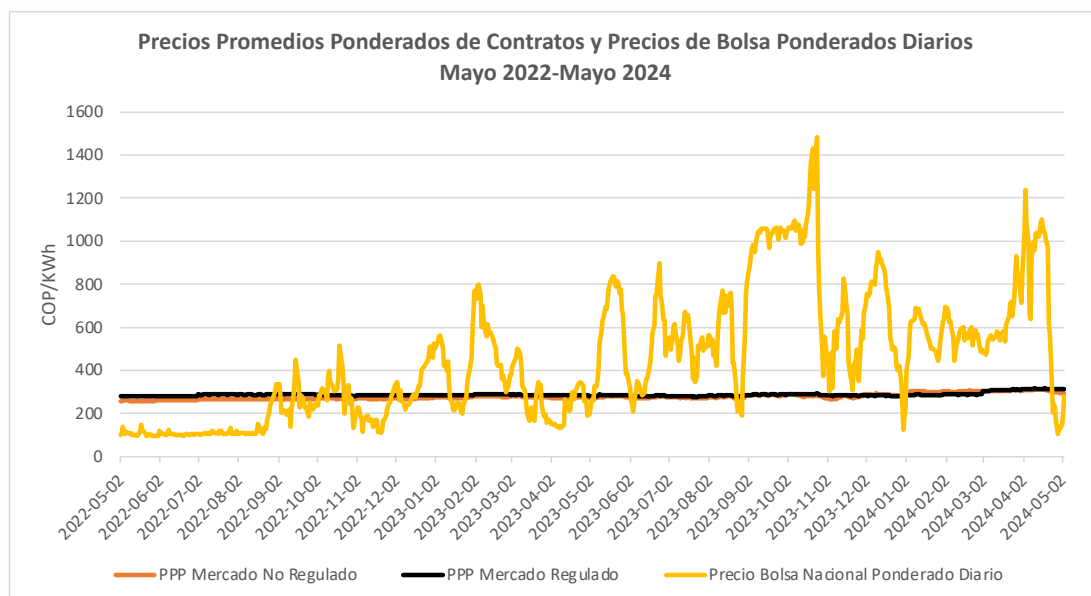


## EL COSTO Y EL PRECIO DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

La relación entre precios y costos para la hidroelectricidad en el mercado colombiano demuestra perfectamente por qué es muy difícil mezclar energía eléctrica con mercados. Los mercados que se han podido aplicar a sistemas eléctricos son mercados intervenidos – con razón, porque la demanda de electricidad es lo que los economistas designan ‘inelástica con respecto al precio’. Es decir, como la energía eléctrica es esencial, los señales de precio no son suficientes para reducir la demanda en el corto plazo – así que, si se presentan obstáculos a su suministro los precios suben vertiginosamente a niveles insostenibles para los consumidores. Además, los experimentos en diseños de mercados para mitigar el funcionamiento del mercado frecuentemente dan lugar a resultados perversos que tampoco favorecen a los consumidores.

Los amplios datos ofrecidos por el operador del mercado colombiano, la empresa XM, revelan, primero, unas diferencias muy importantes entre los precios de contratos a largo plazo y los precios de la bolsa (Gráfico 1).

Gráfico 1



**Fuente:** elaboración propia con datos de XM (Sinergox)

Por ejemplo, en octubre de 2023 el precio promedio mensual de contratos para el mercado regulado fue \$288,92/KWh, mientras que el precio promedio mensual de la bolsa fue \$1023,57/KWh – 3,5 veces más. Segundo, los precios de la bolsa misma demuestran una volatilidad diaria impresionante: los datos de XM demuestran que entre mayo de 2022 y mayo de 2024, la volatilidad móvil diaria fue típicamente más del 10% y

a veces más del 20%.<sup>1</sup> Durante periodos superiores a un día los precios fueron tan bajos como \$96,47/KWh el 23 de mayo, 2023, y tan altos como \$1428,24/KWh el 24 de octubre de 2023 - casi quince veces más. Tercero, los precios de oferta de los generadores de hidroelectricidad muestran diferencias muy grandes, cayendo de un pico de \$1038,72/KWh el 21 de octubre de 2023 hasta \$130,31/KWh el 30 de abril de 2024 (Gráfico 2).

Gráfico 2



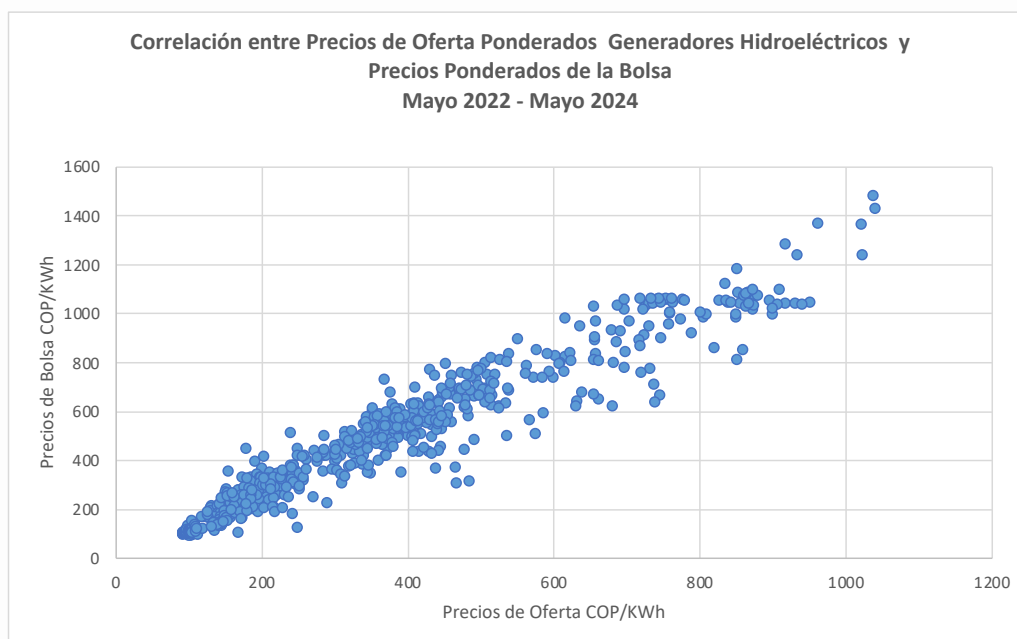
**Fuente:** elaboración propia con datos de XM (Sinergox)

Cuarto, hay diferencias muy grandes entre las ofertas del mismo generador: por ejemplo, entre septiembre y noviembre 2023 datos de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios demuestran una oferta mínima para Guatapé de \$93,7/KWh, una oferta promedio de \$331,4/KWh y una oferta máxima de \$1150/KWh.<sup>2</sup> Quinto, datos de XM demuestran que hay una correlación fuerte entre los precios de bolsa y las ofertas de los generadores (Gráfico 3).

<sup>1</sup> <https://sinergox.xm.com.co/trpr/Paginas/Informes/VolatilidadPrecioBolsa.aspx>

<sup>2</sup> Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2023), *Boletín de Seguimiento y Monitoreo de los Mercados Mayoristas de Energía y Gas*, septiembre-noviembre 2023, Tabla 3-10

Gráfico 3



**Fuente:** elaboración propia con datos de XM (Sinergox)

La implicación es que las ofertas marginales de los hidro-generadores están determinando los precios de la bolsa a todos los niveles de precios.

Estos datos del comportamiento de los precios marginales de la hidro-generación parecen incomprensibles en el contexto de los aspectos económicos típicos de esta fuente de generación eléctrica. Aun si hay diferencias entre tecnologías y entre las ubicaciones de plantas hidroeléctricas, queda evidente que la gran mayoría de sus costos son costos de capital, las inversiones requeridas para construir un embalse y instalar turbinas. Estos costos son ‘costos hundidos’ y no causan variaciones en los costos de generación a corto plazo. Además, según la Agencia Internacional de Energía Renovable, el promedio mundial de los demás costos de la hidro-generación, es decir, los costos variables de operación y mantenimiento, es solamente 2,5% de los costos de capital.<sup>3</sup> Así no es posible que variaciones en los costos de la hidro-generación podrían causar giros fuertes en sus costos: el costo marginal de hidro-generación sería siempre cerca de cero. Entonces, ¿cómo explicar el comportamiento de los precios de hidro-generación en la bolsa colombiana?

Una explicación posible involucra una práctica que se ha desarrollado en la formación de ofertas de precio de los hidro-generadores en mercados privatizados y liberalizados: se introdujeron ofertas con base en ‘costos de oportunidad’. Se plantea que como bajan los niveles de agua en los embalses, el valor del agua que se queda aumenta y así

<sup>3</sup> International Renewable Energy Agency (2012), *Hydropower*, Renewable Energy Cost Series, Vol1, Issue 3/5, p.24

también su costo de oportunidad, porque podría tener un valor aún más alto bajo circunstancias que podrían presentarse mañana, la próxima semana o en algunos meses. Es decir, que es legítimo ofrecer un precio mucho más alto que el costo marginal para señalar una posible escasez futura y así preservar agua para enfrentar este futuro potencialmente más difícil.

Este argumento es completamente arbitrario. Primero, como se ha enseñado a todos los economistas, los costos de oportunidad no son costos para cobrar, son costos que se utilizan como herramienta en la evaluación de diferentes proyectos de inversión o en otras decisiones económicas. Segundo, el agua no pertenece a los hidro-generadores; reciben su insumo principal gratis, un valor que no cambia. Tercero, los pronósticos del futuro son inevitablemente arbitrarios y también sirven el interés de los hidro-generadores de una manera circular: si se acepta una oferta alta hoy, hay ganancias excesivas hoy, si no se acepta, queda la oportunidad de ganancias excesivas en el futuro. Es ‘ganar-ganar’ y hace atractivo participar en la bolsa, algo comprobado por datos de Superservicios demostrando que los hidro-generadores grandes dejan una buena parte de su producción libre de contratos a largo plazo y aumentan esta proporción en momentos de escases anticipados. Superservicios comenta:

De los agentes hidro, Celsia y EPM, tuvieron su generación real por encima de las ventas en contratos. EPM cerró noviembre con una generación real superior en 40,5% a sus ventas en contratos, mientras que EPM llegó a tener generación real superior en 58,0% con relación a sus ventas en contratos. Esto refleja que estos agentes vendieron energía en bolsa durante el trimestre.<sup>4</sup>

Fue durante este trimestre, septiembre-noviembre 2023, que los precios de bolsa explotaron (Gráfico 1): durante 45 días de septiembre y octubre 2023 los precios de bolsa excedieron mil pesos por KWh.

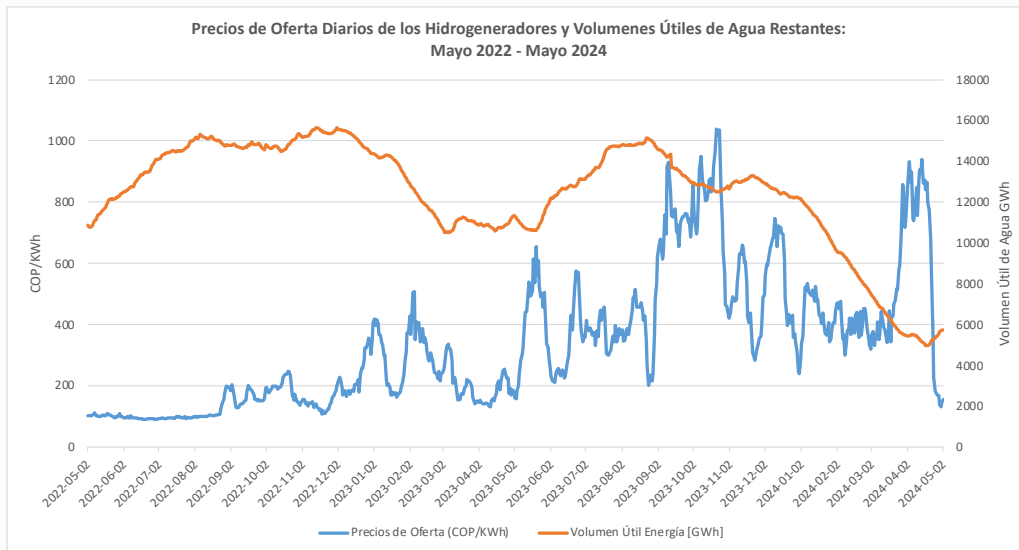
Cuarto, el hecho que una oferta alta hoy pueda ser aceptada indica que la bolsa no sirve para conservar agua, el agua solamente puede conservarse con certeza por vía de ofertas (o falta de ofertas) de *cantidad*, no de *precio*.

Sin embargo, si fuera el caso que los costos de oportunidad estaban informando las ofertas de precio de los hidro-generadores la expectativa sería que sus precios de oferta manifestarían una relación inversa bien definida entre los precios de oferta y los volúmenes de agua útil disponibles – como bajaba los volúmenes de agua disponibles los precios subirían. Gráfico 4 indica que esto no fue el caso al nivel del sistema.

---

<sup>4</sup> Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2023), *Boletín de Seguimiento y Monitoreo de los Mercados Mayoristas de Energía y Gas*, septiembre-noviembre 2023, p.74

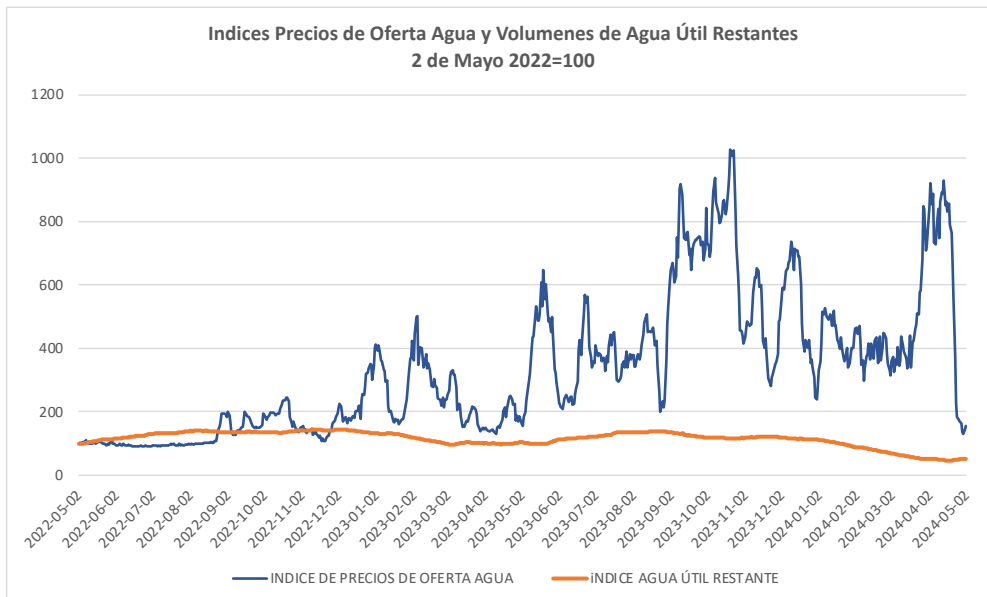
Gráfico 4



Fuente: elaboración propia con datos de XM (Sinergox)

Gráfico 5, en que los valores absolutos del Gráfico 4 se han convertido en valores relativos por convertirlos en índices, confirma que no existe una relación inversa importante entre los precios de oferta y los volúmenes útiles de agua restantes.

Gráfico 5



Fuente: elaboración propia con datos de XM (Sinergox)

Además, una selección aleatoria de los precios de oferta y los volúmenes útiles restantes para varios embalses en diferentes ubicaciones y con diferentes capacidades indican que tampoco hay una relación entre escasez de agua y precios de oferta al nivel de plantas individuales (Cuadro 1).

**Cuadro 1: Precios y Volúmenes Útiles de Agua al nivel de Embalses Individuales: Muestra Aleatoria**

<b>ITUANGO (EPM)</b>	
Volumen Util Disponible 28-02-24 (GWh)	20,01
Precio Oferta (COP/KWh)	89,79
Volumen Util Disponible 6-02-24 (GWh)	14,42
Precio Oferta (COP/KWh)	89,79
Volumen Util Disponible 16-12-23 (GWh)	20,22
Precio Oferta (COP/KWh)	91,19
Volumen Util Disponible 1-10-23 (GWh)	260,57
Precio Oferta (COP/KWh)	95,8
<b>GUAVIO (ENEL)</b>	
Volumen Util Disponible 28-02-24 (GWh)	338,63
Precio Oferta (COP/KWh)	560
Volumen Util Disponible 6-02-24 (GWh)	625,44
Precio Oferta (COP/KWh)	625
Volumen Util Disponible 16-12-23 (GWh)	1093,42
Precio Oferta (COP/KWh)	860
Volumen Util Disponible 1-10-23 (GWh)	1117,62
Precio Oferta (COP/KWh)	1064,9
<b>PEÑOL-GUATAPÉ (EPM)</b>	
Volumen Util Disponible 28-02-24 (GWh)	2107,86
Precio Oferta (COP/KWh)	89,79
Volumen Util Disponible 6-02-24 (GWh)	2554,25
Precio Oferta (COP/KWh)	89,79
Volumen Util Disponible 16-12-23 (GWh)	3377,58
Precio Oferta (COP/KWh)	87,3
Volumen Util Disponible 1-10-23 (GWh)	3651,28
Precio Oferta (COP/KWh)	1088
<b>EL QUIMBO (ENEL)</b>	
Volumen Util Disponible 28-02-24 (GWh)	339,09
Precio Oferta (COP/KWh)	550
Volumen Util Disponible 6-02-24 (GWh)	433,21
Precio Oferta (COP/KWh)	630
Volumen Util Disponible 16-12-23 (GWh)	641,91
Precio Oferta (COP/KWh)	790
Volumen Util Disponible 1-10-23 (GWh)	756,32
Precio Oferta (COP/KWh)	1019

**Fuente:** elaboración propia con datos de XM (Sinergox)

Por ejemplo, se puede observar que Ituango ofreció precios similares con reservas de agua muy diferentes y también un precio más alto cuando existía un volumen útil más alto. En el caso de El Guavio hay precios mucho más altos cuando hay más agua disponible. El 16 de diciembre de 2023, Peñol-Guatapé ofreció un precio doce veces menos que el primer de octubre del mismo año cuando el volumen de agua útil fue menos que el primer de octubre. El caso de El Quimbo es similar: ofrecía precios más altos cuando los volúmenes útiles estaban más altos. Estos datos también revelan la vacuidad de sugerir que costos de oportunidad informan precios de oferta. En octubre de 2023 los precios de oferta llegaron a niveles muy altos por el temor que el Niño iba causar niveles de agua peligrosamente bajos en los embalses. Pero en diciembre de 2023 los precios de oferta bajaron fuertemente sin que este pronóstico hubiera cambiado.

La sola conclusión que nos queda es que las empresas están ofreciendo los precios que les convienen en búsqueda de ganancias más altas, algo que no podrían hacer en un mercado competitivo. Este comportamiento requiere de un contexto monopolístico para permitir que los participantes puedan escoger cualquier precio en la formación de sus ofertas. En la bolsa colombiana este requerimiento se cumple de dos maneras principales. Primero, todos los hidro-generadores tienen un monopolio colectivo hasta el nivel de demanda que pueden acomodar, no hay otra fuente de generación que puede competir con sus bajos costos. Segundo, como se incrementa la demanda los hidro-generadores más grandes pueden gozar de un monopolio específico a medida que aumenta la demanda. Por ejemplo, durante el trimestre septiembre, octubre y noviembre de 2023, Superservicios reportó que solo tres agentes, ISAGEN, ENEL y EPM, fijaron el precio de bolsa el 77% del tiempo.<sup>5</sup> Durante el trimestre diciembre 2023, enero y febrero 2024, tres agentes, esta vez ENEL, ISAGEN y Chivor (AES), fijaron el precio de bolsa 81% del tiempo.<sup>6</sup> Adicionalmente, todos los hidro-generadores grandes, CELSIA (Grupo Argos), ENEL, EPM y ISAGEN tienen sus propias plantas térmicas, un aspecto del sistema que permite los juegos de estrategia entre plantas hídricas y plantas térmicas. Según datos de Superservicios para el trimestre diciembre 2023 hasta febrero 2024, lo que sobresale es la variabilidad extrema de las ofertas de precio para plantas térmicas. Por ejemplo, Merilectrica 1 de CELSIA tuvo una desviación estándar de \$398/KWh en sus

---

<sup>5</sup> Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2023), *Boletín de Seguimiento y Monitoreo de los Mercados Mayoristas de Energía y Gas*, septiembre-noviembre 2023, p.61

<sup>6</sup> Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2024), *Boletín de Seguimiento y Monitoreo de los Mercados Mayoristas de Energía y Gas*, diciembre 2023-febrero 2024, p.61

precios de oferta, Zipa 4 de ENEL \$185/KWh, Termodorada de EPM \$316/KWh y Termocentro 1 de ISAGEN \$334/KWh.<sup>7</sup>

Para consolidar estas críticas de la formación de precios en la bolsa colombiana es útil hacer una comparación con el funcionamiento de un sistema integrado en donde el operador del sistema llama a arrancar plantas según un orden de mérito basado en costos - digamos, costos promedios a largo plazo incluyendo costos de capital - no en precios. En este caso la señal de escasez de agua sería puramente una señal *cuantitativa* - la no disponibilidad de una planta - no habría repercusiones arbitrarias para precios y para consumidores. También existiría un mecanismo sencillo para financiar capacidad adicional - los precios aumentarían a medida que las plantas con costos más altos entrarían en servicio, así produciendo un excedente importante para generadores de bajo costo (una renta Ricardiana), especialmente para los hidro-generadores, y creando una fuente para invertir en capacidad adicional, y para asegurar la presencia en el mercado de plantas térmicas y de energía renovable con costos marginales altos.

Aun si el impacto de precios altos en la bolsa sobre los precios que pagan los usuarios varía según el grado de exposición de sus comercializadores a los precios de bolsa, esto puede ser importante - mientras que unos comercializadores dependen de la bolsa para menos del 20% de sus compras para el mercado regulado, otros están expuestos hasta el 30, 40 o aún el 60%.<sup>8</sup> En la región Caribe, por ejemplo, donde el cubrimiento de contratos es alrededor de 80%, el costo de generación para los usuarios en los mercados regulados de AIR-E y Afina subió en 71% entre octubre de 2020 (cuando estas empresas entraron en los mercados de la región) y marzo de 2024, adicionando un promedio de \$156/KWh a sus facturas.<sup>9</sup>

Una manera de eliminar los giros en los precios de energía eléctrica en la bolsa colombiana sería insistir que los hidro-generadores hagan ofertas con base en sus costos marginales actuales, no imaginados. Sin embargo, es probable que esta medida resultase en la retención de capacidad para que las plantas térmicas tendrían que entrar en servicio más frecuentemente, así impulsando alzas en precios por otro camino (y también beneficiando a los hidro-generadores con plantas térmicas). Una alternativa planteada recientemente por ACOGEN (La Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica) sería proteger consumidores de los riesgos de la bolsa por extender el

---

<sup>7</sup> Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2024), *Boletín de Seguimiento y Monitoreo de los Mercados Mayoristas de Energía y Gas*, diciembre 2023-febrero 2024, Tablas 3-6, 3-7, 3-8 y 3-9.

<sup>8</sup> Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2023), *Boletín de Seguimiento y Monitoreo de los Mercados Mayoristas de Energía y Gas*, septiembre-noviembre 2023, Figura 3-32

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2024), *Boletín de Seguimiento y Monitoreo de los Mercados Mayoristas de Energía y Gas*, diciembre 2023-febrero 2024, Figura 3-34

<sup>9</sup> Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, *Información tarifaria de energía principales comercializadores integrados al operador de red*



cubrimiento de contratos a largo plazo, tomando varias medidas para permitir “que la bolsa sea cada vez más un mercado de ajuste, con impacto limitado en cuanto a las fluctuaciones, en el valor que los usuarios pagan en sus facturas por el componente de generación”.<sup>10</sup> Es decir que el cubrimiento de contratos a largo plazo extendería a más que 90% de la demanda, los hidro-generadores grandes tendrían menos generación disponible para manipular la bolsa y la bolsa sería solamente para acomodar cambios imprevistos en la demanda.

*Philip Wright*

*Observatorio del Caribe Colombiano*

*Junio de 2024*

---

<sup>10</sup> *Propuestas para enfrentar la coyuntura tarifaria en el Caribe Colombiano*, Carta de Acolgen al Ministro de Minas y Energía, 6 de mayo 2024, p.21