

*Policy Brief:*

# — Balances oferta-demanda de energía eléctrica

Ante escenarios de salida de  
plantas térmicas en Colombia

Especial Gas en la

Transición Energética





## Contexto

Colombia ha construido un sistema energético robusto, basado en un equilibrio entre generación hidroeléctrica y térmica, lo que históricamente ha garantizado estabilidad y seguridad en el suministro. Sin embargo, en los últimos años, el cambio climático ha comenzado a desestabilizar esta matriz, al aumentar la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos como El Niño, reduciendo la confiabilidad de las fuentes hídricas. Esta situación pone en evidencia la sensibilidad del sistema ante variaciones climáticas y la necesidad de diversificar la matriz energética. En este contexto, los balances de energía

se convierten en una herramienta clave para identificar vulnerabilidades, anticipar cuellos de botella en la oferta frente a una demanda que crece a una tasa promedio del 2,08% anual hasta 2038<sup>1</sup>, y estimar cuándo la capacidad instalada dejaría de ser suficiente para cubrir las necesidades del país.

Más allá de los compromisos internacionales en transición energética —como BOGA y PP-CA—, la salida gradual de plantas térmicas a carbón responde también a razones económicas y ambientales. Así, el reto central del sistema eléctrico colombiano se enmarca en el trilema energético: garantizar un suministro confiable, a precios justos, y con el menor impacto ambiental posible.

## Metodología

La planeación del sector eléctrico requiere alinear la capacidad instalada de generación con las necesidades de demanda de hogares, industria y otros sectores. Un balance de energía eléctrica es una herramienta analítica para evaluar la relación entre la oferta (capacidad instalada) y la demanda (consumo de energía eléctrica) en el sistema, analizando su evolución temporal.

**DEMANDA PROYECTADA:** Se utilizaron las proyecciones de la UPME (2024-2038)<sup>2</sup> para el Sistema Interconectado Nacional (SIN), incluyendo grandes consumidores (GCE), movilidad eléctrica (ME), y generación distribuida (GD\_PNUMA).

**OFERTA PROYECTADA:** Se consideraron los datos reportados por XM<sup>3</sup> sobre nuevos proyectos de generación. Los nuevos proyectos incluyen tanto los proyectos de generación que usan fuentes de energía renovables como los nuevos proyectos de generación térmica. Para complementar el análisis se evaluaron 4 escenarios<sup>4</sup> de la salida de las plantas térmicas en Colombia y cómo podría afectar a la oferta de energía:

1. La salida de plantas térmicas a carbón.
2. La salida de plantas térmicas a gas.
3. La salida secuencial: primero, salida de las plantas térmicas a carbón y luego salida de las plantas térmicas a gas.
4. La salida sincrónica: plantas térmicas a carbón y a gas en paralelo.

1 UPME (2024). [Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima 2024-2038](#).

2 UPME (2024). [Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima 2024-2038](#).

3 XM (2025). [Formatos, instructivos, procedimientos y reporte - Proyectos SIN](#).

4 Transforma (2025). [Escenario de salida de plantas térmicas](#).



Para estructurar el cronograma asociado al desmantelamiento de las plantas térmicas, se utilizó un modelo PERT (Program Evaluation and Review Technique). Este enfoque permite representar de manera gráfica y secuencial las distintas fases de un proyecto, identificando sus dependencias temporales y facilitando una planificación más analítica de los tiempos requeridos para el desmantelamiento de las plantas, bajo condiciones de incertidumbre.

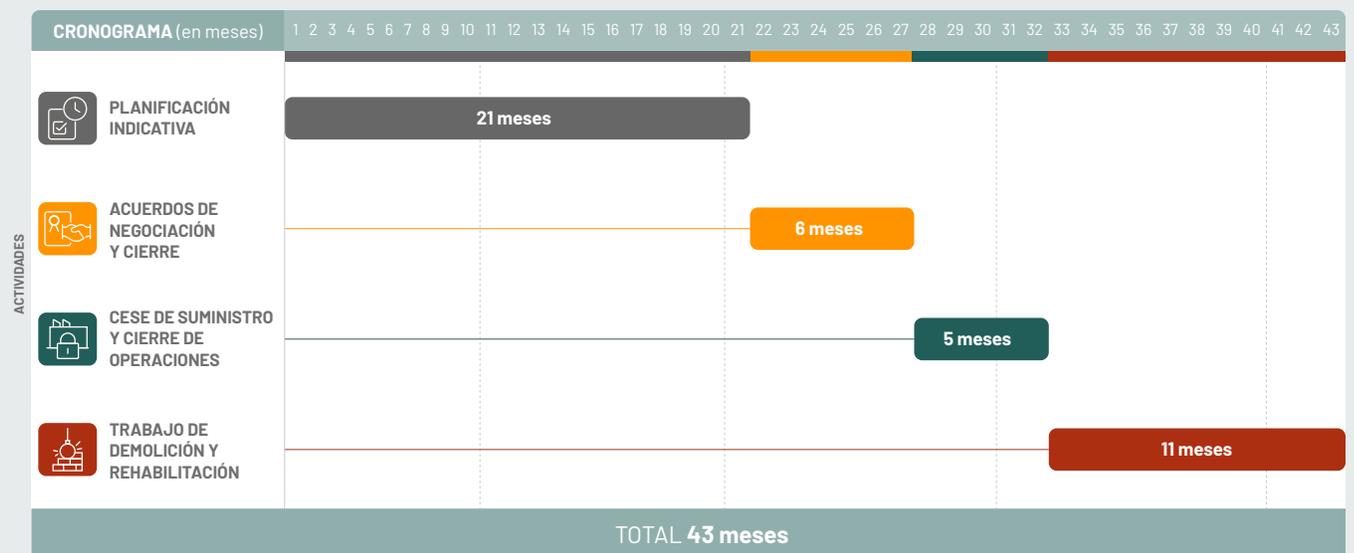
Para este análisis, se definieron tiempos de desmantelamientos aproximados de las plantas térmicas de acuerdo a cuatro fases, basados en experiencias internacionales previas y conversaciones con actores involucrados en este tipo de procesos en el contexto colombiano, lo cuales han sugerido que los procesos de desmantelamiento de térmicas pueden tardar aproximadamente hasta 4 años. También se sugiere que el desmantelamiento puede dividirse en al menos 4 fases (planeación indicativa, acuerdos de negociación

y cierre, cese de suministros y de operación, y trabajos de demolición y rehabilitación), siendo común que cerca de la mitad del tiempo total se concentre en la fase de planificación.

No obstante, es importante señalar que los tiempos reales de desmantelamiento son inciertos, ya que estos dependen de contextos específicos y, por lo tanto, de múltiples factores técnicos, políticos, financieros y sociales. En este sentido, cualquier estimación temporal del desmantelamiento de plantas debe entenderse como una aproximación programática, útil para la toma de decisiones, pero no como una predicción exacta, reconociendo la variabilidad que podría presentarse en la práctica.

La Figura 1 resume la línea de tiempo promedio del desmantelamiento de una planta de carbón y la Figura 2 brinda detalles sobre cómo se simuló la salida de la capacidad térmica por escenario.

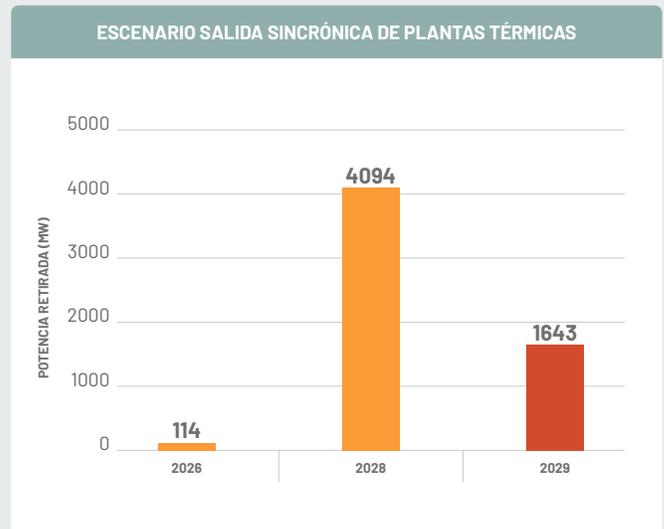
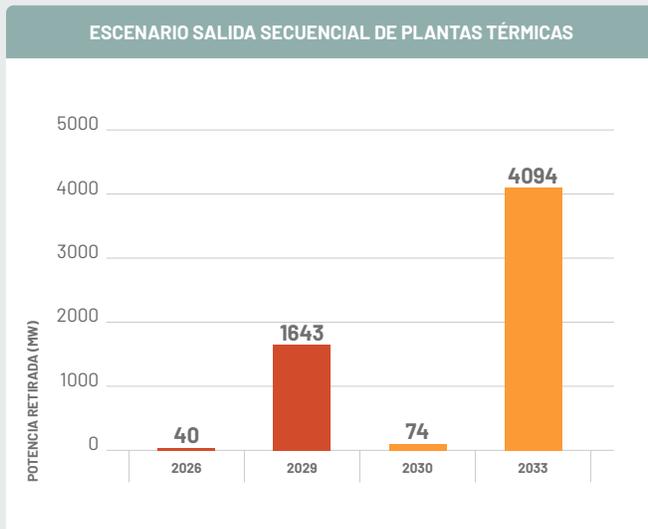
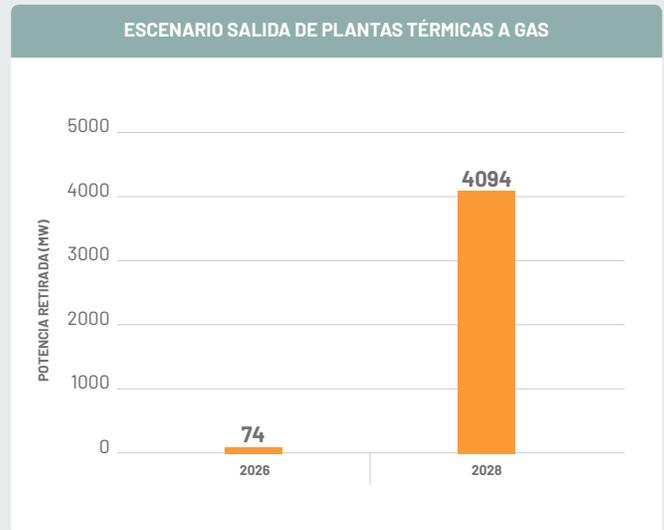
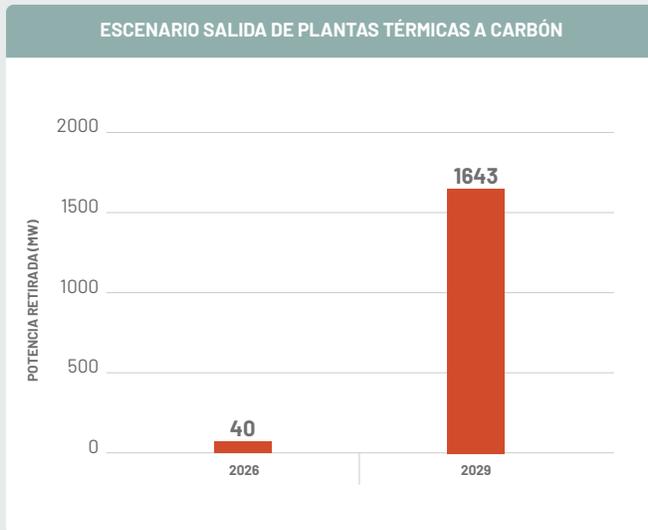
**FIGURA 1. PROPUESTA DE FASES DE DESMANTELAMIENTO CON TIEMPOS PROMEDIOS PARA EL CASO DE UNA PLANTA TÉRMICA A CARBÓN, USADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCENARIOS. PARA DETALLES DE LOS DEMÁS TIEMPOS CONSULTAR [AQUÍ](#)**





**FIGURA 2. CUATRO POSIBLES ESCENARIOS DEL POSIBLE DESMANTELAMIENTO DE CAPACIDAD INSTALADA (PLANTAS) DE CARBÓN (COLOR ROJO) Y GAS (COLOR NARANJA). AL FINALIZAR EL PROCESO, SE DESMANTELARÍAN 1.683 MW DE PLANTAS A CARBÓN Y 4.167 MW DE PLANTAS A GAS.**

■ Carbón ■ Gas



Ante estos escenarios y dada la mayor dependencia de fuentes renovables, se incorporó un análisis de energía firme<sup>5</sup>—la capacidad garantizada en condiciones críticas, como sequías prolongadas. Este enfoque identifica vulnerabilidades ante la reducción de respaldo térmico.

5 La Energía Firme es definida en la Resolución CREG 071 de 2006 así: "Es la máxima energía eléctrica que es capaz de entregar una planta de generación continuamente, en condiciones de baja hidrología, en un período de un año". Esta energía está asociada a la Capacidad de Generación de Respaldo de que trata el artículo 23 de la Ley 143 de 1994 y es la que puede comprometerse para garantizar a los usuarios la confiabilidad en la prestación del servicio de energía eléctrica bajo condiciones críticas.



## Resultados

### Balance de energía media 2025-2038

El balance de energía media es positivo para todos los escenarios analizados durante el periodo de análisis. La energía que producen las plantas térmicas que son retiradas es compensada por la energía esperada de los nuevos proyectos programados para entrar en operación. El excedente de oferta de energía eléctrica para 2038 es del 36,9% en el escenario de salida de plantas térmicas a carbón, del 19,9% en el escenario de salida de plantas térmicas a gas y de 8,3% en el escenario de eliminación de las plantas térmicas a carbón y gas.

### Balance de energía firme 2025-2038

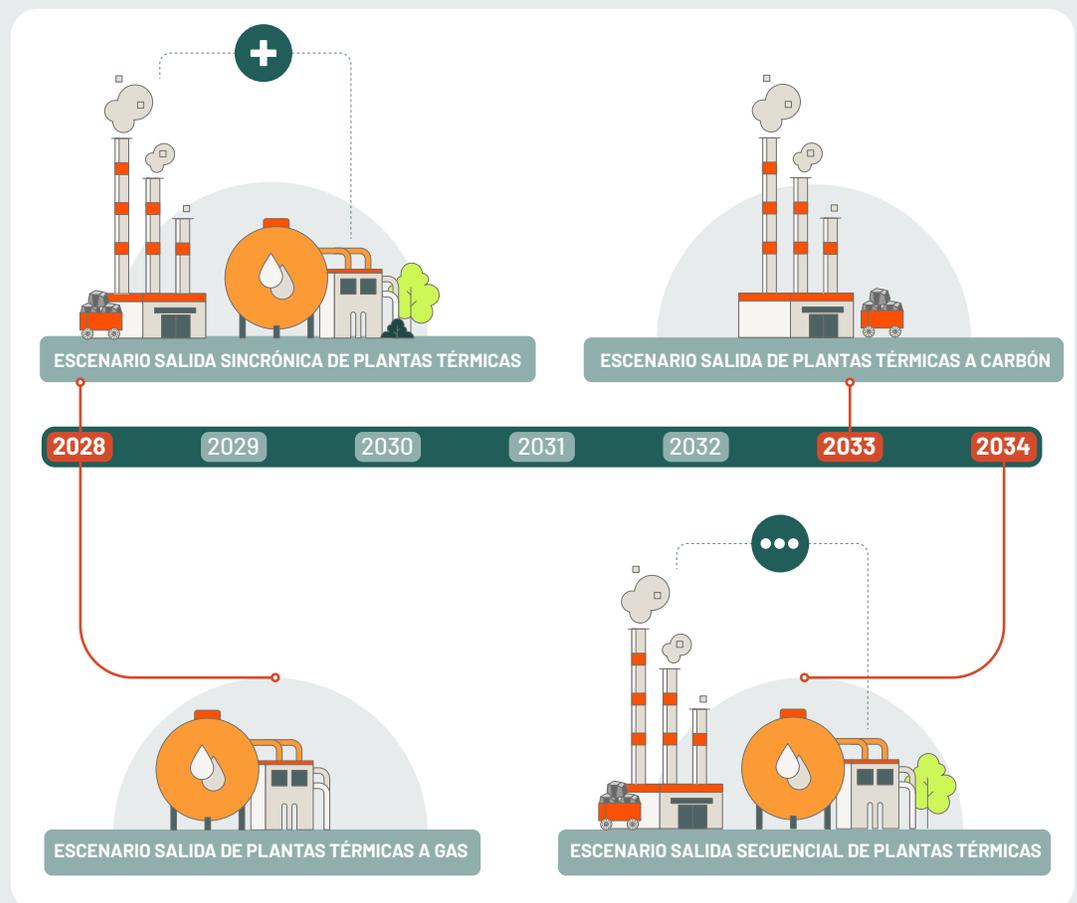
El balance de energía media es positivo para el caso base (sin salida de plantas térmicas). Se prevé un excedente de oferta de energía eléctrica de 1,18% para 2038. Sin embargo, en los escenarios de salida de las plantas térmicas se presentan desbalances de energía firme:

- **SALIDA SINCRÓNICA DE PLANTAS TÉRMICAS A CARBÓN Y GAS:** Este representa el escenario más desafiante. En este caso, el déficit se proyecta para 2028 y alcanza un 37,9% para 2038.



- **SALIDA DE PLANTAS TÉRMICAS A GAS:** Las plantas térmicas a gas representan la mayoría de la generación térmica en el país, y su salida implicaría una pérdida significativa de energía firme. En este escenario, el déficit se anticipa hacia finales de 2028, alcanzando un 26,7% para 2038 (que corresponde a 29,02 TWh-año).
  - **SALIDA SECUENCIAL DE PLANTAS TÉRMICAS:** En el caso de una salida ordenada, donde primero se eliminan las plantas térmicas a carbón y posteriormente las de gas, el déficit ocurre en 2033, alcanzando un déficit del 37,9% para 2038 (que corresponde a 41,26 TWh-año). Aunque los valores proyectados de déficit para 2038 son iguales para los escenarios de salida ordenada y simultánea, la salida simultánea genera mayores retos en el corto plazo debido a la acelerada disminución del balance energético desde 2027.
  - **SALIDA DE PLANTAS TÉRMICAS A CARBÓN:** Se proyecta déficit de energía firme hacia finales de 2034, aumentando hasta un 10,1% en 2038 (que corresponde a 10,95 TWh-año).
- En la Figura 3 se resume el momento en que comienzan los desbalances entre oferta y demanda de energía para la energía firme en cada uno de los escenarios.

**FIGURA 3. AÑO EN QUE OCURRE DÉFICIT DE ENERGÍA FIRME EN CADA ESCENARIO.**





La Tabla 1 presenta la capacidad de generación renovable requerida para evitar un déficit de energía eléctrica bajo el escenario de salida de las plantas térmicas. Se analizan cuatro alternativas: 1) incorporación de energía solar; 2) pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH), 3) energía eólica, y 4) una combinación de estas fuentes, con una participación del 75% solar; 20% eólica y 5% PCH. Esta última distribución se definió con base en la participación relativa de cada fuente en la capacidad instalada comprometida en los nuevos proyectos de generación.

**TABLA 1. POTENCIA ADICIONAL A LOS PROYECTOS PROGRAMADOS REQUERIDA PARA EVITAR UN DÉFICIT DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA EN EL PERIODO 2025-2038<sup>6</sup>.**



	ESCENARIO SALIDA DE PLANTAS TÉRMICAS A CARBÓN	ESCENARIO SALIDA DE PLANTAS TÉRMICAS A GAS	ESCENARIO SALIDA TOTAL DE PLANTAS TÉRMICAS (SECUENCIAL O SINCRÓNICA)
<b>SI TODA LA POTENCIA AÑADIDA FUERA SOLAR</b> [FACTOR PLANTA PARA ENERGÍA FIRME: 15%]	8,3 GW	22,1 GW	31,4 GW
<b>SI TODA LA POTENCIA AÑADIDA FUERA PCH</b> [FACTOR PLANTA PARA ENERGÍA FIRME: 15%]	8,3 GW	22,1 GW	31,4 GW
<b>SI TODA LA POTENCIA AÑADIDA FUERA EÓLICA</b> [FACTOR PLANTA PARA ENERGÍA FIRME: 6%]	20,84 GW	55,2 GW	78,5 GW
<b>SI LA POTENCIA AÑADIDA FUERA UN MIX 75% SOLAR, 20% EÓLICO, 5% PCH.</b>	10,84 GW	28,7 GW	40,8 GW

6 Los factores de energía firme fueron tomados de: (USAENE et al., 2022) [Elaboración de un modelo de optimización para la priorización de nuevos proyectos de generación y la asignación de capacidad de transporte. Servicios de consultoría Contrato #9020966 para UPME.](#)



## Análisis e implicaciones para la política

El hecho de que no ocurran desbalances de energía media indica que **bajo condiciones normales, el sistema eléctrico opera y está planeado de manera equilibrada, garantizando un suministro estable**. Sin embargo, la creciente incorporación de energías renovables variables exige una reconfiguración del sistema, donde aspectos como la energía firme (en contextos de baja hidrología) y la disponibilidad de potencia en horas pico (cuando recursos como la radiación solar son limitados) adquieren relevancia. Un megavatio de potencia instalada en una planta térmica a carbón genera, en promedio, cuatro veces más energía que uno solar, lo que evidencia el desafío para asegurar un suministro confiable en sistemas basados en fuentes renovables variables.

El estudio evidencia que para evitar déficits en el suministro ante una eventual salida de plantas térmicas del sistema eléctrico nacional, **se requiere avanzar significativamente en la incorporación de nueva capacidad instalada con energías renovables**, adicional a los proyectos planeados actualmente. Los balances energéticos proporcionan a los tomadores de decisión información crítica sobre las vulnerabilidades del sistema ante el cese de operación de estas plantas, asegurando que la integración de energías renovables no comprometa la estabilidad del mismo. Para ello, se analizan en conjunto la oferta y la demanda. Este enfoque dual implica que el déficit de energía firme evidenciado en los escenarios de salida de plantas térmicas puede abordarse desde ambos frentes:

### 1. ¿Qué hacer para garantizar la oferta?

- **GESTIONAR CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES PARA GARANTIZAR LA VIABILIDAD DE LOS PROYECTOS EN DESARROLLO:** Varios proyectos enfrentan retrasos debido a conflictos socioambientales. Es fundamental que se diseñen salvaguardas, estrategias de participación con las comunidades afectadas para mitigar estos conflictos y asegurar que los proyectos puedan avanzar. Además, se requiere celeridad en una reglamentación clara sobre las consultas previas, tema que aún se está definiendo a través de decisiones de la Corte Constitucional y genera incertidumbre jurídica para los desarrolladores.
- **ATENDER LAS CONDICIONES HABILITANTES EN LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE TRANSMISIÓN NECESARIAS PARA LA ENTRADA EN OPERACIÓN DE LOS PROYECTOS.** La planificación y la celeridad en la ejecución de mejoras en la red de transmisión (Misión Transmisión) deben ser prioritarias.
- **IMPLEMENTAR ESTRATEGIAS COMPLEMENTARIAS QUE GARANTICEN UN SUMINISTRO CONFIABLE APROVECHANDO LA TECNOLOGÍA DISPONIBLE:** Ante la variabilidad intrínseca de las energías renovables, es clave aumentar la estabilidad y disponibilidad de los proyectos de energía renovable en horas críticas, especialmente durante periodos de alta demanda o baja generación. Entre las medidas más relevantes se destaca el almacenamiento con baterías (BESS).
- **CONTINUAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS OBLIGACIONES DE ENERGÍA FIRME PARA TECNO-**



**LOGÍAS RENOVABLES:** Es fundamental desarrollar metodologías rigurosas con un fuerte componente técnico que permita cuantificar y evaluar adecuadamente el aporte real de firmeza de cada tecnología. Esto incluye valorar el papel estratégico de soluciones como el almacenamiento con baterías, la hibridación entre fuentes renovables y los programas de respuesta de la demanda.

oferta local y reducen la presión sobre el sistema centralizado. Estos modelos no solo fortalecen la seguridad energética, sino que empoderan a las comunidades, fomentando un esquema descentralizado y renovable.

## 2. ¿Qué hacer desde la demanda?

- **MITIGAR EL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA:** Si la demanda crece aceleradamente, las renovables solo cubrirán nuevos consumos, sin facilitar la salida de plantas térmicas. Es crucial implementar incentivos para reducir el consumo y optimizar el uso de energía eléctrica, por ejemplo, a través de medidas de eficiencia energética.
  - **IMPULSAR MODELOS DESCENTRALIZADOS:** Las comunidades energéticas, municipios energéticos y la generación distribuida son soluciones duales: aumentan la oferta local y reducen la presión sobre el sistema centralizado. Estos modelos no solo fortalecen la seguridad energética, sino que empoderan a las comunidades, fomentando un esquema descentralizado y renovable.
- Mientras tanto, la realidad es que la descarbonización de la matriz energética eléctrica avanza lentamente. La salida del carbón sigue en etapas iniciales, y el gas natural —cuyos precios proyectan una tendencia a la baja en el mediano plazo— mantiene un rol predominante. Esta señal de mercado representa un desafío para la transición energética, ya que reduce el incentivo económico para reemplazar esta fuente fósil con alternativas renovables. Para contrarrestar este efecto y acelerar la transición, se requiere actualizar el marco regulatorio, incluyendo ajustes al cargo por confiabilidad, asegurando que internalice los costos reales de la generación térmica (ej. emisiones y volatilidad de combustibles), continuar la implementación de Obligaciones de Energía Firme (OEF) para renovables y mecanismos de compensación estratégica, como contratos de largo plazo para equilibrar la competitividad de las renovables frente a los bajos precios del gas.



*Policy Brief:*

## ► **Balances oferta-demanda de energía eléctrica**

ante escenarios de salida de  
plantas térmicas en Colombia

*Especial Gas en la*

*Transición Energética*

---

**Elaborado por:** Equipo Energía de Transforma  
Verónica Valencia y Juan Felipe Parra  
**Revisión técnica:** Karem Castro  
**Revisión de estilo:** Santiago Rodas y Carolina Martínez  
**Aprobación:** Giovanni Pabón

---

Diseño y diagramación: VISUALARIUM Estudio

Portada: VISUALARIUM Estudio

Fotos: Unsplash +