

PERSPECTIVA SECTORIAL: ENERGÍA

ACTUALIDAD DEL SECTOR ENERGÉTICO COLOMBIANO Y VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

- La matriz de generación eléctrica de Colombia se basa en el uso de recursos hídricos principalmente, cuya utilización evita la contaminación y resulta en costos de generación más económicos frente a la generación térmica, basada en el uso de combustibles fósiles. En el futuro se espera una mayor participación de Fuentes Renovables No Convencionales (FRNC) con lo que la matriz de generación podrá ser aún más “limpia”, e inclusive más económica.
- Actualmente, el nivel de los embalses y el caudal de los ríos utilizados en la generación hidráulica es elevado, y se espera que esta situación climática continúe durante el resto del año. Aun así, al basarse en condiciones climáticas, que se esperan cada vez más cambiantes, nuestro sistema energético (eléctrico) es vulnerable y conviene revisar -regularmente- qué pasaría en caso de cambios climáticos que limiten la disponibilidad del recurso hídrico para la generación eléctrica.
- Realizamos un seguimiento al sistema energético colombiano (actividad de generación eléctrica), junto con un análisis de vulnerabilidad basado en el precio de oferta de todos los generadores eléctricos que hacen parte del Sistema Interconectado Nacional (SIN), simulando escenarios de menor disponibilidad hídrica, la entrada de la generación basada en FRNC, así como otros escenarios relevantes.
- Como era de esperarse, la menor disponibilidad de recursos hídricos encarece a los precios del sistema. Por otro lado, los precios que pueden lograr las FRNC son competitivos frente a los de la generación térmica. Sin embargo, debemos recordar que tal como la generación hidráulica, las FRNC que se esperan desarrollar en Colombia también dependen de las condiciones climáticas y no dan “confiabilidad”. Este será el caso mientras no se desarrolle tecnologías de almacenamiento a gran escala.

Ayde Catalina Figueroa Castro

Asistente de Investigaciones Económicas

(+57-601) 3538787 Ext. 69975

ayde.figueroa@corficolombiana.com

Andrés Duarte Pérez

Director de Renta Variable

(+57-601) 3538787 Ext. 70007

andres.duarte@corficolombiana.com

Contenido

Actualidad del sector energético colombiano y vulnerabilidad al cambio climático.....	3
Confiabilidad, Seguridad y Transición energética.....	3
El sector energético no petrolero – actividad de generación eléctrica	5
Actividades y articulación	5
Oferta de electricidad.....	6
Matriz de generación actual	6
Matriz de generación objetivo	7
Generación histórica por tipo de tecnología	7
Demanda de electricidad.....	9
Comportamiento de la demanda en los últimos años	9
Capacidad de producción Vs demanda de potencia máxima	10
Proyección de la demanda de energía eléctrica	11
Mercado de energía y precios de los contratos	12
El mercado spot completa al mercado de energía eléctrica	12
Precio de oferta Vs precio de bolsa	14
Precio de contratos Vs precio de bolsa.....	15
Proyección de contratos regulados y no regulados.....	15
Sensibilidad del mercado eléctrico frente a eventos climáticos y otros factores.....	16
Descripción del ejercicio	16
Niveles de disponibilidad y escenarios	17
Resultados y conclusiones	18
Anexo: Glosario.....	22

Actualidad del sector energético colombiano y vulnerabilidad al cambio climático

Ayde Catalina Figueroa Castro

Asistente de Investigaciones

Económicas

(+57-601) 3538787 Ext. 69975

ayde.figueroa@corficolombiana.com

Andrés Duarte Pérez

Director de Renta Variable

(+57-601) 3538787 Ext. 70007

andres.duarte@corficolombiana.com

Confiabilidad, Seguridad y Transición energética

Para efectos de este informe, **la confiabilidad energética (eléctrica) consiste en contar con la energía requerida, independientemente de lo que ocurra con fenómenos no controlables como el clima. Asimismo, la seguridad energética es la capacidad y acción de un país, para garantizar el suministro de la energía requerida en la actualidad y el futuro, con un mínimo de interrupciones.** Son temas relacionados que se deben balancear con las consideraciones medioambientales, económicas, sociales, etc. Creemos que el país cuenta con seguridad energética, y nos basamos en el concepto de confiabilidad para analizar la vulnerabilidad de la generación eléctrica en Colombia.

Como ejemplo: si la matriz de generación de un país se basa en el gas natural, esta generación térmica se puede realizar bajo cualquier condición climática, por lo que es confiable; sin embargo, si este gas es importado y el vendedor amenaza con cortar el suministro a cada rato, no hay seguridad energética. Asimismo, si a falta de sol o de viento no se puede generar electricidad (generación solar y eólica), no hay confiabilidad. Finalmente, si un país puede generar más energía de la que necesita, y su generación se basa en recursos propios, este país cuenta con seguridad energética. En este sentido, creemos que el Colombia cuenta con seguridad energética.

Actualmente la matriz de generación colombiana es limpia y se espera que lo sea más en el futuro. Adicionalmente, se espera que la situación de las lluvias continúe siendo favorable para lo que resta del año. **Sin embargo, nuestro mercado eléctrico presenta vulnerabilidades que deben revisarse con regularidad, comenzando por la sensibilidad al nivel de lluvias y al nivel de los embalses, y el hecho de que la mayor parte de la generación eléctrica con Fuentes Renovables No Convencionales (FRNC) también es vulnerable a fenómenos climáticos (falta de sol y/o viento).**

Con esto en mente, realizamos un estudio de sensibilidad de los precios agregados de oferta al tipo de tecnología de generación, extrapolando el mecanismo de formación de

Imagen 1: Planta hidroeléctrica



Fuente: Deposiphotos. * Proceso hidráulico para la generación eléctrica.

Imagen 2: Paneles solares



Fuente: Deposiphotos. * Proceso fotovoltaico para la generación eléctrica.

Imagen 3: Aerogeneradores



Fuente: Deposiphotos. * Generación eléctrica a partir de la fuerza del viento.

precios en bolsa para la totalidad de la electricidad ofertada y demandada en el país. Asimismo, corroboramos -lo obvio- que la inclusión de cualquier criterio diferente al precio de despacho en la formación de precios -desde la oferta-, daña el mecanismo de formación de precios, y resulta en una pérdida de eficiencia.

Antes del análisis de sensibilidad mencionado ("Sensibilidad del mercado eléctrico frente a eventos climáticos y otros factores", que aparece en la parte final de este informe), caracterizamos al sector energético no petrolero de Colombia, concentrándonos en lo relacionado con la generación eléctrica; la descripción de la matriz de generación eléctrica y su evolución, el comportamiento histórico de la oferta y la demanda, los factores que más influyen en el mercado eléctrico, la transición energética, etc. La problemática actual del incremento en los precios de la electricidad, relacionados con la coyuntura inflacionaria y la indexación de los contratos lo tratamos en el informe de perspectiva sectorial anterior (ver "Inflación de precios de energía e indexación en Colombia", en [Perspectiva Sectorial, Junio 22 de 2022](#)).

Asimismo, el sector energético colombiano se encuentra en pleno proceso de transición, alineándose con el esfuerzo internacional en procura de cumplir con los objetivos del Pacto de Paris. A la evidente urgencia ambiental a nivel global, se suman eventos geopolíticos que recuerdan la importancia de la seguridad energética en este proceso de transición. En Colombia, la discusión sobre el balance entre los temas ambientales y la seguridad energética ha sido recurrente, toda vez que el país cuenta con una matriz de generación basada en la generación hidráulica no contaminante, que se completa con generación térmica basada en combustibles fósiles contaminantes, cuya participación debe aumentar cada vez que los recursos hídricos resultan insuficientes.

Continuando con la transición energética, el plan es que la capacidad de generación por FRNC supere el 13% en 2023 del total (actualmente menor al 1%), principalmente a partir de la generación eólica y solar, cuyo mayor potencial de generación se encuentra en el departamento de La Guajira. El incremento en la capacidad de generación con Fuentes Renovables No Convencionales (FRNC) en Colombia es sin duda un avance en la dirección correcta, sin embargo, mientras no se cuente con tecnología de almacenamiento a gran escala, la generación por FRNC presenta el mismo problema que la generación hidráulica cuando los niveles de los embalses son bajos, no brindan confiabilidad por lo que deben complementarse con otras tecnologías.

Cuadro 1: Remuneración de toda la cadena de la energía eléctrica en la tarifa de energía (TE)



Tomado de Cosenit. TE: Tarifa de energía, G: Generación, C: Comercialización, T: Transmisión, D: Distribución, O: Otros, incluye pérdidas de energía y restricciones.

Cuadro 2: Estructura institucional



Fuente: CREG

El sector energético no petrolero – actividad de generación eléctrica

La actividad de generación eléctrica, junto con las actividades de transmisión, distribución y comercialización componen a la cadena de la energía eléctrica o el sector energético no petrolero. La tarifa de la energía que se le cobra al usuario final incluye la remuneración a toda la cadena de la energía eléctrica (cuadro 1). Las principales autoridades relacionadas con el sector se describen en la tabla 1, y la estructura institucional en el cuadro 2.

Tabla 1. Principales autoridades

Ministerio de Minas y Energía (MME)

Entidad responsable de fijar las políticas y supervisar el funcionamiento general del sector eléctrico.

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)

Unidad administrativa especial, perteneciente al MME, enfocada en el desarrollo, actualización y planeación del sector, lo cual incluye la definición del Plan de Expansión del STN.

Departamento Nacional de Planeación (DNP)

Es una entidad de carácter técnico, enfocada en el análisis y estudio y asesoría al Estado en asuntos relacionados con el desarrollo nacional, incluyendo proyectos de infraestructura.

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)

Es la encargada de la regulación de los sectores de energía, gas y combustibles líquidos. Dentro de sus funciones se encuentra la definición de los mercados regulados y no regulados, además de las metodologías de cálculo de cargos por uso del STN, STR y SDL, así como la fijación de tarifas, entre otros.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)

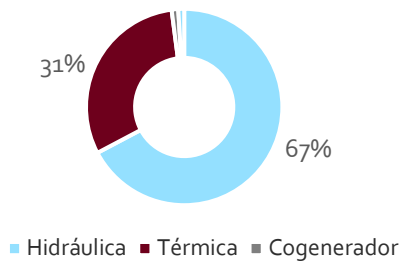
Entidad encargada de la supervisión, vigilancia y control de los servicios públicos.

Fuentes: CREG, XM, UPME. Construcción: Corficolombiana.

Actividades y articulación

Generación (G): Consiste en transformar diferentes tipos de energía (potencial, cinética, química, etc.) en energía eléctrica. Esta generación requiere de agua en movimiento, combustibles fósiles, viento, sol, entre otros; mediante la utilización de centrales hidroeléctricas, plantas térmicas y parques eólicos, entre otros. La utilización de una fuente de energía en particular depende de la disponibilidad -y precio- de los recursos energéticos, así como de la aplicación de incentivos para estimular/desestimular ciertos tipos de generación.

Gráfico 1. Capacidad Efectiva - 2022



Fuente: XM. Cálculos: Corficolombiana.

Tabla 2. Capacidad efectiva neta (MW) - 2022

Hidráulica	11.974
Térmica	5.461
Cogenerador	193
Solar + Eólica	173
Total	17.801

Fuente: XM. Construcción: Corficolombiana

Transmisión (T): Esta actividad consiste en el transporte de la electricidad desde las centrales generadoras hasta los grandes centros de consumo, a través de cables que están sostenidos por torres con características especiales que permiten la circulación de alto voltaje (niveles de tensión superiores a 220 kV) por largas distancias. El conjunto de líneas y equipos asociados con los que se transmite la electricidad en Colombia se denomina Sistema de Transmisión Nacional, STN.

Distribución (D): La distribución eléctrica complementa a la transmisión en el transporte de electricidad, comprendiendo los niveles de tensión inferiores a 220 kV y operando los Sistemas de Transmisión Regional (STR) y de Distribución Local (SDL), que llevan a la electricidad del punto de transmisión (red de alta tensión) hasta el consumidor final. Se hace mediante cables sostenidos por estructuras de menor tamaño que en el STN, los cuales llevan menores cantidades de energía a través de una misma región para luego distribuirla a cada usuario.

Comercialización (C): La compra de energía eléctrica en el mercado mayorista y su venta a los usuarios finales, bien sea que esa actividad se desarrolle o no en forma combinada con otras actividades del sector eléctrico, cualquiera sea la actividad principal. (R. CREG-031-1997; Art. 1). En cuanto al mercado eléctrico, el tipo de usuario o demandante de electricidad divide al mercado entre mercado regulado y mercado no regulado. El nivel de demanda que separa a los usuarios y mercados es de 0,1 MW o 55 MWh.

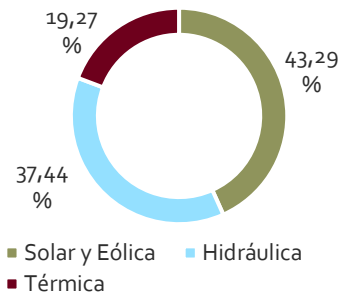
Articulación de las actividades: La articulación de las actividades se da en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) que conecta y abastece a todo el país, con la participación de toda la cadena eléctrica (G + T + D + C), conformando al Mercado de Energía Mayorista Colombiano. Por otro lado, en cuanto a la transición energética, la modernización de la legislación está contenida en la Ley 2099 de 2021.

Oferta de electricidad

Matriz de generación actual

La capacidad efectiva neta de generación para el año 2022 es de 17.801 MW (mayo 2022), de los cuales 67,3% corresponden a energía hidráulica, el 30,7% corresponde a energía térmica, 1,1% hace referencia a energía por cogeneración, el 0,9% a la solar y el 0,1% restante a

Gráfico 2: Capacidad Efectiva - 2050



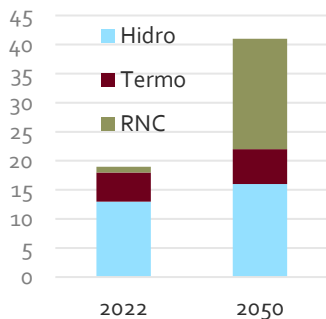
Fuente: UPME - PEN. Cálculos: Corficolombiana.

Tabla 3. Capacidad efectiva neta (MW) - 2050

Solar y Eólica	18.322
Hidráulica	15.845
Térmica	8.157
Total	42.325

Fuente: UPME - PEN. Construcción: Corficolombiana.

Gráfico 3. Evolución esperada de la capacidad instalada (GW)



Fuentes: XM, UPME - PEN. Cálculos: Corficolombiana

energía eólica (gráfico 1 y tabla 2). Así las cosas, el país cuenta con una de las matrices de generación eléctrica más limpias del planeta.

Matriz de generación objetivo

El gráfico 2 y la tabla 3 muestran la matriz de generación proyectada para el año 2050 en el Plan Energético Nacional 2020-2050. Se espera tener una capacidad instalada de 42.709 MW, de los cuales 43,2% corresponden a FRNC, 37,4% a energía hidráulica y el 19,2% restante a energía térmica; logrando así, un aumento en la capacidad efectiva neta total de 24.907 MW con respecto al presente año (gráfico 3), manteniéndose holgada frente a la demanda esperada. La capacidad futura provee más seguridad y confiabilidad, es más diversa y limpia. Asimismo, la vulnerabilidad frente a eventos climáticos como la sequía disminuye.

Ahora bien, las FRNC también presentan vulnerabilidad a factores climáticos, en este caso a la intermitencia del viento y el sol. **Sin embargo, se contará con el efecto de “diversificación climática”, pues la presencia -o ausencia- de lluvia, sol y viento no se darán al tiempo.** Por ejemplo: se espera que los eventos extremos de sequía (Fenómeno del niño) que afectan adversamente la generación hidráulica, dada la disminución en el caudal de los ríos y el nivel de los embalses, coincida con una mayor capacidad de generación solar y viceversa.

Generación histórica por tipo de tecnología

Más allá de la limpieza de la matriz de generación colombiana, recordamos que el uso de las diferentes tecnologías de generación disponibles depende principalmente de factores climáticos que afectan los niveles de lluvias y embalses. En la tabla 4 y el gráfico 4 se evidencia la participación de las diferentes tecnologías en la generación de energía para el mes de mayo de 2022, en donde la hidráulica y la térmica tuvieron un 85,4% y un 13,5% de participación respectivamente, reflejando el elevado nivel de lluvias que viene teniendo el país, situación que se espera continúe hasta el final del año.

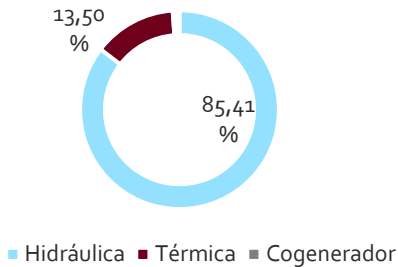
La mayor utilización de la generación hidráulica frente a la generación térmica es algo recurrente en Colombia (gráfico 5), sin embargo, estas proporciones cambian en función con los cambios en las condiciones climáticas. Se puede evidenciar el efecto que tuvo el Fenómeno de El Niño ocurrido entre el año 2015 y primer trimestre del año 2016, cuando la disponibilidad del recurso hídrico disminuyó significativamente. En marzo de 2016, la participación de la generación hidráulica se ubicó en 46,1%, muy por debajo de los niveles

Tabla 4. Generación de energía por tipo de tecnología (MWh) - 2022

Cogenerador	36.796
Eólica	3.476
Hidráulica	5.600.331
Solar	31.264
Térmica	885.034
Total	6.556.903

Fuente: XM (mayo 2022). Construcción: Corficolombiana.

Gráfico 4. Generación Efectiva (participación)



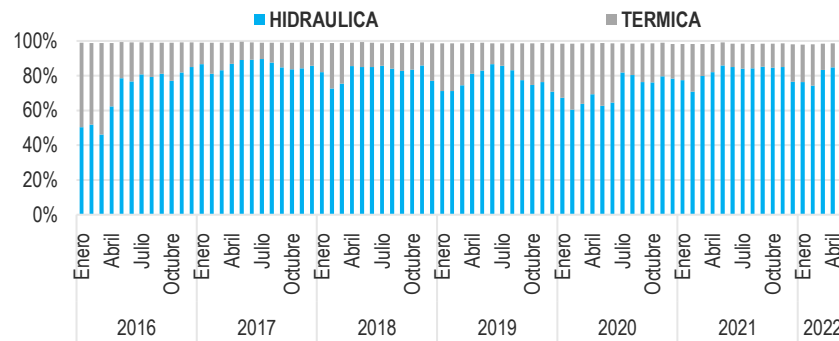
Fuente: XM (mayo 2022). Cálculos: Corficolombiana.

habituales. Como consecuencia, durante este mismo mes se registró un aumento en la generación térmica alcanzando los 2.848 GWh, equivalentes al 52,5% de la generación mensual.

Asimismo, la generación viene respondiendo a la demanda requerida por la dinámica económica (en la siguiente sección analizamos la demanda), en diciembre del 2019 con 6.663 GWh la generación de energía toca su máximo, cuando la energía hidráulica representó el 70,8% y la térmica el 27,7%, seguido del mes de octubre de 2021 en donde se generaron 6.621 GWh, de los cuales, el 84,5% se generaron a partir de energía hidráulica, mientras que el 13,9% con energía térmica.

Por su parte, como efecto a las medidas tomadas para hacer frente al COVID-19, a inicios del año 2020 fue evidente una disminución en la generación de energía, alcanzando en marzo 5.931 GWh y en abril 4.998 GWh. Esta disminución evitó que la situación de los embalses se volviera crítica para el sistema. Según XM, en el primer trimestre de ese año el nivel agregado de los embalses fue de 34,6% llegando en mayo al 32,8%, mostrando una disminución importante respecto al primer trimestre del año 2019.

Gráfico 5. Generación por tipo GWh



Fuente: XM. Cálculos: Corficolombiana

Finalmente, la evolución de la generación total y la participación de la generación por fuentes hídricas en 2021 y lo que va de 2022, reflejan la recuperación económica del país, así como el buen nivel de los embalses. En lo corrido del año 2022, se han generado en promedio 6.285 GWh, de los cuales 80,8% se generaron a partir de energía hidráulica y 17,5% a partir de energía térmica.

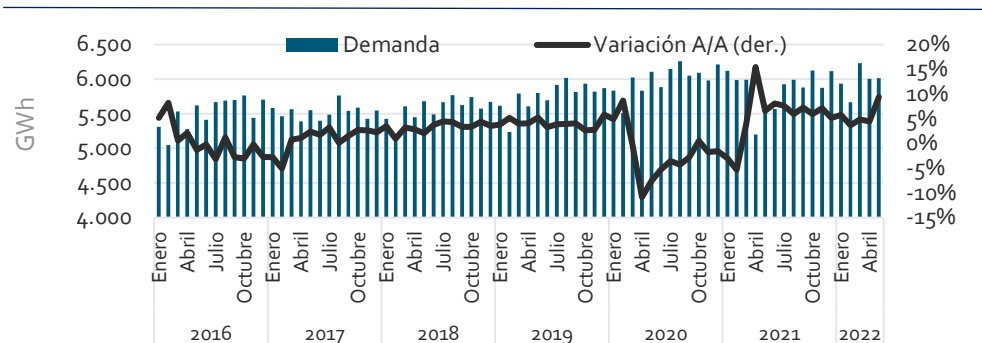
La participación de las fuentes no convencionales de energía como la eólica y la solar, no son relevantes actualmente. En promedio, durante el 2021 su participación en la generación total de energía fue apenas de 0,4% para la energía solar y de 0,1% para la eólica.

Demanda de electricidad

Comportamiento de la demanda en los últimos años

El gráfico 6 hace referencia al consumo de energía de los últimos años, en donde se puede evidenciar que durante el 2020 y por cuenta del COVID-19 se experimentó una caída en la demanda de forma considerable, en línea con la desaceleración de la actividad económica. En marzo, mes en el que se iniciaron las medidas de restricción, se experimentó un fuerte decrecimiento de la demanda, pasando de una variación anual de 8,7% en febrero a -0,5%, el mayor decrecimiento se dio en abril con una variación anual de -10,9%.

Gráfico 6. Demanda de energía



Fuente: XM. Cálculos: Corficolombiana.

En contraste, el 2021 fue un año que estuvo marcado por la reactivación económica, por lo tanto, se experimentó un crecimiento continuo en la demanda de energía, abril fue el mes con mayor crecimiento, registrando un aumento de 15,5% con respecto al mismo mes del

año 2020. De acuerdo con los datos proporcionados por XM, la demanda de energía eléctrica del SIN para el año 2021 fue de 74.116 GWh, esto representa un crecimiento del 5,51% con respecto a la demanda de 2020.

En cuanto a lo que va corrido del 2022, se observa que en el mes de mayo hubo un crecimiento de 9,3% con respecto al mismo mes del año 2021 y de 7,8% con respecto al año 2019. Como ya se mencionó, esta demanda viene siendo suplida mayoritariamente por la generación hidráulica, que es más económica que la térmica. Sin embargo, los precios no reflejan esta situación debido al efecto de indexación sobre los contratos que se mencionó en la anterior perspectiva sectorial de energía.

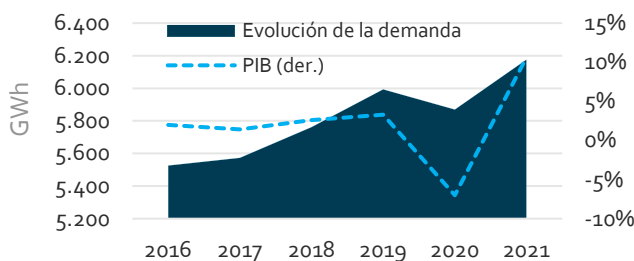
La asociación positiva entre el crecimiento económico y la demanda de energía es evidente en países en vías de desarrollo como Colombia. En el gráfico 7, se puede ver la evolución de la demanda de energía y del PIB real, los cuales tienen una relación directa. En 2021 el crecimiento de 10,6% real del PIB, coincidió con la recuperación de la demanda de energía, que pasó de 5.869 GWh en el 2020 a 6.176 GWh.

Capacidad de producción Vs demanda de potencia máxima

La relación entre la demanda máxima de potencia y la capacidad efectiva neta evidencian un nivel de holgura suficiente, que esperamos mejore (gráfico 8), en línea con las expectativas de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). Nuestro ejercicio de sensibilidad, descrito al final del documento, utiliza como demanda total a la demanda máxima de potencia vigente actual.

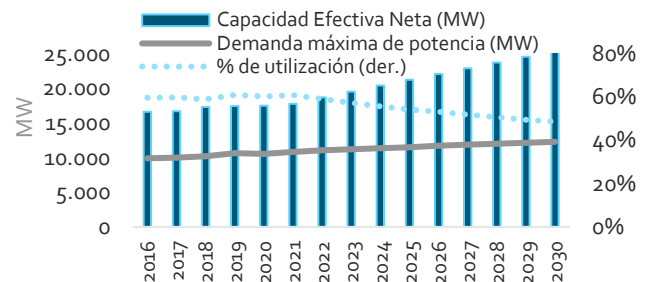
De acuerdo con XM, la capacidad efectiva neta a diciembre de 2016 fue de 16.597 MW y la demanda fue de 9.904 MW (59,9% de utilización), mientras que para el año 2021, la

Gráfico 7. Demanda de energía y PIB



Fuente: XM. Cálculos: Corficolombiana.

Gráfico 8. Capacidad efectiva y demanda de potencia



Fuente: UPME. Cálculos: Corficolombiana.

capacidad efectiva neta fue de 17.772 MW y la demanda fue de 10.815 MW (60,9% de utilización). No sobra recordar que la indisponibilidad del recurso hídrico disminuye la capacidad efectiva, aumentando el porcentaje de utilización ante un mismo nivel de demanda máxima de potencia.

En cuanto a las proyecciones que aparecen en el gráfico, utilizamos las proyecciones de demanda de energéticos realizadas por la UPME, en donde se plantean tres escenarios (alto, medio y bajo), para efectos de este ejercicio tomamos al escenario alto, en el cual, para 2030 la demanda de potencia máxima estimada es de 12.272 MW. Asimismo, tomamos la proyección de la capacidad instalada del Plan Energético Nacional 2020-2050, en el cual se plantean cuatro escenarios de oferta y desarrollo tecnológico: actualización, modelación, inflexión y disrupción. En este caso tomamos el escenario de actualización, el cual hace referencia a las iniciativas que se espera se tomen en el país para estar en línea con lo que se observa a nivel mundial y supone una tasa de crecimiento del PIB de 3,1% real.

De acuerdo con los resultados del escenario planteado, la capacidad instalada podría alcanzar los 25.262 MW en el año 2030, lo que significa que se aumentaría 1,4 veces la capacidad instalada en el SIN en 2021 (17.772 MW). Durante los siguientes años, el porcentaje de utilización mejoraría, pasando de un 60% hoy, a un porcentaje de utilización esperado de 49% en 2030.

Proyección de la demanda de energía eléctrica

Utilizamos la proyección de la demanda de energía eléctrica para los escenarios bajo, medio y alto, planteados en el Plan Energético Nacional (PEN) realizado por la UPME (gráfico 9). Para el año 2035 se espera una demanda de 97.131 GWh-año para el escenario bajo, de 99.984 GWh-año para el medio y de 102.857 GWh-año para el alto. Así mismo, realizamos una proyección a partir del crecimiento real esperado del PIB (6,50% en 2022, 3,38% en promedio entre 2023 y 2034, y para el año 2035 de 3,50%), resultando en una demanda de 121.659 GWh-año para el año 2035. En este caso, el porcentaje de utilización de la capacidad efectiva calculado en la sección anterior sería mayor, aunque manteniéndose por debajo del nivel actual.

Mercado de energía y precios de los contratos

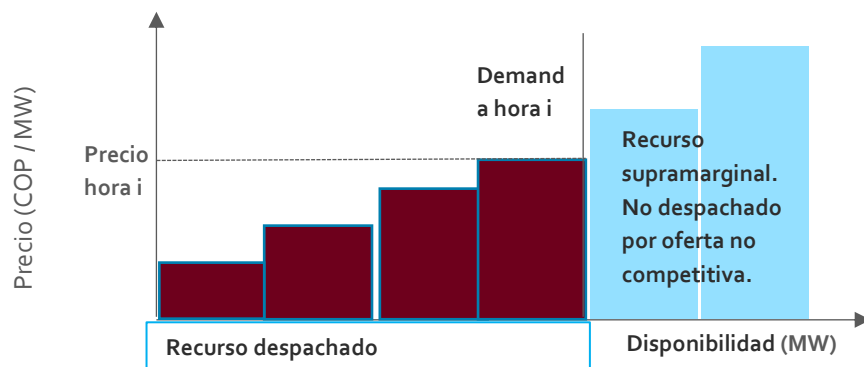
El mercado spot completa al mercado de energía eléctrica

Contratos bilaterales: Alrededor de tres cuartas partes de la electricidad en Colombia se negocia mediante contratos bilaterales entre generadores, comercializadores y distribuidores. Los comercializadores venden energía a usuarios regulados (hogares y personas jurídicas que consumen menos de 0,1 MW o 55 MWh), que representan alrededor de dos terceras partes del consumo total vía contratos, así como a los usuarios no regulados, que consumen más de 0,1 MW o 55 MWh. La CREG traslada los precios de los contratos entre generadores y comercializadoras a los usuarios regulados mediante una evaluación comparativa del rendimiento de cada comercializador con sus pares a nivel nacional, lo que incentiva a que el comercializador adquiera los contratos al mejor precio posible.

La mayor parte de estos contratos bilaterales están indexados al Índice de Precios de Productor (IPP), esto, junto con el hecho de que la mayor parte de la electricidad en Colombia se transa utilizando estos contratos, implica un encarecimiento de la electricidad a pesar de que se está generando más barato, con una mayor participación de las hidroeléctricas.

Mercado spot: el mercado eléctrico colombiano se completa con las transacciones de corto plazo que se dan en la bolsa. Los generadores ofertan un único precio en pesos por kilo watio hora (COP/KWh) para el día siguiente, especificando su disponibilidad horaria, mientras que los comercializadores en representación de la demanda declaran cuánta energía van a

Gráfico 9. Formación de precios - Subasta diaria de electricidad



requerir; se organizan las ofertas de menor a mayor precio de oferta hasta completar la cantidad total de electricidad demandada, conformándose el despacho diario que es remunerado al precio de corte.

En este punto, es importante recordar varios aspectos:

- 1) las diferentes tecnologías de generación eléctrica tienen diferentes precios. En general, la generación hidráulica a filo de agua es la más económica, seguida de la generación de las plantas hidroeléctricas. Por su parte, la generación térmica es más costosa que la hidráulica, y dentro de la generación térmica, en orden ascendente de costo se ubica el carbón, el gas y los combustibles líquidos.
- 2) Los costos de la generación térmica dependen de las condiciones de mercado. Los costos de la generación hidráulica son más estables, si bien la posibilidad de generación está limitada por el caudal de las fuentes hídricas y la disponibilidad de los embalses.
- 3) En la formación de precios del mercado de corto plazo, los generadores publican precios de oferta, pero no están obligados a publicar sus costos.
- 4) Un mismo generador puede ser remunerado -y llamado- por Cargo por Confiabilidad (explicado más adelante), vender parte de su generación vía contratos y otra parte en el mercado de corto plazo.
- 5) Los precios de corte de las subastas de generación con FRNC se ubican entre los precios de oferta de generación hidráulica por filo de agua y la generación térmica con carbón, por lo que en caso de participar en el mercado spot, los precios de corte disminuirían.

Los precios de las subastas no incluyen los sobrecargos regulatorios (tabla 5). De hecho, tratándose de proyectos relativamente pequeños, hay cargos que no aplican como el FAZNI. Sin embargo, si tomáramos al resultado de cada subasta como un único generador e incorporáramos estos cargos (CERE + FAZNI +..., que suman alrededor de COP 60/kWh), siguen siendo precios favorables en el sentido de abaratar los precios del sistema agregado, ubicándose alrededor de los precios de oferta de las generadoras térmicas a carbón y algunas hidroeléctricas.

Cargo por Confiabilidad: En Colombia, se incentiva el crecimiento de la capacidad de generación eléctrica mediante el mecanismo de subastas de asignación de Obligaciones de Energía en Firme. Se remunera un Cargo por Confiabilidad (CxC), que es la capacidad de generar electricidad bajo la mayoría de las condiciones climáticas esperadas. En el caso de la

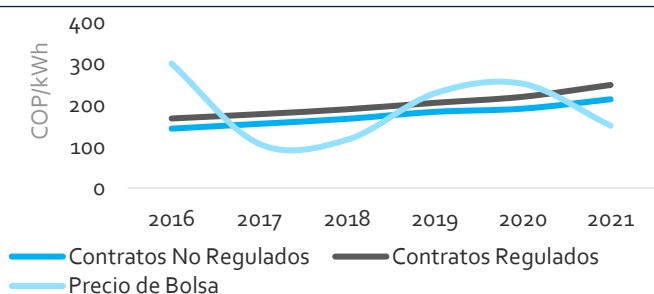
generación hidráulica, la confiabilidad consiste en poder generar bajo condiciones extremas de clima seco (bajo nivel de lluvias y de embalses). El CxC tiene una remuneración en USD, indexada por el IPP de EE. UU.

El requerimiento de esta generación de respaldo lo determina una señal de precios en el mercado spot, y su remuneración se da al precio de escasez de activación, que se aproxima al costo de generación -más un margen- de las tecnologías de respaldo que no despacharían bajo condiciones normales de mercado. El mecanismo de activación es precisamente el evento en el que los precios del mercado spot superan al precio de escasez.

Precio de oferta Vs precio de bolsa

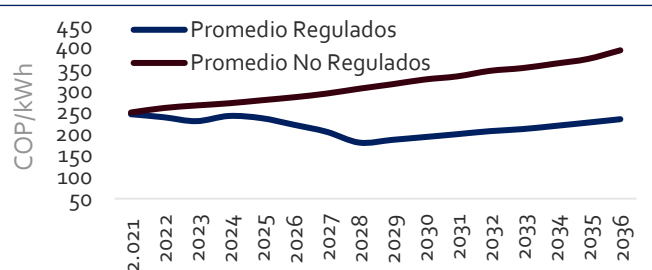
En general, el precio en bolsa se ubica por encima del precio de oferta proporcionalmente (la diferencia crece cuando los precios en bolsa crecen y viceversa) y evidencia una mayor volatilidad. Como es de esperarse, estos precios varían en función de la disponibilidad de agua para la generación hidráulica, así como en función de los precios de los combustibles de generación térmica, disponibilidad de cada planta, etc. De 2018 para acá, los máximos precios se dieron durante el primer y segundo trimestre del año 2020, con un promedio de 259,48 \$/kWh para el precio de oferta y de 335,46 \$/kWh para el precio de bolsa, en donde la fuente hídrica representó en promedio un 64.7% del total de la generación y la térmica aumentó a un 33.9%. Luego, los precios volvieron a bajar durante el tercer trimestre del 2021, con un valor de 85,74 \$/kWh para el precio de oferta y de 97,78 \$/kWh para el precio de bolsa, en donde la generación hidráulica aumentó a 82,0% y la térmica disminuyó a 16,3%.

Gráfico 10. Precio de contratos y precio en bolsa



Fuente: XM. Cálculos: Corficolombiana.

Gráfico 11. Proyección de contratos



Fuente: XM. Cálculos: Corficolombiana.

Precio de contratos Vs precio de bolsa

En el gráfico 10 se observa el comportamiento de los precios de los contratos regulados, contratos no regulados y el precio de bolsa para el periodo 2016 al 2021. Se evidencia la mayor volatilidad del mercado de corto plazo, junto con el hecho de que mientras no se presente una disminución en los índices de precios (del productor), la tendencia del precio de los contratos ascendente. Para el año 2016, los precios registraron un aumento como consecuencia del fenómeno de “El Niño” que duro todo el primer trimestre del año, presentando en promedio un precio máximo de 299,80 \$/kWh en el año 2016 y un mínimo de 106,10 \$/kWh en 2017. Para el año 2021 el precio alcanzó 150,02 \$/kWh. En cuanto a los contratos regulados y no regulados, en el año 2016 presentaron un valor mínimo de 167,44 \$/kWh y 142,95 \$/kWh respectivamente, aumentando paulatinamente hasta alcanzar en el año 2021, 248,20 \$/kWh y 213,75 \$/kWh respectivamente.

Proyección de contratos regulados y no regulados

Para la proyección del precio de los contratos, utilizamos la información disponible de estos (fecha de celebración, precio en la fecha de celebración, fecha de inicio y fecha final), indexando los precios en la fecha de celebración hasta la fecha de finalización de cada contrato. En cada año calculamos el precio promedio ponderado por el volumen contratado, incluyendo únicamente los contratos vigentes en cada año.

Tabla 5. Cargos recolectados por el generador

Cargo	Unidad	Indexación	Resolución
Ley 99**	COP/KWh	Precio promedio contratos largo plazo.	Ley 99 /1993 y CREG 010-2018
AGC*	COP/KWh	Determinado por el sistema	CREG 064-2000
FAZNI*	COP/KWh	IPP anual Colombia. Actualizado en enero.	CREG 005-2001
CERE*	COP/KWh	IPP EE. UU.	CREG 071-2006
Delta I	COP/KWh	Determinado por el sistema	CREG 051-2009
Desviaciones y Reconciliaciones*	COP	Determinado por el sistema	CREG 138-2015

Fuente: XM. CREG. Ministerio de Minas. *No aplican para PNDC. ** No aplica para Plantas con capacidad menor a 10 MW.

El gráfico 11 muestra una proyección de los contratos de largo plazo registrados durante el año 2021 y primeros 2 meses del 2022. Para 2023 proyectamos un precio de 233,28 \$/kWh para los contratos regulados y de 392,30 \$/kWh para los contratos no regulados.

Sensibilidad del mercado eléctrico frente a eventos climáticos y otros factores

De la caracterización y seguimiento al sector energético no petrolero de Colombia, específicamente la actividad de generación (y el consumo de electricidad), concluimos que el país cuenta con un sistema limpio, holgado y competitivo a nivel de precios, en la medida en que se genera una mayor proporción con las tecnologías de generación más económicas. Adicionalmente, el desarrollo planeado para la matriz de generación eléctrica en Colombia, junto con las expectativas de demanda, resultan en un sistema aún más limpio, holgado y competitivo a nivel de precios.

Lo anterior es cierto asumiendo que se dispone de la totalidad de capacidad instalada para la generación, lo cual deja de cumplirse cuando se presentan temporadas secas que afectan negativamente al nivel de los embalses y el caudal de los ríos. Mientras no se cuente con tecnologías de almacenamiento, algo similar va a ocurrir con la generación con Fuentes Renovables No Convencionales, que presentarán la intermitencia propia de la disponibilidad de sol y viento.

Descripción del ejercicio

Simulamos el efecto de eventos climáticos adversos sobre el sistema de generación eléctrico colombiano modificando discrecionalmente la disponibilidad de las plantas de generación conectadas al SIN, las cuales deben satisfacer una demanda total mínima (la demanda de potencia máxima). El equilibrio entre la oferta y la demanda de electricidad, lo obtuvimos aplicando la metodología de formación de precios en bolsa (gráfico 9) para la totalidad de la oferta y la demanda eléctrica del país.

Bajo la metodología de formación de precios aplicada, se atiende a la demanda mediante el despacho agregado de los generadores con los menores precios de oferta, remunerándolos al mayor de estos precios, excluyendo a los demás generadores (más costosos). Adicionalmente calculamos los precios promedio ponderados por el volumen despachado.

Niveles de disponibilidad y escenarios

Utilizamos tres niveles de disponibilidad para las plantas generadoras del SIN:

Disponibilidad ideal: Disponibilidad total de las plantas de generación disponibles

Disponibilidad normal: Disponibilidad al 75% para todas las generadoras del SIN

Evento de sequía: Disponibilidad de la generación hidráulica al 50% y disponibilidad de la generación térmica al 100% (escenario de indisponibilidad de recursos hídricos).

Estos niveles de disponibilidad de planta los evaluamos en cada uno de los siguientes tres escenarios:

Escenario 1 - Oferta actual: Parque de generación actual, no incluye la entrada de proyectos futuros como Ituango.

Escenario 2 - Subastas de generación por FRNC: Parque de generación actual, incluyendo a las subastas de FRNC adjudicadas hasta ahora, asignándoles una capacidad de 33%. A la fecha, se han llevado a feliz término dos de las tres subastas de FRNC planteadas. Al precio de la subasta no se le están adicionando los sobrecargos (FAZNI, CERE, etc.). La incorporación de estos cargos no cambia ninguna de las conclusiones del análisis, pero disminuye el aporte positivo de estas tecnologías al precio promedio ponderado del sistema que estamos calculando.

Escenario 3 - Despachan primero las estatales: El escenario 2, incluyendo la condición de que despachen primero las plantas estatales. La formación de precios en el mercado eléctrico colombiano (spot) resulta de un proceso competitivo donde prima el factor precio; despachan las plantas más económicas que logren suministrar la demanda horaria. Las condiciones climáticas, los precios y los costos influyen en la cantidad de electricidad que se pueda despachar en cada momento, pero el despacho como tal es determinado por el precio. La inclusión de criterios diferentes al precio en la formación de precios por oferta y demanda daña todo el esquema, encareciéndolo en caso de que se remunerara al despacho al precio de corte.

Resultados y conclusiones

Los puntos de corte de cada escenario se observan en los gráficos 12, 13 y 14, que muestran los precios de oferta de cada una de las plantas de generación analizadas. A continuación, el resumen de los resultados:

Tabla 6. Corte y promedio de los precios de oferta de la electricidad bajo diferentes escenarios

	Precios de corte		
	Hidro y Termo 100%	Hidro y Termo 75%	Hidro 50% y Termo 100%
Escenario 1: Oferta actual	183	621	1080
Escenario 2: Oferta actual + lo subastado de FRNC	181	514	798
Escenario 3: Despachan primero las generadoras estatales en el escenario 2	1080; 180	1080; 415;	1080; 791
	Precios promedio ponderado		
	Hidro y Termo 100%	Hidro y Termo 75%	Hidro 50% y Termo 100%
Escenario 1: Oferta actual	183	196	315
Escenario 2: Oferta actual + lo subastado de FRNC	142	178	266
Escenario 3: Despachan primero las generadoras estatales en el escenario 2	164	172	267

Fuentes: UPME y XM. Cálculos: Corficolombiana.

En la medida en que se cuenta con una menor disponibilidad de plantas, incrementan los precios de corte a los que se satisface la demanda, así como lo que sería el precio promedio del sistema. El deterioro es mucho más pronunciado ante una reducción significativa en la disponibilidad de las plantas hidráulicas.

Una disminución en la capacidad de la generación por hidroeléctricas mayor al 50% no alcanza a ser compensada con el uso de las demás plantas en la actualidad. Esto evidencia y recuerda la necesidad de contar con respaldo o confiabilidad suficiente.

Las FRNC mejoran (disminuyen) los precios de corte y promedio, respecto al parque de generación actual. Mientras tanto, poner a despachar primero a las plantas estatales harían inviable el mecanismo de formación de precios de bolsa en su remuneración, pero no deteriora significativamente a los precios promedio del sistema.

Gráfico 12. Escenario 1: Generación actual

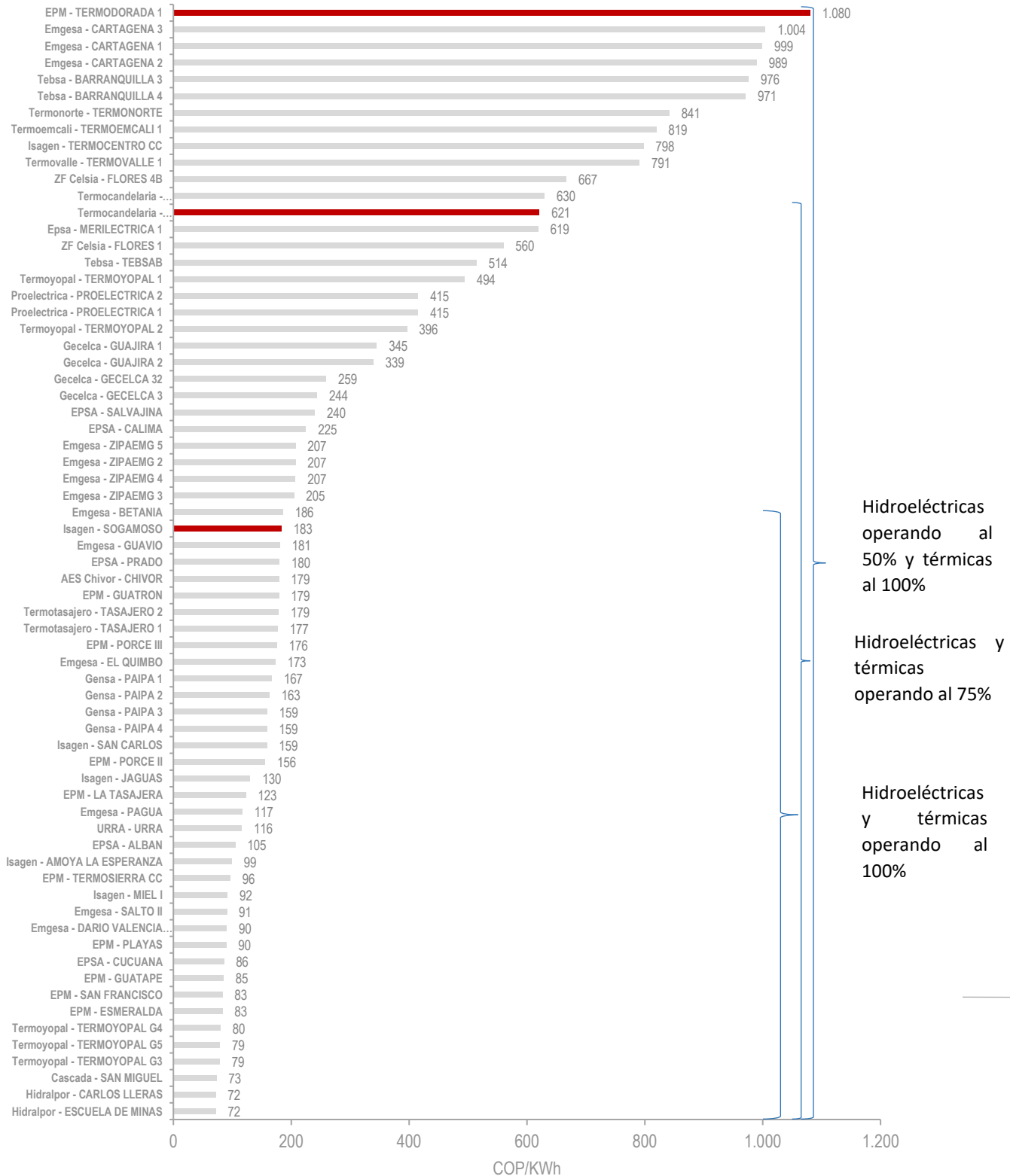


Gráfico 13. Escenario 2: Entra lo subastado en las subastas de FRNC

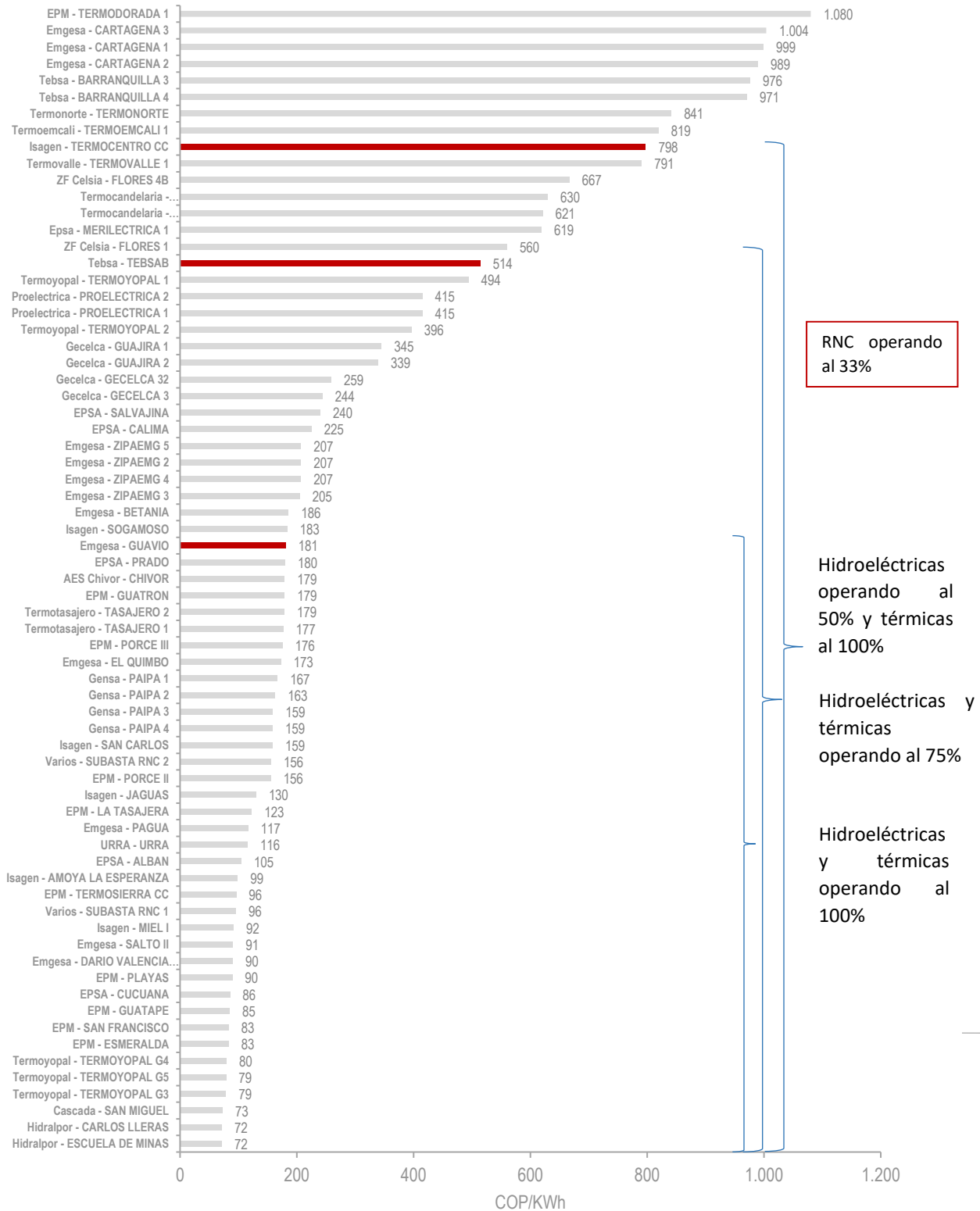
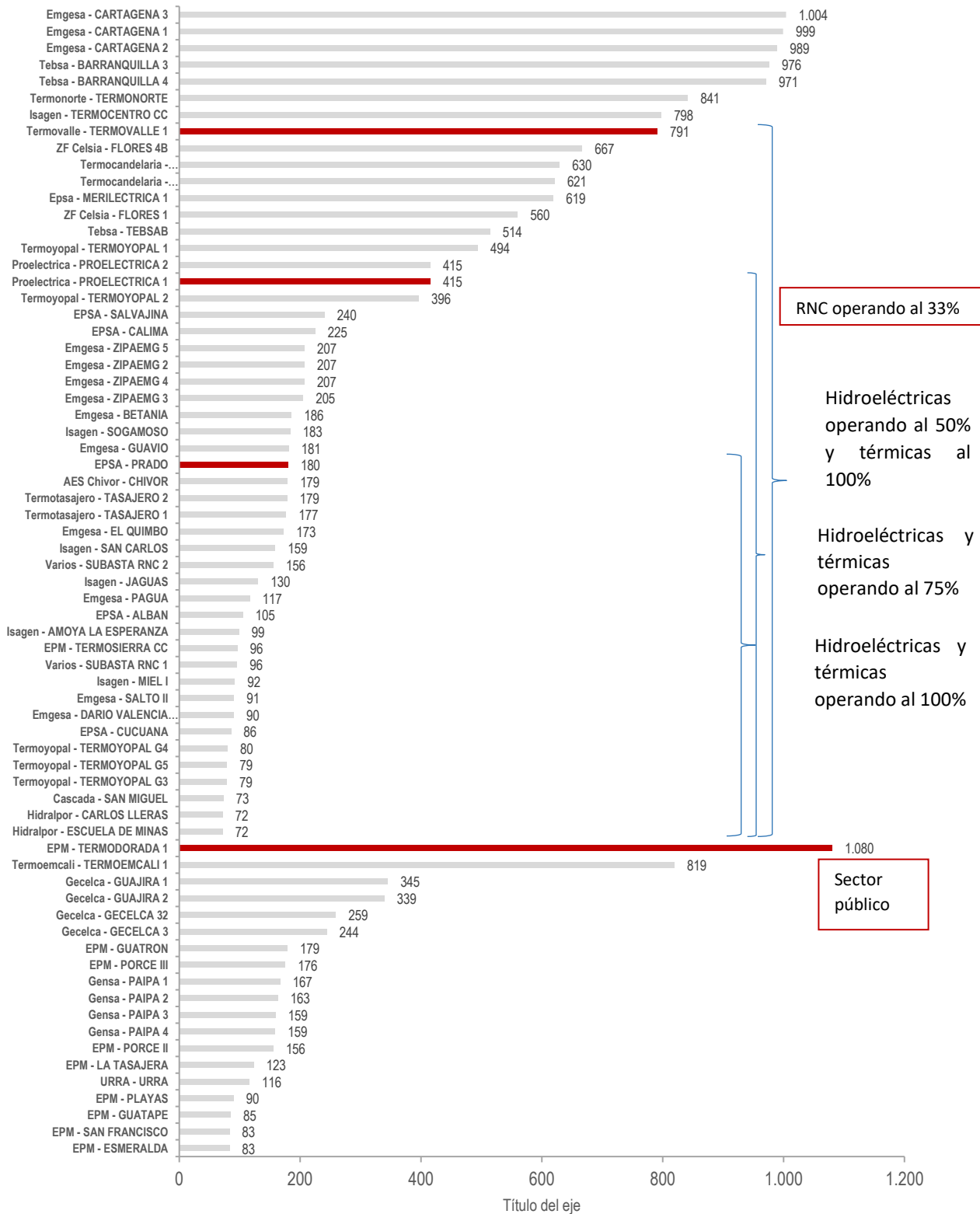


Gráfico 14. Escenario 3: El escenario 2 y generadoras estatales despachando primero



Anexo: Glosario

Activos de conexión al STN: Son aquellos activos que se requieren para que un generador, un usuario u otro transportador, se conecten físicamente al Sistema de Transmisión Nacional, a un Sistema de Transmisión Regional, o a un Sistema de Distribución Local. Siempre que estos activos sean usados exclusivamente por el generador, el usuario o el transportador que se conecta, o exclusivamente por un grupo de usuarios no regulados o transportadores que se conecten, no se considerarán parte del Sistema respectivo.

Activos de conexión a un STR o a un SDL: Son los bienes que se requieren para que un generador, Operador de Red, usuario final, o varios de los anteriores, se conecten físicamente a un Sistema de Transmisión Regional o a un Sistema de Distribución Local. Los activos de conexión a un STR o a un SDL se remunerarán a través de contratos entre el propietario y los usuarios de dichos activos.

Agente generador: Es la empresa registrada ante el Administrador del SIC que realiza la actividad de generación de energía.

Agentes del Mercado Mayorista: Los generadores, los comercializadores y los transportadores registrados ante el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales.

Bolsa de Energía: Sistema de información, manejado por el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, sometido a las reglas del Reglamento de Operación, en donde los generadores y comercializadores del mercado mayorista ejecutan actos de intercambio de ofertas y demandas de energía, hora a hora, para que el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales ejecute los contratos resultantes en la Bolsa de Energía, y liquide, recaude y distribuya los valores monetarios correspondientes a las partes y a los transportadores.

Capacidad efectiva: Máxima cantidad de potencia neta (expresada en valor entero en megavatios) que puede suministrar una unidad de generación en condiciones normales de operación.

Cargo por Confiabilidad (CxC): Es un esquema de remuneración que permite hacer viable la inversión en los recursos de generación eléctrica necesarios para garantizar de manera eficiente la atención de la demanda de energía en condiciones críticas de abastecimiento, a través de señales de largo plazo y la estabilización de los ingresos del generador. Se creó con el fin de migrar hacia un esquema de mercado que proporcione la señal de largo plazo requerida para promover la expansión del parque de generación energético en Colombia y que, adicionalmente, permita asegurar los recursos de generación no sólo estén disponibles para abastecer la demanda en situaciones de escasez, sino que este abastecimiento se efectúe a un precio eficiente.

Centro Nacional de Despacho (CND): Dependencia encargada de la planeación, supervisión y control de la operación integrada de los recursos de generación, interconexión y transmisión del Sistema Interconectado Nacional. Está igualmente encargado de dar las instrucciones a los Centros Regionales de Despacho para coordinar las maniobras de las instalaciones con el fin de tener una operación segura, confiable y ceñida al reglamento de operación y a todos los acuerdos del Consejo Nacional de Operación.

Costo Equivalente Real en Energía del Cargo por Confiabilidad (CERE): Cargo recolectado por todos los generadores con una capacidad instalada mayor a 20 MW, con y sin compromisos por ENFICC, el cual incorpora el generador tanto en los precios de corto plazo como en los contratos bilaterales y sirve para remunerar al generador que compromete su ENFICC para el CxC.

Comercialización de energía eléctrica: Actividad consistente en la compra de energía eléctrica y su venta a los usuarios finales, regulados o no regulados. Está sujeta a las disposiciones previstas en las leyes eléctricas y de servicios públicos domiciliarios, en lo pertinente.

Comercializador de energía eléctrica: Persona natural o jurídica que comercializa electricidad, bien como actividad exclusiva o en forma combinada con otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ella sea la actividad principal.

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG): Organismo creado mediante el artículo 68 y siguientes de la Ley 142 de 1994, como unidad administrativa especial, con independencia administrativa, técnica y patrimonial, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, encargada de emitir la regulación del sector eléctrico y de gas combustible.

Contrato en bolsa: El que se celebra a través del administrador del Sistema de Intercambios Comerciales para la enajenación hora a hora de energía, y cuyos precios, cantidades, garantías, liquidación y recaudo se determinan por la Resolución CREG 024 del 13 de julio de 1995.

Contratos de Largo Plazo: Contrato de compra venta de energía celebrado entre agentes comercializadores y generadores que se liquida en la Bolsa de Energía, para lo cual debe tener como contenido mínimo: la identidad de las partes contratantes; reglas o procedimientos claros para determinar hora a hora, durante la duración del contrato, las cantidades de energía a asignar y el respectivo precio, en forma consistente con los procedimientos de la liquidación.

Demanda comercial: Valor de la demanda real del comercializador, afectada con las pérdidas en las Redes de Transmisión Regional o de Distribución Local y las pérdidas del Sistema de Transmisión Nacional.

Demanda del comercializador: Se entenderá que la demanda del comercializador en un Sistema de Transmisión Regional es igual a la demanda comercial del mismo en dicho sistema, menos su respectiva participación en las pérdidas del STN.

Demanda de energía: Carga en kWh solicitada a la fuente de suministro en el punto de recepción durante un periodo de tiempo determinado.

Demanda de potencia: Carga en kVA o kW solicitada a la fuente de suministro en el punto de recepción en un momento determinado.

Despacho central: Proceso de planeación, programación, supervisión y control de la operación integrada del Sistema Interconectado Nacional, a cargo del Centro Nacional de Despacho en coordinación con los Centros Regionales de Despacho y las empresas, que se realiza siguiendo los criterios y procedimientos establecidos en el Reglamento de Operación, el Código de Redes y los acuerdos del Consejo Nacional de Operación.

Despacho económico: Programación de la generación para cubrir la demanda esperada, de tal forma que para cada hora se utilicen los recursos de menor precio, cumpliendo con las condiciones límites que tiene el sistema como son los requisitos de reserva rodante, las inflexibilidades y las restricciones.

Energía Firme para el Cargo por Confiabilidad (ENFICC): Máxima energía eléctrica que es capaz de entregar una planta de generación continuamente, en condiciones de baja hidrología, en un periodo de un año.

Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas (FAZNI): Es un fondo de cuenta especial de manejo de recursos públicos y privados, sin personería jurídica, sujeto a las normas y procedimientos establecidos en la Constitución Política de Colombia, el Estatuto Orgánico del presupuesto General de la Nación y las demás normas legales vigentes aplicables al mismo. Creado por el artículo 81 y siguientes de la Ley 633 de 2000.

Frontera comercial: El punto de conexión de generadores y comercializadores a las redes del Sistema de Transmisión Nacional, a los Sistemas de Transmisión Regional y a los Sistemas de Distribución Local. Sólo define el punto de medición, pero no la responsabilidad por las pérdidas en los sistemas de transmisión y distribución. Así, cada agente participante del mercado mayorista puede tener uno o más puntos de frontera comercial. Son fronteras comerciales los puntos de entrega de energía neta de los generadores; de conexión al sistema de transmisión nacional, regional o local; de consumo de alumbrados públicos; usuarios no regulados y usuarios regulados atendidos por un comercializador diferente al de su mercado de comercialización; y puntos de consumos auxiliares de generadores.

Generación fuera de mérito: Generación requerida en el sistema que está por encima del precio marginal.

Medidas de Energía Eléctrica:

- **GW:** Gigawatts hora. Unidad de potencia.
- **GWh:** Gigavatio-hora. Equivale a 1.000.000.000 Wh.
- **KVA:** Kilo Voltio Amperio.

- **KV:** Kilovoltio.
- **KWh:** kilovatios hora
- **MW:** MegaWatts. Unidad de potencia.
- **MWh:** Megavatio-hora. Equivale a 1.000.000 Wh
- **Wh:** El watt-hora, simbolizado Wh, es una unidad de energía expresada en forma de unidades de potencia por tiempo, con lo que se da a entender que la cantidad de energía de la que se habla es capaz de producir y sustentar una cierta potencia durante un determinado tiempo. Así, un watt-hora es la energía necesaria para mantener una potencia constante de un watt (1 W) durante una hora.
- **W:** Un watt (W) o vatio es la unidad con la que se mide la potencia del Sistema Internacional de Unidades. Si son de poca potencia, la potencia eléctrica de los aparatos eléctricos se expresa en watts, pero si son de mediana o gran potencia se expresa en kilowatts (kW) que equivale a 1.000 watts; Megawatts (MW) que equivale a 1.000.000 watts; Gigawatts (GW) que equivale a 1.000.000.000 watts, y Terawatts (TW) que equivale a 1.000.000.000.000 watts.

Mercado de Energía Mayorista (MEM): Es el encargado de la administración del Sistema de Intercambios Comerciales - ASIC- mediante el registro de los contratos de energía a largo plazo; de la liquidación, facturación, cobro y pago del valor de los actos o contratos de energía en la bolsa por generadores y comercializadores. Liquida y Administra las cuentas de cargos por uso de las Redes del Sistema Interconectado Nacional -LAC- realizando el cálculo de ingresos y compensaciones de los transportadores y distribuidores, la liquidación y facturación de cargos para comercializadores y la gestión financiera del proceso. Presta servicios de información (con y sin valor agregado) a los interesados en el mercado para la toma de decisiones en las empresas.

Mercado Regulado: Abarca usuarios industriales, comerciales y residenciales con demandas de energía inferiores a 55 MWh. En este mercado, la estructura de tarifas es establecida por la agencia reguladora CREG

Mercado No Regulado: Participan voluntariamente la industria y todos aquellos usuarios que tengan un alto consumo de energía. Actualmente un usuario no regulado es un consumidor con demandas de energía superiores o iguales a 55 MWh /mes. A diferencia del regulado, el precio de comercialización y generación se pacta libremente mediante un proceso de negociación entre el consumidor y el comercializador

Niveles de tensión: Los Sistemas de Transmisión Regional y/o Distribución Local se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición: nivel 4: sistemas con tensión nominal mayor o igual a 57.5 kV y menor a 220 kV. Nivel 3: sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 57.5 kV. Nivel 2: sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30 kV. Nivel 1: sistemas con tensión nominal menor a 1 kV.

Obligaciones de Energía Firme (OEF): Corresponden a un compromiso de los generadores respaldado por activos de generación capaces de producir energía firme durante condiciones críticas de abastecimiento.

Operador de Red de STR y/o SDL: Es la persona encargada de la planeación de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un STR o SDL; los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos son las empresas que tienen cargos por uso de los STR y/o SDL aprobados por la CREG. El OR siempre debe ser una empresa de servicios públicos.

Plantas centralmente despachadas: Las plantas de generación con capacidad efectiva mayor a 20 MW y las menores o iguales a 20 MW que quieran participar en el despacho económico.

Plantas menores: Plantas de baja capacidad que no se incluyen en forma desagregada en la operación del Sistema Interconectado Nacional.

Plantas No Despachadas Centralmente (PNDC): Las plantas con una capacidad instalada menor a 20 MW, sin tener en cuenta su tecnología.

Precio en bolsa: En condiciones normales de operación, corresponde al mayor precio de oferta de las unidades con despacho centralizado que han sido programadas para generar en el despacho ideal y que no presentan inflexibilidad. Representa un precio único para el sistema interconectado en cada periodo horario.

Precio de Escasez: Precio techo de venta de energía, que corresponde al valor máximo que puede pagar la demanda del país por la energía. Este precio se calcula mensualmente de acuerdo con unos cálculos establecido en la regulación que define el esquema del cargo por confiabilidad.

Cuando el precio de bolsa supera el precio de escasez, se genera una señal de que hay una situación crítica en el sistema y se activa esta norma para regular el precio al que se compra la energía. El precio de escasez se determina de acuerdo con los costos variables asociados al SIN y al precio del combustible.

Precio de oferta: Precios a los cuales las empresas generadoras ofrezcan diariamente al Centro Nacional de Despacho (CND) energía de sus unidades de generación, por unidad de energía generada cada hora en el día siguiente. Este precio debe reflejar los costos variables de generación en los que esperan incurrir los generadores.

Precio de oferta ideal: Corresponde al precio de oferta del Despacho Programado considerando el CERE, para lo cual al precio de oferta del despacho se actualiza, restándole el CEE y sumándole el CERE.

Punto de conexión al STN: Es un barraje o cualquier tramo de una línea de transmisión perteneciente al STN, con tensión igual o superior a 220 kV, al cual se encuentra conectado o proyecta conectarse un generador, un Transmisor Nacional, un usuario no regulado o un Operador de Red de STR y/o SDL.

Respaldo: Capacidad de generación de energía no necesaria para atender la demanda al nivel de confiabilidad de 95%, pero que se encuentra disponible para atender la demanda de energía en casos extremos, de acuerdo con los criterios de

flexibilidad y vulnerabilidad adoptados por la UPME en la elaboración del plan de expansión de referencia. Este concepto se reconoce a generadores cuyas plantas hacen parte del respaldo.

Sistema de Distribución Local (SDL): Sistema de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes de distribución municipales o distritales; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV que no pertenecen a un Sistema de Transmisión Regional por estar dedicadas al servicio de un sistema de distribución municipal, distrital o local.

Sistema de Transmisión Nacional (STN): Es el Sistema Interconectado de Transmisión de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas, con sus correspondientes módulos de conexión, que operan a tensiones iguales o superiores a 220 kV.

Sistema de Transmisión Regional (STR): Sistema Interconectado de Transmisión de energía eléctrica compuesto por redes regionales o interregionales de transmisión; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV y que no pertenecen a un Sistema de Distribución Local.

Sistema Interconectado Nacional (SIN): Es el sistema compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: las plantas y equipos de generación, la red de interconexión, las redes regionales e interregionales de transmisión, las redes de distribución, y las cargas eléctricas de los usuarios.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD): Entidad encargada de la inspección y vigilancia de las entidades que presten los servicios públicos domiciliarios, y los demás servicios públicos a los que se aplica la Ley 142 de 1994, creada por el artículo 75 y siguientes de dicha Ley.

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME): Es una unidad administrativa especial, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, encargada de la planeación integral del sector minero energético, creada por el decreto 2119 de 1992 y organizada según lo previsto en el artículo 15 de la Ley 143 de 1994.

Fuente: CREG. UPME. XM. ARESEP. ICE. ENEE. Vatia. Ministerio de Minas y Energía Colombia. Ministerio de Energía Chile.

Equipo de investigaciones económicas

José Ignacio López

Director Ejecutivo de Investigaciones Económicas

(+57-601) 3538787 Ext. 70009

jose.lopez@corficolombiana.com

Macroeconomía y Mercados

Julio César Romero

Director Macroeconomía y Mercado

(+57-601) 3538787 Ext. 69962

julio.romero@corficolombiana.com

Laura Daniela Parra

Analista de Economía Local

(+57-601) 3538787 Ext. 70020

laura.parra@corficolombiana.com

Diego Alejandro Gómez

Analista de Investigaciones

(+57-601) 3538787 Ext. 70015

diego.gomez@corficolombiana.com

María Paula Gonzalez

Analista de Investigaciones

(+57-601) 3538787 Ext. 70018

paula.gonzalez@corficolombiana.com

Laura Gabriela Bautista

Analista de Investigaciones

(+57-601) 3538787 Ext. 70016

gabriela.bautista@corficolombiana.com

Jenny Julieth Moreno

Practicante de Investigaciones

(+57-601) 3538787 Ext. 70019

jenny.moreno@corficolombiana.com

Felipe Espitia

Especialista de Investigaciones

(+57-601) 3538787 Ext.

felipe.espitia@corficolombiana.com

Renta Variable

Andrés Duarte Pérez

Director de Renta Variable

(+57-601) 3538787 Ext. 70007

andres.duarte@corficolombiana.com

Finanzas Corporativas

Rafael España Amador

Director de Finanzas Corporativas

(+57-601) 3538787 Ext. 70019

rafael.espana@corficolombiana.com

Jaime Andrés Cardenas Robayo

Analista de Inteligencia Empresarial

(+57-601) 3538787 Ext. 69987

Jaime.cardenas@corficolombiana.com

Análisis Sectorial y Sostenibilidad

María Camila Orbeagozo

Directora de Sectores y Sostenibilidad

(+57-601) 3538787 Ext. 69964

maria.orbeagozo@corficolombiana.com

José Luis Mojica

Analista de Sectores y Sostenibilidad

(+57-601) 3538787 Ext. 70422

jose.mojica@corficolombiana.com

Juan Camilo Pardo

Analista de Sectores y Sostenibilidad

(+57-601) 3538787 Ext.70017

juan.pardo@corficolombiana.com

Ayde Catalina Figueroa Castro

Asistente de investigaciones económicas

(+57-601) 3538787 Ext. 69975

ayde.figueroa@corficolombiana.com

ADVERTENCIA

El presente informe fue elaborado por el área de Investigaciones Económicas de Corficolombiana S.A. ("Corficolombiana") y el área de Análisis y Estrategia de Casa de Bolsa S.A. Comisionista de Bolsa ("Casa de Bolsa").

Este informe y todo el material que incluye no fue preparado para una presentación o publicación a terceros, ni para cumplir requerimiento legal alguno, incluyendo las disposiciones del mercado de valores.

La información contenida en este informe está dirigida únicamente al destinatario de la misma y es para su uso exclusivo. Si el lector de este mensaje no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución que se haga de éste se encuentra totalmente prohibida. Si usted ha recibido esta comunicación por error, por favor notifique inmediatamente al remitente.

La información contenida en el presente documento es informativa e ilustrativa. Corficolombiana y Casa de Bolsa no son proveedores oficiales de precios y no extienden ninguna garantía explícita o implícita con respecto a la exactitud, calidad, confiabilidad, veracidad, integridad de la información presentada, de modo que Corficolombiana y Casa de Bolsa no asumen responsabilidad alguna por los eventuales errores contenidos en ella. Las estimaciones y cálculos son meramente indicativos y están basados en asunciones, o en condiciones del mercado, que pueden variar sin aviso previo.

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL PRESENTE DOCUMENTO FUE PREPARADA SIN CONSIDERAR LOS OBJETIVOS DE LOS INVERSIONISTAS, SU SITUACIÓN FINANCIERA O NECESIDADES INDIVIDUALES, POR CONSIGUIENTE, NINGUNA PARTE DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL PRESENTE DOCUMENTO PUEDE SER CONSIDERADA COMO UNA ASESORÍA, RECOMENDACIÓN U OPINIÓN ACERCA DE INVERSIONES, LA COMPRA O VENTA DE INSTRUMENTOS FINANCIEROS O LA CONFIRMACIÓN PARA CUALQUIER TRANSACCIÓN. LA REFERENCIA A UN DETERMINADO VALOR NO CONSTITUYE CERTIFICACIÓN SOBRE SU BONDAD O SOLVENCIA DEL EMISOR, NI GARANTÍA DE SU RENTABILIDAD. POR LO ANTERIOR, LA DECISIÓN DE INVERTIR EN LOS ACTIVOS O ESTRATEGIAS AQUÍ SEÑALADOS CONSTITUIRÁ UNA DECISIÓN INDEPENDIENTE DE LOS POTENCIALES INVERSIONISTAS, BASADA EN SUS PROPIOS ANÁLISIS, INVESTIGACIONES, EXÁMENES, INSPECCIONES, ESTUDIOS Y EVALUACIONES.

El presente informe no representa una oferta ni solicitud de compra o venta de ningún valor y/o instrumento financiero y tampoco es un compromiso por parte de Corficolombiana y/o Casa de Bolsa de entrar en cualquier tipo de transacción.

Corficolombiana y Casa de Bolsa no asumen responsabilidad alguna frente a terceros por los perjuicios originados en la difusión o el uso de la información contenida en el presente documento.

CERTIFICACIÓN DEL ANALISTA

EL(LOS) ANALISTA(S) QUE PARTICIPÓ(ARON) EN LA ELABORACIÓN DE ESTE INFORME CERTIFICA(N) QUE LAS OPINIONES EXPRESADAS REFLEJAN SU OPINIÓN PERSONAL Y SE HACEN CON BASE EN UN ANÁLISIS TÉCNICO Y FUNDAMENTAL DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA, Y SE ENCUENTRA(N) LIBRE DE INFLUENCIAS EXTERNAS. EL(LOS) ANALISTA(S) TAMBIÉN CERTIFICA(N) QUE NINGUNA PARTE DE SU COMPENSACIÓN ES, HA SIDO O SERÁ DIRECTA O INDIRECTAMENTE RELACIONADA CON UNA RECOMENDACIÓN U OPINIÓN ESPECÍFICA PRESENTADA EN ESTE INFORME.

INFORMACIÓN DE INTERÉS

Algún o algunos miembros del equipo que participó en la realización de este informe posee(n) inversiones en alguno de los emisores sobre los que está efectuando el análisis presentado en este informe, en consecuencia, el posible conflicto de interés que podría presentarse se administrará conforme las disposiciones contenidas en el Código de Ética aplicable.

CORFICOLOMBIANA Y CASA DE BOLSA O ALGUNA DE SUS FILIALES HA TENIDO, TIENE O POSIBLEMENTE TENDRÁ INVERSIONES EN ACTIVOS EMITIDOS POR ALGUNO DE LOS EMISORES MENCIONADOS EN ESTE INFORME, SU MATRIZ O SUS FILIALES, DE IGUAL FORMA, ES POSIBLE QUE SUS FUNCIONARIOS HAYAN PARTICIPADO, PARTICIPEN O PARTICIPARÁN EN LA JUNTA DIRECTIVA DE TALES EMISORES.

Las acciones de Corficolombiana se encuentran inscritas en el RNVE y cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, por lo tanto, algunos de los emisores a los que se hace referencia en este informe han, son o podrían ser accionistas de Corficolombiana.

Corficolombiana hace parte del programa de creadores de mercado del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, razón por la cual mantiene inversiones en títulos de deuda pública, de igual forma, Casa de Bolsa mantiene este tipo de inversiones dentro de su portafolio.

ALGUNO DE LOS EMISORES MENCIONADOS EN ESTE INFORME, SU MATRIZ O ALGUNA DE SUS FILIALES HAN SIDO, SON O POSIBLEMENTE SERÁN CLIENTES DE CORFICOLOMBIANA, CASA DE BOLSA, O ALGUNA DE SUS FILIALES.

Corficolombiana y Casa de Bolsa son empresas controladas directa o indirectamente por Grupo Aval Acciones y Valores S.A.