

Lineamientos para los Análisis Energéticos que el CND presenta al CNO

Objeto:

El presente documento tiene como objetivo disponer de una documentación guía y de apoyo, sobre los aspectos generales relacionados con la ejecución de los análisis energéticos que el CND realiza en el cumplimiento de sus funciones de ley, y de los análisis energéticos y de potencia que el CNO solicite al CND para cumplir su función, ambos análisis, tienen el fin de advertir sobre los riesgos de la atención confiable de la demanda.

De igual forma, el documento tiene como objeto facilitar el proceso de realimentación del CNO al CND sobre los estudios presentados, recomendando posibles ajustes y complementos a los elementos del análisis según su visión.

Por ser este un documento que recoge lineamientos y recomendaciones a los análisis arriba mencionados, se espera que evolucione de manera dinámica en la medida en que se identifiquen situaciones o metodologías que ameriten dichos cambios o actualizaciones.

Alcance:

- La documentación presentada recopila el estado actual de los mecanismos de definición de supuestos, criterios y parámetros que se consideran en el planeamiento energético indicativo del SIN, que complementan los lineamientos ya definidos en el código de operación del SIN (ver Anexo 1).
- Definir la información de resultados básica, requerida para el análisis de cada estudio (Ver Anexo 2).
- Establecer una documentación básica de guía y apoyo en la definición de información de entrada y salida de estudios de planeamiento energético horario para el análisis de flexibilidad de potencia (Ver anexo 3).
- Establecer una frecuencia base de presentación de los distintos estudios energéticos que realiza el CND al CNO (a través del SPO), que permita el cumplimiento del marco regulatorio en cuanto a la transmisión continua de señales de la situación energética al Consejo (Anexo 4).

ANEXO 1

Definición de parámetros supuestos y criterios para el planeamiento energético indicativo de mediano y largo plazo

Tabla 1. Supuestos Análisis Energético

Supuesto o variable del Análisis Energético	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Periodicidad
Escenarios hidrológicos	<p><u>Casos determinísticos:</u></p> <p>Se considerará los siguientes escenarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los casos “Esperado” y “Contingencia” del Subcomité de Recursos Energéticos Renovables-SURER. Asimismo, se podrá analizar un caso adicional identificado por el SURER. Al menos dos Casos identificados por el CND <p>Nota: Dependiendo de la situación del Sistema, se podrán considerar otros escenarios hidrológicos, o pronósticos.</p> <p><u>Casos Estocásticos de Mediano y largo plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se considerarán simulaciones de al menos 100 series sintéticas. <p>La Base de Datos-BD de caudal semanal y mensual se actualizarán con la información operativa que reciba el CND de los agentes.</p>	<p>Escenarios determinísticos: Mensualmente.</p> <p>Nota: Cuando las condiciones energéticas lo ameriten, cada semana, las empresas actualizarán las dos primeras semanas de cada escenario con las proyecciones (pronósticos) que consideren sean más adecuadas. La metodología -a juicio de cada empresa- podrá ser un pronóstico, persistencia de valores observados en las últimas semanas, u otro criterio de proyección que considere adecuado.</p>
Horizonte	2 años con resolución semanal con período de análisis a 12 meses.	NA
Condición inicial volumen de los embalses	El volumen útil diario de los embalses al día correspondiente al inicio de la etapa, ya sea semanal o mensual (lunes o primero de mes según corresponda).	Semanal/Mensual según tipo de estudio.
Condición terminal	Un año adicional. En casos determinísticos, el tercer año con hidrología equivalente a la media histórica o percentil 50 de una generación estocástica.	NA

Supuesto o variable del Análisis Energético	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Periodicidad
Demanda energía	<p>Se utilizará la revisión más actualizada de los escenarios de demanda proyectados por UPME al momento de los análisis.</p> <p>Se utilizarán máximo las dos proyecciones más cercanas a la evolución de la demanda.</p> <p>En cuanto al largo plazo, el escenario medio de crecimiento de demanda de la UPME será empleado como caso base para este tipo de estudios.</p> <p>Nota 1: Aunque es posible definir casos intermedios, es recomendable evitar esta práctica. Debe solicitarse a la UPME revaluaciones oportunas.</p> <p>Nota 2: La desagregación en bloques de carga se realiza considerando la curva de duración de carga (LDC) típica de cada semana o mes.</p>	Mensualmente.
Intercambios internacionales	<p>Las simulaciones son autónomas, es decir, no se consideran intercambios con Ecuador u otros sistemas vecinos.</p> <p>Dependiendo de las condiciones del Sistema, se podría simular intercambios con Ecuador u otros sistemas vecinos.</p> <p>Nota: Las opciones de inyecciones de potencia en el modelo representan un mecanismo para la representación de intercambios.</p> <p>Asimismo, los análisis históricos de intercambio son necesarios para definir posibles límites u alternativas de modelación.</p>	Permanente.
Parámetros de las plantas de generación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad Efectiva Neta reportado en PARATEC al momento de los análisis. ▪ Heat Rate-HR de las plantas térmicas de gas: el reportado por los agentes en PARATEC al momento de los análisis y afectado en un factor "X" %. ▪ Heat Rate-HR de las plantas térmicas con combustibles diferentes a gas, el reportado por los agentes en PARATEC al momento de los análisis. 	Permanente

Supuesto o variable del Análisis Energético	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Periodicidad
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Para plantas hidroeléctricas, el factor de conversión mediano reportado por los agentes en PARATEC al momento de los análisis. Adicionalmente, se requiere la Curva de factor de conversión vs nivel de embalse reportados por los agentes al momento de los análisis. ▪ Mantenimientos de generación en estado solicitado, aprobados y en ejecución en el Sistema Nacional de Consignaciones para 12 meses (PAM). ▪ Índices de disponibilidad: Índice de Corto Plazo-ICP e Índice de Indisponibilidad Histórica-IH con el procedimiento regulado. <p>Nota "X": Actualmente se emplea el 15% de factor de afectación. Debe revisarse por parte del Subcomité de Plantas-SP, periódicamente, este criterio para que refleje adecuadamente las desviaciones promedio que puede tener dicho parámetro del valor declarado con una medición en condiciones estándar.</p>	
<p>Parámetros del sistema hidráulico colombiano</p>	<p>Mejor representación posible de Topologías hidráulicas y modelos de embalse reportados para el Cargo por Confiabilidad, ajustados con las demandas de acueducto y filtración que realicen los agentes con la mejor información disponible.</p>	<p>Permanente</p>
<p>Curva de administración de Riesgo (CAR)</p>	<p>Se utilizará la CAR en la política y simulación operativa. Los valores de la curva son obtenidos según la metodología definida por el CND y adoptada por el SPO.</p> <p>La penalidad empleada en el modelo energético para la incursión en este nivel será el primer escalón de racionamiento de la UPME. Dicha penalidad será empleada en su opción "cantidades Reducida" del modelo energético.</p> <p>Nota: La CAR es dinámica y en cualquier momento sus valores están sujetos a cambios con la información histórica, o cambio de metodología.</p>	<p>Permanente.</p>

Supuesto o variable del Análisis Energético	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Periodicidad
Disponibilidad de combustible	<p>Se utilizará la información de contratación de gas y líquidos reportadas por los agentes al CNO al momento de los análisis, o información proveniente de las entidades competentes del sector gas.</p> <p>Se modela inicialmente la cantidad de combustible que un agente térmico requiere para producir su CEN afectada por los índices de indisponibilidad (No habría restricción de combustibles).</p> <p>Nota 1: Si se identifica indisponibilidades o limitaciones en el sector Gas que restrinjan las cantidades de combustible a las plantas térmicas, estas se tendrán en cuenta en el modelo energético.</p> <p>Nota 2: Se comparan trimestralmente las cantidades máximas de combustible a plena carga, considerando los índices de indisponibilidad, con la información que cada agente tenga de sus contratos de combustible.</p>	Trimestralmente
Costos transporte suministro combustible de y de	<p>Se toma como base la información de los costos publicados por la UPME.</p> <p>Los agentes generadores térmicos deberán establecer si la información publicada por la UPME es la adecuada para considerar en los Análisis Energéticos y de Potencia.</p> <p>En caso de que no sea la mejor información, deberá realimentar a la UPME para que realice los ajustes correspondientes.</p> <p>Nota: La Información histórica real de costos no confidencial puede ser un referente de comparación.</p>	Permanente.
Costos racionamiento de	<p>Se utilizarán los costos publicados mensualmente por la UPME para el último escalón (4) expresados en USD/MWh.</p> <p>Nota: El uso del último escalón se justifica en la identificación de señales de uso de recursos tendientes a minimizar la afectación de la</p>	Mensual.

Supuesto o variable del Análisis Energético	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Periodicidad
	confiabilidad en la atención de la demanda (índices de confiabilidad).	
Otros costos variables	<p>Se usará con base en la Resolución CREG 034 de 2001, o aquella que lo modifique o sustituya, expresados en USD/MWh con TRM del último día del mes anterior.</p> <p>Se consideran como costos variables el Costo de Operación y Mantenimiento (COM), ley 99 y Costo Unitario de AGC (CUAGC).</p>	NA
Desbalance hídrico	Se considerarán los valores obtenidos de acuerdo con la metodología que estime conjuntamente el CND y el SURER. Sin embargo, mientras se define dicha metodología, se adoptarán los valores que estime el CND.	Permanente
Red de transmisión	<p>Se considera la red de transmisión del STN, los parámetros y topología de la red actualizados al momento de las simulaciones.</p> <p>Se considerarán aquellas indisponibilidades continuas de elementos que tengan duración superior a la resolución del análisis.</p> <p>Se consideran las restricciones del STN indicadas en el informe de Planeación operativa eléctrica de mediano plazo vigente, que publica el CND trimestralmente.</p>	Permanente
Proyectos expansión transmisión STN	<p>Proyectos establecidos en el plan de expansión de la UPME.</p> <p>La fecha de entrada en operación será considerada, contando con la mejor información disponible y actualizada</p> <p>Los parámetros serán los empleados en la base de datos del modelo eléctrico que publica el CND trimestralmente.</p>	Mensualmente.
Proyectos expansión generación	Proyectos que han participado en subastas del Cargo por Confiabilidad, Mecanismos de Expansión de MINENERGÍA, y los que tengan punto de conexión aprobado por parte de la	Mensualmente.

Supuesto o variable del Análisis Energético	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Periodicidad
	UPME. La fecha de entrada en operación será considerada contando con la mejor información disponible que recibe el área de proyectos del CND.	
Parámetros de los proyectos de generación futuros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad Efectiva Neta reportado por el promotor del proyecto de generación. ▪ Heat Rate-HR de las plantas térmicas de gas: el reportado por los agentes y afectado en un factor "X" %. ▪ Heat Rate-HR de las plantas térmicas con combustibles diferentes a gas, el reportado por los agentes. ▪ Para plantas hidroeléctricas, el factor de conversión mediano reportado por los agentes. Adicionalmente, es deseable que se reporte la Curva Teórica de factor de conversión vs nivel de embalse. ▪ Índices de disponibilidad: Índice de Corto Plazo-ICP e Índice de Indisponibilidad Histórica-IH con el procedimiento regulado. <p>Nota: "X": Actualmente se emplea el 15% de factor de afectación. Debe revisarse por parte del Subcomité de Plantas-SP, periódicamente, este criterio para que refleje adecuadamente las desviaciones promedio que puede tener dicho parámetro del valor declarado con una medición en condiciones estándar.</p>	Mensualmente.
Condición inicial de embalses futuros	Se considera la condición inicial al 100 % del embalse, o la que el agente reporte como mejor información disponible.	Permanente.
Menores cogeneradores y	<p>Para plantas existentes, se modelará teniendo en cuenta que su producción sea el promedio histórico de la generación de cada recurso en cada mes.</p> <p>Para plantas nuevas se utilizará el perfil porcentual del tipo-grupo (hidráulicas-térmicas cogeneradores, eólicas, solar fotovoltaicas).</p> <p>Nota: Actualmente se utiliza el módulo de renovables del SDDP. Se analizarán nuevas herramientas para la generación de escenarios</p>	Mensual.

Supuesto o variable del Análisis Energético	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Periodicidad
	de los recursos de generación renovables y no despachados centralmente.	
Mínimos operativos y curvas operativas	Se utilizarán los mínimos operativos que trata el código de operación, calculados por el CND estacionalmente y como lo indica la reglamentación vigente. Igualmente se representan curvas guías inferior y superior en embalses multipropósito informadas para el Cargo por Confiabilidad.	Permanente.

Nota: En caso que el CNO para sus escenarios establezca condiciones diferentes de algunos parámetros o variables de entrada, o de ejecución de la corrida, el CND realizará y presentará al CNO estos estudios de sensibilidad, con el mismo detalle de los demás casos.

ANEXO 2

Información básica de resultados de los estudios energéticos a presentarse al CNO

Tabla 2. Información básica de resultados para análisis energéticos de mediano y largo plazo

Variable Resultado	Contenido del resultado	Comentario u observación
Aportes hídricos	Evolución de los aportes expresados en GWh/día por etapa.	<ul style="list-style-type: none"> • Información para cada caso determinístico simulado. • Banda de variación del estocástico (P5-P95). • Media histórica agregada del SIN cómo nivel de comparación.
Evolución de reservas agregadas	Evolución en % del embalse útil del SIN en cada caso para el horizonte de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación con curva CAR y Curvas de Referencia del sector-CREG/CND/CNO. • Banda de variación del estocástico (P5-P95). • Evolución de embalses particulares según las necesidades de seguimiento.
Generación Térmica Total del SIN	Valores expresados en GWh/día por etapa (mensual o semanal).	<ul style="list-style-type: none"> • Desagregación por tecnología según las necesidades de seguimiento.

Variable Resultado	Contenido del resultado	Comentario u observación
		<ul style="list-style-type: none"> • Comparativo con la capacidad máxima esperada de generación térmica en el modelo.
Vertimiento por regiones o embalses	Valores expresados en GWh/día por etapa (mensual o semanal) para una región o embalse	<ul style="list-style-type: none"> • Según las necesidades de seguimiento y de acuerdo con las condiciones energéticas.
Balance del SIN	Detalle del cubrimiento de la demanda en cada etapa del horizonte con la generación por tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> • Para un caso determinístico de especial interés o serie especial del estocástico, según las necesidades de seguimiento y de acuerdo con las condiciones energéticas.
Índices de confiabilidad	Resultados de los índices o indicadores de confiabilidad VERE, VEREC y número de casos según el tipo de estudio (Estocástico o determinístico) para todas las etapas del horizonte	<ul style="list-style-type: none"> • Déficit % en cada caso determinístico. • Los 3 indicadores en caso estocásticos.
Costo Marginal del sistema	Costo marginal ponderado por demanda por barra del SIN en USD/MWh	<ul style="list-style-type: none"> • Variable de referencia y solo indicativa del costo marginal del sistema para un estudio con RED. • Para cada caso de estudio determinístico. • Banda de variación del estocástico (P5-P95)

Nota: En caso de ser necesario, se presentará la evolución de otras variables de salida del modelo.

ANEXO 3

Guía en la ejecución de Análisis de flexibilidad y potencia

Objeto:

Como complemento a los análisis energéticos que presente el CND al CNO, se presenta a continuación la información básica de entrada y salida para la realización de estudios horarios para análisis de flexibilidad y potencia. Dichos análisis serán realizados según las necesidades de seguimiento y de acuerdo con las condiciones energéticas identificadas conjuntamente entre el CNO y el CND.

En este tipo de estudios, es determinante contar con información de la mejor calidad posible, sobre la entrada de proyectos de generación y transmisión y todos los otros supuestos y parámetros que impactan los resultados. Se recomienda una frecuencia de realización no menor a la semestral, teniendo en cuenta que el CND también realiza y publica los Análisis de Corto Plazo semanalmente, donde se dan señales de suficiencia energética e impacto de mantenimientos para la semana siguiente.

Información de entrada:

La información básica de entrada para los análisis de flexibilidad y potencia parte de las bases de datos energéticas de mediano plazo semanal (Anexo 1), la cual se usa para alimentar el modelo horario.

La información que debe detallarse a nivel horario a partir de los supuestos del mediano plazo y otra particular de este tipo de análisis, se describe en la tabla 3.

Tabla 3. **Supuestos Análisis energéticos Horarios**

Supuesto o variable del Análisis Energético horario	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Comentarios o Alternativas
Horizonte	Flexible: Hasta 8760 horas	<ul style="list-style-type: none"> El periodo para seleccionar debe ser definido según el propósito del estudio.
Características técnicas de los recursos de generación convencional	<p>Mínimos técnicos, Tiempos de arranque, Tiempos mínimos en línea y fuera de línea, rampas de subida y bajada de recursos de generación, lo anterior en función de la configuración seleccionada.</p> <p>Costos de Arranque y Parada de centrales térmicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Información declarada por los agentes y registradas en PARATEC. Criterio de condiciones de inicio basadas en la generación de origen del estudio de Mediano Plazo.
Demanda horaria del SIN	Construcción de perfil horario con la mejor información disponible en el CND del comportamiento esperado para el periodo a analizar.	<ul style="list-style-type: none"> Partiendo de los escenarios UPME (Energía y potencia) se determina la desagregación horaria y espacial, teniendo en cuenta

Supuesto o variable del Análisis Energético horario	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Comentarios o Alternativas
		la caracterización de la demanda para los días del periodo de análisis.
Aportes	Caudales en m3/s para cada río en cada semana del análisis de Mediano Plazo.	<ul style="list-style-type: none"> • Es deseable realizar una desagregación diaria con aplicación de ciertos criterios (debe evaluarse esta opción especialmente para recursos de baja regulación de embalse).
Escenarios de generación renovable no convencional	Producción horaria del recursos solares y eólicos consistentes con el escenario hidrológico de aportes seleccionado.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de producción renovable horaria a partir de la información primaria de radiación solar y velocidad de viento, así como de las características de la conversión de los paneles y aerogeneradores considerados.
Disponibilidad de generación	Detalle horario de los mantenimientos de recursos de generación en el periodo de análisis.	<ul style="list-style-type: none"> • Partiendo de información del Sistema Nacional de Consignaciones-SNC u otra suministrada por los agentes, se determinan las indisponibilidades por mantenimiento de generadores más relevantes del SIN en el periodo de análisis.
Disponibilidad de circuitos del STN	Detalle horario de los mantenimientos de circuitos de transmisión.	<ul style="list-style-type: none"> • En los Análisis de Potencia se considerarán aquellas indisponibilidades continuas de elementos que tengan duración de impacto en las áreas/subáreas operativas.
Niveles de embalse de inicio y fin de estudio horario	Condición inicial particular de cada embalse y meta final (agregada) obtenida del estudio de Mediano Plazo de origen.	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación aproximada de las señales del manejo del agua provenientes del estudio de Mediano Plazo.
Reserva de AGC	Requerimientos de AGC para cada periodo horario en MW esperadas para el periodo de análisis.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidades en MW totales para el SIN o por regiones con el listado de los recursos habilitados para su prestación.

Supuesto o variable del Análisis Energético horario	Descripción de supuesto, parámetro o criterio	Comentarios o Alternativas
Curva Potencia Vs Nivel de Embalse	Disponibilidad de potencia de las plantas hidroeléctricas en función de su volumen de embalse.	<ul style="list-style-type: none"> La información debe ser reportada por los agentes según lo definido en los acuerdos/procedimientos del CNO.
Disponibilidad de Combustibles para plantas térmicas	Disponibilidad de combustibles a nivel diario.	<ul style="list-style-type: none"> La información debe ser reportada por los agentes según lo definido en los acuerdos/procedimientos del CNO.

Información de salida:

La información básica de salida requerida para el análisis de las señales entregadas por los análisis energéticos horarios se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4. **Información básica de resultados para análisis energéticos horarios**

Variable o Resultado	Contenido del resultado	Comentario u observación
Déficit horario	Demanda de potencia no atendida en cada hora del periodo de análisis	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de posibles restricciones de red como causas del déficit
Cumplimiento de reservas de generación	Violación de reservas de AGC a nivel horario	<ul style="list-style-type: none"> Periodos de incumplimiento de la holgura requerida
Rampas máximas de subida y bajada de la demanda neta	Rangos de variación de la demanda neta en cada periodo horario en los días del periodo de análisis	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de requerimientos máximos de rampa.
Vertimiento de recursos renovables	Energía vertida en recursos renovables (Convencionales y No Convencionales)	<ul style="list-style-type: none"> Vertimiento en hidráulicas, Solares y Eólicas. Identificación de posibles restricciones de red como causas de vertimientos.
Número de horas en línea, encendidos y apagados de las plantas térmicas	Número de veces que un recurso térmico está en línea, se prendió y apagó en el periodo de análisis	Importante tener en cuenta que el algoritmo minimiza costos de operación por lo que no representa lo mismo que el despacho económico.
Despacho Horario	Resultados del Despacho Horario obtenido de las simulaciones.	Se publicarán los resultados del despacho horario obtenido de las simulaciones.
Uso de sistemas de almacenamiento con baterías	Evolución de los ciclos de carga y descarga de sistemas BESS.	

ANEXO 4

Periodicidad de la presentación de los análisis energéticos y de flexibilidad y de potencia

- El estudio determinístico de Mediano Plazo se presentará con una frecuencia mínima mensual. Sin embargo, dependiendo de la condición del Sistema, se podría llevar a cabo con mayor frecuencia.
- El estudio estocástico de Mediano Plazo se presentará mensualmente.
- El estudio estocástico de Largo Plazo se presentará trimestralmente.
- El estudio de flexibilidad y potencia se presentará semestralmente.