

Puesta en Servicio de Unidades Generadoras – Aplicación de Anexos Técnicos

Autor	Departamento de Control de la Operación.		
Fecha	14 de febrero de 2019	Versión	1
Emitido por	Bárbara Basualto B.		
Revisado por	Gretchen Zbinden V.		
Aprobado por	Rodrigo Espinoza V.		
Actividad	Requisitos para la Entrada en Operación de Unidades Generadoras, en el contexto de los parámetros operacionales.		

En el presente documento se especifican los requisitos para la entrada en operación de nuevos proyectos de tipo Generación, conforme a lo establecido en los siguientes Anexos Técnicos de Parámetros Operacionales, desglosando los requerimientos según tecnología de la central.

1. Anexo Técnico “Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras”.
2. Anexo Técnico “Determinación de Parámetros de Partida y Detención de Unidades Generadoras”.
3. Anexo Técnico “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.
4. Anexo Técnico “Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras”.

Acorde a lo indicado en el Artículo 20 de Anexo Técnico “Requisitos Técnicos Mínimos de Instalaciones que se Interconectan al SI”, se deberán validar los parámetros de unidades generadoras de acuerdo a lo establecido en los Anexos Técnicos indicados en el punto previo.

En este documento, se especifica además la información mínima a enviar para dar inicio al proceso de aplicación de Anexos Técnicos.

Tipo de Central	Proceso	Mínimo Técnico (MT)	Parámetros de Partida y Detención (Part/Det)	Potencia Máxima (Pmax)	Consumo Específico Neto (CEN)	Documentos a Considerar
ERNC¹	Revisión de Antecedentes	Elaborar Informe Técnico	Elaborar Informe Técnico	Elaborar Informe Técnico	No aplica	[1] [2] [3] [5]
	Hito para Entrada en Operación	Publicación de Informe Técnico ²	Publicación de Informe Técnico ³	Publicación de Informe Técnico ⁴	No aplica	
Hidroeléctrica	Revisión de Antecedentes	Elaborar Informe Técnico	Elaborar Informe Técnico	Realizar pruebas de Potencia Máxima	No aplica	[1] [3] [4]
	Hito para Entrada en Operación	Publicación de Informe Técnico ²	Publicación de Informe Técnico ³	Ejecución exitosa de las pruebas ⁵	No Aplica	
Termoeléctrica	Revisión de Antecedentes	Elaborar Informe Técnico	Elaborar Informe Técnico	Realizar pruebas de Potencia Máxima	Realizar pruebas de Consumo Específico Neto	[1] [3] [4] [6]
	Hito para Entrada en Operación	Publicación de Informe Técnico ²	Publicación de Informe Técnico ³	Ejecución exitosa de las pruebas ⁵	Ejecución exitosa de las pruebas ⁶	

¹ Considera centrales de generación de tecnología solar y eólica sin importar su potencia máxima. Además, considera centrales hidráulicas cuya potencia máxima **por central** no sobrepase los 20 MW.

² Artículo 7 de Anexo Técnico “Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras”.

³ Artículo 8 de Anexo Técnico “Determinación de Parámetros de Partida y Detención de unidades Generadoras”.

⁴ Artículo 39 de Anexo Técnico “Determinación de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.

⁵ Artículo 6 de Anexo Técnico “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”. Lo anterior, será comunicado en carta de publicación del Acta de la Prueba. La fecha que contará para la entrada en operación de la unidad será la de término exitoso (según exigencias del Anexo Técnico) de las pruebas en asunto.

⁶ Artículo 7 de Anexo Técnico “Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras”. Lo anterior, será comunicado en carta de publicación del Acta de la Prueba. La fecha que contará para la entrada en operación de la unidad será la de término exitoso (según exigencias del Anexo Técnico) de las pruebas en asunto.

Documentos

[1] MÍNIMOS TÉCNICOS – COMPLETITUD DE INFORME TÉCNICO

En el Artículo 9 del Anexo Técnico “Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras” se establece que el informe técnico debe contener, sin limitarse a esto, al menos la siguiente información, la cual se solicita incorporar al informe técnico:

- i. Antecedentes técnicos de diseño.
- ii. Recomendaciones del fabricante y antecedentes nacionales o internacionales de unidades de similares características.
- iii. Antecedentes de operación de la unidad generadora, incluyendo los registros y descripción de los análisis y pruebas efectuadas.
- iv. Justificaciones que describan las eventuales fuentes de inestabilidad en la operación de la unidad generadora, que impidan que la unidad pueda operar en un valor menor de potencia activa.
- v. Antecedentes técnicos que respalden y expliquen el comportamiento esperado o desempeño registrado.
- vi. Indicar si la unidad presenta alguna restricción ambiental vigente. En caso afirmativo, si éstas configuran alguna limitación adicional a la operación de la unidad, se solicita incorporar al informe técnico el nivel de carga mínimo en operación normal de la unidad generadora que cumple esta norma ambiental.

Se solicita adicionalmente indicar si la unidad corresponde a una unidad Autoproductora, en caso afirmativo, se solicita indicar el valor de potencia excedente mínima que puede inyectar la unidad a la red: en operación normal del proceso de cogeneración, dadas sus limitaciones técnicas, y especificando el valor mínimo de inyección considerando las limitaciones medioambientales, si las hubiera.

[2] MÍNIMOS TÉCNICOS – ERNC

En relación al control de reactivos del parque eólico o fotovoltaico, se solicita incorporar al informe la siguiente información:

1. Capacidad de control de potencia reactiva en condición de operación en el mínimo técnico declarado, con presencia de recurso primario. Indicar consumo de servicios auxiliares.
2. Capacidad de control de potencia reactiva sin presencia de recurso primario. Indicar consumo de servicios auxiliares.

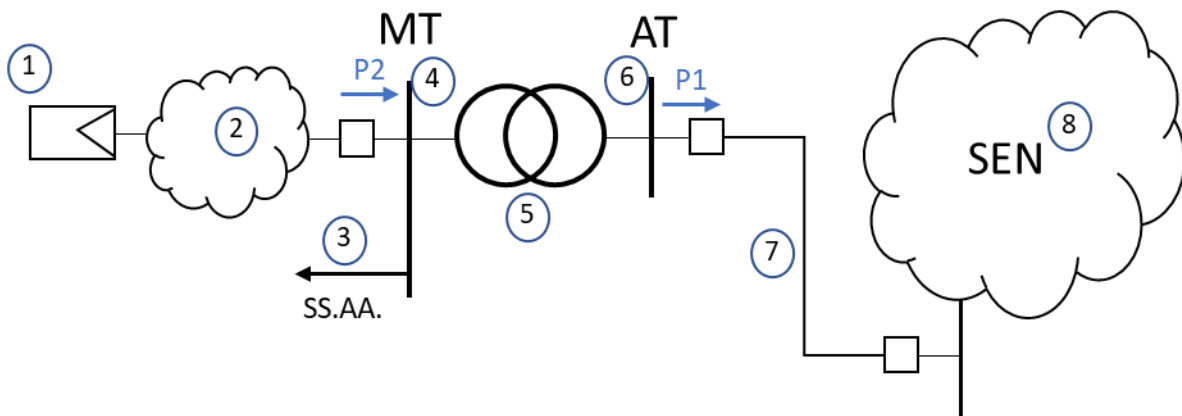
Se solicita incorporar al informe la siguiente información:

1. Potencia activa inyectada por el parque en la barra de alta tensión del parque eólico o fotovoltaico [MW].
2. Potencia activa inyectada en la barra de media tensión (MT) de la central [MW].
3. Pérdidas activas en el transformador de poder de la central [kW].
4. Servicios Auxiliares de la central [kW].
5. Pérdidas en el sistema colector del parque eólico o fotovoltaico [kW].

Considerando para ello las siguientes definiciones:

A continuación, se describe un sistema equivalente que representa un parque ERNC⁷ solar fotovoltaico o un parque eólico conectado al Sistema Eléctrico Nacional (SEN):

Figura 1: Sistema Equivalente parque ERNC (Solar o Eólico)



Los componentes del parque ERNC son los siguientes:

1. Generador equivalente: Corresponde a la suma de los aportes distribuidos de potencia activa alterna de cada inversor del parque ERNC.
2. Pérdidas en sistema colector del parque: Corresponde a las pérdidas del sistema colector del parque ERNC, principalmente en cables de baja y media tensión, y en los transformadores colectores que elevan de baja a media tensión.

⁷ Energía Renovable no convencional.

3. Servicios Auxiliares (SS.AA.) de la central.
4. Barra de media tensión (MT): Corresponde a la tensión en el lado de baja tensión del transformador de poder de la central.
5. Transformador de Poder: Equipo elevador presente en la subestación de salida del parque ERNC.
6. Barra de alta tensión (AT): Corresponde a la tensión en el lado de alta tensión del transformador de poder de la central.
7. Línea dedicada de la central: Línea de alta tensión que vincula el parque ERNC con el sistema eléctrico.
8. Sistema Eléctrico Nacional (SEN).
9. P1: Potencia inyectada por el parque ERNC en la barra de alta tensión de su subestación de salida.
10. P2: Potencia inyectada por el parque ERNC en la barra de media tensión de su subestación de salida.

Considerando la descripción anterior, se solicita enviar e incorporar al informe de mínimo técnico del parque fotovoltaico o eólico la siguiente información:

- a) **P1:** Potencia activa inyectada en la barra de alta tensión (AT) de la central [MW].
- b) **P2:** Potencia activa inyectada en la barra de media tensión (MT) de la central [MW].
- c) **Ptrafo:** Pérdidas activas en el transformador de poder de la central [kW].
- d) **SS.AA.:** Servicios Auxiliares de la central [kW].
- e) **Pcolector:** Pérdidas en el sistema colector del parque ERNC [kW].

Finalmente, el Coordinador Eléctrico Nacional definirá el mínimo técnico (MT) de la central según la siguiente fórmula:

$$MT = P1 + Ptrafo + SS.AA. + Pcolector, \text{ ó}$$

$$MT = P2 + Pcolector$$

[3] PARÁMETROS DE PARTIDA Y DETENCIÓN

Parámetros mínimos que deben ser incluidos en los Informes Técnicos para la determinación de Parámetros de Partida y Detención:

Parámetro Técnico	Unidad	Proceso de Partida		Operación Normal		Proceso de Detención		VII) Desde finalizado el proceso de partida hasta antes de poder detenerse
		I) Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización.	II) Desde la sincronización hasta alcanzar la operación a Mínimo Técnico. ⁸	III) Desde la operación a Mínimo Técnico hasta la operación a potencia nominal. ⁸	IV) Desde la operación a potencia nominal hasta la operación a Mínimo Técnico. ⁸	V) Desde la operación a Mínimo Técnico hasta la desconexión. ⁸	VI) Desde la desconexión de la unidad hasta el término del proceso de detención (Estado de apagado).	
a) Cantidad y tipo de combustible ⁹ utilizado en el proceso de partida	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	T	T	T	N/A	N/A	N/A	N/A
b) Energía eléctrica consumida durante el proceso de partida	[kWh]	Todas	Todas	Todas	N/A	N/A	N/A	N/A
c) Tiempo requerido para el proceso de partida	[min]	Todas	Todas	Todas	N/A	N/A	N/A	N/A
d) Cantidad y tipo de combustible ² utilizado en el proceso de detención	GN [Nm3] D-FO [ton] C [ton] O [ton]	N/A	N/A	N/A	T	T	T	N/A
e) Energía eléctrica consumida durante el proceso de detención	[kWh]	N/A	N/A	N/A	Todas	Todas	Todas	N/A
f) Tiempo requerido para el proceso de detención	[min]	N/A	N/A	N/A	Todas	Todas	Todas	N/A
g) Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido un proceso de partida	[min]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Todas

⁸ En caso de centrales que posean un valor de mínimo técnico ambiental, es decir, la potencia bruta mínima de despacho que cumple la normativa ambiental de la unidad, superior al mínimo técnico, deberá entregar el desglose de los parámetros descritos en los literales a), b), c), d), e) y f), separando en periodos del proceso de partida entre sincronización – mínimo técnico – mínimo técnico ambiental y el proceso de detención entre mínimo técnico ambiental – mínimo técnico – desconexión. Para la operación normal, se deberá indicar el desglose de los parámetros desde mínimo técnico ambiental a potencia nominal, y viceversa.

⁹ Se entenderá por tipo de combustible a la naturaleza del combustible (carbón, diésel, gas natural, etc.) y a su calidad (poder calorífico superior). La cantidad de combustible debe ser llevada a la base de poder calorífico superior entregado a continuación, según la naturaleza del combustible.

Adicionalmente, en conformidad al Artículo 6 del Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras”, se solicita para unidades termoeléctricas que posean turbinas a vapor los siguientes parámetros:

- a) Tiempo mínimo, medido en horas, que la unidad generadora debe estar en estado apagado para que alcance la condición de estado en frío
- b) Tiempo, medido en horas, que la unidad generadora debe estar en estado apagado para que alcance algún estado intermedio (tibio – caliente – etc.)
- c) Presentar los parámetros indicados en los literales a) a g) de la Tabla Anexo 2, para los procesos de partida en los estados definidos en h) e i) (frío – caliente - etc.).

Para el caso de las centrales termoeléctricas, se solicita adicionalmente los siguientes valores:

- d) Para los parámetros de la tabla en columna VI), se solicita informar los datos de los literales d), e) y f), considerando los periodos de unidad desde la desconexión al estado de virado, y desde virado al estado apagado.
- e) Informar el Tiempo mínimo de detención, que corresponde al tiempo que la unidad debe encontrarse detenida antes de volver arrancar.

Abreviaciones:

- T: Sólo Unidades Termoeléctricas.
- Todas: Todas las tecnologías.
- N/A: No aplica.
- GN: Gas Natural
- D-FO: Diésel - Fuel Oil.
- C: Carbón.
- O: Otros combustibles.

Poder Calorífico Base a utilizar:

- Gas Natural: 9.300 [kCal/Nm³]
- Diésel: 11.000 [kCal/kg]
- Fuel Oil: 10.500 [kCal/kg]
- Carbón: 6.350 [kCal/kg]
- Biomasa: 2.500 [kcal/kg]

[4] POTENCIA MÁXIMA

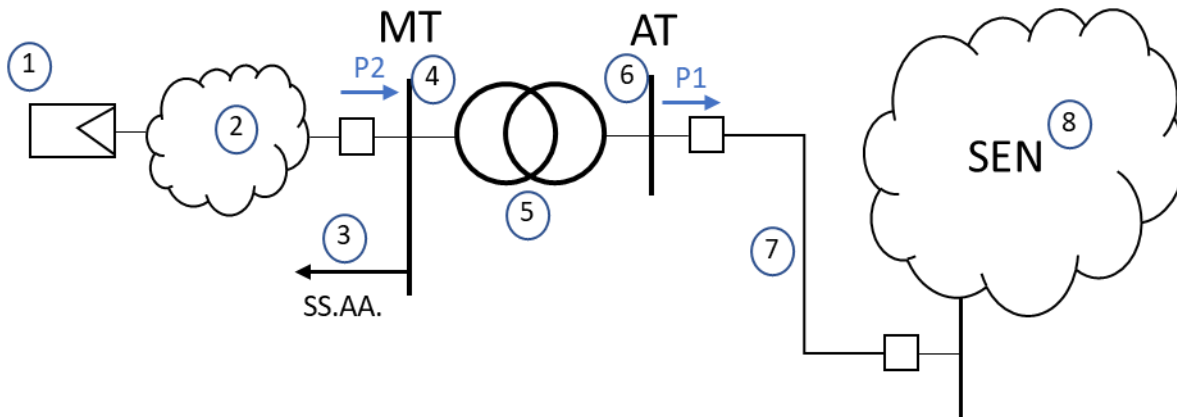
El proceso de incorporación de una prueba de potencia máxima al calendario de anual de pruebas, para el caso de nuevas unidades que se incorporan al SEN, está determinado por el Artículo 7 del Anexo Técnico “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.

Para ello, la empresa generadora debe enviar una solicitud formal al Coordinador con una anticipación de al menos 60 días corridos a la fecha prevista de realización de pruebas. Adicionalmente, se solicita enviar propuesta de cuatro Expertos Técnicos para el desarrollo de las pruebas respectivas. La propuesta debe ser acompañada con los antecedentes de éstos, especificando trabajos similares y experiencia que avalen la capacidad técnica para la realización de las actividades requeridas y ejecución de las pruebas de la tecnología específica de la unidad en proceso de entrada en operación.

[5] POTENCIA MÁXIMA - ERNC

A continuación, se indican los parámetros requeridos de potencia activa neta y pérdidas en parques ERNC¹⁰, para ello, se describe un sistema equivalente que representa un parque ERNC solar fotovoltaico o un parque eólico conectado al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Figura 2: Sistema Equivalente parque ERNC (Solar o Eólico)



Los componentes del parque ERNC son los siguientes:

1. Generador equivalente: Corresponde a la suma de los aportes distribuidos de potencia activa alterna de cada inversor del parque ERNC.
2. Pérdidas en sistema colector del parque: Corresponde a las pérdidas del sistema colector del parque ERNC, principalmente en cables de baja y media tensión, y en los transformadores colectores que elevan de baja a media tensión.
3. Servicios Auxiliares (SS.AA.) de la central.
4. Barra de media tensión (MT): Corresponde a la tensión en el lado de baja tensión del transformador de poder de la central.
5. Transformador de Poder: Equipo elevador presente en la subestación de salida del parque ERNC.
6. Barra de alta tensión (AT): Corresponde a la tensión en el lado de alta tensión del transformador de poder de la central.
7. Línea dedicada de la central: Línea de alta tensión que vincula el parque ERNC con el sistema eléctrico.
8. Sistema Eléctrico Nacional (SEN).
9. P1: Potencia inyectada por el parque ERNC en la barra de alta tensión de su subestación de salida.
10. P2: Potencia inyectada por el parque ERNC en la barra de media tensión de su subestación de salida.

Considerando la descripción anterior, se solicita enviar e incorporar al informe técnico la siguiente información:

- a) **P1**: Potencia activa inyectada en la barra de alta tensión (AT) de la central [MW].
- b) **P2**: Potencia activa inyectada en la barra de media tensión (MT) de la central [MW].
- c) **Ptrafo**: Pérdidas activas en el transformador de poder de la central [kW].

¹⁰ Energía Renovable no convencional.

- d) **SS.AA.:** Servicios Auxiliares de la central [kW].
- e) **Pcolector:** Pérdidas en el sistema colector del parque ERNC [kW].

Finalmente, la Potencia Máxima Activa Bruta (PMax bruta) de la central quedará definido por:

$$PMax\ bruta = P1 + Ptrafo + SS.AA. + Pcolector$$

ó

$$PMax\ bruta = P2 + Pcolector$$

Y la Potencia Máxima Activa Neta (PMax neta) de la central quedará definido por:

$$PMax\ neta = P1$$

ó

$$PMax\ neta = P2 - SS.AA. - Ptrafo$$

[6] CONSUMO ESPECÍFICO NETO

El proceso de incorporación de una prueba de Consumo Específico Neto al calendario anual de pruebas, para el caso de nuevas unidades que se incorporan al SEN, está determinado por el Artículo 8 del Anexo Técnico “Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras”.

Para ello, la empresa generadora debe enviar una solicitud formal al Coordinador con una anticipación de al menos 60 días corridos a la fecha prevista de realización de pruebas. Adicionalmente, se solicita adjuntar propuesta de cuatro Expertos Técnicos para el desarrollo de las pruebas respectivas. La propuesta debe ser acompañada con los antecedentes de éstos, especificando trabajos similares y experiencia que avalen la capacidad técnica para la realización de las actividades requeridas y ejecución de las pruebas de la tecnología específica de la unidad en proceso de entrada en operación.