GERENCIA DE REGULACIÓN DE TARIFAS
✉ AV. CANADA N° 1460 - SAN BORJA
☎ 224 0487 224 0488 - FAX 224 0491

Informe N° 594-2019-GRT

Nuevo Procedimiento Técnico del COES N° 17 "Determinación de la Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación Termoeléctrica"

(Prepublicación)

Diciembre 2019

Resumen Ejecutivo

El 25 de abril de 2019, el COES remitió a Osinergmin, mediante carta COES/D-437-2019, la propuesta de un nuevo Procedimiento Técnico del COES N° 17 "Determinación de la Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación Termoeléctrica" (PR-17), con el respectivo Informe de Sustento Técnico – Económico – Legal.

De conformidad con el numeral 8.1 de la "Guía de Elaboración de Procedimientos Técnicos", aprobada mediante Resolución Nº 476-2008-OS/CD, Osinergmin remitió al COES las observaciones a la propuesta de modificación del PR-17, mediante Oficio N° 719-2019-GRT del 18 de julio de 2019, otorgándole un plazo de veinte (20) días hábiles para subsanar las mismas. El COES, mediante carta COES/D-826-2019 solicitó un plazo de 20 días adicionales; en ese sentido, Osinergmin mediante Oficio N° 754-2019-GRT otorgó el plazo adicional solicitado. Con fecha 17 de setiembre de 2019, el COES remitió a Osinergmin la subsanación de las observaciones a la propuesta del nuevo PR-17, mediante la carta COES/D-970-2019.

Finalmente, en el presente informe se presentan los aspectos que sustentan la propuesta del nuevo PR-17; así como, el análisis de la subsanación del COES a las observaciones a la propuesta.

Contenido

1. Antecedentes 4
2. Aspectos considerados en la modificación del PR-17 6
2.1. Situación del SEIN 6
2.2. Aspectos de Modificación del PR-17 7
2.3. Propuesta de Modificación del PR-17 9
3. Conclusiones 11
Anexo A 12
Anexo B 46

1. Antecedentes

Mediante la Ley N° 28832, Ley para Asegurar el desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica, se dispuso en el literal b) de su artículo 13 que una de las funciones de interés público a cargo del COES, es elaborar los procedimientos en materia de operación del SEIN y administración del Mercado de Corto Plazo, para su aprobación por Osinergmin; además, en el inciso f) de su artículo 14 establece como función operativa del COES calcular la potencia y energía firmes de cada una de las unidades generadoras, para lo cual es necesario la determinación de la potencia efectiva para el caso de las centrales de generación termoeléctrica.

Mediante el Decreto Supremo N° 027-2008-EM, se aprobó el Reglamento del Comité de Operación Económica del Sistema ("Reglamento COES"), cuyo artículo 5.1 detalla que el COES, a través de su Dirección Ejecutiva, debe elaborar las propuestas de Procedimientos Técnicos en materia de operación del SEIN. Para tal efecto, en su artículo 5.2 se prevé que el COES debe contar con una Guía de Elaboración de Procedimientos Técnicos aprobada por Osinergmin, la cual incluirá, como mínimo, los objetivos, plazos, condiciones, metodología, forma, responsables, niveles de aprobación parciales, documentación y estudios de sustento.

En ese sentido, mediante Resolución N° 476-2008-OS/CD se aprobó la "Guía de Elaboración de Procedimientos Técnicos" ("Guía"), estableciéndose el proceso y los plazos que deben seguirse para la aprobación de los Procedimientos Técnicos COES. Esta Guía fue modificada mediante Resolución N° 088-2011-OS/CD, mediante Resolución N° 272-2014-OS/CD y mediante Resolución N° 090-2017-OS/CD.

Así también, mediante Resolución N° 143-2014-OS/CD, publicada el 11 de julio de 2014, se aprobó el Procedimiento Técnico del COES N° 17 "Determinación de la Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación Termoeléctrica" (PR-17).

Con fecha 25 de abril de 2019, mediante carta COES/D-437-2019, el COES remitió una propuesta de modificación del PR-17 basado en las oportunidades de mejoras en el proceso de determinación de la potencia efectiva de las unidades de

generación térmica, identificado en los 5 años de aplicación del PR-17 vigente, en los aspectos siguientes: i) Viabilidad de ejecutar los ensayos de potencia efectiva y rendimiento por modo de operación; ii) Lineamientos sobre las condiciones ambientales de la potencia efectiva; iii) Definición de las condiciones estándar de temperatura y presión del combustible de gas natural; iv) Ampliación del periodo de validez de resultados de potencia efectiva y rendimiento; v) Nueva propuesta para asignación de potencia efectiva ante casos de incumplimiento de los ensayos de potencia efectiva y rendimiento; vi) Reducción de uso de factores de corrección para llevar a condiciones de potencia efectiva; y vii) Reducción de tiempo de ejecución de los ensayos de potencia efectiva y rendimiento.

En consecuencia, de conformidad con el numeral 8.1 de la Guía, mediante Oficio N° 719-2019-GRT del 18 de julio de 2019 se remitieron al COES las observaciones a la propuesta de modificación del PR-17, otorgándosele un plazo de veinte (20) días hábiles, ampliados en veinte (20) días adicionales, para subsanar las mismas. Con fecha 17 de setiembre de 2019, mediante la carta COES/D-970-2019, el COES remitió a Osinergmin la subsanación de dichas observaciones.

Finalmente, en el presente informe se efectúa el análisis de la subsanación de las observaciones a la propuesta, concluyendo que por la cantidad de modificaciones del PR-17 propuesta por el COES, resulta necesario presentarlo como el proyecto del nuevo PR-17, a ser publicado.

2. Aspectos considerados en la modificación del PR-17

2.1. Situación del SEIN

Con el crecimiento del SEIN la expansión del parque generador termoeléctrico significó no solo el ingreso de mayores capacidades instaladas de generación, sino también de nuevas tecnologías que, además de sus mejores niveles de eficiencia, traen particularidades de diseño, modernizando el sistema.

El ingreso de turbinas a gas de mayor tamaño y con modalidad de operar con dos combustibles (dual), de plantas de ciclo combinado de dos, tres y hasta cuatro unidades de generación, de centrales conformadas con un elevado número de unidades de generación, con operación no individualizada y la permanencia en el sistema de unidades de generación con tecnología antigua, originan un amplío escenario de aplicación de los procedimientos técnicos del COES.

En algunas centrales, una misma unidad de generación puede tener varios modos de operación, ya sea operando sola o en forma conjunta con otras unidades, con valores de potencia y eficiencia diferentes para cada modo de operación. En otras, por cuestiones contractuales se debe garantizar al sistema determinados niveles mínimos de potencia y eficiencia en puntos específicos de conexión, independiente del número de unidades de generación que las conforman.

También es de considerar que, con el incremento de unidades de generación, y la consecuente competencia por el despacho, se hace necesario crear los incentivos suficientes que garanticen al COES contar con información actualizada de estas centrales tales como la potencia y la eficiencia.

En ese sentido, debido a los cambios antes descritos el PR-17 requiere ser actualizado a fin de proporcionar una metodología de cálculo general, tal que cubra la amplia gama de posibilidades de generación, y cuyos resultados puedan representar, con mejor exactitud, la operación de cada tecnología en cada uno de sus modos de operación.

2.2. Aspectos de Modificación del PR-17

EL COES manifiesta que en base a la experiencia adquirida en la aplicación del actual PR-17 (5 años desde su vigencia), en algunas de sus etapas, tales como la preparación de los Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento (EPEyR), la ejecución o no ejecución de los mismos, el manejo de los datos, así como en la obtención y presentación de los resultados, se han identificado las siguientes deficiencias:

- La ejecución y resultados de los EPEyR se centra principalmente en ensayos por unidades de generación, sin establecer lineamientos específicos cuando los ensayos se realizan en los diferentes modos de operación. La programación en el COES, no se realiza con el listado de las unidades de generación propiamente dichas, sino con el listado de los modos de operación que deriva de las primeras. De esta manera, una misma unidad de generación, puede figurar en el segundo listado como dos o más modos de operación; los que, para efectos de la labor indicada son independientes; esto es, cuentan con sus propios valores de potencia efectiva y rendimiento.
- No se proporciona ningún lineamiento para el caso de centrales que tienen más de 7 unidades de generación, como son las Centrales de Reserva Fría de Pucallpa y Puerto Maldonado; que para la ejecución de sus EPEyR se encuentran sujetas a los procedimientos previstos en sus contratos de concesión con el Estado.
- No se faculta al COES, de manera directa, a realizar correcciones de oficio, aun cuando los resultados o los cálculos efectuados por el Generador Integrante, o la decisión de este último de no ejecutar nuevos ensayos por motivos particulares, implique la permanencia de un error.
- Establece los plazos máximos para la presentación de informes de resultados, de levantamiento de observaciones o de revisión de informes, en días calendario, con la consiguiente duda de cumplimiento de plazos cuando este vence en días no laborables (sábado, domingo o feriados).
- No se establece ningún lineamiento para los casos de empresas que soliciten un mayor número de días para la culminación de sus informes de resultados. COES ya ha recibido cartas de empresas generadoras solicitando ampliación de plazos para la presentación de sus resultados, cuando por culpa de terceros, tales como SENAMHI o los laboratorios de análisis del combustible, los resultados finales no estén culminados en la fecha máxima. En ese sentido, no corresponde sancionar al generador por culpa de terceros.
- No se establece, de manera clara, los procesos a seguir en los casos de suspensión de la ejecución de un EPEyR.
- No se establece, de manera clara, cuales son los casos de incumplimiento, ni el procedimiento a seguir ante la ocurrencia de estos incumplimientos.
- Permite la utilización de factores de corrección de variables catalogadas como secundarías. Para efectos de los EPEyR, las únicas variables que deberían ser consideradas sujetas a la aplicación de factores de corrección, son las variables en calidad de incontrolables. Esto es, el procedimiento solo debe considerar la

aplicación de factores de corrección de variables cuya oscilación afecta la capacidad de la unidad de generación, pero cuyo comportamiento no depende del factor humano. La aplicación de factores de corrección por otras variables podría estar originando resultados incorrectos, en el sentido de asignar valores de potencia efectiva de manera ficticia. En ese sentido, lo más indicado es que la unidad de generación, por el lado operativo se encuentre en condiciones adecuadas para la ejecución de los EPEyR. De esa manera, el efecto de una adecuada operatividad de la unidad de generación sobre los valores finales de potencia efectiva y rendimiento, podrán ser medidos y no calculados.

- Establece el tiempo de ejecución de los ensayos a Máxima Potencia en 5 horas, independiente del modo de operación ensayado. No corresponde solicitar ejecución de EPEyR de hasta 5 horas en los modos de operación secundarios, dado que dicho requerimiento ya ha sido satisfecho a través del EPEyR del modo de operación principal de la unidad o agrupación de unidades de generación. .
- No se establece las condiciones de referencia estándar de presión y temperatura para la presentación de resultados con combustible gas natural.
- No se establece, de manera directa, el proceso a seguir cuando la estación meteorológica seleccionada para la determinación de las condiciones de potencia efectiva no cuenta con información, o ésta se encuentra incompleta.
- En la metodología para la asignación de nuevos valores de potencia efectiva y rendimiento, en los casos de incumplimiento, no se establece el proceso a seguir cuando la nueva potencia efectiva, a asignar por parte del COES, resulta superior a la vigente. Tampoco establece el proceso a seguir cuando, después de aplicada la nueva potencia efectiva calculada por el COES, el Generador Integrante, cumplido el período de vigencia de un ensayo, aún no ha ejecutado los respectivos EPEyR. Resulta necesario incluir dicha especificación en la propuesta de modificación del procedimiento, dado que con el actual procedimiento está abierta la posibilidad de que en algún caso de incumplimiento se incremente la potencia. Obviamente, el objetivo de la metodología de corrección de resultados en los casos de incumplimiento, es disminuir los valores de la potencia efectiva y rendimiento de la unidad o unidades de generación involucradas, con el fin de crear un incentivo para la ejecución de los mismos. En ese sentido, corresponde incluir un proceso ante la presencia de los casos mencionados. De otro lado, también corresponde crear incentivos cada vez mayores; esto es, una disminución progresiva de sus valores de potencia efectiva y rendimiento, cuando un generador integrante persiste en incumplir con la ejecución de sus EPEyR.
- Permite la utilización de la instrumentación de la propia planta aún en la medición de variables primarias, dado que la intervención de una tercera parte, esto es, de la empresa consultora, tiene como objetivo garantizar la veracidad de los resultados, bajo esa misma línea, resulta coherente y recomendable que las mediciones, de por lo menos las variables primarias, se realicen con otra instrumentación..
- No se establece los factores de conversión para llevar los resultados de otros sistemas de unidades al Sistema Internacional. La utilización de diversos factores de corrección de otros sistemas de unidades y con diferente número de

decimales, origina diferencias en los resultados. En ese sentido, considerando que actualmente, la disputa de eficiencias en el despacho, se da hasta en el segundo decimal, debería corresponder el establecimiento de factores de corrección únicos.

- No se establece el número de decimales que deben tener los resultados.
- Establece exigencias de resultados de los análisis de los combustibles utilizados durante los ensayos, más allá de lo efectivamente útil. En el sentido práctico, los únicos valores provenientes de los análisis de combustible utilizados en los cálculos son: Los poderes caloríficos, la densidad y gravedad específica (estos 2 últimos en los casos de líquidos y gases). Por tanto, resulta adecuado solo solicitar dicho contenido.
- Establece que la información del Anexo 2, solicitada de manera previa a la ejecución del EPEyR, también se incluya en el Acta de Ensayo, con lo que se aumenta considerablemente el tiempo para la elaboración del mismo. La información mencionada ya ha sido recibida por el COES de manera previa a la ejecución de los EPEyR, no siendo por tanto necesario volver a solicitar su presentación durante la ejecución de los mismos.
- No establece, de manera clara, la metodología exacta a seguir en la determinación de los valores finales y únicos de la potencia efectiva y rendimiento, partiendo desde los datos válidos obtenidos del ensayo.
- Establece la información que debe ser remitida por el Generador Integrante al Jefe de Ensayo sin especificar si esta es restrictiva y sin tomar en cuenta que dicha información debe corresponder a un acuerdo entre las partes, sin la necesidad de contar con la aprobación del COES.
- Limita el número de opciones de empresas que los Generadores Integrantes pueden contratar para la ejecución de los EPEyR, al establecer que dichas empresas deben estar calificadas por el COES.
- No se establece el proceso que debe seguir el COES para la calificación de empresas consultoras ejecutoras de EPEyR.
- Establece la presentación de dos ejemplares iguales del informe de resultados, en medio impreso. La revisión de los informes de resultados, en la práctica no se realiza sobre los informes impresos, sino sobre los informes digitalizados. En ese sentido, resulta adecuado que estos sean solo presentados en modo digital. Adicionalmente, se evita el problema, anteriormente detectado de tener diferencias entre los informes impresos y los digitalizados..

2.3. Propuesta de Modificación del PR-17

Considerando los aspectos objeto de revisión, a los que se refiere el numeral 2.2 del presente informe, y la subsanación de observaciones (Anexo A), se propone el proyecto del nuevo PR-17 que se desarrolla en el Anexo B.

3. Conclusiones

Conforme a lo sustentado en el presente informe, se recomienda proceder a la publicación del proyecto del nuevo PR-17, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento COES y la Guía.

Asimismo, en el Anexo B, del presente informe, se presenta la propuesta del nuevo PR-17, que contiene las modificaciones señaladas en el numeral 2.2.

Ing. Severo Buenalaya Cangalaya
Gerente de División de Generación y Transmisión

//pcho

Anexo A

Análisis de la Subsanación de Observaciones a la Propuesta de Modificación del PR-17

I. Observaciones Generales

1. Observación General 1

En el Informe Técnico – Económico (en adelante "Estudio de Modificación del PR-17") que sustenta la propuesta de Modificación del Procedimiento Técnico del COES N° 17 "Determinación de la Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación Termoeléctrica" (PR17) se debe adjuntar un cuadro comparativo donde se detalle los textos vigentes (PR-17 vigente) y los textos a modificar y/o eliminar (PR-17 modificado).

Subsanación del COES

En el Anexo OG1 el COES adjunta el cuadro comparativo solicitado, incluyendo las modificaciones sugeridas por el Osinergmin que fueran aceptadas. Adicionalmente, en dicho Anexo se incluye la comparación del PR-17 vigente y los últimos ajustes adicionales propuestos.

Análisis de Osinergmin

De la revisión del Anexo OG1, se verifica lo solicitado por Osinergmin. Asimismo, considerando la cantidad de modificaciones, se procederá a publicar el texto completo del proyecto del nuevo PR-17.

2. Observación General 2

De la revisión del Estudio de Modificación del PR-17, se verifica que las propuestas de modificación no presentan sus correspondientes alternativas de solución, que confirmen que la solicitud de modificación propuesta sea eficiente en los aspectos técnico y económico.

Subsanación del COES

Se adjunta alternativas de solución en las modificaciones que correspondan (ver Anexo OG2). Adicionalmente, en dicho Anexo se adjunta el sustento técnico y económico de ajustes adicionales, no incluidos en la propuesta inicial de modificación.

Análisis de Osinergmin

Se verificó que el Anexo OG2 contiene la información solicitada por Osinergmin.

3. Observación General 3

Los cálculos, estadísticas y valores que se utilizan como sustento para el Estudio de Modificación del PR-17 deben ser en archivos Excel para su correcta revisión, o caso contrario se debe precisar la fuente de su aplicación.

Subsanación del COES

El COES adjuntó el archivo Excel Anexo B-OG3.xls.

Análisis de Osinergmin

Se verificó los cálculos que contiene el archivo Excel, por lo tanto, se considera subsanado la presente observación.

II. Observaciones Específicas

1. Observación Específica 01

Numeral 5.1

Dado que el COES es la entidad encargada de aprobar y programar pruebas en unidades de generación; correspondería que los EPEyR que no se encuentren contemplados en el Plan Anual, también sean parte de las responsabilidades del COES. Asimismo, y como se viene efectuando actualmente por parte del COES, se debe poner a disposición la información relacionada al Plan, los ensayos ejecutados; así como, los resultados de los mismos incluyendo las decisiones del COES para su aprobación y/o desaprobación. En ese sentido, se debe considerar los siguientes cambios e incorporaciones:

"5.1.1 Aprobar el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento de las unidades de generación termoeléctrica para cada uno de sus Modos de Operación; así como, programar los EPEyR del referido Plan.

5.1.2 Evaluar las solicitudes, aprobar y programar los EPEyR no contemplados en el Plan del numeral 5.1.1.

5.1.4 Publicar en el Portal de Internet del COES, la información relacionada a los EPEyR, correspondiente al Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento, los informes de los EPEyR ejecutados, ya sean ordinarios o extraordinarios; así como, las aprobaciones y/o desaprobaciones de los resultados de los mismos, entre otros que considere conveniente."

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. En ese sentido, se modifican los numerales 5.1.1 y 5.1.4, conforme a lo solicitado por Osinergmin.

Por otro lado, no se acepta la inserción de la expresión "Evaluar la solicitud", propuesta por Osinergmin en el numeral 5.1.2, relacionado a la aprobación y programación de EPEyR extraordinarios.

Al respecto, el COES considera que no se debe incluir la expresión "Evaluar la solicitud" en la redacción del referido numeral, debido a que la aprobación de las solicitudes de EPEyR extraordinarios debe producirse de forma automática. Ello, por cuanto no existen razones objetivas para que el COES rechace este tipo de solicitudes y, por tanto, no se requeriría de una evaluación previa para la aprobación de la realización del ensayo.

Sobre el particular, debe tenerse en cuenta que los Generadores Integrantes que solicitan la realización de un EPEyR extraordinario, asumen los costos de su ejecución. En ese sentido, los Generadores Integrantes deberían poder tener la libertad de solicitar la ejecución de los EPEyR extraordinarios ante el COES, sin la

necesidad de contar con un informe de sustento para su realización y sin la necesidad que el COES evalúe el contenido de la solicitud.

Siguiendo la misma línea, el COES considera que evaluar las solicitudes para la realización de EPEyR extraordinarios solo haría el procedimiento más burocrático y no traería ningún beneficio para los Generadores Integrantes ni para el COES.

Por tanto, los numerales 5.1.1, 5.1.2 y 5.1.4 quedan de la siguiente manera:

"5.1.1 Aprobar el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento de las unidades de generación termoeléctrica para cada uno de sus Modos de Operación; así como, programar los EPEyR del referido Plan.

5.1.2 Aprobar y programar los EPEyR no contemplados en el Plan del numeral 5.1.1.

5.1.4 Publicar en el Portal de Internet del COES, la información relacionada a los EPEyR, correspondiente al Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento, los informes de los EPEyR ejecutados, ya sean ordinarios o extraordinarios; así como, las aprobaciones y/o desaprobaciones de los resultados de los mismos, entre otros que considere conveniente."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con lo mencionado por el COES, por lo tanto, se considera subsanado la presente observación.

2. Observación Específica 02

Numeral 5.2

Cumplir con el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento, es responsabilidad del Generador Integrante, y forma parte de los posibles incumplimientos, por lo que debe ser considerada en el citado numeral. En ese sentido, se debe considerar la siguiente incorporación como primer numeral:

"5.2.1. Cumplir con la realización de los EPEyR, dentro del mes establecido en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento aprobado por el COES, para sus correspondientes unidades de generación termoeléctrica."

Por otra parte, es adecuado separar en dos numerales el numeral 5.2.5 propuesto, para diferenciar los casos de repetición de pruebas, por lo que estos deberían ser redactados de la siguiente manera, considerando la numeración de la incorporación anterior:

"5.2.6. Asumir los gastos derivados de la realización del EPEyR. En los ensayos extraordinarios, el solicitante pagará los costos para la realización del EPEyR.

5.2.7. Asumir los gastos de repetición de las pruebas, en caso el EPEyR de su unidad o central de generación termoeléctrica se frustrase o fracasase por falta atribuible al Generador Integrante, como, por ejemplo, falla en cualquiera de los equipos, obras civiles o instalaciones de la unidad o central de generación que impidan realizar el ensayo o falla o deterioro de los instrumentos de medición de la unidad o central de generación u otras causas atribuibles al Generador Integrante."

Subsanación del COES

El COES acepta la observación. Se modifica el numeral 5.2.1, agregando la especificación que los ensayos por unidad son en cada uno de sus modos de operación, y los numerales 5.2.5 y 5.2.6 acorde a la observación.

"5.2.1 Cumplir con la realización de los EPEyR, dentro del mes establecido en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento aprobado por el COES, para sus correspondientes unidades de generación termoeléctrica en cada uno de sus modos de operación.

(…)

5.2.5 Asumir los gastos derivados de la realización del EPEyR. En los ensayos extraordinarios, el solicitante pagará los costos para la realización del EPEyR.

5.2.6 Asumir los gastos de repetición de las pruebas, en caso el EPEyR de su unidad o central de generación termoeléctrica se frustrase o fracasase por falta atribuible al Generador Integrante, como, por ejemplo, falla en cualquiera de los equipos, obras civiles o instalaciones de la unidad o central de generación que impidan realizar el ensayo o falta o deterioro de los instrumentos de medición de la unidad o central de generación u otras causas atribuibles al Generador Integrante."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con lo mencionado por el COES, por lo tanto, se considera subsanado la presente observación.

3. Observación Específica 03

Numeral 6.2

El COES como parte del sustento, indica que en los últimos años se ha venido presentado traslape del mes establecido en plan anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento de las unidades de generación termoeléctrica para cada uno de sus modos de operación con el programa anual y mensual de intervenciones a sus equipos o instalaciones; y según el COES: "Ello podría afectar la disponibilidad de la oferta de generación al sistema, y a fin de evitarlo se propone ampliar el período de validez de los resultados de los EPEyR de 2 a 3 años calendario".

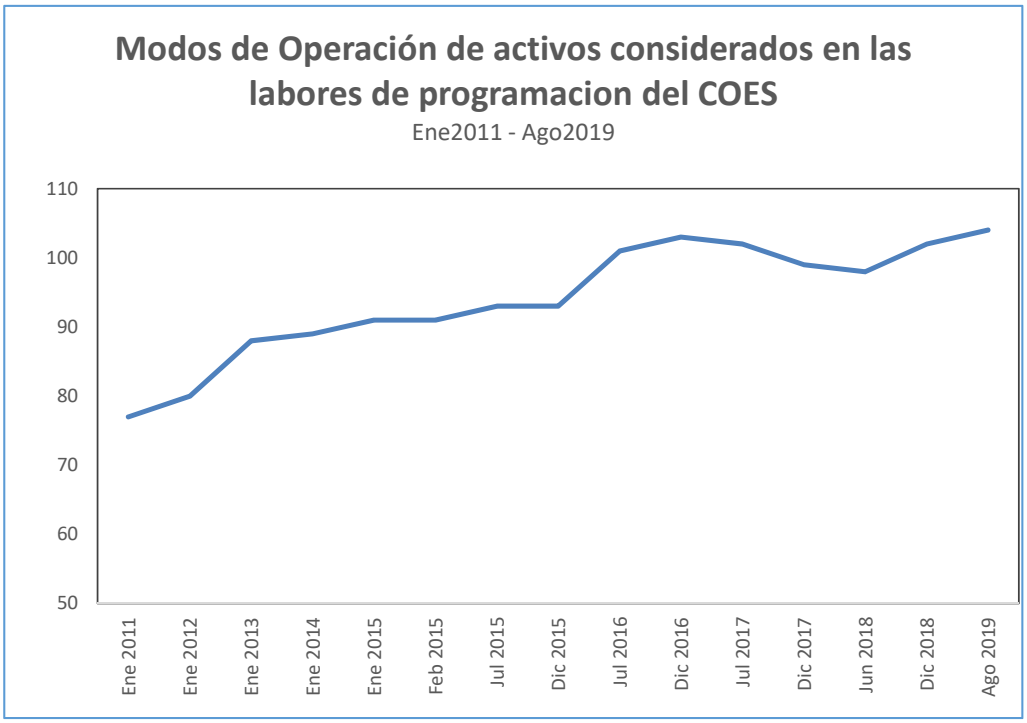
El COES debe sustentar el cambio de 2 a 3 años, con una mejor evaluación en la cual se muestren los casos donde se ha presentado dicho traslape, respecto al total de pruebas efectuadas en los últimos años; así como, las indisponibilidades presentadas por trabajos de mantenimiento que guardan relación con los EPEyR.

Subsanación del COES

El COES manifiesta que si bien, el pedido de ampliación del plazo de 2 a 3 años se ha basado en eventos ocurridos, en los que no se han efectuado EPEyR en los meses programados en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva por traslapes con mantenimientos efectuados a las unidades en el mismo mes, conforme se ve más adelante; la propuesta de modificación, no se ha realizado únicamente mirando las dificultades del pasado, sino la proyección de estos mismos eventos a futuro.

En los últimos años ha habido un incremento en el número de unidades de generación, y en mayor número de los modos de operación asociados. Por ejemplo, en las centrales termoeléctricas de Chilca 1 y Kallpa, el número de modos de operación es considerablemente superior al número de unidades de generación. Entre estas dos centrales, cada una con 4 unidades de generación (3 TG y 1 TV), se tienen en total 20 modos de operación diferentes. En el caso de la CT Fénix, con 3 unidades de generación (2 TG y 1 TV), se tiene 10 modos de operación considerando que la central opera con dos combustibles. En el caso de Ventanilla, 2 TG y 1 TV, la central tiene modos de operación con combustible gas natural, diésel y con /sin fuego adicional, haciendo un total de 10 modos de operación.

En el gráfico que continua, muestra el número de modos de operación del período enero de 2011 a agosto de 2019 considerados en las labores de programación del COES.



Conforme se observa, partiendo desde el año 2011 con 77 modos de operación activos, hasta agosto del presente año con 104 modos de operación activos, se tiene una tasa de incremento del número de modos de operación de 3,4 por año. Debe verse, que a cada modo de operación declarado al sistema, le corresponde la ejecución de sus respectivos EPEyR, por lo menos 1 vez cada dos años. Sin embargo, si se considera los casos en los que una sola unidad de generación tiene varios modos de operación, como el caso de las unidades TG3 y TG4 de la CT Ventanilla con 6 modos de operación cada una, la participación indicada anteriormente, de 1 vez cada dos años, se incrementa a 6 veces cada dos años. Siendo que la unidad de generación es solo una, pero representada como si fueran 6 por causa de los modos de operación, la probabilidad de traslapes entre sus mantenimientos con alguno de los 6 EPEyR en los que participará se incrementa.

Además, se debe considerar que adicionalmente a los EPEyR considerados en el Plan Anual de Ensayos de potencia efectiva, se tiene la ejecución de ensayos extraordinarios. Esto es, ensayos no programados, pero si ejecutados. Así, durante el 2018 se realizaron 18 ensayos extraordinarios de potencia efectiva adicionales al Plan Anual, durante el año 2017 se realizaron 7 ensayos adicionales, 13 durante el 2016 y 14 durante el 2015. Para los años abarcados, se tiene un promedio de 13 ensayos ejecutados fuera de los ensayos programados. Esto incrementa la probabilidad de traslapes.

En este punto, también debe resaltarse, que algunos de estos ensayos ordinarios o extraordinarios, se realizaron a modos de operación que incluyen un gran número de unidades de generación, como son los casos de las centrales Pucallpa, Puerto Maldonado, Huaycoloro, La Gringa, etc., centrales con hasta 25 unidades de generación en el caso de la C.T. Pucallpa.

Por otro lado, se debe también indicar que adicionalmente a los problemas de traslape, se debe considerar que la ejecución de cada EPEyR, implica para el COES destinar no solo recursos sino también tiempos para antes, durante y después de cada ensayo, tiempos que con el aumento del número de modos de operación disminuye. En esa misma línea se encuentra lo establecido en el proyecto normativo "Procedimiento para la Supervisión de los Parámetros de las Inflexibilidades Operativas de las Unidades de Generación del SEIN", publicado mediante Resolución N° 125-2019-OS/CD, que establece la participación del COES durante y después de los ensayos para la determinación de la Potencia Mínima, con lo que el tiempo para el cumplimiento de las labores del COES será menor.

Asimismo, muestra tres casos recientes, en los que los EPEyR no fueron ejecutados en los meses considerados en el Plan Anual de Ensayos, debido a la ejecución de mantenimientos.

1. Con carta EGPSA-EM-063-2019 de fecha 25.03.2019, la empresa Enel Generación Piura S.A. manifiesta que debido a que durante abril de 2019 la unidad TG4 de la C.T. Malacas tiene previsto un mantenimiento, por lo que se evidencia un posible riesgo de no ejecutar sus EPEyR en dicho mes conforme lo establecido en el Plan Anual, y que por dicho motivo solicita adelantar el EPEyR de su unidad al mes de marzo.
2. Con carta KG-0083/19 de fecha 14.02.2019, la empresa Kallpa Generación S.A. solicitó adelantar los EPEyR de sus unidades de generación de la C.T. Kallpa al mes de febrero, considerando que durante el mes de marzo, mes establecido en el Plan Anual para la ejecución de sus EPEyR, se afrontan indisponibilidades importantes de centrales de generación debido a que se realizan los mantenimientos de estas en dicho mes, según el Programa Anual de Intervenciones del 2019.
3. En forma similar, la empresa SDF Energía mediante carta SDFE-GG-135-2018 de fecha 10.07.2018, manifiesta que la realización de los EPEyR de su unidad TG1 operando con gas natural, programados en el Plan Anual para el mes de julio, se realizarían en el mes de noviembre debido a un mantenimiento tipo D de su unidad de generación.

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con el sustento descrito por el COES, por lo tanto, se considera subsanado la presente observación.

4. Observación Específica 04

Numeral 6.2.1 y 6.2.2

Los EPEyR forman parte de los requisitos para la solicitud de Operación Comercial en aplicación del PR-20, por lo que estos deben ser considerados ordinarios; sin embargo, de no haber efectuado los mismos, el COES como parte de sus atribuciones puede aceptar la potencia efectiva y rendimiento declarados por la empresa titular, durante un plazo determinado. En ese sentido y según la redacción propuesta, se desprende que si estos EPEyR son realizados cuando ya se aprobó la Operación Comercial, a solicitud del Generador Integrante, estos serían ensayos extraordinarios, dado que no se realizarían en la oportunidad en que solicitan ingreso en Operación. Por otra parte, los ensayos ordinarios son los que se efectúan como parte del Plan Anual aprobados por el COES, y los ensayos extraordinarios también puede ser efectuados por decisión de este Comité; en ese sentido, para mayor precisión, estos numerales deberán ser redactados de la siguiente manera, haciendo salvedad a cualquier cambio relacionado, derivada de la observación 04 del presente informe:

"6.2.1 Los EPEyR ordinarios, son aquellos que se realizan a las unidades de generación por primera vez para cumplir los requisitos de su Operación Comercial, en concordancia con lo establecido en el PR-20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN"; y aquellos que se realizan cada tres años calendario para las unidades que se encuentran en Operación Comercial, establecidos en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento de las unidades de generación termoeléctrica.

6.2.2 Los EPEyR extraordinarios se efectuarán a solicitud del titular o de otro Generador Integrante del COES; así como por decisión del COES. En todos los casos se debe acompañar el respectivo sustento."

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. En ese sentido, se modifica el numeral 6.2.1, conforme a lo solicitado por Osinergmin.

Por otro lado, en línea con lo expuesto con subsanación del COES a la Observación Específica 01, no se acepta la inserción de la expresión "En todos los casos se debe acompañar el respectivo sustento" en el numeral 6.2.2, cuando se hace referencia a la posibilidad de solicitar la realización de EPEyR extraordinarios. Ello, debido a que, conforme ya ha sido sustentado previamente, la aprobación de las solicitudes de EPEyR extraordinarios debería concretarse de forma automática y sin la necesidad de un sustento por parte del solicitante.

Por otro lado, el COES considera que no es pertinente incluir al COES dentro de los posibles solicitantes para la ejecución de EPEyR extraordinarios.

Al respecto, el COES considera que la ejecución de los ensayos debería hacerse siguiendo lo dispuesto el Plan Anual, que contempla lo EPEyR ordinarios. Otorgarle facultades al COES para decidir la incorporación de EPEyR extraordinarios solo

distorsionaría la periodicidad de los EPEyR ordinarios, contemplados en el Plan Anual.

Adicionalmente, debe tenerse en cuenta que en el procedimiento no existen criterios y/o parámetros objetivos para que el COES solicite la ejecución de EPEyR extraordinarios, lo cual podría ocasionar que los Generadores Integrantes opten por este mecanismo para intentar no sufragar los costos de los EPEyR extraordinarios.

Por tanto, los numerales 6.2.1 y 6.2.2 quedarían de la siguiente manera:

"*6.2.1 Los EPEyR ordinarios, son aquellos que se realizan a las unidades de generación por primera vez para cumplir los requisitos de su Operación Comercial, en concordancia con lo establecido en el PR-20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN"; y aquellos que se realizan cada tres años calendario para las unidades que se encuentran en Operación Comercial, establecidos en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento de las unidades de generación termoeléctrica.*

6.2.2 Los EPEyR extraordinarios se efectuarán a solicitud del titular o de otro Generador Integrante del COES."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con el sustento descrito por el COES, por lo tanto, se considera subsanado la presente observación.

5. Observación Específica 05

Numerales 6.3.2 y 6.3.3

Con la finalidad de guardar coherencia con la programación de la operación, y los EPEyR por decisión del COES, se debe redactar los numerales propuestos de la siguiente manera:

"6.3.2 El COES establecerá en el respectivo programa semanal de operación, así como en el programa diario de operación correspondiente, el día y hora para la realización del EPEyR, para lo cual el Generador Integrante deberá enviar al COES la solicitud respectiva antes del día 15 del mes anterior al mes previsto para la realización del ensayo.

6.3.3 Para los EPEyR extraordinarios el Generador Integrante deberá enviar al COES la solicitud por lo menos 15 días antes de la fecha tentativa y el COES establecerá en el programa semanal de operación, así como en el programa diario de operación correspondiente, el día y la hora para su realización. En los casos de EPEyR extraordinarios solicitados por otro Generador Integrante o por decisión del COES, el COES comunicará al Generador Integrante dicho requerimiento en un plazo de cinco (5) días hábiles; el EPEyR deberá ejecutarse en un plazo no mayor de sesenta (60) días calendario contados a partir de la comunicación del COES al Generador Integrante. Este plazo podrá ser ampliado a solicitud sustentada del Generador Integrante que debe realizar el EPEyR."

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. Se exceptúa al COES de la lista de los solicitantes para la ejecución de ensayos extraordinarios (ver subsanación del COES

a la Observación Específica 04). Por tanto, se modifican los numerales 6.3.2 y 6.3.3 de la siguiente manera:

"6.3.2 El COES establecerá en el respectivo programa semanal de operación, así como en el programa diario de operación correspondiente, el día y hora para la realización del EPEyR, para lo cual el Generador Integrante deberá enviar al COES la solicitud respectiva antes del día 15 del mes anterior al mes previsto para la realización del ensayo.

6.3.3 Para los EPEyR extraordinarios el Generador Integrante deberá enviar al COES la solicitud por lo menos 15 días antes de la fecha tentativa y el COES establecerá en el programa semanal de operación, así como en el programa diario de operación correspondiente, el día y la hora para su realización. En los casos de EPEyR extraordinarios solicitados por otro Generador Integrante, el COES comunicará al Generador Integrante dicho requerimiento en un plazo de cinco (5) días hábiles; el EPEyR deberá ejecutarse en un plazo no mayor de sesenta (60) días calendario contados a partir de la comunicación del COES al Generador Integrante. Este plazo podrá ser ampliado a solicitud sustentada del Generador Integrante que debe realizar el EPEyR."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con el sustento descrito por el COES por lo tanto, se considera subsanado la presente observación.

6. Observación Específica 06

Numeral 6.3 Plazos

Tabla N°1
Plazos para la aprobación del informe del EPEyR

N°	Evento	Responsable	Plazo
4	Aprobación o rechazo del Informe del EPEyR	COES	Hasta 20 días hábiles después de efectuado el evento N°3

(*) En caso fuere necesario, el Integrante podrá solicitar una ampliación de hasta 10 días hábiles para la entrega del informe de resultados.

Al ser uno de los incumplimientos propuestos, el no cumplir los plazos de la Tabla N° 1, la nota de dicha tabla debe ser redactada de manera que se justifique cualquier ampliación y el Osinergmin pueda tomar conocimiento de la misma para fines de supervisión. En ese sentido, la nota quedaría redactada de la siguiente manera:

"(*) En caso fuere necesario, el Generador Integrante, adjuntando el debido sustento, podrá solicitar una ampliación de hasta 10 días hábiles para la entrega del informe de resultados. La aprobación de la ampliación por parte del COES será puesta de conocimiento al Generador Integrante con copia al Osinergmin."

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. Cuando el Generador Integrante solicite la ampliación del plazo para la entrega del informe de resultados deberá presentar su solicitud al COES, con copia al Osinergmin. De esta manera, ya no resultaría necesario que el COES emita una comunicación formal al Osinergmin al respecto.

Asimismo, el COES no considera pertinente que la solicitud de ampliación de plazo venga acompañada de un sustento, dado que agregaría un requisito innecesario para los fines que se persiguen, que están asociados a contar con un plazo adicional para la entrega de un informe de resultados mejor elaborado.

De otro lado, el COES considera pertinente aclarar en el texto de la Nota que la solicitud de ampliación deberá ser efectuada por el Generador Integrante antes del vencimiento del plazo original previsto para la presentación del informe de resultados.

Teniendo en cuenta lo expuesto, la nota de la Tabla N° 1 se modifica de la siguiente manera:

"(*) En caso fuere necesario, el Generador Integrante deberá solicitar, con copia a Osinergmin, y hasta antes del vencimiento del plazo que dispone, una ampliación de hasta 10 días hábiles para la entrega del informe de resultados.

Análisis de Osinergmin

Si bien las solicitudes de ampliación de plazo pueden otorgarse automáticamente, la presentación del sustento del retraso podría servir como información para ser usada en el siguiente plan anual de ensayos, para futuras mejoras. Por lo tanto, quedará redactado de la siguiente manera:

"(*) En caso fuere necesario, el Generador Integrante, adjuntando el debido sustento, podrá solicitar una ampliación de hasta 10 días hábiles para la entrega del informe de resultados. La aprobación de la ampliación por parte del COES será puesta de conocimiento al Generador Integrante con copia al Osinergmin."

7. Observación Específica 07

Numeral 6.3.7

En el literal b) del numeral 6.3.7 se debe indicar en qué casos específicos y qué tipo de correcciones podrá efectuar el COES de oficio. Al respecto, el COES debe establecer dichos casos con el sustento correspondiente, para evaluar la procedencia de su incorporación.

Subsanación del COES

Observación no aceptada. La aplicación del literal b) del numeral 6.3.7 de la propuesta de modificación del PR-17, es respecto a la no aceptación de una corrección solicitada por el COES al informe de resultados, pero no aceptada por el Generador Integrante. Estas correcciones se refieren principalmente a errores en el informe: en los cálculos, en la utilización de datos que no se encuentren registrados en el Acta de Ensayo, en la validez de las curvas de corrección utilizadas, en la forma de aplicación de los factores de corrección, en la validez de la información de sustento de las características del combustible y su correcta interpretación, etc. Conforme se observa, no resulta práctico describir en el PR-17 qué casos específicos son abarcados en la aplicación de este numeral dado que ello sería limitativo.

Adicionalmente, el COES indica que esta facultad también permitiría agilizar el proceso de revisión y aprobación de resultados, dado que no habría necesidad de gestionar cartas y/o correos electrónicos sobre pequeños errores en los cálculos.

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con lo señalado en la subsanación, se entiende que el tipo de errores que el COES podría subsanar de oficio, son los definidos como "errores materiales", considerados no esenciales, como errores ortográficos, numéricos, en los nombres, aritméticos, entre otros. En tal sentido, es necesario que en el inciso b) del numeral 6.3.7 se precise el tipo de errores que el COES puede subsanar de oficio, por lo que se sugiere el siguiente texto:

"b) Si el COES determina que no se requiere realizar un nuevo EPEyR para levantar las observaciones, dado que los errores no son esenciales, el COES podrá corregir los errores materiales del informe y proceder a su aprobación"

8. Observación Específica 08

Numeral 6.4.1

Los párrafos del numeral 6.4.1 deben guardar coherencia con los ensayos de las unidades de generación en cumplimiento del PR-20, también debe considerar los casos de suspensión, así como determinar plazos tangibles para la comunicación por parte del COES del incumplimiento tanto al Generador Integrante como al Osinergmin. En ese sentido, se deben considerar los siguientes cambios a dicho numeral:

"6.4.1. En los siguientes casos: (i) Que no se ejecute el EPEyR en el mes establecido en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento, o en los plazos previstos en los numerales 6.3.3 o 7.4.1. o en el plazo luego del cual el COES puede disponer la suspensión de la operación comercial en aplicación del PR-20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN" por no realizar las pruebas de potencia efectiva y rendimiento, según corresponda; por causas no atribuibles al COES. (ii) Que fracase y/o se suspenda el EPEyR, por falta atribuible al Generador Integrante, salvo por causa de fuerza mayor (iii) Que el Generador integrante, habiéndose ejecutado el EPEyR, no entregue el informe de resultados o no cumpla con enviar el levantamiento de las observaciones en los plazos establecidos en el presente procedimiento, o (iv) Que el informe de resultados sea declarado desaprobado; el COES comunicará al Generador Integrante y al Osinergmin el supuesto incurrido dentro de un plazo máximo de dos (02) días hábiles, aplicándose lo siguiente:

a) En el caso de unidades que ingresan en Operación Comercial, y en tanto el COES no suspenda la Operación Comercial, a partir del día siguiente de culminado el plazo establecido en el numeral 5.1.5 del Anexo 5 en el PR20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN", se asignará una Potencia Efectiva igual a cero para efecto de la aplicación del numeral 8.1 y 8.2 del Procedimiento Técnico del COES N° 26 "Cálculo de la Potencia Firme".

b) En el caso de unidades que están en Operación Comercial, a partir de los tres (03) días hábiles en que suceda el supuesto incurrido,–se considerará como potencia efectiva al valor del percentil 95 (P95), calculado sobre las potencias entregadas por la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación en bornes de generación comunicadas al COES en cumplimiento del numeral 6.2.3 del PR-30

"Valorización de las Transferencias de Potencia y Compensaciones al Sistema Principal y Sistema Garantizado de Transmisión" bajo el Modo de Operación correspondiente, de los últimos veinticuatro (24) meses en los que se cuente con información. No se tomará en cuenta en el cálculo los valores de potencia que sean iguales o inferiores a la Generación Mínima Técnica y los que sean superiores a la potencia efectiva vigente, y—como Rendimiento el que resulte de la curva de consumo de combustible del último EPEyR aprobado por el COES y la nueva potencia efectiva.

Subsanación del COES

Observación parciamente aceptada. Se debe tener en cuenta, que para efectos de las labores de programación del COES, toda actualización que se realice en la base de datos de COES, debe ser efectuada como máximo hasta las 09:00 horas del día anterior de su entrada en vigencia; caso contrario, recién será válida a los dos días siguientes. Considerando, además, las labores de efectuar los cálculos necesarios e informes y comunicaciones que acompañan los mismos, se observa que los plazos sugeridos por Osinergmin en la presente observación resultan demasiado cortos.

De otro lado, el COES considera que, en algunos modos de operación secundarios, existe la posibilidad de no haber registros de operación de los últimos 24 meses, como son los casos de operaciones con el combustible secundario en unidades duales, el procedimiento permitirá para tales casos ampliar el periodo en 24 meses adicionales. Por tanto, se aceptan las modificaciones realizadas por Osinergmin, con corrección de los plazos propuestos, quedando el numeral 6.4.1 corregido conforme se muestra a continuación:

"6.4.1 En los siguientes casos: (i) Que no se ejecute el EPEyR en el mes establecido en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento, o en los plazos previstos en los numerales 6.3.3 o 7.4.1 o en el plazo luego del cual el COES puede disponer la suspensión de la operación comercial en aplicación del PR-20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN" por no realizar las pruebas de potencia efectiva y rendimiento, según corresponda; por causas no atribuibles al COES, (ii) Que fracase y/o se suspenda el EPEyR, por falta atribuible al Generador Integrante, salvo por causa de fuerza mayor, (iii) Que el Generador integrante, habiéndose ejecutado el EPEyR, no entregue el informe de resultados o no cumpla con enviar el levantamiento de las observaciones en los plazos establecidos en el presente procedimiento, o (iv) Que el informe de resultados sea declarado desaprobado; el COES comunicará al Generador Integrante y al Osinergmin el supuesto incurrido dentro de un plazo máximo de cinco (05) días hábiles, aplicándose lo siguiente:

a) En el caso de unidades que ingresan en Operación Comercial, y en tanto el COES no suspenda la Operación Comercial, a partir del quinto día hábil siguiente de culminado el plazo establecido en el numeral 5.1.5 del Anexo 5 en el PR20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN", se asignará una Potencia Efectiva igual a cero para efecto de la aplicación del numeral 8.1 y 8.2 del Procedimiento Técnico N° 26 "Cálculo de la Potencia Firme".

b) En el caso de unidades que están en Operación Comercial, a partir de los cinco (05) días hábiles en que suceda el supuesto incurrido, se considerará como potencia efectiva al valor del percentil 95 (P95), calculado sobre las potencias entregadas por la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación en bornes de generación comunicadas al COES en cumplimiento del numeral 6.2.3 del PR-30 "Valorización de las Transferencias de Potencia y Compensaciones al Sistema Principal y Sistema Garantizado de Transmisión" bajo el Modo de Operación correspondiente, de los últimos veinticuatro (24) meses en los que se cuente con información, caso contrario ampliable en otros 24 meses adicionales. No se tomará en cuenta en el cálculo los valores de potencia que sean iguales o inferiores a la Generación Mínima Técnica y los que sean superiores a la potencia efectiva vigente, y como Rendimiento el que resulte de la curva de consumo de combustible del último EPEyR aprobado por el COES y la nueva potencia efectiva."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con lo mencionado por el COES. Por lo tanto, el numeral 6.4.1 quedará redactado de la siguiente manera:

"6.4.1 En los siguientes casos: (i) Que no se ejecute el EPEyR en el mes establecido en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento, o en los plazos previstos en los numerales 6.3.3 o 7.4.1 o en el plazo luego del cual el COES puede disponer la suspensión de la operación comercial en aplicación del Procedimiento Técnico del COES N° 20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN" por no realizar las pruebas de potencia efectiva y rendimiento, según corresponda; por causas no atribuibles al COES, (ii) Que fracase y/o se suspenda el EPEyR, por falta atribuible al Generador Integrante, salvo por causa de fuerza mayor, (iii) Que el Generador integrante, habiéndose ejecutado el EPEyR, no entregue el informe de resultados o no cumpla con enviar el levantamiento de las observaciones en los plazos establecidos en el presente procedimiento, o (iv) Que el informe de resultados sea declarado desaprobado; el COES comunicará al Generador Integrante y al Osinergmin el supuesto incurrido dentro de un plazo máximo de cinco (05) días hábiles, aplicándose lo siguiente:

a) En el caso de unidades que ingresan en Operación Comercial, y en tanto el COES no suspenda la Operación Comercial, a partir del quinto día hábil siguiente de culminado el plazo establecido en el numeral 5.1.5 del Anexo 5 en el PR20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN", se asignará una Potencia Efectiva igual a cero para efecto de la aplicación del numeral 8.1 y 8.2 del Procedimiento Técnico del COES N° 26 "Cálculo de la Potencia Firme".

b) En el caso de unidades que están en Operación Comercial, a partir de los cinco (05) días hábiles en que suceda el supuesto incurrido, se considerará como potencia efectiva al valor del percentil 95 (P95), calculado sobre las potencias entregadas por la Unidad de Generación o

agrupación de unidades de generación en bornes de generación comunicadas al COES en cumplimiento del numeral 6.2.3 del PR-30 "Valorización de las Transferencias de Potencia y Compensaciones al Sistema Principal y Sistema Garantizado de Transmisión" bajo el Modo de Operación correspondiente, de los últimos veinticuatro (24) meses en los que se cuente con información, caso contrario ampliable en otros 24 meses adicionales. No se tomará en cuenta en el cálculo los valores de potencia que sean iguales o inferiores a la Generación Mínima Técnica y los que sean superiores a la potencia efectiva vigente, y como Rendimiento el que resulte de la curva de consumo de combustible del último EPEyR aprobado por el COES y la nueva potencia efectiva."

9. Observación Específica 09

Numeral 7.2

En el numeral 7.2, no se ha considerado como parte de la información la ubicación de las instalaciones; asimismo, se ha obviado los diagramas de curva de capabilidad, que para fines operativos resultan siendo importantes, y que forman parte de la información que el actual PR-17 establece. Respecto a los preparativos para la realización de la prueba, y dado que una inspección previa a las instalaciones permite reducir el riesgo del fracaso o suspensión de los EPEyR, se debe considerar realizar la misma, como se estipula en el actual PR-17, contando con la información del pliego técnico del Anexo 7 del vigente PR-17; por tal motivo, también se debe considerar la no ejecución de la prueba con información desactualizada.

En ese sentido, lo indicado en el párrafo anterior debe ser incorporado como parte de la información técnico, por lo que el numeral 7.2 quedaría de la siguiente manera:

"7.2 Información técnica requerida para el EPEyR

Previo a la ejecución del EPEyR, el Generador Integrante remitirá al COES la siguiente información:

7.2.1 Esquema de disposición de la central y ubicación de la unidad de generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica a ensayar.

7.2.2 Esquema que muestra los equipos principales, así como los flujos de los procesos que comprende el ciclo termodinámico de la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica a ensayar.

7.2.3 Esquemas básicos de los diferentes sistemas auxiliares: alimentación de combustible, enfriamiento, gases de combustión, etc.

7.2.4 Diagrama unifilar eléctrico de la central y unidades.

7.2.5 Diagrama P-Q (Curva de Capabilidad) de la unidad termoeléctrica o unidades de generación termoeléctrica a ensayar suministrado por el fabricante.

7.2.6 Reporte de la inspección realizada por el Jefe de Ensayo a las instalaciones de la central de generación a fin de verificar las condiciones en las que se encuentran las unidades y sus instrumentos

de medición fijos, con el objeto de constatar que las unidades se hallen dispuestas para la medición. En dicho reporte se debe dejar constancia de la verificación de los datos de placa de la unidad o grupo de unidades a ensayar, los datos de placa de los instrumentos a emplear y cualquier condición que contravenga las disposiciones generales establecidas en la metodología de trabajo, y la verificación del pliego técnico de las unidades que se detallan en el Anexo X, cuya información deberá estar incluida como parte del reporte. Dicha información deberá ser utilizada para preparar el plan detallado del EPEyR. (el subrayado es nuestro, para fines de la numeración del anexo correspondiente).

7.2.7 Plan detallado del EPEyR, realizado por el Jefe de Ensayo, con el contenido mínimo siguiente:

a) El esquema de disposición de instrumentos, señalando las variables a medir, los instrumentos de medición a utilizar los que deberán cumplir lo indicado en el Anexo 2, así como indicar la ubicación física de estos.

b) Distribución de las funciones del personal.

c) Detalles sobre las mediciones.

d) Detalles sobre aspectos operativos relevantes para los ensayos, en cada modo de operación.

e) Consideraciones especiales para los ensayos.

f) Programa previsto de los ensayos.

Al preparar su plan detallado, el Jefe de Ensayo tendrá en cuenta las particularidades de cada central y de cada unidad. Respetando al máximo practicable las definiciones dadas en el pliego técnico de las unidades, referidas a la potencia efectiva de las unidades y su medición, se determinará el procedimiento detallado del ensayo, el que deberá constar en su informe final.

El COES no aprobará la ejecución del EPEyR cuando la información requerida en presente numeral no haya sido remitida, o no se encuentre actualizada como mínimo cinco días útiles antes del ensayo, en cuyo caso el COES podrá suspender la realización del EPEyR.

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. Cabe indicar, que la contratación de la empresa consultora queda a decisión y potestad del Generador Integrante, siendo un convenio entre terceros, no pudiendo el COES intervenir en dicho acuerdo. En ese sentido, no corresponde al COES solicitar y revisar un reporte de inspección elaborado por dicha empresa consultora conforme lo sugiere Osinergmin. En todo caso dicho reporte, deberá ser presentado al Generador Integrante como parte de los servicios contratados y para las decisiones que contractualmente convengan. La labor de COES únicamente se centra en el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente procedimiento, no teniendo potestad de intervenir en actividades que quedan en potestad de terceros. Fallas o retrasos en la ejecución de los ensayos, debido a una mala coordinación entre el Generador Integrante y la empresa

consultora que contrató, deberán quedar como su responsabilidad sin intervención del COES.

De otro lado, el COES indicar que las indicaciones de obligatoriedad de presentación de la información técnica previo al EPEyR, son trasladadas a este numeral desde el Anexo 2. Por tanto, el numeral quedaría conforme se muestra líneas abajo. Asimismo, indicar que se agrega un nuevo literal a) en el nuevo numeral 7.2.6 respecto al volumen de control del sistema a ensayar.

"7.2 Información técnica requerida para el EPEyR

Previo a la ejecución del EPEyR, el Generador Integrante remitirá al COES la siguiente información:

7.2.1 Esquema de disposición de la central y ubicación de la unidad de generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica a ensayar.

7.2.2 Esquema que muestra los equipos principales, así como los flujos de los procesos que comprende el ciclo termodinámico de la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica a ensayar.

7.2.3 Esquemas básicos de los diferentes sistemas auxiliares: alimentación de combustible, enfriamiento, gases de combustión, etc.

7.2.4 Diagrama unifilar eléctrico de la central y unidades.

7.2.5 Diagrama P-Q (Curva de Capabilidad) de la unidad termoeléctrica o unidades de generación termoeléctrica a ensayar suministrado por el fabricante.

7.2.6 Curvas de comportamiento de la potencia y rendimiento (rendimiento, consumo específico de calor o eficiencia) por variación de los parámetros temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica, temperatura de fuente fría y factor de potencia.

7.2.7 Plan detallado del EPEyR, realizado por el Jefe de Ensayo, con el contenido mínimo siguiente:

a) Volumen de control del sistema a ensayar.

b) El esquema de disposición de instrumentos, señalando las variables a medir, los instrumentos de medición a utilizar los que deberán cumplir lo indicado en el Anexo 2, así como indicar la ubicación física de estos.

c) Distribución de las funciones del personal.

d) Detalles sobre las mediciones.

e) Detalles sobre aspectos operativos relevantes para los ensayos, en cada modo de operación.

f) Consideraciones especiales para los ensayos.

g) Programa previsto de los ensayos.

La presentación de esta información es de carácter obligatorio. El COES no aprobará la ejecución del EPEyR cuando esta no haya sido remitida en el plazo indicado en el numeral 6.3.4."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con el COES. Por tanto, el numeral 7.2 quedará redactado como indica el COES.

10. Observación Específica 10

Numerales 7.3.1 y 7.3.11

Respecto al numeral 7.3.1 de la propuesta, resulta adecuado, en especial durante la operación de agrupación de unidades, que el Manual de Instrucciones del fabricante tenga prioridad en el orden de prelación para determinar el estado estable de operación. Por otra parte, respecto al numeral 7.3.11, si bien en ciertos casos con el EPEyR del modo principal de operación, se pueden obtener datos suficientes para otros modos de operación, en el caso de las unidades calificadas como duales, es relevante realizar los EPEyR con el combustible del modo dual.

Como parte de las condiciones, tal como lo indica el PR-17 vigente, no se prevé el uso de factores de corrección por equipos que no se encuentren en condiciones adecuadas.

En ese sentido, resulta necesario incorporar los siguientes cambios a dichos numerales y precisar lo relacionado a las condiciones de los equipos:

"7.3. Condiciones que deben cumplirse en el EPEyR

7.3.1 El EPEyR de la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica que conforman el Modo de Operación a ensayar, se inicia cuando alcance su estado estable de operación según lo indicado en el Manual de Instrucciones de cada máquina o como conjunto de máquinas emitido por el fabricante, la experiencia del Jefe de Planta o, en su defecto, los tiempos señalados en el Cuadro Nº 2 del Anexo 1; manteniendo dicho orden de prelación.

(…)

7.3.11 El titular podrá eximirse de realizar un EPEyR para los Modos de Operación no principales, cuando de los ensayos a ejecutarse durante el EPEyR se pueda obtener datos suficientes para dichos Modos de Operación, siempre que sea previamente autorizado por el COES en la oportunidad en que se le comunica la aprobación y programación del EPEyR. El presente numeral no podrá aplicarse a las unidades de generación calificadas como duales, en cuyo caso, el EPEyR con el combustible alternativo, se realizará con la metodología descrita en el presente procedimiento.

"7.3.12 El procedimiento no prevé el uso de factores de corrección por equipos que no se encuentren en condiciones de limpieza y funcionalidad adecuadas. Antes de la ejecución del EPEyR, la limpieza, funcionalidad y antigüedad de los equipos, deberán ser determinadas ya sea por inspección o por revisión de los registros de operación o por ambos.

Dichas condiciones deberán ser aceptadas antes del EPEyR por acuerdo de las partes indicadas en el numeral 7.1."

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. Se aceptan los cambios solicitados en el numeral 7.3.1, pero corrigiendo los términos utilizados; esto es, la expresión "unidad de generación" en lugar del término "máquina".

En el numeral 7.3.11, no resulta necesaria la inclusión del texto añadido, respecto a extraer datos de un ensayo con un combustible para asignar resultados al modo de operación de la unidad con el combustible alternativo en el caso de las unidades duales, dado que la potencia efectiva y/o rendimiento de la unidad o unidades de generación operando con el combustible alternativo, no pueden ser obtenidos, vía ajustes matemáticos teóricos de los datos de operación de la unidad o unidades de generación operando con otro combustible, sino vía la ejecución del respectivo EPEyR. Adicionalmente, cabe indicar que el numeral mismo tiene una barrera a dichos casos al indicar que se debe contar con la autorización de COES.

Respecto a la sugerencia de agregar el numeral 7.3.12, se debe indicar que no resulta necesario dado que de acuerdo a lo establecido en el numeral 8.2.4 de la propuesta de modificación, el único factor de corrección operativo a utilizar en los cálculos es por variación de factor de potencia, no permitiéndose el uso de ningún otro factor.

Adicionalmente, indicar que se reubica el numeral 7.3.2 como 7.3.4 y que este último se divide en dos, a fin de crear un numeral específico respecto a la certificación de calibración o contrastación de los instrumentos de medición.

Por tanto, los numerales 7.3.1 hasta el 7.3.12 quedan de la siguiente manera:

"7.3 Condiciones que deben cumplirse en el EPEyR

7.3.1 El EPEyR de la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica que conforman el Modo de Operación a ensayar, se inicia cuando alcance su estado estable de operación según lo indicado en el Manual de Instrucciones de cada unidad o agrupación de unidades de generación emitido por el (los) fabricante(s), la experiencia del Jefe de Planta o, en su defecto, los tiempos señalados en el Cuadro Nº 2 del Anexo 1; manteniendo dicho orden de prelación.

7.3.2. Las Variables Primarias, son las indicadas en el Cuadro Nº 3 del Anexo 1. Las Variables Secundarias para la verificación de las condiciones de estabilidad durante el EPEyR, son las indicadas en el Cuadro Nº 4 del mismo Anexo.

7.3.3 Las fluctuaciones máximas permitidas de las Variables Primarias y Secundarias son las que se indican en los Cuadros Nº 5, Nº 6, Nº 7 y Nº 8 del Anexo 1. En todos ellos, la variación se mide respecto al promedio de los datos registrados en el EPEyR, por parámetro medido y por potencia ensayada.

7.3.4 Se debe utilizar la instrumentación proporcionada por la empresa consultora para las mediciones de las Variables Primarias. Para el registro de combustible en los casos en los que el Generador identifique

de manera previa que no sea posible la colocación de uno o varios instrumentos portátiles, deberá informarlo al COES en la oportunidad en que se presenta la información requerida en el numeral 7.2 y, en este caso, utilizará la instrumentación propia de las unidades de generación (instrumentos instalados en línea).

7.3.5 Todos los instrumentos a utilizar para las mediciones de las Variables Primarias durante la ejecución del EPEyR, deberán estar verificados y contar con sus respectivos certificados de calibración o contrastación vigentes, emitidos por empresas especializadas a nivel nacional o internacional, con una antigüedad no mayor a la indicada en el mismo certificado o en su defecto 1 año.

7.3.6 Durante el EPEyR, no está permitida la operación de la unidad por encima de su Máxima Potencia. Asimismo, se debe evitar cambiar de control automático a control manual, así como ajustar los límites operativos o puntos de referencia (Set Points) del sistema de control, de los instrumentos o equipos.

7.3.7 Durante el EPEyR la Unidad de Generación funcionará a un factor de potencia igual a uno (1). Si por requerimientos del SEIN, durante el EPEyR la unidad termoeléctrica operase a otro factor de potencia, se aplicarán los respectivos factores de corrección basados en la curva proporcionada por el fabricante. Los factores de corrección serán calculados desde los valores medidos en el EPEyR hasta el valor unitario.

7.3.8 Durante el EPEyR, la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación que conforman el modo de operación a ensayar, no brindan servicios de Regulación de Frecuencia.

7.3.9 El EPEyR será efectuado operando la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación bajo sus condiciones habituales de operación. Las posibles diferencias, deberán ser señaladas y analizadas por los participantes de la prueba, a fin de determinar su efecto y la factibilidad de continuar con el ensayo.

7.3.10 Se deberá realizar un EPEyR de la central termoeléctrica con todas sus unidades de generación operando simultáneamente en los siguientes casos: i) Cuando existen limitaciones de capacidad de generación, ii) Cuando el número de unidades de generación que conforma la central (mayor a 7 unidades), haga inviable la ejecución de los ensayos por Unidad de Generación y, iii) Cuando por motivos contractuales (casos de reserva fría y nodos energéticos) la central deba garantizar al sistema determinada potencia en conjunto.

7.3.11 Si la unidad bajo ensayo cuenta con un sistema de monitoreo continuo de emisiones o cualquier otro sistema de control ambiental, el EPEyR deberá efectuarse operando dichos sistemas dentro de los rangos habituales de operación. No se tomarán mediciones de los referidos sistemas para la validación ni para el cálculo de la potencia efectiva y rendimiento de la unidad.

7.3.12 El titular podrá eximirse de realizar un EPEyR para los Modos de Operación no principales, cuando de los ensayos a ejecutarse durante el EPEyR se pueda obtener datos suficientes para dichos Modos de Operación, siempre que sea previamente autorizado por el COES en la oportunidad en que se le comunica la aprobación y programación del EPEyR."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con el COES. Por tanto, el numeral 7.3 quedará redactado como indica el COES.

11. Observación Específica 11

Numerales 7.4.1 y 7.4.2

Resulta necesario que el sustento para la suspensión del EPEyR también sea corroborado por el Jefe de Ensayo, en caso se cuente con los servicios de dicho profesional, por otra parte, una de las causales de suspensión sería la no actualización de la información, guardando relación con la Observación 09 del presente informe. Al respecto, se debe considerar la redacción de los numerales 7.4.1 y 7.4.2 de la siguiente manera:

"7.4.1 Cuando por causa de fuerza mayor u otras causas ajenas al Generador se presenten situaciones que puedan afectar el ensayo, debidamente acreditadas, tanto por el Jefe de Ensayo, en caso se cuente con los servicios de la empresa consultora, como por el generador Integrante, este último podrá solicitar al COES la suspensión y reprogramación de la prueba. En los casos en que el COES autorice la reprogramación, el EPEyR deberá realizarse dentro de un plazo máximo de dos meses.

7.4.2 El COES suspenderá el EPEyR, bajo responsabilidad del generador, cuando:

a. No se haya acreditado antes del inicio del EPEyR la vigencia de la calibración de los instrumentos de medición a ser utilizados.

b. Cuando la información a presentar en aplicación del numeral 7.2 no se encuentre actualizada.

c. Cuando durante el EPEyR, por lo menos una de las unidades de generación que conforman el Modo de Operación ensayado sale de servicio, desconectándose por tres (3) veces dentro del período de duración del EPEyR por fallas atribuibles a la Unidad de Generación.

d. Cuando el generador lo solicite."

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. No corresponde incluir el caso de suspensión indicado en el ítem b) del numeral 7.4.2 propuesto por Osinergmin. Se entiende que de no contarse con la información solicitada, el COES no aprobará la ejecución del ensayo, conforme se establece en el numeral 7.2 de la propuesta sugerida por Osinergmin. Por tanto, se modifica el numeral 7.4.1 quedando de la siguiente manera:

"7.4.1 Cuando por causa de fuerza mayor u otras causas ajenas al Generador se presenten situaciones que puedan afectar el ensayo, debidamente

acreditadas, tanto por el Jefe de Ensayo, en caso se cuente con los servicios de la empresa consultora, como por el generador Integrante, este último podrá solicitar al COES la suspensión y reprogramación de la prueba. En los casos en que el COES autorice la reprogramación, el EPEyR deberá realizarse dentro de un plazo máximo de dos meses."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con el COES. Por tanto, corresponde considerar lo referente al numeral 7.4.1.

12. Observación Específica 12

Numeral 7.5.2

Dada la operación habitual de las unidades de generación entre el mínimo técnico (Generación Mínima Técnica) y su Máxima Potencia, el PR-17 vigente considera como parte de las 4 potencias parciales, valores de potencias equidistantes entre dichos valores. El no establecer limitantes respecto a los valores inferiores para el caso de las potencias parciales dejaría a criterio del Generador Integrante el valor que considere conveniente, aún por debajo de la Generación Mínima Técnica; sin embargo, el procedimiento debe establecer los límites correspondientes para evitar la toma de datos que introduzcan la desmejora de los resultados.

El sustento que presenta el COES al respecto, indica que algunos generadores solicitaron una menor potencia a ensayar, con la finalidad de ampliar su curva de consumo de combustible; sin embargo, el COES en base a los casos presentados, deberá realizar una propuesta de límite inferior sustentada, teniendo en cuenta los efectos en los resultados del EPEyR.

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. Se establece como límite inferior a la Generación Mínima Técnica, conforme al PR17 vigente. Sin embargo, dado que, en algunas unidades de generación, la Generación Mínima Técnica y la potencia efectiva son valores bastante cercanos, en la práctica no resulta posible encontrar 3 cargas parciales intermedias. Por tanto, se corrige la propuesta de modificación con la probabilidad de que el Generador Integrante pueda solicitar con su respectivo sustento un menor número de cargas parciales, cuya aceptación quedará a criterio del COES. Por tanto, el numeral se modifica a lo siguiente:

"7.5.2. Las potencias a ser consideradas durante el EPEyR son: Máxima Potencia, Generación Mínima Técnica y 3 potencias parciales (intermedias) que se convengan antes del ensayo. El Generador Integrante, adjuntando el debido sustento como parte de la información entregada en el numeral 7.2, podrá solicitar un menor número de potencias parciales a ensayar, quedando su aceptación a criterio del COES."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con el COES. Por tanto, se debe considerar el texto del numeral 7.5.2 propuesto por el COES.

13. Observación Específica 13

Numeral 7.5.11

En la toma de muestras de combustible debe participar personal de un laboratorio, el cual garantice que la muestra ha sido recolectada y transportada en condiciones adecuadas para evitar la variación de las propiedades de la muestra a analizar. En ese sentido el PR-17 vigente, indica que un laboratorio con acreditación se encargará de la toma de muestras, y el análisis el combustible. Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, el numeral 7.5.11 quedaría de la siguiente manera:

"7.5.11 Se tomarán dos (2) muestras por combustible utilizado en el EPEyR, en el lapso comprendido entre el inicio y el final de la prueba. El personal del laboratorio seleccionado realizará la toma de muestras, para su posterior transporte y análisis correspondiente. En la toma de muestras participará el Jefe de Ensayo en presencia del veedor del COES y el representante del Generador Integrante del COES. El análisis del combustible deberá ser efectuado por el laboratorio seleccionado, el cual deberá contar con la acreditación del Indecopi-SNA, o de organismos internacionales especializados. En casos de ausencia de laboratorios que cumplan con dicha acreditación, se podrá utilizar laboratorios propios o externos no acreditados."

Subsanación del COES

Observación no aceptada. Dado el carácter de los EPEyR y el grado de exactitud que se requiere en los análisis de combustible, se estima que la presencia del personal del laboratorio seleccionado para la toma de las muestras de combustible durante la ejecución de los EPEyR, no aporte cambios significativos en los resultados; por lo que, la sugerencia dada no presenta ventajas de importancia.

Por el contrario, se debe considerar que intentar contar con la presencia del laboratorio seleccionado durante la ejecución de los EPEyR presenta varias desventajas. En primer lugar, no resulta práctico sujetar la realización o validez de un EPEyR a la presencia de un cuarto participante ajeno a la ejecución del mismo como serían los representantes del laboratorio encargado del análisis de la muestra de combustible. En segundo lugar, de ensayos pasados, se puede observar que en variadas oportunidades y por diversos motivos, la ejecución de un EPEyR se adelantó o retrasó uno, dos o más días; lo que, podría significar que el laboratorio contratado no disponga de personal para el día en el que efectivamente se ejecute el ensayo. Dada la forma como Osinergmin propone la redacción de este numeral, lo anterior significaría la no aceptación o el retraso de un EPEyR por un factor netamente externo y ajeno a la ejecución misma del ensayo. En tercer lugar, se debe recalcar que contar con la presencia del personal representante del laboratorio elegido durante la ejecución de los ensayos, evento que podría durar varios días, tiene el adicional de encarecer el costo de los mismos con el consiguiente perjuicio económico al sistema.

De otro lado, se debe indicar que la entidad Indecopi ya no existe como tal. Por tanto, se propone modificar el numeral a lo siguiente:

"7.5.11 Se tomarán dos (2) muestras por combustible utilizado en el EPEyR, en el lapso comprendido entre el inicio y el final de la prueba. La toma de muestras será realizada por el Jefe de Ensayo en presencia del veedor del COES y el representante del Generador Integrante del COES. El análisis del combustible deberá ser efectuado por un laboratorio externo. En la ausencia de estos se deberá garantizar que el equipo de medición utilizado para dicho análisis cumpla con lo establecido en 7.3.5."

Análisis de Osinergmin

Parcialmente de acuerdo con el COES, ya que, si bien el Servicio Nacional de Acreditación del Indecopi (Indecopi-SNA) ya no existe, la función de acreditación de laboratorios actualmente recae en el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Por lo tanto, el numeral 7.5.11 quedará redactado de la siguiente manera:

"7.5.11 Se tomarán dos (2) muestras por combustible utilizado en el EPEyR, en el lapso comprendido entre el inicio y el final de la prueba. La toma de muestras será realizada por el Jefe de Ensayo en presencia del veedor del COES y el representante del Generador Integrante del COES. El análisis del combustible deberá ser efectuado por un laboratorio acreditado por el INACAL. En la ausencia de estos se deberá garantizar que el equipo de medición utilizado para dicho análisis cumpla con lo establecido en 7.3.5."

14. Observación Específica 14

Numerales 8.1.1 y 8.1.2

El sustento presentado por el COES, indica: "…el caso de las centrales termoeléctricas ubicadas en la zona de Chilca, en donde los datos utilizados para la determinación de las condiciones de potencia efectiva (temperatura ambiente de potencia efectiva y humedad relativa de potencia efectiva), han permanecido constante desde el año 2012, debido a que la estación meteorológica más cercana se encuentra desactivada…". Con la finalidad de establecer con una mayor aproximación las condiciones ambientales de potencia efectiva, no necesariamente la estación más cercana puede proveer la suficiente información para determinar dichas condiciones; en ese sentido, se hace necesario que una entidad especializada determine la estación que mejor represente las condiciones ambientales, tal como lo indica el PR-17 vigente. De lo expuesto, correspondería incluir estas precisiones en los numerales 8.1.1 y 8.1.2 de la siguiente manera:

"8.1.1 Las condiciones ambientales de potencia efectiva son: Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva, Humedad Relativa de Potencia Efectiva, Presión Ambiente de Potencia Efectiva y Temperatura de Fuente Fría de Potencia Efectiva. Estas condiciones, sustentadas con una matriz de datos histórica en base a información suministrada por una entidad oficial (Senamhi, Corpac, Imarpe, Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú), corresponderán a la estación meteorológica que mejor represente las condiciones ambientales de la zona en que está ubicada la unidad generadora, la cual será la determinada por el Senamhi a solicitud del Generador Integrante, y en caso dicha entidad no pueda determinar la estación, el Generador Integrante podrá recurrir a otra entidad oficial competente para determinar dicha estación.

8.1.2. En caso de no contarse con información de la estación meteorológica o ser ésta incompleta, se completará la matriz de datos con información de la siguiente estación meteorológica más representativa de la zona en que está ubicada la unidad generadora. En el caso de la temperatura de fuente fría, se elegirá a aquella que diste con la Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva, lo mismo que distan los promedios de las temperaturas de la fuente fría y de bulbo seco registradas durante los EPEyR, o de bulbo húmedo en los casos

de unidades de generación con sistemas de enfriamiento que utilicen torres húmedas."

Subsanación del COES

Observación no aceptada. Por experiencia propia del COES y de aquellas manifestadas por los Generadores Integrantes, no resulta práctico sujetar a decisión del Senamhi la determinación de que estación meteorológica es la más representativa de la zona. Ello no por causa de capacidad, sino por causa de los tiempos que Senamhi, como entidad estatal, puede tomar para responder a tales requerimientos. En todo caso, el numeral debería incluir indicaciones respecto al tiempo límite para que el Generador Integrante espere una contestación formal por parte del Senamhi, o, de las acciones que deberían realizarse cuando no exista ninguna contestación formal. En ese sentido, se observa la inviabilidad de la sugerencia de Osinergmin.

Considerando que el Senamhi, como entidad estatal e independiente, pueda no responder a los requerimientos indicados en la presente propuesta de modificación del PR-17, una alternativa a diseñar, sería la de establecer condiciones de potencia efectiva estándar por zona de país (a nivel costa, sierra y selva o a nivel regional). Así, la ausencia de una respuesta formal por parte del Senamhi, activaría estas condiciones de potencia efectiva estándar a fin de evitar el aprovechamiento de algunos Generadores Integrantes a los que el uso de data histórica no actualizada les resulte en beneficios adicionales en desmedro de otros. La presente alternativa, sin embargo, deberá contar con la aceptación y apoyo del Osinergmin.

De otro lado, indicar que en la propuesta de modificación del COES, no se presentan estos inconvenientes, pues en la determinación de la estación meteorológica más cercana y la siguiente más cercana a la zona en que está ubicada la unidad de generación, no es necesario contar con la participación del Senamhi. Por tanto, se propone mantener la redacción del numeral 8.1.1 y añadir en 8.1.2, que la siguiente estación meteorológica este en calidad de activa, a fin de que se cuente con información que anualmente se actualice.

"8.1.2 En caso de no contarse con información de la estación meteorológica más cercana o ser ésta incompleta, se completará la matriz de datos con información de la siguiente estación meteorológica activa más cercana. En el caso de la temperatura de fuente fría, se elegirá a aquella que diste con la Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva, lo mismo que distan los promedios de las temperaturas de la fuente fría y de bulbo seco registradas durante los EPEyR, o de bulbo húmedo en los casos de unidades de generación con sistemas de enfriamiento que utilicen torres húmedas."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con lo sustentado por el COES, respecto a que, establecer una obligación a entidades externas al COES y sus Integrantes, pondría en riesgo la ejecución del EPEyR. Asimismo, se considera adecuada la propuesta del COES respecto al numeral 8.1.2.

15. Observación 15

Numerales 8.3.2, 8.3.4 y 8.3.5

La información respecto al sustento para establecer los factores de corrección, al ser una información relevante, debe ser incluida como parte del informe del EPEyR, por lo que el numeral 8.3.4, debe incorporar esta precisión.

Por otro lado para mantener una adecuada trazabilidad, y determinar el cumplimiento de los plazos indicados en el procedimiento, corresponde que el Generador Integrante entregue el informe del EPEyR tanto en medio impreso, como en medio digital a la vez; asimismo, para una mejor gestión de la información, corresponde que toda la información que sirvió para la realización del informe y como sustento del mismo pueda ser entregada principalmente en medio digital; es decir, el informe impreso, debe adjuntar la información que lo sustenta en medio digital.

En general en el numeral 8.3 no se ha considerado que se indiquen los márgenes de errores, sobre todo si existe la posibilidad del uso de instrumentos propios de la unidad de generación, al no poder instalarse otro por razones sustentadas. Asimismo, el COES debe considerar los márgenes de error como uno de los criterios para la desaprobación de un informe de EPEyR, tal como lo establece el PR-17 actualmente vigente; asimismo, no se específica en qué casos el COES debe considerar invalido el informe de EPEyR por causa de errores propios de las mediciones, o por causa solicitada por el Generador Integrante, siendo coherente con el PR-17 actual.

Considerando lo expuesto, sería necesario las siguientes precisiones en los numeral 8.3.2, 8.3.4 y 8.3.5, e incorporar el numeral 8.3.6:

"8.3.2 El informe del EPEyR debe indicar claramente los resultados de potencia efectiva, consumo de combustible, rendimiento, consumo específico de calor y eficiencia a condiciones de potencia efectiva, obtenidos para cada nivel de potencia del Modo o Modos de Operación ensayados. <u>Asimismo, debe indicar el margen de error de dichos resultados.</u>

(…)

8.3.4. El informe del EPEyR debe indicar claramente la metodología seguida, e incluir:

a) Los informes de determinación del poder calorífico del combustible o combustibles utilizados en el EPEyR, certificados por un laboratorio, de acuerdo con lo establecido en el numeral 7.5.11 del presente procedimiento.

b) La información para la determinación de las condiciones de potencia efectiva (temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica y temperatura de la fuente fría); debidamente certificada de acuerdo con lo establecido en el numeral 8.1.

c) <u>La información que sustenta la aplicabilidad de cada uno de los factores de corrección utilizados.</u>

d) La totalidad de la información de sustento y de cualquier otra información adicional utilizada en los cálculos de la potencia efectiva y rendimiento a condiciones de potencia efectiva.

8.3.5 El Informe del EPEyR será entregado <u>en medio impreso</u> y en formato digital al COES; asimismo, debe adjuntar toda la información de sustento en medio

digital. Todos los cálculos serán proporcionados en hojas de cálculo electrónicas, las que deberán permitir verificar la data, así como reproducir los cálculos efectuados; es decir, deberán contener las fórmulas, macros y enlaces necesarios sin protección al acceso. No se aceptarán hojas de cálculo convertidas a hojas de datos y/o protegidas.

8.3.6 El informe del EPEyR será considerado inválido en los casos siguientes:

a) Cuando los márgenes de error obtenidos en la determinación de la potencia efectiva y rendimiento superen el 2,0%. En los casos de las unidades con turbinas a vapor que operan con combustible sólido, se acepta hasta 3,0% de error en la determinación del rendimiento.

b) Cuando después de presentado el informe de resultados correspondiente, el integrante del COES considere necesario repetir los ensayos. Para ello, deberá presentar un informe técnico que justifique dicho pedido. De ser aprobado, el nuevo EPEyR será programado dentro de un plazo máximo de dos meses, tiempo durante el cual y hasta la aprobación de los resultados del nuevo EPEyR, se reconocerán como potencia efectiva y rendimiento lo que resulte de la aplicación del numeral 6.4.1 del presente procedimiento. Su incumplimiento será notificado al OSINERGMIN."

Subsanación del COES

Observación no aceptada.

Respecto al numeral 8.3.2, se debe indicar que considerando que los máximos márgenes de error ya vienen establecidos en los requerimientos de la instrumentación a utilizar, no corresponde solicitar la inclusión de errores finales en el informe de resultados. Asimismo, debe verse que los valores aprobados por el COES y utilizados en sus funciones, son valores puntuales y no un rango de valores en el que probablemente se encuentre el valor final. Por tanto, considerando que para efecto de las labores del COES dicha información resulta irrelevante, no se acepta la modificación de este numeral y, consecuentemente, la inclusión del numeral 8.3.6.

Respecto a la incorporación del literal c) en el numeral 8.3.4, se debe indicar que la propuesta de modificación del procedimiento, descarta la utilización de factores de corrección operativos; es decir, la utilización de factores por variables controlables, centrándose únicamente en la utilización de factores por variables incontrolables; como son, por el lado de las variables operativas, el factor de potencia, y por el lado de las variables ambientales, la temperatura ambiental, la humedad relativa, la presión atmosférica y la temperatura de la fuente fría. Variables que, dependiendo de la tecnología de generación a ensayar, el uso de factores de corrección por dichas variables está sustentado. De otro lado, cabe precisar que, a fin de poder aplicar los factores de corrección indicados anteriormente (factores por variables incontrolables), se ha propuesto en los numerales 8.2.5, 8.2.6, 8.2.7 y 8.2.8 lo siguiente:

"8.2.5 Los factores de corrección de potencia y rendimiento, así como su aplicación provendrán de las curvas de corrección proporcionadas por el (los) fabricante(s). A falta de éstas, se utilizará las curvas de corrección que sirvieron para garantizar la potencia y rendimiento, durante las pruebas de

recepción. A falta de estas últimas, se utilizarán las curvas elaboradas para efectos de los EPEyR acorde a lo indicado en el numeral 8.2.6.

8.2.6 Los Generadores Integrantes cuyas unidades de generación no cuenten con curvas de corrección, estas se encuentren incompletas o no correspondan al volumen de control a ensayar, deberán asumir los costos de contratación de una empresa especializada en la elaboración de curvas de corrección y de la empresa especializada contratada por el COES para la supervisión.

8.2.7 Las curvas de corrección a aplicar en los cálculos de los EPEyR de los modos de operación ciclo combinado, deberán corresponder al volumen de control de la totalidad del sistema a ensayar.

8.2.8 En los motores reciprocantes a ciclo Otto y Diesel, que no cuenten con sus respectivas curvas de corrección, el cálculo se realizará empleando la metodología estipulada en la Norma ISO 3046 parte 1 numeral 10.

En ese sentido, la incorporación solicitada por el Osinergmin, que indica que se debe adjuntar al informe de resultados la información que sustenta la aplicabilidad de cada uno de los factores de corrección utilizados, podría constituirse como una puerta abierta para la utilización de otros factores de corrección, en tanto el Generador Integrante considere que puede sustentar su aplicabilidad. Por tanto, se sugiere la no incorporación del referido literal c).

Por último, respecto al numeral 8.3.5, indicar que para mantener una adecuada trazabilidad que permita determinar el cumplimiento de los plazos indicados en los procedimientos no es necesario la entrega de informes impresos. Considerando que actualmente en COES todo informe impreso que llega es escaneado y guardado de manera digital, no habría objeto de solicitar dichos impresos. Además, debe verse que se está próximo a ingresar en COES un nuevo Sistema de Gestión Documentaria, que permitirá que toda documentación a recibir en el COES no tenga necesidad de ser ingresada en una mesa de partes física sino en una virtual. Por último, es necesario ser responsable en la conservación del medio ambiente, evitando en demasía el uso del papel, por lo que, se requiere en ese sentido eliminar en propuesta de procedimiento la presentación de dichos informes de resultados en medio impreso.

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con lo sustentado por el COES, respecto a que, establecer una obligación a entidades externas al COES y sus Integrantes, pondría en riesgo la ejecución del EPEyR. Asimismo, se considera adecuada la propuesta del COES respecto al numeral 8.1.2

16. Observación Específica 16

ANEXO 1 – Cuadro N° 3

La potencia de los sistemas auxiliares es un dato importante, por lo que debe ser considerada como Variable Primaria, en todos los casos.

Subsanación del COES

Observación no aceptada. De acuerdo a la clasificación de parámetros y variables primarias y secundarias establecida en el numeral 4-1.2.2 de la norma ASME PTC 46-2015, un parámetro o variables es clasificado como primaria o secundaria

dependiendo de si se utiliza en el cálculo de los resultados. Así, los parámetros o variables que son utilizados en los cálculos son considerados parámetros primarios y variables primarios. Alternativamente, parámetros y variables secundarias, son aquellos que son medidos durante los ensayos para asegurar que no se han violado las condiciones requeridas para la prueba, pero no son utilizados en los cálculos. En ese sentido, considerando que los resultados de los EPEyR (potencia y rendimiento) son referidos a la potencia en bornes de generación, las mediciones del parámetro sistemas auxiliares se clasifican como secundarios. Por tanto, corresponde corregir la clasificación de dicho parámetro e incluirlo en el Cuadro N° 4.

De otro lado, corresponde también actualizar la información contenida en los cuadros establecidos en dicho Anexo, de acuerdo a las últimas versiones de las normas técnicas internacionales utilizadas como referencia en la elaboración de procedimiento y a la experiencia del COES.

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con lo descrito por el COES. Por lo tanto, corresponde modificar el Cuadro N° 4 del ANEXO 3.

17. Observación 17

Numeral 2 - ANEXO 2 – REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE LA EMPRESA CONSULTORA

Se observa que el equipo técnico de la propuesta, solo considera que el Jefe de Ensayo sea un Ingeniero; sin embargo, dada la relevancia y magnitud de los ensayos de potencia efectiva, sobre todo en unidades de generación relevantes como las que despacha el COES, se debe garantizar su experiencia relacionada a los ensayos; asimismo, el personal que lo acompaña debe ser lo más calificado posible; es por ello, que el PR-17 vigente considera la participación de Ingenieros como parte del equipo del Jefe de Ensayo. Al respecto el personal que forma parte del equipo debería contar como mínimo de técnicos especialistas calificados según lo propuesto, y mantener las características requeridas al Jefe de Ensayo que se indican en el PR-17 vigente; por lo que las características mínimas del equipo técnico deben considerar lo siguiente, manteniendo lo dispuesto para el Jefe de Ensayo según el PR-17 vigente:

“2. Equipo técnico

La empresa consultora deberá disponer para la realización de los EPEyR como mínimo del siguiente equipo técnico:

- *01 Jefe de Ensayo*
- *01 Ingeniero o técnico electricista especialista en medición y utilización de equipos de medición de variables eléctricas*
- *01 Ingeniero o técnico instrumentista especialista en medición y utilización de equipos de medición de flujos de combustible*
- *01 Ingeniero o técnico especialista en medición y utilización de equipos de medición de variables ambientales*

El Jefe de Ensayo será un ingeniero mecánico, electricista o mecánico electricista, con colegiatura CIP del Colegio de Ingenieros del Perú, con más de 10 años de experiencia profesional, con conocimientos del subsector eléctrico, de instrumentación, de normatividad para efectuar ensayos y experiencia en el uso de instrumentos de medición y en la ejecución de ensayos en unidades termoeléctricas."

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. Se corrige el numeral 2 del Anexo 2 acorde lo indicado en la observación y se agrega, respecto al Jefe de Ensayo, la permisión de otras carreras afines. Por tanto, el numera queda de la siguiente manera:

"2. Equipo técnico

La empresa consultora deberá disponer para la realización de los EPEyR como mínimo del siguiente equipo técnico:

- *01 Jefe de Ensayo*
- *01 Ingeniero o técnico electricista especialista en medición y utilización de equipos de medición de variables eléctricas*
- *01 Ingeniero o técnico instrumentista especialista en medición y utilización de equipos de medición de flujos de combustible*
- *01 Ingeniero o técnico especialista en medición y utilización de equipos de medición de variables ambientales*

El Jefe de Ensayo será un ingeniero mecánico, electricista, mecánico electricista o carreras afines, con colegiatura CIP del Colegio de Ingenieros del Perú, con más de 5 años de experiencia profesional, de instrumentación, de normatividad para efectuar ensayos y experiencia en el uso de instrumentos de medición y en la ejecución de ensayos en unidades termoeléctricas."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con lo descrito por el COES.

18. Observación Específica 18

ANEXO 2 – REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE LA EMPRESA CONSULTORA

Siendo coherentes con los cambios propuestos respecto a los certificados de calibración, se debe incorporar lo correspondiente de la siguiente manera:

"3. Instrumentación mínima

La empresa consultora, deberá disponer para la realización de cada EPEyR de un mínimo de instrumentación, que garantice el registro de las Variables Primarias, según el Cuadro N°3 del Anexo 1.

Los instrumentos de medición deberán corresponder al rango de lecturas a medir en la Unidad de generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica que conforman el Modo de Operación a ensayar. Las máximas

incertidumbres asociadas a los instrumentos de medición, permitidas en la aplicación del presente procedimiento, se indican en el Cuadro N° 1 del Anexo 1.

Los instrumentos de medición deberán estar verificados y contar con sus respectivos certificados de calibración o contrastación vigentes, y emitidos por empresas especializadas que cuenten con la acreditación del Indecopi-SNA o por organismos internacionales especializados en acreditación, con una antigüedad no mayor a 1 año. La presentación de esta información previa al EPEyR es de carácter obligatorio, bajo responsabilidad de suspensión del ensayo."

Subsanación del COES

Observación parcialmente aceptada. Respecto a la acreditación, se debe indicar que, para el caso del combustible gas natural, no existen laboratorios en el país acreditados por el INACAL, ni en el mismo INACAL, con la capacidad de realizar calibraciones o contrastaciones de equipos medidores de flujo de gas natural para los volúmenes consumidos por las centrales termoeléctricas, tal como lo comunicó INACAL al COES mediante Oficio N° 1287-2018-INACAL/DA.

En ese sentido, basados en experiencias pasadas, se propone eliminar la exigencia específica de que las empresas especializadas en calibración cuenten con la acreditación del INACAL.

De otro lado, respecto a la máxima antigüedad de los certificados de calibración, se corrige el texto de dicho numeral al período indicado en el mismo documento o en su defecto a una antigüedad máxima de 1 año. En ese sentido, queda de la siguiente manera:

"3. Instrumentación mínima

La empresa consultora, deberá disponer para la realización de cada EPEyR de un mínimo de instrumentación, que garantice el registro de las Variables Primarias, según el Cuadro N°3 del Anexo 1.

Los instrumentos de medición deberán corresponder al rango de lecturas a medir en la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica que conforman el Modo de Operación a ensayar y cumplir con lo establecido en el numeral 7.3.5. Las máximas incertidumbres asociadas a los instrumentos de medición, permitidas en la aplicación del presente procedimiento, se indican en el Cuadro N° 1 del Anexo 1."

Análisis de Osinergmin

De acuerdo con lo descrito por el COES.

19. Observación Específica 19

ANEXO 4 – EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL PR-17

En general se aprecia que el ejemplo ha sido elaborado tomando en consideración curvas que establecen factores de corrección de manera directa; es decir, introduciendo el valor obtenido en el ensayo para cada tipo de variable primaria; en el caso del ejemplo del PR-17 vigente, se utilizan las diferencias de los valores obtenidos en las pruebas respecto a las condiciones nominales, para determinar según las curvas correspondientes los factores de corrección a aplicar.

Para evitar interpretaciones erradas, es conveniente que se den dos ejemplos con los mismos datos del ensayo, uno considerando las curvas que se basan en las diferencias, y otro donde se utilizan curvas que establecen el factor de corrección de manera directa con el dato de ensayo; en ambos casos es conveniente hacer referencia de los valores nominales como los referenciales en el numeral 4.3 del PR-17 vigente.

Subsanación del COES

Observación no aceptada. La única diferenciación de los dos casos mencionados, en los que en las curvas de corrección de uno se ingrese la diferencia de la variable medida respecto a un valor referencial y en el otro el mismo valor de la variable medida, no amerita la introducción de dos ejemplos de cálculo en el PR-17. Además, debe indicarse que existen otro tipo de curvas, donde por ejemplo el valor a ingresar constituye un cociente de la variable medida respecto de un valor referencial y en otros una ecuación, en donde uno de sus argumentos es la variable medida En tal caso, habría necesidad de ingresar tantos casos como tipos de curvas de corrección hay.

A modo de ejemplo. En la Figura 1 que continúa se muestra la curva de corrección por presión ambiental de las unidades TG1 y TG2 de la C.T. Chilca 1, y en la Figura 2 la correspondiente curva para la unidad TG3 de la misma central. Conforme se observa, en el caso de las unidades TG1 y TG2, el dato a ingresar en la curva es el valor medido de presión ambiental; mientras que en el caso de la unidad TG3, el dato a ingresar es el valor medido de la presión ambienta disminuido de un valor referencia (1,0073 bar). Sin embargo, tanto la forma de aplicación de ambas curvas, como el efecto obtenido son lo mismo. En otras palabras, la forma como se ingresan los datos en las curvas de corrección queda en potestad del fabricante o empresa autora de dichas curvas.

Análisis de Osinergmin

Parcialmente de acuerdo con lo indicado por el COES, dado que como lo refiere el mismo COES, existen otro tipo de curvas, donde por ejemplo el valor a ingresar constituye un cociente de la variable medida respecto de un valor referencial y en otros una ecuación, en donde uno de sus argumentos es la variable medida. En ese sentido, el COES debe incluir como parte de su ejemplo, una nota que indique la existencia de los tipos de curva que se presenta en la evaluación, incluyendo lo indicado en la absolución de la observación a partir del segundo párrafo, no haciendo referencia al nombre de las unidades o centrales, sino más bien enfocándose en indicar que la forma como se ingresan los datos en las curvas de corrección queda en potestad del fabricante o empresa autora de dichas curvas.

Figura 1

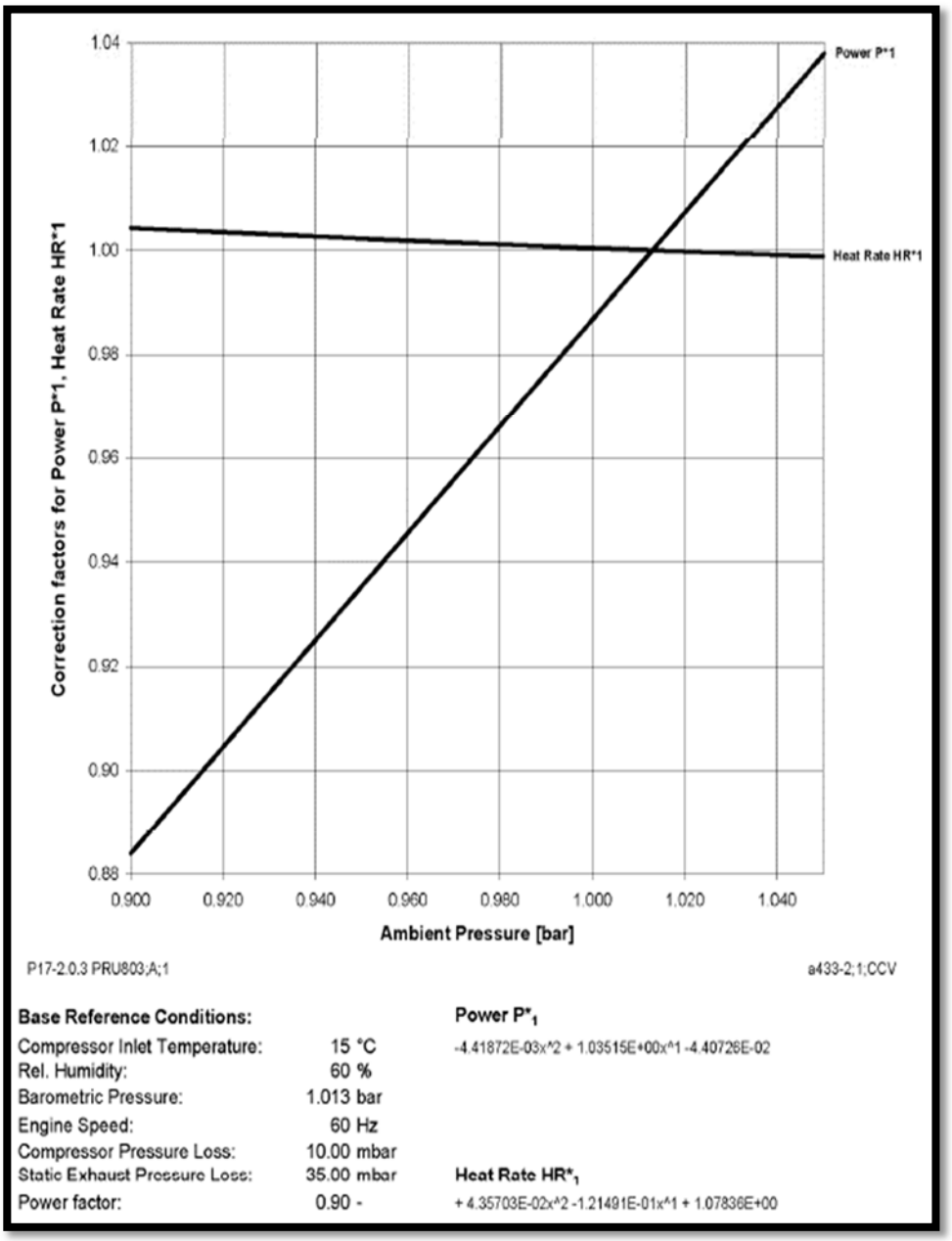
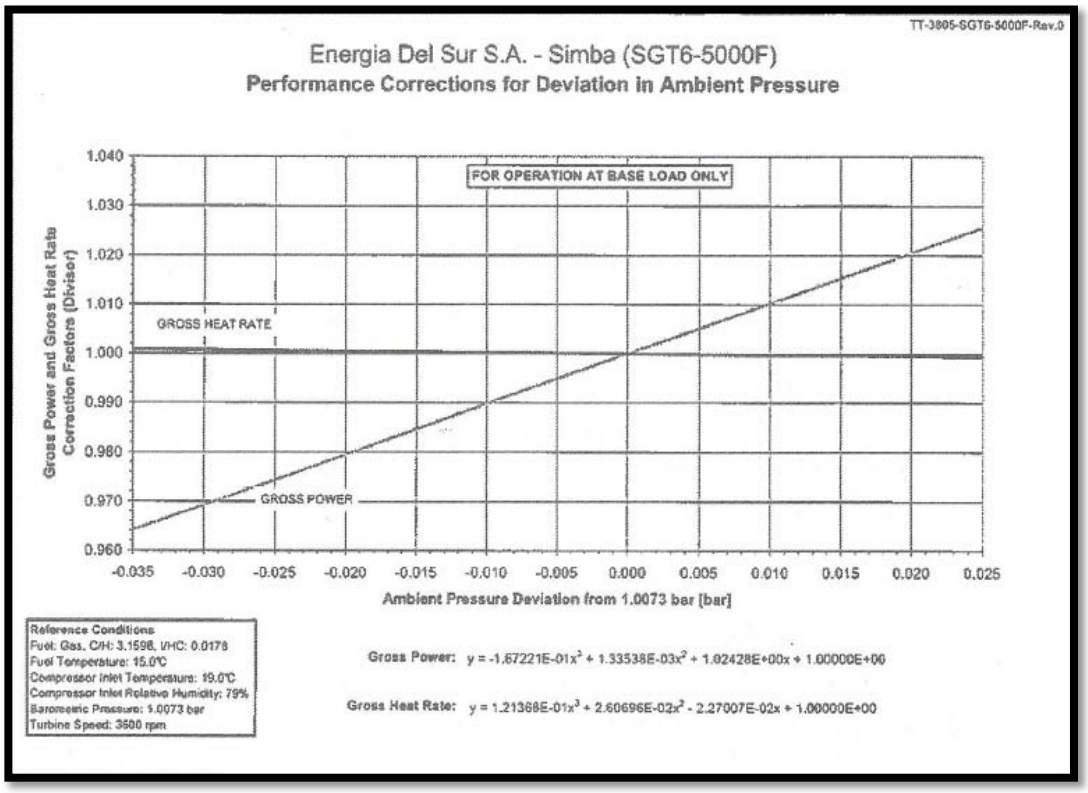

Power P*1
Heat Rate HR*1
Correction factors for Power P*1, Heat Rate HR*1
1.04
1.02
1.00
0.98
0.96
0.94
0.92
0.90
0.88
0.900
0.920
0.940
0.960
0.980
1.000
1.020
1.040
Ambient Pressure [bar]
P17-2.0.3 PRU803;A;1
a433-2;1;CCV
Base Reference Conditions:
Compressor Inlet Temperature: 15 °C
Rel. Humidity: 60 %
Barometric Pressure: 1.013 bar
Engine Speed: 60 Hz
Compressor Pressure Loss: 10.00 mbar
Static Exhaust Pressure Loss: 35.00 mbar
Power factor: 0.90 -
Power P*1
-4.41872E-03x^2 + 1.03515E+00x^1 -4.40726E-02
Heat Rate HR*1
+ 4.35703E-02x^2 -1.21491E-01x^1 + 1.07836E+00

Figura 2


TT-3805-SGT6-5000F-Rev.0
Energia Del Sur S.A. - Simba (SGT6-5000F)
Performance Corrections for Deviation in Ambient Pressure
FOR OPERATION AT BASE LOAD ONLY
GROSS HEAT RATE
GROSS POWER
Gross Power and Gross Heat Rate Correction Factors (Divisor)
1.040
1.030
1.020
1.010
1.000
0.990
0.980
0.970
0.960
-0.035 -0.030 -0.025 -0.020 -0.015 -0.010 -0.005 0.000 0.005 0.010 0.015 0.020 0.025
Ambient Pressure Deviation from 1.0073 bar [bar]
Reference Conditions
Fuel: Gas, C/H: 3.1598, I/HC: 0.0178
Fuel Temperature: 15.0°C
Compressor Inlet Temperature: 19.0°C
Compressor Inlet Relative Humidity: 79%
Barometric Pressure: 1.0073 bar
Turbine Speed: 3600 rpm
Gross Power: y = -1.67221E-01x³ + 1.33538E-03x² + 1.02428E+00x + 1.00000E+00
Gross Heat Rate: y = 1.21368E-01x³ + 2.60696E-02x² - 2.27007E-02x + 1.00000E+00

Anexo B

COES SINAC	PROCEDIMIENTO TÉCNICO DEL COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SEIN	**PR-17**
DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA EFECTIVA Y RENDIMIENTO DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA		
□ Aprobado mediante Resolución OSINERGMIN N° XXX-2020 -OS/CD, publicada XX de XXXX de 2020.		

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la determinación de la potencia efectiva y rendimiento de las Unidades de Generación termoeléctrica en cada uno de sus Modos de Operación.

2. BASE LEGAL

2.1 Ley N° 28832.- Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica.

2.2 Decreto Ley N°25844.- Ley de Concesiones Eléctricas.

2.3 Decreto Supremo N° 009-93-EM. - Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.

2.4 Decreto Supremo N° 027-2008-EM. - Reglamento del Comité de Operación Económica del Sistema.

2.5 Ley N° 23560.- Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú

2.6 Estatutos del COES.

3. PRODUCTO

3.1 Potencia efectiva de las unidades de generación termoeléctrica de los Integrantes del COES para cada uno de sus Modos de Operación.

3.2 Rendimiento de las unidades de generación termoeléctrica de los Integrantes del COES para cada uno de sus Modos de Operación.

4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

4.1 Para la aplicación del presente procedimiento, se utilizará la siguiente abreviatura:

EPEyR: Ensayo(s) de Potencia Efectiva y Rendimiento.

4.2 Las definiciones utilizadas, están precisadas en el Glosario de Abreviaturas y Definiciones de los Procedimientos Técnicos del COES y en la normatividad señalada en la Base Legal.

5. RESPONSABILIDADES

5.1 Del COES

5.1.1 Aprobar el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento de las unidades de generación termoeléctrica para cada uno de sus Modos de Operación; así como, programar los EPEyR del referido Plan.

5.1.2 Aprobar y programar los EPEyR no contemplados en el numeral 5.1.1.

5.1.3 Participar como veedor en los EPEyR.

5.1.4 Publicar en el Portal de Internet del COES, la información relacionada a los EPEyR, correspondiente al Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento, los informes de los EPEyR ejecutados, ya sean ordinarios o extraordinarios; así como, las aprobaciones y/o desaprobaciones de los resultados de los mismos, entre otros que considere conveniente.

5.2 De los Generadores Integrantes del COES

5.2.1 Cumplir con la realización de los EPEyR, dentro del mes establecido en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento aprobado por el COES, para sus correspondientes unidades de generación termoeléctrica en cada uno de sus modos de operación.

5.2.2 Designar la empresa consultora, que ejecutará los EPEyR, la cual deberá cumplir lo señalado en el Anexo 2 del presente Procedimiento.

5.2.3 Sustentar las condiciones de Potencia Efectiva.

5.2.4 Remitir la información indicada en el numeral 7.2.

5.2.5 Asumir los gastos derivados de la realización del EPEyR. En los ensayos extraordinarios, el solicitante pagará los costos para la realización del EPEyR.

5.2.6 Asumir los gastos de repetición de las pruebas, en caso el EPEyR de su unidad o central de generación termoeléctrica se frustrase o fracasase por falta atribuible al Generador Integrante, como, por ejemplo, falla en cualquiera de los equipos, obras civiles o instalaciones de la unidad o central de generación que impidan realizar el ensayo o falla o deterioro de los instrumentos de medición de la unidad o central de generación u otras causas atribuibles al Generador Integrante.

5.2.7 Presentar y sustentar el Informe del EPEyR, de acuerdo con lo establecido en el numeral 8.3.

6. ALCANCES, PERIODICIDAD Y PLAZOS

6.1 Alcances

6.1.1 Este procedimiento comprende a todas las unidades de generación termoeléctrica en Operación Comercial en el COES o aquellas para las cuales sus titulares hayan solicitado el ingreso en Operación Comercial.

6.1.2 En concordancia con el numeral 15 del Procedimiento Técnico PR-42 “Régimen Aplicable a las Centrales de Reserva Fría de Generación”, en la aprobación del informe de EPEyR, el COES incluirá la certificación de la Potencia Efectiva Contratada a que se refiere el citado numeral.

6.1.3 Para la aplicación del presente procedimiento, deberá utilizarse el Sistema Internacional de Unidades (SI) establecido en la Ley N° 23560.

6.2 Periodicidad

Los EPEyR pueden ser de carácter ordinario y extraordinario.

6.2.1 Los EPEyR ordinarios, son aquellos que se realizan a las unidades de generación por primera vez para cumplir los requisitos de su Operación Comercial, en concordancia con lo establecido en el PR-20 “Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN”; y aquellos que se realizan cada tres años calendario para las unidades que se encuentran en Operación Comercial, establecidos en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento de las unidades de generación termoeléctrica.

6.2.2 Los EPEyR extraordinarios se efectuarán a solicitud del titular o de otro Generador Integrante del COES.

6.3 Plazos

6.3.1 El Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva de las unidades termoeléctricas para cada uno de sus Modos de Operación es aprobado por el COES en el mes de noviembre de cada año. Dicho plan establece la programación mensual para la realización de los EPEyR del año siguiente.

6.3.2 El COES establecerá en el respectivo programa semanal de operación, así como en el programa diario de operación correspondiente, el día y hora para la realización del EPEyR, para lo cual el Generador Integrante deberá enviar al COES la solicitud respectiva antes del día 15 del mes anterior al mes previsto para la realización del ensayo.

6.3.3 Para los EPEyR extraordinarios el Generador Integrante deberá enviar al COES la solicitud por lo menos 15 días antes de la fecha tentativa y el COES establecerá en el programa semanal de operación, así como en el programa diario de operación correspondiente, el día y la hora para su realización. En los casos de EPEyR extraordinarios solicitados por otro Generador Integrante, el COES comunicará al Generador Integrante dicho requerimiento en un plazo de cinco (5) días hábiles; el EPEyR deberá ejecutarse en un plazo no mayor de sesenta (60) días calendario contados a partir de la comunicación del COES al Generador Integrante. Este plazo podrá ser ampliado a solicitud sustentada del Generador Integrante que debe realizar el EPEyR.

6.3.4 Como mínimo cinco días (5) hábiles antes del ensayo, el Generador Integrante enviará al COES la información indicada en el numeral 7.2.

6.3.5 Los plazos para la presentación del informe de resultados, envío de observaciones, subsanación de observaciones y aprobación de los resultados del EPEyR, son los indicados en la Tabla N° 1. En el numeral 10 se muestra el flujograma del proceso.

Tabla N° 1
Plazos para la aprobación del informe del EPEyR

Nº	Evento	Responsable	Plazo
1	Entrega del Informe del EPEyR	Integrante	Hasta 20 días hábiles después de realizado el EPEyR (*)
2	Observaciones al Informe del EPEyR	COES	Hasta 20 días hábiles después de efectuado el evento Nº1
3	Levantamiento de las observaciones del COES	Integrante	Hasta 10 días hábiles después de efectuado el evento Nº2
4	Aprobación o rechazo del Informe del EPEyR	COES	Hasta 20 días hábiles después de efectuado el evento Nº3

(*) En caso fuere necesario, el Generador Integrante deberá solicitar, con copia a Osinergmin, y hasta antes del vencimiento del plazo que dispone, una ampliación de hasta 10 días hábiles para la entrega del informe de resultados.

6.3.6 Cuando las observaciones no fueren subsanadas a satisfacción del COES o, producto de la revisión del levantamiento de las observaciones, surgieren nuevas observaciones, el COES podrá presentar un segundo grupo de observaciones; para lo cual se aplican los mismos plazos indicados en los ítems 2, 3 y 4 de la Tabla N° 1.

6.3.7 Respecto al segundo grupo de observaciones, si estas no han sido subsanadas a satisfacción del COES, se procederá de la siguiente manera:

a) Si a criterio del COES se requiere realizar un nuevo EPEyR para subsanar las observaciones, el informe de resultados será declarado desaprobado y el Generador Integrante deberá realizar otro EPEyR.

b) Si el COES determina que no se requiere realizar un nuevo EPEyR para subsanar las observaciones, efectuará de oficio las correcciones que sean necesarias al informe de resultados y procederá a su aprobación, tales como errores en los cálculos, errores en la utilización de datos que no se encuentren registrados en el Acta de Ensayo, error en la validez de las curvas de corrección utilizadas, error en la forma de aplicación de los factores de corrección, error en la validez de la información de sustento de las características del combustible y su correcta interpretación, entre otros

6.4 Incumplimientos

6.4.1 En los siguientes casos: (i) Que no se ejecute el EPEyR en el mes establecido en el Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento, o en los plazos previstos en los numerales 6.3.3 o 7.4.1 o en el plazo luego del cual el COES puede disponer la suspensión de la

Operación Comercial en aplicación del PR-20 “Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN” por no realizar las pruebas de potencia efectiva y rendimiento, según corresponda; por causas no atribuibles al COES, (ii) Que fracase y/o se suspenda el EPEyR, por falta atribuible al Generador Integrante, salvo por causa de fuerza mayor, (iii) Que el Generador integrante, habiéndose ejecutado el EPEyR, no entregue el informe de resultados o no cumpla con enviar el levantamiento de las observaciones en el plazo establecido en el presente procedimiento, o (iv) Que el informe de resultados sea declarado desaprobado; el COES comunicará al Generador Integrante y al Osinergmin el supuesto incurrido dentro de un plazo máximo de cinco (05) días hábiles, aplicándose lo siguiente:

a) En el caso de unidades que ingresan en Operación Comercial, y en tanto el COES no suspenda la Operación Comercial, a partir del quinto día hábil siguiente de culminado el plazo establecido en el numeral 5.1.5 del Anexo 5 en el PR-20 “Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN” se asignará una Potencia Efectiva igual a cero para efecto de la aplicación del numeral 8.1 y 8.2 del Procedimiento Técnico N° 26 “Cálculo de la Potencia Firme”.

b) En el caso de unidades que están en Operación Comercial, a partir de los cinco (05) días hábiles en que suceda el supuesto incurrido, se considerará como potencia efectiva al valor del percentil 95 (P95), calculado sobre las potencias entregadas por la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación en bornes de generación comunicadas al COES en cumplimiento del numeral 6.2.3 del PR-30 “Valorización de las Transferencias de Potencia y Compensaciones al Sistema Principal y Sistema Garantizado de Transmisión” bajo el Modo de Operación correspondiente, de los últimos veinticuatro (24) meses en los que se cuente con información, caso contrario ampliable en otros 24 meses adicionales. No se tomará en cuenta en el cálculo los valores de potencia que sean iguales o inferiores a la Generación Mínima Técnica y los que sean superiores a la potencia efectiva vigente, y como Rendimiento el que resulte de la curva de consumo de combustible del último EPEyR aprobado por el COES y la nueva potencia efectiva.

Los valores indicados en a) y b) serán de aplicación hasta que se cumpla con la realización del respectivo EPEyR y se aprueben sus resultados. De transcurrir dos años sin que se apruebe el respectivo EPEyR se procederá a asignar nuevos valores de potencia efectiva y rendimiento calculados sobre el valor de potencia efectiva y la curva de consumo de combustible vigente.

Lo señalado en este numeral no es aplicable a los EPEyR extraordinarios solicitados por el propio titular.

7. EJECUCIÓN DE LOS EPEyR

7.1 Asistentes al EPEyR

En el EPEyR estarán presentes los siguientes representantes:

7.1.1 El Jefe de Ensayo y su equipo técnico, como responsables de efectuar las mediciones, pertenecientes a la Empresa Consultora.

El Jefe de Ensayo será el responsable técnico del EPEyR, como tal decidirá los aspectos técnicos relacionados con la medición y será de su entera responsabilidad resolver cualquier aspecto técnico referido a las mediciones a efectuarse. No le compete maniobrar ni operar la unidad que se ensaya.

7.1.2 Un representante designado por el Generador Integrante del COES.

El representante tiene bajo su responsabilidad la operación de la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica que conforman el Modo de Operación a ensayar, atestiguar la correcta ejecución del EPEyR y otorgar las facilidades necesarias para la culminación del trabajo.

7.1.3 Un representante designado por el COES, en calidad de veedor.

El representante del COES es el veedor del EPEyR, asiste para verificar la ejecución del EPEyR conforme al presente Procedimiento y para realizar cualquier coordinación que se requiera con el Coordinador de la Operación en Tiempo Real del SEIN, a cargo del COES.

En los EPEyR extraordinarios efectuados a solicitud de otro Generador Integrante, éste podrá designar un representante para asistir como observador al EPEyR.

7.2 Información técnica requerida para el EPEyR

Previo a la ejecución del EPEyR, el Generador Integrante remitirá al COES la siguiente información:

7.2.1 Esquema de disposición de la central y ubicación de la unidad de generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica a ensayar.

7.2.2 Esquema que muestra los equipos principales, así como los flujos de los procesos que comprende el ciclo termodinámico de la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica a ensayar.

7.2.3 Esquemas básicos de los diferentes sistemas auxiliares: alimentación de combustible, enfriamiento, gases de combustión, etc.

7.2.4 Diagrama unifilar eléctrico de la central y unidades.

7.2.5 Diagramas P-Q (Curva de Capabilidad) de la unidad o unidades de generación termoeléctrica a ensayar suministrados por el fabricante.

7.2.6 Curvas de comportamiento de la potencia y rendimiento (rendimiento, consumo específico de calor o eficiencia) por variación de los

parámetros temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica, temperatura de fuente fría y factor de potencia.

7.2.7 Plan detallado del EPEyR, realizado por el Jefe de Ensayo, con el contenido mínimo siguiente:

a) Volumen de control del sistema a ensayar.

b) El esquema de disposición de instrumentos, señalando las variables a medir, los instrumentos de medición a utilizar los que deberán cumplir lo indicado en el Anexo 2, así como indicar la ubicación física de estos.

c) Distribución de las funciones del personal.

d) Detalles sobre las mediciones.

e) Detalles sobre aspectos operativos relevantes para los ensayos en cada modo de operación.

f) Consideraciones especiales para los ensayos.

g) Programa previsto de los ensayos.

La presentación de esta información es de carácter obligatorio. El COES no aprobará la ejecución del EPEyR cuando ésta no haya sido remitida en el plazo indicado en el numeral 6.3.4.

7.3 Condiciones que deben cumplirse en el EPEyR

7.3.1 El EPEyR de la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica que conforman el Modo de Operación a ensayar, se inicia cuando alcance su estado estable de operación según lo indicado en el Manual de Instrucciones de cada unidad o agrupación de unidades de generación emitido por el (los) fabricante(s), la experiencia del Jefe de Planta o, en su defecto, los tiempos señalados en el Cuadro Nº 2 del Anexo 1; manteniendo dicho orden de prelación.

7.3.2 Las Variables Primarias, a medir durante el EPEyR, son las indicadas en el Cuadro Nº 3 del Anexo 1. Las Variables Secundarias, a medir para la verificación de las condiciones de estabilidad durante el EPEyR, son las indicadas en el Cuadro Nº 4 del mismo Anexo.

7.3.3 Las fluctuaciones máximas permitidas de las Variables Primarias y Secundarias son las que se indican en los Cuadros Nº 5, Nº 6, Nº 7 y Nº 8 del Anexo 1. En todos ellos, la variación se mide respecto al promedio de los datos registrados en el EPEyR, por parámetro medido y por potencia ensayada.

7.3.4 Se debe utilizar la instrumentación proporcionada por la empresa consultora para las mediciones de las Variables Primarias. Para el registro de combustible en los casos en los que el Generador identifique de manera previa que no sea posible la colocación de uno o varios instrumentos portátiles, deberá informarlo al COES en la oportunidad en que se presenta la información requerida en el numeral 7.2 y, en este

caso, utilizará la instrumentación propia de las unidades de generación (instrumentos instalados en línea).

7.3.5 Todos los instrumentos a utilizar para las mediciones de las Variables Primarias durante la ejecución del EPEyR, deberán estar verificados y contar con sus respectivos certificados de calibración o contrastación vigentes, emitidos por empresas especializadas a nivel nacional o internacional, con una antigüedad no mayor a la indicada en el mismo certificado o en su defecto un (1) año.

7.3.6 Durante el EPEyR, no está permitida la operación de la unidad por encima de su Máxima Potencia. Se debe evitar cambiar de control automático a control manual, así como ajustar los límites operativos o puntos de referencia (Set Points) del sistema de control, de los instrumentos o equipos.

7.3.7 Durante el EPEyR la Unidad de Generación funcionará a un factor de potencia igual a uno (1). Por requerimientos del SEIN, durante el EPEyR la unidad termoeléctrica operase a otro factor de potencia, se aplicarán los respectivos factores de corrección basados en la curva proporcionada por el fabricante. Los factores de corrección serán calculados desde los valores medidos en el EPEyR hasta el valor unitario.

7.3.8 Durante el EPEyR, la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación que conforman el modo de operación a ensayar, no brindan servicios de Regulación de Frecuencia.

7.3.9 El EPEyR será efectuado operando la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación bajo sus condiciones habituales de operación. Las posibles diferencias, deberán ser señaladas y analizadas por los participantes de la prueba, a fin de determinar su efecto y la factibilidad de continuar con el ensayo.

7.3.10 Se deberá realizar un EPEyR de la central termoeléctrica con todas sus unidades de generación operando simultáneamente en los siguientes casos: i) Cuando existen limitaciones de capacidad de generación, ii) Cuando el número de unidades de generación que conforma la central (mayor a 7 unidades), haga inviable la ejecución de los ensayos por Unidad de Generación y, iii) Cuando por motivos contractuales (casos de reserva fría y nodos energéticos) la central deba garantizar al sistema determinada potencia en conjunto.

7.3.11 Si la unidad bajo ensayo cuenta con un sistema de monitoreo continuo de emisiones o cualquier otro sistema de control ambiental, el EPEyR deberá efectuarse operando dichos sistemas dentro de los rangos habituales de operación. No se tomarán mediciones de los referidos sistemas para la validación ni para el cálculo de la potencia efectiva y rendimiento de la unidad.

7.3.12 El titular podrá eximirse de realizar un EPEyR para los Modos de Operación no principales, cuando de los ensayos a ejecutarse durante el EPEyR se pueda obtener datos suficientes para dichos Modos de Operación, siempre que sea previamente autorizado por el COES en la

oportunidad en que se le comunica la aprobación y programación del EPEyR

7.4 Suspensión del EPEyR

7.4.1 Cuando por causa de fuerza mayor u otras causas ajenas al Generador se presenten situaciones que puedan afectar el ensayo, debidamente acreditadas, tanto por el Jefe de Ensayo, en caso se cuente con los servicios de la empresa consultora, como por el generador Integrante, este último podrá solicitar al COES la suspensión y reprogramación de la prueba. En los casos en que el COES autorice la reprogramación, el EPEyR deberá realizarse dentro de un plazo máximo de dos (2) meses.

7.4.2 El COES suspenderá el EPEyR, bajo responsabilidad del generador, cuando:

a) No se haya acreditado antes del inicio del EPEyR la vigencia de la calibración de los instrumentos de medición a ser utilizados.

b) Cuando durante el EPEyR, por lo menos una de las unidades de generación que conforman el Modo de Operación ensayado sale de servicio, desconectándose por tres (3) veces dentro del período de duración del EPEyR por fallas atribuibles a la Unidad de Generación.

c) Cuando el generador lo solicite.

7.4.3 En los casos de suspensión indicados en el numeral 7.4.2, y siempre que se haya excedido el plazo indicado en el numeral 6.2.1, los valores de potencia efectiva y rendimiento del Modo o Modos de Operación involucrados serán los señalados en el numeral 6.4 del presente procedimiento.

7.5 Ejecución del EPEyR

7.5.1 El EPEyR está destinado a comprobar mediante medición la potencia eléctrica y rendimiento de una o varias unidades de generación bajo un determinado Modo de Operación.

7.5.2 Las potencias a ser consideradas durante el EPEyR son: Máxima Potencia, Generación Mínima Técnica y 3 potencias parciales (intermedias) que se convengan antes del ensayo. El Generador Integrante, adjuntando el debido sustento como parte de la información entregada en el numeral 7.2, podrá solicitar un menor número de potencias parciales a ensayar, quedando su aceptación a criterio del COES.

7.5.3 La ejecución del EPEyR a Máxima Potencia está relacionada con la verificación de la resistencia física de la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación que conforman el modo de operación bajo ensayo, sin operar en sobrecarga. La duración del EPEyR a Máxima Potencia depende de la naturaleza de cada unidad

termoeléctrica y no será menor de cinco (5) horas de operación continua para el Modo de Operación principal, considerando como tal a aquel modo de operación con el que la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación obtendría el mayor valor de potencia y con el combustible de menor costo, considerando inyección de agua o fuego adicional cuando corresponda.

7.5.4 En los otros Modos de Operación tanto para los ensayos a Máxima Potencia como a potencias parciales, la ejecución de los EPEyR, tendrá como mínimo la siguiente duración:

a) 30 minutos para las turbinas a gas y motores reciprocantes a ciclo Otto y Diesel.

b) 60 minutos para las turbinas a vapor y ciclos combinados

7.5.5 Durante el EPEyR de cada potencia seleccionada se deben registrar 30 mediciones de las Variables Primarias y 30 mediciones de las Variables Secundarias.

7.5.6 Los intervalos de medición serán de 10 minutos para el ensayo a Máxima Potencia para el Modo de Operación principal de la Central Termoeléctrica. Para los otros Modos de Operación, así como para los ensayos a potencias parciales, los intervalos de medición serán de:

a) 1 minuto para las turbinas a gas y motores reciprocantes a ciclo Otto y Diesel.

b) 2 minutos para las turbinas a vapor y ciclos combinados.

7.5.7 Las mediciones de las Variables Primarias y Secundarias se deben realizar simultáneamente. En los casos que este requerimiento no fuere posible, se podrá diferir el momento de medición de las variables que no puedan ser medidas simultáneamente, siempre y cuando sea dentro del mismo período de duración del ensayo, lo que deberá constar en el acta de ensayo.

7.5.8 Las mediciones de los consumos de combustible durante el EPEyR deben servir para comprobar la producción de energía eléctrica por unidad de combustible consumido. Se deben medir los valores de la temperatura del combustible, a fin de llevarlos a condiciones estándar. Para el gas natural, las condiciones estándar de referencia de temperatura y presión que se utilizarán para la medición y cálculos son: 15°C y 101,325 kPa.

7.5.9 Para todas las potencias ensayadas, se deben registrar los valores de la masa o volumen de combustible al inicio y fin del ensayo, en los casos que se cuente con dicha información.

7.5.10 En el caso que no se disponga de medidores de flujo de combustible líquido y se mida el consumo por diferencia de nivel, los tiempos de duración de cada ensayo dependerá de las dimensiones del tanque y del consumo de la unidad termoeléctrica, siendo como mínimos lo establecidos en 7.5.3 y 7.5.4 según corresponda. En este caso, el

número de mediciones y los intervalos de medición podrán diferir de lo establecido en 7.5.5 y 7.5.6.

7.5.11 *Se tomarán dos (2) muestras por combustible utilizado en el EPEyR, en el lapso comprendido entre el inicio y el final de la prueba. La toma de muestras será realizada por el Jefe de Ensayo en presencia del veedor del COES y el representante del Generador Integrante del COES. El análisis del combustible deberá ser efectuado por un laboratorio acreditado por el INACAL. En la ausencia de estos se deberá garantizar que el equipo de medición utilizado para dicho análisis cumpla con lo establecido en 7.3.5.*

7.5.12 En caso fracase el EPEyR a Máxima Potencia para el Modo de Operación principal, será necesario realizar un segundo ensayo, que puede efectuarse inmediatamente después si se cuenta con decisión unánime del Jefe de Ensayo, del veedor del COES y del representante del Generador Integrante del COES. De no haber consenso, deberá ser reprogramado.

7.5.13 Si en un EPEyR a una potencia parcial, la unidad de generación requiere operar con un combustible diferente al que corresponde el modo de operación a ensayar, los consumos medidos deberán ser referidos a este último combustible.

7.5.14 Ante un eventual fracaso del EPEyR a una de las potencias parciales, el ensayo iniciará de cero para esa potencia parcial.

7.6 Elaboración del acta de ensayo

7.6.1 Al final del ensayo, se levantará el acta de ensayo, que será suscrita por el Jefe de Ensayo, el representante designado por el Generador Integrante del COES y el veedor del COES.

7.6.2 El acta de ensayo debe contener información sobre la unidad de Generación o agrupación de unidades de generación que conforman el Modo o Modos de Operación ensayados, instrumentos utilizados, los asistentes al EPEyR, los datos registrados de acuerdo con el formato del Anexo 3 e indicar posibles diferencias entre la información remitida previa al ensayo y la utilizada durante el ensayo.

7.7 Validación de los datos medidos

7.7.1 Las mediciones de las Variables Primarias, cuyos datos registrados se encuentren fuera de los rangos de fluctuación indicados en el numeral 7.3.4, serán eliminadas.

7.7.2 Las mediciones de las Variables Secundarias, con registros fuera de los rangos de fluctuación indicados en el numeral 7.3.4, serán analizadas a fin de determinar si dichas variables y las correspondientes Variables Primarias, aquellas registradas en la misma hora, deben ser eliminadas.

7.7.3 Las mediciones registradas con presencia de perturbaciones provenientes del SEIN, que alteren la frecuencia o voltaje fuera de los rangos permisibles serán eliminadas. Para reemplazar las mediciones

registradas durante el tiempo afectado, el ensayo deberá prolongarse por un tiempo equivalente.

7.7.4 Las mediciones válidas serán todas las mediciones efectuadas menos las mediciones eliminadas.

8. CALCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA Y RENDIMIENTO

8.1 Determinación de las condiciones de potencia efectiva

8.1.1 Las condiciones ambientales de potencia efectiva son: Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva, Humedad Relativa de Potencia Efectiva, Presión Ambiente de Potencia Efectiva y Temperatura de Fuente Fría de Potencia Efectiva. Estas condiciones, sustentadas con una matriz de datos histórica en base a información suministrada por una entidad oficial (Senamhi, Corpac, Imarpe, Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú), corresponderán a la estación meteorológica más cercana a la central.

8.1.2 En caso de no contarse con información de la estación meteorológica más cercana o ser ésta incompleta, se completará la matriz de datos con información de la siguiente estación meteorológica activa más cercana. En el caso de la temperatura de fuente fría, se elegirá a aquella que diste con la Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva, lo mismo que distan los promedios de las temperaturas de la fuente fría y de bulbo seco registradas durante los EPEyR, o de bulbo húmedo en los casos de unidades de generación con sistemas de enfriamiento que utilicen torres húmedas.

8.2 Procedimiento de cálculo

8.2.1 El cálculo de la potencia efectiva y rendimiento lo realizará la empresa consultora sobre la base de las mediciones válidas de operación que provengan del EPEyR debidamente registradas en el acta de ensayo. No se aceptará registros de operación de la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación ensayadas que no figuren en el acta de ensayo. Tampoco se utilizará en los cálculos ajustes adicionales sobre los datos de ensayo.

8.2.2 La potencia efectiva, así como el rendimiento, consumo específico de combustible, consumo específico de calor y eficiencia son referidos a la potencia bruta de ensayo.

8.2.3 Los poderes caloríficos y la gravedad específica o densidad del combustible se determinarán sobre la base del análisis efectuado a las muestras tomadas según lo indicado en el numeral 7.5.11. Los resultados finales se obtendrán hallando el promedio aritmético de los resultados de los análisis de las dos muestras.

8.2.4 La potencia y rendimiento de las unidades termoeléctricas a condiciones de potencia efectiva se obtienen de aplicar, a la potencia y rendimiento a condiciones de ensayo, los factores de corrección ambientales indicados en el Cuadro N° 9 del Anexo 1 y, cuando fuere el

caso, el factor de corrección operativo indicado en el Cuadro N° 10 del Anexo 1.

8.2.5 Los factores de corrección de potencia y rendimiento, así como su aplicación provendrán de las curvas de corrección proporcionadas por el (los) fabricante(s). A falta de éstas, se utilizará las curvas de corrección que sirvieron para garantizar la potencia y rendimiento, durante las pruebas de recepción. A falta de estas últimas, se utilizarán las curvas elaboradas para efectos de los EPEyR acorde a lo indicado en el numeral 8.2.6.

8.2.6 Los Generadores Integrantes cuyas unidades de generación no cuenten con curvas de corrección, estas se encuentren incompletas o no correspondan al volumen de control a ensayar, deberán asumir los costos de contratación de una empresa especializada en la elaboración de curvas de corrección y de la empresa especializada contratada por el COES para la supervisión.

8.2.7 Las curvas de corrección a aplicar en los cálculos de los EPEyR de los modos de operación ciclo combinado, deberán corresponder al volumen de control de la totalidad del sistema a ensayar.

8.2.8 En los motores reciprocantes a ciclo Otto y Diesel, que no cuenten con sus respectivas curvas de corrección, el cálculo se realizará empleando la metodología estipulada en la Norma ISO 3046 parte 1 numeral 10.

8.2.9 No se aceptará la aplicación de factores de corrección por ninguna Variable Secundaria a excepción de la indicada en el numeral 7.3.7.

8.2.10 La aplicación de los factores de corrección, tanto de la potencia como del rendimiento, será sobre cada dato medido y no sobre promedios de datos.

8.2.11 Posterior a la aplicación de los factores de corrección conforme se indica en 8.2.10, la potencia a condiciones de potencia efectiva será igual al promedio de las potencias corregidas.

8.2.12 En forma similar, dependiendo de la curva de corrección a aplicar, el consumo específico de calor o la eficiencia, ambos a condiciones de potencia efectiva, serán iguales al promedio de sus respectivos valores corregidos.

8.2.13 A partir de los resultados de la potencia a condiciones de potencia efectiva calculada en el numeral 8.2.11 y del consumo específico de calor o eficiencia corregidos en el numeral 8.2.12, se obtendrán los otros parámetros asociados tales como rendimiento, consumo de combustible y consumo específico de calor o eficiencia a condiciones de potencia efectiva.

8.2.14 Para una mejor comprensión del cálculo de la potencia efectiva y rendimiento a condiciones de potencia efectiva, se incluye un ejemplo en el Anexo 4 del presente procedimiento.

8.3 Informe del EPEyR

8.3.1 El informe del EPEyR será suscrito por el Jefe de Ensayo, consignando su número de registro profesional o colegiatura.

8.3.2 El informe del EPEyR debe indicar claramente los resultados de potencia efectiva, consumo de combustible, rendimiento, consumo específico de calor y eficiencia a condiciones de potencia efectiva, obtenidos para cada nivel de potencia del Modo o Modos de Operación ensayados.

8.3.3 Los resultados y principales parámetros para la determinación de la potencia efectiva y rendimiento a condiciones de potencia efectiva serán redondeados con los siguientes números de decimales:

Tabla N° 2

N°	Parámetros	Unidades de medida	Número de decimales
1	Potencia	*kW*	2
2	Consumo combustible	m^3/h	2
		l/h, kg/h	1
3	Rendimiento	kWh/m^3	2
		kWh/l, kWh/kg	1
4	Consumo específico de Calor	*kJ/kWh*	2
5	Eficiencia	*%*	2
6	Poderes Caloríficos	$kJ/kg, kJ/m^3$	2
7	Densidad líquido	kg/m^3	2
8	Densidad gas natural	kg/m^3	4

Asimismo, para la conversión de unidades de otros sistemas al Sistema Internacional se utilizarán las siguientes equivalencias:

Tabla N° 3

N°	Dimensión	Unidad	Equivalencia	Unidad
1	Volumen	*gal*	3,785412	*l*
2		pie^3	0,02831685	m^3
3		*bbl*	158,9873	m^3
4	Peso	*lb*	0,45359237	*kg*
5	Energía	*BTU*	1,05506	*kJ*
6		*kcal*	4,1868	*kJ*

8.3.4 El informe del EPEyR debe indicar claramente la metodología seguida, e incluir:

a) Los informes de determinación del poder calorífico del combustible o combustibles utilizados en el EPEyR, certificados por un laboratorio, de acuerdo con lo establecido en el numeral 7.5.11 del presente procedimiento.

b) La información para la determinación de las condiciones de potencia efectiva (temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica y temperatura de la fuente fría); debidamente certificada de acuerdo con lo establecido en el numeral 8.1.

c) La totalidad de la información de sustento y de cualquier otra información adicional utilizada en los cálculos de la potencia efectiva y rendimiento a condiciones de potencia efectiva.

8.3.5 El Informe del EPEyR y toda la información de sustento serán entregados al COES en medio digital. Todos los cálculos serán proporcionados en hojas de cálculo electrónicas, las que deberán permitir verificar la data, así como reproducir los cálculos efectuados; es decir, deberán contener las fórmulas, macros y enlaces necesarios sin protección al acceso. No se aceptarán hojas de cálculo convertidas a hojas de datos y/o protegidas.

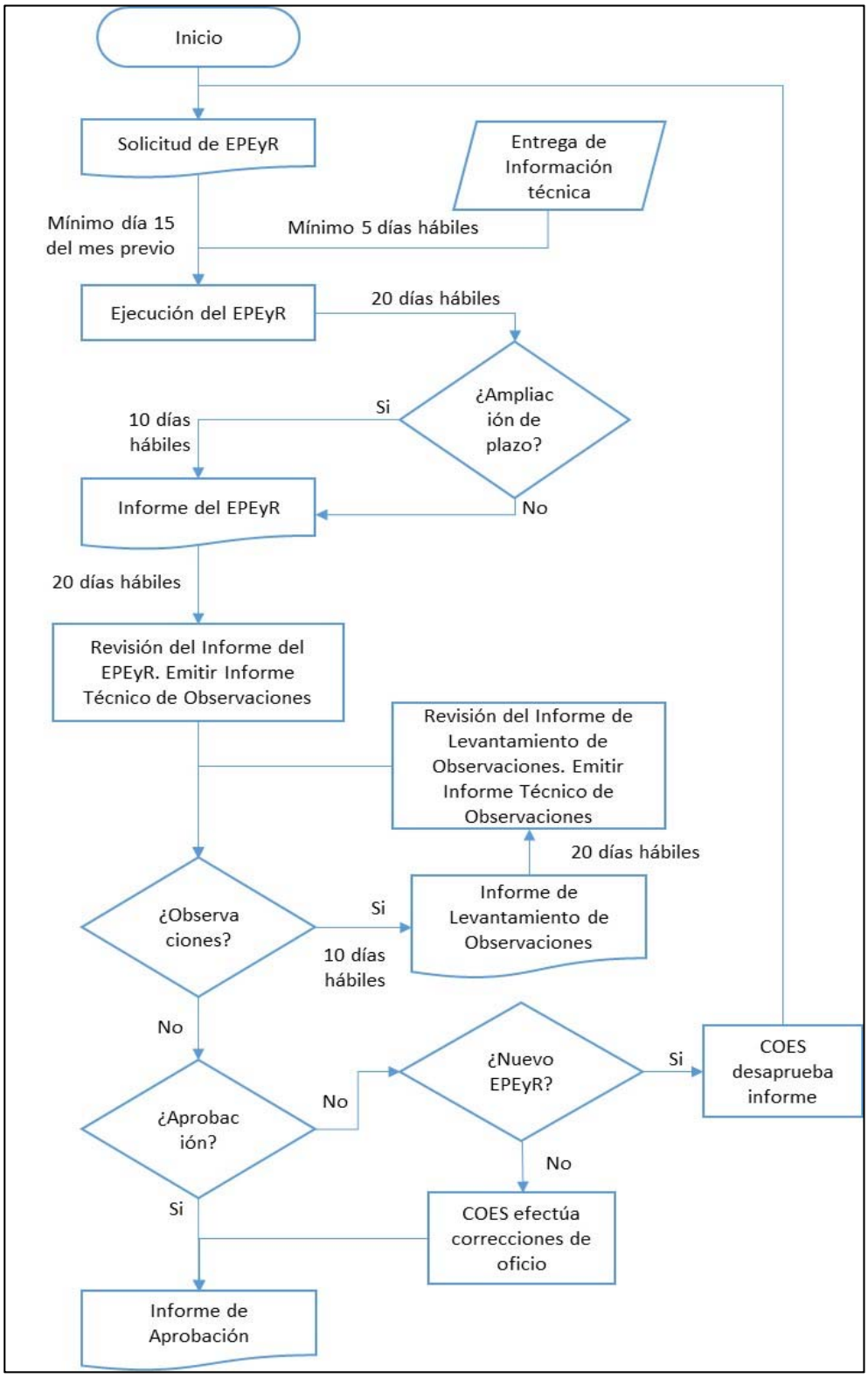
9. REFERENCIAS

Las normas internacionales de referencia para la aplicación de este procedimiento se indican en el Cuadro N° 11 del Anexo 1 del presente procedimiento.

10. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

El siguiente Diagrama 1 incluye todas las fases del proceso para determinación de la potencia efectiva y rendimiento de las unidades termoeléctricas desde la solicitud para la realización del EPEyR hasta la aprobación o rechazo del informe de resultados.

Diagrama 1. Ensayos de potencia efectiva y rendimiento



ANEXOS

Anexo	Descripción
1	Cuadros para aplicación del PR-17
2	Requerimientos mínimos de la empresa consultora
3	Acta de ensayo
4	Ejemplo de aplicación del PR-17

ANEXO 1

CUADROS PARA LA APLICACIÓN DEL PR-17

Cuadro Nº 1
Especificaciones de los equipos de medición

N°	VARIABLE	MAXIMA INCERTIDUMBRE
1	Potencia eléctrica	±0,2%
2	Temperatura ambiente	± 0,2 K
3	Humedad relativa	±2,0%
4	Presión barométrica	± 0,05%
5	Temperatura de fuente fría	± 0,2 K
6	Flujo de combustible	±0,5%
7	Temperatura de combustible	±0,2 K

Fuente: Normas ISO 18888:2017 (E) y 2314:2009 (E)

Cuadro Nº 2
Tiempos de estabilización previos al EPEyR

TIPO DE MÁQUINA TERMOELÉCTRICA	TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN (1)
Turbina a gas	1 h
Motor reciprocante a ciclo Otto y Diesel	1 h
Ciclo combinado	1 h
Turbina a vapor (caldera quemando gas natural)	1 h
Turbina a vapor (caldera quemando petróleo)	1 h
Turbina a vapor (caldera quemando carbón pulverizado)	1 h
Turbina a vapor (caldera de lecho fluidizado)	24 h(2)

Fuente: Norma ASME PTC 46 – 2015

(1) No incluyen el tiempo de un arranque en frío.

(2) Transcurrida una hora de haberse alcanzado la estabilidad química se puede dar inicio al ensayo

Cuadro Nº 3
Variables Primarias

Nº	VARIABLE	MR	TG	TV	CC
1	Potencia eléctrica	x	x	x	x
2	Flujo de combustible	x	x	x	x
3	Temperatura ambiente	x	x	x	x
4	Humedad relativa ambiente	x	x	x	x
5	Presión ambiente	x	x	x	x
6	Temperatura de la fuente fría			x	x
7	Temperatura del intercooler	x			

MR: Motor reciprocante a ciclo Otto y Diesel; TG: Turbina a gas; TV: Turbina a Vapor; CC: Ciclo Combinado.

Cuadro Nº 4
Variables Secundarias

Nº	VARIABLE	MR	TG	TV	CC
1	Potencia de sistemas auxiliares	x	x	x	x
2	Velocidad de rotación	x	x	x	x
3	Temperatura del combustible	x	x	x	x
4	Temperatura de gases de escape	x	x		
5	Presión y temperatura del vapor vivo			x	
6	Flujo de entrada del agua o aire de enfriamiento			x	x
7	Presión de descarga			x	x
8	Flujo de inyección de agua o vapor		x		x
9	Voltaje	x	x	x	x
10	Factor de potencia	x	x	x	x
11	Frecuencia	x	x	x	x
12	Temperatura de devanados del estator	x	x	x	x
13	Temperatura de cojinetes (eventualmente)	x	x	x	x
14	Nivel de vibraciones (eventualmente)	x	x	x	x
15	Otros parámetros que indican operación en régimen estable	x	x	x	x

MR: Motor reciprocante a ciclo Otto y Diesel; TG: Turbina a gas; TV: Turbina a Vapor; CC: Ciclo Combinado.

Cuadro Nº 5
Condiciones de estabilidad para un motor reciprocante de ciclo Otto y Diesel

PARÁMETROS	VARIACIÓN (1)
Potencia eléctrica	± 3%
Temperatura ambiente	± 4 K (*)
Presión barométrica	± 0,5%
Velocidad de rotación	± 2%
Flujo de combustible	± 3%
Temperatura del combustible	± 5 K
Temperatura del aire al ingreso del compresor o del múltiple de admisión	± 4 K
Temperatura de los gases de escape	± 15 K
Factor de Potencia	± 2% (*)
Temperatura de cojinetes (eventualmente)	Los que indica el fabricante
Temperatura de devanados del estator	Los que indica el fabricante
Nivel de vibraciones (eventualmente)	Los que indica el fabricante

Fuente: Norma ISO 15550-2016, (*) Fuente COES

(1) La variación es respecto al promedio de los datos registrados

Cuadro Nº 6
Condiciones de estabilidad para una Turbina a Gas

PARÁMETROS	VARIACIÓN (1)
Potencia eléctrica	± 1%
Temperatura ambiente	± 4 K (*)
Presión atmosférica	± 0,5%
Factor de potencia	± 2%
Velocidad de rotación	± 1%
Flujo de combustible	± 1% (*)
Temperatura del combustible	± 3 K
Presión del combustible gaseoso	± 1%
Presión absoluta salida de gases de combustión	± 1%
Temperatura a la salida de la turbina	± 2 K
Temperatura de cojinetes (eventualmente)	Lo que indica el fabricante
Temperatura de devanados del estator	Lo que indica el fabricante
Nivel de vibraciones (eventualmente)	Lo que indica el fabricante

Fuente: Norma ISO 2314:2009(E), (*) Fuente COES
(1) La variación es respecto al promedio de los datos registrados

Cuadro Nº 7
Condiciones de estabilidad para una Turbina a Vapor

PARÁMETROS	VARIACIÓN (1)
Potencia eléctrica	± 1% (*)
Presión de vapor vivo	± 3% de la presión absoluta
Temperatura del vapor vivo y de recalentamiento	± 8 K si sobrecalentamiento está entre 15 K -30 K y; ± 16 K si sobrecalentamiento es mayor a 30 K
Presión de extracción	± 5%
Temperatura de agua precalentada	± 6 K
Presión de descarga (condensación):	El mayor de: ± 2,5% de la presión absoluta ó ± 0,34 kPa
Voltaje	± 5%
Factor de Potencia	± 2% (*)
Velocidad de rotación	± 5%
Temperatura de cojinetes (eventualmente)	Lo que indica el fabricante
Temperatura de devanados del estator	Lo que indica el fabricante
Nivel de vibraciones (eventualmente)	Lo que indica el fabricante

Fuente: ASME PTC 6 – 2004, (*) Fuente COES
(1) La variación es respecto al promedio de los datos registrados

Cuadro Nº 8
Condiciones de estabilidad para un Ciclo Combinado

PARÁMETROS	VARIACIÓN (1)
Potencia eléctrica	± 1%
Factor de Potencia	± 2%
Velocidad de rotación	± 1%
Temperatura de combustible gas o líquido	± 3 K
Presión del combustible gaseoso	± 1%
Flujo de combustible	± 1%
Presión barométrica	± 0,5%
Temperatura ambiente	± 4 K (*)
Flujo de agua de enfriamiento del condensador	± 15%
Temperatura de cojinetes (eventualmente)	Lo que indica el fabricante
Temperatura de devanados del estator	Lo que indica el fabricante
Nivel de vibraciones (eventualmente)	Lo que indica el fabricante

Fuente: Norma ISO 18888:2017 (E), (*) Fuente COES
(1) La variación es respecto al promedio de los datos registrados

Cuadro Nº 9
Factores de corrección ambientales

FACTOR DE CORRECCIÓN	SIMBOLO
Factor de corrección de la potencia por temperatura ambiente.	$KPta$
Factor de corrección del consumo específico de calor por temperatura ambiente.	$KCta$
Factor de corrección de la potencia por humedad absoluta relativa o absoluta del aire	KPh
Factor de corrección del consumo específico de calor por humedad relativa o absoluta del aire.	KCh
Factor de corrección de la potencia por presión ambiente (altura sobre el nivel del mar).	KPp
Factor de corrección del consumo específico de calor por presión ambiente (altura sobre el nivel del mar).	$KCpa$
Factor de corrección de la potencia por temperatura de fuente fría.	$KPtf$
Factor de corrección del consumo específico de calor por temperatura de fuente fría.	$KCtf$

Cuadro Nº 10
Factores de corrección operativos

FACTOR DE CORRECCIÓN	SIMBOLO
Factor de corrección de la potencia por factor de potencia	*KPfp*
Factor de corrección del consumo específico de calor por factor de potencia.	*KCfp*

Cuadro Nº 11
Normas internacionales de referencia

Tipo de unidad	Norma Internacional
Motor Reciprocante	• Norma ISO 3046-1:2002 "*Reciprocating internal combustion engines –Performance*". *Part 1: Declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test methods – Additional requirements for engines for general use.* • Norma ISO 15550:2016(E): *"Internal combustion engines – Determination and method for the measurement of engine power – General requirements".*
Turbina a Gas	• Norma ISO 2314:2009 (E) "*Gas Turbine – Acceptance test*" • Norma ASME PTC 22-2014 "*Gas Turbine - Performance Test Code*".
Turbinas a Vapor	• Norma ASME PTC 6-2004: "*Steam Turbine – Performance Test Codes*".
Ciclo Combinado	• Norma ISO 18888:2017 (E): *"Gas Turbine combined cycle power plants – Therma performances tests"* • Norma ASME PTC 46-2015: "*Overall Plant Performance – Performance Test Codes*".
Gas Natural	• Norma ISO 13443:1996 (E): "*Natural gas – Standard reference conditions*"

ANEXO 2

REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE LA EMPRESA CONSULTORA

1. Empresa consultora

   La empresa ejecutora del ensayo es independiente del Generador Integrante y del COES, con solvencia para ejecutar las pruebas y realizar los cálculos posteriores.

2. Equipo técnico

   La empresa consultora deberá disponer para la realización de los EPEyR como mínimo del siguiente equipo técnico:

   - 01 Jefe de Ensayo
   - 01 Ingeniero o técnico electricista especialista en medición y utilización de equipos de medición de variables eléctricas
   - 01 Ingeniero o técnico instrumentista especialista en medición y utilización de equipos de medición de flujos de combustible
   - 01 Ingeniero o técnico especialista en medición y utilización de equipos de medición de variables ambientales

   El Jefe de Ensayo será un ingeniero mecánico, electricista, mecánico electricista o carreras afines, con colegiatura CIP del Colegio de Ingenieros del Perú, con más de 5 años de experiencia profesional, de instrumentación, de normatividad para efectuar ensayos y experiencia en el uso de instrumentos de medición y en la ejecución de ensayos en unidades termoeléctricas.

3. Instrumentación mínima

   La empresa consultora, deberá disponer para la realización de cada EPEyR de un mínimo de instrumentación, que garantice el registro de las Variables Primarias, según el Cuadro N°3 del Anexo 1.

   Los instrumentos de medición deberán corresponder al rango de lecturas a medir en la Unidad de Generación o agrupación de unidades de generación termoeléctrica que conforman el Modo de Operación a ensayar y cumplir con lo establecido en el numeral 7.3.5. Las máximas incertidumbres asociadas a los instrumentos de medición, permitidas en la aplicación del presente procedimiento, se indican en el Cuadro N° 1 del Anexo 1.

ANEXO 3

ACTA DE ENSAYO

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD				
Integrante del COES	Nombre de la Central		Nombre de la Unidad o Bloque	
Datos Referenciales	Potencia (kW)	Consumo específico de calor PCI (kJ/kWh)	Rendimiento (kWh/unidad)	Fecha del Ensayo
Pruebas de Recepción				
Ensayo anterior				

Configuración del Ensayo	Motor Primo	Combustible	Caldera

APERTURA DEL ACTA		
Fecha	Hora	Lugar

PARTICIPANTES	
Por el COES (Veedor)	
Por el Integrante (Representante)	
Por la Consultora (Jefe de Ensayo)	
OTROS PARTICIPANTES	
Laboratorio	
- Razón social	
- Nombre del técnico	
Generadora	
- Operador de la unidad	
- Técnico electricista	
- Técnico mecánico	
Consultora (Asistentes)	
- Primer	
- Segundo	
- Tercer	
- Cuarto	
- Quinto	
- Sexto	
- Séptimo	
- Octavo	

HITOS PRINCIPALES (HORA)			
	Potencia	Inicio	Fin
Estabilización Pre Ensayo			
Ensayo a potencia 1			
Tiempo de estabilización			
Ensayo a potencia 2			
Tiempo de estabilización			
Ensayo a potencia 3			
Tiempo de estabilización			
Ensayo a potencia 4			
Tiempo de estabilización			
Ensayo a potencia 5			
Tiempo de estabilización			
Ensayo a potencia 6			

Muestras de Combustible			
	Combustible 1	Combustible 2	Combustible 3
Tipo de Combustible			
Primera muestra (hora)			
Segunda muestra (hora)			
Tercera muestra (hora)			

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Exitoso sin interrupciones	Concluido con interrupciones	Invalidado

INTERRUPCIONES				
1	Hora	Localización	Tipo de Falla	Solución
Inicio				
Fin				
2	Hora	Localización	Tipo de Falla	Solución
Inicio				
Fin				

Detalle de la Interrupción 1	Detalle dela Interrupción 2

ANEXOS AL ACTA DE ENSAYO	
Anexo A	Acuerdos y consideraciones previas al EPEyR
Anexo B	Desarrollo del EPEyR
Anexo C	Resultados de Mediciones de las Variables Primarias
Anexo D	Resultados de Mediciones de las Variables Secundarias

Anexo E	Información adicional relevante

CIERRE DEL ACTA		
Fecha	Hora	Lugar

SUSCRIPCION		
Institución	Nombre	Firma

ANEXO 4

EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL PR-17

Ejemplo de aplicación del PR-17 a una turbina a gas de 193 MW de potencia nominal operando con combustible gas natural

1. Datos Registrados

1.1 Los datos registrados durante el EPEyR de la unidad son los mostrados en el Cuadro A.

Cuadro A. Datos del EPEyR

N° Medición	Hora	Datos de Ensayo				
		Potencia P_y (kW)	Temperatura Ambiente ta_y (°C)	Presión Atmosférica pa_y (kPa)	Humedad Relativa hr_y	Consumo Combustible mc_y (m³/h)
1	08:10	196 733,0	16,60	100,75	0,58	53 187,57
2	08:20	195 144,4	16,78	100,84	0,58	53 262,29
3	08:30	194 298,1	17,11	100,86	0,56	53 234,41
4	08:40	195 567,0	17,11	100,71	0,53	53 316,18
5	08:50	195 324,8	17,11	100,72	0,54	53 322,17
6	09:00	194 905,9	17,11	100,91	0,54	53 389,05
7	09:10	194 544,0	17,28	101,01	0,55	53 501,40
8	09:20	194 611,1	17,22	101,02	0,54	53 388,71
9	09:30	195 276,0	18,22	101,03	0,57	53 590,76
10	09:40	195 969,7	18,33	100,99	0,60	53 605,37
11	09:50	196 429,5	19,17	100,76	0,62	53 540,66
12	10:00	196 987,3	19,72	100,77	0,64	53 306,41
13	10:10	195 977,2	19,72	101,19	0,59	53 325,36
14	10:20	195 265,5	19,84	101,09	0,59	53 289,91
15	10:30	195 922,5	20,20	101,00	0,58	53 230,53
16	10:40	195 707,4	21,20	100,99	0,55	53 299,74
17	10:50	197 335,7	20,58	101,01	0,53	53 395,35
18	11:00	196 478,4	19,99	100,77	0,52	53 257,67
19	11:10	197 955,0	19,90	100,86	0,53	53 072,29
20	11:20	197 184,4	18,81	100,87	0,55	53 174,74
21	11:30	196 875,4	17,89	100,77	0,54	53 164,88
22	11:40	197 212,2	17,75	100,92	0,54	53 249,83
23	11:50	200 245,4	17,76	100,97	0,55	53 300,80
24	12:00	197 095,1	18,25	100,81	0,55	53 323,45
25	12:10	194 999,2	18,44	100,82	0,56	53 547,16
26	12:20	195 725,4	18,87	100,79	0,56	53 617,95
27	12:30	196 528,2	19,03	101,01	0,57	53 552,82
28	12:40	196 952,2	19,31	100,50	0,57	53 518,84
29	12:50	197 089,6	19,72	100,99	0,55	53 513,18
30	13:00	197 096,5	19,71	100,79	0,55	53 467,87

2. Validación de variables

2.1 Se realiza con el fin de verificar la operación en régimen estable de la unidad.

2.2 Por el lado de las Variables Primarias, para el ejemplo estas son: la potencia de ensayo (P_y), la temperatura ambiente (ta_y), la presión atmosférica (pa_y), la humedad relativa (hr_y) y el consumo de combustible (mc_y).

2.3 El análisis de estabilidad se realiza sobre las variables mencionadas con excepción de la humedad relativa y el consumo de combustible.

2.4 Se calcula la variabilidad de las 30 mediciones efectuadas para cada una de las variables a analizar (P_y, ta_y y pa_y), y se compara con las variaciones máximas permitidas por variable de acuerdo con lo establecido en el numeral 7.3.4. Ver Cuadro B.

2.5 De los resultados se observa que existen 3 mediciones que superan el rango de fluctuaciones máximas permitidas: 1 medición, el número 16, por causa de la temperatura ambiente (ta_y) y 2 mediciones, números 1 y 23, por causa de la potencia (P_y). Estas mediciones serán eliminadas del cálculo.

Cuadro B. Validación de datos

N° Medición	Hora	Datos de Ensayo					Variabilidad de Datos		
							Variables Primarias		
		Potencia P_y (kW)	Temperatura Ambiente ta_y (°C)	Presión Atmosférica pa_y (kPa)	Humedad Relativa hr_y	Consumo Combustible mc_y (m^3/h)	P_y	ta_y	pa_y
1	08:10	196 733,0	16,60	100,75	0,58	53 187,57	0,25%	2,02	0,13%
2	08:20	195 144,4	16,78	100,84	0,58	53 262,29	0,56%	1,84	0,04%
3	08:30	194 298,1	17,11	100,86	0,56	53 234,41	0,99%	1,51	0,02%
4	08:40	195 567,0	17,11	100,71	0,53	53 316,18	0,35%	1,51	0,17%
5	08:50	195 324,8	17,11	100,72	0,54	53 322,17	0,47%	1,51	0,16%
6	09:00	194 905,9	17,11	100,91	0,54	53 389,05	0,68%	1,51	0,03%
7	09:10	194 544,0	17,28	101,01	0,55	53 501,40	0,87%	1,35	0,12%
8	09:20	194 611,1	17,22	101,02	0,54	53 388,71	0,83%	1,40	0,13%
9	09:30	195 276,0	18,22	101,03	0,57	53 590,76	0,50%	0,40	0,14%
10	09:40	195 969,7	18,33	100,99	0,60	53 605,37	0,14%	0,29	0,10%
11	09:50	196 429,5	19,17	100,76	0,62	53 540,66	0,09%	0,54	0,12%
12	10:00	196 987,3	19,72	100,77	0,64	53 306,41	0,38%	1,10	0,11%
13	10:10	195 977,2	19,72	101,19	0,59	53 325,36	0,14%	1,10	0,30%
14	10:20	195 265,5	19,84	101,09	0,59	53 289,91	0,50%	1,22	0,20%
15	10:30	195 922,5	20,20	101,00	0,58	53 230,53	0,17%	1,58	0,12%
16	10:40	195 707,4	21,20	100,99	0,55	53 299,74	0,28%	2,58	0,10%
17	10:50	197 335,7	20,58	101,01	0,53	53 395,35	0,55%	1,96	0,12%
18	11:00	196 478,4	19,99	100,77	0,52	53 257,67	0,12%	1,37	0,11%
19	11:10	197 955,0	19,90	100,86	0,53	53 072,29	0,87%	1,28	0,02%
20	11:20	197 184,4	18,81	100,87	0,55	53 174,74	0,48%	0,19	0,01%
21	11:30	196 875,4	17,89	100,77	0,54	53 164,88	0,32%	0,73	0,11%
22	11:40	197 212,2	17,75	100,92	0,54	53 249,83	0,49%	0,87	0,04%
23	11:50	200 245,4	17,76	100,97	0,55	53 300,80	2,04%	0,87	0,09%
24	12:00	197 095,1	18,25	100,81	0,55	53 323,45	0,43%	0,37	0,07%
25	12:10	194 999,2	18,44	100,82	0,56	53 547,16	0,64%	0,18	0,06%
26	12:20	195 725,4	18,87	100,79	0,56	53 617,95	0,27%	0,24	0,09%
27	12:30	196 528,2	19,03	101,01	0,57	53 552,82	0,14%	0,40	0,13%
28	12:40	196 952,2	19,31	100,50	0,57	53 518,84	0,36%	0,68	0,38%
29	12:50	197 089,6	19,72	100,99	0,55	53 513,18	0,43%	1,10	0,11%
30	13:00	197 096,5	19,71	100,79	0,55	53 467,87	0,43%	1,09	0,09%
					Variaciones máximas permitidas →		± 2%	± 2,0°C	± 0,5%
Mínimo		194 298,1	16,60	100,5010	0,52	53 072,3			
Máximo		200 245,4	21,20	101,1900	0,64	53 617,9			
Promedio		196 247,9	18,62	100,8841	0,56	53 364,9			
Prom Validado		196 101,9	18,64	100,8820	0,56	53 376,3			

2.6 Se ha supuesto que durante el EPEyR ninguna de las Variables Secundarias superó sus límites operativos conforme se indica en 7.7.2.

3. Corrección de la potencia

3.1 Para el cálculo, es necesario disponer de las curvas de corrección de la potencia dadas por el fabricante para variaciones en la temperatura ambiente, presión atmosférica, humedad relativa. Asimismo, es necesario disponer de los datos de

temperatura ambiente, presión atmosférica y humedad relativa a condiciones de potencia efectiva. Para el ejemplo estos datos son: 22,5 °C, 100,55 kPa (1,0055 bar) y 85,3% respectivamente.

3.2 La conversión de los valores de potencia de ensayo (P_y) a condiciones de potencia efectiva (P_x) se realiza en dos pasos: en primer lugar, de condiciones de ensayo a condiciones de referencia y en segundo lugar de condiciones de referencia a condiciones de potencia efectiva.

3.3 El cálculo, así como la aplicación de los factores de corrección, dependerá de lo indicado por el fabricante. Para el ejemplo, los factores de corrección se obtienen directamente ingresando las variables medidas en las curvas de corrección.

3.4 Para el cálculo de la potencia a condiciones de referencia (P_r), se utilizan los factores de corrección por variación de temperatura ($KPta_{y\text{-}r}$), por variación de presión atmosférica ($KPpa_{y\text{-}r}$) y por variación de humedad relativa ($KPha_{y\text{-}r}$), calculados para llevar la potencia desde las condiciones de ensayo a condiciones de referencia. En el ejemplo, todos los factores de corrección utilizados son multiplicativos.

$$\boldsymbol{P_r = \frac{P_y}{\left(KPta_{y-r} * KPpa_{y-r} * KPhr_{y-r}\right)}}$$

Donde:

P_r : Potencia de referencia

P_y : Potencia de ensayo

$KPta_{y\text{-}r}$: Factor de corrección por variación de la temperatura ambiente para corregir la potencia desde las condiciones de ensayo a las condiciones de referencia.

$KPpa_{y\text{-}r}$: Factor de corrección por variación de la presión atmosférica para corregir la potencia desde las condiciones de ensayo a las condiciones de referencia.

$KPhr_{y\text{-}r}$: Factor de corrección por variación de la humedad relativa para corregir la potencia desde las condiciones de ensayo a las condiciones de referencia.

3.5 En forma similar, para el cálculo de la potencia efectiva (P_x) se utilizarán los factores de corrección por variación de temperatura ($KPta_{r\text{-}x}$), por variación de la presión barométrica ($KPpa_{r\text{-}x}$) y por variación de humedad relativa ($KPhr_{r\text{-}x}$) calculados para llevar la potencia desde las condiciones de referencia a condiciones de potencia efectiva, a través de la siguiente formulación:

$$\boldsymbol{P_x = P_r * \left(KPta_{r-x} * KPpa_{r-x} * KPhr_{r-x}\right)}$$

Donde:

P_x : Potencia efectiva

$KPta_{r\text{-}x}$: Factor de corrección por variación de la temperatura ambiente para corregir la potencia desde las condiciones de referencia a las condiciones de potencia efectiva.

$KPpa_{r-x}$: Factor de corrección por variación de la presión atmosférica para corregir la potencia desde las condiciones de referencia a las condiciones de potencia efectiva.

$KPhr_{r-x}$: Factor de corrección por variación de la humedad relativa para corregir la potencia desde las condiciones de referencia a las condiciones de potencia efectiva.

3.6 Los resultados son mostrados en el Cuadro C.

Cuadro C. Corrección de la potencia

						Factores de Corrección de la Potencia							
	Datos de Ensayo					De Ensayo a Referencia			De Referencia a Potencia Efectiva				
N°	Potencia P_y (kW)	Temp Amb ta_y (K)	Presión Atmosf pa_y (kPa)	Hum Relativa hr_y	Validez	Temp Ambiente $KPta_{yr}$	Presión Atmosf $KPpa_{yr}$	Humedad Relativa $KPhr_{yr}$	Temp Ambiente $KPta_{rx}$	Presión Atmosf $KPpa_{rx}$	Humedad Relativa $KPhr_{rx}$	Potencia Referencia P_r (kW)	Potencia Efectiva P_x (kW)
1	196 733,0	16,60	100,75	0,58	Inválido	0,9893	0,9944	0,9999	0,9487	0,9923	1,0014	200 014,6	188 564,0
2	195 144,4	16,78	100,84	0,58	Válido	0,9880	0,9953	0,9999				198 473,4	187 111,0
3	194 298,1	17,11	100,86	0,56	Válido	0,9858	0,9955	0,9998				198 027,9	186 691,0
4	195 567,0	17,11	100,71	0,53	Válido	0,9858	0,9939	0,9996				199 668,1	188 237,3
5	195 324,8	17,11	100,72	0,54	Válido	0,9858	0,9940	0,9997				199 386,2	187 971,5
6	194 905,9	17,11	100,91	0,54	Válido	0,9858	0,9960	0,9997				198 572,5	187 204,4
7	194 544,0	17,28	101,01	0,55	Válido	0,9847	0,9970	0,9997				198 218,2	186 870,4
8	194 611,1	17,22	101,02	0,54	Válido	0,9851	0,9971	0,9997				198 192,2	186 845,9
9	195 276,0	18,22	101,03	0,57	Válido	0,9783	0,9972	0,9998				200 199,0	188 737,8
10	195 969,7	18,33	100,99	0,60	Válido	0,9775	0,9968	1,0000				201 113,8	189 600,2
11	196 429,5	19,17	100,76	0,62	Válido	0,9718	0,9945	1,0001				203 227,6	191 593,0
12	196 987,3	19,72	100,77	0,64	Válido	0,9680	0,9946	1,0002				204 569,1	192 857,7
13	195 977,2	19,72	101,19	0,59	Válido	0,9680	0,9989	0,9999				202 694,9	191 090,8
14	195 265,5	19,84	101,09	0,59	Válido	0,9672	0,9978	1,0000				202 341,8	190 757,9
15	195 922,5	20,20	101,00	0,58	Válido	0,9647	0,9969	0,9999				203 732,7	192 069,2
16	195 707,4	21,20	100,99	0,55	Inválido	0,9578	0,9968	0,9997				205 039,0	193 300,7
17	197 335,7	20,58	101,01	0,53	Válido	0,9621	0,9970	0,9996				205 801,5	194 019,6
18	196 478,4	19,99	100,77	0,52	Válido	0,9662	0,9946	0,9995				204 566,3	192 855,1
19	197 955,0	19,90	100,86	0,53	Válido	0,9668	0,9955	0,9996				205 773,6	193 993,2
20	197 184,4	18,81	100,87	0,55	Válido	0,9743	0,9956	0,9997				203 346,5	191 705,1
21	196 875,4	17,89	100,77	0,54	Válido	0,9805	0,9946	0,9997				201 948,0	190 386,7
22	197 212,2	17,75	100,92	0,54	Válido	0,9815	0,9961	0,9997				201 786,5	190 234,4
23	200 245,4	17,76	100,97	0,55	Inválido	0,9815	0,9966	0,9997				204 776,9	193 053,6
24	197 095,1	18,25	100,81	0,55	Válido	0,9781	0,9950	0,9997				202 582,6	190 984,9
25	194 999,2	18,44	100,82	0,56	Válido	0,9768	0,9951	0,9998				200 667,4	189 179,4
26	195 725,4	18,87	100,79	0,56	Válido	0,9739	0,9948	0,9998				202 080,2	190 511,3
27	196 528,2	19,03	101,01	0,57	Válido	0,9728	0,9970	0,9999				202 659,1	191 057,1
28	196 952,2	19,31	100,50	0,57	Válido	0,9709	0,9918	0,9998				204 574,5	192 862,8
29	197 089,6	19,72	100,99	0,55	Válido	0,9680	0,9968	0,9997				204 308,5	192 612,0
30	197 096,5	19,71	100,79	0,55	Válido	0,9681	0,9948	0,9997				204 726,8	193 006,4

Condiciones de	ta (°C)	pa (kPa)	hr
Pot Efectiva	22,5	100,550	0,853

PCI	35 982,25	kJ/m^3

Curva de corrección por temperatura ambiente	*KPta = 0,000000213379*X3+-0,000033763*X2-0,00579926*X+1,09387*
Curva de corrección por presión atmosférica	*KPpa = 0*X3+-0,00441872*X21,03515*X+-0,0440726*
Curva de corrección por humedad relativa	*KPhr =-0,0000110751*X3+-0,000197874*X20,00588388*X+0,996543*

3.7 Finalmente, se determina la potencia efectiva como el promedio de todas las potencias efectivas de las 27 mediciones válidas. El resultado se muestra en el Cuadro D.

Cuadro D. Potencias de ensayo, referencia y efectiva

Potencia de Ensayo P_y (kW)	Potencia Referencia P_r (kW)	Potencia Efectiva P_x (kW)
196 101,86	201 971,81	190 409,12

3.8 En forma similar, se procede para el cálculo de las potencias efectivas a potencias parciales.

4. Corrección del Rendimiento

4.1 A partir de la potencia y del consumo de combustible a condiciones de ensayo, se calculan los resultados del parámetro asociado al rendimiento (rendimiento, consumo específico de calor o eficiencia), a corregir de acuerdo con las curvas proporcionadas por el fabricante. Para el ejemplo, el parámetro a corregir es el Consumo específico de calor, y se toma un poder calorífico inferior del combustible gas natural de 35 982,25 kJ/m^3

Cuadro E. Resultados del consumo específico de calor a condiciones de ensayo

N°	Hora	A condiciones de Ensayo		
		Potencia P_v (kW)	Consumo Combustible mc_v (m^3/h)	Consumo Específico de Calor Cec_v (kJ/kWh)
1	08:10	196 733,0	53 187,57	9 727,95
2	08:20	195 144,4	53 262,29	9 820,92
3	08:30	194 298,1	53 234,41	9 858,53
4	08:40	195 567,0	53 316,18	9 809,61
5	08:50	195 324,8	53 322,17	9 822,88
6	09:00	194 905,9	53 389,05	9 856,34
7	09:10	194 544,0	53 501,40	9 895,45
8	09:20	194 611,1	53 388,71	9 871,20
9	09:30	195 276,0	53 590,76	9 874,82
10	09:40	195 969,7	53 605,37	9 842,55
11	09:50	196 429,5	53 540,66	9 807,66
12	10:00	196 987,3	53 306,41	9 737,10
13	10:10	195 977,2	53 325,36	9 790,76
14	10:20	195 265,5	53 289,91	9 819,92
15	10:30	195 922,5	53 230,53	9 776,08
16	10:40	195 707,4	53 299,74	9 799,55
17	10:50	197 335,7	53 395,35	9 736,13
18	11:00	196 478,4	53 257,67	9 753,39
19	11:10	197 955,0	53 072,29	9 646,94
20	11:20	197 184,4	53 174,74	9 703,34
21	11:30	196 875,4	53 164,88	9 716,77
22	11:40	197 212,2	53 249,83	9 715,67
23	11:50	200 245,4	53 300,80	9 577,66
24	12:00	197 095,1	53 323,45	9 734,88
25	12:10	194 999,2	53 547,16	9 880,79
26	12:20	195 725,4	53 617,95	9 857,15
27	12:30	196 528,2	53 552,82	9 804,96
28	12:40	196 952,2	53 518,84	9 777,64
29	12:50	197 089,6	53 513,18	9 769,79
30	13:00	197 096,5	53 467,87	9 761,18

4.2 En forma similar al caso de la potencia, se debe disponer de las curvas de corrección del rendimiento por variaciones en la temperatura ambiente, presión atmosférica y humedad relativa. En el ejemplo, las curvas del fabricante se aplican sobre el parámetro consumo específico de calor.

4.3 La conversión de los valores del consumo específico de calor de ensayo a condiciones de potencia efectiva se realiza en dos pasos: primero, de condiciones de ensayo a condiciones de referencia y segundo, de condiciones de referencia a condiciones de potencia efectiva.

4.4 En forma similar al caso de la potencia, el cálculo de los factores de corrección dependerá de las curvas dadas por el fabricante

4.5 Para el cálculo del consumo específico de calor a condiciones de referencia, se utilizarán los factores de corrección por variación de temperatura (KCtay-r), por variación de la presión atmosférica (KCpay-r) y por variación de humedad relativa (KChry-r) calculados para llevar el consumo específico de calor desde las condiciones de ensayo a condiciones de referencia, a través de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Cec_r = \frac{Cec_y}{(KCta_{y-r} * KCpa_{y-r} * KChr_{y-r})}}$$

Donde:

Cec_r : Consumo específico de calor a condiciones de referencia

Cec_y : Consumo específico de calor a condiciones de ensayo

$KCta_{y-r}$: Factor de corrección por variación de la temperatura ambiente para llevar el *Cec* desde las condiciones de ensayo a las condiciones de referencia.

$KCpa_{y-r}$: Factor de corrección por variación de la presión atmosférica para llevar el *Cec* desde las condiciones de ensayo a las condiciones de referencia.

$KChr_{y-r}$: Factor de corrección por variación de la humedad relativa para llevar el *Cec* desde las condiciones de ensayo a las condiciones de referencia.

4.6 Para el cálculo del consumo específico de calor a potencia efectiva se utilizarán los factores de corrección por variación de temperatura ($KCta_{r-x}$), por variación de la presión barométrica ($KCpa_{r-x}$) y por variación de humedad relativa ($KChr_{r-x}$), calculados para llevar el consumo específico de calor desde las condiciones de referencia a condiciones de potencia efectiva, a través de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Cec_x = Cec_r * (KCta_{r-x} * KCpa_{r-x} * KChr_{r-x})}$$

Donde:

Cec_x : Consumo específico de calor a condiciones de potencia efectiva

$KCta_{r-x}$: Factor de corrección Cec por variación de la temperatura ambiente para llevar el *Cec* desde las condiciones de referencia a condiciones de potencia efectiva.

$KCpa_{r-x}$: Factor de corrección por variación de la presión atmosférica para llevar el *Cec* desde las condiciones de referencia a condiciones de potencia efectiva.

$KChr_{r-x}$: Factor de corrección por variación de la humedad relativa para llevar el *Cec* desde las condiciones de referencia a condiciones de potencia efectiva.

Los resultados son mostrados en el Cuadro F.

Cuadro F. Corrección del consumo específico de calor

		A condiciones de Ensayo					Factores del Consumo Específico de Calor							
							De Ensayo a Referencia			De Referencia a Pot Efectiva				
N°	Hora	Temp Amb ta_y (K)	Presión Atmosf pa_y (kPa)	Hum Relativa hr_y	Consumo Esp de Calor Cec_y (kJ/kWh)	Validez	Temp Ambiente $KCta_{yr}$	Presión Atmosf $KCpa_{yr}$	Humedad Relativa $KChr_{yr}$	Temp Ambiente $KCta_{rx}$	Presión Atmosf $KCpa_{rx}$	Humedad Relativa $KChr_{rx}$	Cons Esp Calor Referencia Cec_r (kJ/kWh)	Cons Esp Calor Efectivo Cec_x (kJ/kWh)
1	08:10	16,60	100,75	0,58	9 727,95	Inválido	1,0026	1,0002	1,0000	1,0130	1,0003	1,0003	9 701,6	9 132,4
2	08:20	16,78	100,84	0,58	9 820,92	Válido	1,0029	1,0002	1,0000				9 791,7	9 217,2
3	08:30	17,11	100,86	0,56	9 858,53	Válido	1,0034	1,0001	1,0000				9 824,1	9 247,7
4	08:40	17,11	100,71	0,53	9 809,61	Válido	1,0034	1,0002	0,9999				9 775,3	9 201,8
5	08:50	17,11	100,72	0,54	9 822,88	Válido	1,0034	1,0002	0,9999				9 788,4	9 214,1
6	09:00	17,11	100,91	0,54	9 856,34	Válido	1,0034	1,0001	0,9999				9 822,4	9 246,1
7	09:10	17,28	101,01	0,55	9 895,45	Válido	1,0037	1,0001	0,9999				9 858,9	9 280,5
8	09:20	17,22	101,02	0,54	9 871,20	Válido	1,0036	1,0001	0,9999				9 835,7	9 258,6
9	09:30	18,22	101,03	0,57	9 874,82	Válido	1,0053	1,0001	1,0000				9 822,5	9 246,2
10	09:40	18,33	100,99	0,60	9 842,55	Válido	1,0055	1,0001	1,0000				9 788,0	9 213,8
11	09:50	19,17	100,76	0,62	9 807,66	Válido	1,0069	1,0002	1,0000				9 738,3	9 167,0
12	10:00	19,72	100,77	0,64	9 737,10	Válido	1,0079	1,0002	1,0000				9 658,7	9 092,0
13	10:10	19,72	101,19	0,59	9 790,76	Válido	1,0079	1,0000	1,0000				9 713,9	9 143,9
14	10:20	19,84	101,09	0,59	9 819,92	Válido	1,0081	1,0001	1,0000				9 740,3	9 168,9
15	10:30	20,20	101,00	0,58	9 776,08	Válido	1,0087	1,0001	1,0000				9 690,5	9 122,0
16	10:40	21,20	100,99	0,55	9 799,55	Inválido	1,0106	1,0001	0,9999				9 696,5	9 127,6
17	10:50	20,58	101,01	0,53	9 736,13	Válido	1,0094	1,0001	0,9999				9 644,9	9 079,0
18	11:00	19,99	100,77	0,52	9 753,39	Válido	1,0084	1,0002	0,9999				9 671,6	9 104,2
19	11:10	19,90	100,86	0,53	9 646,94	Válido	1,0082	1,0001	0,9999				9 567,8	9 006,5
20	11:20	18,81	100,87	0,55	9 703,34	Válido	1,0063	1,0001	0,9999				9 641,9	9 076,2
21	11:30	17,89	100,77	0,54	9 716,77	Válido	1,0047	1,0002	0,9999				9 670,2	9 102,9
22	11:40	17,75	100,92	0,54	9 715,67	Válido	1,0045	1,0001	0,9999				9 671,9	9 104,5
23	11:50	17,76	100,97	0,55	9 577,66	Inválido	1,0045	1,0001	0,9999				9 534,5	8 975,1
24	12:00	18,25	100,81	0,55	9 734,88	Válido	1,0053	1,0002	0,9999				9 682,3	9 114,3
25	12:10	18,44	100,82	0,56	9 880,79	Válido	1,0057	1,0002	1,0000				9 824,1	9 247,7
26	12:20	18,87	100,79	0,56	9 857,15	Válido	1,0064	1,0002	1,0000				9 793,4	9 218,8
27	12:30	19,03	101,01	0,57	9 804,96	Válido	1,0067	1,0001	1,0000				9 739,4	9 168,0
28	12:40	19,31	100,50	0,57	9 777,64	Válido	1,0072	1,0003	1,0000				9 705,9	9 136,5
29	12:50	19,72	100,99	0,55	9 769,79	Válido	1,0079	1,0001	0,9999				9 692,9	9 124,2
30	13:00	19,71	100,79	0,55	9 761,18	Válido	1,0079	1,0002	0,9999				9 683,9	9 115,7

Condiciones	ta (°C)	pa (kPa)	hr
Pot Efectiva	22,5	100,550	0,853

PCI	35 982,25	kJ/m^3

Curva de corrección por temperatura ambiente	*KCta = 0*X3+0,0000235385*X20,000854*X+0,981894*
Curva de corrección por presión atmosférica	*KCpa = 0*X3+0,0435703*X2-0,121491*X+1,07836*
Curva de corrección por humedad relativa	*KChr = 0*X3+0,0000856356*X20,0011163*X+0,999299*

4.7 Se determinan el consumo específico de calor a condiciones de potencia efectiva como el promedio de todos los consumos específicos de calor de las 27 mediciones válidas. El resultado se muestra en el Cuadro G.

Cuadro G. Consumo Específico de Calor de Ensayo, Referencia y Efectiva

Consumo Específico de Calor Ensayo Cec_x(kJ/kWh)	Consumo Específico de Calor Referencia Cec_r(kJ/kWh)	Consumo Específico de Calor Efectivo Cec_y(kJ/kWh)
9 794,17	9 734,79	9 163,64

4.8 A partir de los resultados de potencia efectiva y del consumo específico de calor, se obtienen el rendimiento, consumo de combustible y eficiencia a condiciones de potencia efectiva, mostrados en el Cuadro H.

Cuadro H. Resultados de Rendimiento

Condición	Potencia P (kW)	Consumo Específico de Calor Cec(kJ/kWh)	Consumo de Combustible mc (m^3/h)	Rendimiento R (kWh/m^3)	Eficiencia η (%)
Ensayo	196 101,86	9 794,17	53 377,84	3,674	36,76
Referencia	201 971,81	9 734,79	54 642,31	3,696	36,98
Efectivo	190 409,12	9 163,64	48 491,70	3,927	39,29

En forma similar, se procede con el cálculo de los rendimientos a condiciones de potencia efectiva a potencias parciales.