Observaciones al Informe de prueba de Mínimo Técnico Unidad 2 de Central Termoeléctrica Ventanas

Autor	Departamento de Control de la Operación		
Fecha	30 de octubre de 2019		
Código	CEN-GO-DCO-Prueba MT-Ventanas 2	**Versión**	V1
Emitido por	Eduardo González V.		
Revisado por	Cristian Reyes V.		
Aprobado por	Gretchen Zbinden V. – Rodrigo Espinoza V.		
Actividad	Informe Mínimo Técnico Unidad 2 de Central Termoeléctrica Ventanas.		

1. ALCANCE

Según lo establecido en el Artículo 11 del Anexo Técnico "Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras", con fecha 17 de diciembre de 2018, fue comunicado al coordinado AES Gener el rechazo del valor informado para su unidad Ventanas 2, conforme a lo cual se instruyó la realización de una prueba a cargo de un experto técnico para determinar el Mínimo técnico de la unidad.

En el presente documento se presentan las observaciones al Informe de Pruebas de Mínimo Técnico de la Unidad 2 de la Central Termoeléctrica Ventanas, del Coordinado AES Gener S.A, realizadas por Flujo Energía Ltda.

El Experto Técnico deberá enviar una nueva versión del Informe Técnico de prueba que incorpore los cambios derivados de las observaciones contenidas en el presente documento. Adicionalmente, deberá enviar una minuta de respuesta a estas observaciones, que atienda y responda cada uno de los puntos contenidos en la presente minuta de observaciones.

2. DOCUMENTACIÓN

[1] Documento PDF "Central ventanas 2 – Informe pruebas Mínimo Técnico", revisión N° 0, código documento: IFE-CRDEN 20190409-MT – V2", fecha documento: 27 de septiembre de 2019.

[2] Correo electrónico de AES Gener S.A., Ref.: "Observaciones a Informe Técnico Prueba de Mínimo Técnico Unidad Ventanas 2", de fecha 17 de octubre de 2019.

[3] Documento "1026-AES 19 – Observaciones al Informe MT Ventanas 2.PDF", recibido adjunto en correo de la Ref. [2].

[4] Carta PE 19075 del coordinado El Pelícano Solar Company SpA, código interno DE09061-19, Ref.: "Comentarios a Auditoría de Mínimos Técnicos Unidad Ventanas 2", de fecha 4 de octubre de 2019.

3. OBSERVACIONES

3.1 Introducción

Con fecha 12 de septiembre de 2019, se realizaron las pruebas de Mínimo Técnico a la unidad Ventanas 2, conforme a la aplicación del Artículo 13 del Anexo Técnico "Determinación de Mínimos Técnicos en unidades generadoras", donde se encargó al Experto Técnico la dirección de las pruebas necesarias para determinar el valor de Mínimo Técnico.

Conforme al Artículo 27 del Anexo Técnico se adjuntan las observaciones recibidas de las empresas coordinadas del Sistema Eléctrico Nacional AES Gener y El Pelícano Solar Company SpA. Se incluyen, además, comentarios y solicitudes del Coordinador respecto a las observaciones de los Coordinados, que deben ser consideradas por el Experto Técnico en la revisión y emisión de la nueva versión de informe técnico de prueba.

3.2 Observaciones del Coordinado AES Gener S.A.

a) Sobre el Capítulo I

i. En los antecedentes se indica que la potencia máxima de la unidad es de 210 [MW] y debe decir 208 [MW].
Comentario Coordinador: Se solicita corregir valores, pudiendo señalar que 210 MW corresponde a la potencia nominal de la unidad y la potencia máxima bruta establecida en pruebas y aprobada por el coordinador según carta DE00064-18, de fecha 5 de enero de 2018, corresponde a 207,991 MW.

b) Sobre el Capítulo II

i. Punto II.4 indica que la estabilidad con tres pulverizadores se alcanzó en los 90 [MW]. Esto se encuentra respaldado en el Acta de Pruebas, por lo anterior el valor de 80 [MW] que indica Flujo & Energía no corresponde al dejado en acta oficial adjunta.

Comentario Coordinador: Se solicita clarificar lo indicado y corregir conforme a los antecedentes de la prueba de la unidad.

ii. A la afirmación que la estabilidad de llama está directamente relacionada con la temperatura de la mezcla (aire-carbón), debemos complementar otros factores muy importantes en el proceso de combustión, como lo son: calidad de molienda, tamaño de partículas de carbón, contenido de volátiles en carbón y velocidad de mezcla aire-carbón en los ductos hacia la caldera.

Con respecto a la temperatura de mezcla aire-carbón, es necesario destacar que el valor recomendado para esa temperatura está asociada a las propiedades del carbón y la relación carbono fijo-materia volátil.

Comentario Coordinador: Respecto de lo observado por el Coordinado, especificar el efecto que tienen los factores mencionados en la estabilidad de llama, junto con el efecto de la temperatura de la mezcla aire -carbón, indicando cuales son los aspectos que deben ser considerados técnicamente y son necesario ajustar para obtener una correcta combustión.

Además, se solicita indicar que antecedentes técnicos de las variables indicadas es necesario que el Coordinado entregue para que los factores que influyen directamente en la combustión puedan mejorarse y se puedan corregir a fin de evitar inestabilidades de la combustión, y así operar en los niveles de carga garantizados por el fabricante y permitir el desarrollo de nuevas pruebas evitando restricciones por estabilidad de llama en bajos niveles de carga.

c) Sobre el Capítulo V

i. El protocolo de pruebas enviado para revisión por planta no establecía una carga esperada de 52,5 [MW]. El capítulo 2.7 del protocolo de pruebas no menciona un valor objetivo específico para la prueba, por lo cual, solicitamos que sea aclarada la mención de que "52,5 [MW] era el valor esperado para la prueba de mínimo técnico", ya que ese valor no fue el objetivo de la prueba.

El protocolo si menciona las configuraciones propuestas para las pruebas en relación a las combinaciones pulverizadores-ignitores. Mencionamos entre éstas, un pulverizador con ignitores y sólo un pulverizador. A las configuraciones anteriores indicadas en el informe, personal de planta hizo los comentarios técnicos respectivos en los plazos indicados.

Comentario Coordinador: Tal como se señala en el informe de prueba, la carga esperada de 52,5 MW corresponde a lo señalado por el fabricante como carga mínima garantizada en sus balances térmicos, con esto se infiere que la unidad sin las consideraciones ambientales es capaz de obtener, con los ajustes correspondientes de sus sistemas de control y combustión, potencias en el orden de lo garantizado y en las condiciones que el fabricante garantiza.

Considerando lo planteado, el Coordinador entiende que lo indicado en el informe no está en desacuerdo con el espíritu de las pruebas realizadas, por lo tanto, se solicita no modificarlo.

ii. Letra A
c. Si bien no fue posible utilizar todas las ventanillas de inspección, sí se encontraban disponibles para inspección visual de la llama ventanillas (protegidas por vidrio), ubicadas en la pared frontal de la caldera, junto a cada quemador. Es importante mencionar, que la visualización de la llama está sujeta a percepción individual de cada evaluador.

La caldera para su operación segura cuenta con detectores de llama permanentes, tanto de ignitores como de quemadores, asociados a un sistema de control, el cuál apagará la caldera y desconectará la unidad del sistema, si las condiciones de la llama no son aceptables.

Comentario Coordinador: Conforme a lo evidenciado por los observadores del Coordinador durante la prueba, un gran numero de ventanillas no se encontraban en condiciones de ser operadas. En efecto, a sugerencia del operador de terreno encargado de su apertura, no recomendaba abrir por riesgos físicos a las personas (posible proyección de partículas a los observadores). Con lo anterior, las ventanillas que se pudieron abrir para inspeccionar el comportamiento de la llama (combustión), no permitieron evaluar de buena forma el comportamiento de la llama.

Es relevante señalar que la inspección de llama en forma visual permite evaluar el comportamiento de la llama en forma mucho mas completa que la que establecen los detectores de llama, toda vez que el color, la posición, largo, altura, estabilidad, pulsaciones, no

necesariamente son parámetros que los detectores de llama pueden establecer, pudiendo incluso el ensuciamiento del lente afectar su funcionamiento, no representando el comportamiento real de la combustión. Se solicita incorporar en el informe técnico recomendaciones respecto al mantenimiento de las ventanillas de inspección con el fin de poder evaluar estabilidad de llama a través de inspección visual.

iii. Letra B

d. El control de temperatura del Cal-aire se mantiene en modo automático, con apertura del 100%.

f. No fue posible retirar los ignitores en forma permanente. Al hacer esta maniobra se observó una clara inestabilidad de la llama como se observa en los gráficos de los detectores de llama.

g. La carga de la unidad, con tres pulverizadores en servicio fue de 90 [MW], valor indicado en el acta final de la prueba, sin embargo, el informe del experto técnico Flujo & Energía indica 80 [MW].

Comentarios Coordinador: Se solicita aclarar y corregir el informe de prueba conforme a los datos obtenidos durante la prueba, indicando si la condición del dámper Cal-aire se encontraba operando en manual o en automático. Se solicita especificar además si esto genera algún cambio en las consideraciones del comportamiento de la combustión de la unidad.

Respecto a la estabilidad de llama, ésta corresponde a lo señalado en el informe, “inestabilidad de llama indicada por el sistema de detección de llama de la unidad”, por lo que lo indicado en este no contradice lo observado por el Coordinado. Se solicita atender reforzamiento de idea indicado por el Coordinado.

Respecto a la carga de la unidad, ver comentario Coordinador a la observación literal b), numeral i) de la presente minuta de observaciones.

d) Sobre el Capítulo VII

i. VII.1 Antecedentes técnicos
Flujo & Energía indica un flujo de carbón de 15.000 [lb/h] por cada pulverizador, valor que se obtiene de la Figura VI. 1-2 Coordinación de Quemadores (página 21 informe adjunto), sin embargo, es necesario aclarar que, para 3 pulverizadores en servicio, la figura muestra un flujo de 17.500 [lb/h] por cada pulverizador. La figura no incluye la posibilidad de utilizar sólo dos pulverizadores como lo indica el experto para las pruebas de mínimo técnico.

Por tanto, observamos que el experto usa información técnica del fabricante de tres pulverizadores para respaldar una condición de prueba con sólo dos pulverizadores. Además, es importante destacar que estos gráficos consideran la condición inicial de construcción de la caldera, es decir, sin sistema de abatimiento SW-FGD, sin un filtro de mangas, sin Ventilador de tiro inducido (VTI) y con los quemadores originales. Lo anterior incide en que los parámetros de operación no serán los mismos bajo los cuales fue diseñada la central, por ejemplo, presión de hogar y temperatura de los gases.

Comentario Coordinador: Se solicita al Experto Técnico conforme a lo indicado, efectuar las aclaraciones de la obtención del valor de flujo de carbón correspondiente a un flujo de vapor de

342,15 lb/h, que se señala para tres pulverizadores en 17,7 lb/h con 3 MILL, en curva de coordinación de quemadores.

Conforme a lo anterior, se solicita incorporar en el informe de prueba la documentación que se requiere para establecer la coordinación de quemadores de la unidad en consideración a lo indicado por el coordinado, considerando las pruebas de recepción de los nuevos quemadores y las modificaciones (sistema de abatimiento SW-FGD, filtro de mangas, Ventilador de tiro inducido (VTI)).

ii. A la afirmación indicada por el experto técnico Flujo & Energía, de que la protección bajo los 70 [MW] es por el uso de HFO, podemos agregar que el diseño original de la caldera consideraba quema HFO hasta media carga como lo menciona el Operating Guide, combustible que dejó de utilizarse cuando se instalaron los filtros de mangas y se cambiaron los quemadores por quemadores de bajo NOx. Sin embargo, la caldera tiene disponibles para su uso quemadores e ignitores que operan con petróleo diésel, los que actualmente se encuentran disponibles y son parte de la operación rutinaria de la planta, ya sea durante las puestas en servicio, detenciones o condiciones de operación anormal, lo anterior para sostener la operación continua de uno o más pisos de piso quemadores.

La protección que viene grabada en el SW-FGD que impide operar bajo los 70 [MW] hace referencia a que, en régimen de carga menor al mínimo técnico, la planta ha iniciado un proceso de detención y que debe utilizar en forma permanente petróleo diésel. Esta condición de operación no es compatible con la operación del SW-FGD/FF por la acumulación de residuos oleosos tal como lo menciona el fabricante en la instalación de la protección, donde indica que bajo los 70 [MW] estará utilizando en forma permanente petróleo.

Comentario Coordinador: Tal como fuera observado por este Coordinador durante las pruebas de Mínimo Técnico, la operación de los ignitores no presentó ninguna limitación de uso, y se utilizó sin restricción en la operación de la unidad durante las pruebas, y durante cualquier inestabilidad de llama. Conforme a lo anterior y lo señalado por el fabricante del FGD (acumulación de residuos oleosos), y no teniendo claro si esta afirmación efectúa referencia a Petróleo grueso o petróleo diésel grado B, se solicita consignar en el informe de prueba que el Coordinador solicitará a AES Gener S.A. los antecedentes aclaratorios del fabricante del SW-FGD para la operación en estas condiciones.

e) Sobre el Capítulo VIII

i. Flujo & Energía indica que la planta está diseñada para operar en una carga de 52,5 [MW], sin embargo, el documento (balances térmicos) de referencia de planta indica que son valores entregados y no garantizados (ver título de los documentos de balance térmico).
A lo anterior, hay que aclarar que la central ha experimentado una serie de modificaciones con la incorporación de nuevos equipamientos para cumplir la normativa ambiental, lo que impacta directamente sobre los parámetros de operación. Por tanto, es difícil pensar que será posible alcanzar valores de diseño, cuando claramente el equipamiento no es el original.

Dentro de las modificaciones se pueden destacar:

✓ 1994 precipitador electrostático
✓ 2009 desulfurizador, SW-FGD.
✓ 2013 filtro de Mangas (FF), VTI.
✓ 2014 quemadores bajo NOx & Clasificadores dinámicos en pulverizador.

El valor de carga indicado no concuerda con la capacidad mínima de molienda de cada pulverizador de 12,7 [ton/h] y esto no es compatible con el cálculo que se hace a partir de la curva de coordinación y balance térmico.

Nuevamente señalamos, que el objetivo de la prueba de MT no fue tratar de bajar carga hasta 52 MW con tres pulverizadores como lo concluye el Experto Técnico en el informe. Al contrario, como el mismo Experto Técnico lo deja explícito en el Protocolo de Pruebas, el objetivo era realizar pruebas con dos pulverizadores e incluso con uno sólo, situación que no fue posible de llevar lograr, por las inestabilidades operacionales de la máquina y evidenciadas por el Experto Técnico.

Respecto a la protección bajo los 70 [MW], se refiere a que la condición de operación no es compatible con la operación del SW-FGD/FF en forma sostenida, lo anterior por la acumulación de residuos oleosos tal como lo menciona el fabricante en la instalación de la protección, donde se entiende que bajo los 70 [MW], se estará utilizando en forma permanente petróleo diésel.

Comentario Coordinador: Lo anterior fue revisado y comentado en las observaciones anteriores. Ver Comentario Coordinador a las observaciones c-i) y d-ii).

ii. Relacionado al párrafo anterior, no encontramos por parte del experto Flujo & Energía, un sustento técnico para recomendar un valor de 85 [°C] en los gases de salida, cuando el diseño es de 90 [°C]. El experto técnico propone un valor distinto al señalado por el fabricante.

Comentario Coordinador: Se solicita al experto técnico referirse a la recomendación de operar los gases de salida en un valor de 85° C, siendo éste un valor inferior al diseño.

iii. El PPDA (plan preventivo de descontaminación ambiental) considera que, bajo ciertas condiciones de ventilación y calidad del aire de la zona, será necesario estresar el sistema de abatimiento con el cierre del bypass lo que hará disminuir esta temperatura aún más, mientras se mantenga esta condición de mayor demanda al SW-FGD. Como se indicó en el informe de noviembre 2018, esta reducción de temperatura provocará en el mediano y largo plazo daños en los ductos de gases por el efecto de corrosión ácida.

Comentario Coordinador: Indicar en el informe de pruebas que el Coordinador solicitará al coordinado AES Gener S.A. referirse en detalle a ésta condición, indicando específicamente los periodos posibles esperados en que ésta condición de cierre de bypass sea necesaria y el informe técnico que justifique lo señalado de daños de corrosión en los ductos.

iv. Respecto al soplado de caldera éste actualmente se ejecuta con carga mayor a 150 [MW] y cuatro pulverizadores en servicio. Con esto se evita el “soplado” de llama que provoca inestabilidad, trip de uno o más pisos de quemadores y eventualmente el trip de la unidad. Por tanto, la unidad debe alcanzar una carga igual o superior para realizar esta operación en forma segura.

Comentario Coordinador: El Coordinador ha indicado en procesos similares de pruebas de mínimo técnico a centrales termoeléctricas a carbón, que esta limitación no influirá en la determinación del mínimo técnico de la unidad, toda vez que la unidad al requerir el soplado de la caldera deberá comunicarse al Centro de Despacho y Control (CDC) del Coordinador para solicitar la realización de esta maniobra operacional. Se solicita consignar esta indicación en el informe de prueba.

f) 3. Comentarios Finales:

i. Es importante destacar que, durante la ejecución de la prueba se visualizó una importante diferencia en la operación del sistema de transporte de cenizas del filtro de mangas. Esta diferencia se notó claramente al trabajar con dos pulverizadores, donde no se apreciaba que hubiese transporte adecuado de cenizas desde el filtro de mangas (se estaba acumulando la ceniza en algún lugar distinto al filtro de mangas por variaciones del flujo de gases), situación que cambió considerablemente al operar con tres pulverizadores, donde se aprecia que nuevamente el sistema comienza a transportar dentro de parámetros normales de operación. Esta observación es relevante para validar que en baja carga hay acumulación de cenizas en la caldera que no es transportada hacia el filtro de mangas, debido a que se opera con un flujo de gases más bajo, que no asegura el total transporte de las cenizas hacia el filtro de mangas (FF).

No se indican en el informe del experto técnico Flujo & Energía los muestreos de ceniza tomados durante la ejecución de la prueba de mínimo técnico. Se realizó una inspección visual de la ceniza donde quedó claro el alto contenido de no quemados en la misma. Al día de hoy, con los análisis de laboratorio finalizados, corroboramos que el valor fue de 24% de no quemados, mientras que las buenas prácticas recomiendan (ASTM Standar C618) que este valor no supere el 6%.

Comentario Coordinador: Se solicita referirse a lo indicado por el Coordinado del bajo flujo de gases al operar en bajas cargas y a la acumulación de cenizas.

Respecto de los resultados de los análisis de cenizas con alto contenido de carbón, se solicita referirse a este resultado y las acciones que pudiesen solicitarse al coordinado para mejorar la combustión y así disminuir el porcentaje de inquemados en las cenizas.

Es relevante mencionar en el informe de prueba que los ajustes de la combustión en los quemadores principales de la caldera deben ser sujetos a sintonía de manera de permitir una eficiente combustión.

3.3 Observaciones del Coordinado EL Pelícano Solar Company SpA

g) El fabricante de la unidad presentó un balance térmico correspondiente a una generación mínima de 52.5MW (Fig. VI 1-1 en reporte) con 3 pulverizadores. Por ello es esperable que el Mínimo Técnico de la unidad sea comparable, o incluso menor a ese valor.

Comentario Coordinador: Ver comentario Coordinador a observación c-i)

h) Existe una restricción de operación en el sistema causada por una protección al sistema FGD, y asociada a la operación con petróleo combustible pesado (´heavy fuel oil´). Dado que el combustible declarado para la operación de la unidad es carbón, resulta sorprendente e inadmisible que esta restricción no haya sido levantada, dado que la unidad no tiene quemadores HFO desde 2014 (Informe, pág.22):

> El año 2014 junto a otras modificaciones, se instalan Quemadores de Bajo NOx y por incompatibilidad con estos, se elimina la instalación para quemar petróleo grueso (heavy fuel oil). Según información entregada por el Coordinado no quedaron disponibles las Curvas de Coordinación de Quemadores/Pulverizador generadas durante la puesta en marcha de estos equipos.

Comentario Coordinador: Ver comentario Coordinador a observación d-ii)

i) El reporte concluye que es necesario establecer ahora las Curvas de Coordinación de Quemadores/Pulverizador, ya que éstas no ´quedaron disponibles´ en 2014. ¿Cómo ha operado, en condiciones seguras, la unidad Ventanas 2 sin tales Curvas de Coordinación desde 2014?

Comentario Coordinador: Ver comentario Coordinador a observación d-i).

En relación al requerimiento de nuevas curvas de Coordinación de quemadores/pulverizador indicado en las conclusiones del informe, se solicita incorporar al informe de prueba los requerimientos específicos de ajustes de la unidad requeridos para la obtención de una buena combustión de la unidad.

j) El Procedimiento DP ´Información Técnica de Instalaciones y Equipamiento´ establecía en el Art. 10-1 que se debía entregar información técnica para unidades térmicas con turbina a vapor, entre otros:

i. *Principales características técnicas de la caldera (marca, fabricante, año de fabricación, memoria descriptiva del proceso de producción de vapor, tipo de combustible, consumo específico).*

ii. *Modelo simplificado de la caldera, incluyendo la constante de tiempo de acumulación de vapor, parámetros asociados al proceso de recalentamiento de vapor, modelo y parámetros del sistema de control de aire y combustible, modelo y parámetros del regulador de presión con sus correspondientes ajustes.*

iii. *Estados de operación restringidos (entrada/salida de quemadores, apertura de válvulas parcializadoras, niveles de vibración inadmisibles, entre otras).*

A nuestro juicio, el balance térmico respaldando la operación a 52.5MW es información técnica que debió ser entregada bajo el **inciso i) indicado**, y las Curvas de Coordinación de Quemadores/Pulverizador a información técnica bajo el i**nciso iii) indicado**. Solicitamos al Coordinador que confirme la disponibilidad de tal información en lnfo técnica, con anterioridad a la emisión del Informe de Mínimo Técnico.

Comentario Coordinador: Se solicita indicar en el informe de prueba que esta información fue solicitada para la confección de los protocolos y especificar si esta información fue o no suministrada por AES Gener S.A., indicando la justificación del caso si correspondiera.

k) La principal conclusión del Informe de Mínimo Técnico es que las pruebas no permitieron cumplir con el Objetivo de la Prueba (Sección III), es decir determinar el Mínimo Técnico. Por ello, resulta indispensable repetir la prueba una vez que se hayan resuelto a la mayor brevedad todas las deficiencias técnicas y operativas identificadas en el Informe de Mínimo Técnico.

Comentario Coordinador: De acuerdo al Anexo Técnico "Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras", el Experto Técnico debe dar recomendaciones asociadas a la determinación del mínimo técnico de la unidad. En este sentido, y tal como se ha realizado en otros procesos de pruebas de mínimo técnico instruidos por el Coordinador, una vez que se encuentren consignadas las recomendaciones el Coordinador solicitará al coordinado AES Gener S.A. un plan de trabajo para atender estas mismas, tras lo cual se solicitará una nueva determinación del mínimo técnico de la unidad Ventanas 2.

Se solicita al Experto Técnico incorporar el procedimiento descrito en el párrafo anterior en el apartado VIII) "Conclusiones y Recomendaciones" del informe de prueba.