

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

ACUERDO 311 **Octubre 30 de 2004**

Por el cual se sustituye el Acuerdo N° 244 del CNO

El Consejo Nacional de Operación en uso de sus facultades legales, en especial las conferidas en el Artículo 36 de la Ley 143 de 1994, la Resolución 8-0103 del 2 de febrero de 1995 del Ministerio de Minas y Energía, el Anexo general de la Resolución CREG 025 de 1995 y su Reglamento interno y según lo decidido en la reunión C.N.O No. 211 del 28 de octubre de 2004 y,

CONSIDERANDO:

1. Que el Subcomité de Plantas Térmicas tenía dentro de sus actividades a realizar durante el año 2004, la revisión del Acuerdo 244 del CNO,
2. Que el Subcomité de Plantas Térmicas en sus reuniones No. 89 y 90 analizó el proyecto de Acuerdo que modifica el Acuerdo CNO No. 244, con base en las experiencias de los agentes en las pruebas realizadas en años anteriores,
3. Que el Comité de Operación en su reunión 126 del 21 de octubre de 2004 recomendó al CNO, mediante concepto CO-42, aprobar la solicitud del SPT de expedir un acuerdo que sustituye el Acuerdo 244 del CNO.

ACUERDA:

PRIMERO: Aprobar, el "PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA DE LAS PLANTAS TÉRMICAS DE SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL -SIN", que se incorpora al presente acuerdo y hace parte integral del mismo.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

SEGUNDO: Las Plantas y Unidades Térmicas deberán efectuar pruebas de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta para efectos de cálculo del Cargo por Capacidad, o aquel Cargo que lo sustituya o modifique.

TERCERO: Los aspectos técnicos para realizar la prueba de Consumo Térmico Específico Neto según se describe en el procedimiento y Capacidad Efectiva Neta, son los definidos en el Anexo 1 al presente Acuerdo. Los formatos a utilizar aparecen en el Anexo 2.

El procedimiento descrito en este Acuerdo, será válido tanto para reportar la información solicitada en la Resolución CREG 074 de 2002 y/o las que complementen o sustituyan, como para auditar dicha información.

CUARTO: La prueba de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta debe realizarse en forma obligatoria dentro de un plazo de hasta tres (3) años, contados a partir de la fecha en la que se realizó la última prueba de estos parámetros ante un Auditor aprobado por el CNO, plazo que se ampliará, por parte del agente, hasta máximo la siguiente fecha límite de entrega de información a la CREG para el cálculo del Cargo por Capacidad o aquel Cargo que lo modifique o sustituya.

Si el Agente lo considera conveniente, podrá repetir la prueba y se considerará como válida solamente la última realizada ante un Auditor autorizado por el CNO.

Si por alguna razón, un generador no puede realizar las pruebas dentro del plazo establecido en el presente Artículo, tendrá que justificar las causas ante el CNO. Si el CNO considera injustificable la no realización de la prueba, lo informará a la CREG. De considerarlo justificable, para efectos de cálculo del Cargo por

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Capacidad, se utilizarán los últimos valores oficiales de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta declarados.

QUINTO: Para la realización de las pruebas la empresa involucrada deberá escoger a una firma auditora con la cual no tenga relación directa y/o indirecta, de manera que se garantice la independencia de esta última.

La función principal de la firma auditora seleccionada por parte de un generador térmico será la de verificar y dar fe de que durante la realización de la prueba se cumpla con los requerimientos que estipula el procedimiento para realizar la prueba y establecidos en el Anexo 1 del presente Acuerdo.

PARAGRAFO: El Consejo Nacional de Operación -CNO-, será la entidad encargada de preseleccionar de una lista de firmas auditoras o consultoras, las empresas autorizadas para realizar la prueba, para lo cual definirá un procedimiento que garantice a todas las empresas generadoras la total independencia e imparcialidad de las firmas auditoras.

SEXTO: El Consumo Térmico Específico Neto y la Capacidad Efectiva Neta de las plantas o unidades nuevas, serán calculados por el Auditor con base en las Pruebas de Recepción de las unidades, teniendo en cuenta las condiciones y correcciones establecidas en el Anexo 1 del presente Acuerdo. Se aceptarán las Pruebas de Recepción, siempre y cuando, durante la realización de las mismas, se registren todas las variables exigidas en el Anexo 1 de este Acuerdo.

Los parámetros calculados por el Auditor con base en las Pruebas de Recepción, solamente serán válidos para la corrida del Cargo por Capacidad o aquel Cargo que lo modifique o sustituya del mismo año en que se realizaron las mismas. El año siguiente, es obligatorio efectuar la prueba de acuerdo con el procedimiento establecido en el Anexo 1 de este Acuerdo.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Para las plantas nuevas que no hayan entrado en operación comercial antes de la corrida del Cargo por Capacidad o aquel Cargo que lo modifique o sustituya y que no hayan realizado aún su Prueba de Recepción, se les aceptarán para dicha corrida, los valores de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta garantizados por el fabricante, siempre y cuando estén avalados por un Auditor aprobado por el CNO, quién ajustará los valores teóricos a las condiciones establecidas en el Anexo 1 de este documento, y serán reportados antes del 10 de noviembre del siguiente año.

Las plantas que hubieren retirado del Mercado de Energía Mayorista por cualquiera de las causales previstas en las Resoluciones CREG 056 de 1998 y 037 de 1999, o aquellas que la adicionen, reformen o sustituyan, y que pretendan reincorporarse al mismo, deberán realizar la prueba de acuerdo con el Anexo 1 de este Acuerdo.

Parágrafo: Para efectos del reporte de información conforme a lo dispuesto en la Resolución CREG 074 de 2002 o aquella que la modifique o sustituya, los agentes propietarios de plantas y/o unidades térmicas a carbón, informarán el factor de conversión (Tonelada/MWh) con base en los resultados de la prueba.

SÉPTIMO: Los costos directos atribuibles a una prueba de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta, serán sufragados por el dueño o representante de la planta ante el ASIC.

OCTAVO: Los aspectos operativos y comerciales de la generación de plantas en etapa de pruebas seguirán los criterios establecidos en la Resolución 121 de 1998, en el Acuerdo 39 del CNO de 1999 y en aquellas que la sustituyan o modifiquen.

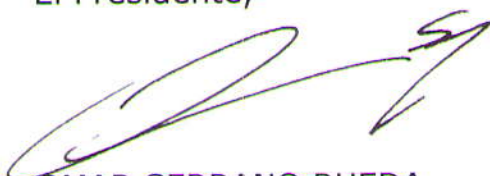
NOVENO: Cualquier agente generador podrá estar presente, sin interferir en la prueba, como observador, en la realización de dicha prueba en cualquier planta ajena a su propiedad. Los costos de desplazamiento correrán por cuenta de la empresa interesada en

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

observar la realización de la prueba, y deberá notificar al propietario y/o operador de la planta 48 horas antes de ésta.

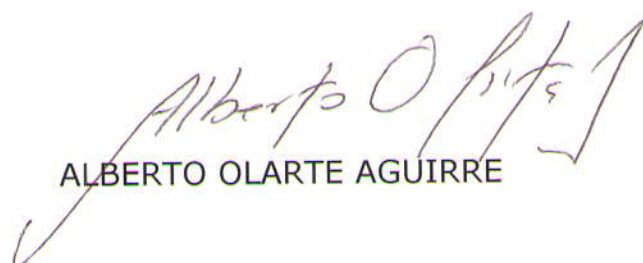
DÉCIMO: El presente Acuerdo rige a partir de la fecha, deroga y sustituye al Acuerdo 244 del CNO del 2 de octubre de 2002, así mismo deroga cualquier acuerdo que le sea contrario.

El Presidente,



OMAR SERRANO RUEDA

El Secretario Técnico,



ALBERTO OLARTE AGUIRRE

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

ANEXO No. 1

PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA DE LAS PLANTAS TÉRMICAS DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL - SIN

1. GENERALIDADES

La prueba para determinar la Capacidad Efectiva Neta y el Consumo Térmico Específico Neto de las plantas térmicas del Sistema Interconectado Nacional - SIN, se debe realizar de acuerdo con los procedimientos establecidos en este documento.

1.1 Alcance de la prueba

Como resultado de esta prueba se obtendrán los valores de la Capacidad Efectiva Neta y el Consumo Térmico Específico Neto de las unidades de generación térmica del Sistema Interconectado Nacional.

1.2 Definiciones

Eficiencia: Es la relación en porcentaje que existe entre la energía eléctrica producida y la energía térmica del combustible que se utiliza para producirla.

$$\eta (\%) = (kWhe/kWht) \times 100$$

donde

	η	(%)	Eficiencia
generada	kWhe	(kWh)	Cantidad de energía eléctrica
combustible	kWht	(kWh)	Cantidad de energía térmica del suministrado

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

Para la conversión de la energía térmica del combustible a kWh se usarán los siguientes factores:

$$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ J} = 3412,14 \text{ Btu} = 859,86 \text{ kcal}$$

Eficiencia Neta: Es la eficiencia que se calcula aplicando la fórmula anterior, midiendo la energía eléctrica generada en la frontera comercial del generador. Cuando se cuenta con más de una frontera comercial, la cantidad de energía eléctrica generada será la suma de la energía eléctrica generada en las diferentes fronteras comerciales.

Consumo Térmico Específico: Es otra forma de expresar la eficiencia de una unidad de generación térmica, en términos de la cantidad de calor del combustible requerido para generar un kilovatio-hora.

$$HR = Qa/kWhe$$

Donde,

HR Consumo Térmico Específico (Heat Rate),
Btu/kWh
Qa calor agregado al ciclo térmico en forma de
combustible, Btu
KWhe energía eléctrica generada

Consumo Térmico Específico Neto. Es el calculado aplicando la fórmula anterior (HR), midiendo la energía eléctrica generada en la frontera comercial del generador, y la energía calórica del combustible utilizado; y obtenido según el procedimiento descrito en el presente Anexo. Cuando se cuenta con más de una frontera comercial, la cantidad de energía eléctrica neta generada será la suma de la energía eléctrica generada en las diferentes fronteras comerciales.

Poder Calorífico del Combustible. Es el contenido energético de un combustible, es decir, la cantidad de energía calórica en un volumen o masa de combustible dado. Se expresa usualmente en Btu/PC, kcal/kg o Btu/Lb.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Poder Calorífico Superior o Bruto (High Heating Value, HHV) y Poder Calorífico Inferior o Neto (Low Heating Value, LHV)

El Poder Calorífico Superior o Bruto (High Heating Value, HHV), es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión donde todos los productos de combustión son enfriados a 60 °F y el agua producto de la reacción ha sido condensada.

El Poder Calorífico Inferior o Neto (Low Heating Value, LHV), es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión pero el agua que se forma en la combustión permanece en la fase vapor. Para calcular el Consumo Térmico Específico Neto se considerará el Poder Calorífico Inferior Ideal (LHV) del combustible.

La diferencia entre los dos valores anteriores es esencialmente el calor latente de evaporación del vapor de agua que se encuentra en los gases de escape, que incluye el agua presente en el combustible y la que se produce por la combustión del hidrógeno.

Capacidad Efectiva Neta de las plantas y/o unidades del SIN:

Es la que resulta de las pruebas de consumo térmico específico neto y capacidad efectiva neta, realizadas según el procedimiento descrito en el presente Anexo y cuya definición corresponde con lo establecido en la Resolución CREG 074 de 2002 y/o aquellas que la modifiquen o sustituyen.

Pruebas de Recepción. Son las pruebas efectuadas a una unidad o planta de generación, previas a la declaración de entrada en operación comercial.

2. INSTRUMENTOS

2.1 Mediciones eléctricas

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

La medición de energía eléctrica neta en la frontera comercial de la central se hará con instrumentos que cumplan, tanto en cuanto al grado de precisión como a los certificados de calibración, con lo dispuesto en el Código de Medida o normas que lo sustituyan o complementen.

La medición de la energía eléctrica bruta, en bornes del generador y, de ser necesario, la del consumo de auxiliares, se hará utilizando los vatímetros propios de la unidad en prueba.

La medición del factor de potencia se hará utilizando el instrumento propio de la unidad. Si el Auditor considera que la lectura no tiene la precisión adecuada, se leerán la energía activa y la reactiva del respectivo generador y se calculará el factor de potencia.

2.2 Gas natural

Los medidores de flujo de gas natural utilizados para las pruebas deberán cumplir con el máximo error establecido en el Reglamento Único de Transporte (RUT) de gas natural por redes. La fecha de verificación de variables de los instrumentos de medición del flujo de gas no podrá ser mayor a 45 días, con relación a la fecha de la prueba. El Acta o certificado de verificación deberá ser expedido por el transportador de gas natural, su delegado, o una entidad competente.

2.3 Combustibles líquidos

Las plantas y/o unidades que operan con combustible líquido deberán tener medidores con un error de $\pm 0.5\%$. La fecha de verificación de los contadores de combustible líquido, no podrá ser mayor a 45 días con relación a la fecha de la prueba. El Acta o certificado de verificación deberá ser expedido por una entidad competente.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

2.4 Carbón

La medición de la cantidad de carbón consumida por la unidad durante la prueba se hará utilizando los alimentadores gravimétricos propios de la unidad. Las centrales de carbón que no cuenten con estos equipos harán la medición en la báscula instalada en la banda transportadora que alimenta las tolvas de carbón, siguiendo el procedimiento descrito en este Anexo. La fecha de expedición del Acta o Certificado de verificación no podrá ser mayor a 6 meses, con relación a la fecha de la prueba. El Acta o Certificado de verificación deberá ser expedido por una entidad competente.

2.5 Temperatura y humedad relativa

La temperatura ambiente se medirá con un termómetro que tenga una precisión dentro del rango de $\pm 0,5$ °C. Esta medición se efectúa solamente en el caso de las turbinas de gas.

Humedad relativa, medida con un psicrómetro que tenga una precisión dentro del rango de $\pm 0,5$ °C. Esta medición se efectúa en las turbinas de gas que cuentan con enfriador evaporativo u otro sistema de enfriamiento de aire de entrada.

El termómetro o psicrómetro correspondiente deberá estar situado durante el período de la prueba, en un sitio a la sombra y en cercanías de la admisión de aire al compresor de la turbina de gas respectiva.

Los termómetros y los psicrómetros, a cargo del Auditor, deberán tener un certificado de verificación expedido por el fabricante de los mismos o por una entidad competente.

3. PROCEDIMIENTO

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

La prueba se realizará a plena carga y se iniciará una vez el operador considere que los parámetros de operación de la unidad se encuentran estables.

Durante la prueba deberán estar en funcionamiento todos los equipos auxiliares propios de la unidad que sean necesarios para su operación, incluyendo aquellos servicios auxiliares tales como iluminación de las áreas de operación y aire acondicionado de la sala de control.

En las centrales que tengan más de una unidad, la prueba debe realizarse estando los auxiliares alimentados del sistema propio de esa unidad, teniendo siempre abierto el interruptor de acople entre barrajes de auxiliares de diferentes unidades. En caso de no ser posible, por no contar con dicho interruptor, se distribuirán las cargas proporcionalmente a las capacidades efectivas netas de las unidades. El auditor verificará detalladamente la posición de todos los interruptores de acople entre las barras auxiliares.

En caso de que la medición de la energía se efectúe en la frontera comercial pero los auxiliares estén alimentados por una fuente externa (otra unidad de la central o sistema interconectado), a la energía medida en la frontera comercial se deducirá la energía consumida por los auxiliares de la planta durante la prueba.

3.1 Unidades a gas natural o combustible líquido

La prueba de las unidades operando con gas natural o combustible líquido tendrá una duración de una hora.

Durante la prueba se tomarán lecturas acumuladas, que serán la base de los cálculos de Consumo Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta, y lecturas instantáneas que servirán primordialmente para verificar que las condiciones de operación de la unidad permanezcan estables durante la prueba.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

3.1.1 Lecturas acumuladas

- Se medirá la energía eléctrica neta entregada al Sistema Interconectado Nacional en la frontera comercial, utilizando los instrumentos propios de la planta. Esta energía se medirá tomando las lecturas acumuladas inicial y final del contador de la unidad y haciendo la diferencia.

Si el contador está instalado en la salida de alta tensión del transformador principal, estas lecturas se anotarán en la columna Contador No.1 del Anexo 2, y el resultado es la energía eléctrica neta.

Si el contador está instalado para medir energía generada en bornes de generador, se tomarán también las lecturas del contador de auxiliares y se anotarán en la columna Contador No.2 del Anexo 2; y, si fuese necesario, en la columna Contador No. 3 del Anexo 2. La energía neta será en este caso la diferencia entre columnas Contador No.1 (generación bruta) y la suma de las columnas Contador No.2 y Contador No.3 (consumo de auxiliares); en estos casos se deberán tener en cuenta las pérdidas del transformador elevador del generador.

- En caso de que la medición de la energía se efectúe en la frontera comercial pero los auxiliares estén alimentados por una fuente externa (otra unidad de la planta o sistema interconectado), a la energía medida en la frontera comercial se deducirá la energía consumida por los auxiliares de la planta durante la prueba.
- El consumo de combustible en el mismo período se medirá tomando las lecturas acumuladas inicial y final en el medidor correspondiente, según el combustible que se haya utilizado durante la prueba. Esta medición (en pies cúbicos para el gas y galones, kilogramos o libras para combustibles líquidos) del

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

combustible consumido en el período será la que se utilizará para los cálculos.

Cuando los contadores de energía eléctrica o los medidores de combustible posean un software que permita el registro automático de las mediciones, deben ser estos los valores oficiales de la prueba, ya que son más exactos que los registrados visualmente por el Auditor.

3.1.2 Lecturas instantáneas

Se tomarán lecturas instantáneas, cada diez minutos, del flujo de combustible, generación bruta (en bornes de generador), factor de potencia y, en el caso de las turbinas de gas, la temperatura ambiente. Si la turbina de gas cuenta con enfriador evaporativo u otro sistema de enfriamiento de aire, se tomará adicionalmente la humedad relativa.

Los datos instantáneos de flujo de gas sirven solamente para comprobar la carga estable de la unidad. Los promedios de las lecturas de la generación bruta, factor de potencia, temperatura ambiente y humedad relativa se utilizan para el cálculo de los factores de corrección.

3.1.3 Muestreo de combustible

Se tomarán dos muestras de gas o del combustible líquido utilizado, una al inicio y la otra al final de la prueba. La toma de muestras será supervisada por un representante de la Auditoría.

Los análisis de las muestras no podrán ser efectuados por los laboratorios propios de las centrales, sino que deberán ser enviadas por el operador de la planta a un laboratorio homologado por las autoridades competentes.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

El Auditor vigilará la toma de las muestras pero es responsabilidad del agente el remitirlas al laboratorio para su análisis, cuyos resultados serán remitidos por el agente al auditor.

Para el gas natural, el informe de laboratorio deberá especificar, como mínimo, lo siguiente:

- Análisis cromatográfico en porcentaje volumétrico o molar.
- Peso molecular
- Gravedad específica
- Poder calorífico volumétrico ideal y real, bruto y neto (HHV y LHV)

Para combustibles líquidos, el informe de laboratorio deberá especificar por lo menos lo siguiente:

- Composición química
- Densidad y gravedad específica
- Poder calorífico bruto (HHV)
- Poder calorífico neto (LHV) calculado a partir del bruto y del contenido de hidrógeno.

3.2 Unidades a carbón

Las pruebas de las unidades operando con carbón tendrán una duración de una hora cuando la medición del combustible se haga por medio de alimentadores gravimétricos. Si la central no cuenta con estos equipos, pero puede suspender la alimentación de carbón a la caldera en forma instantánea al finalizar la prueba, la duración de ésta será de dos horas. Si el suministro de carbón a la caldera debe sostenerse aún después de finalizar la prueba, la duración de la misma será de al menos cuatro horas.

Durante la prueba se tomarán lecturas acumuladas, que serán la base de los cálculos de Consumo Específico Neto y Capacidad Neta,

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

y lecturas instantáneas que servirán primordialmente para verificar que las condiciones de operación de la unidad permanezcan estables durante la prueba.

3.2.1 Lecturas acumuladas

Se tomarán lecturas acumuladas de la energía neta entregada al sistema, al comienzo y al final de la prueba, en la misma forma descrita para las unidades a gas o combustibles líquidos en el numeral 3.1 de este Anexo.

En las centrales que cuentan con alimentadores gravimétricos de carbón, se tomarán las lecturas acumuladas inicial y final de estos equipos.

Las centrales a carbón que no cuenten con alimentadores gravimétricos, podrán utilizar el método de tolvas llenas para medir la cantidad de carbón consumido durante la prueba. Este método consiste en determinar al inicio de la prueba un nivel de referencia en las tolvas, en el cual se rasa el material homogéneamente. Se suspende la alimentación a las tolvas y se da inicio a la prueba.

En las centrales que tengan la posibilidad de suspender el suministro de carbón a la caldera en forma instantánea, substituyéndolo por otro combustible sin afectar la operación de la unidad, al término de la prueba se suspende la alimentación al pulverizador de carbón y se repone la cantidad de combustible faltante hasta el nivel inicial de referencia de las tolvas, haciendo simultáneamente el pesaje, mediante la báscula instalada en la banda transportadora. La medida resultante en la báscula será equivalente al carbón consumido durante la prueba.

Cuando se utiliza el método de tolvas llenas se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Garantizar que el nivel inicial de referencia sea suficiente para el suministro de carbón durante toda la prueba.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

- Garantizar que no exista alimentación a las tolvas mientras se realiza la prueba.
- Verificar durante el llenado de reposición que el carbón tenga la misma característica física que el consumido durante la prueba.
- Comprobar que la báscula instalada en el sistema de transporte de carbón posea un certificado de calibración proveniente de una entidad competente.
- Confirmar que el nivel de referencia en las tolvas sea el mismo al inicio y al final de la prueba.
- Verificar que los alimentadores de carbón que suministran combustible para la prueba, sean detenidos al finalizar la prueba.
- Cotejar para efectos de cálculo, los datos iniciales y finales de pesado en la báscula.

En las centrales térmicas a carbón en las que no sea técnicamente factible suspender instantáneamente la alimentación al pulverizador, se podrá usar el siguiente procedimiento, previo acuerdo con la Auditoría:

- Al inicio de la prueba se determinará el nivel de referencia de las tolvas.
- Durante el transcurso de la prueba se alimentan periódicamente las tolvas, regresando cada vez el nivel original que tenían al comenzar la prueba.
- Cuando se supere el tiempo mínimo establecido de cuatro horas para la prueba y el nivel de las tolvas se encuentre en la situación original, se toman simultáneamente las lecturas del carbón que ha sido pesado en la báscula, del contador de energía eléctrica y la hora exacta.

3.2.2 Lecturas instantáneas

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

Se tomarán lecturas instantáneas, cada diez minutos para las unidades que cuentan con alimentadores gravimétricos y cada treinta minutos en las que efectúan la medición por el método de tolva llena, del flujo de combustible, generación en bornes de generador y factor de potencia.

Los datos instantáneos de flujo de combustible sirven solamente para comprobar la carga estable de la unidad. Los promedios de las lecturas de la generación bruta y factor de potencia se utilizan para el cálculo de los factores de corrección.

3.2.3 Muestreo de combustible

En las centrales a carbón en las que existan las facilidades para tomar muestras del carbón que está entrando a la caldera, en la parte inferior de las tolvas o en los alimentadores, se tomarán muestras cada veinte minutos.

En las centrales que no cuenten con esta facilidad y sea necesario tomar las muestras a la llegada de la banda transportadora a las tolvas, se tomarán muestras del carbón que se estima será consumido en la caldera a la hora de la prueba, con una periodicidad que será acordada con el Auditor.

Las muestras recolectadas serán homogeneizadas y cuarteadas de manera que se obtenga una muestra promedio del carbón utilizado durante la prueba, que será dividida en dos partes: una de ellas será enviada a un laboratorio competente para su análisis y la otra será conservada como testigo en la respectiva central, por lo menos durante tres meses.

Los análisis de laboratorio de carbón deberán especificar lo siguiente:

- Análisis próximo
- Análisis último
- Poderes caloríficos bruto y neto (HHV y LHV).

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

4. DOCUMENTOS DE LA PRUEBA

La información básica referente a la prueba, la información general sobre la planta, las mediciones realizadas y los resultados obtenidos, serán consignados en tres documentos básicos:

- Informe de Pruebas de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta, cuyo formato se incluye en el Anexo 2 de este documento.
- Protocolo de Pruebas de Consumo Térmico Específico Neto y Capacidad Efectiva Neta, cuyo formato se incluye en el Anexo 2 de este documento. Se utilizará el formato de protocolo correspondiente al combustible que se use en cada central.
- Anexos

4.1 Informe de Pruebas

En el Informe de Pruebas se consignará el nombre de la planta y número de la unidad, propietario u operador, fecha de la prueba y nombre de los representantes del Agente y de la Auditoría que participaron en la ejecución de la prueba, en las mediciones y en la toma de muestras de combustible.

Se hará un breve resumen sobre el desarrollo de la prueba el cual se incluirán aspectos tales como la hora en que se realizó en cada unidad, carga de la unidad, etc. Se anotará si la prueba se realizó siguiendo el procedimiento estipulado en este documento o qué desviaciones se presentaron, así como su razón.

Se consignarán las observaciones particulares a que haya lugar.

Se anotarán los resultados de las pruebas en términos de eficiencia (en porcentaje) y consumo térmico específico neto (Btu/kWh) así

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

como capacidad efectiva neta (kW), corregidos a las condiciones de temperatura ambiente media multianual, humedad relativa media multianual (en los casos que requieran correcciones por estos factores), factor de potencia y presión de referencia (en caso de que la presión base de los medidores de gas difiera de la presión a la cual el respectivo laboratorio reporte el poder calorífico). En las centrales a vapor solamente se hará la corrección por factor de potencia.

4.2 Protocolo de Pruebas

Se utilizará un formato para cada unidad de la central y para cada combustible utilizado en las pruebas.

El formato consta de las siguientes secciones:

- A. Información general
- B. Datos tomados durante las pruebas
- C. Resultados de las pruebas

A. Información General

En este campo se llenarán los datos generales sobre cada unidad. Es deseable que la Auditoría tenga la información aquí incluida con anterioridad a las pruebas, con el fin de disminuir el tiempo necesario en el sitio.

Se anotarán el nombre de la central, número de la unidad, fecha de la prueba, nombre del propietario u operador y localización de la central.

Para las centrales que operan con gas o con combustible líquido se indicará si la unidad es turbina de gas en ciclo simple, en ciclo combinado, en ciclo STIG o si es turbina de vapor. Para las turbinas de gas se indicará si tiene enfriador evaporativo o cualquier otro sistema para disminución de la temperatura del aire de admisión.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

Se anotará el fabricante de la turbina, modelo y fecha de iniciación de la operación comercial, así como el fabricante del generador, capacidad, voltaje y factor de potencia de diseño.

Se anotarán las capacidades efectivas bruta (en bornes de generador) y neta (en bornes de alta tensión del transformador principal o frontera comercial), así como el total de horas acumuladas de operación y las transcurridas desde el último mantenimiento mayor hasta el día de la prueba. Para las turbinas de gas, se anotarán la temperatura y la humedad relativa medias multianuales de la estación del IDEAM (o la entidad que la sustituya), más próxima a la central, así como la altura sobre el nivel del mar.

Se incluirán los datos de los instrumentos de medición de energía eléctrica generada y combustible consumido en la prueba.

B. Datos tomados durante la prueba

1. Valores instantáneos

Se anotarán las lecturas instantáneas de potencia en bornes del generador, factor de potencia, flujo de combustible y, para las turbinas de gas, la temperatura ambiente. Para las turbinas de gas con algún sistema de enfriamiento de aire de entrada al compresor, se anotará también la temperatura de bulbo húmedo y/o la humedad relativa.

2. Valores acumulados

Se anotarán los valores acumulados de energía eléctrica generada durante la prueba, consumo de auxiliares, si fuese necesario, y consumo de combustible, al comienzo y al final de la prueba.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

Si la unidad cuenta con un software que permita registrar la energía generada y/o el consumo de combustible durante la prueba, en el espacio destinado al valor acumulado inicial se anotará la cifra cero, y en el del valor acumulado final se anotará la cifra registrada automáticamente.

La hoja de Datos Tomados Durante la Prueba (Hoja 2 de 3) será firmada por el representante del Propietario u Operador de la central y por el representante de la Auditoría.

D. Resultados de las pruebas

En esta sección del formato se anotarán los datos medidos de combustible consumido durante el período de la prueba y la generación eléctrica neta en kWh. Se anotará el poder calorífico inferior (LHV) del combustible, que será el promedio aritmético de los resultados obtenidos según los análisis realizados a las muestras.

El consumo térmico específico neto y la capacidad efectiva neta calculadas con estos datos serán corregidos así:

Corrección por temperatura ambiente: Para las turbinas de gas se calculará el factor de corrección usando las curvas del fabricante, para hacer el ajuste de consumo térmico específico y la capacidad desde la temperatura ambiente promedio medida durante la prueba hasta la temperatura media multianual según certificación del IDEAM o entidad competente, para la estación más cercana a la planta. A las plantas de vapor no se les aplicará este factor de corrección.

Corrección por humedad relativa: Solamente para las turbinas de gas que tengan enfriador evaporativo u otro sistema para enfriamiento del aire de admisión, se calculará este factor de corrección usando las curvas del fabricante, para hacer el ajuste de consumo térmico específico y la capacidad efectiva neta desde la humedad relativa promedio medida durante la prueba hasta la

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

humedad relativa media multianual según certificación del IDEAM o entidad que la sustituya para la estación más cercana a la planta.

Corrección por factor de potencia: El factor de potencia durante la prueba deberá ser, preferiblemente, el valor de diseño de los generadores. Si el factor de potencia promedio medido durante la prueba es diferente, se calculará el correspondiente factor de corrección desde el valor medido hasta el valor de diseño de los generadores, utilizando las curvas de los fabricantes de los generadores y de los transformadores tanto para el consumo térmico específico neto como para la capacidad neta.

Corrección por presión. En caso de que la presión base de los computadores de flujo de los medidores de gas, difiera de la presión a la cual se calcula el poder calorífico del gas por parte del Instituto Colombiano del Petróleo –ICP- u otro ente homologado, se corrige el volumen de gas medido en la planta a las condiciones de presión y temperatura que utiliza el laboratorio en cuestión.

El consumo térmico específico neto corregido y la capacidad efectiva neta media multianual, son respectivamente el consumo térmico específico neto y la capacidad efectiva neta a las condiciones medidas, multiplicados por el producto de los anteriores factores de corrección. Los cálculos respectivos serán realizados por el Auditor en sus oficinas una vez reciba los resultados de los análisis de combustible.

4.3 Anexos

Además de los formatos de Informe de Pruebas y Protocolo de Pruebas debidamente diligenciados, se deben anexar al informe los siguientes documentos:

- Para las turbinas de gas, curvas de corrección del consumo térmico específico y de la capacidad de la turbina por variaciones de temperatura ambiente y humedad relativa, así

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

CNO

como la certificación del IDEAM o entidad competente sobre la temperatura media multianual. Para las turbinas de gas con enfriador evaporativo u otro sistema de enfriamiento de aire, se incluirá también la certificación de la humedad relativa media multianual.

- Curvas de corrección por variaciones en el factor de potencia, para el generador y transformador.
- Acta o Certificado de verificación de calibración de los equipos de medición de combustibles.
- Para las turbinas de gas, curvas de corrección del consumo térmico específico y de la capacidad de la turbina por variaciones de temperatura ambiente y humedad relativa.
- Resultados de los análisis de combustible efectuados por el respectivo laboratorio autorizado.
- Diagrama que muestre el sistema de medición del combustible, indicando la localización del elemento de medición de flujo (orificio, turbina, Venturi, ultrasonido, medidor de desplazamiento positivo, alimentador de carbón, báscula en banda transportadora, etc.) así como los instrumentos asociados (manómetros, termómetros, transmisores, etc.).
- Diagrama unifilar simplificado indicando el punto de medición de la energía neta generada.
- Podrán también anexarse los documentos que, a juicio del Auditor, contribuyan a dar claridad al informe.

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

ANEXO 2

FORMATOS

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

INFORME DE PRUEBAS DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA

CENTRAL:

Unidad:

Fecha de la prueba:

PROPIETARIO/OPERADOR:

PARTICIPANTES:

Por la Central:

Por la Auditoría:

PROCEDIMIENTO: Acuerdo No del CNO

DESARROLLO DE LAS PRUEBAS

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

Por la Auditoría:

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

HOJA 1 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA PLANTAS A GAS Y/O COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

A. INFORMACIÓN GENERAL						
Central			Unidad No.		Fecha de la prueba	
Propietario/Operador			Localización			
Tipo de Central	Turbogás - Ciclo Simple ☐		Turbogás - STIG ☐		Sist. enfr. aire ☐	
	Turbogás - Ciclo Combinado ☐		Turbina de Vapor ☐		No ☐	
TURBINA	Fabricante		Modelo		Inicio Operación Comercial	
Capacidad , kW			Condiciones del sitio (IDEAM)			
Bruta			Temperatura media multianual, °C			
Efectiva neta			Humedad relativa multianual, %			
Horas Operación	Totales	Desde último mant. mayor	Altura sobre nivel del mar, m			
GENERADOR	Fabricante		Capacidad, kVA	Voltaje, V	Cos ϕ	
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Marca	Tipo	No. de serie	Precisión	Clase	Fecha última verificación
Contador No. 1						
Contador No. 2						
Contador No. 3						
Medidor de combustible						

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

HOJA 2 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA PLANTAS A GAS Y/O COMBUSTIBLES LÍQUIDOS		
Central	Unidad No.	Fecha de la prueba

B. DATOS TOMADOS DURANTE LA PRUEBA							
1. VALORES INSTANTÁNEOS							
HORA	B. SECO °C	B. HUM °C	H. REL. %	FLUJO COMB.	GENERACIÓN BRUTA MW	cos ϕ	
Promedio							
2. VALORES ACUMULADOS							
HORA	Lectura	Contador No. 1 kWh	Contador No. 2 kWh	Contador No. 3 kWh	Gas ft ³		
	Inicial						
	Final						
	Diferencia						

Por el Propietario/Operador 	Por la Auditoría
---	----------------------------------

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

HOJA 3 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA PLANTAS A GAS Y/O COMBUSTIBLES LÍQUIDOS		
Central	Unidad No.	Fecha de la prueba

C. RESULTADOS DE LA PRUEBA			
Combustible consumido durante la prueba			
Poder calorífico inferior (LHV)			
Energía neta generada durante la prueba, kWh			
Consumo térmico específico a condiciones medidas, Btu/kWh			
		Factores para Heat Rate	Factores para Capacidad
Factores de Corrección	Por temperatura ambiente		
	Por humedad relativa		
	Por factor de potencia		
	Por presión base del combustible		
	TOTAL		
Consumo térmico específico neto (Heat Rate), Btu/kWh			
Capacidad efectiva neta, kW			

OBSERVACIONES

Por la Auditoría

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

HOJA 1 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TÉRMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA PLANTAS A CARBÓN

A. INFORMACIÓN GENERAL						
Central			Unidad No.	Fecha de la prueba		
Propietario/Operador			Localización			
TURBINA	Fabricante		Modelo	Inicio Operación Comercial		
CALDERA	Fabricante		Sistema de medición de carbón			
		En banda	☐	Tipo gravimétrico	☐	
		En alimentador	☐	Tipo volumétrico	☐	
Capacidad , kW			Horas de Operación			
Bruta			Totales	Desde último mantenimiento mayor		
Efectiva neta						
GENERADOR	Fabricante		Capacidad, kVA	Voltaje, V	Cos ϕ	
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Marca	Tipo	No. de serie	Precisión	Clase	Fecha última verificación
Contador No. 1						
Contador No. 2						
Contador No. 3						
Medidor de carbón						

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

HOJA 2 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TERMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA PLANTAS A CARBÓN		
Central	Unidad No.	Fecha de la prueba

B. DATOS TOMADOS DURANTE LA PRUEBA					
1. VALORES INSTANTÁNEOS					
HORA	GENERACIÓN MW	FLUJO DE COMBUSTIBLE kg/h		cos ϕ	
Promedio					
2. VALORES ACUMULADOS					
HORA	Lectura	Contador No. 1 kWh	Contador No. 2 kWh	Contador No. 3 kWh	Combustible kg
	Inicial				
	Final				
	Diferencia				

Por el Propietario/Operador	Por la Auditoría
-----------------------------	------------------

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

HOJA 3 DE 3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CONSUMO TERMICO ESPECÍFICO NETO Y CAPACIDAD EFECTIVA NETA PLANTAS A CARBÓN		
Central	Unidad No.	Fecha de la prueba

C. RESULTADOS DE LA PRUEBA		
Combustible consumido durante la prueba, kg		
Poder calorífico inferior (LHV), kcal/kg		
Energía neta generada durante la prueba, kWh		
Consumo térmico específico (Heat Rate) medido, Btu/kWh		
	Heat Rate	Capacidad
Factor de corrección por factor de potencia		
Consumo térmico específico neto (Heat Rate) , Btu/kWh		
Capacidad efectiva neta, kW		

OBSERVACIONES

Por la Auditoría