrategia nacional de descarbonización	**30**
Potencial del país por cada tecnología	**31**
Hidroeléctrico	**32**
Geotermia	**34**
Fotovoltaico y eólico	**36**
Licitaciones de largo plazo de generación	**38**
Licitaciones de transmisión	**42**
Simplificación de trámites y ventanilla única para el desarrollo de proyectos de energía	**44**
Objetivos	**45**
Interconexión con mercados regionales	**46**
Electrificación rural	**47**
Tarifas eficientes, accesibles y estables	**48**
Alumbrado público	**49**

Capítulo 2
Propuesta de plan de expansión de la generación 2024-2040 50

Objetivo general 51
Objetivos específicos 51
Base regulatoria 52
Antecedentes del Mercado Mayorista guatemalteco 52
Premisas de los escenarios 55
Proyección de la demanda de energía eléctrica 56
Proyección de los precios de los combustibles 60
Transición energética 63
Escenarios de expansión 66
Escenario sin adición de nueva generación 68
Escenario con adición de generación no renovable 70
Escenario con adición de generación renovable 72
Resultados de los Escenarios 75
Escenario sin adición de nueva generación 75
Escenario con adición de generación no renovable 77
Escenario con adición de generación renovable 80
Costo operativo total del suministro de la demanda 82
Comparación del costo operativo en cada escenario 83
Riesgos de desabastecimiento por falta de generación 85
Comparación de precios promedio SPOT en los escenarios de expansión 88
Retos para el cumplimiento de la meta del 80% de generación renovable 90
Efecto en la capacidad de transmisión 92
Ampliaciones necesarias en las redes de transmisión 94
Consideraciones finales 101
Conclusiones 102

Capítulo 3
Propuesta de acciones institucionales 104

Liderazgo y coordinación interinstitucional 105
Organismo Ejecutivo 107
Ministerio de Energía y Minas 109
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales 112
Administrador del Mercado Mayorista 114
Comisión Nacional de Energía Eléctrica 116
Empresas distribuidoras de electricidad 119
Grandes usuarios de energía y comercializadores 121
Instituto Nacional de Electrificación 122
Municipalidades 124
Fuentes consultadas 126

Íconos empleados en este documento

En los márgenes de este libro se encuentran íconos que están ahí para llamar tu atención sobre distintas cuestiones, algunas ideas importantes, otros sobre información técnica, acciones a tomar e información relevante, los cuales son:



Indica una idea interesante e importante



Bajo este icono se encuentra información y datos de carácter técnico



Este icono marca información útil para entender de una mejor forma el tema



Se trata de un llamado a actuar





El Sector Eléctrico de Guatemala ha sido pionero gracias a la adopción de una eficiente y robusta regulación en 1996, necesaria porque el país había caído en una crisis de suministro energético. Se eliminó el monopolio estatal y se abrió el sector a la participación libre, tanto pública como privada, con lo que se crearon las bases para atraer importantes niveles de inversión nacional y extranjera.

En el 2008 se publicó la primera Política Energética como una visión de largo plazo, lo que generó señales, directrices claras y efectivas que fortalecieron al sector eléctrico. Se implementaron procesos de planificación para la generación y transmisión de energía, se amplió la cobertura y el uso de las energías renovables, lo que resultó en un suministro de energía seguro y con tarifas eficientes para la población. Gracias a esta planificación, desde el 2010 las distribuidoras de electricidad realizan licitaciones periódicas para generación nueva, que han dado resultados espectaculares de transformación, el robustecimiento de la oferta eléctrica y la competitividad económica del país.

Hoy en día, Guatemala cuenta con un sector eléctrico de clase mundial, con una matriz de generación de electricidad diversificada y competitiva con 170 plantas generadoras de varias tecnologías y tamaños. Gracias a la libre participación que la Ley General de Electricidad permite, se desarrollaron muchos proyectos pequeños. Reflejo de esto es que el 71 %, que representa a 121 plantas de generación, son de pequeña y mediana escala distribuidas geográficamente en todo el país, de las cuales la mayoría son renovables y menores de 5MW.

En el plano internacional, después de importantes acontecimientos como la pandemia, interrupciones en cadenas de suministro, guerras y conflictos marítimos que tuvieron graves consecuencias en muchas regiones, vemos un esfuerzo en los países del mundo por disminuir su dependencia en recursos estratégicos importados y así incrementar su seguridad energética. Somos también testigos de un proceso global de transición energética en un esfuerzo compartido por reconvertir la producción de energía hacia fuentes más sostenibles. Las energías renovables avanzan como nunca y

tecnologías como la solar y la eólica se han convertido en fuentes muy competitivas. Al mismo tiempo, el uso más eficiente de la energía, nuevas tecnologías y sistemas de almacenamiento, nos permiten imaginar un mundo basado completamente en energías renovables.

¡En Guatemala, esta transición energética que el mundo hoy impulsa se inició con éxito y de forma visionaria hace más de 15 años! Debemos continuar y fortalecer este liderazgo desarrollando y aprovechando la gran riqueza de fuentes renovables aún disponibles, con ello nuestro país podrá asegurar el suministro energético y la estabilidad de las tarifas de electricidad, en una forma cada vez más sostenible. ¡Guatemala es un pequeño país, pero un gigante en riqueza de recursos naturales, hemos aprovechado apenas un 12 % de nuestro potencial renovable para generación de electricidad!

A nivel nacional también hay retos. El sector eléctrico necesita continuar avanzando, ampliando la generación de energía renovable de acuerdo a nuestra Política Energética. El fuerte consumo de leña debe reemplazarse por acceso a electricidad abundante y asequible, lo que permitirá mejorar el nivel de vida de muchas familias y a la vez cuidar el medio ambiente. Como país necesitamos atraer inversión nueva para crear empleo formal y oportunidades para la joven y creciente población guatemalteca. Para lograr la energía que necesitamos debemos mantener y edificar sobre la generación existente en el país y promover inversión nueva.

¡Desde la Asociación de Generadores con Energía Renovable -AGER- vemos con optimismo el futuro! Es el momento de reforzar el liderazgo y seguir avanzando de forma decidida priorizando que la electricidad, como uno de los pilares del desarrollo, provenga de fuentes limpias y eficientes. Nuestro país es privilegiado con una gran riqueza de recursos naturales renovables que nos presentan la oportunidad de impulsar un verdadero desarrollo sostenible.

Con base a nuestra filosofía de aporte y proactividad, presentamos esta propuesta dirigida a los tomadores de decisión y al público interesado, como una ruta alcanzable para continuar el avance de las metas visionarias de la Política Energética: lograr a través de una transición planificada, que el 80 % de energía provenga de fuentes renovables y se alcance la electrificación plena, impulsando un desarrollo económico amplio y ambientalmente responsable.



Rudolf Jacobs
Presidente
AGER

Resumen Ejecutivo

La Asociación de Generadores con Energía Renovable -AGER-, comprometida con el desarrollo de Guatemala, ha elaborado la presente propuesta estratégica con el objetivo de demostrar la viabilidad política, técnica y económica para alcanzar y mantener no menos del 80 % de generación renovable para el suministro de la demanda de energía eléctrica en el país.

Se elabora con el objetivo de brindar un aporte importante para las autoridades nacionales y del sector eléctrico, en el que se demuestra que es posible alcanzar este objetivo a través del compromiso y alineamiento interinstitucional. Además tiene la finalidad de servir en la construcción, revisión y cumplimiento de las metas establecidas en las políticas, planes y esfuerzos nacionales, para continuar avanzando hacia un sector eléctrico robusto, seguro y competitivo que permita el desarrollo social y económico del país.

Para lograrlo, es crucial que el país reitere y mantenga la visión de largo plazo que se estableció en la Política Energética, y los planes de generación y transmisión, que lograron grandes avances a partir de su promulgación e implementación en 2008. Especialmente la reducción de la dependencia de combustibles fósiles a través de la adición de generación renovable que permitió bajar y estabilizar las tarifas de electricidad.

La Política Energética no sólo es importante para garantizar un suministro de electricidad más sostenible y económico a largo plazo, sino también para cumplir diversas políticas nacionales de desarrollo y compromisos internacionales ante los retos del riesgo del calentamiento global.

Este estudio estima que del potencial total de recursos renovables del país únicamente se ha aprovechado el 12 % y por lo tanto hay un amplio margen de crecimiento.

También hay que considerar que, para atender el incremento de la demanda de electricidad, es necesario ampliar la participación de las energías renovables y que para ello se requieren las condiciones adecuadas en el subsector eléctrico, con una visión de largo plazo, a través de los planes de expansión y las licitaciones[1] para la demanda regulada que realizan las distribuidoras de electricidad. La demanda no regulada[2], tanto de los grandes usuarios como de las municipalidades, deben participar en la contratación de plantas de generación nuevas para incrementar el soporte a la demanda.

Asimismo, se requiere que la normativa del mercado mayorista se actualice sin limitaciones, adaptándose a los cambios tecnológicos, al crecimiento de la demanda y al robustecimiento de la red de transmisión del Sistema Nacional Interconectado (SNI).

Se realizó una modelación del Plan de Expansión de Generación, con un periodo de estudio de enero de 2024 a diciembre de 2040. Para ello, se simularon y compararon tres escenarios (***sin adición de nueva generación, con adición de generación no renovable*** y ***con adición de generación renovable***) que permitieron evaluar de forma objetiva la factibilidad operativa y económica, las ventajas de la adición de tecnologías de generación renovable para alcanzar la meta del 80 %, para cubrir la creciente demanda de electricidad. Al mismo tiempo se consideraron dentro del análisis los requerimientos de calidad a través de la estimación de las reservas operativas necesarias.

1 Las licitaciones se refieren a procesos de corto, mediano y largo plazo, abiertos y públicos para la contratación del abastecimiento de potencia y energía de las empresas distribuidoras de electricidad.

2 La demanda no regulada se refiere a los usuarios que no están sujetos a la regulación de precios, sus condiciones de suministro eléctrico serán de libre pacto con las empresas distribuidoras de electricidad, generadores o comercializadores.



Resultados de los escenarios

El escenario ***con adición de generación renovable*** ofrece beneficios económicos y de seguridad energética significativos, e identifica riesgos y obstáculos que deben ser atendidos para lograr cumplir la demanda futura con energía suficiente y competitiva. A continuación se presentan los resultados más importantes:



Con la adición de generación, se elimina el riesgo de desabastecimiento comparado con el escenario que no contempla capacidad nueva. El estudio demuestra que, si no se invierte en nueva generación en el muy corto plazo, el cubrimiento de la demanda entra en riesgo a partir de 2028. Esto podría suceder antes si se dieran fallas en el sistema, eventos críticos climáticos o interrupciones en las cadenas de suministro de combustibles.

Resumen Ejecutivo



Gracias a la energía renovable, el precio de oportunidad de la energía tiende a la baja a pesar del crecimiento de la demanda y de los precios de los combustibles.



Se logra una reducción del costo operativo total del sistema de 30 %, en comparación con el escenario de nueva generación no renovable, lo que incluye la compensación del costo adicional de reservas.



Por el bajo y estable costo de la generación renovable se obtiene un ahorro económico que se refleja en las tarifas de energía eléctrica.



Se demostró la factibilidad de alcanzar el 80 % de generación renovable tanto desde una perspectiva operativa como económica.



Los beneficios económicos, ambientales y de oportunidades de financiamiento que se lograrían gracias a la reducción de gases de efecto invernadero, como país, no se contemplan en este estudio, y son ventajas adicionales importantes que deben considerarse en los planes de expansión de la generación y las licitaciones.



Se identificó que uno de los obstáculos que impiden adicionar generación nueva es la falta de capacidad de transmisión de electricidad detectada en varios segmentos de la red de transporte. Lo anterior, derivado de importantes niveles de congestión en el sistema e insuficiente inversión en obras de ampliación necesarias.

Resumen Ejecutivo



Para lograr alcanzar el 80 % de generación renovable se necesita:



Se priorice sistemáticamente la adición gradual de generación renovable

Que la Política Energética reitere el objetivo de alcanzar y mantener no menos de el 80% de generación renovable, se priorice sistemáticamente la adición gradual de generación renovable en la planificación de generación, las licitaciones de distribución y la contratación de la demanda no regulada[2] para garantizar un suministro estable y reducir los costos operativos totales.



Que con urgencia se expanda la capacidad de transmisión

Que la demanda no regulada y las municipalidades inicien procesos regulares de contratación de mediano y largo plazo de sus necesidades de abastecimiento de potencia y energía, para aprovechar y dar continuidad a la generación existente eficiente y dar la señal para la inversión en generación nueva, en concordancia con la Política Energética y los planes de expansión indicativos del Sistema de Generación y del Sistema de Transporte.



Expandir transmisión favorece matriz renovable y desarrollo sostenible

Que con urgencia se expanda la capacidad de transmisión, con énfasis en áreas con alto potencial de generación renovable, para respaldar el desarrollo de la matriz energética permitiendo el aprovechamiento de los recursos naturales del país.

Resumen Ejecutivo



Corregir las metas ENE 1 y ENE 3 de la ruta planteada para cumplir con el compromiso internacional de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) del 11.2 %, relacionado con la reducción de gases de efecto invernadero y regresar al enfoque de incrementar la generación renovable en la matriz energética.



Trabajo coordinado entre las distintas instituciones y empresas, como los Ministerios de Energía y Minas, de Ambiente y Recursos Naturales, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, el Administrador del Mercado Mayorista, las Municipalidades, el INDE, las empresas distribuidoras, la demanda no regulada, entre otras; para que en el ámbito de acción de cada una, faciliten, alineen y coordinen sus acciones en cumplimiento de la Política Energética y la visión de incrementar la generación a base de fuentes renovables, logrando tarifas eficientes y estables y trabajando para alcanzar la electrificación completa del país.



Que se cree la normativa necesaria y la institucionalidad, para dar cumplimiento al Convenio 169 de la OIT y a las consultas a pueblos indígenas por parte del Gobierno.



Se impulse, facilite y desarrolle el amplio potencial renovable del país en geotermia, solar fotovoltaico y eólico, puesto que estas tecnologías tienen aún muy baja participación en la matriz actual y deben llegar a contribuir de forma importante en la oferta energética; además de continuar con el desarrollo hidroeléctrico que ha sido la base del desarrollo eléctrico del país.



Se cumplan los plazos y se prioricen, en su calidad de inversión estratégica, los trámites administrativos en las instituciones públicas que realiza tanto la generación como la transmisión de electricidad.



Conclusiones

La transición hacia una matriz energética más renovable, como se presenta en el escenario ***con adición de generación renovable***, es posible, alcanzable y sostenible en el tiempo. Ofrece un ahorro económico significativo en los costos operativos del sistema, mejora la estabilidad del suministro y mitiga el impacto de los precios internacionales de combustibles.

Para lograr esta transición de manera efectiva, es crucial que las contrataciones y licitaciones de largo plazo ofrezcan las señales de inversión adecuadas a la generación renovable. En paralelo, debe ampliarse la capacidad de transmisión e implementarse en forma positiva la normativa del Convenio 169 de Pueblos Indígenas y Tribales, con el objetivo de aprovechar al máximo el potencial de generación renovable en beneficio de los guatemaltecos, y poder alcanzar la electrificación completa del país con tarifas estables y eficientes.

Introducción

A medida que las sociedades, gobiernos y empresas del mundo han reconocido la necesidad imperante de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para reducir el riesgo de un incremento en las temperaturas globales, la transición energética se ha consolidado como una tendencia global e ineludible.

Es por ello que el mundo entero se ha propuesto encaminar sus esfuerzos de transicionar hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles, y nuestro país no es la excepción. A través del aprovechamiento de los recursos naturales renovables, esta es una valiosa oportunidad de lograr orientar al país en la ruta del desarrollo sostenible.

El potencial de energía renovable es considerable, con amplios recursos sin explotar que representan una valiosa oportunidad para diversificar mucho más y fortalecer la matriz energética. Esto subraya la necesidad de políticas públicas que fomenten la expansión de estas fuentes limpias y abundantes de energía. En conjunto, estos recursos ofrecen una valiosa oportunidad para avanzar hacia una matriz energética sostenible y resiliente.

El desarrollo de los recursos naturales brindaría también la valiosa oportunidad para posicionarnos, a nivel internacional, como proveedor de energía limpia para la región centroamericana y el sur de México. Y considerando que la inversión en generación de energía renovable representa inversión rural que provendría de plantas pequeñas, medianas y grandes, desplegar ampliamente esta industria significaría un impulso al desarrollo social y económico.

Esta propuesta que la Asociación de Generadores con Energía Renovable (AGER) pone a disposición de las autoridades de gobierno, las instituciones del sector energía, la academia y el público interesado, busca resaltar la gran oportunidad de lograr una transición energética hacia fuentes renovables, limpias y sostenibles de energía, aprovechando los recursos naturales, creando inversión y empleo como parte de una estrategia nacional de desarrollo social y de competitividad económica. Para lograrlo es imperativo que el Estado mantenga políticas públicas definidas, una Política Energética con objetivos claros y metas concretas, y que las diversas instituciones del sector de energía aborden los retos y desafíos en forma coordinada.

El primer capítulo del documento, contextualmente, identifica diversos retos y oportunidades que se enfrentan y describe el valioso potencial de la energía renovable nacional, muestra la interrelación entre diversas políticas públicas y compromisos medioambientales internacionales que se han asumido, en términos de desarrollo nacional, energía, cambio climático y medio ambiente. En la sección se incluyen sugerencias de abordaje a los retos y oportunidades identificados.

El segundo capítulo muestra que a través de un enfoque claro en la promoción de energías renovables, anclado en las políticas públicas y procesos de planificación de largo plazo coherentes, y construyendo sobre la capacidad de generación existente, se puede diseñar una matriz de electricidad más sostenible para el país, optimizable a través del tiempo, y realizable por medio de inversión en la ampliación de la capacidad de transmisión y generación.

El tercer capítulo y sección final, sugiere a distintas instituciones y empresas de la industria eléctrica, una serie de acciones y propuestas que son necesarias realizar para que de manera conjunta se logre alcanzar el objetivo planteado.



Capítulo 1

Transición energética a nivel mundial y en Guatemala: una oportunidad de desarrollo sostenible

En este capítulo:

- ¿Qué es transición energética?
- La energía renovable como eje transversal del desarrollo nacional y competitividad.
- Las políticas energéticas y los planes de expansión indicativos del Sistema de Generación y del Sistema de Transporte hasta 2023
- El potencial de recursos renovables en Guatemala
- Las licitaciones de largo plazo en generación y transmisión
- Desarrollo sostenible de las energías renovables

Transición energética

La transición energética representa una transformación fundamental en la forma en que producimos, distribuimos y consumimos energía a nivel global.

Este cambio hacia el uso de fuentes de energía más limpias y sostenibles, como la solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y otras tecnologías renovables nuevas y tradicionales, surge como respuesta a la creciente conciencia sobre los impactos negativos de la dependencia de los combustibles fósiles en el medio ambiente.



Esta evolución no solo promueve la mitigación del incremento de temperaturas a nivel mundial, sino también impulsa la innovación tecnológica, crea empleos y fomenta la independencia energética. Globalmente, la transición energética se erige como un pilar fundamental en la construcción de un futuro más sostenible y resiliente para las sociedades y generaciones futuras.

Implica una reconfiguración de la infraestructura, la promoción de la eficiencia energética y la inversión en tecnologías innovadoras. Además de abordar la urgencia climática, la transición energética también tiene el potencial de estimular el crecimiento económico y mejorar de manera general la calidad de vida de las personas.

Competitividad

Desarrollar fuentes de energía renovable trae beneficios significativos para la competitividad de un país, fortaleciendo aspectos económicos, tecnológicos y geopolíticos.

Depender en gran medida de una o pocas fuentes de energía (como el petróleo, carbón o el gas natural) puede hacer que un país sea vulnerable a los precios volátiles del mercado o a interrupciones en el suministro y esto es especialmente relevante para Guatemala donde estos combustibles deben ser importados y no son producidos localmente. Al diversificar hacia fuentes de energía renovable, propias del país, se reduce esta dependencia y se aumenta la seguridad energética obteniendo tarifas más eficientes y competitivas.

Las fuentes de energía renovable, como el sol, el viento, el agua y el vapor de la tierra, no están sujetas a la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles. Esto mantiene estables los costos energéticos a largo plazo y por ende, la tarifa eléctrica, aspecto que es beneficioso para los consumidores y las empresas.

La transición hacia energías renovables implica la creación de nuevas industrias y empleos en sectores como la instalación y mantenimiento de parques solares y eólicos, la producción de equipos y tecnologías renovables y la investigación y desarrollo en este campo, por lo que apoya la creación de empleo y crecimiento económico.

Al incrementar el uso de fuentes de energía renovable, se reduce la emisión de gases de efecto invernadero, lo que contribuye a combatir el incremento de las temperaturas mundiales y a cumplir con los compromisos internacionales en materia de reducción de emisiones. Contribuye a la mejora de la imagen y reputación internacional, siendo que los países que demuestran un compromiso serio con la sostenibilidad y la reducción de emisiones tienden a ser vistos de manera positiva en la comunidad internacional. Esto puede tener un impacto positivo en las relaciones comerciales y diplomáticas, incentivando la inversión extranjera directa.

Adicionalmente, en el contexto de la lucha contra el cambio climático mundial, los países desarrollados causantes de la mayoría de las emisiones de gases efecto invernadero, están asumiendo compromisos con países como Guatemala para financiamiento de inversiones verdes y de adaptación al cambio climático, creando importantes oportunidades adicionales.

Los avances tecnológicos han aumentado dramáticamente la competitividad de las energías renovables no convencionales, como ejemplo la energía solar se ha convertido en la fuente más económica a nivel mundial. Las fuentes renovables son también menos costosas a largo plazo debido a que no dependen de combustibles fósiles importados y tienen menores costos de operación y mantenimiento.



Por ser inversiones principalmente en áreas rurales, ya que los recursos naturales renovables se encuentran distribuidos en todo el país, lleva inversión a muchas regiones poco desarrolladas y comunidades locales por medio de la instalación de plantas de energía renovable, que benefician a las comunidades locales al proporcionar empleo, mejorar la infraestructura y contribuir a los ingresos fiscales y municipales locales. Finalmente, las energías renovables en formatos de plantas pequeñas comunitarias, pueden dar acceso eléctrico a comunidades que no cuentan con el acceso cercano al servicio.

Bono demográfico

En países con mucha población joven, se hace referencia a una fase en la que el balance entre las edades de una población genera una oportunidad para el desarrollo. Este bono se traduce en beneficios reales para los jóvenes solo si se realizan inversiones en capital humano y se crean oportunidades económicas, sobre todo en educación y empleo.



Para el caso nuestro, se espera que el bono demográfico alcance su punto máximo en un futuro cercano, alrededor de 2030.

El éxito en el aprovechamiento del bono demográfico dependerá de políticas y estrategias implementadas por el gobierno y las empresas para promover la educación, la salud, el empleo y el desarrollo económico durante este periodo. Si se realizan estas inversiones, el bono demográfico puede convertirse en un motor para el crecimiento sostenible y el desarrollo a largo plazo. Esta condición poblacional nacional, en vez de ser una prolongación de épocas de pobreza, aprovechada adecuadamente puede y debe proporcionar una oportunidad única para el crecimiento económico y el desarrollo del país.

La fase de desarrollo y construcción de nuevas plantas de generación con energía renovable es intensiva en empleo, significa que requiere una cantidad significativa de mano de obra. Además, la inversión en el desarrollo de habilidades y capacitación para especializar personas que laboren en esta industria, requiere una variedad de profesiones, desde técnicos en instalación y mantenimiento hasta ingenieros especializados. El crecimiento de este sector puede impulsar la capacitación y el desarrollo de la población joven, aprovechando así el bono demográfico para crear una fuerza laboral más calificada y competitiva.

Identificar las necesidades de energía del país a futuro, dando los pasos correctos para que la economía crezca en los niveles deseados, es indispensable para aprovechar el bono demográfico y expandir el empleo. Esto creará oportunidades de desarrollo y la mejora de la calidad de vida de los guatemaltecos, diversificando a la vez la economía hacia el desarrollo de otras industrias que requieren energía de calidad para prosperar.



Plan Nacional de Desarrollo

La energía es un tema transversal que incide en los cinco ejes del Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032, que establece la ruta del desarrollo a largo plazo del país, que se resume en:

- El desarrollo tanto urbano como rural.
- Bienestar para las personas.
- Riqueza para todos los habitantes.
- Aprovechar y cuidar los recursos naturales del país de manera sostenible.
- El Estado sea el garante de los derechos humanos y ser el conductor del desarrollo para los guatemaltecos.

Dentro del horizonte a 2032, las acciones del Estado serán concebidas en el contexto de propuestas integrales de desarrollo. El Plan llama a ampliar las fuentes renovables de electricidad, el acceso a la energía eléctrica, y al cumplimiento de la Política Energética. Nos referimos a:

> ***"Según la Política Energética 2013-2027, el potencial del subsector eléctrico se favorece debido a la posición geográfica y a la topografía del país. El potencial hídrico se compone por medio de las tres vertientes hidrográficas que se dan en el territorio nacional. En cuanto al potencial geotérmico, el país posee una cadena volcánica compuesta por 36 volcanes distribuidos en una extensión aproximada de 300 km. El potencial solar del país es de 20,000 TWh y el potencial de energía eólica podría alcanzar una generación de energía eléctrica de hasta 20,000 GWh.***
>
> ***Finalmente, en cuanto al potencial biomásico, la industria azucarera supera, a la fecha, los 350MW de generación de energía eléctrica. Estos datos confirman que el potencial para la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables de energía es diverso y amplio. En ese sentido, se evidencia que existen condiciones en el país para la diversificación de la matriz eléctrica para el mejoramiento de la situación ambiental y para la adaptación y mitigación del cambio climático."***[3]
>
> ***"Por otro lado, es importante mencionar el potencial que tiene el país para la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables. Ello hace necesaria la ampliación en el uso de dichas fuentes para la generación de energía eléctrica, mejorando así la competitividad y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas acciones deberán realizarse de acuerdo con los lineamientos de las Políticas Energéticas Nacionales, priorizando la implementación de pequeñas hidroeléctricas administradas con la participación de las comunidades locales, y de proyectos de geotermia y generación de energía solar y eólica."***[4]

A través del Plan K'atun, el cual incorpora la Política Energética, se conceptualiza una matriz energética donde se prioriza y amplía la participación de la energía renovable, logrando así la independencia energética y la universalidad, seguridad, continuidad y calidad en el acceso al recurso energético.

Es muy importante que se mantenga alineada la Política Energética con esta planeación de largo plazo del país, y otras políticas públicas transversales, para lo cual se deben establecer y mantener prioridades claras como el acceso a energía de calidad y con cobertura nacional, además de incrementar la participación de energía renovable en la matriz energética, considerando los precios, la oferta y el cambio climático.

3 Fuente: Plan Nacional de Desarrollo K'atun, Página 266
4 Fuente: Plan Nacional de Desarrollo K'atun, Página 295



Política Energética: una necesidad de visión de largo plazo y coordinación institucional

Promover el desarrollo integral de las personas, además de ser una obligación del Estado instituida en la Constitución Política de la República, es la meta que debe guiar todas las políticas públicas que se implementen en el país con la aspiración de lograr que la población en su conjunto disfrute de mejores condiciones de vida y de bienestar.

La Política Energética debe estar orientada hacia el interés colectivo. Está vinculado con aspectos específicos de desarrollo económico y productivo, como también con el desarrollo social integral. Una condición para mejorar el nivel de vida de la población y diversificar e incrementar las actividades productivas y los ingresos de las familias.

sabías que..

Previo a la existencia de una Política Energética clara y definida, entre 1996 y 2008, se logró atraer inversiones en generación que cubrieron la demanda, pero por falta de un adecuada planificación causaron dependencia de combustibles importados, impactando las tarifas eléctricas ya que estas se vieron afectadas por la volatilidad de los precios internacionales. Esto obligó al país a la urgente adopción de una política de largo plazo que priorizara las fuentes de energía renovable en el sistema eléctrico para reducir la dependencia energética y las tarifas.

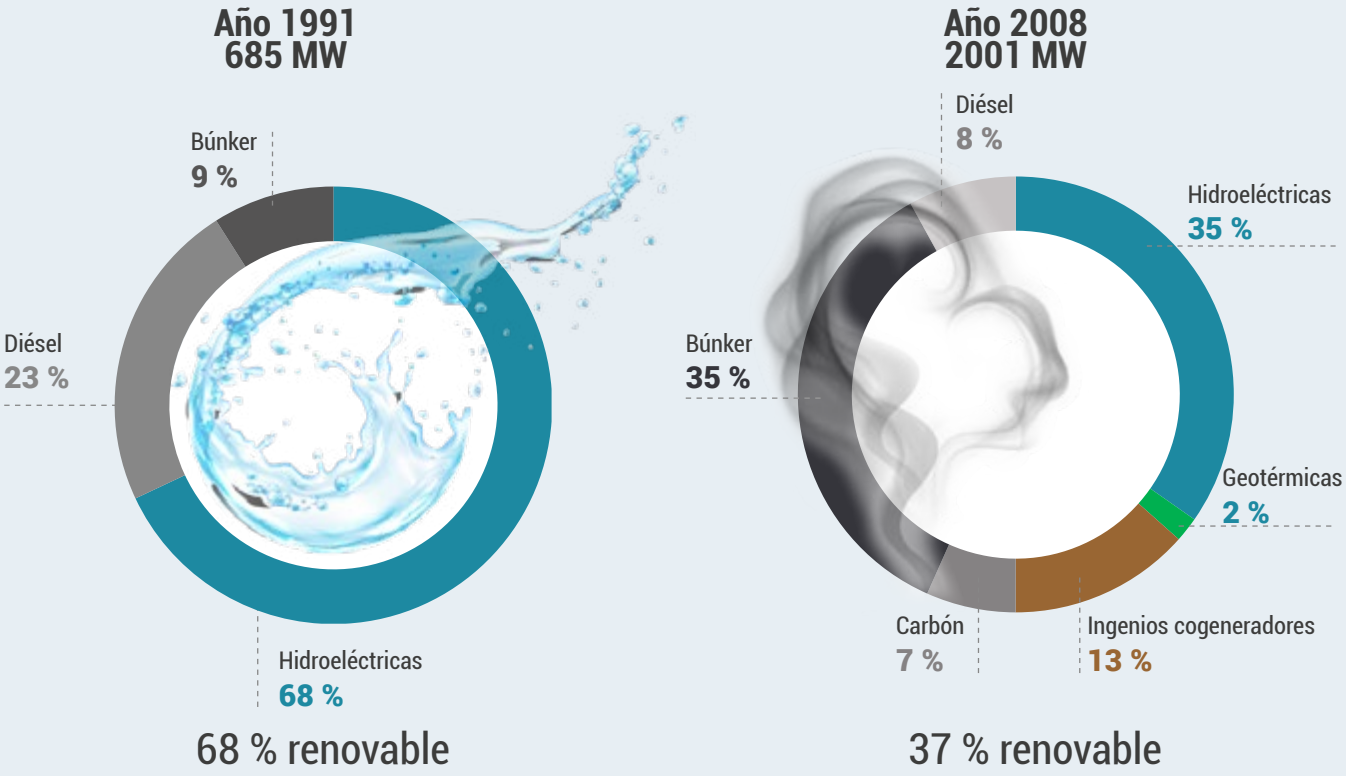
sabías que..

Solamente a través una Política Energética con objetivos y metas concretas se puede lograr una adecuada planificación de largo plazo para el desarrollo de infraestructura eléctrica, cubriendo las necesidades de energía para satisfacer los requerimientos de la demanda de electricidad, con tarifas eléctricas estables y competitivas. La priorización del aprovechamiento de los recursos naturales renovables, estableciendo metas de sostenibilidad ambiental alineadas a los compromisos internacionales en materia de medio ambiente asumidos por el país, son ejes transversales que contribuyen a lograr multiplicidad de objetivos nacionales.

Además, el acceso a la electricidad, abundante y asequible, contribuiría en la reducción del consumo actual de leña como el recurso energético que más se utiliza por las familias en las áreas rurales de la República.

Una política energética de Estado sólo funciona y produce resultados si se mantiene estable en el tiempo. La Política Energética de 2008, y su actualización en 2013, establecieron metas claras de sostenibilidad ambiental y económica, que deben mantenerse constantes en el largo plazo.

Resultado de la Reforma al 2008

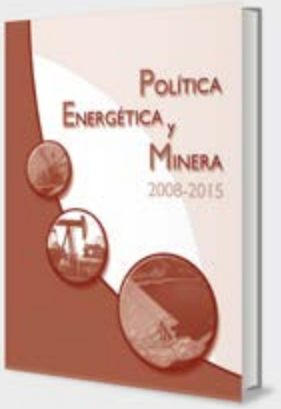


Fuente: Elaboración propia

A manera de un breve repaso realizamos una recopilación sumaria de las tres diferentes actualizaciones de la Política Energética, las cuales se han publicado entre 2008 y 2023, siendo estas:

2008-2015:

Planteó originalmente seis objetivos específicos:



- Aumentar la oferta energética del país a precios competitivos.
- Diversificar la matriz energética del país, priorizando las energías renovables.
- Promoción de la competencia e inversiones.
- Promover el desarrollo sostenible y sustentable a partir de los recursos renovables y no renovables del país.
- Incrementar la eficiencia energética.
- Impulsar la integración energética.

2013-2027:

La primera actualización de la Política Energética, establece como meta ***"Alcanzar un 80 % de la generación de energía eléctrica por medio de recursos renovables"*** y cuenta con cinco ejes:



- Seguridad del abastecimiento de electricidad a precios competitivos.
- Seguridad del abastecimiento de combustible a precios competitivos.
- Exploración y explotación de las reservas petroleras con miras al autoabastecimiento nacional.
- Ahorro y uso eficiente de la energía.
- Reducción del uso de leña en el país.

2019-2050:

La segunda actualización desarrolló cinco ejes:



- Abastecimiento y uso final de electricidad.
- Abastecimiento y uso final de combustibles.
- Eficiencia energética.
- Consumo de leña.
- Desarrollo sostenible: participación de los recursos renovables en la matriz energética.

En el análisis de estos documentos se identifica que una debilidad de la actualización de la Política Energética más reciente es la falta de la reiteración de algunas de las metas concretas de largo plazo establecidas con anterioridad, las cuales continúan vigentes y deben mantenerse en el tiempo para lograr su cumplimiento.



Por ello es necesario dar continuidad y reiterar, en las actualizaciones de la Política Energética, con claridad e intencionalidad, las metas y alcances establecidos en 2008 y reforzados en 2013, incluyendo el objetivo de lograr, en un plazo razonable, que al menos el 80 % de la generación provenga de fuentes renovables.

Esto es importante ya que para lograrlo se necesita un compromiso político y coordinación institucional al más alto nivel y de forma transversal.

El país cuenta con los recursos naturales para lograrlo, como también el marco jurídico sobre el cual se cimentan las inversiones. Por ello es viable alcanzar una participación amplia de energía renovable, lo que a su vez impulsará beneficios económicos, ambientales y sociales para todo el país.

- La Política Energética está anclada y debe alinearse con los ejes transversales que se interrelacionan con las siguientes políticas públicas:
  - Plan Nacional de Desarrollo K'atun y Objetivos de Desarrollo Sostenible
  - Política General de Gobierno
  - Política Nacional de Competitividad 2018-2032
  - Política Nacional de Eficiencia Energética 2023-2050
  - Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y de los Re cursos Naturales
  - Política Nacional de Cambio Climático
  - Política Nacional de Producción más Limpia
  - Política Marco de Gestión Ambiental
  - Política Nacional de Defensa
  - Política Nacional de Seguridad
  - Política Nacional de Electrificación Rural

Para observar y evaluar los avances, será necesario implementar un sistema de seguimiento y monitoreo de los resultados, siendo esta una fase de las más importantes porque permitirá medir que los proyectos y programas dentro de la misma estén siendo efectivos en lograr los objetivos.

El subsector eléctrico cuenta con suficientes fuentes de información actualizadas y confiables, tanto de estadísticas diarias como históricas, así como del comportamiento de la producción y la demanda. Se considera importante implementar un monitoreo y reporte periódico que permita conocer el avance en este tema para ajustar las acciones oportunamente.

Desde AGER, se han desarrollado temáticas adicionales que se consideran necesarias de incorporar a la Política Energética por mencionar algunas:

- Viabilización y ambiente de inversión
- Facilitación y modernización de trámites para la inversión estratégica en electricidad
- Reglamentación del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo
- Energías renovables como inversión rural

Por último, se reitera la gran importancia de mantener la directriz de realizar las acciones necesarias para que en el corto plazo el 80 % de la generación provenga de fuentes renovables, ya que esta meta no solo beneficia a la población y la economía a través de tarifas eficientes y estables, sino que la Política Energética es transversal al logro de los objetivos de otras políticas públicas y de compromisos internacionales adquiridos. Cualquier cambio que se realice afecta a otras políticas debido a la interrelación que existe entre ellas.

Planificación de largo plazo de generación y transmisión de energía eléctrica: planes de expansión indicativos del Sistema de Generación y Sistema de Transporte (PEG y PET)

En el año 2008, en respuesta a una crisis tarifaria de energía eléctrica, el Estado de Guatemala se vio en la necesidad de promulgar una Política Energética para establecer una visión de largo plazo, reducir la dependencia de combustibles fósiles, e incrementar la participación renovable en la matriz de generación de electricidad para reducir y estabilizar las tarifas. Se tuvo la visión de crear los mecanismos para hacer realidad dichos objetivos:

1. En la regulación del sector eléctrico se agregó la obligación de elaborar planes de expansión indicativos del Sistema de Generación y del Sistema de Transporte, a cargo del Ministerio de Energía y Minas, los cuales deben hacerse cada dos años, y cubrir un horizonte de planificación de 10 años.

2. Con base a estos planes, que incluyen la estimación de la demanda eléctrica futura a cubrirse, se deben llevar a cabo licitaciones abiertas y competitivas para lograr las inversiones necesarias y así realizar la expansión de generación y transmisión planificada.

La planificación energética de largo plazo es vital y debe cumplir con los objetivos de la Política Energética Nacional, las políticas de desarrollo transversales, y los compromisos internacionales adquiridos.

Los primeros planes de expansión de generación y transmisión, que fueron la base sobre la cual se crearon una serie de licitaciones abiertas de 2010 a 2013, lograron obtener resultados

impresionantes y muy positivos en siete años. Para el 2015, se ampliaron y fortalecieron las redes de transmisión, agregando seguridad y acercando las redes a regiones con potencial renovable y fortaleciendo la electrificación rural. Se agregaron 86 plantas de generación nuevas por un total de 1,100 MW, con el 80 % de ellas basadas en fuentes renovables. El resultado fue el incremento en la oferta de energía eléctrica limpia, menor cantidad de apagones por fallas de transmisión, y una marcada reducción en las tarifas de electricidad.

Es imperativo que los planes de expansión de generación y transmisión se diseñen y actualicen cada dos años, cumpliendo a su vez con los objetivos de la Política Energética, y gradualmente se logre alcanzar la meta de la participación renovable al 80 %. Este constante proceso de planificación de largo plazo, que como mínimo debe tener un horizonte de 10 años, permite ir afinando y recogiendo los avances tecnológicos de la generación más eficiente, y las necesidades de la demanda, y con ello construir los planes futuros más beneficiosos para el país.

Marco jurídico ambiental nacional e internacional



Adicionalmente a las políticas públicas mencionadas anteriormente, la Política Energética se interrelaciona con los compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a los que como país nos comprometimos mediante la ratificación del Acuerdo de París y que en 2015 se acuñaron específicamente en el cambio de matriz energética.

Mediante el Decreto 48-2016 se ratificó el Acuerdo de París y posteriormente a ello se comprometió con la reducción de emisiones en un 11.2 % (no condicionada) y el 22.6 % condicionada a la recepción de financiamiento y ayuda internacional.

Asimismo, la Política Nacional de Cambio Climático (AG 329-2009), la Ley Marco de Cambio Climático (Decreto 7-2013), la Estrategia Nacional de Desarrollo en Bajas Emisiones con Gases de Efecto Invernadero y el Plan Nacional de Energía, derivados de la normativa ambiental, conforman un entramado adicional de compromisos que fundamentan el cambio de matriz energética a fuentes renovables.

En la actualidad, el Gobierno, a través de una mesa conformada como un subproducto del Consejo Nacional de Cambio Climático, construye la Estrategia de Descarbonización al 2050, en la cual AGER considera que el balance de emisiones puede compensarse y mitigarse de una manera sostenible a nivel nacional, a través del impulso a la inversión en energía renovable.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

DECRETO NÚMERO 48-2016

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con la Constitución Política de la República, Guatemala normará sus relaciones con otros Estados, de conformidad con los principios, reglas y prácticas internacionales con el propósito de contribuir al mantenimiento de la paz y la libertad, al respeto y defensa de los derechos humanos, al fortalecimiento de los procesos democráticos e instituciones internacionales que garanticen el beneficio mutuo y equitativo entre los Estados.

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con la Constitución Política de la República, el Estado mantendrá relaciones de amistad, solidaridad y cooperación con aquellos Estados, cuyo desarrollo económico, social y cultural, sea análogo al de Guatemala, con el propósito de encontrar soluciones apropiadas a sus problemas comunes y de formular conjuntamente, políticas tendientes al progreso de las naciones respectivas.

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con la Constitución Política de la República, el Estado está obligado a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, así como a dictaminar todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua se realicen racionalmente, evitando su depredación.

POR TANTO:

En ejercicio de las funciones que le confiere el artículo 171 literales a) y l) de la Constitución Política de la República de Guatemala,

DECRETA:

Artículo 1. Se aprueba el Acuerdo de París, hecho en París el 12 de diciembre de 2015.

Artículo 2. El presente Decreto entrará en vigencia el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial.

REMÍTASE AL ORGANISMO EJECUTIVO PARA SU SANCIÓN, PROMULGACIÓN Y PUBLICACIÓN.

EMITIDO EN EL PALACIO DEL ORGANISMO LEGISLATIVO, EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, EL VEINTISIETE DE OCTUBRE DE DOS MIL DIECISÉIS.



Contribución Nacionalmente Determinada (NDC)

El país cuenta con una Ley Marco de Cambio Climático Decreto No. 7-2013, en la que se desarrollan las acciones a nivel sectorial que deberán realizarse en mitigación y adaptación en materia de cambio climático. Además, estamos nacionalmente adscritos a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático -CMNUCC- y se firmó el Acuerdo de París en el año 2015, ratificado en 2016.

El Acuerdo de París establece entre varios objetivos mantener el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2°C y hacer el mayor esfuerzo para no sobrepasar los 1.5°C. Todos los países deberán llevar a cabo acciones de adaptación y mitigación a través de las contribuciones nacionalmente determinadas y presentar una actualización cada cinco años.

Es por ello que se han desarrollado a la fecha las acciones siguientes: se presentó ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático -CMNUCC- la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones en 2021, la cual contiene una guía de lineamientos técnicos, económicos y con potencial para la reducción de gases de efecto invernadero con una visión en el largo plazo. En esta estrategia se estableció como una prioridad el fomento del desarrollo de las energías renovables, tales como hidroeléctrica, solar, geotérmica, entre otras.

En 2021, se desarrolló la Actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada -NDC- que fue presentada al año siguiente en la CMNUCC. Sin embargo, es necesario alinear la NDC 2021 a los objetivos planteados en los documentos de política pública, como el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático -PANCC-, la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones, NDC 2015 y otros instrumentos rectores, priorizando el uso de las energías renovables como una estrategia nacional a mediano y largo plazo, por el potencial que se cuenta en el país.

Además, incluir en la hoja de ruta de la NDC, los pasos que se deban desarrollar a nivel sectorial para alcanzar los objetivos planteados y propuestos, con la finalidad de conocer las acciones a seguir por cada responsable y alinear las inversiones y la toma de decisiones.

Como parte de la NDC, en el componente de mitigación, Sector Energía, Meta ENE-1 que se refiere a "Priorizar energía limpia para la generación de energía eléctrica", se considera crucial corregir y retomar el concepto de energía renovable y no el de energía limpia, considerando que dentro de este concepto el Ministerio de Energía y Minas incluyó al gas natural, siendo este un combustible fósil que emite gases de efecto invernadero de manera sustancial en forma de metano y dióxido de carbono.

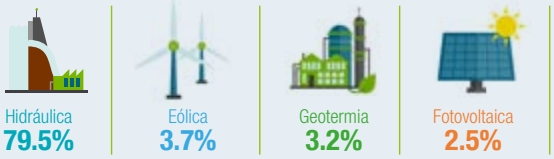


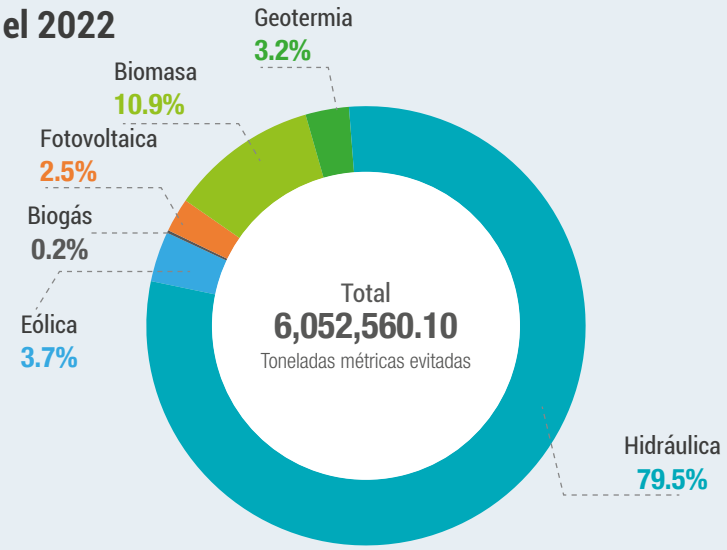
A futuro existirán sustitutos directos de los combustibles fósiles, como el hidrógeno verde, que en ese momento podrán ser caracterizados como limpios ya que no causan emisiones. Incluir en la actualidad al gas natural es un contrasentido, y aunque pueda funcionar como un combustible de transición en la matriz eléctrica, no debe confundirse ni incluirse como una fuente limpia. La promoción de energía renovable en un país donde el recurso natural no se ha desarrollado en todo su potencial debiera ser la primera opción tanto de adaptación como de mitigación de gases de efecto invernadero.

En el componente de mitigación, Sector Energía, Meta ENE-3 que se refiere a "Cambio en la matriz energética", nuevamente se expresa en su descripción que la meta es que el "80 % de la generación eléctrica proviene de energías limpias para el año 2030" lo cual representa un grave error ya que, si la meta anterior era de energía renovable para el 2030, significa que se hizo una sustitución de energía renovable por un combustible fósil.

Porcentaje de emisiones de CO2 evitadas para el 2022

por tecnologías renovables del parque de generación de Guatemala*





Fuente: Informe estadístico 2022 del AMM.

Esto se traduce en que el gas natural se está considerando como un combustible de transición de forma equivocada. La ambición en términos de reducción de gases de efecto invernadero puede suponer que haya una sustitución de combustibles como el carbón hacia otro combustible de menores emisiones y temporal como podría ser el gas natural, y posteriormente a energía renovable. Lo que se plantea en la ENE-3 es un cambio de energía renovable por gas natural, un error conceptual fundamental en los esfuerzos de reducir las emisiones de gases con efecto invernadero, y es imprescindible corregirlo.

sabías que..

La propuesta de AGER es corregir y retomar que no menos del 80 % de la generación de energía eléctrica para el 2030 debe venir de fuentes renovables. En la actualidad, con los avances tecnológicos que ya son viables económicamente, y lo que se puede anticipar a futuro incluyendo los sustitutos renovables a los combustibles fósiles utilizados hoy en día, el pronóstico es que en pocas décadas los países estarán implementando matrices de electricidad 100 % renovables. En el 2013 Guatemala se propuso alcanzar el 80 %, una meta clara y visionaria, la cual demuestra ser viable y positiva para el país.

Estrategia Nacional de Descarbonización

Durante 2021 se desarrolló por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- la actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada -NDC-, que fue presentada en 2022 a la CMNUCC, fijando metas de reducción de gases de efecto invernadero, del 11.2 %, de forma no condicionada y del 22.6 % de forma condicionada con apoyo de la cooperación internacional.

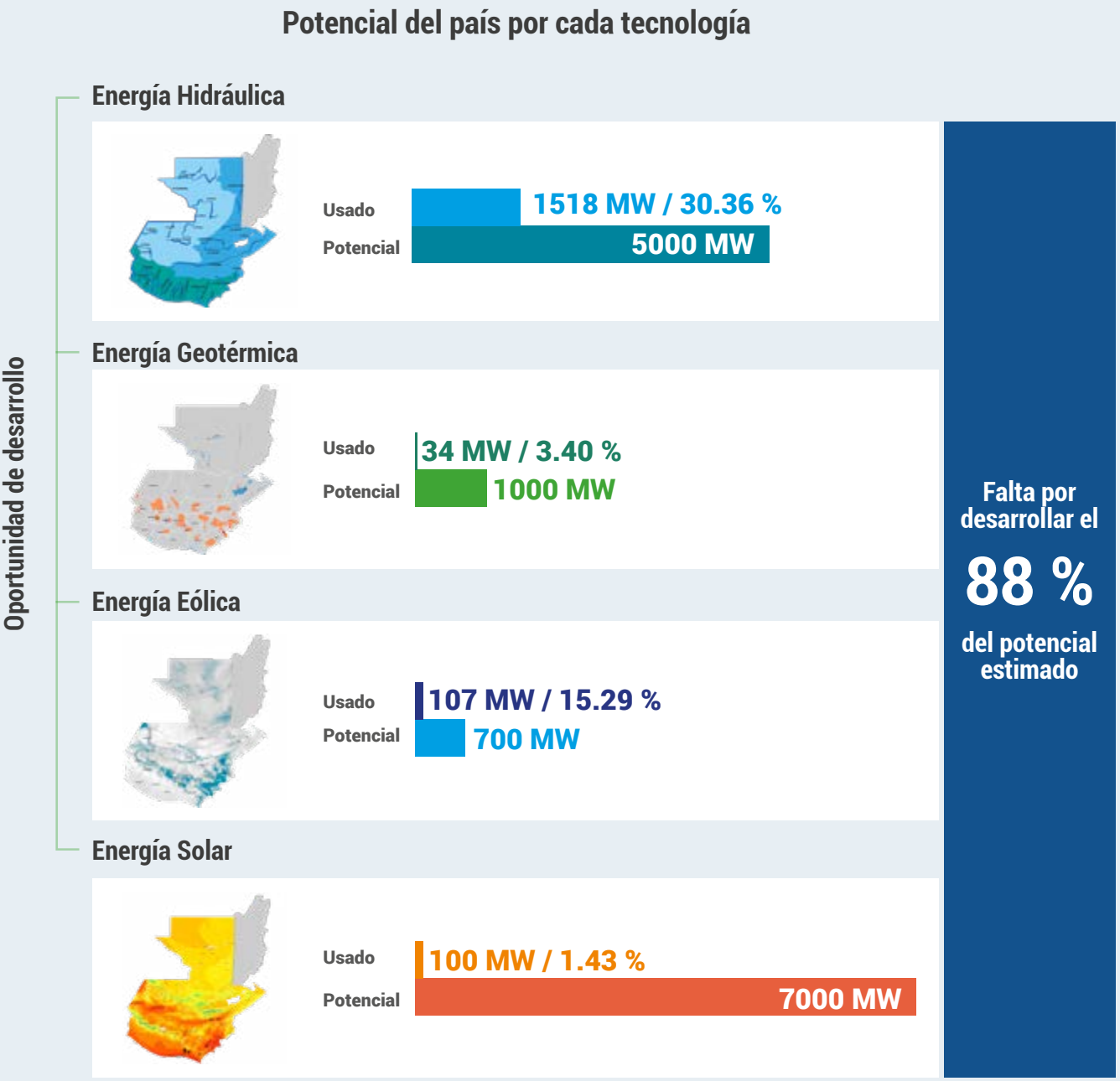
Sin embargo, durante el presente año (2023) se ha impulsado y promovido el desarrollo de la Estrategia de Descarbonización por el MARN, derivado del punto resolutivo del Consejo Nacional de Cambio Climático, a pesar de que Guatemala no es un país significativo en emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial.

sabías que..

La descarbonización, según Bloomberg Green (Idágarra Sebastián, 2023), representa la reducción y eliminación gradual de las emisiones de carbono y otros gases de efecto invernadero generados por las actividades diversas que realizan las empresas, con el objetivo de mitigar el cambio climático y lograr una economía más sostenible y resiliente.

Es importante resaltar el principio rector establecido en el Acuerdo de París de "responsabilidades comunes pero diferenciadas y capacidades respectivas". Guatemala, a la fecha, ha impulsado y presentado lo relativo a los compromisos climáticos adquiridos y vigentes en el marco internacional. Por ello, si bien es cierto que se requiere de una estrategia de reducción de emisiones, es necesario analizar el contexto de crecimiento económico que se proyecta en los próximos años y la necesidad de infraestructura para beneficio de sus habitantes.

Es de vital importancia la promoción de la generación de electricidad a través de energías renovables, bajo un enfoque sistemático y que permita la aceleración de esta variable como una estrategia nacional de compensación de emisiones, que haga viable y no castigue el crecimiento de otros sectores económicos necesarios. Esto permitirá compensar las emisiones de aquellos sectores económicos que las generen, con las emisiones *evitadas* del sector de energía renovable, permitiendo cumplir, en paralelo, las metas de desarrollo económico y las metas de sostenibilidad como país, para no comprometer el desarrollo social y económico de las futuras generaciones y dar cumplimiento a los compromisos asumidos.



Fuente: Elaboración propia

Potencial del país por cada tecnología

El potencial de energía renovable a desarrollar es muy amplio. En total, el país apenas aprovecha alrededor del 12 % de su potencial total de recursos renovables para la generación de electricidad. En conjunto, estos recursos ofrecen una valiosa oportunidad de desarrollo.

A continuación, se desarrolla con más detalle cada tecnología renovable.





Energía hidroeléctrica

El recurso hídrico se estima que tiene un potencial de 5000 MW, únicamente se ha utilizado el 30 %

Hidroeléctrico

La energía hidroeléctrica cuenta con un potencial estimado de 5,000 MW, ha sido parcialmente utilizada con 1,518 MW en producción (30 %). Este recurso ofrece una fuente estable, flexible y confiable de generación. Además, existe un margen significativo para expandir su utilización, en plantas pequeñas, medianas y grandes. En países como el nuestro, donde este recurso genera aproximadamente el 50 % anual de la energía, la base hidroeléctrica es idónea sobre la cual se pueden adicionar en complemento otras fuentes de energía renovable.

El desarrollo del potencial hidroeléctrico, es una oportunidad clave para diversificar la matriz energética del país y reducir su dependencia de fuentes no renovables. La hidroelectricidad ha sido la fuente guatemalteca de electricidad por excelencia. Es una tecnología muy desarrollada, limpia y ofrece energía con características de despacho y utilización muy flexibles, creando la oportunidad ideal para adaptar energías renovables no convencionales como la solar y la eólica con facilidad.

Sin embargo, la conflictividad social y la necesidad de contrataciones y licitaciones de largo plazo para generación y transmisión son desafíos cruciales.

Gobernabilidad: Durante los procesos de autorización de parte del Estado, garantizar que las comunidades y partes interesadas sean escuchadas y consideradas. Ante estos retos y la necesidad de contar con mayor inversión en hidroelectricidad, y de infraestructura de todo tipo a nivel nacional, se torna absolutamente imperativo elaborar la normativa e institucionalidad para cumplir con el Convenio 169 de la OIT, en el que se establezcan los requisitos para la consulta previa[5], como mecanismo de diálogo y búsqueda de acuerdos entre los gobiernos y los pueblos indígenas.

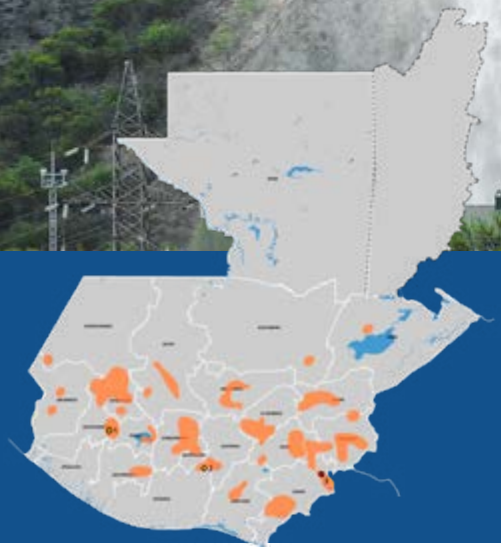
Esto implica la necesidad de la creación de un proceso sistemático de como llevar a cabo las consultas, la institucionalidad del gobierno a cargo, la asignación de recursos económicos del presupuesto nacional y dotar de personal idóneo y capacitado, para llevar a cabo estos procesos en respeto y cumplimiento al compromiso que el Estado asumió al ratificar desde 1996 este Convenio Internacional.

- Crear los espacios necesarios en las licitaciones de largo plazo de las distribuidoras, las contrataciones de la demanda no regulada y de las municipalidades, para que gradualmente, de forma compatible con sus necesidades de abastecimiento de potencia y energía, se continúe ampliando la participación hidroeléctrica en la matriz de generación de electricidad.
- Desarrollar infraestructura de transmisión eficiente: mejorar y ampliar la infraestructura de transmisión eléctrica para garantizar la conectividad efectiva de las hidroeléctricas a la red nacional.

Continuar el desarrollo hidroeléctrico es necesario para el crecimiento económico y la sostenibilidad energética del país, siempre que se aborden eficazmente los desafíos relacionados con la conflictividad social. La interacción entre el Gobierno Central y las comunidades locales, dentro de un marco de respeto y propuestas de desarrollo, será esencial para alcanzar estos objetivos logrando un equilibrio adecuado entre el desarrollo económico, la protección del medio ambiente y los derechos de las comunidades. Con una implementación cuidadosa de los objetivos mencionados, se puede avanzar hacia un futuro más sostenible y próspero.

5 La obligación de realizar la consulta previa del Convenio No. 169 de la Organización Internacional del Trabajo -OIT- sobre Pueblos Indígenas y Tribales es del Gobierno. La consulta se refiere a un proceso sistemático requerido que los gobiernos deben llevar a cabo cada vez que autoricen una medida administrativa o legislativa que afecte a los pueblos indígenas. En este sentido no es un tema exclusivamente asociado a hidroeléctricas, ya que, dependiendo de las condiciones, es requisito ante todo tipo de medidas de autorización como proyectos de infraestructura vial, ferroviaria, portuaria, infraestructura de servicios sociales (salud, educación), generación y transmisión de electricidad, entre otros.





Energía geotérmica

El recurso geotérmico ha sido poco aprovechado, aún se tiene disponibilidad de 1000 MW, solo se ha desarrollado el 3.4 %

Geotermia

La energía geotérmica cuenta con un potencial estimado en 1,000 MW, de los cuales solo se ha desarrollado 34 MW (3.4 %). La geotermia, siendo una fuente con el potencial de constituirse como una tecnología importante de base del sistema, tendría la capacidad de transformar la matriz energética desempeñando un papel crucial hacia una transición más sostenible.

Guatemala posee un gran potencial para el desarrollo de la energía geotérmica debido a su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico. La implementación de una política que fomente la inversión privada y las alianzas público-privadas para el desarrollo de esta tecnología son algunos de las líneas estratégicas que se pueden diseñar para darle viabilidad financiera.

A pesar de algunas inversiones y esfuerzos regulatorios, el desarrollo geotérmico ha sido limitado. Para desarrollar de una forma más contundente los campos de geotermia y apoyar su incorporación a la matriz energética **AGER propone:**

- Crear las condiciones para que se realicen inversiones en este sector por una capacidad no menor a 400 MW.
- Dado que los campos geotérmicos no fueron desarrollados por el Instituto Nacional de Electrificación, en las décadas pasadas, es necesario liberar las áreas que se encuentran concesionadas a esta entidad y se dé cumplimiento a lo estipulado en el Acuerdo Gubernativo No. 231-2017 del 19 de octubre de 2017 (reformó el Acuerdo Gubernativo 842-92 de fecha 21 de octubre de 1992).

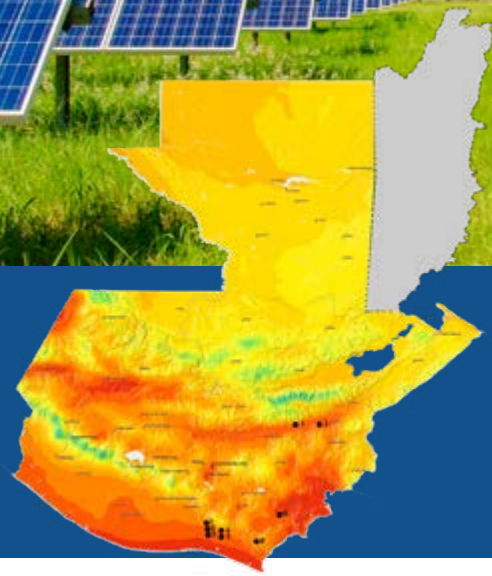
- Se revise y actualice la legislación y regulaciones relacionadas con la geotermia para garantizar un marco jurídico claro y atractivo para la inversión.
- Se lleven a cabo licitaciones de largo plazo especializadas para el desarrollo de esta tecnología considerando las características, costos y riesgos que de forma muy particular y única posee. La geotermia demanda una exploración subterránea minuciosa de potencial, tecnología especializada y compromiso a largo plazo. Licitaciones diseñadas a medida permitirían a los inversionistas y desarrolladores abordar de manera efectiva los desafíos técnicos y financieros asociados, promoviendo así el crecimiento de esta fuente de energía sostenible en el país.
- La implementación de una política que promueva la inversión privada y las alianzas público-privadas en el desarrollo de la geotermia es esencial para establecer un marco legal claro y mecanismos de colaboración efectivos para aprovechar su potencial.
- Desarrollar infraestructura de transmisión eficiente: mejorar y ampliar la infraestructura de transmisión eléctrica para garantizar la conectividad efectiva de los proyectos geotérmicos con la red nacional.

A manera de evaluación comparativa, se puede tomar de aprendizaje el desarrollo que esta tecnología ha tenido en El Salvador, país que cuenta con profesionales especializados en geotermia, donde por ejemplo la entidad LAGEO ha instalado una capacidad de 204 MW y representa el 2 % de la energía eléctrica de ese país. Adicionalmente, tiene laboratorios para investigación y desarrollo, y en sus planes futuros, planea seguir desarrollando esta importante tecnología.

Cinturón de fuego







Energía solar fotovoltaica

Se cuenta con potencial energético estimado en 7,000 MW que representa el 0.1 % del territorio nacional, de esto solo se ha aprovechado el 1 % (tecnología de tendencia mundial)

Fotovoltaico y eólico

La energía solar fotovoltaica posee un impresionante potencial estimado en no menos de 7,000 MW en el país, se considera una de las fuentes de energía principales del futuro, que complementa a las otras fuentes renovables de forma muy eficiente, y de la que solo se ha desarrollado 100 MW hasta el momento (1.43 %).

En cuanto a la energía eólica, una fuente que se complementa muy bien con la hidroelectricidad ya que el viento tiende a ser mayor en épocas secas, tiene un potencial de 700 MW, el desarrollo actual es de 107 MW (apenas 15 %) y sugiere un gran espacio de crecimiento.

Ambas han tenido importantes avances tecnológicos de investigación y desarrollo, logrando incrementar su eficiencia y reduciendo dramáticamente su costo, y su instalación a nivel mundial avanza a pasos agigantados. La tecnología solar es hoy en día una de las fuentes de electricidad más competitivas y de más rápido crecimiento.

Para aprovechar plenamente el potencial de estas fuentes energéticas, es esencial no solo su instalación pero también garantizar una infraestructura de transmisión adecuada que alcance las regiones donde se instalan dichas plantas y se pueda transportar la energía de manera eficiente a los puntos de consumo.

Ante estos retos y el gran potencial de estas tecnologías, AGER propone:

- Expandir la capacidad de generación fotovoltaica y eólica (como lo han hecho otros países que se han anticipado y aprovechado los beneficios), aumentando la capacidad instalada en un mínimo de 1,700 MW para 2040, creando los espacios necesarios en las licitaciones de largo plazo de las distribuidoras, las contrataciones de largo plazo de la demanda no



Energía eólica

Se estima que el potencial es de 700 MW de los cuales se ha desarrollado el 15% (tecnología de tendencia mundial)

regulada y de las municipalidades, para que gradualmente y de forma compatible con sus necesidades de abastecimiento de potencia y energía, se aumente la participación de dichas tecnologías en la matriz de generación de electricidad. Debe considerarse crear licitaciones específicas solares, ya que esto podría beneficiar al sistema considerando que las plantas solares fotovoltaicas se construyen rápidamente y generan energía en los horarios diarios donde más ha crecido la demanda.

- Desarrollar infraestructura de transmisión eficiente: mejorar y ampliar la infraestructura de transmisión eléctrica para garantizar la capacidad necesaria y conectividad efectiva de los proyectos fotovoltaicos y eólicos con la red nacional.

- Actualizar y modernizar la normativa del Mercado Mayorista, para viabilizar estas tecnologías sin limitaciones, y mantener la calidad, seguridad y continuidad del suministro a través de un adecuado y dinámico sistema de Servicios Complementarios que incluya nuevas opciones de aporte de los mismos, tales como sistemas de almacenamiento.

La tecnología fotovoltaica ha sido la gran disruptora dentro de los sectores eléctricos mundiales debido a su escala económica, la diversidad de tamaños en la que se puede instalar, el acceso de paneles solares a los usuarios finales y la multiplicidad de ubicaciones que puede tener. Adicionalmente, las soluciones de paneles solares a nivel residencial presentan opciones que ya incluyen baterías que permitirán almacenar la energía.

Ambas tecnologías presentan retos y oportunidades para los operadores del mercado. Sin embargo, esto no debe detener el impulso del aprovechamiento del sol y el viento, recursos que brindan claros beneficios económicos y ambientales.



Licitaciones de largo plazo de generación

Las licitaciones abiertas, según la regulación del sector eléctrico después de la reforma del 2008, han sido una pieza clave para hacer realidad la Política Energética, proyectan una visión de largo plazo para abastecer la demanda de forma segura y competitiva. Son espacios que promueven la competencia en el mercado eléctrico cuyo principal beneficiado son los usuarios del servicio eléctrico. En cumplimiento de la Política Energética deben continuar priorizando las fuentes de energía renovable.

sabías que..

Como muestra de la efectividad de las licitaciones basta con repasar la historia de la década pasada. El resultado fue impresionante y positivo, en los años siguientes a la promulgación de la Política Energética (2010, 2012 y 2013) se llevaron a cabo tres licitaciones abiertas para nueva generación, donde se adjudicaron 86 plantas nuevas sumando un total de 1,100 MW de capacidad instalada, y de ellos, más del 80 % de energía renovable. Pocos años después, cuando estas plantas finalizaron su construcción e iniciaron a proveer energía, las tarifas de electricidad se redujeron hasta un 45 % y se estabilizaron de forma significativa.

Resultados de los procesos de licitación abierta

2010
Licitación Abierta PEG 1-2010
Plan de Expansión del Sistema de Generación

2012
Licitación Abierta PEG 2-2012
Plan de Expansión del Sistema de Generación

2013
Licitación Abierta PEG 3-2013
Plan de Expansión del Sistema de Generación

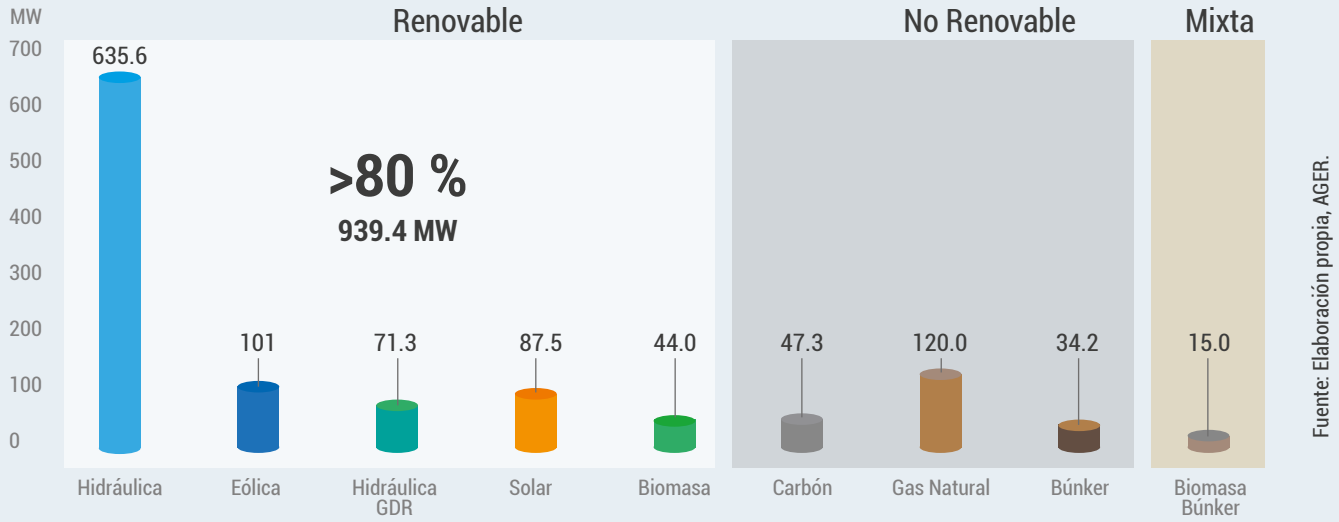
Resultados

1,100 MW de capacidad instalada en 86 plantas nuevas

US$5,000 millones en inversión

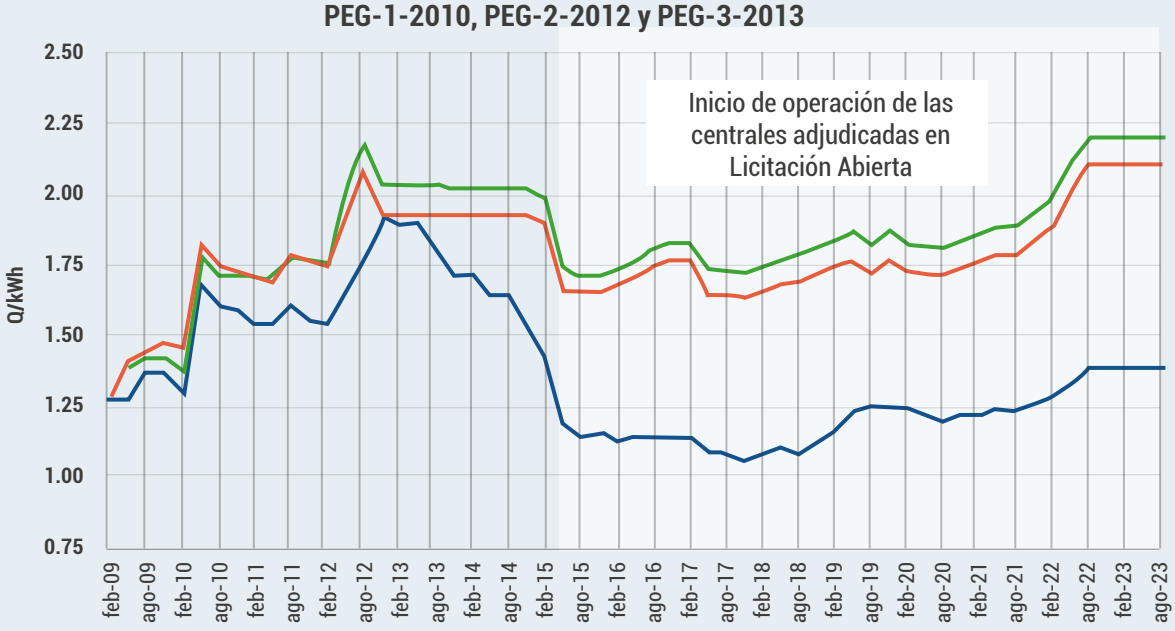
Reducción en las tarifas eléctricas para los usuarios

¿Qué logramos?
Diversificación de la matriz eléctrica



Fuente: Elaboración propia, AGER.

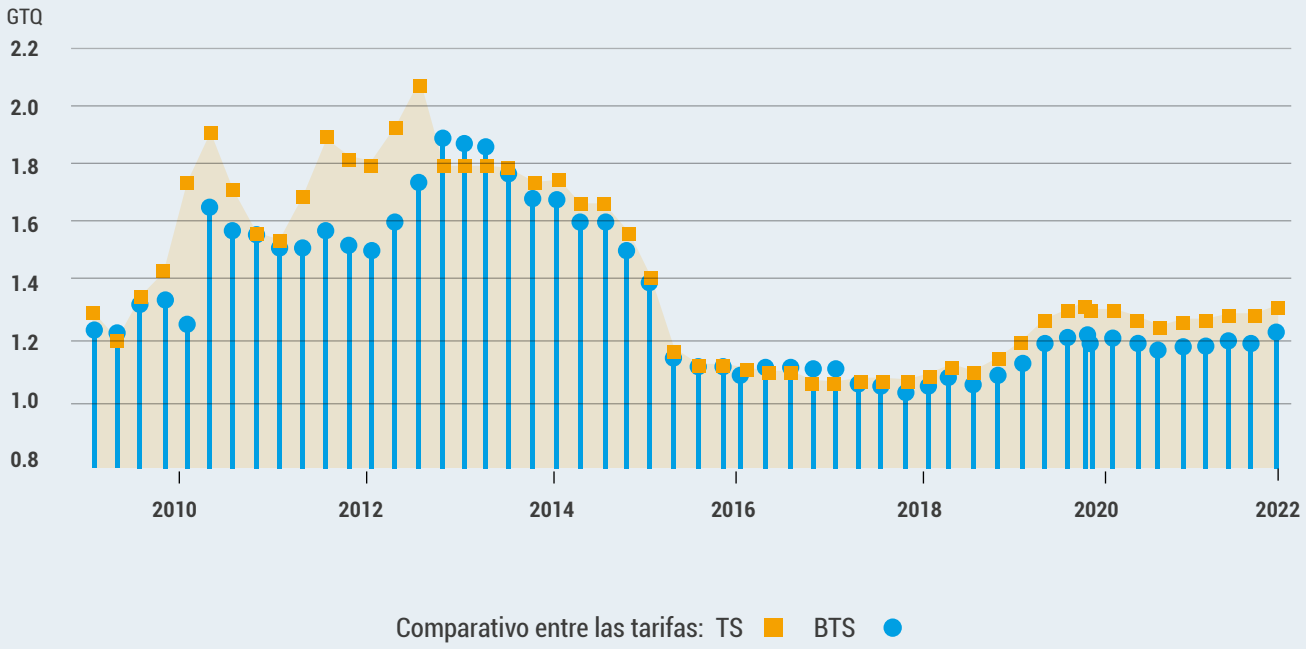
Reducción en las tarifas como resultado de las PEG-1-2010, PEG-2-2012 y PEG-3-2013



2015
Entrada en operación de nuevas plantas

Inversiones nuevas y eficientes, tarifas más competitivas

Ajustes tarifarios históricos de 2010-2022
Tarifa Social (TS) y Baja Tensión Simple (BTS)



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica

Los procesos de licitación abierta son una gran ventana de oportunidad para avanzar en el esfuerzo global de transición energética que se vive en favor del medio ambiente y de la generación de energía con fuentes renovables.

Cada licitación abierta tiene un fuerte impacto en el país, define el futuro del sector eléctrico y por ende de cada guatemalteco, como mínimo, durante 15 años, y por ello estos procesos deben ser diseñados con visión de largo plazo y para atraer nueva generación eficiente necesaria para el abastecimiento de la demanda futura.

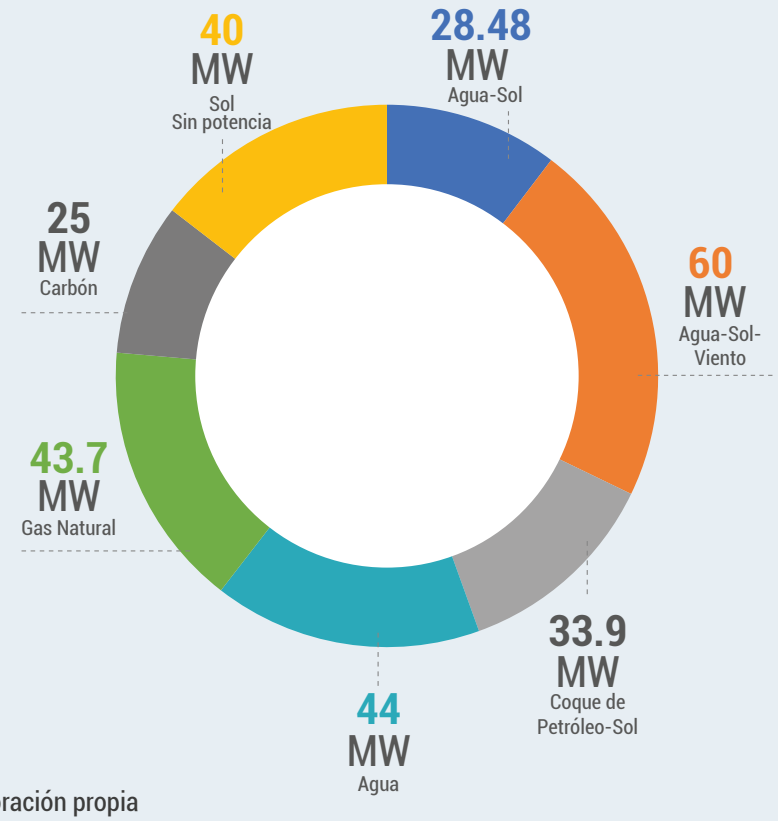
Las licitaciones deben llevarse a cabo en forma periódica, previsible, para mantener la gestión permanente de proyectos de transmisión y generación, adicionar constantemente tecnologías nuevas más eficientes y limpias.

sabías que..

La reciente licitación PEG-4-2022, atrajo una importante cantidad de inversionistas, y aunque tenía como propósito contratar 235 MW de potencia y energía, las ofertas fueron por más de 1,500 MW, dando paso a una competencia muy intensa que llevó a los participantes a sostener ofertas durante 36 rondas sucesivas hasta que 16 oferentes fueron adjudicados.

Se prevé que el próximo proceso de licitación de largo plazo (PEG-5) será de grandes dimensiones (aproximadamente 1,300 MW) y deberá replicar cuidadosamente el éxito de las licitaciones anteriores, permitiendo que los modelos de expansión de generación continúen con el cumplimiento y alcance de los objetivos trazados en la Política Energética.

Ofertas adjudicadas por tipo de recurso en megawatts (MW)



Fuente: Elaboración propia

A través de las inversiones que resulten de la licitación PEG-5, el país podrá finalmente, alcanzar la meta de que las fuentes de energía renovable provean no menos del 80 % de la energía del país.

Es importante que los procesos de licitación de generación consideren la posibilidad de que se realicen por tipo de tecnología, con el fin de optimizar la complementariedad de los recursos renovables, construir gradualmente la matriz de generación óptima, y fomentar la inversión en energía sostenible. Es necesario estudiar y evaluar si en lugar de realizar una licitación muy grande, donde podría ser complicado obtener los resultados deseados, se desarrollan licitaciones menores por separado y en forma más rápida. Por ejemplo, una licitación para plantas solares fotovoltaicas podría ser la forma de brindar, en el menor tiempo, un aporte de energía para los espacios donde la demanda más la requiere según su tendencia de crecimiento.

Un aspecto importante a mencionar es que los mecanismos que se utilicen para las licitaciones (como por ejemplo el de subasta inversa), deben tener siempre adecuada trazabilidad, para que los participantes así como cualquier interesado, pueda analizar y comprender los resultados de las adjudicaciones.

Aunque las empresas distribuidoras representan la mayoría de la demanda (66 %), otros segmentos que también representan una demanda muy relevante son los grandes usuarios de electricidad[6] (26 %) y las municipalidades (8 %). Para que los mismos participen en crear las señales de inversión de plantas de generación nuevas y contribuyan en mantener estable la generación existente eficiente. Es necesario que busquen mecanismos para contratar su abastecimiento de potencia y energía a largo plazo. De lo contrario, de mantenerse estas porciones tan importantes sin contratos, que en total suman más de un tercio de la demanda total, se crea inestabilidad del lado de la oferta eléctrica.

Finalmente, otra gran oportunidad con la que cuenta el país, es desarrollar licitaciones para proyectos pequeños denominados de Generación Distribuida Renovable (GDRs) para conectarse directamente a la red de distribución. Esta opción brinda el beneficio de instalación de pequeñas centrales renovables ubicadas en puntos donde se mejora la calidad del servicio en beneficio de los usuarios.

Licitaciones de transmisión

La ampliación de la red de transmisión es igual de importante y debe ser previa a la ampliación del parque generador. Sin esta, la energía que producen los generadores no se puede transportar a los centros de consumo.



Es por ello que de forma ideal, conjuntamente al lanzamiento de las licitaciones de largo plazo de generación, o previo a ellas, deben también realizarse las licitaciones de transmisión que permitan expandir, ampliar la cobertura, la capacidad de las líneas, la capacidad de las subestaciones y toda la infraestructura necesaria que atienda el transporte de las nuevas plantas de generación que se planean instalar.

La inversión en redes de transmisión ha ido quedando rezagada, por lo que debe procurarse de parte de las autoridades realizar las acciones necesarias para que se realicen y finalicen los proyectos adjudicados en licitaciones anteriores, algunos de los cuales no se han cumplido. De la misma forma, debe comprenderse que en la actualidad los niveles de congestión del sistema de transporte son elevados y será difícil o imposible conectar nueva generación.

La regulación permite la ampliación de las líneas de transmisión bajo distintos modelos, ya sea por licitación, o por iniciativa propia de las empresas transportistas, siempre y cuando las inversiones se justifiquen y se autoricen por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). Debe promoverse la ampliación de las redes haciendo uso de los distintos mecanismos contemplados en la legislación.

Toda la ampliación requerida es para descongestionar las redes y que la capacidad de transmisión sea suficiente y previsible, garantizando el abastecimiento de la demanda con calidad y que se permita la conexión de proyectos de energía renovable en las regiones del país donde están los recursos y se instalan las plantas.

6 Grandes usuarios son demanda no regulada, cuyo consumo de potencia excede el valor de 100 Kilovatios (KW).



AGER propone estos aspectos críticos a considerar:

1. La evaluación de infraestructura actual: realizar una evaluación exhaustiva de la infraestructura de transmisión eléctrica existente para identificar áreas críticas que requieren mejoras y expansión.

2. La priorización de zonas de demanda no atendida y de potencial de recursos de generación renovable: identificar las áreas con mayor potencial para proyectos de este tipo de generación y priorizar aquellas que necesitan una conexión eficiente a la red, lo que se mostrará gráficamente en el capítulo 2 de este documento.

3. Mantener el constante análisis del desempeño del Sistema de Transporte a través de los mecanismos que la regulación vigente permite, incentivando a través de las alternativas que existen en la construcción de las obras de transmisión necesarias, pudiendo ser estas: por acuerdo entre partes, por iniciativa propia y por licitación pública, permitiendo en cada una la participación y opinión de los Agentes Generadores, transportistas y cualquier otro interesado.

4. Apoyo comprometido y sostenido del Organismo Ejecutivo para obtener los permisos de servidumbres que se requieren para la instalación de las torres de transmisión y para la atención a la conflictividad social mediante acompañamiento de las instituciones gubernamentales dedicadas a esta gestión.



Simplificación de trámites y ventanilla única para el desarrollo de proyectos de energía

En el sector eléctrico, los trámites ante las cuales los inversionistas deben realizar las gestiones para el desarrollo de nuevas plantas, son largos y complejos, además que la información se encuentra diseminada entre diversas instituciones del Estado y privadas.

Los requisitos, tiempos y la dificultad de completar los trámites ante estas instituciones, puede provocar que se incurra en incumplimientos de los tiempos estimados en las fechas de la entrada en operación al mercado eléctrico, lo que implica la ejecución de fianzas millonarias.

Adicionalmente, nos encontramos en un año de transición de gobierno, que conlleva el cambio de autoridades y mandos medios en las instituciones donde se produce una importante atraso en los expedientes. Se debe tomar en cuenta que es el periodo en que las empresas adjudicadas en la PEG-4 deberán iniciar con los trámites para la contratación e iniciar la fase de construcción de las nuevas plantas.

Se debe evitar el riesgo de desincentivar la inversión. Ante el anuncio de una próxima licitación abierta de las empresas distribuidoras, que aproximadamente es de 1,300 MW, es urgente agilizar y transparentar la tramitología para incentivar la inversión, asegurar la certeza jurídica y evitar que se den incumplimientos que afecten este proceso.

Por lo anterior, la propuesta es la simplificación de trámites a través de una ventanilla única en donde se pueda gestionar toda la tramitología que conlleva las autorizaciones para el desarrollo e instalación de nuevas plantas, no solamente de energía renovable, sino trámites en general para proyectos de generación y transmisión.

Objetivos

- Analizar, simplificar y sistematizar los procesos de autorización de proyectos de energía en general, basado en la Ley de Facilitación de Trámites, analizando y coordinando los requisitos ante las diferentes entidades involucradas: Ministerio de Energía y Minas -MEM, Dirección General de Energía, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN,Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP, Instituto Nacional de Bosques -INAB, Instituto de Antropología e Historia -IDAEH, Superintendencia de Administración Tributaria -SAT, entre otros.
- Implementar una ventanilla única para el desarrollo de proyectos de energía que unifique y sistematice todos los trámites.
- Facilitación de trámites, reducción de costos y tiempos.
- Unificación de criterios, respeto de los tiempos establecidos y procesos más eficientes.
- Trazabilidad y digitalización de los expedientes de manera virtual, en todo momento y evitando el uso de papel.
- Evitar discrecionalidad por medio de la sistematización de los procesos.
- Certeza, credibilidad y facilitación de los procesos que fomenten la inversión.

Algunos procedimientos a simplificar ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales son:

- Simplificar los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): desarrollar un marco regulatorio que simplifique y agilice los procedimientos de EIAs para proyectos de energía renovable en general, manteniendo altos estándares de calidad. Crear adicionalmente mecanismos diferenciados, simples y eficientes para proyectos de pequeña escala. Realizar una revisión exhaustiva de las regulaciones actuales y eliminar barreras innecesarias que obstaculicen la implementación eficiente de los proyectos.
- Simplificar la comunicación y divulgación de los EIAs: facilitar la comunicación y divulgación de los resultados de los EIAs a las comunidades locales y partes interesadas. Asegurar que los resúmenes ejecutivos de los EIAs sean accesibles y comprensibles para la población local, utilizando un lenguaje claro y gráficos descriptivos.
- Implementar tecnología y herramientas digitales: adoptar tecnologías avanzadas y herramientas digitales para agilizar la recopilación, análisis y presentación de datos en los EIAs.
- Desarrollar plataformas en línea donde se puedan presentar y revisar los EIAs de manera colaborativa y trazable.

El desarrollo de proyectos de generación renovables puede y debe ser un motor para el crecimiento económico, la sostenibilidad energética del país y para ello es necesario que se aborden eficazmente los desafíos relacionados con las autorizaciones y tramitología.

En otros sectores ya se han llevado a cabo simplificaciones de tramitología e implementado ventanillas de trámites similares, con resultados verdaderamente eficientes, en donde los tiempos se han logrado reducir en menos de la mitad, evitando discrecionalidad y fomentando confianza en estos sectores y atrayendo inversión nacional y extranjera hacia los mismos.

En un sector como el de la energía, en donde las inversiones son intensivas en capital y de largo plazo, es vital contar con un sistema que facilite el desarrollo de nuevas plantas, líneas de transmisión y distribución que beneficiará de manera integral tanto a las áreas rurales como a todo el país.

Interconexión con mercados regionales

Guatemala desde hace varios años se encuentra interconectada eléctricamente con México y Centroamérica a través del Sistema Eléctrico Regional (SER).



Las interconexiones eléctricas con México y con el SER son parte de un esfuerzo de interconexión e intercambio para fortalecer la infraestructura energética, mejorar la seguridad y la eficiencia del suministro eléctrico en la región. Posibilita la importación y exportación de energía eléctrica en función de la demanda y oferta de generación de cada país, lo que contribuye al desarrollo económico de la región.

Además, las transacciones internacionales entre los agentes de los diferentes países han incentivado el uso de fuentes de energía renovable para el cubrimiento de estas por lo atractivo de sus precios, promoviendo el desarrollo de infraestructura de transmisión, así como nuevos proyectos de generación que benefician a la región.

Es de suma importancia resaltar que se deben llevar a cabo los esfuerzos de las distintas instituciones y agentes de cada país para la armonización de sus distintas regulaciones nacionales con la regulación regional para una integración eléctrica equitativa.

El Gobierno de Guatemala anunció hace dos años su retiro del Mercado Eléctrico Regional (MER).



AGER considera que es crucial que se lleven a cabo intercambios eléctricos internacionales, y que el pais no debe aislarse de los mercados regionales.

Es imperativo que las autoridades diseñen el futuro de las relaciones de intercambios eléctricos con los países vecinos y negocien la reincorporación al MER bajo las condiciones que mejoren y potencialicen dicho mercado en beneficio de todos los países centroamericanos. De igual forma, existe la gran oportunidad de ampliar los intercambios con México y lograr los acuerdos para ser un exportador pleno hacia dicho país.



Electrificación rural

Este es un componente crucial para reducir la brecha entre las zonas urbanas y rurales, promoviendo el acceso a servicios básicos y fomentando el crecimiento económico. Según datos recientemente publicados aún queda pendiente electrificar el 10 % del país aproximadamente, lo que representa una porción relevante de la población.

Se hace énfasis en la relevancia que tiene para un conciudadano pueda contar con este servicio básico. Es por ello que se proponen algunas acciones que podrían contribuir a subsanar esta brecha:

- Actualizar el Plan Maestro de Electrificación Rural: con la finalidad de identificar y priorizar las áreas rurales que carecen de acceso a la electricidad. Esto implica un mapeo exhaustivo de las comunidades rurales y la evaluación de su viabilidad técnica y socioeconómica para su electrificación.
- Promover el uso de energías renovables en la electrificación rural: con el enfoque de promover el uso de fuentes de generación renovable en la electrificación rural, en las áreas a donde las redes de distribución no puedan llegar. Estas pueden ser más sostenibles y económicamente viables en áreas rurales remotas.
- Que las empresas distribuidoras con el apoyo de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, inviertan en ampliaciones de sus redes para alcanzar a las comunidades dentro de su área de atención.
- Retomar y proveer de fondos al Programa de Electrificación Rural del INDE.

Dentro de la Política de Electrificación Rural 2019-2032 se encuentran los principios para los futuros planes de la electrificación rural, los mismos permitirán alcanzar el objetivo de lograr el 99.99 % de cobertura eléctrica nacional para 2032.

Dentro de las oportunidades de inversión identificadas en esta política se mencionan:

- Demanda en crecimiento: existe una necesidad creciente de electrificación en áreas rurales, ya que muchas comunidades aún no tienen acceso a la electricidad. Esto crea una demanda sostenida para la expansión de la infraestructura eléctrica.
- Energías renovables: la inversión en fuentes de energía renovable, como la energía solar y eólica, puede ser especialmente atractiva en zonas rurales a través de sistemas aislados o micro redes donde la infraestructura tradicional puede ser costosa de implementar.

Los principales desafíos a superar son:

- Los proyectos de ampliación de la infraestructura de la red de transmisión y distribución.
- La falta de licitaciones para permitir la construcción de líneas de electrificación rural.
- La tramitología en los procedimientos interinstitucionales asociados a la electrificación rural.
- El desarrollo que requieren pequeños sistemas aislados con energía renovable, que pueden ser comunitarios, con el apoyo técnico del INDE.

Una planificación estratégica por parte del Ministerio de Energía y Minas -MEM-, y la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-, permitirá alcanzar seguridad en el abastecimiento energético en todo el país, lo cual se traducirá en mejor calidad de vida para todos los habitantes y la creación de empleos a través de emprendimientos en pequeñas y medianas empresas.



Se recomienda al gobierno retomar como una de las principales funciones del INDE el avance de la electrificación rural, para que el 100 % de la población cuente con este vital servicio.

Tarifas eficientes, accesibles y estables

La estabilidad en las tarifas eléctricas es esencial para los guatemaltecos, la industria es factible para el mercado eléctrico. Al mantener abierto el sector a la adaptabilidad de nuevas tecnologías de generación renovable, se mantendrán tarifas competitivas y estables.



Las tarifas de distribución para los usuarios que no son grandes consumidores, los denominados “usuarios regulados”, son autorizadas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE. El proceso de establecimiento de ellas requiere de las empresas distribuidoras demostrar que sus costos son eficientes. Este mecanismo es importante para proteger los intereses de los usuarios, ya que transparenta las tarifas al mismo tiempo que motiva a la infraestructura e inversiones competitivas y eficientes de parte de las distribuidoras.

El costo de generación es un componente significativo en los recibos de electricidad de los usuarios. Uno de los aportes más importantes de la generación renovable es que contribuye de manera sustancial a tarifas económicas y estables. Como veremos más adelante en los resultados de los escenarios propuestos por AGER, al incorporar una variedad de plantas de diferentes tecnologías renovables, el costo operativo del sistema tiene ahorros significativos los cuales se trasladan a los componentes que forman la tarifa eléctrica.

Se puede observar en la gráfica de la página 40 como resultado de la atracción de inversión de las PEG-1-2010, PEG-2-2012 y PEG-3-2013, y la consecuente incorporación de las nuevas plantas de generación renovable, a partir del 2015 las tarifas tuvieron una reducción importante.

Con la generación renovable se logra mitigar también el efecto de los costos de los combustibles fósiles a nivel internacional, lo que significa que la tarifa eléctrica se desacopla de la volatilidad de ellos, manteniéndose más estable en el largo plazo.

Estos beneficios económicos de tener una generación más eficiente, utilizando los recursos propios del país, se trasladan al usuario final. Es por ello que el compromiso político de continuar desarrollando este sector debe reafirmarse por sus beneficios, para los usuarios regulados y no regulados mismos que permiten tener una tarifa eléctrica competitiva que contribuya a atraer inversión en otros sectores productivos.

Es fundamental entonces que la toma de decisión de las próximas licitaciones de largo plazo consideran una fuerte y decidida señal de inversión hacia las tecnologías renovables, ya que esas decisiones tendrán un efecto en las tarifas eléctricas durante los próximos 20 años.



Tasa de alumbrado público

El cobro del alumbrado público es un tema relevante y ha sido muy criticado en los últimos años. Es un cobro municipal que se incluye en el recibo de electricidad de las empresas distribuidoras, con la autorización de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE.

Cada municipalidad, por autonomía, tiene la potestad de establecer su propio porcentaje de tasa municipal, es por ello que la misma no está unificada a nivel nacional. En muchos municipios del país, incluyendo en las áreas rurales donde vive la población de menores recursos, este cobro es en muchos casos un monto fijo que distorsiona el total de la factura y que no refleja el costo real del servicio de alumbrado público. Las empresas distribuidoras, con la colaboración de diversas municipalidades, han logrado reducir razonablemente estos cobros a montos porcentuales en varias localidades.

El tema requiere una urgente solución a nivel nacional, que pueda avanzar de forma decidida y pronta, aliviando económicamente a gran parte de la población. Aunque se ha discutido la conveniencia o necesidad de promulgar una ley para atender la problemática, desde el punto de vista de AGER se considera que no es imprescindible crear una ley específica que regule el cobro del alumbrado público, pero que sí es importante resolver que el cobro de este servicio se calcule de forma razonable proporcionalmente.

Considerando que el Marco Regulatorio del Sector Eléctrico establece que la CNEE autoriza la inclusión del cobro en la factura de electricidad, y que el mismo obligadamente debe basarse en un acuerdo entre las municipalidades y las empresas distribuidoras, se considera que bajo la supervisión y el liderazgo de la CNEE, y con la colaboración de las municipalidades y de las empresas distribuidoras, que desemboque en acuerdos de tasa razonables y porcentuales, este tema se pueda atender de manera pronta y ágil.



Capítulo 2

Propuesta de plan de expansión de la generación 2024-2040

En este capítulo:

- La transición energética de la matriz energética actual
- Escenarios de las simulaciones de la expansión de la generación
- Riesgos en el abastecimiento por falta de generación
- Los retos del camino hacia un 80% de energía renovable
- Ampliando la red de transmisión

Objetivo general

Evaluar la viabilidad operativa y económica para la consecución de alcanzar y mantener el 80 % de generación renovable para el suministro de la demanda de energía eléctrica de Guatemala. Poner a disposición del Ministerio de Energía y Minas y las instituciones del sector eléctrico este estudio y sus recomendaciones, para contribuir con los procesos de planificación del sector de energía de largo plazo.

Objetivos específicos

1



Identificar la necesidad de incrementar la capacidad instalada del país para satisfacer la creciente demanda de energía.

2



Determinar y demostrar que el costo operativo óptimo y más eficiente de largo plazo se alcanza mediante la simulación de proyectos de generación que aprovechan los recursos naturales, como la expansión de plantas hidroeléctricas, centrales geotérmicas y la construcción de nuevas centrales eólicas y solares.

3



Identificar la necesidad de ampliación de la infraestructura de transmisión, que permita la realización de un plan de expansión de generación que aproveche los recursos renovables disponibles.

4



Promover la inversión y desarrollo de proyectos de generación eléctrica, lo que fomenta la competencia y la eficiencia en el mercado, dando la señal económica correcta a través de la determinación del costo marginal del sistema.

Base regulatoria

El ejercicio de simulación se basa en el marco regulatorio vigente específicamente en los principios fundamentales que son:

- Libertad de generación.
- Participación del suministro de la demanda con libertad de negociación en precio y mecanismos de contratación.
- Expansión de los sistemas de transmisión que permitan la conexión de plantas de generación y de puntos de consumo.
- Optimización de los recursos de generación, que permitan el uso de los recursos más eficientes, que resulten en el mínimo costo de suministro, garantizando en todo momento la calidad, la seguridad y la continuidad del suministro de la demanda de electricidad.
- Tarifas de electricidad favorables para los consumidores finales, que les permita el desarrollo social y económico del país.
- Apego a lo contenido en la Ley General de Electricidad, sus reglamentos y Normas de Coordinación Comerciales y Operativas.
- Considera las Políticas Energéticas y los Planes de Expansión Indicativos del Sistema de Generación y Transporte.

Antecedentes del Mercado Mayorista guatemalteco

El Mercado Mayorista de energía eléctrica se ha convertido en un pilar fundamental para el suministro de electricidad, asegurando un flujo constante de energía a nivel nacional y promoviendo una mayor eficiencia en el sector. Además, ha permitido la integración en los mercados eléctricos regionales, lo que ha contribuido a una mayor estabilidad en el suministro y a la posibilidad de importar y exportar electricidad con países vecinos.



En 1996 se promulgó la Ley General de Electricidad que introdujo reformas significativas en el sector. Estableció un marco regulatorio, la creación de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-, desmonopolizó el modelo estatal y creó un modelo de inversión abierto y libre. Esto permitió una mayor inversión en infraestructura eléctrica, principalmente privada, incluyendo la construcción de más plantas de generación y la expansión de la red de transmisión y distribución.

La participación de las tecnologías renovables en el suministro de la demanda de energía eléctrica ha sido históricamente importante y significativa, ya desde antes que se creara el nuevo marco regulatorio, las autoridades del subsector eléctrico tenían como parte de sus funciones la construcción y adición de nueva generación renovable, primordialmente hidroeléctrica, con el fin de aprovechar los recursos naturales renovables y ampliar la electrificación nacional.

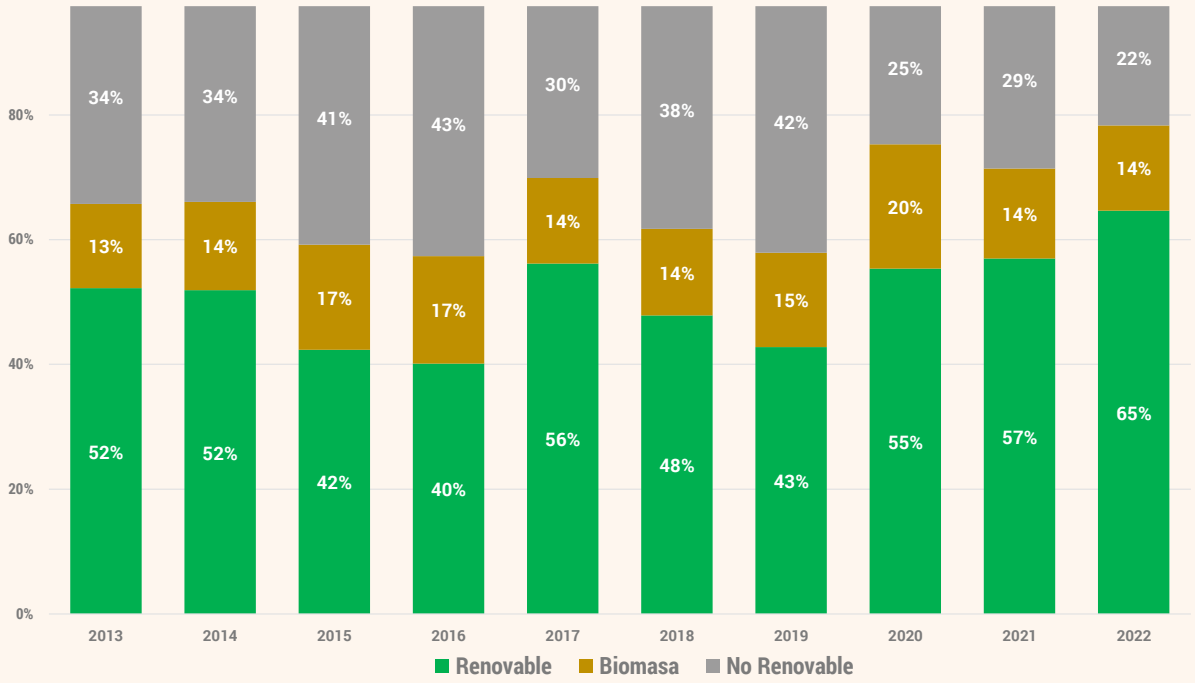
El marco regulatorio y la Política Energética continúan con esa misma intención de aprovechar los recursos naturales de generación. Las primeras licitaciones de largo plazo llevadas a cabo entre los años 2010 y 2013 contemplaban dentro sus objetivos, contratar energía eléctrica

prioritariamente proveniente de recursos renovables. Ese objetivo se cumplió pues, luego de haberse llevado a cabo esos procesos de licitación puesto que la participación de las tecnologías renovables volvió a incrementarse por encima del 50 % en la generación de energía eléctrica, resultando en una menor dependencia en combustibles fósiles y una reducción del costo de suministro.

Tal como se puede observar en la figura 1, a partir de 2016, el porcentaje de participación renovable empieza a crecer, con el ingreso al sistema de las nuevas plantas de diversas tecnologías renovables que fueron adjudicadas.

El año 2019 muestra una reducción de la oferta hidroeléctrica por una reducción en lluvias, debido a un año afectado por la condición climática conocida como El Niño, para el año 2022 se obtuvo, durante un año opuesto y de abundante lluvia, un aporte renovable total del 79 % incluyendo la biomasa.

Figura 1. Participación en la producción de energía eléctrica por tipo de combustible



Fuente: Elaboración propia

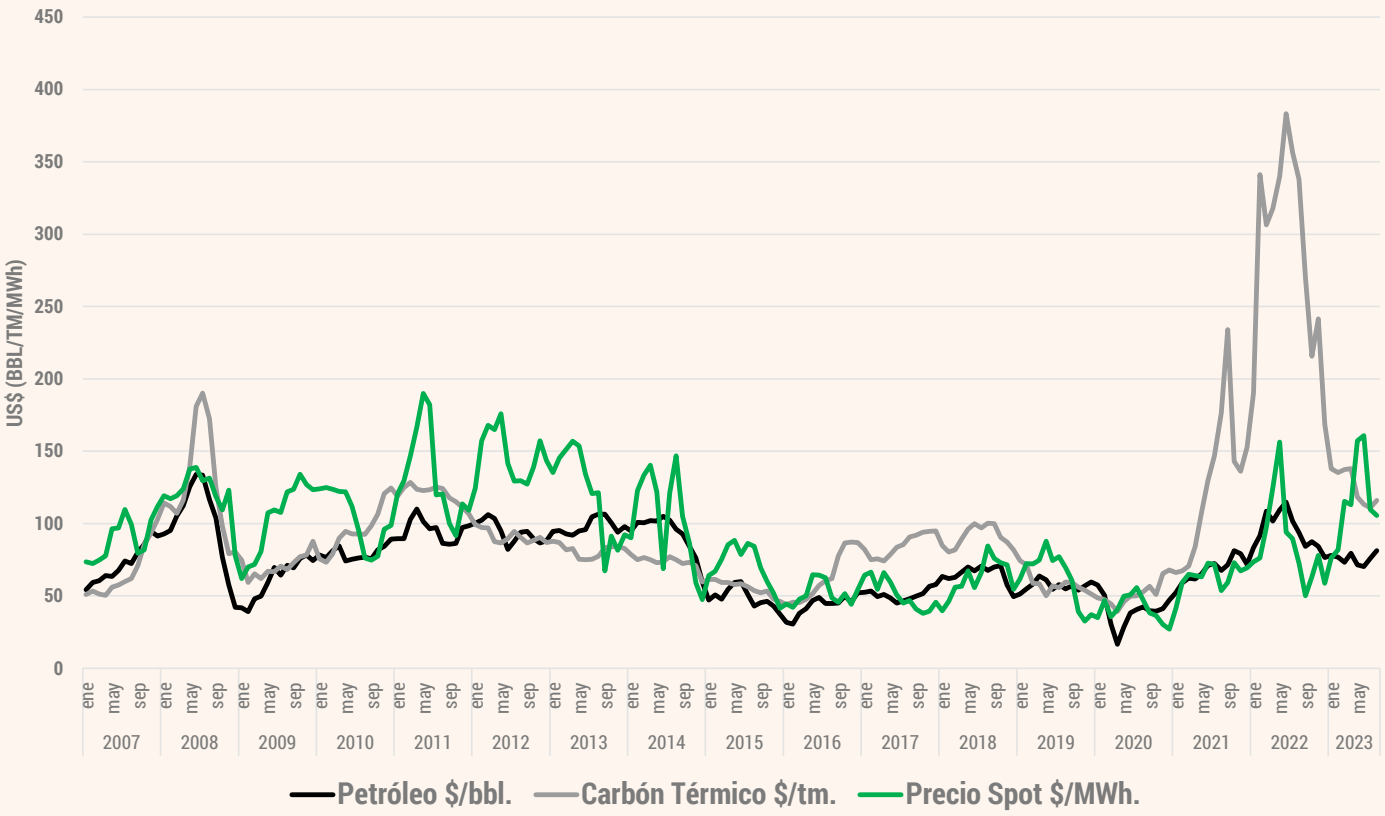
Desde el punto de vista económico, la evolución hacia una matriz energética más renovable tiende a atenuar (mitigar) el efecto de la volatilidad de los precios internacionales de los combustibles, por una menor utilización de estos en la producción de electricidad. Esto se puede observar en figura 2, donde antes del inicio de operación comercial de las plantas de generación renovable que fueron adjudicadas en las licitaciones de los años 2010, 2012 y 2013, el precio spot era afectado negativamente por dicha volatilidad, afectando la tarifa eléctrica directamente.

sabías que..

A partir de 2015, cuando inicia la operación comercial de algunas de las nuevas plantas renovables, se observa que, aun cuando los precios de los combustibles tendían al alza, el efecto sobre el precio spot en el mercado mayorista fue menor. En los últimos años el efecto de los combustibles derivados del petróleo apenas tuvo impacto en menos del 15 % y del carbón térmico en menos de 25 % en el precio SPOT, haciendo evidente esa protección a los precios internacionales de los combustibles cuando se cuenta con la mayor disponibilidad de recurso hidroeléctrico y recursos renovables en general.

Durante los meses de la época no lluviosa cuando la disponibilidad de generación hidroeléctrica por estacionalidad es menor, el efecto de los precios de los combustibles se incrementa, pero existe la oportunidad que otras tecnologías de energía renovable puedan complementar la protección a los efectos de precios de combustibles en dichos periodos, como la geotermia y las renovables emergentes, o no convencionales, y de tendencia mundial como la eólica (viento) y fotovoltaica (solar).

Figura 2. Precios históricos de combustibles para generación versus el precio spot del Mercado Mayorista



Fuente: Elaboración propia



Premisas de los escenarios

Con el propósito de corroborar el impacto positivo de la transición hacia una matriz energética más renovable y la viabilidad operativa de mantenerla, mediante lo cual se busca la consecución del objetivo del 80 % de generación de energía renovable, para esta propuesta se realizó la actualización de un Plan de Expansión de Generación que AGER realizó por primera vez en el año 2020. El Estudio se basa en las reglas contenidas dentro del marco regulatorio vigente del Mercado Mayorista. Dentro de este, el Administrador del Mercado Mayorista tiene como mandato coordinar el suministro de la demanda de energía eléctrica al mínimo costo posible, optimizando los recursos de generación disponibles, manteniendo la calidad, la seguridad y la continuidad del suministro.

El estudio elaborado se desarrolló construyendo los supuestos de simulación sobre la base de los procedimientos, conceptos, información disponible en el portal oficial del Administrador del Mercado Mayorista y adicionalmente haciendo uso de las herramientas de simulación del despacho empleadas por el AMM en el ejercicio de la Programación de Largo Plazo, que se describen a continuación:

- Se utiliza la base de datos oficial de la Programación Anual Estacional 2023-2024 publicada por el Administrador del Mercado Mayorista en marzo de 2023.
- Proyección de precios de combustibles: proyección de tendencia y precios a futuro de los combustibles para generación de energía eléctrica. Siendo las fuentes consultadas, EIA (U.S. Energy Information Administration) para los combustibles líquidos derivados de petróleo y precios de referencia de carbón del Índice Richards Bay.
- Demanda de energía eléctrica: se elaboró proyección de demanda de energía eléctrica, utilizando métodos estadísticos de proyección.
- Horizonte del Estudio: enero 2024 – diciembre 2040.
- Reservas: el estudio toma en cuenta el requerimiento de la calidad y seguridad del abastecimiento, que se da a través de los Servicios Complementarios, entre los que se encuentran las Reservas Operativas vigentes dentro del marco regulatorio, tales como la Reserva Rodante Regulante RRR y la Reserva Rodante Operativa RRO.

Proyección de la demanda de energía eléctrica

El requerimiento de energía eléctrica es un aspecto de vital importancia en el desarrollo y bienestar del país. Se debe contemplar un constante aumento en la demanda de energía eléctrica debido a factores como el crecimiento demográfico, la electrificación nacional, la expansión de la industrialización y la urbanización, así como la creciente dependencia de dispositivos electrónicos en hogares y empresas.

Este incremento en la demanda plantea desafíos significativos para el sector energético guatemalteco. Incluso durante eventos extraordinarios, el consumo de energía eléctrica ha seguido creciendo, como ejemplo, la reciente pandemia mundial que afectó parcialmente la demanda de energía localmente, pero al año siguiente inmediatamente se recuperó y expandió. En el 2021 el crecimiento se triplicó con respecto al año 2020, llegando a ser más del 8 % de crecimiento anual promedio.



Para garantizar eficaz y eficientemente la demanda de electricidad que está constantemente en expansión y paralelamente que se cubra al mínimo costo posible, es esencial diversificar la matriz energética del país y promover fuentes de energía renovable.

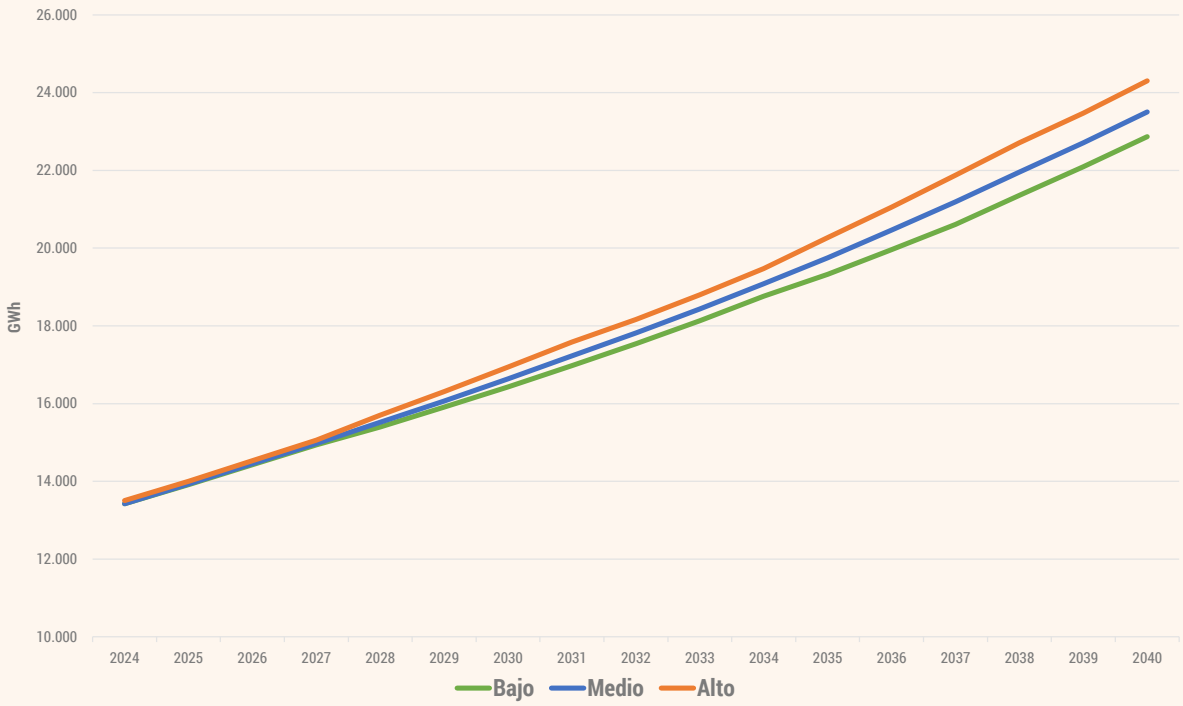
Además, la mejora de la eficiencia energética en todos los sectores, desde la industria hasta el transporte y la vivienda, se ha convertido en una tendencia importante que contribuye a garantizar un suministro eléctrico estable y más eficiente. La inversión en infraestructura eléctrica y la modernización de la red de transporte son componentes cruciales para satisfacer la demanda actual y futura, al tiempo que se garantiza un suministro de energía confiable.

La demanda de energía eléctrica crece continuamente, y debe ser suministrada con calidad y seguridad, por lo que este aspecto es uno de los supuestos esenciales para toda evaluación del suministro de electricidad. Esta variable depende del crecimiento de la población y del desarrollo económico y social del país, que son representados por el crecimiento de usuarios conectados a las redes de distribución y de transmisión y por el Producto Interno Bruto -PIB-.

Es importante mencionar que el Mercado Mayorista contempla como productos principales la demanda de energía que es el consumo horario y la demanda máxima de potencia (esta última como el mínimo necesario de capacidad instalada que el país requiere para los momentos de mayor requerimiento).

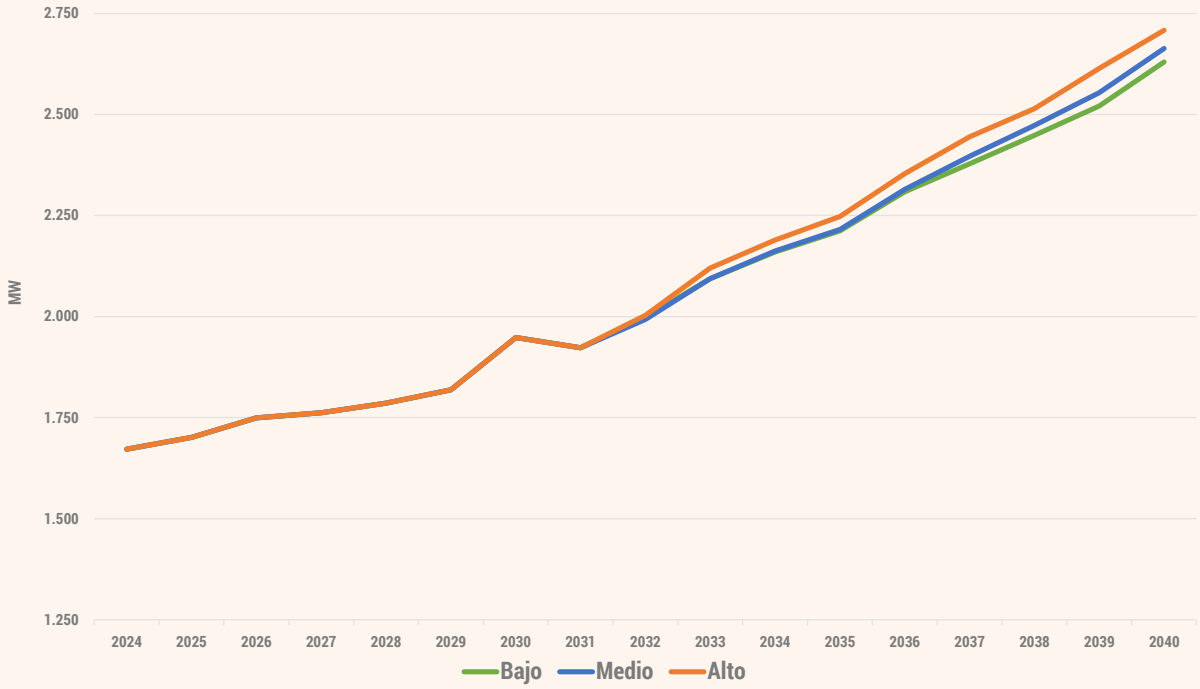
Para estimar la proyección de demanda de electricidad, tanto de energía como de demanda máxima de potencia, se utilizaron herramientas estadísticas, construyendo un modelo econométrico que incluye las variables mencionadas anteriormente y la historia del consumo real del periodo que cubre los años 2010 a 2022. Para el ejercicio de simulación se utilizó el escenario medio de demanda, dado que los otros escenarios no presentan diferencias significativas. El porcentaje promedio esperado de crecimiento de 2024 a 2040 es de 3.51 % para la demanda de energía y de 3.21 % para la demanda de potencia máxima.

Figura 3. Demanda de energía eléctrica proyectada para el 2024-2040



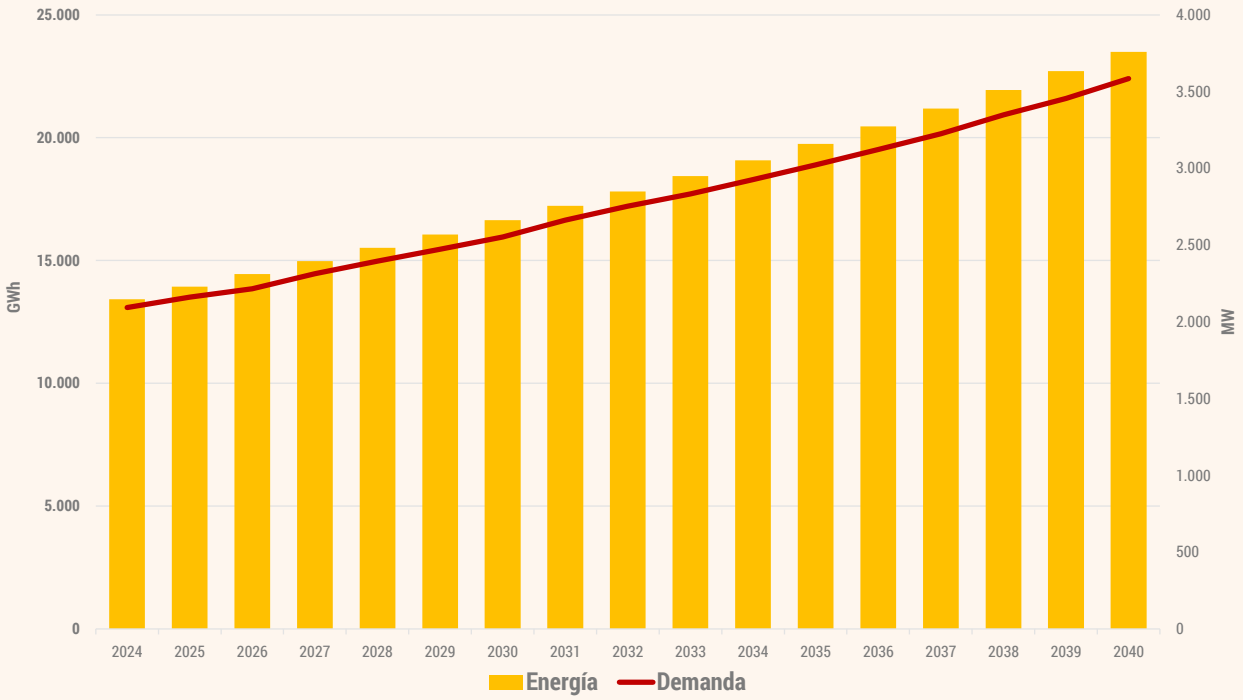
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Demanda de potencia eléctrica proyectada para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Energía eléctrica y demanda de potencia proyectada para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

La evolución del mercado mayorista de energía eléctrica en las últimas dos décadas, ha estado estrechamente vinculada a la transformación en el patrón de consumo de energía por parte de los consumidores finales, que incluyen categorías residenciales, comerciales e industriales. A lo largo de estos 25 años de operación del mercado, se ha observado un cambio en la manera en que los consumidores utilizan la oferta de energía disponible.

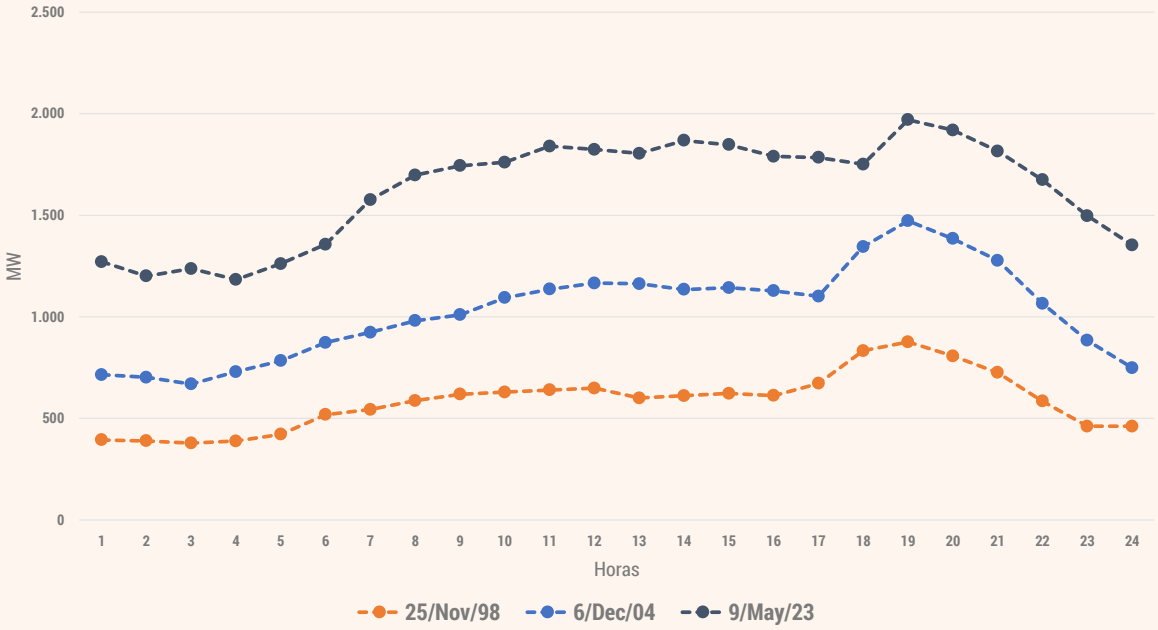
Este cambio es notorio y se puede atribuir en gran medida a la respuesta de los consumidores a las fluctuaciones en el precio de la electricidad. Como resultado de esta adaptación, se ha experimentado un patrón de crecimiento y una transformación en la forma de consumo de energía, que se traduce en una mayor eficiencia energética en su utilización, por lo cual también los diferentes recursos de generación, principalmente los renovables, están incrementando su relevancia y su rol en sustentar ese desarrollo de consumo.

Las figuras 6 y 7 reflejan esta evolución en el patrón de consumo. Estos gráficos muestran cómo los consumidores, tanto en los hogares y en el sector comercial como en la industria, han tomado decisiones conscientes y sofisticadas en cuanto a cuándo y cómo utilizan la electricidad.

En lugar de un consumo con un patrón estático, se ha producido un ajuste dinámico en respuesta a las señales de precio, lo que ha llevado a una mayor eficiencia en el uso de la energía.

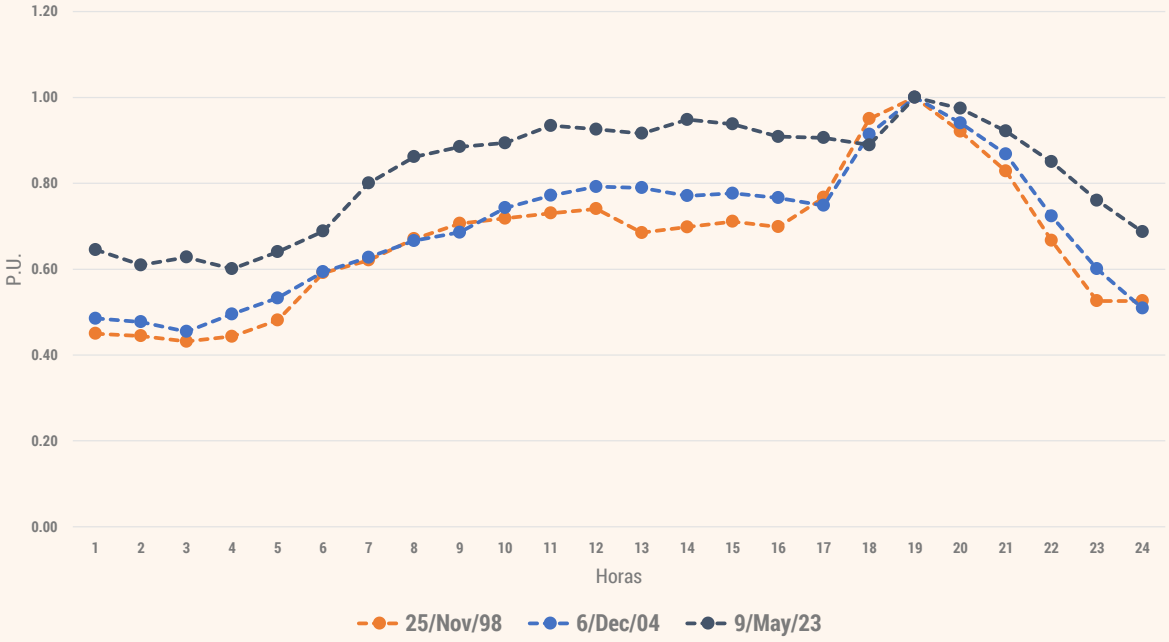
Esta adaptación no solo ha beneficiado a los consumidores al reducir sus costos de electricidad, sino que también ha tenido un impacto positivo en la estabilidad y sostenibilidad del sistema eléctrico en general, ya que se pueden evitar mayores picos de demanda y mejorar la gestión de recursos energéticos.

Figura 6. Evolución de la demanda horaria de energía eléctrica por horas del día



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Evolución del patrón de consumo horario de la demanda



Fuente: Elaboración propia



Como se observa en la gráfica anterior, el patrón de consumo ha cambiado en los últimos 25 años, pasando de un consumo concentrado a un consumo más distribuido, explicado por varios factores, entre los que se pueden mencionar, eficiencia energética a través de modernización de equipos eléctricos de industria, comercio y de iluminación que buscan reducir el consumo de pico, así como de traslado de actividades a horas de madrugada y de día.

El resultado es que el *factor de consumo* ha subido del 59 % del año 1998 a cerca de 74 % en 2023.

Se observa entonces que durante las horas del día el consumo proporcional ha crecido, por lo que es necesario expandir y contar con energía suficiente durante las horas diurnas, identificando los recursos de generación de soporte más adecuados y eficientes para el suministro de energía en esos horarios, como la tecnología fotovoltaica, sistemas de almacenamiento, entre otros.

El marco regulatorio del Mercado Mayorista, que data de hace 25 años, muestra una característica especial que es la flexibilidad y dinamismo, que permite el desarrollo de señales hacia la eficiencia energética, tanto desde el lado del consumo como de la demanda. Esto permite que se pueda desarrollar constantemente un proceso de transición energética que lleva a garantizar el suministro al mínimo costo posible, aprovechando el desarrollo continuo en las tecnologías de generación.

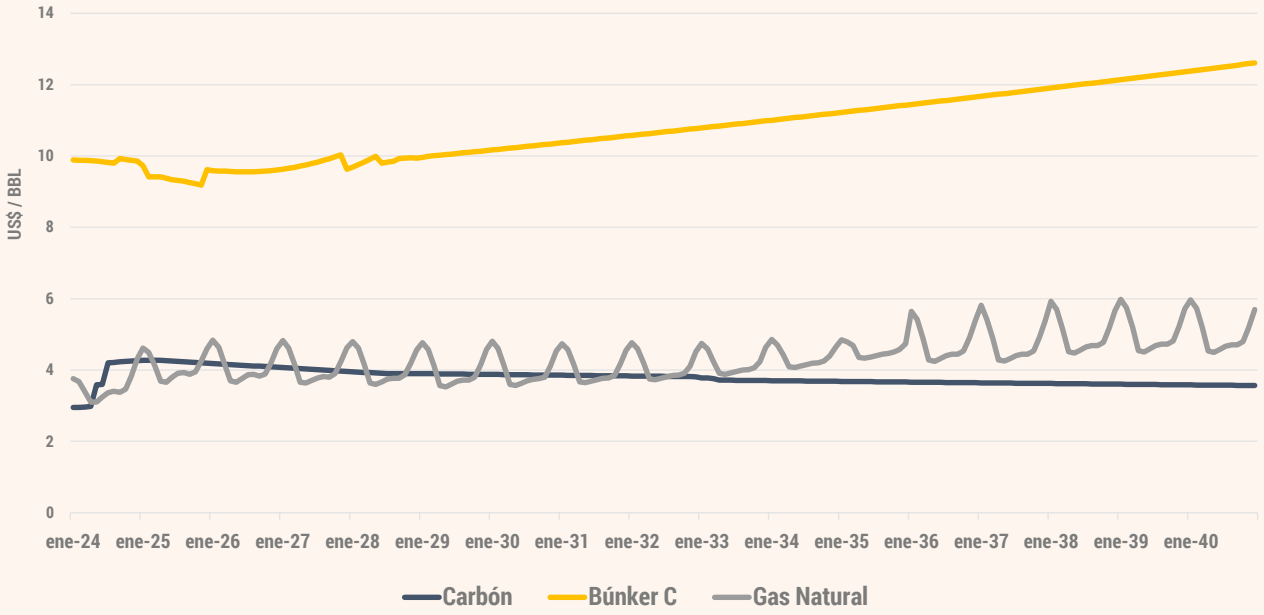
El mundo entero está en la dirección hacia una transición energética con el objetivo de garantizar el suministro, a través del uso de los recursos más eficientes, más amigables con el medio ambiente y sostenibles, que liberen menos emisiones de carbono a la atmósfera. De tal forma que todos los mercados y sistemas están realizando una transformación acelerada hacía una matriz energética distinta y con cada vez menores niveles de participación de combustibles fósiles.

Proyección de los precios de los combustibles

La matriz energética actual presenta un componente no renovable significativo, lo que implica que los precios de la energía eléctrica para el consumidor final están intrínsecamente vinculados, en buena medida, a los niveles y la volatilidad de los precios internacionales de los combustibles. Por lo tanto, un factor de suma importancia a tener en cuenta, es la dirección anticipada de los precios internacionales de los combustibles actualmente empleados en la generación de energía eléctrica en el país. En el contexto guatemalteco, estos combustibles incluyen principalmente el carbón térmico, seguido de los derivados del petróleo (el búnker C y diésel) y el gas natural.

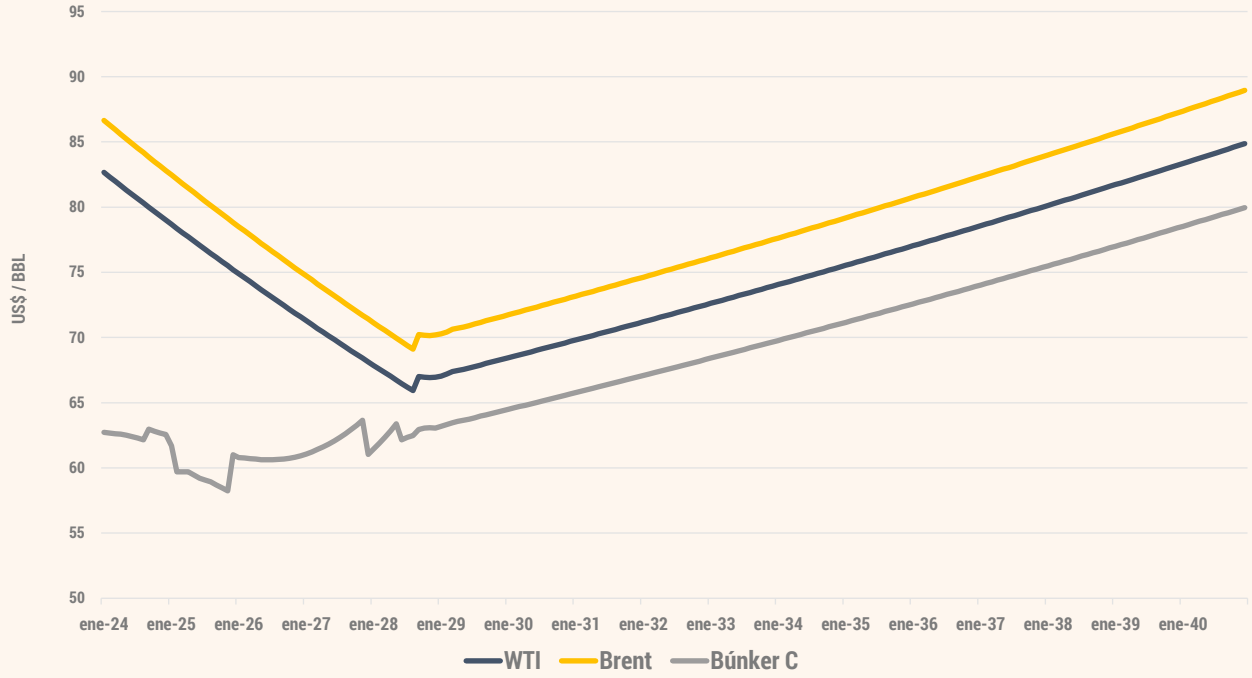
Las proyecciones en las figuras 8, 9, 10 y 11 presentan un análisis de la trayectoria prevista y los precios proyectados de estos combustibles, según los índices indicados anteriormente, que como se ha señalado, ejercen una influencia directa sobre el precio de la energía eléctrica.

Figura 8. Proyección de escenario medio de precios de combustible para el 2024-2040



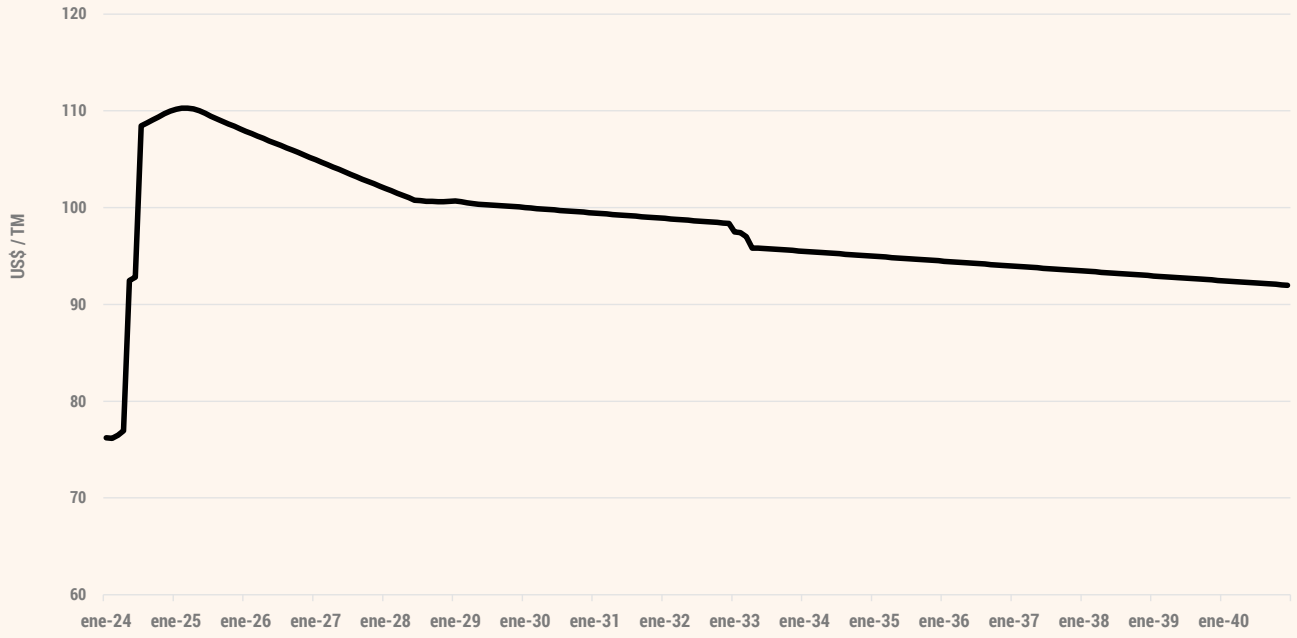
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Proyección de precios de petróleo para el 2024-2040



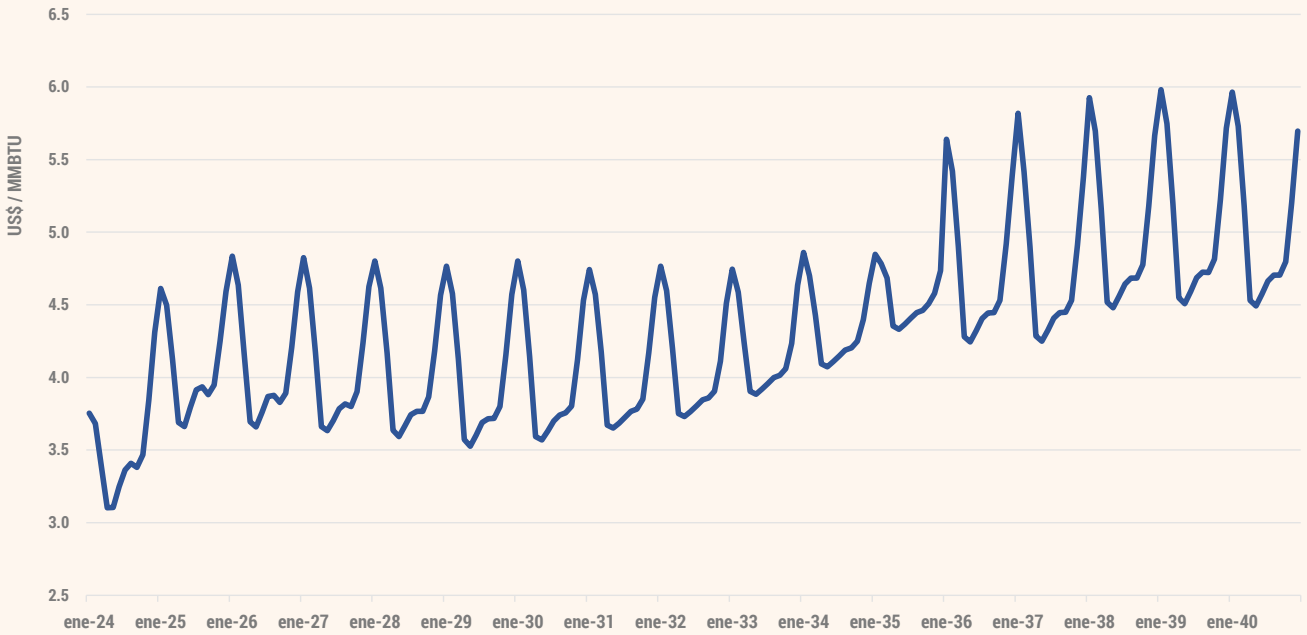
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Proyección de precios de carbón para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Proyección de precios de gas natural para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia



Transición energética

En principio, debemos definir la transición energética como la búsqueda de fuentes de energía más limpias y sostenibles para el medio ambiente, y con menores costos de producción para el suministro de la demanda de electricidad a los consumidores finales.

sabías que..

Además, que tengan carácter renovable, extendiéndose también a incentivar un menor consumo de energía a través de procesos de eficiencia energética. Esto implica necesariamente la búsqueda de sustituir aquellas fuentes que emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera, como son los combustibles fósiles no renovables (derivados del petróleo, gas natural o carbón).

Las tecnologías no renovables presentan diversos riesgos para la demanda, pues al ser dependientes de los índices de precios de los combustibles primarios de generación, el efecto directo es marcadamente volátil sobre el precio de la energía. Adicionalmente, son fuente de emisión de gases a la atmósfera.

En el caso de la más reciente crisis energética mundial, con efectos especialmente fuertes en Europa, causada por la invasión de Rusia a Ucrania y la consecuente reducción de hidrocarburos rusos disponibles para Europa desde el año 2022, se observó una marcada tendencia al incremento del precio de los combustibles. Esto derivó en precios spot más altos en el mercado guatemalteco, sobre todo por eventos extraordinarios que se dieron post pandemia, cuando la economía de los países empezó a activarse con un marcado crecimiento, que demandó más energía y, por ende, más consumo de combustibles.

El resultado fue que un combustible como el carbón térmico, que hasta pocos años antes tendía a mantener una volatilidad más baja que los derivados del petróleo, cambió drásticamente su comportamiento y recientemente presentó una mayor volatilidad de precios, tendiendo a mantener una pendiente hacia el alza, o bien manteniendo niveles cercanos o superiores a los 100 $/TM.

Este fenómeno afectó inmediatamente la cadena de suministro, al originarse cuellos de botella en los sistemas de transporte marítimos de este y los otros combustibles, lo que puso en riesgo en diversas ocasiones la continuidad del suministro. El efecto primario fue el incremento en las tarifas de electricidad, y la dificultad financiera de las empresas generadoras con combustibles importados para adquirir o poder mantener inventarios suficientes.



Como se observa, la presión sobre los precios internacionales de combustibles inició luego de la mejora en las condiciones de salud mundial después de la pandemia por COVID-19, y posteriormente, el conflicto armado surgido entre Rusia y Ucrania elevó más esa presión, llevando a precios inimaginables los relacionados al carbón térmico, que casi se multiplicaron por cuatro con referencia a los precios pre pandemia. El efecto en Guatemala fue significativo y llevó a una situación de riesgo de abastecimiento eléctrico, ya que la matriz del país depende aún en buena medida de estos recursos.

Esta crisis llevó a afectar a nivel mundial a otro combustible, que está siendo utilizado con mayor frecuencia como solución al suministro de energía eléctrica, el gas natural, combustible que también ha mostrado una volatilidad mayor a lo que en el pasado reciente había tenido.

La situación actual se puede mantener o agravar con periodos continuos de volatilidad, mientras se mantengan las condiciones inestables tanto políticas como económicas en el mundo. Esta situación se presenta cada vez que el mundo enfrenta crisis políticas que se acercan o desembocan en conflictos armados. El creciente conflicto en medio oriente podría impactar en los mercados internacionales.

Una manera de amortiguar estos efectos es transicionar hacia recursos disponibles localmente, reducir la dependencia de recursos importados y los consecuentes efectos negativos sobre las tarifas de electricidad. La dirección debe ser al aprovechamiento de los recursos renovables nacionales disponibles. La transición energética debe estar orientada en esa dirección, sumado a los esfuerzos de la implementación de eficiencia energética desde el lado de la demanda de electricidad.

La Agencia de Energía de los Estados Unidos -IEA, por sus siglas en inglés- en su último informe “World Energy Outlook 2022” hace ver esta situación como un elemento de riesgo y de crisis potencial en el suministro de energía eléctrica. En el documento, la IEA propone diez directrices emergentes para enfrentar y soportar una transición energética sustentable a mediano plazo, que permita el uso de recursos menos expuestos a la volatilidad de los precios de los combustibles y con responsabilidad en el cuidado del medio ambiente.

Diez claves para una transición energética sostenible y responsable a mediano plazo



1. El aumento de una serie de tecnologías energéticas limpias y la reducción de los combustibles fósiles.
2. Abordar el lado de la demanda y dar prioridad a la eficiencia energética.
3. Impulsar a las comunidades pobres hacia la economía energética aplicando nuevas tecnologías (electrificación nacional).
4. Colaborar para reducir el costo del capital en los mercados emergentes y las economías en desarrollo.
5. Gestionar cuidadosamente la retirada y reutilización de las infraestructuras existentes.
6. Abordar los riesgos específicos a los que se enfrentan las economías productoras.
7. Invertir en flexibilidad, una nueva y crítica consigna para la seguridad eléctrica.
8. Garantizar cadenas de suministro de energía limpia diversas y resistentes.
9. Fomentar la resistencia climática de las infraestructuras energéticas.
10. Proporcionar orientación estratégica y abordar los fallos del mercado, pero sin desmantelar.

Fuente: World Energy Outlook 2022 de la Agencia de Energía de los Estados Unidos -IEA, en inglés.

Para alcanzar las metas de la transición hacia una matriz energética más eficiente, limpia y menos volátil a los precios de los combustibles, debe considerarse que los escenarios proyectados de expansión sean dinámicos, flexibles, descentralizados, que incluyan el aprovechamiento de las tecnologías emergentes y nuevas. Estas cada vez se están desarrollando de forma más avanzada, tomando en cuenta tamaño, disponibilidad de los recursos, evaluaciones de factibilidad operativa y económica, tal como se propone en este documento.

En este sentido, se considera que el marco regulatorio del Mercado Mayorista contiene elementos dinámicos que permitirán llevar a cabo una transición energética. Es de aprovechar todos esos recursos emergentes, tales como sistemas eléctricos descentralizados, centrales generadoras de diversos tamaños, incluyendo de pequeña escala distribuidas geográficamente, sistemas de almacenamiento, hidrógeno verde como gradual sustituto a los combustibles térmicos actuales. Adicionalmente, eficiencia energética, sin olvidar los compromisos ambientales que buscan como metas la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (estrategias "Net Zero" o de compensación de las emisiones) a través de la gradual descarbonización de los sistemas incluyendo los de generación de electricidad. Todo esto, apoyado por facilitación de las fuentes de financiamiento.

Escenarios de expansión

El proceso de simulación que se lleva a cabo en este estudio es un ejercicio exhaustivo que involucra la evaluación de tres escenarios fundamentales relacionados con la adición de capacidad de generación nueva en el contexto de la matriz energética del mercado mayorista guatemalteco.



La razón detrás de este enfoque es la necesidad de comprender no solo la factibilidad operativa de la introducción de tecnologías de generación renovable, sino también su impacto financiero y económico en el sistema energético.

En resumen, estos escenarios se plantean con el propósito de contribuir con una visión comparativa y más completa de los desafíos y oportunidades que surgen de la transición hacia una matriz energética más sostenible.

El primer escenario, denominado "***sin adición de nueva generación***", sirve como referencia inicial y caso base. En este escenario, se analiza la matriz energética existente sin la incorporación de capacidad de generación adicional. Este escenario es crucial para comprender la situación actual y evaluar las limitaciones del sistema eléctrico en su forma actual y las necesidades de inversión para cubrir la demanda de electricidad.

El segundo escenario, "***con adición de generación no renovable***", se enfoca en la introducción de tecnologías de generación no renovables convencionales, como plantas térmicas de energía con base en petróleo (búnker) y gas natural. Aquí se examina la viabilidad operativa de agregar generación no renovable y se evalúan los efectos financieros y económicos directos de esta decisión, sin considerar las externalidades de sus costos ambientales y de compensación

de emisiones de carbono que en un estudio más amplio deben ser evaluados ya que son sustanciales. Este análisis permite comparar los resultados con el escenario de referencia y entender los impactos de mantener o aumentar la dependencia de combustibles fósiles en el sector energético.

Finalmente, el tercer escenario, "***con adición de generación renovable***", se centra en la inclusión de tecnologías de generación renovable, como la solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica sin considerar sus beneficios ambientales y de compensación de emisiones de carbono, que en un estudio más amplio deben ser evaluados ya que son importantes. Este escenario evalúa tanto la factibilidad operativa como los efectos económicos de adoptar tecnologías de energía renovable en la matriz energética. Ofrece una visión de cómo la transición hacia fuentes de energía más limpias, de disponibilidad local y no expuestas a combustibles de costos volátiles pueden impactar positivamente el sector energético.

Tabla 1. Premisas de los escenarios

PARA TODOS LOS ESCENARIOS	ESCENARIO	CONSIDERA	EXPANSIÓN MW	RESERVAS OPERATIVAS
• **Información Base:** Base de Datos de la Programación Anual Estacional 2023-2024 publicada por el AMM en marzo de 2023. • **Modelo de Simulación:** SDDP versión 17.2.3 • **Horizonte de estudio:** 16 años (enero 2024 a diciembre 2040). • **Demanda de Electricidad:** Escenario medio proyectado por AGER. Proyección propia, basada en métodos estadísticos de proyección. • **Combustibles**: Proyecciones de EIA (U.S. Energy Information Administration) para combustibles líquidos derivados del petróleo, precios de referencia de Carbón del índice Richards Bay. • **Reservas Operativas:** Se consideran los requerimientos de Reserva Rodante Regulante y Reserva Rodante Operativa vigentes en el marco regulatorio para cumplir con la calidad y seguridad del abastecimiento eléctrico.	**1**	**Sin adición de nueva generación**	**0**	Considera la RRO diferenciada para subir y bajar horariamente
	2	**Con adición de generación no renovable** Se adiciona generación 100 % no renovable (Búnker y Gas Natural)	**2,075**	Igual al escenario 1, la adición de nueva generación térmica, sustituyendo generación térmica actual por otra más eficientes
	3	**Con adición de generación renovable** Se adiciona nueva generación con énfasis en solar fotovoltaico, eólico, hidroeléctrico y geotérmico con complemento de gas natural	**3,700**	Con el incremento de energía renovable al 80 % de la matriz energética, se aumenta la RRO diferenciada para subir y para bajar horariamente para mantener los niveles de calidad y seguridad operativa. Se agrega un combustible fósil térmico en sustitución de otros existentes menos flexibles y eficientes.

Fuente: Elaboración propia

Escenario sin adición de nueva generación

Se simula el Sistema Nacional Interconectado sin considerar adición alguna de generación nueva. El objeto de este escenario es analizar el nivel de riesgo y temporalidad de un potencial desabastecimiento futuro si no se incrementa la oferta de generación para cubrir la creciente demanda de energía eléctrica. La expansión de generación en los mercados eléctricos debe ser un proceso continuo y muy importante, y el marco regulatorio lo considera dentro de sus objetivos, pues dentro del mismo se han creado los mecanismos que deben resultar en las señales económicas para motivar inversión nueva.

Tabla 2. Capacidad efectiva del Sistema Eléctrico a septiembre 2023

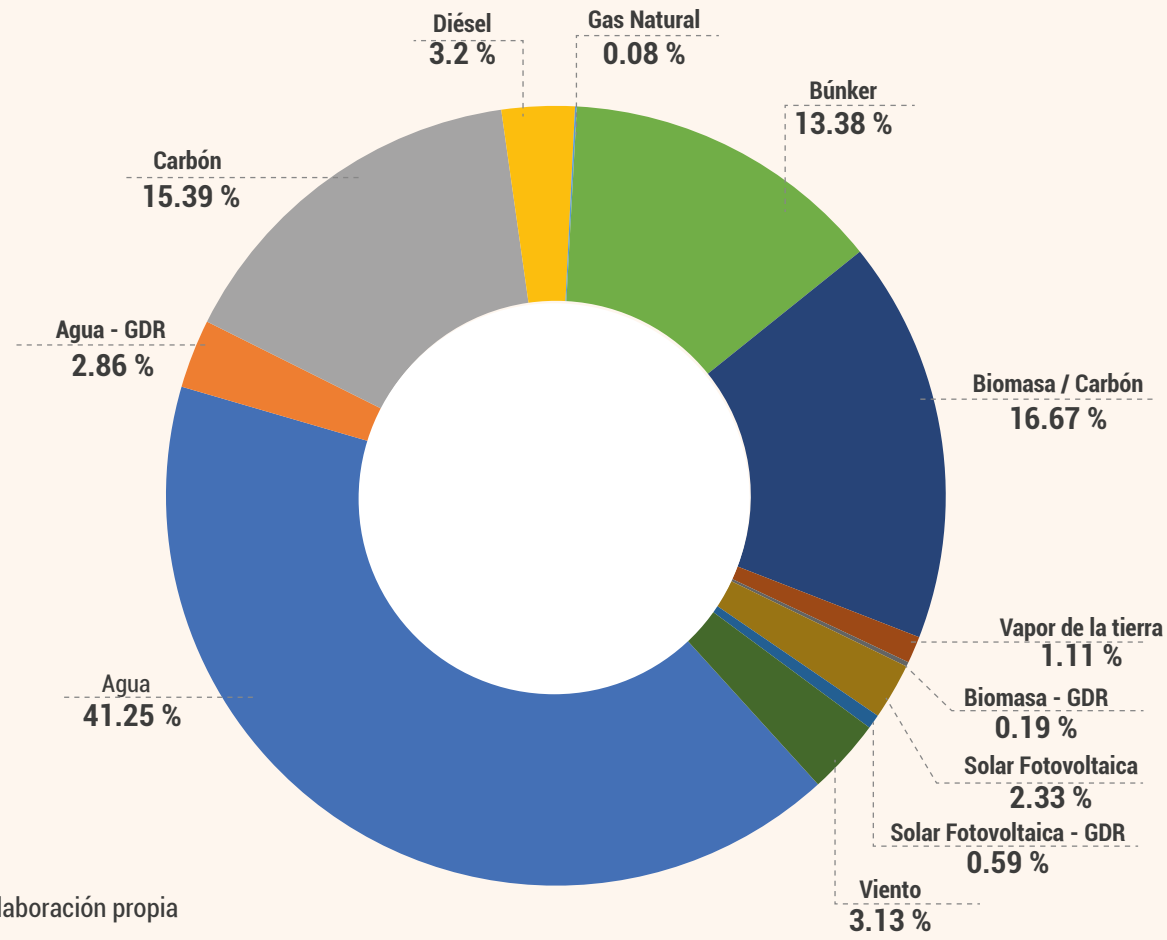
CAPACIDAD EFECTIVA DEL SISTEMA ELÉCTRICO (SEPTIEMBRE 2023)		
TECNOLOGÍA Y FUENTE ENERGÉTICA	**MW**	**%**
Hidroeléctrica (Agua)	1,415.53	41.2 %
Hidroeléctrica (Agua) - GDR*	97.99	2.9 %
Turbinas de Vapor (Carbón)	528.19	15.4 %
Turbinas de Gas (Diésel)	103.73	3.0 %
Turbinas de Gas Natural (Gas Natural)	2.59	0.1 %
Motores de Combustión Interna (Búnker)	458.99	13.4 %
Turbinas de Vapor (Biomasa / Carbón / Búnker)	572.22	16.7 %
Geotérmica (Vapor de agua)	38.21	1.1 %
Turbinas de Vapor (Biomasa) - GDR*	6.48	0.2 %
Fotovoltaica (Solar)	80.00	2.3 %
Fotovoltaica (Solar) - GDR	20.30	0.6 %
Eólica (Viento)	107.40	3.1 %
TOTAL	**3,431.64**	**100.0 %**

*Generación Distribuida Renovable, pequeñas plantas renovables (< 5 MW) conectadas a líneas de distribución eléctrica.

Fuente: Elaboración propia

Hasta septiembre de 2023, la capacidad instalada se distribuye de manera diversificada en términos de combustible como se muestra en la figura 12, lo que refleja un sistema eléctrico que ha estado en proceso gradual de evolución para adaptarse a las necesidades del país y a las nuevas tecnologías de generación renovables. Con una capacidad total de 3,432 MW, se destaca la presencia de las hidroeléctricas (agua) como la tecnología predominante, representando el 44.1 % del total, con 1,416 MW de plantas mayores a 5 MW, y otros 98 MW de plantas pequeñas de Generación Distribuida Renovable (plantas renovables menores a 5 MW), para un total de 1,514 MW.

Figura 12. Capacidad efectiva del Sistema Eléctrico a septiembre 2023



Fuente: Elaboración propia

Estas plantas aprovechan los recursos hídricos del país para generar energía de manera eficiente y sostenible. En segundo lugar, se encuentran las turbinas de vapor (biomasa / carbón / búnker), con 572 MW, lo que equivale al 16.7 % de la capacidad instalada. Esta fuente de generación utiliza subproductos de la industria azucarera (la biomasa), la cual se combina o sustituye estacionalmente con otros combustibles. Además, las turbinas de vapor con base en carbón, con 528 MW (15.4 %), y los motores de combustión interna con base en búnker, con 459 MW (13.4 %).

En el ámbito de energías renovables no convencionales, las eólicas y la energía solar fotovoltaica también tienen presencia creciente, aunque aún muy pequeña. Las plantas eólicas aportan 107 MW (3.1 %) a la capacidad efectiva del sistema, aprovechando el viento. Por su parte, la energía solar fotovoltaica contribuye con 80 MW, más 20 MW de plantas pequeñas GDR fotovoltaicas, para un total de 100 MW o un 2.9 % que se suma a la matriz energética renovable. Las plantas geotérmicas (vapor de agua), con 38 MW (1.1 %), demuestran que aún falta desarrollar el potencial nacional para la generación de energía a partir del vapor a presión interno de la tierra.

En adición a lo anterior, existen pequeños aportes de turbinas de plantas térmicas renovables (GDR) de biomasa (0.2 %), y un pequeño aporte de turbinas de gas natural (0.1 %).

sabías que..

Este mosaico de tecnologías en la capacidad efectiva refleja la diversidad y la adaptabilidad del mercado de energía guatemalteco para garantizar un suministro eléctrico confiable y sostenible. La presencia significativa de energía hidroeléctrica y la creciente participación de fuentes renovables son indicativos de un enfoque hacia una matriz energética cada vez más verde, lo que contribuye a la mitigación de los impactos ambientales y la volatilidad de los mercados de combustibles mundiales.

Es importante hacer mención que con la matriz energética existente, se ha generado, en promedio, el 68 % de la electricidad a partir de fuentes renovables en los últimos 5 años, sumando las fuentes hidroeléctricas, eólicas, solares, geotérmicas y de biomasa.

sabías que..

Durante este periodo, la participación renovable se situó en un rango entre el 58 % y 78 % considerando la variación de los recursos naturales de un año a otro, reflejando la importancia de contar, a futuro, con fuentes de energía renovable adicionales de tecnologías complementarias como la fotovoltaica, eólica y geotérmica, por su competitividad y su contribución a la cobertura de la evolución de la demanda.

En este escenario se proyecta el cubrimiento de la demanda futura con base en la generación existente aquí descrita, sin adiciones.



Escenario con adición de generación no renovable

En este escenario se contempla la introducción de tecnología de generación eléctrica no renovable como parte de la estrategia de expansión de la capacidad de generación. Específicamente, se enfoca en la incorporación de centrales generadoras que operan con dos tipos de combustibles: Gas natural y búnker.

Es fundamental destacar que en este análisis, no se toma en consideración la inclusión de tecnología nueva basada en carbón térmico. La razón radica en las restricciones de inflexibilidad de dichas tecnologías, comparadas con las que se proponen, y que muchas fuentes de financiamiento han excluido esta tecnología de su cartera de proyectos, haciéndola difícil y cara de financiar. Esta decisión se basa en las tendencias globales de transición energética hacia fuentes de energía más limpias.

Por lo tanto, el presente escenario supone una combinación de tecnologías de generación no renovable, de gas natural como energía base y búnker como tecnología flexible capaz de suministrar y aportar las reservas operativas necesarias requeridas para la operación del sistema.

Tabla 3. Adición de generación no renovable para el 2024-2040

AÑO	ADICIÓN DE GENERACIÓN (MW)	
	BÚNKER	GAS NATURAL
2024	-	-
2025	-	-
2026	-	-
2027	75	-
2028	100	-
2029	100	-
2030	-	300
2031	-	-
2032	100	-
2033	-	300
2034	-	-
2035	200	-
2036	-	300
2037	300	-
2038	-	-
2039	300	-
2040	-	-
TOTAL	1,175	900
EXPANSIÓN TOTAL	**2,075**	

Fuente: Elaboración propia



Escenario con adición de generación renovable

En este escenario se prioriza de manera consciente e intencionada la implementación de fuentes de generación de energía renovable como eje central de la estrategia, incluyendo centrales geotérmicas, hidroeléctricas, fotovoltaicas y eólicas. Estas tecnologías se han seleccionado por ser recursos naturales ampliamente disponibles en el pais, para fomentar la reducción de la huella de carbono y disminuir la dependencia de combustibles como el carbón, el bunker y el gas natural.

Paralelamente, se integra a las fuentes renovables descritas, una componente de tecnología de generación no renovable basada en gas natural a este escenario. Aunque a futuro el combustible renovable ideal en este escenario debiera ser una opción como el hidrógeno verde[7] en combinación con la instalación de sistemas de almacenamiento de electricidad. Sin

7 El "hidrógeno verde" se refiere al hidrógeno que se produce a través de un proceso llamado electrólisis del agua, utilizando electricidad generada por fuentes de energía renovable, como la solar, eólica o hidroeléctrica. Los principales beneficios del hidrógeno verde se pueden enlistar así. Diversificación energética: ofrece una alternativa a los combustibles fósiles y puede usarse en una variedad de aplicaciones como la generación de electricidad en sustitución de la generación térmica convencional. Cero emisiones de carbono: como se produce utilizando energías renovables y no implica combustibles fósiles, el proceso no emite gases de efecto invernadero. Almacenamiento de energía: El hidrógeno puede actuar como una forma de almacenar energía renovable para su uso posterior. Es especialmente útil para equilibrar las redes eléctricas cuando hay un exceso de energía renovable. Potencial económico: Con el

embargo, considerando que una aplicación comercial a escala del hidrógeno verde aún requiere de avances en la economía de la tecnología, se opta en este momento por modelar el escenario con gas natural como un combustible transitorio.

La transición energética representa una transformación gradual y fundamental en la forma en que producimos, distribuimos y consumimos energía a nivel global. En esta propuesta se considera esta transición como un proceso necesario en el camino a alcanzar una matriz de electricidad basada en energías renovables limpias en sustitución a las energías basadas en combustibles fósiles.

El gas natural es un combustible que en la actualidad no se produce con la suficiente escala en Guatemala, y para transportarlo e importarlo conlleva retos y costos significativos, y compras mínimas sustanciales. Es un combustible fósil que causa emisiones de carbono y metano por lo que no es un combustible limpio. Sin embargo, se *modela* como combustible de transición, por la flexibilidad técnica que posee, lo que permite que sustituya generación de carbón menos eficiente e inflexible. Esta mayor flexibilidad le da soporte a la propuesta de una matriz basada principalmente en recursos renovables.

La combinación modelada atiende la necesidad de mantener un equilibrio entre la demanda de energía y los objetivos de sostenibilidad ambiental, respaldando la transición hacia un modelo energético sostenible. En el caso que el gas natural no estuviera disponible, podría sustituirse por bunker como combustible flexible sustituto del carbón. Reiterando aquí, que esto se modela como una solución *transitoria* y *temporal*, mientras soluciones como el hidrógeno verde y similares, limpias, logran la madurez comercial.

En este sentido, considerando que el MEM debe desarrollar los Planes de Expansión Indicativo del Sistema de Generación cada dos años, los avances tecnológicos así como la madurez comercial del hidrógeno verde, deben gradualmente incorporarse en los planes de largo plazo y con ello optimizar a través del tiempo la matriz renovable que se busca alcanzar y mantener.



La combinación con las tecnologías renovables conforman una estrategia complementaria para abastecer la demanda de energía, con el fin de alcanzar y mantener un 80 % de generación de energía renovable.

crecimiento de la demanda de soluciones de energía limpia, el hidrógeno verde puede ofrecer nuevas oportunidades de empleo y desarrollo industrial. Existen desafíos asociados con el hidrógeno verde, que detallamos a continuación. Costo: Aunque los precios están disminuyendo, la producción de hidrógeno verde sigue siendo generalmente más cara que otros métodos. Infraestructura: Se requiere una infraestructura significativa para almacenar, transportar y utilizar hidrógeno, especialmente en aplicaciones a gran escala. Dicho esto, el hidrógeno verde es una de las soluciones prometedoras en la transición hacia un sistema energético más sostenible y limpio, y será cuestión de tiempo el poderlo agregar a los sistemas eléctricos a gran escala.

Tabla 4. Adición de generación renovable para el 2024-2040

AÑO	ADICIÓN DE GENERACIÓN (MW)				
	AGUA	VAPOR DE LA TIERRA	SOLAR FOTOVOLTAICA	VIENTO	GAS NATURAL
2024	-	-	-	-	-
2025	-	-	100	-	-
2026	75	-	200	-	-
2027	-	-	200	60	-
2028	50	50	200	-	-
2029	100	-	200	-	-
2030	-	-	-	50	200
2031	75	50	200	-	-
2032	50	50	-	50	-
2033	-	50	200	-	200
2034	50	-	-	50	-
2035	90	-	-	-	-
2036	-	-	200	-	300
2037	300	-	-	-	-
2038	-	-	-	-	-
2039	100	-	-	-	-
2040	-	200	-	-	-
TOTAL	**890**	**400**	**1,500**	**210**	**700**
EXPANSIÓN TOTAL	**3,700**				

Fuente: Elaboración propia

Ambos escenarios de adición de nueva generación consideran, por requerimientos de calidad y garantía de suministro, que se debe mantener un 15 % de margen de potencia adicional como reserva de generación, por encima a las reservas operativas que la regulación actual contempla.



Resultados de los escenarios

Escenario sin adición de nueva generación

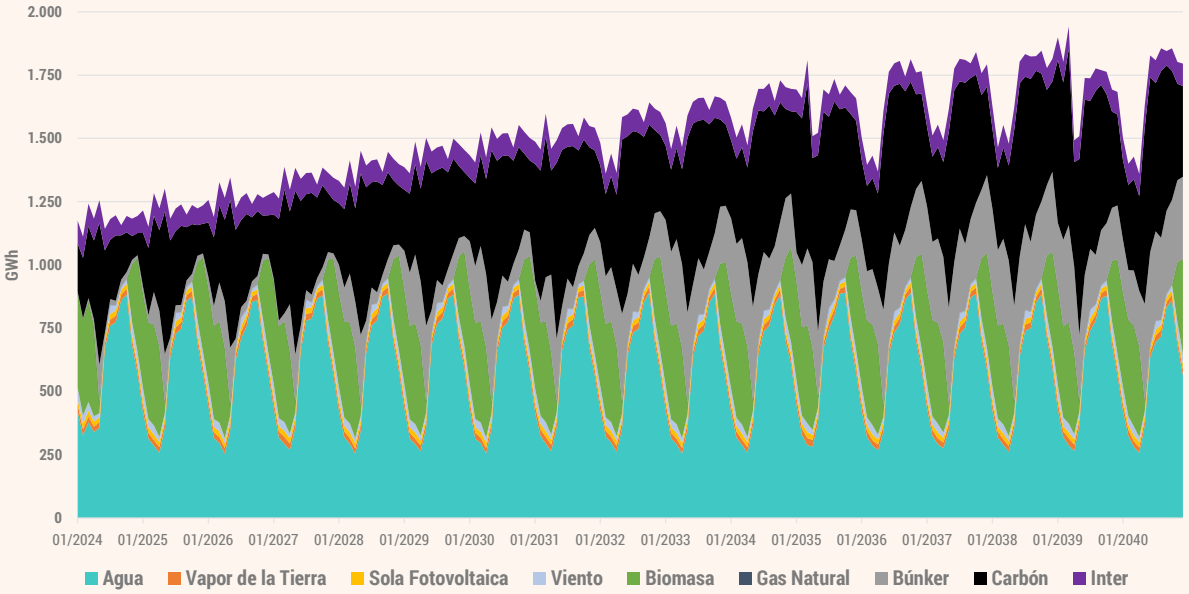
En la situación caso que no se diera adición de nueva generación, el suministro de la demanda de electricidad podría verse dramáticamente afectado. La ausencia de nuevas adiciones en la capacidad de generación eléctrica llevaría a un estancamiento en la capacidad de atender la creciente demanda energética del país. Esto resulta en un riesgo latente de déficit energético, particularmente en momentos de alta demanda, como picos estacionales o durante eventos inesperados que incrementen la necesidad de energía o reducen la disponibilidad de otros recursos de generación.

La realización de los procesos de licitación de generación, como la reciente licitación PEG-4-2022, y la futura PEG-5, crean inversión nueva en generación y con ello se reduce la probabilidad de ocurrencia de este escenario. Sin embargo, la demanda y oferta de energía se acercan en la actualidad, y los tiempos de desarrollo de las licitaciones y posterior construcción y puesta en marcha de las plantas adjudicadas toma tiempo, pudiendo tardar varios años, lo que incrementa el riesgo y que debe ser considerado.

Otro efecto de no adicionar generación, en este escenario renovable, como se observa en las figuras 13 y 14, es una reducción acelerada y sustancial del aporte de generación renovable total en la matriz eléctrica. Se observa un incremento de la generación no renovable con base en carbón y bunker existente en el sistema, con costos de suministro altos.

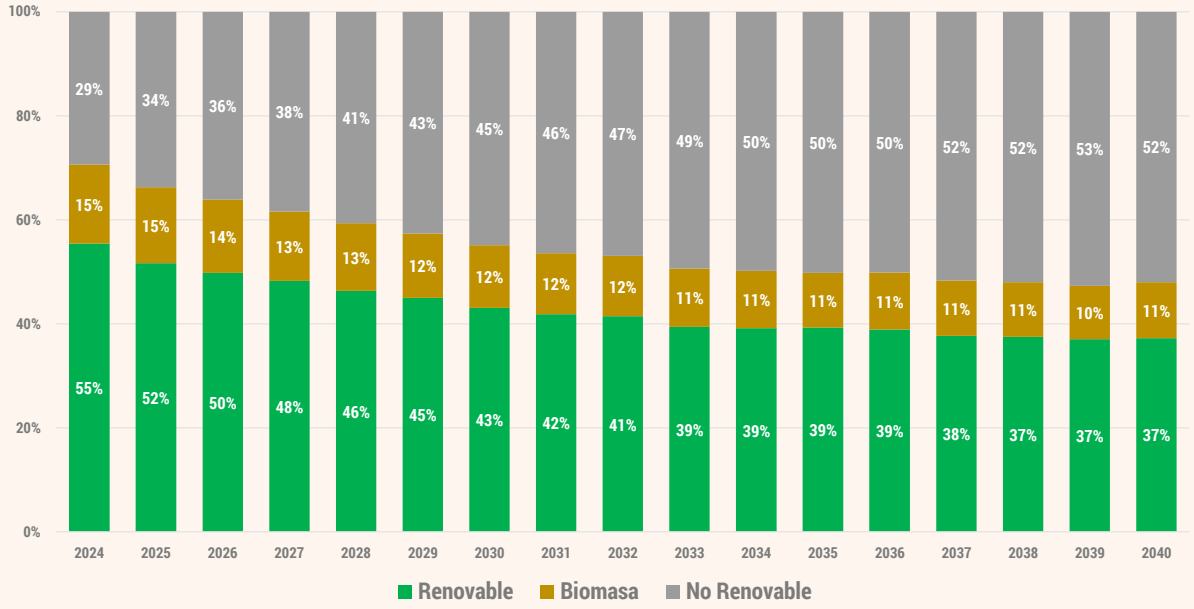
El análisis refleja que en los próximos años el requerimiento de energía eléctrica estará alcanzando la oferta de generación disponible, lo que resulta primero en costos elevados de suministro y luego en el incremento de potenciales riesgos de desabastecimiento.

Figura 13. Generación por tipo de recurso del escenario sin adición de generación



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Participación en la producción de energía eléctrica por tipo de recurso del escenario sin adición de generación



Fuente: Elaboración propia

Este escenario resulta en una matriz energética cada vez más dependiente de las fuentes de generación basadas en combustibles fósiles. Esto implicaría una vulnerabilidad adicional a la volatilidad de los precios de estos combustibles y a las presiones ambientales asociadas con su uso, aumentando significativamente las emisiones de carbono del sector de energía del país.

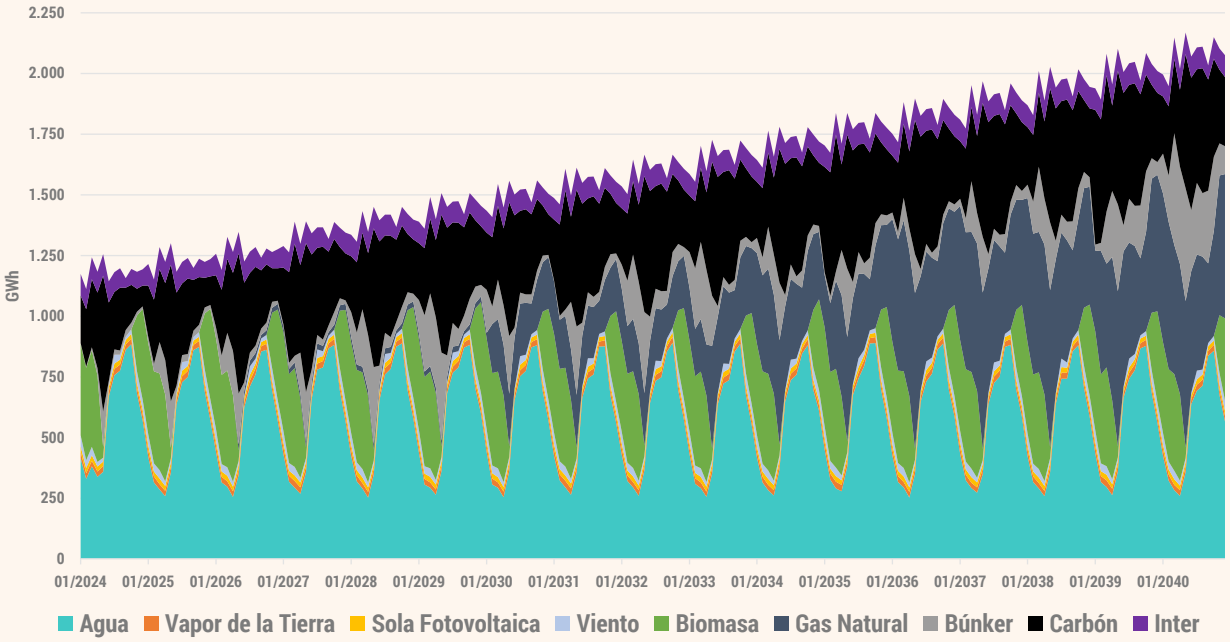
El escenario ***sin adición de nueva generación***, plantea un equilibrio delicado entre la estabilidad del suministro eléctrico y la necesidad de avanzar hacia una matriz energética más sostenible. Las decisiones que se tomen en términos de inversión y política energética, en el muy corto plazo, serán fundamentales para determinar el camino a seguir en la búsqueda de una solución energética sostenible.



Escenario con adición de generación no renovable

El escenario ***con adición de generación no renovable*** presenta una serie de resultados que deben ser analizados cuidadosamente. Por un lado, la introducción de tecnología de generación no renovable, en particular centrales generadoras basadas en gas natural y búnker, ofrecen una adecuada respuesta a la creciente demanda energética, proporcionando estabilidad en el suministro eléctrico y reduciendo los riesgos de déficits de energía.

Figura 15. Generación por tipo de recurso del escenario adición de generación no renovable



Fuente: Elaboración propia

Al mismo tiempo, la adición de tecnologías no renovables plantea desafíos desde el punto de vista ambiental ya que, a pesar de que el gas natural es considerado una alternativa menos contaminante en comparación con el carbón, conlleva emisiones importantes de carbono y metano. Esto tendría un impacto negativo en los esfuerzos por reducir la huella de carbono del pais y avanzar hacia la sostenibilidad ambiental.

Además, la dependencia continuada de fuentes de energía no renovable causa la exposición a la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles, lo que impacta significativamente los costos de generación y los precios finales de la electricidad para los consumidores.

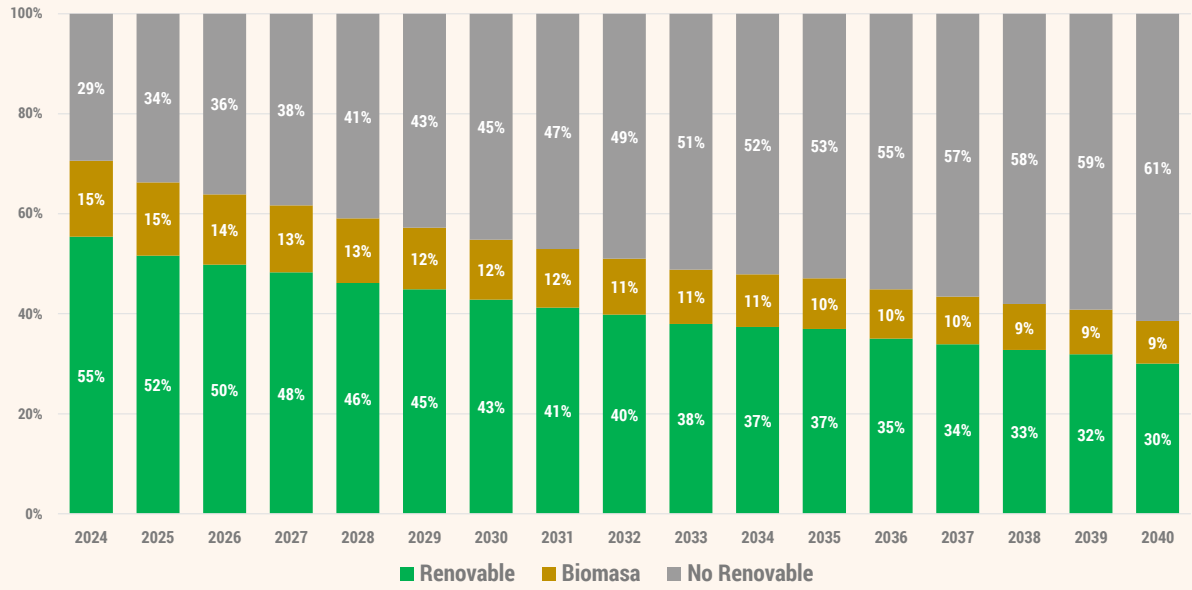
Los efectos se han experimentado en tiempos recientes con el incremento de los precios de los combustibles de generación asociados al petróleo, carbón térmico y gas natural, cuyo efecto sigue persistiendo.

Por otro lado, este escenario se aleja de la meta de la Política Energética de alcanzar y mantener el 80 % de generación renovable, pues tal como lo muestra la figura 16, el porcentaje de participación de la generación renovable, incluyendo la biomasa tendría una tendencia acelerada hacia la baja, reduciendo su participación muy por debajo del 50 %.

Un efecto positivo que se obtiene es la sustitución de los actuales combustibles por otros combustibles fósiles más eficientes (menos inflexibles que el carbón). Sin embargo, los efectos de la volatilidad de los precios internacionales de combustibles se mantendrían de igual manera a lo que hoy se tiene, y tarde o temprano se repetiría la crisis tarifaria experimentada en el

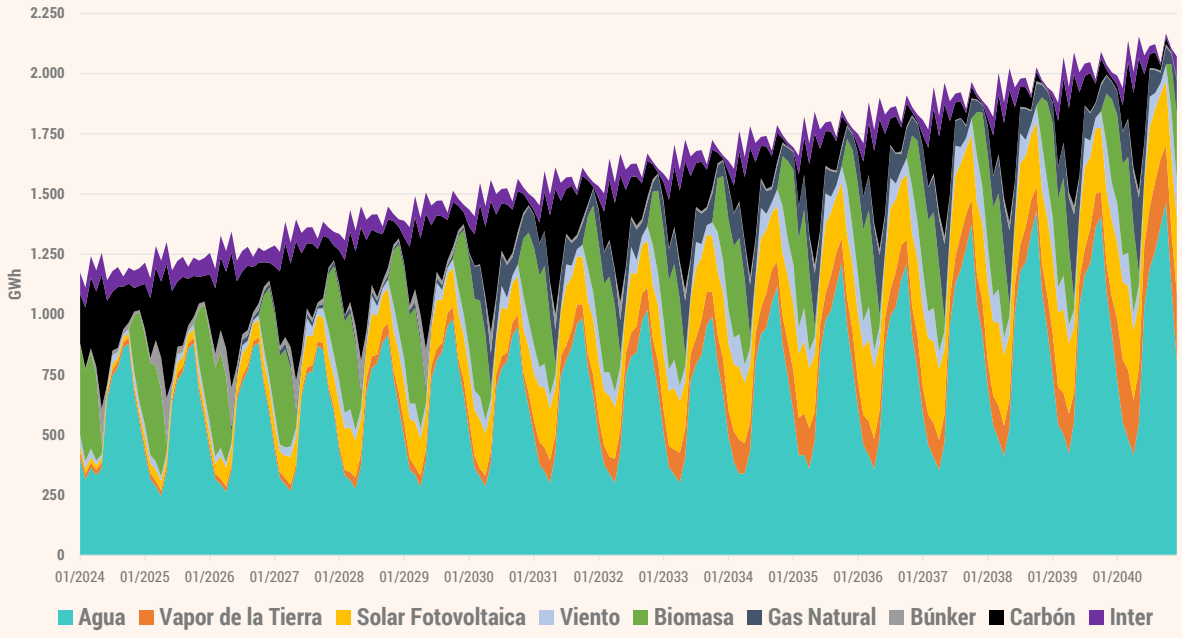
año 2008. Como se mencionó previamente, en aquel momento el Estado de Guatemala se vio obligado a promulgar la Política Energética y postular la meta de recuperar la participación de energías renovables con fines de reducir y estabilizar las tarifas, lo que tardó más de 7 años en alcanzarse.

Figura 16. Participación en la producción de energía eléctrica por tipo de recurso del escenario con adición de generación no renovable



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Generación por tipo de recurso del escenario con adición de generación renovable



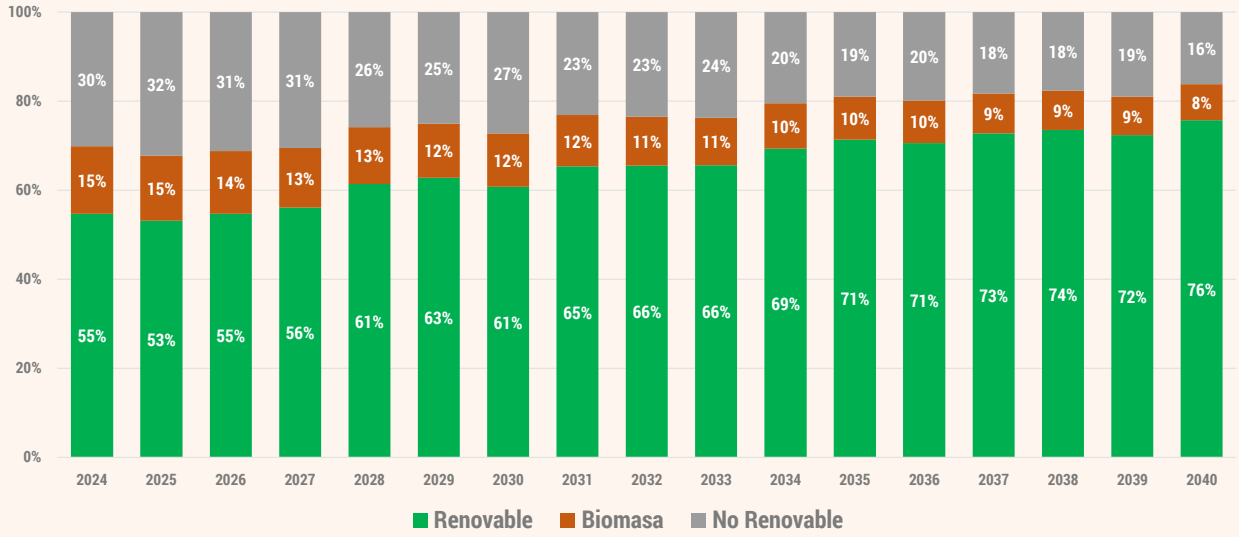
Fuente: Elaboración propia



Escenario con adición de generación renovable

El escenario ***con adición de generación renovable*** ofrece una visión optimista y realista, para el futuro energético. La incorporación de tecnologías de generación renovable como las centrales geotérmicas, hidroeléctricas, solar fotovoltaicas y eólicas, sientan las bases para una matriz energética más sostenible y limpia. Este enfoque respalda los esfuerzos del país por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y disminuir la dependencia de combustibles fósiles, alineándose con las tendencias globales hacia una transición energética como parte de un desarrollo sostenible.

Figura 18. Participación en la producción de energía eléctrica por tipo de recurso del escenario con adición de generación renovable



Fuente: Elaboración propia

La adición de generación renovable también conlleva ventajas económicas significativas. Estas fuentes de energía son predecibles y estables en términos de costos a largo plazo, lo que puede traducirse en tarifas eléctricas estables y competitivas para los consumidores finales.

Además, el aprovechamiento de los recursos naturales del país, como la energía geotérmica, hidroeléctrica, solar fotovoltaica y eólica, fomenta la independencia energética y reduce la vulnerabilidad a la volatilidad de los precios de los combustibles importados, y reduce el riesgo de desabastecimientos ante eventos de interrupción de cadenas de suministro o conflictos regionales o globales.

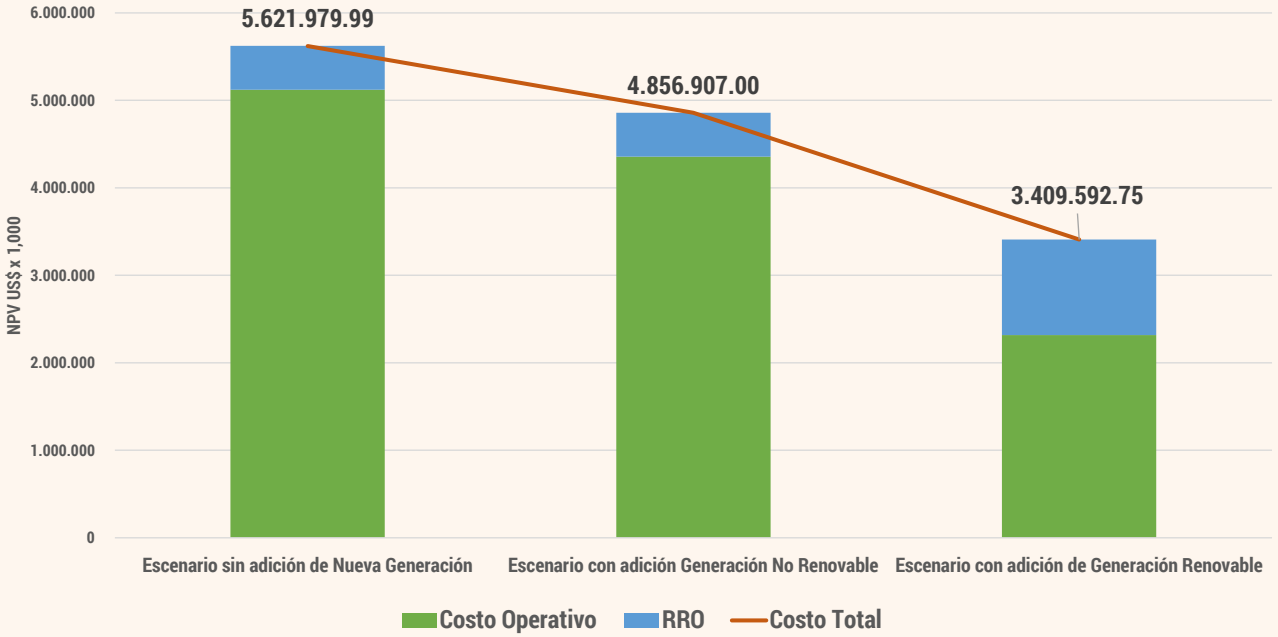


El escenario ***con adición de generación renovable*** también promueve la creación de empleos y el desarrollo tecnológico, ya que impulsa la inversión en la industria de energías limpias y la infraestructura relacionada. También nos posiciona como un ejemplo en la región en la transición hacia una economía de bajas emisiones de carbono.

En última instancia, con la introducción planificada y estratégica de tecnologías de generación renovable y contemplando el aporte de energía de biomasa, este escenario logra alcanzar la meta del 80 % de participación de ellas en el año 2035, y representa una transición hacia un futuro energético más sostenible, donde se equilibran los aspectos ambientales, económicos y de seguridad energética, lo que beneficiará tanto a la población guatemalteca como al medio ambiente.



Figura 19. Comparativo entre el costo total de suministro de electricidad: escenario sin adición de nueva generación vs. escenario con adición de generación no renovable y escenario con adición de generación renovable



Fuente: Elaboración propia

Costo operativo total del suministro de la demanda



El objetivo de la planificación operativa del despacho de energía en los mercados eléctricos es la optimización de los recursos de generación, que redunda en el mínimo costo de operación, que se denomina costo operativo, sustentado en una operación con calidad, seguridad y continuidad del suministro que se da a través de incluir los Servicios Complementarios necesarios.

La regulación del Mercado Mayorista se sustenta sobre estos principios, y para ello define competencia por suministro de energía eléctrica al mínimo costo de producción de cada unidad generadora de cada tecnología disponible, es decir se premia a las unidades generadoras más eficientes y con los menores costos de producción. Adicionalmente a cada "unidad energía" o kWh generado, debe considerarse en el despacho de energía la prestación de los Servicios Complementarios de Reservas.

El costo operativo resultante del despacho se compone de dos variables importantes, costo de producción y costo de las reservas operativas necesarias. Ambos elementos deben ser optimizados en su conjunto y de forma integral dentro de la operación del sistema eléctrico, tomando como criterio importante que las reservas no se pueden individualizar por inyección y retiro de energía sino dentro del conjunto de operaciones del mercado, siendo un respaldo para todo el sistema en su conjunto.

Dentro de las Reservas Rodantes están:

- **Reserva Rodante Regulante -RRR,** la cual debe ser aportada por unidades generadoras según la normativa vigente, actualmente el valor de RRR es del 3 % de la potencia sincronizada al sistema eléctrico. Esto quiere decir que se descuenta de la capacidad máxima de generación de las unidades generadoras.
- **Reserva Rodante Operativa -RRO,** se conoce como reserva secundaria, la cual es aportada por unidades generadoras, que participan voluntariamente en la prestación de este servicio y compiten en su asignación a través de la presentación de ofertas económicas. El cargo de esa reserva es asignado a los consumidores de energía eléctrica en forma proporcional a su consumo horario. Los valores de RRO son determinados mediante un procedimiento contenido en la Normativa de Coordinación Comercial y Operativa y que es determinada en volumen requerido cada año estacional por parte del AMM, tomando en consideración los criterios siguientes:
  - Comportamiento histórico y estadístico de la demanda y generación del Sistema Nacional Interconectado (SNI).
  - Comportamiento histórico y estadístico de la variabilidad de la generación de las centrales del tipo renovable no convencional (eólico y solar) conectadas al SNI.
  - El mínimo de seguridad operativa, de acuerdo con el estadístico e histórico de disparos de unidades generadoras en el SNI.

En el contexto del estudio realizado, aparte de haber realizado la simulación del despacho, se determinaron los volúmenes necesarios de las reservas indicadas mediante la aplicación del procedimiento descrito en la normativa vigente. Debido a que los volúmenes de la RRO necesarios dependen de la composición de la matriz energética, de la demanda y de aspectos de operación, los volúmenes varían en cada uno de los tres escenarios evaluados. Para los escenarios ***sin adición de nueva generación*** y ***con adición de generación no renovable***, el volumen de RRO es el mismo dada la tecnología adicional similar a la existente. Para el escenario de adición de generación renovable, el volumen requerido de RRO se incrementa debido a las características de estas nuevas centrales generadoras.

Comparación del costo operativo en cada escenario



Sin adición de generación sería el más caro

Los resultados de las evaluaciones muestran que el costo operativo total del escenario sin adición de generación sería el más caro, pues al no agregar ninguna oferta nueva, el crecimiento de la demanda de electricidad va agotando el uso de los recursos existentes, resultando en un costo de producción de cerca de US$5 mil 622 millones, compuesto por US$5 mil 120 millones más un costo operativo por servicios complementarios de US$502 millones, en valor presente descontado al 12 %.



Con adición de generación no renovable muestra una reducción en el costo de producción

El escenario ***con adición de generación no renovable*** muestra una reducción en el costo de producción, derivado de más oferta que el escenario anterior, siendo esta también oferta más eficiente que la actualmente instalada, y se observa una reducción total de 13.6 % con respecto del primer escenario, manteniéndose los mismos niveles de reserva del escenario anterior.



Con adición de generación renovable, se observa el menor costo (más eficiente)

En el escenario ***con adición de generación renovable***, que incluye adición de nueva oferta de generación basada en tecnología renovable, se observa el menor costo (más eficiente), con un costo operativo total menor en 39.3 % respecto del escenario sin adición de generación y menor en 28.9 % respecto que la opción de adicionar capacidad nueva de tecnología no renovable.

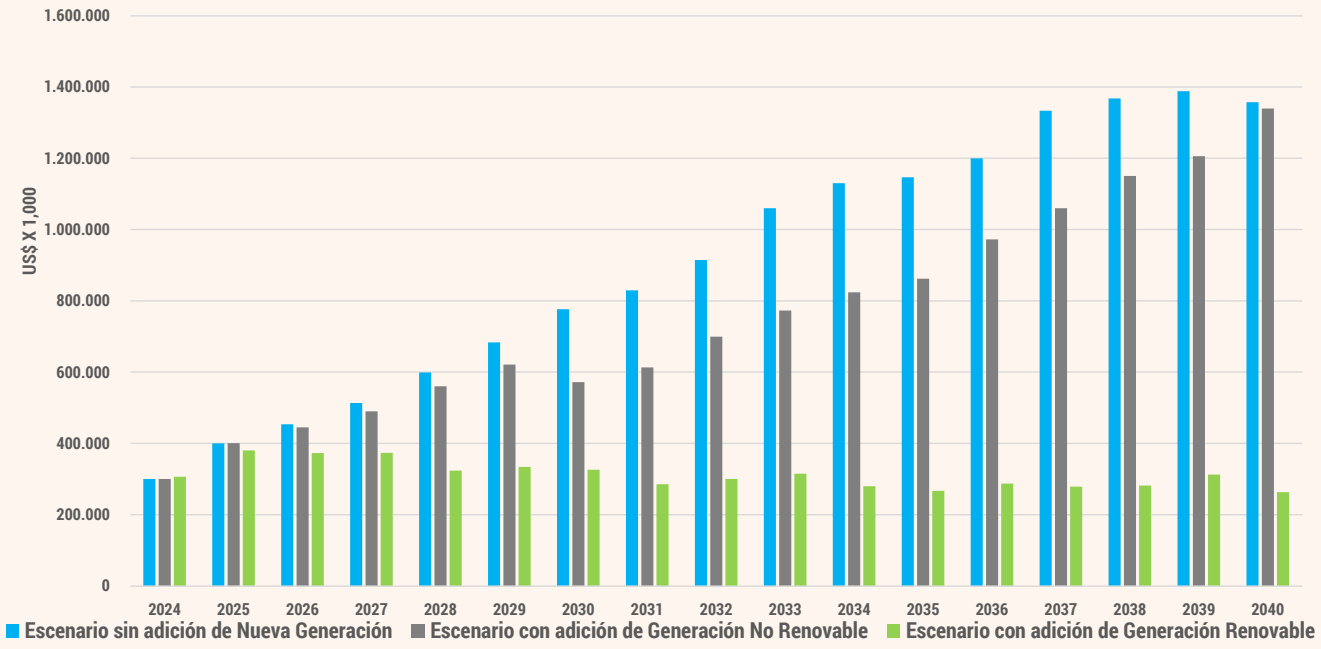
Con respecto a los dos escenarios anteriores, el beneficio total de este escenario es muy favorable para la demanda, pues el componente del costo operativo de producción de energía baja

Aun cuando el escenario renovable según la modelación requiere un incremento del más del 100 % del Servicio Complementario de RRO con respecto a los dos escenarios anteriores, el beneficio total de este escenario es muy favorable para la demanda, pues el componente del costo operativo de producción de energía baja en más de US$2 mil millones respecto de los dos escenarios anteriores, trasladando el beneficio de esos ahorros al costo de suministro de los consumidores finales (tanto para los grandes usuarios como para las tarifas de electricidad de las empresas distribuidoras).

Beneficio aún mayor de las tarifas de electricidad

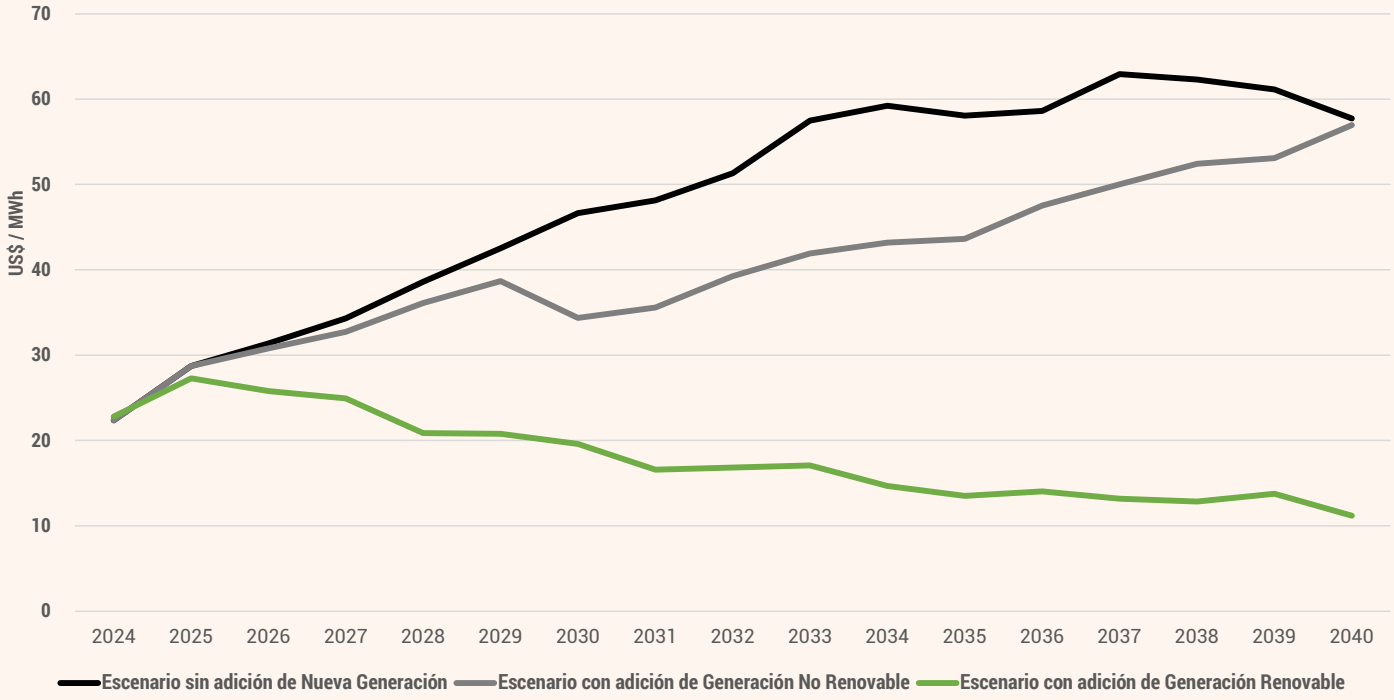
En la situación del incremento de la Reserva Rodante Operativa en el escenario de adición de generación renovable, es importante indicar que ese volumen adicional podría incluso ser reducido significativamente con la gradual adición en la matriz de energía de tecnologías que optimizan el uso de los recursos renovables solar fotovoltaicos, eólicos e hidroeléctricos, tales como tecnologías de almacenamiento (baterías, hidrógeno verde, entre otros), o esfuerzos de eficiencia energética y procedimientos de despacho avanzados. Ello evidentemente ayudará a que el costo de RRO sea menor al estimado, reduciendo este rubro en beneficio aún mayor de las tarifas de electricidad.

Figura 20. Comparativo entre los costos operativos por escenario para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Comparativo entre los costos operativos por escenario para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

El costo operativo total del escenario ***con adición de generación renovable*** muestra una reducción de 29.80 % respecto del escenario ***con adición de generación no renovable***, aun cuando el incremento de las reservas operativas crece un 117 % respecto de ese mismo escenario, los ahorros en los costos de suministro por producción del kilovatio-hora resultan ser mucho más importantes.

Riesgos de desabastecimiento por falta de generación

Los sistemas eléctricos requieren que siempre exista un balance de oferta-demanda, con un margen mínimo que permita garantizar la demanda de energía eléctrica. La demanda de electricidad tiene un crecimiento continuo en el tiempo, mientras que la adición de nueva oferta es discreta, es decir se realiza la adición en un periodo de tiempo y luego puede permanecer estática hasta que se hacen las siguientes inversiones.

El estudio desarrollado ha permitido identificar en el escenario ***sin adición de nueva generación*** que la demanda de energía eléctrica, que crece entre 3.5 % y 4 % anual, llega inexorablemente a alcanzar la disponibilidad de oferta, hasta que se llega a condiciones de limitación de oferta que inicialmente se muestran como incrementos significativos en el precio de energía, y luego se convierten en reales cortes de suministro por falta de oferta suficiente.

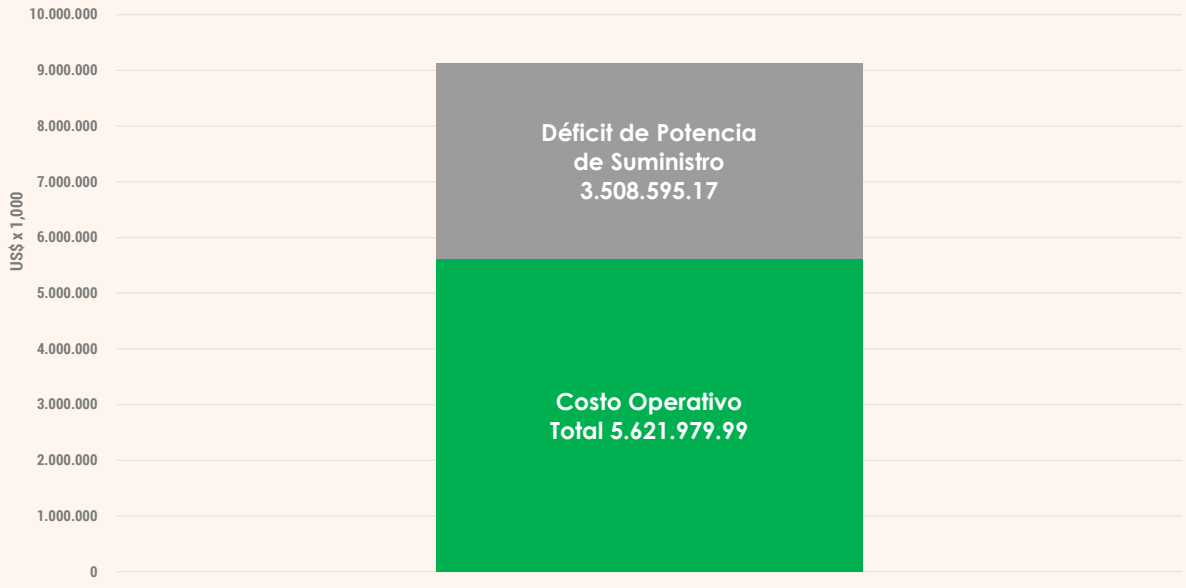
Observándose en los resultados que el costo de suministro ha incrementado en niveles significativamente altos. Para identificar ese efecto, los modelos de simulación utilizan un concepto que permite cuantificar en las modelaciones de los sistemas de electricidad el potencial riesgo de déficit y el costo de déficit asociado esperado, el cual representa cuánto cuesta el no contar con suficiente energía (déficit de energía), lo cual conlleva a tener "apagones" por insuficiencia energética. En el presente estudio el escenario ***sin adición de nueva generación*** reflejó en sus resultados un costo adicional por falta de suministro (costo de déficit), que podría llegar a ser más del 60 % del costo de generación, tal como se observa en la figura 22.

sabías que..

Los escenarios ***con adición de generación no renovable*** y ***con adición de generación renovable*** se modelaron de una forma tal de establecer la adición de nueva generación que fuera de suficiente capacidad para cubrir la creciente demanda de energía, por lo que estos dos escenarios no muestran en los resultados un riesgo de déficit ni costo asociado al mismo.

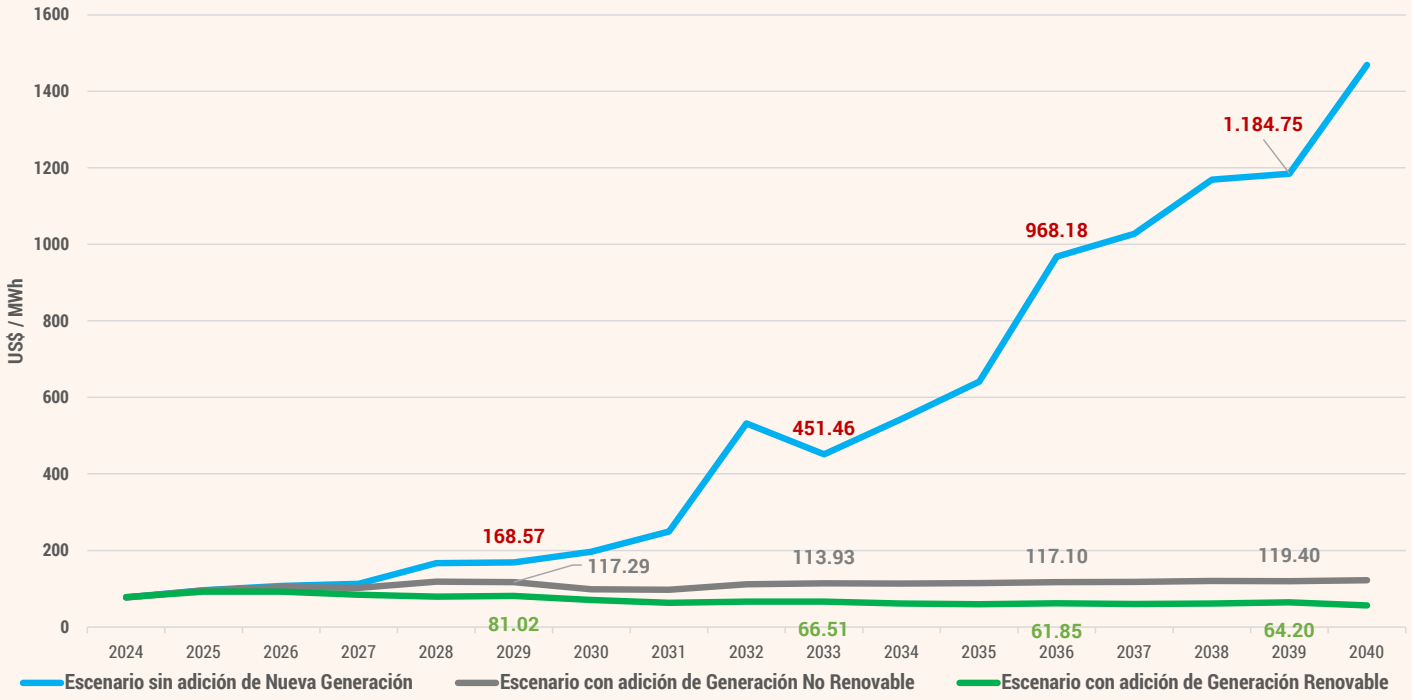
Por lo anterior, al costo operativo total que resulta en el escenario ***sin adición de nueva generación***, se le debe agregar un costo adicional que es denominado "costo de déficit", que en el estudio muestra una magnitud equivalente a US$3,508,595 millones a valor presente. Lo más crítico de dicha evaluación, es que este déficit según los resultados de la modelación se pudiera empezar a reflejar a partir del año 2028, con consecuencias negativas.

Figura 22. Costo total de suministro de electricidad sin adición de nueva generación



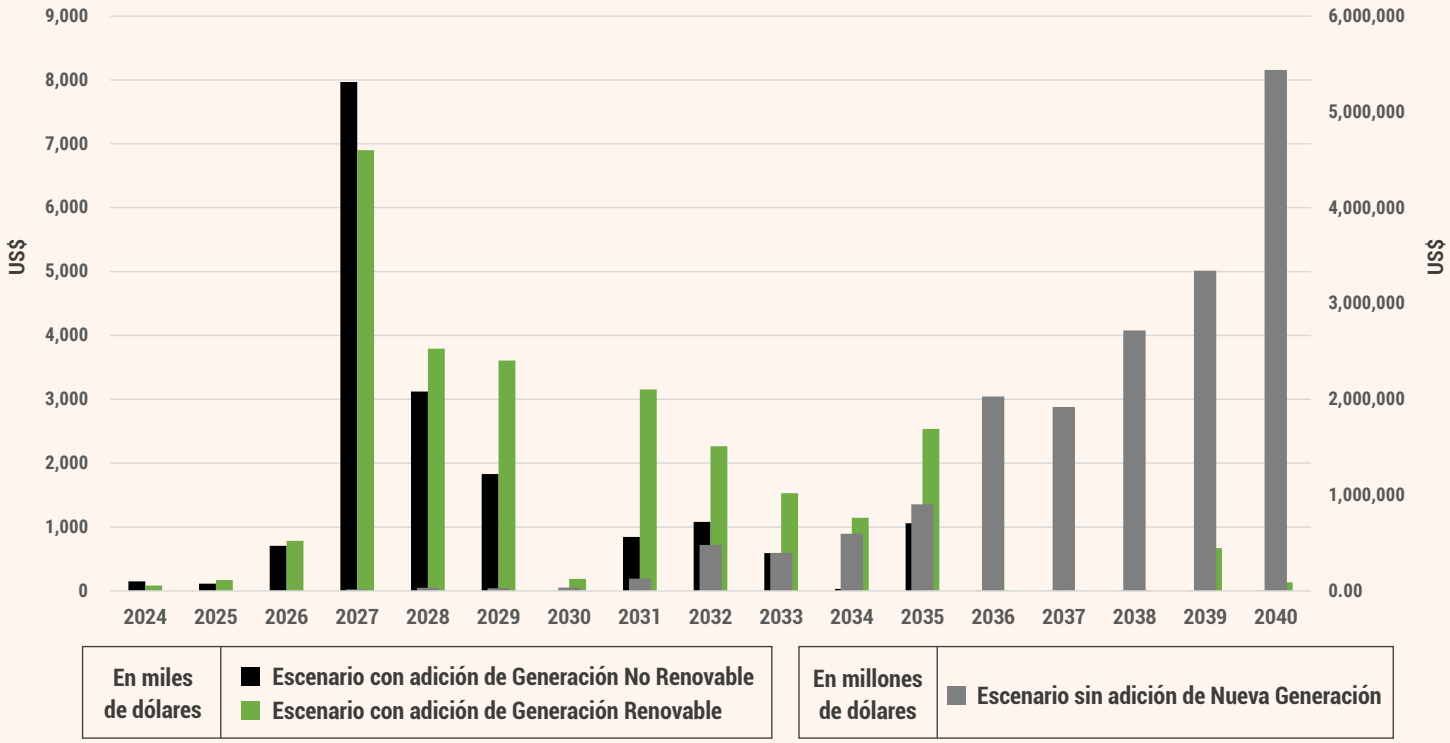
Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Comparativo entre los precios de oportunidad por escenario para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Comparativo entre el déficit de suministro de la demanda de energía eléctrica por escenario para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que la simulación del despacho se realizó sobre un escenario con condiciones medias de suministro, que no contemplan fallas críticas de los sistemas, tanto de plantas de generación como líneas de transmisión, es decir operando normalmente. Los resultados de la modelación indican que para el año 2028 existe un riesgo de déficit (faltante de energía). De presentarse factores que crean condiciones desfavorables de disponibilidad de energía para el suministro de la demanda de electricidad, esto podría llevar a situaciones que provoquen riesgos de déficit antes de ese año.

Es de advertir, que durante el año 2023 se ha presentado una condición de sequía pronunciada, sumado a fallas operativas de unidades generadoras de magnitud considerable, y más de alguna falla en sistemas de transmisión que hacen prever riesgos que pudieran interrumpir el suministro de energía a los consumidores finales, en un plazo no distante. Esto refleja la importancia y necesidad de mantener una planificación de adición de generación que se actualiza periódicamente y que debe ser lo suficiente para garantizar el suministro continuo de energía eléctrica conforme la demanda crece.

El escenario ***sin adición de nueva generación***, de no incentivar la instalación de nueva oferta evidentemente llevaría al mercado eléctrico a condiciones de riesgo de desabastecimiento en los próximos años, tal como se muestra en la señal del costo marginal del sistema (precio spot), que crece exponencialmente a precios de costo de déficit de energía. Esto evidencia la importancia de realizar las medidas pertinentes que el marco regulatorio permite, en cuanto a la señales económicas de inversión.

La inversión de generación nueva, se fortalece con los procesos de licitación de largo plazo que las distribuidoras realizan, como la PEG-5, los cuales podrían ser complementados por estrategias de contratación de largo plazo de la demanda de las comercializadoras y grandes usuarios.

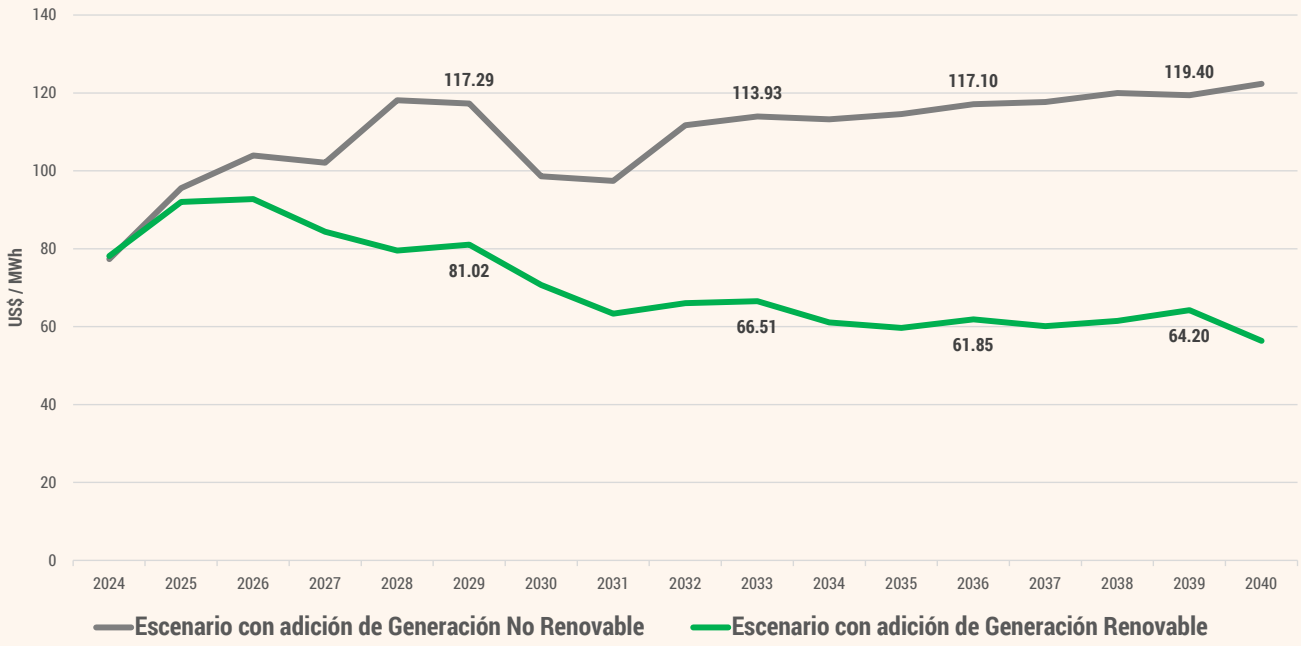
Comparación de precios promedio SPOT en los escenarios de expansión

La proyección del precio de oportunidad, de la energía derivada de los dos escenarios de inversión, de una capacidad de generación muestra que el escenario ***con adición de generación renovable*** es más favorable en términos de costo de la energía, pues el precio spot resultante en los primeros 10 años es 27.3 % menor al escenario ***con adición de generación no renovable***. Esto se explica porque la tecnología renovable ayuda a reducir el efecto que sobre el precio spot tienen los precios de los combustibles.

A partir de 2035 la tendencia del precio spot es hacia el alza para el escenario ***con adición de generación no renovable*** y estable para el escenario ***con adición de generación renovable***. La tendencia al alza en el escenario no renovable es explicada por el incremento de la demanda de energía eléctrica y el incremento de los precios de los combustibles, los cuales en ese escenario inciden mucho. En el escenario renovable, aunque se contempla una componente de plantas de gas natural, los incrementos de los combustibles son amortiguados y mitigados por la generación renovable.



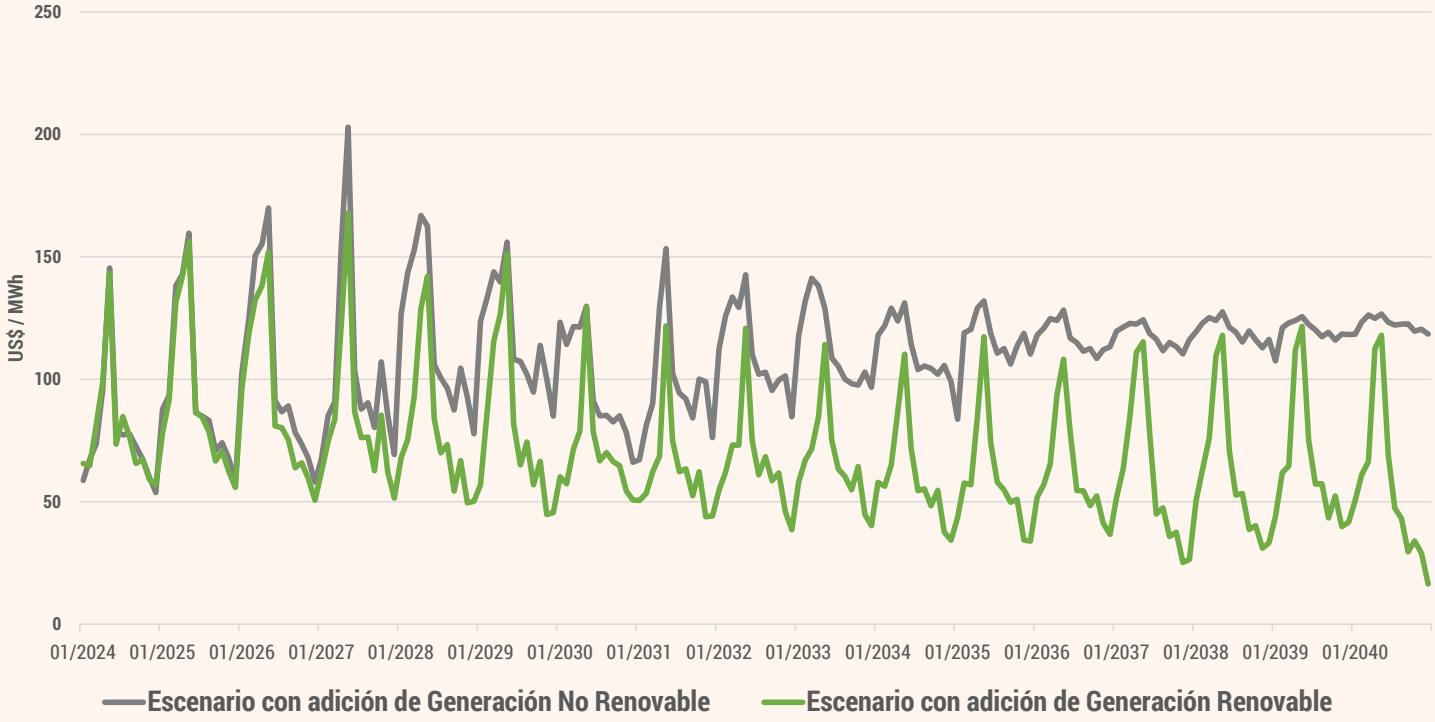
Figura 25. Comparativo entre los precios de la energía promedio: escenario con adición de generación no renovable vs. escenario con adición de generación renovable para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la gráfica siguiente, el precio spot tiene un comportamiento marcadamente estacional, con aporte de generación renovable máximo en los meses de época de lluvias, y adicionalmente la generación solar fotovoltaica junto con la geotérmica contribuyen en la época seca en amortiguar el efecto de los precios de los combustibles, reduciendo los picos de precio spot en esa época.

Figura 26. Comparativo entre los precios de la energía promedio: escenario con adición de generación no renovable vs. escenario con adición de generación renovable para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

Retos para el cumplimiento de la meta del 80 % de energía renovable

Con respecto a la factibilidad operativa y económica de alcanzar el 80 % de generación renovable, el ejercicio de simulación del escenario renovable muestra que es posible y beneficioso alcanzar esa meta. Como se observó en la figura 18, la participación renovable que incluye la hidroelectricidad, geotermia, eólica y solar fotovoltaica crece de 55 % en 2024 a valores de 67 % y 69 % en los siguientes años, y sumando el aporte de la biomasa, el total de participación renovable alcanza y se mantiene sobre 80 % a partir del 2035.

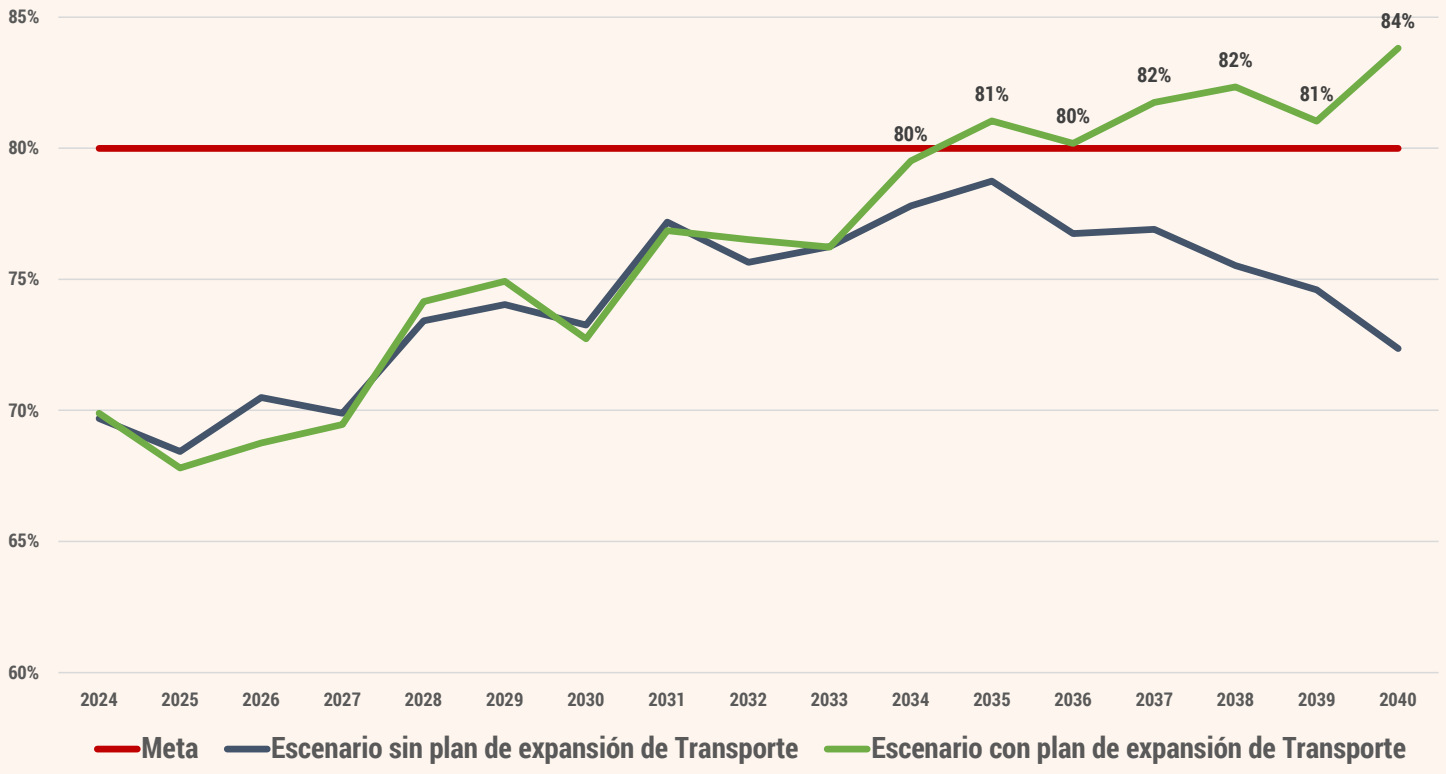
Una restricción que podría impedir alcanzar esta componente renovable, es la falta de capacidad de transmisión detectada en varios segmentos de la red de transporte en alta tensión del mercado eléctrico, derivado de altos niveles de congestión en el sistema, y la falta de planificación de la expansión del sistema de transmisión y de ejercicios de licitación abierta para realizar las obras de ampliación necesarias. Es importante indicar que únicamente se han realizado dos licitaciones para la ampliación de la capacidad de transporte, la primera el PET realizado en 2006 y luego el PETNAC en años posteriores. Después de esos eventos no se

han realizado nuevas convocatorias para licitaciones de transmisión y algunas de las líneas de estas licitaciones no se han completado a la fecha.

El efecto directo sobre la limitación de generación de las tecnologías renovables, se produce porque existen áreas con déficit de capacidad de conexión y transporte que están cercanas a fuentes de recursos primarios renovables de generación significativas, tanto de geotermia, solar fotovoltaica, eólica como hidroeléctrica.

Es necesario, por lo tanto, para poder adicionar generación nueva y cumplir con alcanzar y mantener el 80 % de generación renovable, actualizar de forma acelerada los estudios de expansión de la transmisión y realizar los concursos de licitación abierta de transporte (figura 27).

Figura 27. Comparativo entre la meta en porcentaje de generación renovable: escenario con adición de generación renovable sin plan de expansión en el sistema de transmisión vs. con plan de expansión en el sistema de transmisión para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

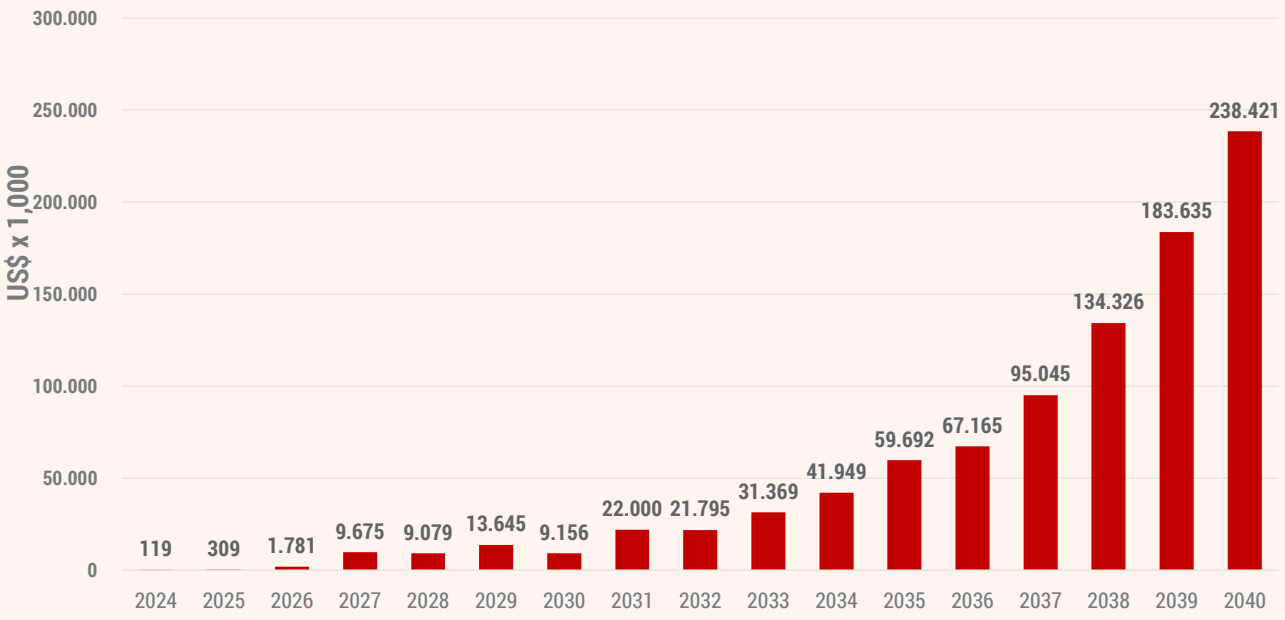
Efecto en la capacidad de transmisión

Como se mencionó anteriormente, se observa que la condición actual del sistema de transporte en alta tensión puede ser una barrera para llegar al 80 % de generación renovable. Los resultados lo evidencian, mostrando un crecimiento continuo en los costos de congestión de las redes de transmisión ya desde los primeros años del estudio.

Ese sobrecosto afecta los precios y por ende las tarifas de energía eléctrica, se vuelve también una barrera real para la adición de nueva generación renovable y de cualquier tipo, principalmente porque las redes en los cuales ya se identifica el problema, son los que están cercanos a las fuentes primarias de generación no renovables y renovables. El sobre costo estimado por limitaciones en la capacidad de conexión y de transporte representa aproximadamente US$202 millones 261 mil en valor presente.

La figura 28 muestra el efecto económico de la falta de capacidad de transporte, que crece de forma exponencial conforme los años futuros.

Figura 28. Déficit de suministro de la demanda de energía eléctrica para el 2024-2040 por falta de capacidad de transmisión

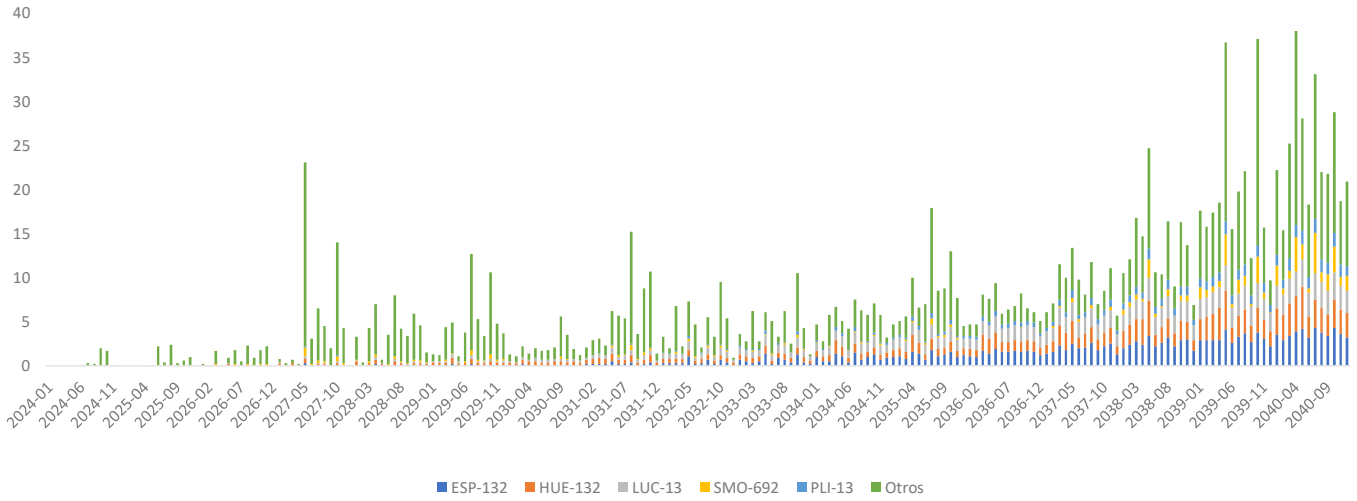


Fuente: Elaboración propia

La figura 29 muestra el déficit esperado en el sistema de transmisión resultado del estudio realizado, en donde se observa el incremento exponencial del mismo el cual se traduce en un sobrecosto al sistema. Esto incrementa las pérdidas de energía, afecta la adición de generación nueva, la capacidad de expandir la electrificación nacional y ampliar el acceso al

sistema de transporte. La solución para resolver esta restricción es el aumento de capacidad de transmisión a través de un plan de expansión del mismo, que se traduzca a ampliaciones y construcción de nuevas líneas en el corto plazo.

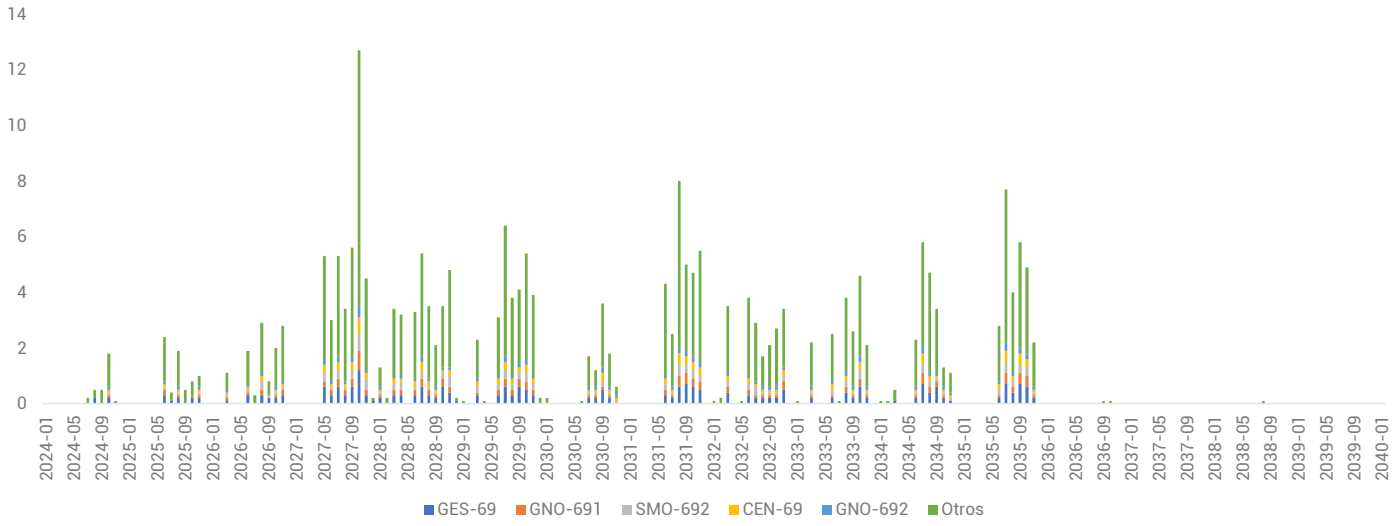
Figura 29. Déficit por barra en el sistema de transporte para el 2024-2040



Fuente: Elaboración propia

En la figura 30 se observa el efecto esperado de la expansión adecuada, en los sistemas de transmisión que tendería a reducir las restricciones de transporte hacia futuro.

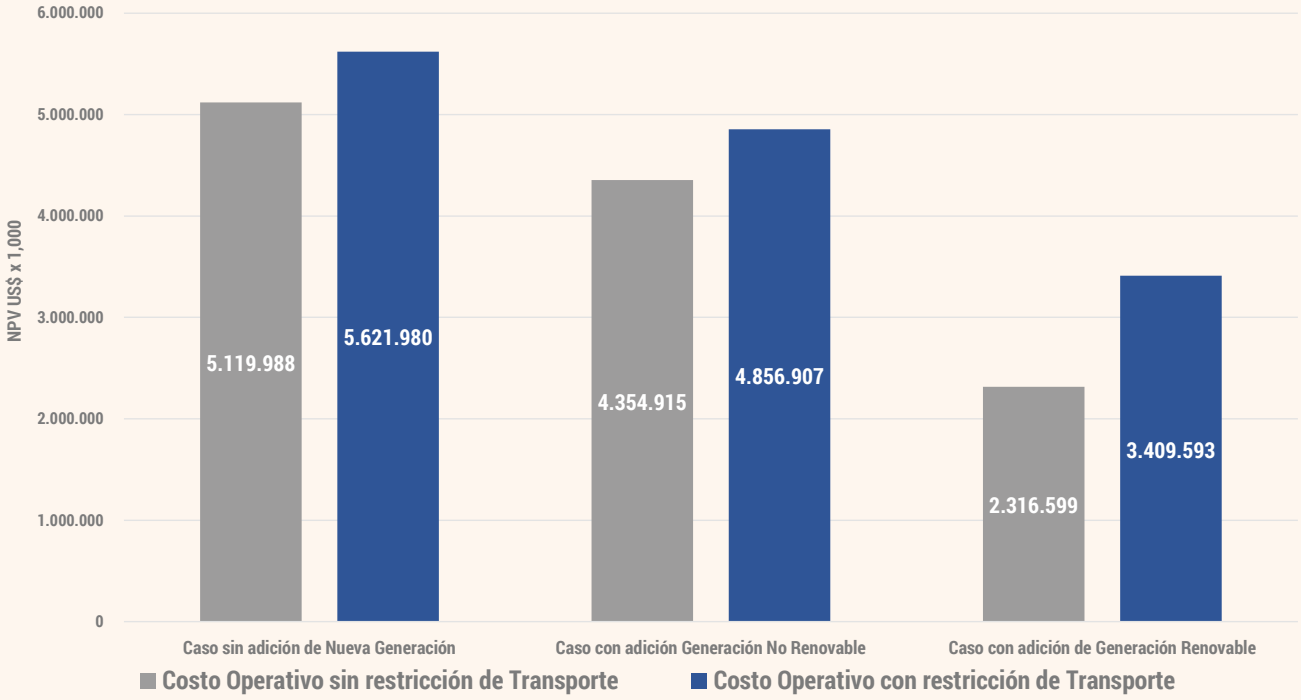
Figura 30. Déficit por barra en el sistema de transporte para el 2024-2040 con expansión del sistema de transmisión



Fuente: Elaboración propia

En términos de costo, la falta de capacidad de conexión y de transporte repercute directamente en el costo de suministro a la demanda, incluyendo a las tarifas reguladas. Este nuevo sobrecosto a la demanda es de aproximadamente más de US$1,000 millones en el escenario ***con adición de generación renovable***, tal como se observa en la figura 31.

Figura 31. Comparativo entre el costo operativo de suministro de electricidad con y sin restricciones de transmisión



Fuente: Elaboración propia

No será posible agregar generación, sea ésta renovable o no renovable, sin resolver la falta de capacidad en la red de transmisión.

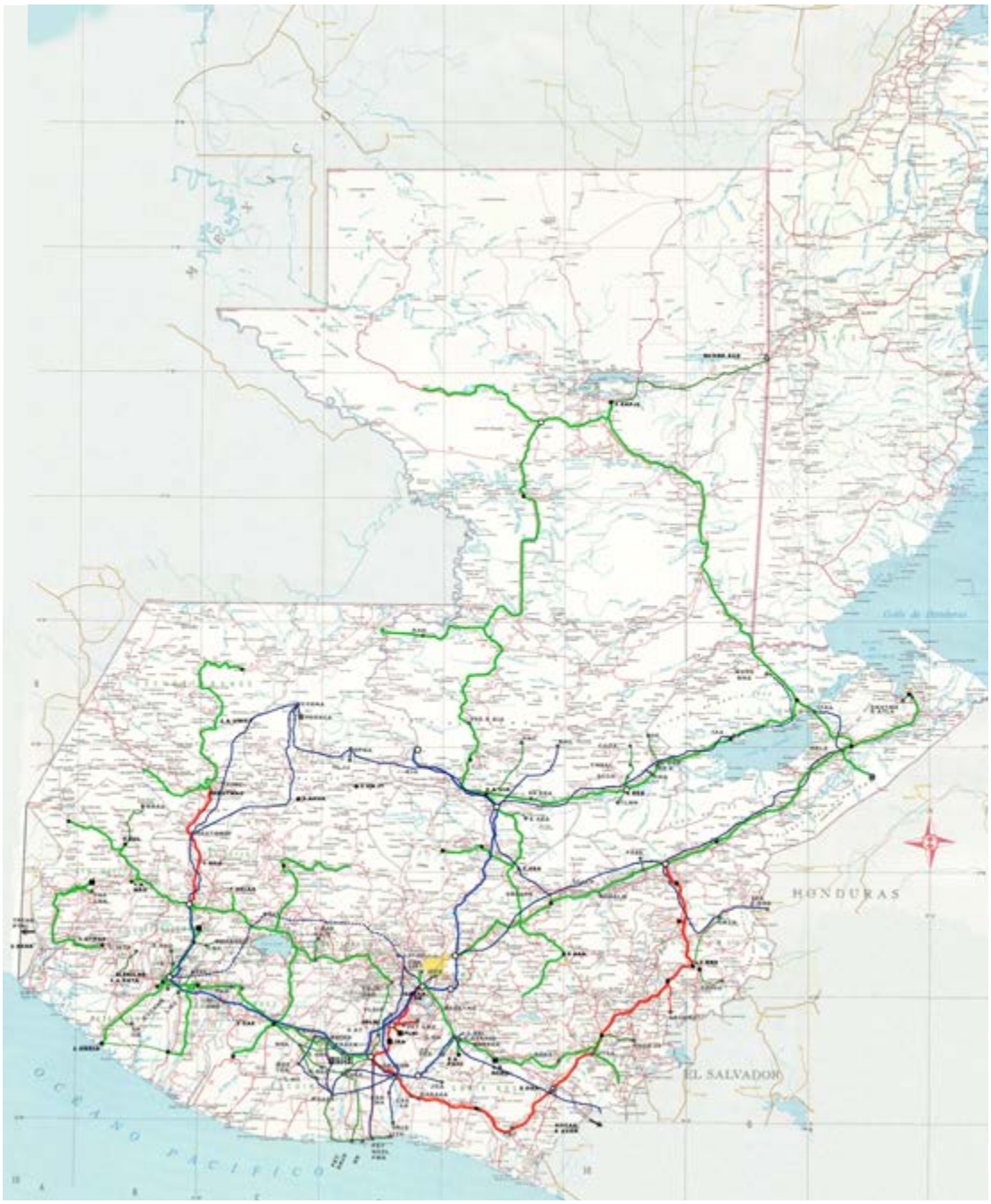
En este sentido, tampoco sería posible alcanzar la meta de generación del 80 % renovable, si no se realiza paralelamente la planificación de la expansión de la transmisión, sobre todo en aquellos lugares en donde existe el potencial de geotermia, hidroeléctrica, solar fotovoltaica y eólica, aparte de la generación no renovable y renovable existente y nueva.

Ampliaciones necesarias en las redes de transmisión

En la figura 32 se muestra el mapa geográfico, que describe el sistema eléctrico del Sistema Nacional Interconectado (SNI) y más adelante las áreas que requieren de ampliación de la capacidad de transporte para aprovechar las áreas con recursos naturales del país.

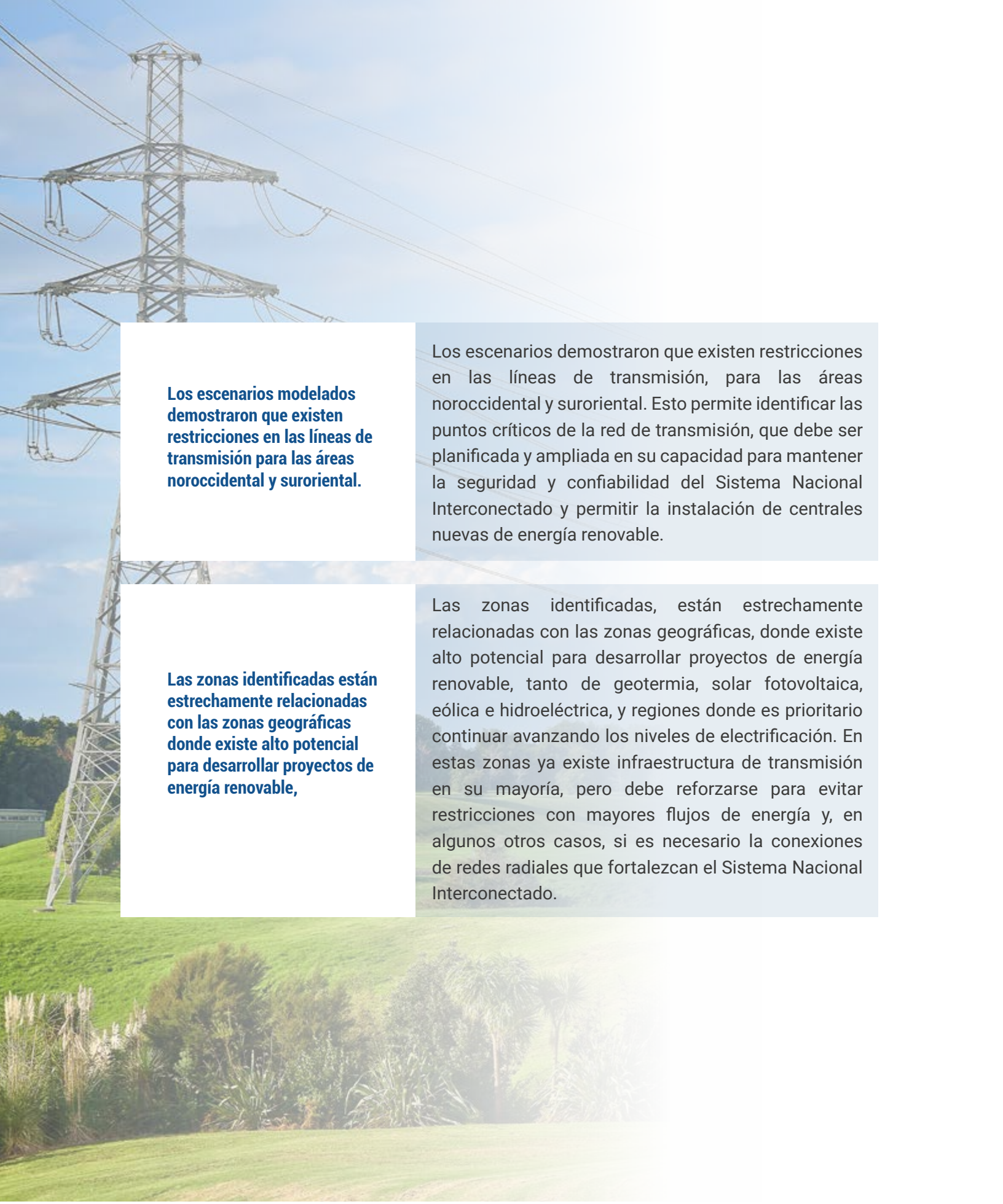
Estas áreas deben ser consideradas en el plan de expansión de la transmisión[8] y ser parte de los procesos de licitación a ser construidos, y por ende ser parte del Sistema Principal de Transmisión, debido a que son base del desarrollo eléctrico necesarios, que benefician a la población, y viabilizan el aprovechamiento de los recursos naturales renovables para la producción de electricidad.

Figura 32. Mapa del Sistema Nacional Interconectado



Fuente: Empresa de Transporte de Energía Eléctrica del Instituto Nacional de Electricidad -INDE-

8 Durante la elaboración de este documento, el Ministerio de Energía y Minas -MEM- publicó el "Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2024-2054" donde se identifican y proponen las obras de ampliación necesarias a detalle, información que complementa y expande las recomendaciones generales que se realizan en este documento.



Los escenarios modelados demostraron que existen restricciones en las líneas de transmisión para las áreas noroccidental y suroriental.

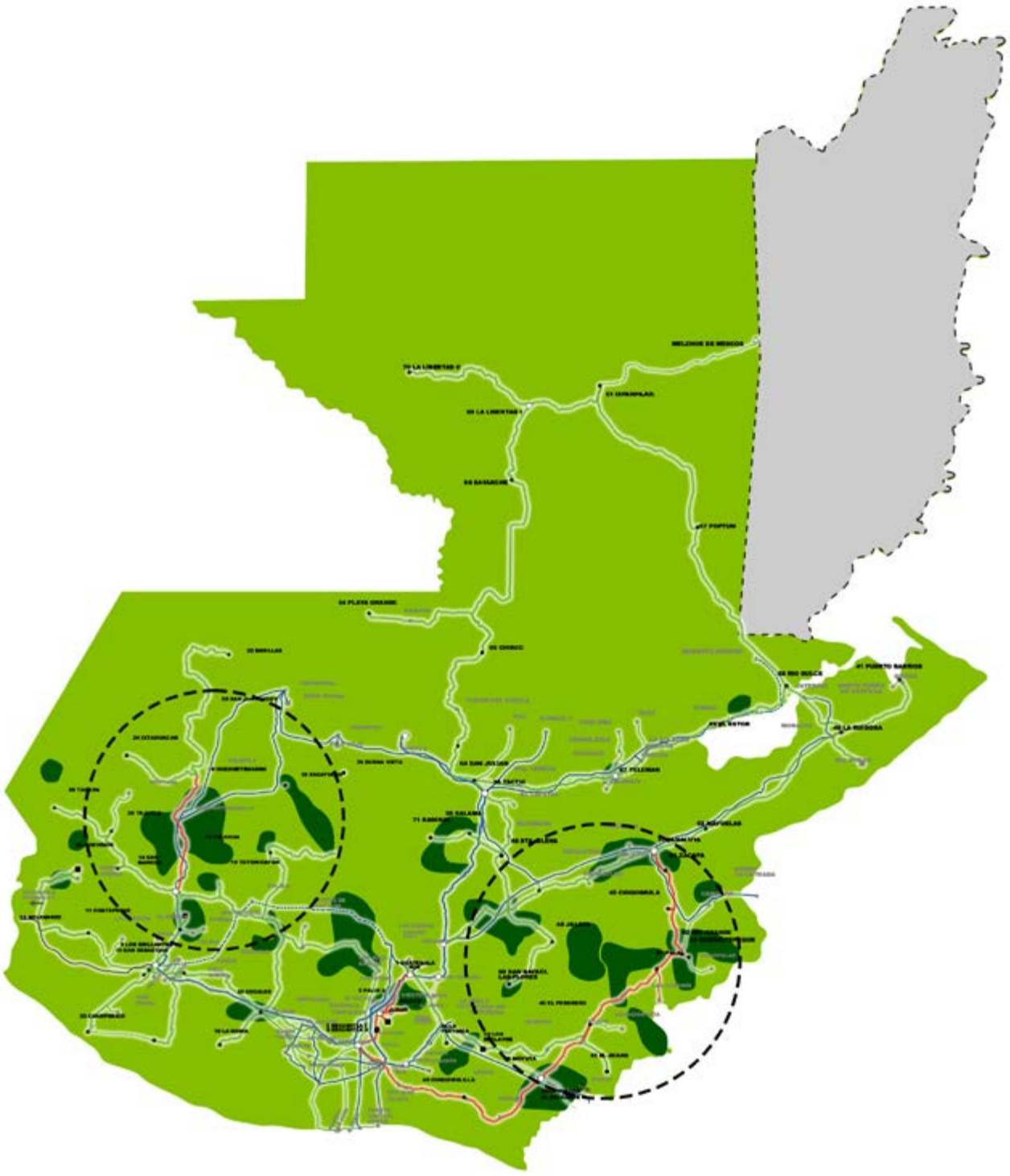
Los escenarios demostraron que existen restricciones en las líneas de transmisión, para las áreas noroccidental y suroriental. Esto permite identificar las puntos críticos de la red de transmisión, que debe ser planificada y ampliada en su capacidad para mantener la seguridad y confiabilidad del Sistema Nacional Interconectado y permitir la instalación de centrales nuevas de energía renovable.

Las zonas identificadas están estrechamente relacionadas con las zonas geográficas donde existe alto potencial para desarrollar proyectos de energía renovable,

Las zonas identificadas, están estrechamente relacionadas con las zonas geográficas, donde existe alto potencial para desarrollar proyectos de energía renovable, tanto de geotermia, solar fotovoltaica, eólica e hidroeléctrica, y regiones donde es prioritario continuar avanzando los niveles de electrificación. En estas zonas ya existe infraestructura de transmisión en su mayoría, pero debe reforzarse para evitar restricciones con mayores flujos de energía y, en algunos otros casos, si es necesario la conexiones de redes radiales que fortalezcan el Sistema Nacional Interconectado.

En la figura 33 se observa la zona geográfica identificada para incremento de la capacidad de transmisión vinculada a las zonas de potencial del vapor de la tierra.

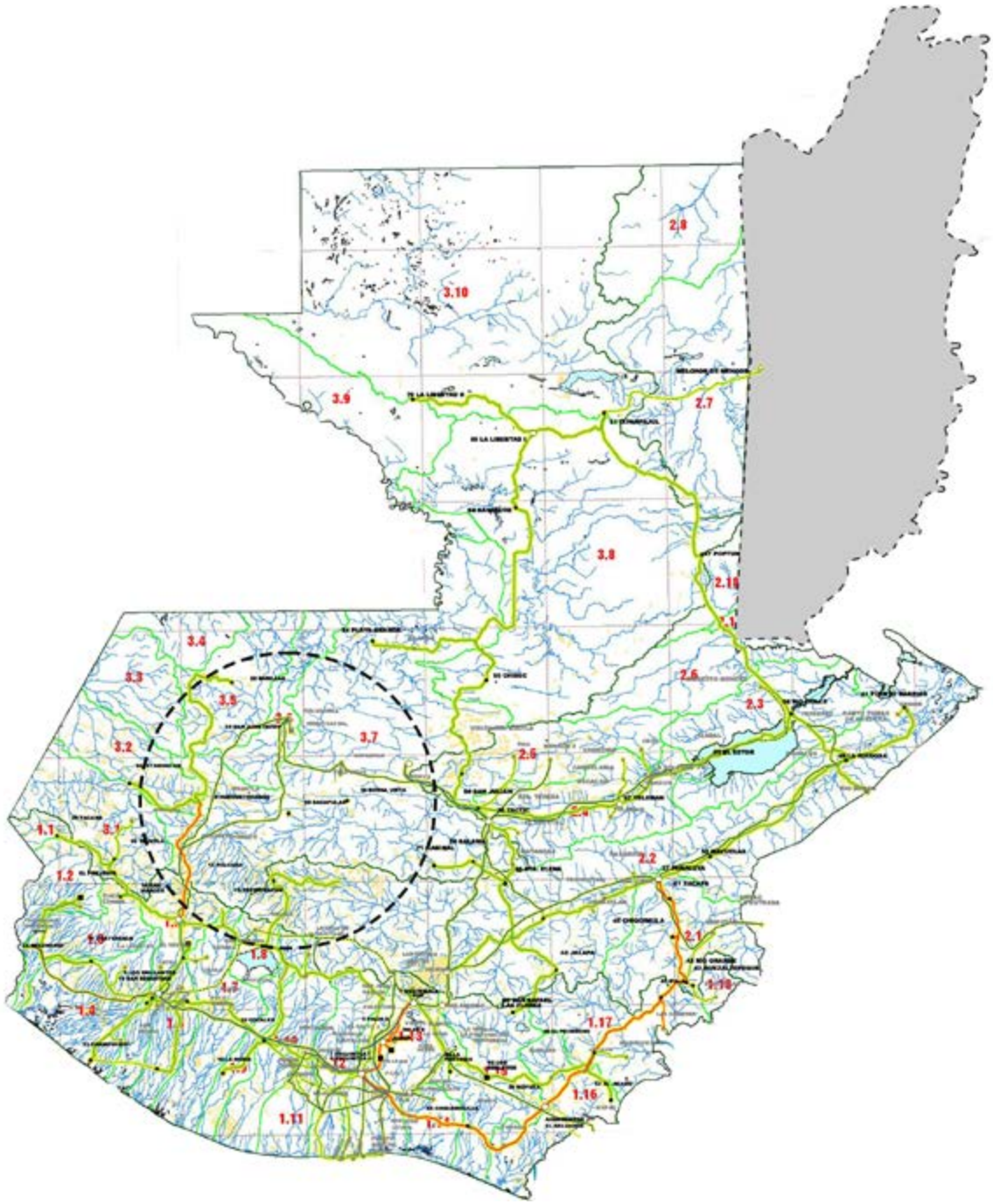
Figura 33. Zona de potencial de vapor de la tierra



Fuente: Elaboración propia

En la figura 34 se observa la zona geográfica identificada para incremento de la capacidad de transmisión vinculada a las zonas de potencial del agua.

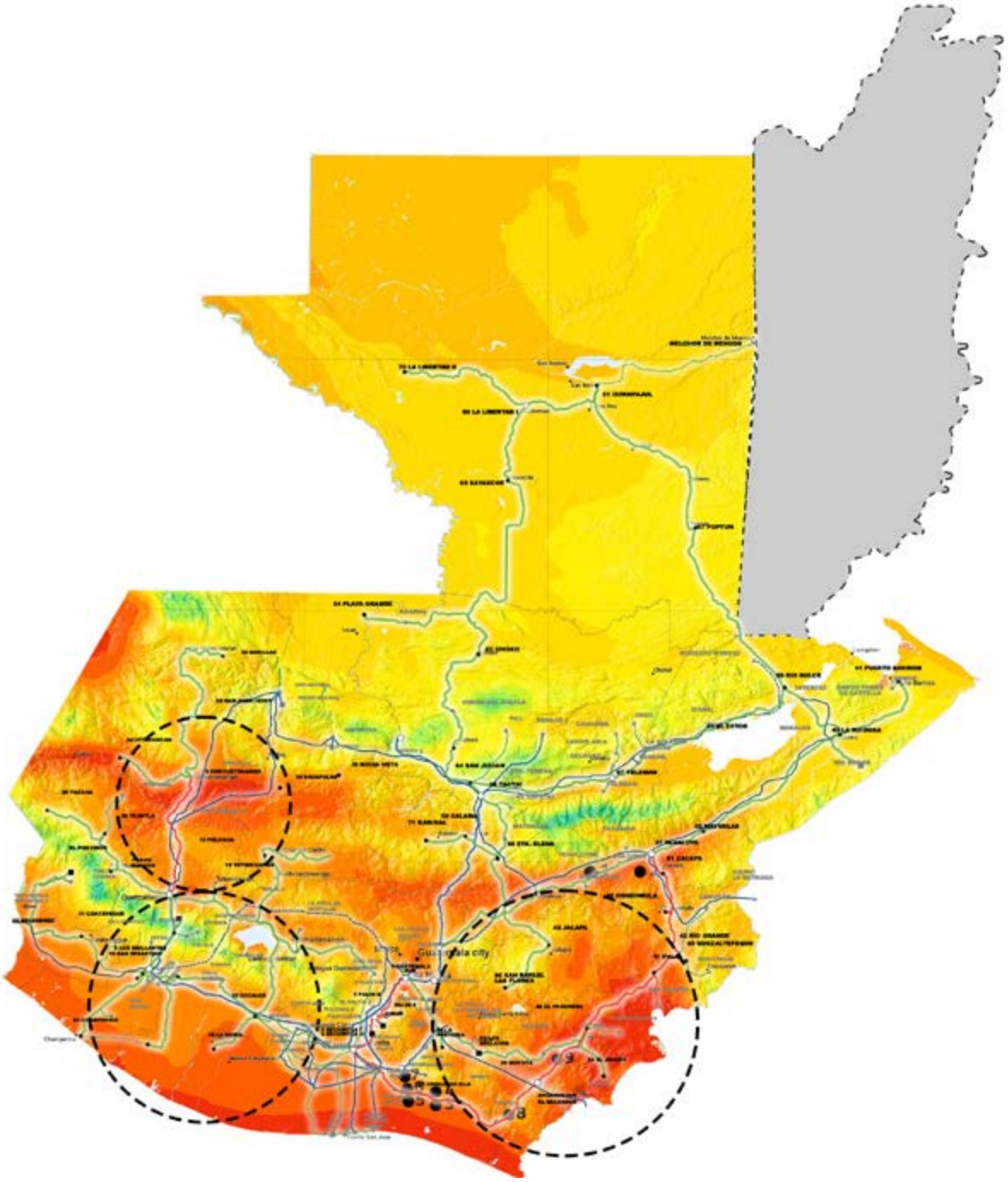
Figura 34. Zona de potencial de agua



Fuente: Elaboración propia

En la figura 35 se observa la zona geográfica identificada para incremento de la capacidad de transmisión vinculada a las zonas de potencial del sol.

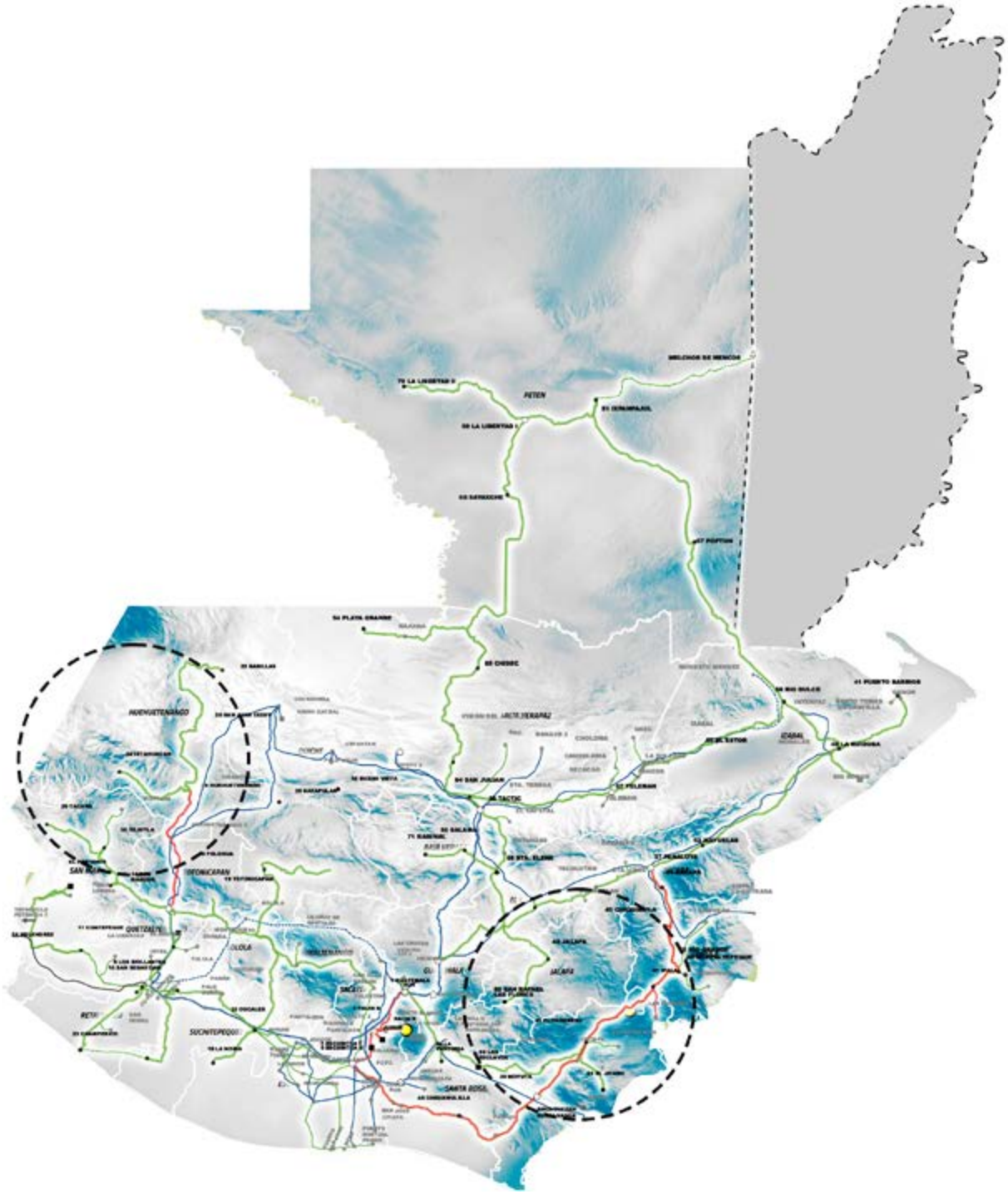
Figura 35. Zona de potencial de sol



Fuente: Elaboración propia

En la figura 36 se observa la zona geográfica identificada para incremento de la capacidad de transmisión vinculada a las zonas de potencial del viento.

Figura 36. Zona de potencial de viento



Fuente: Elaboración propia



Expansión renovable adaptable, innovadora y eficiente.

Consideraciones finales

AGER, a través de este estudio, ha preparado la propuesta de un plan de expansión de generación con énfasis en las tecnologías renovables, compatible con la regulación actual, abierta a soluciones que promueven el ingreso de nuevas tecnologías que están emergiendo en el mundo.

sabías que..

La regulación actual permite, que la transición energética a una matriz más renovable sea posible tanto operativa como económicamente, tal como los resultados lo demuestran. El enfoque ha sido sobre las tecnologías actuales disponibles y el marco regulatorio vigente.

Como se ha mencionado, la consideración en estudios futuros de nuevas opciones y nuevas tecnologías de generación podrían ayudar a que los costos de suministro sean aún más bajos. Como ejemplo, la integración de sistemas de almacenamiento (baterías, hidrógeno verde, entre otros), redes inteligentes, eficiencia energética, son elementos que podrán ayudar a optimizar de mejor forma los recursos de generación renovable. La propuesta es perfectible y está abierta a ser mejorada, conforme a las innovaciones tecnológicas y el desarrollo de nuevas tecnologías con menores costos.

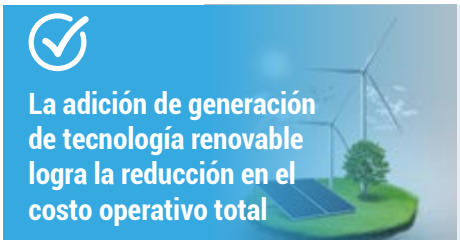
Es aquí donde el Ministerio de Energía y Minas, a través de los Planes de Expansión Indicativos del Sistema de Generación que son bianuales, puede construir un proceso continuo de planificación que se va enriqueciendo y optimizando en cada iteración con la adición de las tendencias y tecnologías más avanzadas y eficientes, buscando cumplir las metas de la Política Energética.



11. Conclusiones



Es posible alcanzar y mantener el objetivo del 80 % de la matriz de generación renovable, mediante la diversificación y el aprovechamiento de los recursos renovables del país, a través del compromiso político y de acciones coordinadas de parte de las autoridades e instituciones del sector eléctrico.



La adición de generación de tecnología renovable, logra la reducción en el costo operativo total (costo de generación más reservas operativas), en 39.3 % y 29.8 % respecto de los otros escenarios evaluados.



Para hacer realidad el escenario ***con adición de generación renovable*** propuesto por AGER, se requiere de múltiples procesos escalonados de licitación de largo plazo, con periodos de realización de estos ejercicios más frecuentes, creando los bloques por tecnologías renovables específicos para avanzar, en la construcción de la matriz de energía renovable óptima.



Que la demanda no regulada y las municipalidades inicien procesos regulares de contratación de mediano plazo con generación existente y licitaciones de largo plazo con generación nueva, para cubrir su abastecimiento de potencia y energía.



El incremento del uso de recursos renovables para el suministro de la demanda, representa un beneficio directo al consumidor final y a la economía del país.

- Reduce los costos operativos, para el suministro de la demanda de energía eléctrica.
- Produce electricidad a costos y tarifas con menor volatilidad, debido a una reducción en el uso de combustibles fósiles.
- Reduce el costo marginal de la demanda, en el periodo analizado significativamente.



Se requiere de la planificación y ejecución de la expansión de la capacidad de transporte de electricidad, que permita ampliar el suministro de energía eléctrica y conectar las fuentes de recursos renovables al sistema eléctrico sin restricción.



Los costos por servicios complementarios crecen en el escenario renovable, pero el costo de generación es sustancialmente menor, resultando en un costo total de suministro más eficiente y menos costoso que beneficia al consumidor final.



El escenario con adición de generación renovable propuesto, se basa en las reglas del marco regulatorio vigente y en las tecnologías disponibles en la actualidad, pero es flexible en cuanto a que puede aceptar nuevas y avanzadas tecnologías de generación y de gestión de los recursos de generación, tales como los sistemas de almacenamiento (baterías e hidrógeno verde), que pueden redundar en una matriz aún más eficiente y una reducción adicional de los costos mostrados.



Capítulo

3

Propuesta de acciones institucionales

En este capítulo AGER hace un llamado urgente a tomar acciones al:

- Organismo Ejecutivo a garantizar la estabilidad jurídica y apoyo político en el Sector Eléctrico de Guatemala para fomentar inversiones de largo plazo y respaldar la estructura institucional del sector.
- Ministerio de Energía y Minas a priorizar estratégicamente la inversión en energía renovable, dando continuidad y fortaleciendo la Política Energética y Planes de Expansión Indicativos del Sistema de Generación para lograr una matriz con un mínimo del 80 % de participación de fuentes renovables.
- Administrador del Mercado Mayorista a analizar y ajustar continuamente la normativa del sector eléctrico para la creación de marcos regulatorios modernos, equitativos y sin restricciones en el mercado mayorista sin importar su tecnología.

ACCIONES NECESARIAS



Liderazgo y coordinación interinstitucional

La transición hacia una generación eléctrica con un 80 % de fuentes de energía renovable es un objetivo ambicioso y esencial para Guatemala en su camino hacia un sistema energético más sostenible y respetuoso con el medio ambiente, con seguridad de abastecimiento y tarifas estables y eficientes. Para lograrlo se requiere la colaboración activa y coordinada entre las instituciones del gobierno guatemalteco y las instituciones del sector eléctrico del país.

En primer lugar, es necesario que las autoridades gubernamentales se comprometan con políticas y regulaciones claras, de largo plazo y favorables a las energías renovables. Esto incluye la implementación de marcos legales que promuevan la inversión en proyectos de generación renovable, la simplificación de trámites administrativos y la certeza jurídica para los inversionistas estableciendo metas concretas y plazos para la transición hacia energías renovables, lo que proporciona una hoja de ruta clara para todas las partes interesadas.

En el ámbito del sector eléctrico guatemalteco, es esencial el apoyo de las instituciones y actores involucrados en actualizar la normativa y la planificación, priorizando la generación de energía que fomenten la diversificación de la matriz energética.

Esto implica promover y lograr una mayor inversión en parques eólicos, plantas solares y nuevas plantas hidroeléctricas. También, que los campos geotérmicos ya analizados, que se han desaprovechado en las últimas décadas, sean puestos competitivamente a disposición de inversionistas interesados en producir electricidad a partir de estas fuentes, lo cual debe convertirse en una fuente de energía robusta para el país considerando su potencial.

Las instituciones del sector eléctrico también deberán enfocarse en mejorar la eficiencia y la confiabilidad de la red de transmisión para garantizar que la energía generada a partir de fuentes renovables llegue de manera efectiva a los consumidores finales. Además, de promover la investigación y desarrollo en tecnologías de almacenamiento de energía, ya que algunas fuentes renovables se pueden combinar con soluciones de almacenamiento siendo posible mayor eficiencia en el suministro de la demanda.

El logro del 80 % de generación con fuentes de energía renovable requiere una acción coordinada entre el gobierno y el sector eléctrico. Esto implica la implementación de políticas claras y constantes, especialmente la Política Energética que debe mantenerse sólida y clara sobre la meta mencionada, como se estableció con mucha visión desde el año 2008 y 2013, la eliminación de barreras burocráticas, la inversión en infraestructura renovable y la mejora de la red de transmisión. Al promover un enfoque institucional integral y trabajar en conjunto, podemos avanzar hacia un futuro energético más limpio y sostenible.

El estudio presentado refleja que la demanda de electricidad crece continuamente, mientras que la adición de nueva generación se ha dado a menor velocidad, por lo que en las condiciones de suministro actuales, sin que existan fallas operativas, se pudiera esperar que en el año 2028 exista un riesgo potencial de desabastecimiento. Es imperativo avanzar en la expansión de las redes de transmisión, y en plantas de generación nuevas, con énfasis en tecnologías renovables.



Organismo Ejecutivo

El Gobierno debe asegurarse de crear las bases para que el país, con visión de largo plazo y certeza jurídica, pueda atraer inversiones eficientes para la infraestructura eléctrica necesaria. De establecer una estrategia de electricidad nacional que asegure el desarrollo sostenible, el acceso a energía abundante y limpia, de forma asequible. Las acciones propuestas para el Organismo Ejecutivo son:

Certidumbre jurídica y apoyo a inversiones eléctricas.	Respeto al marco jurídico del sector eléctrico guatemalteco, estableciendo las señales de certeza jurídica y apoyo político a las inversiones. Siendo un sector intensivo en capital de largo plazo, el gobierno debe dar las señales de estabilidad y confiabilidad del marco regulatorio vigente, y del respeto y apoyo a la estructura institucional del sector.
Incentivar inversión respetando normativas y consultas indígenas.	Atender los aspectos que crean incertidumbre jurídica, lo que imposibilita la inversión en infraestructura nacional, en especial la normativa necesaria y la institucionalidad para dar cumplimiento al Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo -OIT- y a las consultas a Pueblos Indígenas por parte del Gobierno de Guatemala.

Fomentar inversión en energía renovable y transición sostenible.	Aprovechando la matriz de generación existente y construyendo sobre esta, priorizar el apoyo a la inversión estratégica de energía renovable, a través de reiterar y actualizar la Política Energética con el claro objetivo de lograr una transición energética hacia una matriz de generación más sostenible y con una participación renovable no menor del 80 %, la ampliación sistemática de las redes de transmisión, y la electrificación rural. Crear en dicha política la coordinación institucional y la intencionalidad clara de alcanzar el objetivo.
Implementar acciones con metas para transición definida.	Identificar e implementar las acciones y programas necesarios, con metas claras y plazos específicos, para la transición hacia la meta indicada. Esto proporcionará una guía concreta y permitirá el seguimiento del progreso hacia el objetivo.
Educar para promover energías renovables y eficiencia energética.	Crear programas de concientización y educación dirigidos a la población, con el fin de fomentar las energías renovables, un uso más eficiente de la energía y la adopción de tecnologías renovables en hogares y empresas.

Estas acciones del Organismo Ejecutivo, son fundamentales para allanar el camino hacia una exitosa transición energética hacia fuentes renovables y sostenibles. La inversión en infraestructura, políticas, regulaciones adecuadas, programas de concientización y colaboración público-privada son las claves para lograrlo.



Ministerio de Energía y Minas

El Ministerio de Energía y Minas -MEM, como ente rector de energía, tiene la gran oportunidad y responsabilidad de dirigir a Guatemala, a través de una transición energética debidamente planificada, a un abastecimiento de energía sostenible basado en fuentes renovables, y de lograr el acceso universal a la energía eléctrica con tarifas adecuadas y estables. Las acciones propuestas para el Ministerio de Energía y Minas son:

Liderar transición energética con planificación y coordinación efectiva.	Como ente rector, debe dar las señales correctas de largo plazo mediante la Política Energética, la planificación de la expansión de generación y transmisión así como liderar y coordinar en conjunto con las otras entidades del gobierno responsables, la transición energética hacia el alcance de las metas.
Reafirmar meta del 80% renovable en política energética.	Dar continuidad y reiterar en la Política Energética, así como en los planes de expansión indicativos del Sistema de Generación y el objetivo de país de alcanzar que el 80 % de la generación eléctrica provenga de fuentes renovables.

Ajustar metas climáticas, priorizando energía renovable en compromisos.	Corregir las metas y medidas establecidas para el sector de energía en la Contribución Nacionalmente Determinada -NDC- que se ha asumido a nivel internacional, mismas que se refieren a un compromiso específico y detallado para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y abordar el cambio climático. Estas relacionadas con la ENE-1 y la ENE -3, eliminando el concepto equivocado de energía con fuentes limpias (dentro de ellas el gas natural) y regresando al concepto de energía renovable.
Elaborar planes regulares con foco renovable, incorporar colaboración interinstitucional.	Elaborar cada dos años, acorde a la regulación, el Plan de Expansión de la Generación con un enfoque prioritario e intencional en las fuentes de energía renovable, buscando cumplir las metas de la Política Energética para alcanzar y mantener el 80 % de generación renovable.
Transición gradual hacia energía limpia y sostenible.	Diseñar cuidadosamente la transición energética reduciendo gradualmente el uso de combustibles fósiles y con ello las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto implica aprovechar y construir sobre la matriz de generación actual, necesaria para cubrir la demanda, así como diseñar su evolución y reconversión ***con adición de generación renovable*** hasta alcanzar el objetivo. Incorporar a estos procesos a las instituciones públicas y privadas que tienen interés y que pueden aportar al tema. Esto incluye la identificación de ubicaciones estratégicas para la construcción de parques eólicos y solares, la evaluación de la viabilidad de proyectos hidroeléctricos y geotérmicos, y la promoción de tecnologías de generación limpia.
Agilizar expansión de red eléctrica cumpliendo regulaciones y promoviendo colaboración.	Cumplir la regulación y promover con urgencia la expansión de la red de transmisión eléctrica. Dar acompañamiento a las entidades que sean adjudicadas para la ampliación de las redes, para concretar los avances. Incorporar a estos procesos a las instituciones públicas y privadas que tienen interés y pueden aportar al tema. Esto es crucial para garantizar que la energía generada a partir de fuentes renovables llegue de manera efectiva a los puntos de consumo. Construir nuevas líneas de transmisión y mejorar las existentes.
Simplificar trámites para atraer inversión en energía renovable.	Fomentar la inversión en proyectos de generación renovable mediante la simplificación de trámites y la agilización de los procesos de permisos y licencias. Esto ayudará a atraer inversión nacional e internacional en el sector de energía renovable.

Priorizar formación continua para fuerza laboral competente.	Promover la constante formación y capacitación de profesionales en el Ministerio, lo que garantizará permanentemente una fuerza laboral calificada para la elaboración de los planes de expansión y transmisión. Fortalecer las unidades especiales contenidas en la regulación, responsables de los procesos de planificación.
Elaborar estrategia para participación regional y fortalecer relaciones bilaterales.	Diseñar la estrategia nacional de participación en los mercados regionales, negociar las condiciones adecuadas para el país para el reingreso al Mercado Eléctrico Regional, y reforzar las relaciones bilaterales eléctricas con México.

Estas acciones de parte del Ministerio de Energía y Minas son esenciales para avanzar hacia el objetivo del 80 % de generación con fuentes renovables. La planificación efectiva, la expansión de la red de transmisión, la simplificación de trámites, la formación de profesionales y la promoción de regulaciones claras son pasos cruciales en el camino determinado e intencional hacia un sistema energético robusto, competitivo y sostenible.



Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN, debe velar porque los proyectos de inversión dentro del sector eléctrico cumplan con la legislación ambiental, y debe contribuir activamente en los procesos de planificación de largo plazo para asegurar que los lineamientos de las políticas y leyes del ambiente se tomen en cuenta en el sector eléctrico y sus políticas. Las acciones propuestas para el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales son:

Colaborar con el MEM para políticas sostenibles y alineadas ambientalmente.	Colaborar con el Ministerio de Energía y Minas en la elaboración de la Política Energética y los planes de largo plazo, para que contribuyan con el desarrollo sostenible y estén alineados con las regulaciones y compromisos ambientales.
Fomentar mercado de carbono para proyectos renovables.	Promover un mercado de carbono para que los proyectos de energía renovable, entre otros, puedan comercializar las emisiones de carbono evitadas.
Simplificar trámites para impulsar proyectos de energía renovable.	Agilizar el proceso de obtención de permisos y licencias para proyectos de energía renovable. La burocracia y la complejidad de estos trámites pueden desalentar la inversión en energías limpias. Al agilizar este proceso y establecer procedimientos claros y eficientes, se fomentará la inversión en proyectos de generación renovable y se acelerará su desarrollo.

Mejorar coordinación interinstitucional para agilizar permisos y licencias.	Incrementar la coordinación activa con otros organismos gubernamentales, para lograr la agilización de los procedimientos de permisos y licencias, lo que reducirá la duplicación de esfuerzos y evitará retrasos innecesarios en la autorización de proyectos.
Implementar ventanilla única y sistema en línea para trámites energéticos.	Conformar con el Ministerio de Energía y Minas y otros organismos gubernamentales, una ventanilla única de trámites para el sector de energía en donde se coordinen eficientemente los procesos de permisos y licencias. La colaboración interinstitucional evitará duplicaciones innecesarias y agilizará la autorización de proyectos de energía renovable. Como parte de ello, establecer un sistema de información en línea que permita a los solicitantes realizar un seguimiento en tiempo real del estado de sus solicitudes de permisos y licencias. Esta transparencia brindará confianza a los inversionistas y agilizará los proyectos.
Simplificar normativas para facilitar proyectos locales de energía renovable.	Simplificar los requisitos y regulaciones para proyectos de menor envergadura, como instalaciones solares fotovoltaicas residenciales o pequeñas plantas de energía renovable (GDRs). Esto fomentará la adopción de tecnologías renovables de forma más amplia y a nivel local y permitirá que una variedad de actores participe en la generación de energía limpia.
Capacitar al personal para agilizar evaluación de proyectos renovables.	Promover la capacitación y formación de su personal para que estén familiarizados con las tecnologías y procesos asociados con la energía renovable. Esto ayudará a agilizar la revisión de solicitudes y garantizará una evaluación precisa de los proyectos.

Estas acciones de parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, centradas en la simplificación de los permisos y licencias, son esenciales para acelerar la adopción de energías renovables en el país y avanzar hacia un sistema energético más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.



Administrador del Mercado Mayorista

El Administrador del Mercado Mayorista -AMM- desarrolla un papel crucial, al ser el ente operador del sistema y operador del mercado eléctrico es quién aplica y propone la normativa necesaria para que el mercado eléctrico funcione adecuada y eficientemente, y emita las señales de inversión necesarias, en los tiempos oportunos. Las acciones propuestas para el Administrador del Mercado Mayorista son:

Cumplir con las funciones que le manda la Ley General de Electricidad.

El Administrador del Mercado Mayorista debe cumplir con las funciones que le manda la Ley General de Electricidad, operando y coordinando el SNI dentro de las reglas del marco regulatorio. Se debe dar continuidad permanente a los esfuerzos de mantener, fortalecer, hacer más eficiente a la institución y su rendición de cuentas, así como continuar con la construcción de un mercado eficiente, estable y seguro en el largo plazo, alineado con los objetivos de la Política Energética nacional, por el bienestar del país y sus necesidades.

Contribuir hacia el cumplimiento de la Política Energética del país.

Actualizar regulaciones para favorecer tecnologías eficientes en energía.

Analizar y adaptar de forma constante la normativa del sector eléctrico, para evitar que existan limitaciones de participación para las tecnologías eficientes como la solar fotovoltaica y la eólica así como para nuevas tecnologías conforme aparezcan. Esto implica la creación de marcos regulatorios específicos que reconozcan y promuevan el potencial de estas tecnologías, garantizando que se les brinde una operación adecuada, equitativa y sin limitaciones en el mercado mayorista de energía.

Desarrollar normativas para sistemas de almacenamiento en el mercado.	Continuar con el avance de la normativa de sistemas de almacenamiento dentro del mercado mayorista. Los sistemas de almacenamiento de energía desempeñarán un papel crucial en la gestión de la variabilidad de los sistemas eléctricos en generación y transmisión. Establecer regulaciones claras para estos sistemas facilitará su adopción y promoverá un suministro de energía más estable y confiable.
Capacitar al personal en energías renovables para operación eficiente.	Promover la capacitación y formación de su personal en temas relacionados con energías renovables, de modo que estén familiarizados con las tecnologías y procesos asociados con la generación limpia. Incluir la formación y aprendizaje de casos de éxito en otros países que han adaptado sus sistemas. Esto ayudará a garantizar una operación eficiente del mercado y una evaluación precisa de los proyectos.
Optimizar coordinación para suministro eficiente y aprovechar generación renovable.	Operar y coordinar de forma óptima el sistema eléctrico de tal forma de garantizar el suministro de electricidad al mínimo costo posible, con calidad y seguridad del abastecimiento (artículo 44 LGE). Evitar, con las modificaciones normativas necesarias, el desperdicio de generación renovable ante restricciones inflexibles del sistema.
Garantizar señales económicas claras para anticipar generación según demanda.	Garantizar que la señales económicas del mercado se den oportunamente sin distorsiones y atraigan la generación con anticipación suficiente a las necesidades de la demanda del país. Esto incluye la revisión de las normas para identificar los ajustes necesarios, lo que podría requerir la reversión de cambios hechos en el pasado en caso los mismos hayan generado efectos inadecuados. Algunas de estas señales no se están dando efectivamente, y por ello no se está motivando la contratación de la demanda, sobre todo la demanda de gran consumo.

Simplificar los procedimientos de inicio de operación comercial de los proyectos de generación y transmisión.

Estas acciones del Administrador del Mercado Mayorista, centradas en el permanente fortalecimiento institucional, la actualización de la normativa y la adaptación a las tecnologías de generación renovable, son esenciales para acelerar la adopción de energías limpias en el país y avanzar hacia un sistema energético más sostenible, estable y seguro.



Comisión Nacional de Energía Eléctrica

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE- juega un papel crucial en la realización de los objetivos de la Política Energética y la transición hacia fuentes de energía renovable y sostenible. Esta institución, como ente regulador, diseña con el Ministerio de Energía y Minas y las empresas distribuidoras, las licitaciones abiertas, y es responsable que las mismas estén alineadas con las leyes y políticas nacionales, en especial la Política Energética. Las acciones propuestas para la Comisión Nacional de Energía Eléctrica son:

Aplicar la Política Energética y fomentar licitaciones para continuidad eficiente.

Cumpliendo con la Política Energética, incentivar a las distribuidoras para que realicen licitaciones abiertas para períodos de mediano plazo que permitan la participación de centrales generadoras existentes, que garantice la continuidad de aquellas que sean eficientes y necesarias, para la garantía del suministro a precios económicos de cara a las tarifas eléctricas. De esta forma crear la señal de permanencia de las plantas eficientes e indispensables.

Fomentar licitaciones competitivas para diversificar matriz con energía renovable.

Impulsar en las licitaciones de largo plazo procesos independientes para la inversión específica en cada tecnología renovable, considerando la Política Energía y los planes de expansión de la generación para alcanzar el 80 % de participación de estas fuentes de energía. Cada tecnología beneficia el abastecimiento de la demanda de formas específicas y existen efectos positivos importantes en el complemento entre las distintas fuentes energéticas renovables. Esto promoverá la diversificación de la matriz energética y garantizará que se alcancen los objetivos de generación a partir de fuentes limpias, logrando un abastecimiento estable a través de los años.

En este sentido, la realización de la próxima licitación de largo plazo PEG-5, como una sola o como procesos de licitación diversos, deberá ser desarrollada cuidadosamente, para permitir el desarrollo y construcción de las plantas de energía renovables para ampliar lo antes posible la oferta de energía en base a las necesidades de la demanda.

Incluir licitaciones de generación renovable en la red de distribución para mantener la calidad y seguridad de suministro.

Implementar permanentemente las mejores prácticas en los procesos de licitación y los modelos de contratos de largo plazo.

Evaluar modelos de licitación para asegurar trazabilidad y eficacia.

Analizar permanentemente distintos modelos de licitación para las necesidades de corto y largo plazo. Se debe garantizar trazabilidad en los procesos de competencia y adjudicación.

Simplificar procesos para acceso rápido a la red eléctrica.

Agilizar la aprobación, y reducir los plazos, de las solicitudes de Propuesta de Conexión y Uso (PCU) para el acceso a los sistemas de transporte. Esto facilitará una integración más rápida de proyectos de energía a la red eléctrica.

Negociar tasas de alumbrado público equitativas con colaboración municipal y distribuidoras.	Liderar y gestionar, con la colaboración de las municipalidades y las empresas distribuidoras, que se logren acuerdos de cobro de tasa de alumbrado público razonables y porcentuales, y que se pueda atender de manera pronta y ágil en todo el país.

Incentivar a las empresas distribuidoras a realizar sus planes de compra de potencia y energía eléctrica de acuerdo a la Política Energética.

Transferir experiencia en licitaciones a la demanda no regulada y municipalidades.	Transferir la experiencia y conocimiento que tiene la institución en realizar licitaciones de largo plazo con las distribuidoras hacia los grandes usuarios de electricidad, comercializadores y a las municipalidades interesadas, para que promuevan y desarrollen mecanismos de contratación de largo plazo, que contribuyan en la atracción de plantas de generación nuevas.

Estas acciones por parte de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, centradas en la eficiencia de los procesos de licitación y gestión de las solicitudes de acceso a la capacidad de transporte, son fundamentales para acelerar la adopción de energías renovables en el país y avanzar hacia un sistema energético más sostenible. Solo a través del compromiso activo institucional de la CNEE se podrán hacer realidad los objetivos de la Política Energética nacional para alcanzar el 80 % de generación renovable en la matriz de generación.



Empresas distribuidoras de electricidad

Las empresas distribuidoras de electricidad, desde la reforma del 2008, han mostrado su disposición de llevar a cabo licitaciones de largo plazo para atraer inversión nueva en línea de la Política Energética del país, lo cual ha generado importantes beneficios que fueron mencionados a lo largo de este documento. La continuación de este actuar es muy relevante y necesario para el futuro del sistema eléctrico, ya que es el mecanismo más importante para lograr la transición energética hacia un abastecimiento de energía renovable y sostenible. Las acciones propuestas para las empresas distribuidoras de electricidad son:

Proseguir con licitaciones de mediano plazo para sostenibilidad y tarifas competitivas.	Continuar desarrollando procesos de licitaciones de mediano plazo, que permitan la contratación de plantas existentes eficientes y necesarias. Esto permitirá la sostenibilidad de la generación eficiente y su contribución a tarifas eficientes y estables para los usuarios de las distribuidoras.
Promover inversión en renovables mediante licitaciones estratégicas, alcanzar 80% participación renovable, fomentar tecnologías avanzadas y transición sostenible.	Impulsar a través de licitaciones de largo plazo los espacios específicos y competitivos para viabilizar la inversión de cada tecnología renovable, tomando en cuenta la Política Energética y los Planes de Expansión, y alcanzar y mantener el 80 % de participación de fuentes renovables. Cada tecnología renovable beneficia el abastecimiento de la demanda de formas específicas, y existen efectos positivos sustanciales en el complemento entre dichas fuentes energéticas. Esto fomentará la inversión en tecnologías más avanzadas y eficientes, logrará crear los bloques por tecnologías solares, eólicas, hidroeléctricas y geotérmicas deseables, impulsando la transición hacia un sistema de generación sostenible.

Programar licitaciones de largo plazo cada 5 años para evitar atrasos y riesgos.	Que los procesos de licitación de largo plazo sean más recurrentes, con una frecuencia de no más de 5 años. Esto evitará que los procesos se atrasen, que se incrementen los riesgos de falta de generación, o se acumulen los volúmenes de contratación en las licitaciones.
Optimizar procesos y contratos en licitaciones, garantizando equidad para renovables.	Implementar permanentemente las mejores prácticas en los procesos de licitación y los modelos de contratos de largo plazo, y asegurar la trazabilidad de los procesos de competencia y adjudicación en las licitaciones. Realizar una mejora continua de los contratos con un balance de beneficios, compromisos y riesgos adecuado entre proveedores y compradores. Asegurar que en los contratos de licitación no existan desventajas en la contratación para los generadores de energía renovable.

Avanzar de forma decidida con la electrificación rural nacional, realizando inversiones constantes.

Reforzar inversiones para mejorar calidad del servicio eléctrico según necesidades del país.	Fortalecer las inversiones para mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica, considerando las necesidades más sofisticadas de la demanda conforme los planes de atracción de inversión y creación de empleo del país.
Incorporar licitaciones abiertas en expansión de red para generación distribuida renovable.	Incluir dentro de los planes de expansión de la red de distribución de las empresas distribuidoras, la opción de realizar licitaciones abiertas para la adición de generación distribuida renovable en la red de distribución, para mantener la calidad y seguridad de suministro, y ampliar la participación de generación renovable de pequeña escala.

Estas acciones y compromisos con el sector de parte de las distribuidoras de electricidad, centradas en la continuación, la optimización de los procesos de licitación y contratación, son fundamentales para acelerar la adopción de energías limpias en el país y beneficiar a los consumidores con energía limpia, con tarifas más estables y eficientes.



Grandes usuarios de energía y comercializadores

Previo al inicio de las licitaciones de largo plazo de las empresas distribuidoras de electricidad, entre los años 2000 y 2015, las contrataciones de largo plazo para proyectos de generación nueva se dieron por parte de los grandes usuarios de energía y comercializadores, siendo esta la única forma en que varios proyectos de generación pudieron obtener el financiamiento y ser construidos.

La demanda de los grandes usuarios de energía y comercializadores ha crecido y representa aproximadamente el 40% en la actualidad. Por ello nuevas y permanentes contrataciones de mediano y largo plazo de parte de estos, son vitales y necesarias para dar sostenibilidad a la generación existente, así como para atraer generación nueva. Dentro de la propuesta de acción para los grandes usuarios de energía y comercializadores se encuentra:

Impulsar a través de contrataciones bilaterales o licitaciones competitivas de mediano y largo plazo, el abastecimiento de potencia y energía actual y futura.

Esta acción de parte de los grandes usuarios de energía y los comercializadores, centradas en la permanencia de generación eficiente e imprescindible y la instalación de nueva generación, contribuirá a fortalecer la seguridad del abastecimiento, acelerar la transición energética eficiente, el desarrollo sostenible e impulsar la participación de fuentes renovables en el país, en concordancia con la Política Energética y los planes de expansión indicativos del Sistema de Generación.



Instituto Nacional de Electrificación

El Instituto Nacional de Electrificación -INDE- es una institución de mucha relevancia en el sector eléctrico, por su contribución de generación y transmisión de energía. Un rol muy relevante que desarrolló en décadas recientes, fue el avance de la electrificación nacional. Las acciones propuestas para el Instituto Nacional de Electrificación son:

Revitalizar el Programa de Electrificación Rural para lograr electrificación nacional al 99.99 % en 2030.

Recuperar y avanzar de forma decidida el Programa de Electrificación Rural, expandiendo las líneas de distribución, aplicando tecnologías renovables en sistemas aislados para alcanzar una electrificación nacional del 99.99 % a 2030.

Simplificar y agilizar la aprobación de solicitudes para acceso a sistemas de transporte eléctrico.

Agilizar la aprobación de las solicitudes de Propuesta de Conexión y Uso (PCU) para el acceso a los sistemas de transporte. El proceso actual de aprobación es oneroso y burocrático, lo que a menudo desanima la inversión en proyectos de energía renovable. Al acelerar y simplificar este proceso se facilitará la integración de nuevos proyectos de generación renovable en la red eléctrica.

Liberar campos de geotermia para fomentar inversión en energía renovable.	Liberar los campos de geotermia establecidos en el Acuerdo Gubernativo No. 231-2017, en virtud que no han sido explotados. Guatemala cuenta con un gran potencial geotérmico que no se ha aprovechado y la liberación de estos campos permitirá la inversión en tecnologías geotérmicas por parte de la inversión privada o alianzas público - privadas lo cual fomentará la generación de energía renovable a partir de fuentes locales y eficientes.
Fortalecer gobernanza y estrategia de inversión alineadas con política energética.	Implementar un fortalecimiento de gobernanza y estrategia de inversión futura de la institución, para que sea coherente con la Política Energética Nacional, se focalice la inversión de forma transparente donde sea estratégica para maximizar la eficiencia en el uso de sus recursos.

Estas acciones del Instituto Nacional de Electrificación, centradas en la agilización de la aprobación de las solicitudes de las propuestas de conexión, uso más la liberación de campos geotérmicos, el avance de la electrificación y focalización de sus inversiones, son esenciales para acelerar una transición energética eficiente y productiva.



Municipalidades

Las municipalidades juegan un rol muy importante en el sector de energía, considerando que los proyectos de generación, distribución y transmisión se desarrollan dentro de su jurisdicción adicionalmente que algunas poseen empresas eléctricas municipales de energía que atienden a usuarios y eventualmente las mismas podrían desarrollar proyectos de generación.

Promover proyectos de generación y transmisión para fortalecer seguridad energética y desarrollo local.

Apoyar y promover la instalación de proyectos de generación, líneas de transmisión y distribución, en cumplimiento con la Política Energética y los planes de expansión indicativos del Sistema de Generación y del Sistema de Transporte para que el país fortalezca la seguridad de abastecimiento y se logre ampliar la generación y el transporte de energía en el municipio y hacia los centros de consumo del país. Las municipalidades, conjuntamente con su población, se verán fortalecidas al atraer inversión, mejorar la infraestructura local y la generación de empleo en sus regiones.

Optimizar Tasa de Alumbrado Público con distribuidoras eléctricas.

Gestionar acuerdos con las empresas distribuidoras de electricidad, con el acompañamiento de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, para racionalizar la Tasa de Alumbrado Público y se logre que el cobro por la misma sea proporcional al consumo del usuario en forma razonable, eficiente y refleje los servicios que los usuarios obtienen.

Promover electrificación y eficiencia energética en comunidades excluidas.	Impulsar proyectos de ampliación de cobertura eléctrica (electrificación) y de eficiencia energética para alcanzar a los usuarios y comunidades que aún no gozan del servicio.
Licitaciones para abastecimiento municipal a mediano y largo plazo.	Impulsar a través de licitaciones de mediano y largo plazo, contratos para cubrir su abastecimiento de potencia y energía actual y futura, para las municipalidades que califican como distribuidores o como grandes usuarios de energía.

Estas acciones de parte de las municipalidades son esenciales para el desarrollo adecuado del sector eléctrico, la oferta de energía y la ampliación de la cobertura eléctrica. De esta manera las mismas pueden contribuir con el desarrollo de sus regiones, el desarrollo nacional de forma sostenible y podrán atraer inversión beneficiando a la población local y a todos los guatemaltecos en general.

Fuentes consultadas

- Administrador del Mercado Mayorista (2023). Programación Anual Estacional 2023-2024.
- Consejo de Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (2014). Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032.
- Organismo Ejecutivo (2009). Acuerdo Gubernativo Número 329-2009, Política Nacional de Cambio Climático.
- Organismo Legislativo. Congreso de la República de Guatemala (2013). Decreto Número 07-2013, Ley marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero.
- Organismo Legislativo. Congreso de la República de Guatemala (2016). Decreto Número 48-2016, Ratificación de los Acuerdo de París.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2022). Actualización de Contribución Nacional Determinada 2021.
- Ministerio de Energía y Minas (2007). Política Energética 2008 – 2015.
- Ministerio de Energía y Minas (2013). Política Energética 2013 – 2027.
- Ministerio de Energía y Minas (2018). Política Energética 2019 – 2050.
- Ministerio de Energía y Minas (2022). Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2022 – 2052.
- Ministerio de Energía y Minas (2024). Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2024 – 2054.

> La existencia de una Política Energética en Guatemala, desde 2008, generó las señales y directrices claras y efectivas que fortalecieron al sector eléctrico. Se implementaron procesos de planificación de largo plazo en las áreas de generación y transmisión con el fin de reducir la dependencia en combustibles fósiles, garantizar el suministro y prevenir las crisis de precios que se habían enfrentado en el pasado. A partir del año 2010, las distribuidoras de electricidad, periódicamente, realizaron licitaciones de largo plazo, que han dado resultados espectaculares de transformación y robustecimiento de la oferta eléctrica.

Rudolf Jacobs.-Presidente AGER

- Es posible alcanzar y mantener el objetivo del 80 %
- La adición de generación de tecnología renovable logra la reducción en el costo operativo total
- Se requiere de múltiples procesos escalonados de licitación de largo plazo
- El uso de recursos renovables para el suministro de la demanda representa un beneficio directo al consumidor final y a la economía del país
- Se requiere de la planificación y ejecución de la expansión de la capacidad de transporte de electricidad
- Costo total de suministro más eficiente que beneficia al consumidor final y la competitividad económica
- Flexibilidad y eficiencia para el suministro de electricidad

AGER
ASOCIACIÓN DE GENERADORES CON ENERGÍA RENOVABLE

Ruta 6, 9-21 Zona 4, 5 Nivel, Of. 5C
Edificio Cámara de Industria de Guatemala
Tel: +502 2331-3787, 2331-9135, 2331-9624

www.ager.org.gt