



**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO
ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN
EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 004-2025-OS/CD**

**Resolución de Consejo Directivo que aprueba el
Procedimiento Técnico del COES N° 17 “Determinación
de la Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de
Generación Termoeléctrica” (PR-17)**

**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO
ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN
EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 005-2025-OS/CD**

**Resolución de Consejo Directivo que aprueba el nuevo
Procedimiento Técnico del COES N° 18 “Determinación de la
Potencia Efectiva de Centrales Hidroeléctricas” (PR-18)**

NORMAS LEGALES

Resolución de Consejo Directivo que aprueba el Procedimiento Técnico del COES N° 17 “Determinación de la Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación Termoeléctrica” (PR-17)

**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO
ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 004-2025-OS/CD**

Lima, 14 de enero de 2025

CONSIDERANDO

Que, en el literal c) del artículo 3.1 de la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, se dispone que la función normativa de los Organismos Reguladores comprende la facultad de dictar, en el ámbito y materia de sus respectivas competencias, entre otros, reglamentos y normas técnicas. En tal sentido, conforme a lo establecido el literal b) del artículo 7 del Reglamento de Organización y Funciones de Osinergmin aprobado por Decreto Supremo N° 010-2016-PCM y en el artículo 21 del Reglamento General de Osinergmin aprobado mediante Decreto Supremo N° 054-2001-PCM (“Reglamento General de Osinergmin”), corresponde al Consejo Directivo, dictar de manera exclusiva y dentro de su ámbito de competencia, reglamentos, aplicables a todas las entidades y usuarios que se encuentren en las mismas condiciones. Estos reglamentos y normas podrán definir los derechos y obligaciones de las entidades y de éstas con sus usuarios;

Que, mediante Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica (“Ley N° 28832”), se estableció, en el literal b) de su artículo 13, que una de las funciones de interés público a cargo del Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (“COES”) es elaborar los procedimientos en materia de operación del SEIN y administración del Mercado de Corto Plazo, los cuales son presentados a Osinergmin para su aprobación;

Que, en el literal f) del artículo 14 de la Ley N° 28832, se prevé como una función operativa del COES, el calcular la potencia y energía firmes de cada una de las unidades generadoras;

Que, con Decreto Supremo N° 027-2008-EM, se aprobó el Reglamento del COES, en cuyo artículo 5.1 se 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 el artículo 5.2 del citado Reglamento 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;

Que, 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 posteriormente con las Resoluciones N° 088-2011-OS/CD, N° 272-2014-OS/CD, N° 210-2016-OS/CD y N° 090-2017-OS/CD;

Que, conforme a lo dispuesto en el artículo 6.1 de la Guía, la propuesta de Procedimiento Técnico debe estar dirigida a Osinergmin adjuntando los respectivos estudios económicos, técnicos y legales que sustenten su necesidad;

Que, en el marco de la Guía, mediante la Resolución N° 127-2020-OS/CD se aprobó el Procedimiento Técnico del COES N° 17 “Determinación de la Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación Termoeléctrica” (PR-17) cuyo objetivo es establecer el procedimiento para la determinación de la potencia efectiva y del rendimiento de las Unidades de Generación termoeléctrica en cada uno de sus Modos de Operación;

Que, por otro lado, mediante Resolución Ministerial N° 143-2001-EM/VME se aprobó el Glosario de Abreviaturas y Definiciones Utilizadas en los Procedimientos Técnicos del COES (“Glosario”);

Que, mediante Carta N° COES/D-048-2024 del 19 de enero de 2024, el COES presentó una propuesta de modificación del PR-17 y del Glosario, sustentando la necesidad de aclarar la oportunidad de realización de los Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento (EPEyR), así como incluir la aplicación de un factor de corrección por variación del factor de potencia, e incluir que la base del poder calorífico debe ser la base inferior, entre otros;

Que, en consecuencia, de conformidad con el numeral 8.1 de la Guía, mediante Oficio N° 401-2024-GRT del 5 de marzo de 2024 se remitieron al COES las observaciones a la propuesta de modificación del PR-17 otorgándole un plazo de veinte (20) días hábiles para subsanar las mismas, el cual, a solicitud del COES, fue ampliado en cinco (5) días hábiles adicionales. El COES dentro del plazo otorgado, mediante Carta N° COES/D-333-2024 del 10 de abril de 2024, remitió a Osinergmin su respuesta de las observaciones a la propuesta de modificación del PR-17 y del Glosario;

Que, con Resolución N° 120-2024-OS/CD, se dispuso la publicación del proyecto de resolución que modifica el PR-17 y el Glosario, de conformidad con lo establecido en el numeral 8.3 de la Guía, en el Reglamento que establece disposiciones sobre publicación y difusión de normas jurídicas de carácter general, resoluciones y proyectos normativos y en el artículo 25 del Reglamento General de Osinergmin;

Que, en la citada resolución se otorgó un plazo de treinta (30) días calendario, contados desde el día siguiente de su publicación en el diario oficial El Peruano, a fin de que los interesados remitan sus comentarios y sugerencias a la Gerencia de Regulación de Tarifas;

Que, los comentarios presentados dentro del plazo por las empresas Engie Energía Perú S.A., HML Ingenieros y Consultores S.A.C., Samay I S.A.C., Orygen Perú S.A.A., Kallpa Generación S.A., Fénix Power Perú S.A., Compañía Eléctrica El Platanal S.A. y Electroperú S.A. han sido analizados en el Informe Técnico N° 020-2025-GRT e Informe Legal N° 021-2025-GRT, previo cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 5.3 del Reglamento del COES, habiéndose acogido aquellos que contribuyen con el objetivo del procedimiento técnico, correspondiendo la aprobación final del procedimiento;

Que, como parte del proceso, con fecha 7 de agosto de 2024, Osinerghmin remitió al COES, mediante Oficio N° 1293-2024-GRT, los comentarios presentados por las empresas mencionadas en el párrafo anterior, solicitando la opinión sobre dichas opiniones y sugerencias, otorgándole un plazo de veinticinco (25) días hábiles para su remisión;

Que, mediante Carta N° COES/D-661-2024 recibida el 20 de agosto de 2024, el COES solicitó la ampliación de quince (15) días hábiles adicionales para remitir sus opiniones sobre los cometarios recibidos, sustentando su solicitud en la cantidad de comentarios recibidos; en ese sentido, mediante Oficio N° 1450-2024-GRT, Osinerghmin otorgó al COES el plazo adicional solicitado;

Que, dentro del plazo otorgado, con fecha 3 de octubre de 2024, el COES remitió a Osinerghmin, mediante Carta N° COES/D-810-2024, la opinión sobre los comentarios y sugerencias realizados al proyecto;

Que, en ese sentido, se ha emitido el Informe Técnico N° 020-2025-GRT de la División de Generación y Transmisión Eléctrica y el Informe Legal N° 021-2025-GRT de la Asesoría Legal de la Gerencia de Regulación de Tarifas, los cuales integran la decisión del Consejo Directivo de Osinerghmin;

Que, debido a la cantidad modificaciones propuestas, resulta conveniente aprobar un nuevo texto del PR-17, para facilitar su manejo por parte de los administrados, en un documento integrado;

De conformidad con lo establecido en la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos; en el Reglamento de Organización y Funciones de Osinerghmin, aprobado con Decreto Supremo N° 010-2016-PCM; en el Reglamento General de Osinerghmin, aprobado por Decreto Supremo N° 054-2001-PCM; en la Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica; en el Reglamento del COES, aprobado mediante Decreto Supremo N° 027-2008-EM; en la Guía de Elaboración de Procedimientos Técnicos, aprobada con Resolución N° 476-2008-OS/CD y en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS; así como en sus normas modificatorias y complementarias;

Estando a lo acordado por el Consejo Directivo de Osinerghmin en su Sesión N° 01-2025, de fecha 14 de enero de 2025.

SE RESUELVE

Artículo 1.- Aprobar el Procedimiento Técnico del COES N° 17 “Determinación de la Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación Termoeléctrica” (PR-17) contenido en el Anexo A de la presente resolución.

Artículo 2.- Derogar el Procedimiento Técnico del COES N° 17 “Determinación de la Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación Termoeléctrica” (PR-17) aprobado con Resolución N° 127-2020-OS/CD, sin perjuicio de lo previsto en la Segunda Disposición Complementaria Transitoria.

Artículo 3.- Modificar el Glosario de Abreviaturas y Definiciones Utilizadas en los Procedimientos Técnicos del COES aprobado con Resolución Ministerial N° 143-2001-EM/VME, conforme al Anexo B de la presente resolución.

Artículo 4.- Disponer la publicación de la presente resolución en el diario oficial “El Peruano y en: <https://www.gob.pe/osinerghmin>, y consignarla juntamente con el Informe Técnico N° 020-2025-GRT y el Informe Legal N° 021-2025-GRT, en el portal web institucional de Osinerghmin: <https://www.osinerghmin.gob.pe/Resoluciones/Resoluciones-GRT-2025.aspx>. Estos informes son parte integrante de la presente resolución.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- La elaboración del primer estudio de Condiciones de Potencia Efectiva bajo la metodología indicada en el Anexo 4 del PR-17 aprobado en el artículo 1, contará con el siguiente proceso y sus plazos:

Proceso del primer estudio de Condiciones de Potencia Efectiva

N°	Evento	Responsable	Plazo
1	Prepublicación del Estudio	COES	Máximo de seis (06) meses contados a partir de la publicación del presente PR-17
2	Observaciones sobre aplicación de la metodología del Estudio	Generadores Integrantes	Hasta 10 días hábiles después de efectuado el evento N° 1
3	Publicación del Estudio final	COES	Máximo de ocho (08) meses contados a partir de la publicación del presente PR-17

Segunda.- Hasta antes de la Publicación del Estudio final de Condiciones de Potencia Efectiva (primer estudio), a que se refiere la Primera Disposición Complementaria Transitoria, los Generadores Integrantes sustentarán las Condiciones de Potencia Efectiva conforme a lo indicado en el numeral 8.1 del Procedimiento Técnico del COES N° 17, aprobado mediante Resolución OSINERGHMIN N° 127-2020- OS/CD.

OMAR CHAMBERGO RODRIGUEZ
Presidente del Consejo Directivo

ANEXO A

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° 004-2025-OS/CD.		

1. OBJETIVO

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

2. BASE LEGAL

- 2.1 Decreto Ley N° 25844.- Ley de Concesiones Eléctricas.
- 2.2 Ley N° 28832.- Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica.
- 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.- Ley que establece el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú.
- 2.6 Estatutos del COES.

3. PRODUCTOS

- 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 los Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación termoeléctricas 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 Revisar y/u observar los resultados del Informe de los EPEyR, previa a la respectiva aprobación. La decisión por la que se aprueba los resultados de los EPEyR será comunicada a todos los Generadores Integrantes del COES.
- 5.1.5 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; así como, las aprobaciones y/o denegaciones de los resultados de estos, entre otros que considere conveniente.
- 5.1.6 Determinar y publicar en el Portal de Internet del COES, los valores de las Condiciones de Potencia Efectiva Termoeléctrica, conforme al Anexo 4.
- 5.1.7 Publicar y actualizar en el Portal de Internet del COES, el listado de empresas especializadas para la supervisión de ecuaciones y/o curvas de corrección, según lo indicado en el numeral 8.2.6.

5.2 De los Generadores Integrantes del COES

- 5.2.1 Cumplir con la realización de los EPEyR para sus correspondientes Unidades de Generación termoeléctrica en cada uno de sus Modos de Operación, según lo establecido en los numerales 6.2.1 y 6.2.2.

- 5.2.2 Designar a la empresa consultora que ejecutará los EPEyR, la cual deberá cumplir lo señalado en el Anexo 2 del presente Procedimiento.
- 5.2.3 Remitir la información prevista en el presente Procedimiento, como la indicada en el numeral 7.2.
- 5.2.4 Asumir los gastos derivados de la realización de los EPEyR. En los casos de los ensayos realizados conforme al numeral 6.2.3, el Generador solicitante, distinto al titular, pagará los costos para la realización de los EPEyR, correspondiente a: (i) Empresa consultora y, (ii) Costo Variable no recuperado.
- 5.2.5 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.
- 5.2.6 Presentar y sustentar el Informe del EPEyR, de acuerdo con lo establecido en el numeral 8.3, así como absolver las observaciones que, de ser el caso, se presenten.

6. ALCANCES, OPORTUNIDAD Y PLAZOS

6.1 Alcances

- 6.1.1 Este procedimiento aplica a todas las Unidades de Generación termoeléctrica en Operación Comercial en el COES y 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 del COES N° 42 "Régimen Aplicable a las Centrales de Reserva Fría de Generación" y con el numeral 4.1.6 del PR-27 "Régimen aplicable a las Centrales de Generación del Nodo Energético en el Sur del Perú", en la aprobación de los resultados del informe de los EPEyR, el COES incluirá la certificación de la Potencia Efectiva Contratada y de la Potencia Adjudicada a que se refieren los citados procedimientos.
- 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 Oportunidad de realizar los EPEyR

Los EPEyR se realizarán en las siguientes oportunidades:

- 6.2.1 Cuando una Unidad de Generación inicie su Operación Comercial, en concordancia con lo establecido en el Procedimiento Técnico del COES N° 20 "Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN" (PR-20).
- 6.2.2 Según el Plan Anual de los EPEyR de las Unidades de Generación termoeléctrica al que se hace referencia en el numeral 6.3.1. El Participante Generador podrá solicitar que la fecha del EPEyR sea hasta el último día del mes previsto en el Plan Anual.
- 6.2.3 A solicitud de cualquier Generador Integrante del COES distinto al titular. La solicitud deberá contener una descripción del motivo por el cual se solicita su realización.
- 6.2.4 A solicitud del Generador Integrante titular por situaciones no contempladas en los numerales 6.2.1, 6.2.2 o 6.2.3. La solicitud deberá contener una descripción del motivo por el cual se solicita su realización.

6.3 Plazos

- 6.3.1 El Plan Anual de Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento de las Unidades de Generación termoeléctrica para cada uno de sus Modos de Operación es aprobado por el COES en el mes de noviembre de cada año. El Plan Anual establece la programación mensual para la realización de los EPEyR del año siguiente, considerando para cada Unidad de Generación y/o Modo de Operación un plazo máximo de tres (3) años calendario, contabilizados desde el mes de ejecución del último EPEyR que obtuvo los resultados del informe aprobados.
- 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 de los EPEyR, para lo cual el Generador Integrante deberá enviar al COES la solicitud respectiva como mínimo diez (10) días hábiles antes de la fecha tentativa para el ensayo; adjuntando la información técnica requerida indicada en el numeral 7.2.
- 6.3.3 En los casos de los EPEyR solicitados por otro Generador Integrante, el COES comunicará al Generador Integrante, titular de la Unidad de Generación observada, dicho requerimiento en un plazo de cinco (05) días hábiles; los EPEyR deberán ejecutarse en un plazo no mayor de cuarenta (40) días hábiles 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 los EPEyR.
- 6.3.4 Como mínimo cinco días (05) hábiles antes del ensayo, la información indicada en el numeral 7.2 deberá encontrarse completa.

- 6.3.5 Los plazos para la presentación del informe del EPEyR, envío de observaciones, subsanación de observaciones y aprobación de los resultados del informe 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 de los resultados del informe de los EPEyR

N°	Evento	Responsable	Plazo
1	Entrega del Informe de los EPEyR	Integrante	Hasta 20 días hábiles después de realizado los EPEyR (*)
2	Observaciones al Informe de los EPEyR	COES	Hasta 20 días hábiles después de efectuado el evento N°1
3	Subsanación de las observaciones de los COES	Integrante	Hasta 10 días hábiles después de efectuado el evento N°2
4	Aprobación o denegación de los resultados de los Informe de los EPEyR	COES	Hasta 20 días hábiles después de efectuado el evento N°3

(*) En caso se justifique de forma sustentada, el Generador Integrante podrá solicitar, con copia a Osinergmin, hasta antes del vencimiento del plazo, una ampliación de hasta 10 días hábiles para la entrega del informe de los EPEyR.

- 6.3.6 Cuando las observaciones no fuesen subsanadas a criterio sustentado del COES o producto de la revisión de la subsanación de las observaciones, surgieren nuevas observaciones, el COES podrá formular 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:
- Si a criterio del COES se requiere realizar un nuevo EPEyR, los resultados del informe serán declarados denegados indicándose el debido sustento y el Generador Integrante deberá realizar otro EPEyR.
 - Si el COES determina que no se requiere realizar un nuevo EPEyR, efectuará de oficio, con el detalle respectivo en el informe de revisión COES, las correcciones que sean necesarias a los resultados del informe de los EPEyR y procederá con la aprobación de estos. Estas correcciones, podrán ser errores en los cálculos, errores en la utilización de datos que no se encuentren registrados en el Acta de Ensayo, 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 similares.

6.4 Incumplimientos

- 6.4.1 En los siguientes casos: (i) Que no se ejecute los EPEyR en los plazos previstos en los numerales 5.2.1, 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 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 los EPEyR, no entregue el informe de resultados o no cumpla con enviar la subsanación de las observaciones en el plazo establecido en el presente procedimiento, o (iv) Que los resultados del informe de los EPEyR sean declarados denegados; 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:
- En el caso de unidades que inicien Operación Comercial, y en tanto el COES no suspenda la Operación Comercial, a partir del día siguiente de culminado el plazo para la ejecución de los EPEyR de acuerdo a lo establecido en el PR-20, se asignará una Potencia Efectiva igual a cero para efecto de la aplicación del numeral 8.1 y/o 8.2 del Procedimiento Técnico del COES N° 26 "Cálculo de la Potencia Firme".
 - 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 Procedimiento Técnico del COES N° 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 solicitados en la oportunidad indicada en el numeral 6.2.4.

- 6.4.2 En caso fracase y/o se suspenda el EPEyR, por falta que considere atribuible al COES, el respectivo Generador, comunicará de tal situación a Osinergmin.

7. EJECUCIÓN DE LOS EPEyR

7.1 Participantes en los EPEyR

En los EPEyR participarán 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 de los 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, garantizar la correcta ejecución de los 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 de los EPEyR, participa en la verificación de la ejecución de los 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 efectuados a solicitud de otro Generador Integrante, éste podrá designar un representante para participar como observador a los EPEyR.

7.2 Información técnica requerida para los EPEyR

Previo a la ejecución de los 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 Capacidad) de la Unidad o Unidades de Generación termoeléctrica a ensayar suministrados por el fabricante.
- 7.2.6 Ecuaciones y/o curvas de comportamiento de la potencia y rendimiento (rendimiento, consumo específico de calor o eficiencia) por variación de los parámetros temperatura ambiente, humedad relativa o humedad específica, presión atmosférica, temperatura de fuente fría y factor de potencia.
- 7.2.7 Plan detallado de los EPEyR, realizado por el Jefe de Ensayo, con el contenido mínimo siguiente:
- Volumen de control del sistema a ensayar.
 - 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.
 - Distribución de las funciones del personal.
 - Detalles sobre las mediciones.
 - Detalles sobre aspectos operativos relevantes para los ensayos en cada modo de operación.
 - Consideraciones especiales para los ensayos.
 - Programa previsto de los ensayos.

La presentación de esta información es de carácter obligatorio. El COES no programará la ejecución de los EPEyR, cuando no se cumpla con lo indicado en los numerales 6.3.2 y 6.3.4.

7.3 Condiciones que deben cumplirse en los EPEyR

- 7.3.1 Los 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 N° 2 del Anexo 1; manteniendo dicho orden de prelación.
- 7.3.2 Las Variables Primarias a medir durante los EPEyR, son las indicadas en el Cuadro N° 3 del Anexo 1. Las Variables Secundarias, a medir para la verificación de las condiciones de estabilidad durante los EPEyR, son las indicadas en el Cuadro N° 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 N° 5, N° 6, N° 7 y N° 8 del Anexo 1.
- 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 de los 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 (01) año.
- 7.3.6 Durante los 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 Si por requerimientos del SEIN, durante los EPEyR la(s) Unidad(es) de Generación operase(n) a un factor de potencia menor a uno (1), el Generador Integrante podrá aplicar el respectivo factor de corrección por variación de factor de potencia, calculados desde los valores medidos en los EPEyR hasta el valor unitario, siempre que haya sido presentado la(s) ecuación(es) y/o curva(s) como parte de la información del numeral 7.2.6.
- 7.3.8 Durante los 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 Los EPEyR serán efectuados 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 En caso de centrales con Contrato de Concesión de Reserva Fría y con Contrato de Compromiso de Inversión de Nodo Energético en el Sur del Perú, los EPEyR de la central termoeléctrica a Máxima Potencia deberá realizarse con todas sus Unidades de Generación operando simultáneamente.
- 7.3.11 En centrales que tengan más de siete (07) Unidades de Generación, los ensayos a potencias parciales se podrán efectuar de la siguiente manera: i) Si son de iguales características (fabricante y modelo) a una (01) Unidad de Generación seleccionada aleatoriamente, y, ii) Si no fueren de iguales características se seleccionará aleatoriamente a una (01) por tipo de Unidad de Generación diferenciada.
- 7.3.12 Si la unidad bajo ensayo cuenta con un sistema de monitoreo continuo de emisiones o cualquier otro sistema de control ambiental, los 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.
- 7.3.13 El Generador titular podrá eximirse de realizar un EPEyR para los Modos de Operación no principales, cuando de los ensayos a ejecutarse durante los 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 de los 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 que para dicho momento ya 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, los EPEyR deberá realizarse dentro de un plazo máximo de dos (2) meses.
- 7.4.2 El COES suspenderá los EPEyR, bajo responsabilidad del generador, cuando:

- a) No se haya acreditado antes del inicio de los EPEyR la vigencia de la calibración de los instrumentos de medición instalados para el registro de las variables primarias a ser utilizados.
 - b) Durante los 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 de los EPEyR por fallas atribuibles a la Unidad de Generación.
 - c) El generador lo solicite, sin perjuicio de las acciones que correspondan.
- 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 los numerales 5.2.1, 6.3.3 o 7.4.1, 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 de los EPEyR

- 7.5.1 Los EPEyR están destinados 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 los EPEyR son: Máxima Potencia, Generación Mínima Técnica y 3 potencias intermedias que se convengan antes del ensayo, dichas potencias deberán ser aproximadamente equidistantes entre ellas. El Generador Integrante podrá solicitar un menor número de potencias intermedias a ensayar, siempre y cuando el Modo de Operación a ensayar cuente con un rango de operación porcentual respecto a la Potencia Efectiva de dicho modo: (i) menor al 30% para motores reciprocantes, y (ii) menor al 10 % para turbinas de gas, turbinas de vapor y/o ciclos combinados.
- 7.5.3 La ejecución de los 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 de los EPEyR a Máxima Potencia depende de la naturaleza de cada unidad termoelectrónica, y tendrá como mínimo la siguiente duración:
- a) Cinco (5) horas de operación continua para el Modo de Operación principal con el combustible de menor costo, 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, considerando inyección de agua o fuego adicional cuando corresponda.
 - b) Y en el caso de las unidades duales, dos (2) horas de operación continua para el Modo de Operación principal con el combustible alternativo, 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, considerando inyección de agua o fuego adicional cuando corresponda. El combustible alternativo, es el combustible con el que puede operar la unidad dual, cuando existen restricciones a la operación con el combustible de menor costo.
- 7.5.4 En los otros Modos de Operación tanto para los ensayos a Máxima Potencia como a potencias parciales (Generación Mínima Técnica y potencias intermedias), la ejecución de los EPEyR tendrá como mínimo la siguiente duración:
- a) 30 minutos para las turbinas de gas y motores reciprocantes a ciclo Otto y Diesel.
 - b) 60 minutos para las turbinas de vapor y ciclos combinados
- 7.5.5 Durante los EPEyR de cada potencia seleccionada se deben registrar como mínimo 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 con el combustible de menor costo de la Central Termoelectrónica; en el caso de las unidades duales los intervalos de medición para dicho ensayo serán de 4 minutos para el Modo de Operación principal con el combustible alternativo. 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 de gas y motores reciprocantes a ciclo Otto y Diesel.
 - b) 2 minutos para las turbinas de 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, conforme a lo indicado en las normas de referencia establecidas en el cuadro N° 11 del anexo 1. Las condiciones estándar de referencia de temperatura y presión que se utilizarán para la medición y cálculos de combustibles líquidos y gaseosos son: 15°C y 101,325 kPa, respectivamente.

- 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 los EPEyR, 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 o por un equipo instalado en la misma central que cumpla con lo establecido en el numeral 7.3.5. En lo posible, las muestras del combustible deberán ser analizadas en laboratorios diferentes.
- 7.5.12 En caso fracase los EPEyR a Máxima Potencia 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 de los 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, el Jefe de Ensayo elaborará el acta de ensayo, la cual será suscrita por el representante designado por el Generador Integrante del COES, el veedor del COES y el mismo Jefe de Ensayo.
- 7.6.2 El acta de ensayo, de acuerdo con el formato del Anexo 3, 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 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 y Variables Secundarias, cuyos datos registrados se encuentren fuera de los rangos de fluctuación indicados en los Cuadros N° 5, N° 6, N° 7 y N° 8 del Anexo 1, serán eliminadas.
- 7.7.2 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.
- 7.7.3 Las mediciones válidas serán todas las mediciones efectuadas menos las mediciones eliminadas.
- 7.7.4 Debe contarse con un mínimo de 15 mediciones válidas por nivel de potencia ensayada. Caso contrario el ensayo deberá prolongarse hasta completar el mínimo número de mediciones válidas.

8. CALCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA Y RENDIMIENTO

8.1 Determinación de las Condiciones de Potencia Efectiva

- 8.1.1 Las Condiciones de Potencia Efectiva Termoeléctrica son: Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva, Humedad Relativa de Potencia Efectiva, Presión Atmosférica de Potencia Efectiva y Temperatura de Fuente Fría de Potencia Efectiva, dichas condiciones serán determinadas en base a información histórica de los últimos 05 años, según la metodología descrita en el Anexo 4.

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 de los 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 de combustible, consumo específico de calor y eficiencia son referidos a la potencia bruta de ensayo.
- 8.2.3 Los poderes caloríficos (inferior y superior) y la gravedad específica o densidad del combustible se obtendrán del análisis efectuado a las muestras tomadas según lo indicado en el numeral 7.5.11 a la

condición estándar de referencia indicada en el numeral 7.5.8. Los resultados finales se obtendrán hallando el promedio aritmético de los resultados de los análisis de las dos muestras. Para los cálculos de rendimiento se empleará el poder calorífico inferior del combustible, en la condición como ingresa a la Unidad de Generación o, a falta de esta, en base seca.

- 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(los) factor(es) de corrección operativo(s) indicado(s) 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 ecuaciones y/o curvas de corrección proporcionadas por el (los) fabricante(s). A falta de éstas, se utilizará las ecuaciones y/o curvas de corrección que sirvieron para garantizar la potencia y rendimiento, durante las pruebas de recepción. A falta de estas últimas, se utilizarán las ecuaciones y/o 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 ecuaciones y/o 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 para su elaboración y de la empresa especializada contratada por el COES para su supervisión, siendo esta última seleccionada del listado de acuerdo con lo indicado en el numeral 5.1.7 y distinta a la empresa especializada quien elabora las ecuaciones y/o curvas de corrección. Las ecuaciones y/o curvas de corrección elaboradas por la empresa especializada, deberán estar suscritas y aprobadas por la empresa especializada supervisora, adicionalmente esta última deberá presentar al COES un informe técnico resultado de la supervisión realizada en el que se sustente que las ecuaciones y/o curvas elaboradas no superen un valor de incertidumbre de 0,05 %.
- 8.2.7 Las ecuaciones y/o 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 recíprocos de ciclo Otto y Diésel, que no cuenten con sus respectivas ecuaciones y/o 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 6 del presente procedimiento.

8.3 Informe de los EPEyR

- 8.3.1 El informe del EPEyR será suscrito por el Jefe de Ensayo, quien deberá estar colegiado y habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú.
- 8.3.2 El informe de los 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 dígitos decimales:

Tabla N° 2

N°	Parámetros	Unidades de medida	Dígitos decimales
1	Potencia	kW	2
2	Consumo de combustible	m³/h	2
		l/h, kg/h	2

Nº	Parámetros	Unidades de medida	Dígitos decimales
3	Rendimiento	kWh/m ³	2
		kWh/l, kWh/kg	4
4	Consumo específico de Calor	kJ/kWh	2
5	Eficiencia	%	2
6	Poderes Caloríficos	kJ/kg, kJ/m ³	2
7	Densidad combustible líquido	kg/l	4
8	Densidad combustible gaseoso	kg/m ³	4

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

Tabla Nº 3

Nº	Dimensión	Unidad	Equivalencia	Unidad
1	Volumen	gal	3,785412	l
2		pie ³	0,02831685	m ³
3		bbl	0,1589873	m ³
4	Masa	lb	0,45359237	kg
5	Energía	BTU	1,05506	kJ
6		kcal	4,1868	kJ

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

- Los informes de determinación del poder calorífico del combustible o combustibles utilizados en los EPEyR, debidamente certificados, de acuerdo con lo establecido en los numerales 7.5.8 y 7.5.11 del presente procedimiento.
- La información de las Condiciones de Potencia Efectiva Termoeléctrica (temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica y temperatura de la fuente fría), publicado por el COES, correspondiente al año en el que se ejecutó los ensayos o, a la falta de este, la más reciente disponible; de acuerdo con lo establecido en el numeral 8.1.
- 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 de los 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.

8.3.6 Se debe incluir como parte de los resultados del informe de los EPEyR, el consumo de combustible de la Unidad de Generación para una operación en vacío (potencia igual a cero), es decir, cuando la unidad se encuentra operando a una velocidad de rotación nominal previo al sincronismo con el sistema; obtenido de la mejor información disponible de la operación en vacío de la unidad. Dicho consumo de combustible debe ser referenciado a las condiciones estándar, de acuerdo con lo establecido en el numeral 7.5.8. Para el caso de los Modos de Operación donde intervengan más de una Unidad de Generación, el consumo de combustible en vacío se determinará como la suma de los consumos de cada unidad que conforman dicho modo.

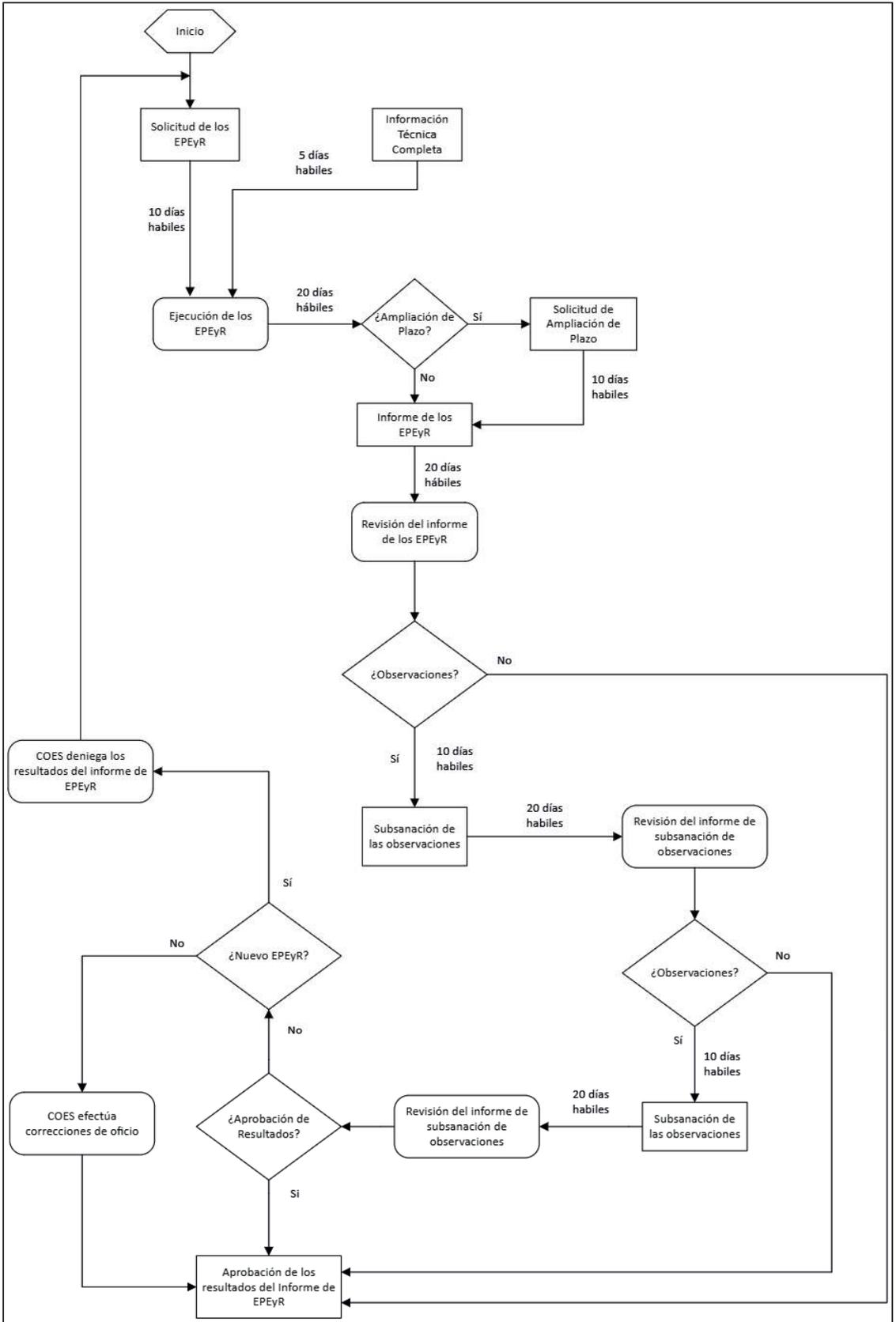
9. REFERENCIAS

Las normas internacionales de referencia para la aplicación de este procedimiento se indican en el Cuadro Nº 11 del Anexo 1 del presente procedimiento.

10. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

El 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 de los EPEyR hasta la aprobación o denegación de los resultados del informe.

Diagrama 1. Ensayos de Potencia Efectiva y Rendimiento



**ANEXO 1
CUADROS PARA LA APLICACIÓN DEL PR-17**

Cuadro N° 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 atmosférica	± 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 N° 2. Tiempos de estabilización previos al EPEyR

TIPO DE MÁQUINA TERMOELÉCTRICA	TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN (1)
Turbina de gas	1 h
Motor reciprocante a ciclo Otto y Diesel	1 h
Ciclo combinado	1 h
Turbina de vapor (caldera quemando gas natural)	1 h
Turbina de vapor (caldera quemando petróleo)	1 h
Turbina de vapor (caldera quemando carbón pulverizado)	1 h
Turbina de 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 N° 3. Variables Primarias

N°	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 atmosférica	x	x	x	x
6	Temperatura de la fuente fría	x		x	x

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

Cuadro N° 4. Variables Secundarias

N°	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	Corriente de generación	x	x	x	x
11	Factor de potencia	x	x	x	x
12	Frecuencia	x	x	x	x
13	Temperatura de devanados del estator	x	x	x	x
14	Temperatura de cojinetes (eventualmente)	x	x	x	x
15	Nivel de vibraciones (eventualmente)	x	x	x	x

Nº	VARIABLE	MR	TG	TV	CC
16	Otros parámetros que indican operación en régimen estable	x	x	x	x

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

Cuadro N° 5. Condiciones de estabilidad para un motor reciprocante de ciclo Otto y Diésel

PARÁMETROS	VARIACIÓN ⁽¹⁾
Potencia eléctrica	± 3%
Temperatura ambiente	± 4 K (*)
Presión atmosférica	± 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⁾	± 2% (*)
Corriente de generación	Lo que indica el fabricante
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 15550-2016, (*) Fuente COES

(1) La variación es respecto al promedio de los datos registrados, a excepción de parámetros con un límite definido.

(2) Relativo a la variable primaria "Potencia eléctrica".

Cuadro N° 6. Condiciones de estabilidad para una Turbina de Gas

PARÁMETROS	VARIACIÓN ⁽¹⁾
Potencia eléctrica	± 1%
Temperatura ambiente	± 4 K (*)
Presión atmosférica	± 0,5%
Factor de potencia ⁽²⁾	± 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
Corriente de generación	Lo que indica el fabricante
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, a excepción de parámetros con un límite definido.

(2) Relativo a la variable primaria "Potencia eléctrica".

Cuadro N° 7. Condiciones de estabilidad para una Turbina de 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 o ± 0,34 kPa
Voltaje ⁽²⁾	± 5%

PARÁMETROS	VARIACIÓN ⁽¹⁾
Factor de Potencia ⁽²⁾	± 2% (*)
Velocidad de rotación	± 5%
Corriente de generación	Lo que indica el fabricante
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, a excepción de parámetros con un límite definido.

(2) Relativo a la variable primaria "Potencia eléctrica".

Cuadro N° 8. Condiciones de estabilidad para un Ciclo Combinado

PARÁMETROS	VARIACIÓN ⁽¹⁾
Potencia eléctrica	± 1%
Factor de Potencia ⁽²⁾	± 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%
Corriente de generación	Lo que indica el fabricante
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, a excepción de parámetros con un límite definido.

(2) Relativo a la variable primaria "Potencia eléctrica".

Cuadro N° 9. Factores de corrección ambientales

FACTOR DE CORRECCIÓN	SÍMBOLO
Factor de corrección de la potencia por temperatura ambiente.	<i>K_{Pta}</i>
Factor de corrección del consumo específico de calor por temperatura ambiente.	<i>K_{Cta}</i>
Factor de corrección de la potencia por humedad relativa o específica del aire	<i>K_{Ph}</i>
Factor de corrección del consumo específico de calor por humedad relativa o específica del aire.	<i>K_{Ch}</i>
Factor de corrección de la potencia por presión atmosférica.	<i>K_{Pp}</i>
Factor de corrección del consumo específico de calor por presión atmosférica.	<i>K_{Cpa}</i>
Factor de corrección de la potencia por temperatura de fuente fría.	<i>K_{Ptf}</i>
Factor de corrección del consumo específico de calor por temperatura de fuente fría.	<i>K_{Ctf}</i>

Cuadro N° 10. Factores de corrección operativos

FACTOR DE CORRECCIÓN	SÍMBOLO
Factor de corrección de la potencia por factor de potencia	<i>K_{Pfp}</i>
Factor de corrección del consumo específico de calor por factor de potencia.	<i>K_{Cfp}</i>

Cuadro N° 11. Normas internacionales de referencia

TIPO DE UNIDAD	NORMA INTERNACIONAL
Motor Reciprocante	<ul style="list-style-type: none"> 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 de Gas	<ul style="list-style-type: none"> Norma ISO 2314:2009 (E) "Gas Turbine – Acceptance test" Norma ASME PTC 22-2014 "Gas Turbine - Performance Test Code".
Turbinas de Vapor	<ul style="list-style-type: none"> Norma ASME PTC 6-2004: "Steam Turbine – Performance Test Codes".

TIPO DE UNIDAD	NORMA INTERNACIONAL
Ciclo Combinado	<ul style="list-style-type: none"> Norma ISO 18888:2017 (E): "Gas Turbine combined cycle power plants – Thermo performances tests" Norma ASME PTC 46-2015: "Overall Plant Performance – Performance Test Codes".
Condiciones Estándar de Referencia	<ul style="list-style-type: none"> Norma ISO 91 2017 (E): "Petroleum and related products – Temperature and pressure volume correction factors (petroleum measurement tables) and standard reference conditions". Norma ISO 13443:1996 (E): "Natural gas – Standard reference conditions" Norma ISO 2533-1975 (EN): "Standard Atmosphere"

**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 y habilitado por el 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(S) UNIDAD(ES) DE GENERACIÓN				
Integrante del COES	Nombre de la Central		Nombre de la Unidad o Bloque	
Datos Referenciales	Potencia Efectiva (kW)	Consumo específico de calor PCI (kJ/kWh)	Rendimiento (kWh/ unidad)	Fecha del Ensayo
EPEyR 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	
Generadora	
- Operador de la unidad	
- Personal técnico adicional	
Consultora (Asistentes)	
- Personal técnico	

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				
MUESTRAS DE COMBUSTIBLE				
	Combustible 1	Combustible 2	Combustible 3	
Tipo de Combustible				
Primera muestra (hora)				
Segunda 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 de la Interrupción 2		

ANEXOS AL ACTA DE ENSAYO		
Anexo A	Acuerdos y consideraciones previas a los EPEyR	
Anexo B	Desarrollo de los 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
SUSCRIPCIÓN		
Institución	Nombre	Firma

ANEXO 4
DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA TERMOELÉCTRICA

1. Generalidades

- a. En el presente anexo se establece los procesos con los lineamientos y metodología para determinar las Condiciones de Potencia Efectiva Termoeléctrica mediante un Estudio elaborado por el COES.
- b. La publicación del Estudio con los valores de las Condiciones de Potencia Efectiva conforme lo establecido en el presente Anexo, seguirá los siguientes plazos:

Tabla N° 1. Plazos del Estudio de Condiciones de Potencia Efectiva

N°	Evento	Responsable	Plazo
1	Prepublicación del Estudio	COES	Hasta el 15 de febrero de cada año
2	Observaciones sobre aplicación de la metodología del Estudio	Generadores Integrantes	Hasta 10 días hábiles después de efectuado el evento N° 1
3	Publicación del Estudio final	COES	Hasta el último día hábil del mes de marzo de cada año

- c. De forma complementaria, en caso de solicitudes de ensayos en centrales no considerados en el Estudio indicado en el numeral 1.2. del Anexo 4 del presente procedimiento, el estudio con valores de las Condiciones de Potencia Efectiva para dichas centrales, seguirá los siguientes plazos: (i) Prepublicación por el COES, en un plazo no mayor a quince (15) días hábiles, contabilizado desde la ejecución del ensayo, (ii) Observaciones sobre aplicación de la metodología del Estudio por parte de los Generadores Integrantes, hasta un plazo de cinco (05) días hábiles, después de la prepublicación, y (iii) Publicación del Estudio, por parte del COES, hasta un plazo de treinta (30) días hábiles, contabilizado desde la ejecución del ensayo.
- d. Los valores de las Condiciones de Potencia Efectiva serán redondeados a dos (02) dígitos decimales.

2. Presión Atmosférica de Potencia Efectiva

Para determinar Presión Atmosférica de Potencia Efectiva, de acuerdo con la Norma ISO 2533-1975, se hará uso de la siguiente ecuación:

$$PA_x = 101,325 \times e^{\left[\frac{-9,81 \times H}{287,05287 \times (T_x + 273,15)} \right]}$$

Donde:

PA_x : Presión Atmosférica de Potencia Efectiva (kPa).

H : Altitud del terreno donde se ubican las Unidades de Generación en central termoeléctrica (m).

T_x : Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva (°C).

3. Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva, Humedad Relativa de Potencia Efectiva y Temperatura de Fuente Fría de Potencia Efectiva

Serán determinadas mediante la utilización de una metodología meteorológica basada en interpolación espacial, para lo cual el Generador integrante deberá precisar las coordenadas de ubicación de la central termoeléctrica. El proceso de determinación con dicha metodología será la siguiente:

a. Tratamiento de datos fuente

Se recopilarán los datos diarios de temperatura ambiente máxima, humedad relativa promedio y temperatura superficial del mar máxima, de distintas estaciones meteorológicas e hidrográficas de fuentes oficiales disponibles (Senamhi, Corpac, Imarpe, Dirección de Hidrografía y Navegación del Perú), de los últimos 05 años, pudiendo ser consideradas también información de estaciones meteorológicas de centrales que cuenten con la debida certificación de equipo e instalación adecuada¹ según recomendación de Senamhi o Imarpe.

Luego del procesamiento de los datos recopilados, el cual consiste en la validación, control de calidad y homogenización de los datos, se obtendrán como resultados los promedios de temperatura ambiente máxima media mensual (TMMM), humedad relativa media mensual (HRMM) y temperatura superficial del mar máxima media mensual (TSM), de los últimos 05 años de cada estación meteorológica.

b. Relación de la Temperatura ambiente y Humedad Relativa con la altitud

Con la información de los promedios de TMMM y HRMM por cada estación, se realizará un análisis de correlación para determinar la relación de la temperatura ambiente y humedad relativa con respecto a la altitud de dichas estaciones. Dicha correlación debe realizarse mediante una función lineal; obteniendo finalmente, las funciones de temperatura ambiente vs altitud ($f_{(z_D)}$) y humedad relativa vs altitud ($g_{(z_D)}$), de acuerdo con las regiones del país en dos grupos: (i) costa (hasta 500 msnm) y, (ii) sierra (por encima de 500 msnm) y selva.

¹ La certificación de calibración deberá ser anual y los criterios de instalación serán publicados en la misma oportunidad de la publicación del Estudio.

c. Determinación de los coeficientes de temperatura y humedad relativa

Se calculará un coeficiente de temperatura y de humedad para cada estación meteorológica, conforme se muestra a continuación:

$$Co_T_i = \frac{TMMM_i}{f(z_i)} \qquad Co_HR_i = \frac{HRMM_i}{g(z_i)}$$

Donde:

Co_T_i : Coeficiente de temperatura para la estación.

$TMMM_i$: Temperatura ambiente máxima media mensual de la estación (°C).

$f(z_i)$: Función lineal de temperatura ambiente vs altitud evaluado a la altitud de la estación (°C).

Co_HR_i : Coeficiente de humedad relativa para la estación.

$HRMM_i$: Humedad relativa media mensual de la estación (%).

$g(z_i)$: Función lineal de humedad relativa vs altitud evaluado a la altitud de la estación (%).

Z_i : Altitud de la estación (m).

d. Interpolación espacial y rasterizado

Con ayuda de un software basado en sistemas de información geográfica (GIS), se realizará un modelamiento de interpolación espacial mediante el método Kriging con el fin de obtener un mapa grillado georreferenciado (raster), el cual tendrá una resolución de 5 km² por grilla. Para lo cual, se debe considerar lo siguiente:

i. Para Temperatura ambiente y Humedad Relativa

Se utilizará los coeficientes determinados en el numeral 3.3 del presente anexo, aplicables a la superficie del área de estudio.

ii. Para Temperatura superficial del mar

Se utilizará los promedios de TSM obtenidos en el numeral 3.1, aplicable al litoral peruano.

e. Resultados

Con los rasters obtenidos, las coordenadas de ubicación y altitud de las centrales termoeléctricas, se elaborará un resumen con los valores de Condiciones de Potencia Efectiva para dichas centrales, considerando:

i. Para la Temperatura Ambiente y Humedad Relativa de Potencia Efectiva, se evaluará con la siguiente formulación:

$$T_x = Co_T_x \times f(z_x)$$

$$HR_x = Co_HR_x \times g(z_x)$$

Donde:

T_x : Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva (°C).

Co_T_x : Coeficiente de temperatura de la central, obtenido del raster.

$f(z_x)$: Función lineal de temperatura ambiente vs altitud evaluado a la altitud de la central (°C).

HR_x : Humedad relativa de Potencia Efectiva (%).

Co_HR_x : Coeficiente de humedad relativa de la central, obtenido del raster.

$g(z_x)$: Función lineal de humedad relativa vs altitud evaluado a la altitud de la central (%).

Z_x : Altitud de la central termoeléctrica (m).

ii. Para la Temperatura de Fuente Fría de Potencia Efectiva, se determinará: (i) Temperatura superficial del agua de mar obtenido del raster en aplicación del numeral 3.4.2 del presente anexo, (ii) Temperatura de bulbo húmedo del aire ambiente mediante las cartas psicrométricas tomando como referencia la Temperatura Ambiente, Presión Atmosférica y Humedad Relativa de Potencia Efectiva y, (iii) para centrales con circuitos de enfriamiento cerrados, torres secas o radiadores, será igual a la Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva.

iii. En caso se requiera determinar humedad específica del aire, se utilizará las cartas psicrométricas tomando como referencia la Temperatura Ambiente, Presión Atmosférica y Humedad Relativa de Potencia Efectiva.

ANEXO 5

EJEMPLO DE APLICACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA TERMOELÉCTRICA

1. Datos de la Central Termoeléctrica

Para el ejemplo se va a considerar una Central Termoeléctrica con la siguiente ubicación:

Cuadro 1. Coordenadas UTM de la central Térmica

Este X (m)	Norte Y (m)	Altitud (msnm)
329870	8586944	72

Las Unidades de Generación de la Central Termoeléctrica con torres de enfriamiento húmedas. Por lo que, las Condiciones de Potencia Efectiva requeridas son las siguientes:

- Presión Atmosférica
- Temperatura Ambiente
- Humedad Relativa
- Temperatura de Fuente Fría

2. Obtención de los datos

Se recopilan datos de distintas estaciones meteorológicas, así como sus respectivas altitudes, para realizar la validación, control de calidad y homogenización de estos.

Luego del procesamiento de los datos, correspondientes a los últimos 05 años de las estaciones meteorológicas disponible, se obtiene el siguiente cuadro resumen:

Cuadro 2. Estaciones meteorológicas disponibles

ID	Estación Meteorológica	TMMM (°C)	HRMM (%)	Este (X) (m)	Norte (Y) (m)	Altitud Z (m)
1	A. Jorge Chavez	22,5	81,2	269548	8670717	12
2	Von Humboldt	23,6	77,3	288902	8663608	247
3	Campo de Marte	21,4	82,9	277600	8664814	117
5	Carabaylo	23,1	79,1	278498	8683450	179
6	Lurigancho	23,6	74,7	299448	8674161	240
7	Antonio Raymondi	22,5	81,2	265559	8697310	47
8	Cañete	22,5	85	355761	8554228	116
9	Socsi	25,6	73,3	369848	8559183	302
10	Fonagro	22,1	81,4	375338	8511764	47
11	Hacienda Bernales	25,6	75,7	395517	8480668	293

TMMM: Temperatura Máxima Media Mensual de los últimos 05 años.

HRMM: Humedad Relativa Media Mensual de los últimos 05 años.

3. Correlación con la altitud

Se utiliza un análisis de correlación para determinar la relación de la temperatura y la humedad relativa versus la altitud, mediante una función lineal. Obteniendo las siguientes regresiones:

Figura 1. Regresión lineal de la TMMM con la Altitud

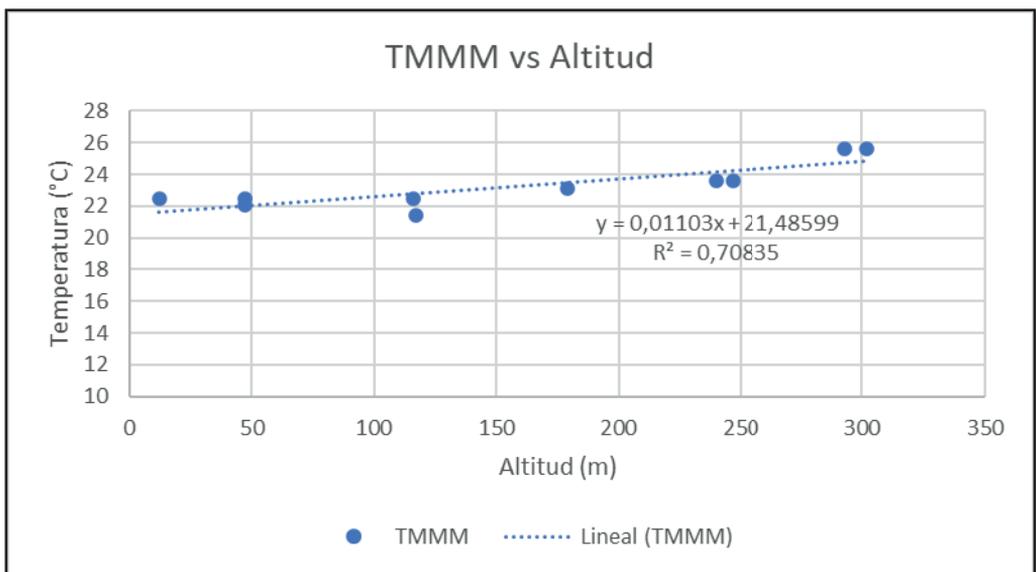
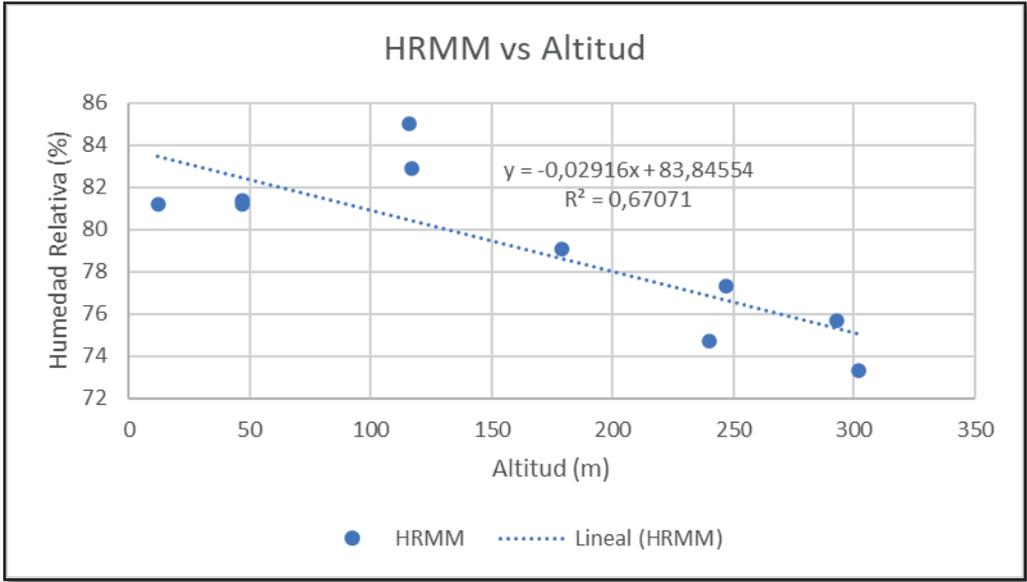


Figura 2. Regresión lineal de la HRMM con la Altitud



Notamos que las estaciones meteorológicas se encuentran en la región costa (por debajo de 500 msnm). Por lo tanto, las funciones de TMMM y HRMM serán aplicadas para un rango entre 0 y 500 msnm.

4. Determinación de los coeficientes de temperatura y humedad relativa

Determinamos los coeficientes Co_T y Co_HR, evaluado para cada estación del Cuadro 2, con las siguientes ecuaciones:

$$Co_T_i = \frac{TMMM_i}{f(z_i)} \quad Co_HR_i = \frac{HRMM_i}{g(z_i)}$$

Por ejemplo, para el caso de la estación Jorge Chavez:

$$TMMM_{Jorge\ chavez} = 22,5\ ^\circ C$$

$$f(z_i) = 0,01103 \times (Z_i) + 21,48599$$

$$Z_{Jorge\ Chavez} = 12\ m$$

$$Co_T_{Jorge\ Chavez} = \frac{22,5}{0,01103 \times (12) + 21,48599} = 1,041$$

$$HRMM_{Jorge\ chavez} = 81,2\ \%$$

$$g(z_i) = -0,02916 \times (Z_i) + 83,84554$$

$$Z_{Jorge\ Chavez} = 12\ m$$

$$Co_HR_{Jorge\ Chavez} = \frac{81,2}{-0,02916 \times (12) + 83,84554} = 0,973$$

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los coeficientes evaluados para cada estación.

Cuadro 3. Resumen de los coeficientes para cada estación meteorológica

ID	Estación Meteorológica	Este (X) (m)	Norte (Y) (m)	Co_T	Co_HR
1	A. Jorge Chavez	269548	8670717	1,041	0,973
2	Von Humboldt	288902	8663608	0,975	1,009
3	Campo de Marte	277600	8664814	0,940	1,031
5	Carabayllo	278498	8683450	0,985	1,006
6	Lurigancho	299448	8674161	0,978	0,972
7	Antonio Raymondi	265559	8697310	1,023	0,985
8	Cañete	355761	8554228	0,988	1,056

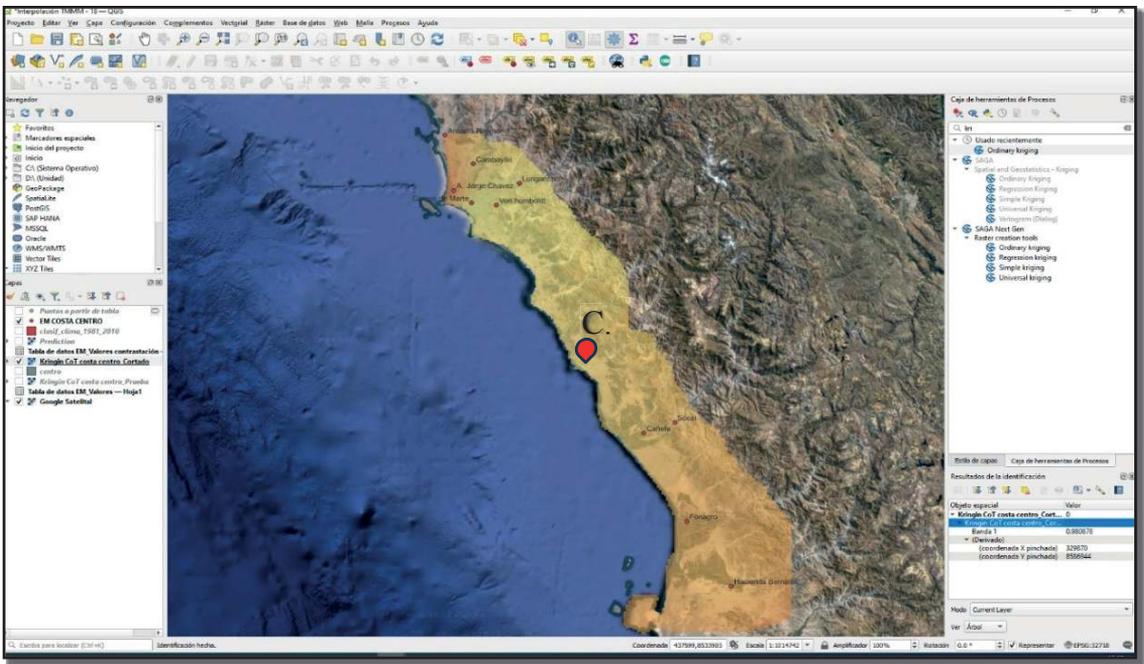
ID	Estación Meteorológica	Este (X) (m)	Norte (Y) (m)	Co_T	Co_HR
9	Socsi	369848	8559183	1,032	0,977
10	Fonagro	375338	8511764	1,004	0,987
11	Hacienda Bernaldes	395517	8480668	1,036	1,005

5. Modelamiento y obtención del raster mediante Kriging ordinario

En un software GIS, se ingresa la información de las estaciones sus coordenadas y coeficientes Co_T y Co_HR , se aplica una herramienta de interpolación basada en Kriging Ordinario para modelar rasters independientes para cada tipo de coeficiente. Teniendo en cuenta que el grillado a obtener deberá ser de 5 m^2 .

A continuación, se muestra en la Figura 3 el resultado obtenido mediante el Software QGIS:

Figura 3. Modelamiento del Co_T en QGIS



Detalle “Banda 1” se observa el valor obtenido del coeficiente Co_T :

Figura 4. Valor del Co_T para las coordenadas de la Central Térmica.

Objeto espacial	Valor
▼ Kringin CoT costa centro_Cort...	0
▼ Kringin CoT costa centro_Cor...	
Banda 1	0.980878
▼ (Derivado)	
(coordenada X pinchada)	329870
(coordenada Y pinchada)	8586944

Se aprecia que, para la ubicación de la Central Térmica del ejemplo, se obtiene un Co_Tx igual a 0,980878.

De forma análoga se obtiene el coeficiente Co_HRx igual a 1,007.

Ahora, se calcula los valores de Potencia Efectiva en la Central Térmica:

Temperatura Ambiente:

$$T_x = C_{o_T_x} \times f_{(z_x)} = 0,980878 \times (0,01103 \times (72) + 21,48599)$$

$$T_x = 21,85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Humedad Relativa:

$$HR_x = C_{o_HR_x} \times g_{(z_x)} = 1,007 \times (-0,02916 \times (72) + 83,84554)$$

$$HR_x = 82,32\%$$

Presión Atmosférica:

$$PA_x = 101,325 \times e^{\left[\frac{-9,81 \times 72}{287,05287 \times (21,85 + 273,15)}\right]}$$

$$PA_x = 100,48 \text{ kPa}$$

En este caso por contar con sistema de enfriamiento por torres húmedas, la Temperatura de Fuente Fría corresponde a la Temperatura de Bulbo Húmedo, obteniéndose por medio de la carta Psicrométrica a partir de los resultados de T_x , HR_x y PA_x :

Temperatura de Bulbo Húmedo: 19,7 °C

ANEXO 6 EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL PR-17

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

1. Datos Registrados

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

Cuadro A. Datos de los EPEyR

Nº Medición	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	196 733,0	16,60	100,75	0,58	53 187,57
2	195 144,4	16,78	100,84	0,58	53 262,29
3	194 298,1	17,11	100,86	0,56	53 234,41
4	195 567,0	17,11	100,71	0,53	53 316,18
5	195 324,8	17,11	100,72	0,54	53 322,17
6	194 905,9	17,11	100,91	0,54	53 389,05
7	194 544,0	17,28	101,01	0,55	53 501,40
8	194 611,1	17,22	101,02	0,54	53 388,71
9	195 276,0	18,22	101,03	0,57	53 590,76
10	195 969,7	18,33	100,99	0,60	53 605,37
11	196 429,5	19,17	100,76	0,62	53 540,66
12	196 987,3	19,72	100,77	0,64	53 306,41
13	195 977,2	19,72	101,19	0,59	53 325,36
14	195 265,5	19,84	101,09	0,59	53 289,91
15	195 922,5	20,20	101,00	0,58	53 230,53
16	195 707,4	22,70	100,99	0,55	53 299,74
17	197 335,7	20,58	101,01	0,53	53 395,35
18	196 478,4	19,99	100,77	0,52	53 257,67
19	197 955,0	19,90	100,86	0,53	53 072,29
20	197 184,4	18,81	100,87	0,55	53 174,74
21	196 875,4	17,89	100,77	0,54	53 164,88
22	197 212,2	17,75	100,92	0,54	53 249,83
23	200 245,4	17,76	100,97	0,55	53 300,80
24	197 095,1	18,25	100,81	0,55	53 323,45

N° Medición	Datos de Ensayo				
	Potencia	Temperatura Ambiente	Presión Atmosférica	Humedad Relativa	Consumo Combustible
	P_y (kW)	ta_y (°C)	pa_y (kPa)	hr_y	mc_y (m³/h)
25	194 999,2	18,44	100,82	0,56	53 547,16
26	195 725,4	18,87	100,79	0,56	53 617,95
27	196 528,2	19,03	101,01	0,57	53 552,82
28	196 952,2	19,31	100,50	0,57	53 518,84
29	197 089,6	19,72	100,99	0,55	53 513,18
30	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.
- 2.4 Se calcula la variabilidad de las 30 mediciones efectuadas y se compara con las variaciones máximas permitidas por variable de acuerdo con lo establecido en los Cuadros N° 5, N° 6, N° 7 y N°8 del Anexo 1. Ver Cuadro B.
- 2.5 De los resultados se observa que existen 2 mediciones que superan el rango de fluctuaciones máximas permitidas: 1 medición, el número 16, por causa de la temperatura ambiente (ta_y) y 1 medición, la número 23, por causa de la potencia (P_y). Estas mediciones serán eliminadas del cálculo.

Cuadro B. Validación de datos

N° Medición	Datos de Ensayo					Variabilidad de Datos			
	Potencia	Temperatura Ambiente	Presión Atmosférica	Humedad Relativa	Consumo Combustible	Variables Primarias			
	P_y (kW)	ta_y (°C)	pa_y (kPa)	hr_y	mc_y (m³/h)	P_y	ta_y	pa_y	mc_y
1	196 733,0	16,60	100,75	0,58	53 187,57	0,25%	2,07	0,13%	0,33%
2	195 144,4	16,78	100,84	0,58	53 262,29	0,56%	1,89	0,04%	0,19%
3	194 298,1	17,11	100,86	0,56	53 234,41	0,99%	1,56	0,02%	0,24%
4	195 567,0	17,11	100,71	0,53	53 316,18	0,35%	1,56	0,17%	0,09%
5	195 324,8	17,11	100,72	0,54	53 322,17	0,47%	1,56	0,16%	0,08%
6	194 905,9	17,11	100,91	0,54	53 389,05	0,68%	1,56	0,03%	0,05%
7	194 544,0	17,28	101,01	0,55	53 501,40	0,87%	1,40	0,12%	0,26%
8	194 611,1	17,22	101,02	0,54	53 388,71	0,83%	1,45	0,13%	0,04%
9	195 276,0	18,22	101,03	0,57	53 590,76	0,50%	0,45	0,14%	0,42%
10	195 969,7	18,33	100,99	0,60	53 605,37	0,14%	0,34	0,10%	0,45%
11	196 429,5	19,17	100,76	0,62	53 540,66	0,09%	0,49	0,12%	0,33%
12	196 987,3	19,72	100,77	0,64	53 306,41	0,38%	1,05	0,11%	0,11%
13	195 977,2	19,72	101,19	0,59	53 325,36	0,14%	1,05	0,30%	0,07%
14	195 265,5	19,84	101,09	0,59	53 289,91	0,50%	1,17	0,20%	0,14%
15	195 922,5	20,20	101,00	0,58	53 230,53	0,17%	1,53	0,12%	0,25%
16	195 707,4	22,70	100,99	0,55	53 299,74	0,28%	4,03	0,10%	0,12%
17	197 335,7	20,58	101,01	0,53	53 395,35	0,55%	1,91	0,12%	0,06%
18	196 478,4	19,99	100,77	0,52	53 257,67	0,12%	1,32	0,11%	0,20%
19	197 955,0	19,90	100,86	0,53	53 072,29	0,87%	1,23	0,02%	0,55%
20	197 184,4	18,81	100,87	0,55	53 174,74	0,48%	0,14	0,01%	0,36%
21	196 875,4	17,89	100,77	0,54	53 164,88	0,32%	0,78	0,11%	0,37%
22	197 212,2	17,75	100,92	0,54	53 249,83	0,49%	0,92	0,04%	0,22%
23	200 245,4	17,76	100,97	0,55	53 300,80	2,04%	0,92	0,09%	0,12%
24	197 095,1	18,25	100,81	0,55	53 323,45	0,43%	0,42	0,07%	0,08%
25	194 999,2	18,44	100,82	0,56	53 547,16	0,64%	0,23	0,06%	0,34%

Nº Medición	Datos de Ensayo					Variabilidad de Datos			
	Potencia	Temperatura Ambiente	Presión Atmosférica	Humedad Relativa	Consumo Combustible	Variables Primarias			
	P_y (kW)	ta_y (°C)	pa_y (kPa)	hr_y	mc_y (m³/h)	P_y	ta_y	pa_y	mc_y
26	195 725,4	18,87	100,79	0,56	53 617,95	0,27%	0,19	0,09%	0,47%
27	196 528,2	19,03	101,01	0,57	53 552,82	0,14%	0,35	0,13%	0,35%
28	196 952,2	19,31	100,50	0,57	53 518,84	0,36%	0,63	0,38%	0,29%
29	197 089,6	19,72	100,99	0,55	53 513,18	0,43%	1,05	0,11%	0,28%
30	197 096,5	19,71	100,79	0,55	53 467,87	0,43%	1,04	0,09%	0,19%

Variaciones máximas permitidas ->

± 1%	± 4,0°C	± 0,5%	± 1,0%
------	---------	--------	--------

Mínimo	194 298,1	16,60	100,5010	0,52	53 072,3
Máximo	200 245,4	22,70	101,1900	0,64	53 617,9
Promedio	196 247,9	18,67	100,8841	0,56	53 364,9
Prom Validado	196 124,4	18,56	100,8773	0,56	53 369,5

- 2.6 Se ha supuesto que durante los EPEyR ninguna de las Variables Secundarias superó sus límites operativos conforme se indica en 7.7.1.

3. Corrección de la potencia

- 3.1 Para el cálculo, es necesario disponer de las ecuaciones y/o 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 ecuaciones y/o 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 (KPt_{a_y-r}), por variación de presión atmosférica ($KPpa_{y-r}$) y por variación de humedad relativa ($KPhr_{y-r}$), 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.

$$P_r = \frac{P_y}{(KPt_{a_y-r} \times KPpa_{y-r} \times KPhr_{y-r})}$$

Donde:

P_r : Potencia de referencia

P_y : Potencia de ensayo

KPt_{a_y-r} : Factor de corrección por variación de la temperatura ambiente para corregir la potencia desde las condiciones de ensayo a las condiciones de referencia.

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

$KPhr_{y-r}$: 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 (KPt_{r-x}), por variación de la presión barométrica ($KPpa_{r-x}$) y por variación de humedad relativa ($KPhr_{r-x}$) calculados para llevar la potencia desde las condiciones de referencia a condiciones de potencia efectiva, a través de la siguiente formulación:

$$P_x = P_r \times (KPt_{r-x} \times KPpa_{r-x} \times KPhr_{r-x})$$

Donde:

P_x : Potencia efectiva



KP_{ta-r-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.

KP_{pa-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.

KP_{hr-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

N°	A condiciones de Ensayo					Factores de Corrección de la Potencia						Potencia Referencia P_r (kW)	Potencia Efectiva P_x (kW)
	Potencia P_y (kW)	Temp. Ambiente t_{a_y} (°C)	Presión Atmosf. p_{a_y} (kPa)	Humedad Relativa hr_y	Validez	De Ensayo a Referencia			De Referencia a Efectiva				
						Temp. Ambiente $KP_{ta_{yr}}$	Presión Atmosf. $KP_{pa_{yr}}$	Humedad Relativa $KP_{hr_{yr}}$	Temp. Ambiente $KP_{ta_{rx}}$	Presión Atmosf. $KP_{pa_{rx}}$	Humedad Relativa $KP_{hr_{rx}}$		
1	196 733,0	16,60	100,75	0,58	Válido	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	22,70	100,99	0,55	Inválido	0,9473	0,9968	0,9997				207 302,8	195 434,9
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	t_a (°C)	p_a (kPa)	hr
Potencia Efectiva	22,5	100,550	0,853

PCI	35 982,25	kJ/m^3
-----	-----------	----------

Curva de corrección por temperatura ambiente	$KP_{ta} = 0,000000213379 \cdot X^2 - 0,000033763 \cdot X^2 - 0,00579926 \cdot X + 1,09387$
Curva de corrección por presión atmosférica	$KP_{pa} = 0 \cdot X^2 - 0,00441872 \cdot X^2 + 1,03515 \cdot X - 0,0440726$
Curva de corrección por humedad relativa	$KP_{hr} = -0,0000110751 \cdot X^3 - 0,000197874 \cdot X^2 + 0,00588388 \cdot X + 0,996543$

- 3.7 Finalmente, se determina la potencia efectiva como el promedio de todas las potencias efectivas de las 28 mediciones válidas. El resultado se muestra en el Cuadro D.

Cuadro D. Potencias de ensayo, referencia y efectiva

Potencia de Ensayo	Potencia Referencia	Potencia Efectiva
P_y (kW)	P_r (kW)	P_x (kW)
196 124,40	201 901,91	190 343,23

- 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 ecuaciones y/o 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/m³

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

Nº	A condiciones de Ensayo		
	Potencia	Consumo Combustible	Consumo Específico de Calor
	P_y (kW)	mc_y (m ³ /h)	Cec_y (kJ/kWh)
1	196 733,0	53 187,57	9727,95
2	195 144,4	53 262,29	9820,92
3	194 298,1	53 234,41	9858,53
4	195 567,0	53 316,18	9809,61
5	195 324,8	53 322,17	9822,88
6	194 905,9	53 389,05	9856,34
7	194 544,0	53 501,40	9895,45
8	194 611,1	53 388,71	9871,20
9	195 276,0	53 590,76	9874,82
10	195 969,7	53 605,37	9842,55
11	196 429,5	53 540,66	9807,66
12	196 987,3	53 306,41	9737,10
13	195 977,2	53 325,36	9790,76
14	195 265,5	53 289,91	9819,92
15	195 922,5	53 230,53	9776,08
16	195 707,4	53 299,74	9799,55
17	197 335,7	53 395,35	9736,13
18	196 478,4	53 257,67	9753,39
19	197 955,0	53 072,29	9646,94
20	197 184,4	53 174,74	9703,34
21	196 875,4	53 164,88	9716,77
22	197 212,2	53 249,83	9715,67
23	200 245,4	53 300,80	9577,66
24	197 095,1	53 323,45	9734,88
25	194 999,2	53 547,16	9880,79
26	195 725,4	53 617,95	9857,15
27	196 528,2	53 552,82	9804,96
28	196 952,2	53 518,84	9777,64
29	197 089,6	53 513,18	9769,79
30	197 096,5	53 467,87	9761,18

- 4.2 En forma similar al caso de la potencia, se debe disponer de las ecuaciones y/o curvas de corrección del rendimiento por variaciones en la temperatura ambiente, presión atmosférica y humedad relativa. En el ejemplo, las ecuaciones y/o 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 ecuaciones y/o 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 ($K_{Cta-y-r}$), por variación de la presión atmosférica ($K_{Cpa-y-r}$) y por variación de humedad relativa ($K_{Chr-y-r}$) calculados para llevar el consumo específico de calor desde las condiciones de ensayo a condiciones de referencia, a través de la siguiente fórmula:

$$Cec_r = \frac{Cec_y}{(K_{Cta_{y-r}} \times K_{Cpa_{y-r}} \times K_{Chr_{y-r}})}$$

Donde:

Cec_r : Consumo específico de calor a condiciones de referencia

Cec_y : Consumo específico de calor a condiciones de ensayo

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

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

$K_{Chr-y-r}$: 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 ($K_{Cta-r-x}$), por variación de la presión barométrica ($K_{Cpa-r-x}$) y por variación de humedad relativa ($K_{Chr-r-x}$), calculados para llevar el consumo específico de calor desde las condiciones de referencia a condiciones de potencia efectiva, a través de la siguiente fórmula:

$$Cec_r = \frac{Cec_y}{(K_{Cta_{y-r}} \times K_{Cpa_{y-r}} \times K_{Chr_{y-r}})}$$

Donde:

Cec_x : Consumo específico de calor a condiciones de potencia efectiva

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

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

$K_{Chr-r-x}$: 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

Nº	A condiciones de Ensayo							De Ensayo a Referencia			De Referencia a Efectiva			Consumo Espec. de Calor Referencia	Consumo Espec. de Calor Efectivo
	Potencia	Temp. Ambiente	Presión Atmosf.	Humedad Relativa	Consumo Combustible	Consumo Espec. de Calor	Validez	Temp. Ambiente	Presión Atmosf.	Humedad Relativa	Temp. Ambiente	Presión Atmosf.	Humedad Relativa		
	P_y (kW)	ta_y (°C)	pa_y (kPa)	hr_y	mc_y (m³/h)	Cec_y (kJ/kWh)		$K_{Cta_{yr}}$	$K_{Cpa_{yr}}$	$K_{Chr_{yr}}$	$K_{Cta_{rx}}$	$K_{Cpa_{rx}}$	$K_{Chr_{rx}}$		
1	196 733,00	16,60	100,75	0,58	53 187,57	9 727,95	Válido	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	9 701,60	9 132,40
2	195 144,40	16,78	100,84	0,58	53 262,29	9 820,92	Válido	1,00	1,00	1,00				9 791,70	9 217,20
3	194 298,10	17,11	100,86	0,56	53 234,41	9 858,53	Válido	1,00	1,00	1,00				9 824,10	9 247,70
4	195 567,00	17,11	100,71	0,53	53 316,18	9 809,61	Válido	1,00	1,00	1,00				9 775,30	9 201,80
5	195 324,80	17,11	100,72	0,54	53 322,17	9 822,88	Válido	1,00	1,00	1,00				9 788,40	9 214,10
6	194 905,90	17,11	100,91	0,54	53 389,05	9 856,34	Válido	1,00	1,00	1,00				9 822,40	9 246,10
7	194 544,00	17,28	101,01	0,55	53 501,40	9 895,45	Válido	1,00	1,00	1,00				9 858,90	9 280,50
8	194 611,10	17,22	101,02	0,54	53 388,71	9 871,20	Válido	1,00	1,00	1,00				9 835,70	9 258,60
9	195 276,00	18,22	101,03	0,57	53 590,76	9 874,82	Válido	1,01	1,00	1,00				9 822,50	9 246,20
10	195 969,70	18,33	100,99	0,60	53 605,37	9 842,55	Válido	1,01	1,00	1,00				9 788,00	9 213,80
11	196 429,50	19,17	100,76	0,62	53 540,66	9 807,66	Válido	1,01	1,00	1,00				9 738,30	9 167,00

Nº	A condiciones de Ensayo						De Ensayo a Referencia			De Referencia a Efectiva			Consumo Espec. de Calor Referencia Ce_{cr} (kJ/kWh)	Consumo Espec. de Calor Efectivo Ce_{cx} (kJ/kWh)	
	Potencia	Temp. Ambiente	Presión Atmosf.	Humedad Relativa	Consumo Combustible	Consumo Espec. de Calor	Validez	Temp. Ambiente	Presión Atmosf.	Humedad Relativa	Temp. Ambiente	Presión Atmosf.			Humedad Relativa
	P_y (kW)	ta_y (°C)	pa_y (kPa)	hr_y	mc_y (m³/h)	Cec_y (kJ/kWh)		$KCta_y$	$KCpa_y$	$KChr_y$	$KCta_{rx}$	$KCpa_{rx}$			$KChr_{rx}$
12	196 987,30	19,72	100,77	0,64	53 306,41	9 737,10	Válido	1,01	1,00	1,00				9 658,70	9 092,00
13	195 977,20	19,72	101,19	0,59	53 325,36	9 790,76	Válido	1,01	1,00	1,00				9 713,90	9 143,90
14	195 265,50	19,84	101,09	0,59	53 289,91	9 819,92	Válido	1,01	1,00	1,00				9 740,30	9 168,90
15	195 922,50	20,20	101,00	0,58	53 230,53	9 776,08	Válido	1,01	1,00	1,00				9 690,50	9 122,00
16	195 707,40	22,70	100,99	0,55	53 299,74	9 799,55	Inválido	1,01	1,00	1,00				9 669,40	9 102,10
17	197 335,70	20,58	101,01	0,53	53 395,35	9 736,13	Válido	1,01	1,00	1,00				9 644,90	9 079,00
18	196 478,40	19,99	100,77	0,52	53 257,67	9 753,39	Válido	1,01	1,00	1,00				9 671,60	9 104,20
19	197 955,00	19,90	100,86	0,53	53 072,29	9 646,94	Válido	1,01	1,00	1,00				9 567,80	9 006,50
20	197 184,40	18,81	100,87	0,55	53 174,74	9 703,34	Válido	1,01	1,00	1,00				9 641,90	9 076,20
21	196 875,40	17,89	100,77	0,54	53 164,88	9 716,77	Válido	1,00	1,00	1,00				9 670,20	9 102,90
22	197 212,20	17,75	100,92	0,54	53 249,83	9 715,67	Válido	1,00	1,00	1,00				9 671,90	9 104,50
23	200 245,40	17,76	100,97	0,55	53 300,80	9 577,66	Inválido	1,00	1,00	1,00				9 534,50	8 975,10
24	197 095,10	18,25	100,81	0,55	53 323,45	9 734,88	Válido	1,01	1,00	1,00				9 682,30	9 114,30
25	194 999,20	18,44	100,82	0,56	53 547,16	9 880,79	Válido	1,01	1,00	1,00				9 824,10	9 247,70
26	195 725,40	18,87	100,79	0,56	53 617,95	9 857,15	Válido	1,01	1,00	1,00				9 793,40	9 218,80
27	196 528,20	19,03	101,01	0,57	53 552,82	9 804,96	Válido	1,01	1,00	1,00				9 739,40	9 168,00
28	196 952,20	19,31	100,50	0,57	53 518,84	9 777,64	Válido	1,01	1,00	1,00				9 705,90	9 136,50
29	197 089,60	19,72	100,99	0,55	53 513,18	9 769,79	Válido	1,01	1,00	1,00				9 692,90	9 124,20
30	197 096,50	19,71	100,79	0,55	53 467,87	9 761,18	Válido	1,01	1,00	1,00				9 683,90	9 115,70

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

PCI	35,982,25	kJ/m³
-----	-----------	-------

Curva de corrección por temperatura ambiente	$KCta = 0 \cdot X^2 + 0,0000235385 \cdot X^2 + 0,000854 \cdot X + 0,981894$
Curva de corrección por presión atmosférica	$KCpa = 0 \cdot X^2 + 0,0435703 \cdot X^2 - 0,121491 \cdot X + 1,07836$
Curva de corrección por humedad relativa	$KChr = 0 \cdot X^2 + 0,0000856356 \cdot X^2 + 0,0011163 \cdot X + 0,999299$

- 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 28 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_y (kJ/kWh)	Consumo Específico de Calor Referencia Cec_r (kJ/kWh)	Consumo Específico de Calor Efectivo Cec_x (kJ/kWh)
9 791,80	9 733,60	9 162,52

- 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 (m³/h)	Rendimiento R (kWh/m³)	Eficiencia η (%)
Ensayo	196 124,40	9 791,80	53 371,06	3,67	36,77
Referencia	201 901,91	9 733,60	54 616,72	3,70	36,99
Efectivo	190 343,23	9 162,52	48 469,00	3,93	39,29

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

ANEXO B

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL “GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y DEFINICIONES UTILIZADAS EN LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DEL COES”**Modificaciones del Glosario de Abreviaturas y Definiciones Utilizadas en los Procedimientos Técnicos del COES aprobado con Resolución Ministerial N° 143-2001-EM/VME**

- 1 Eliminar el término y definición de la “Condición de potencia efectiva”.
- 2 Modificar la definición del término “Humedad Relativa de Potencia Efectiva”:
“Humedad Relativa de Potencia Efectiva: Es un valor representativo de las condiciones atmosféricas de la zona en que está localizada la unidad termoelectrónica, e igual al promedio de los valores de humedad relativa mensual a lo largo del mismo periodo para el que se calcula la temperatura ambiente de potencia efectiva.”
- 3 Modificar la definición del término “Potencia Bruta”:
“Potencia Bruta: Total de la potencia, sin deducción de los servicios auxiliares entregada por la unidad, correspondiente a bornes del generador.”
- 4 Reemplazar el término “Presión Ambiente de Potencia Efectiva” por el término “Presión Atmosférica de Potencia Efectiva”, manteniendo su definición.
- 5 Modificar la definición del término “Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva”:
“Temperatura Ambiente de Potencia Efectiva: Es igual al promedio de las temperaturas máximas medias mensuales en la central termoelectrónica, contado sobre el periodo de los últimos 05 años.

Para la determinación del promedio no se debe excluir los registros por casos particulares como por ejemplo en los casos de “Fenómeno del Niño”, entre otros.”
- 6 Modificar la definición del término “Temperatura de Fuente Fría de Potencia Efectiva”:
“Temperatura de Fuente Fría de Potencia Efectiva: Es igual al promedio de las temperaturas máximas mensuales de la fuente fría utilizada para la condensación del vapor agotado, en las centrales a vapor o de ciclo combinado, o para el enfriamiento del sistema de refrigeración del aire de carga en motores reciprocantes; a lo largo del mismo periodo para el que se calcula la temperatura ambiente de potencia efectiva. En las centrales con circuitos abiertos, deberá determinarse de las temperaturas del agua de mar, río o lago que sirve como fuente de enfriamiento. En las centrales con torres de enfriamiento húmedas, se determinará de las temperaturas de bulbo húmedo del aire ambiente. Finalmente, en las centrales con circuitos de enfriamiento cerrados, torres secas o radiadores, se determinará en base a la temperatura ambiente de potencia efectiva.”

Resolución de Consejo Directivo que aprueba el nuevo Procedimiento Técnico del COES N° 18 “Determinación de la Potencia Efectiva de Centrales Hidroeléctricas” (PR-18)**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO
ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 005-2025-OS/CD**

Lima, 14 de enero de 2025

CONSIDERANDO

Que, en el literal c) del artículo 3.1 de la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, se dispone que la función normativa de los Organismos Reguladores comprende la facultad de dictar, en el ámbito y materia de sus respectivas competencias, entre otros, reglamentos y normas técnicas. En tal sentido, conforme a lo establecido el literal b) del artículo 7 del Reglamento de Organización y Funciones de Osinergmin aprobado por Decreto Supremo N° 010-2016-PCM y en el artículo 21 del Reglamento General de Osinergmin, aprobado mediante Decreto Supremo N° 054-2001-PCM (“Reglamento General de Osinergmin”), corresponde al Consejo Directivo, dictar de manera exclusiva y dentro de su ámbito de competencia, reglamentos, aplicables a todas las entidades y usuarios que se encuentren en las mismas condiciones. Estos reglamentos y normas podrán definir los derechos y obligaciones de las entidades y de éstas con sus usuarios;

Que, mediante Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica (“Ley N° 28832”), se estableció, en el literal b) de su artículo 13, que una de las funciones de interés público a cargo del Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (“COES”) es elaborar los procedimientos en materia de operación del SEIN y administración del Mercado de Corto Plazo, los cuales son presentados a Osinergmin para su aprobación;

Que, en el literal f) del artículo 14 de la Ley N° 28832, se prevé como una función operativa del COES, el calcular la potencia y energía firmes de cada una de las unidades generadoras;

Que, con Decreto Supremo N° 027-2008-EM se aprobó el Reglamento del COES, en cuyo artículo 5.1 se 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 el artículo 5.2 del citado Reglamento 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;