



Mejillones, 26 de mayo de 2022

**TIPO:** Declaración al CEN  
**AUTOR:** Jaime Gutiérrez Mosqueira  
**REVISADO:** Marco Velarde – Carlos Lastra  
**ÁREA:** Gerencia Corporativa de Generación

**Análisis de factibilidad asociado a la reducción del  
Mínimo Técnico de la unidad CTM2**

## 1. Introducción

En respuesta al requerimiento del Coordinador Eléctrico Nacional manifestado en su carta **DE 00708-22** “Optimización de parámetros técnicos de unidades generadoras CTM1 y CTM2”, el 19/03/2022 se realizó una prueba operacional consistente en reducir la potencia activa en intervalos de 5 MW partiendo desde el Mínimo Técnico (MT) actualmente vigente de 60 MW con el objetivo de evaluar la factibilidad técnica de reducir dicho parámetro, operando en todo momento con carbón, de manera estable, permanente, segura y cumpliendo con las especificaciones técnicas del fabricante, con los criterios de estabilidad de la norma ASME y con la Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas (DS 13).

## 2. Resumen

Estando la unidad en 60 MW (MT actual), se baja la carga a 55 MW con 2 molinos en servicio, sin CPF activado. En este nivel de carga se observa inestabilidad en los siguientes parámetros:

- Potencia bruta: Se presentan oscilaciones de 10 MW en torno al nivel de carga probado.
- Flujo de agua de alimentación: Se tiene un flujo promedio de 170 t/h con fluctuaciones peak to valley de 140 t/h.
- Emisiones de NOx: Se registraron valores de 513 mg/Nm<sup>3</sup> superando el máximo establecido en la Norma de Emisión (500 mg/Nm<sup>3</sup>).
- Tubos de caldera del sobrecalentador primario alarmados por alta temperatura, asociado a un bajo flujo de vapor.

Se corrobora que el MT de la unidad CTM2 es de 60 MW dadas las fluctuaciones presentadas a valores menores de potencia, imposibilitando una operación estable, segura y permanente.

**Tabla 1** Parámetros monitoreados durante prueba MT 19-03-2022

		Bien	Alerta	Fuera Rango
ITEM	Estabilidad CTM2	55 MW, con 2 molinos, en turbina sigue, sin CPF		
1	Potencia bruta (Peak to valley: 3 MW)	55 MW con variaciones de 10 MW		
2	Presión de vapor principal (Peak to valley: 4% max)	108 bar con variación imperceptible		
3	Flujo de agua de alimentación (Peak to valley: 10% max)	170 t/h con variaciones de 140 t/h		
4	O2 saliendo por la cladera (1% máximo)	7,2% con variaciones imperceptibles		
5	T° C de vapor principal (Peak to valley: 11°C max)	479°C con variaciones imperceptibles		
6	T° C de vapor recalentado caliente (Peak to valley: 11°C max)	518°C con variaciones imperceptibles		
7	Delta T°C Vapor Ppal - Rec Caliente (~ 30°C)	39°C debido a pase en valvulas de atemp vap ppal		
8	Flujo de aire de combustión (Peak to valley: 5% max)	278 t/h con variaciones de 3 t/h		
9	Estabilidad de molino (Peak to valley: 20% en amperes)	Dentro de lo esperado		
10	Flujo de carbón (Peak to valley: 10% max)	M1 y M2: 13,3 t/h c/u, variación imperceptible		
11	Estabilidad de llama (Según NFPA 85)	Todas sobre 96%		
12	Emisiones de NOx (< 500 mg/Nm3)	513		
13	Emisiones de SO2 (< 400 mg/Nm3)	150		
14	Emisiones de MP (< 50 mg/Nm3)	13.4		
15	Expansión diferencial turbina dentro de límite	17,5 mm sin alarma		
16	Vibración de la turbina dentro de límites	A 35% del nivel de alarma		
17	T° descanso de empuje turbina dentro de límite	69°C, alarma en 90°C		
18	T° gases salida calentador de aire > al mínimo	119°C, y el mínimo es de 80°C para corrosión fría		
19	Vacío en el condensador (< al máximo)	86 mbar, alarma en 100 mbar		
20	Límite inferior de la válvula de control de agua de alimentación	Válvula de control del domo con fuertes oscilaciones		
21	Margen adecuado para atemperación vapor principal	Sin margen para regulación por pase excesivo de agua		
22	Margen adecuado para atemperación recalentado caliente	51%, hay margen para atemperar		
23	Revisión de estabilidad - damper VTI & Corriente VTI	VTI 1 y 2: 159 A, con variación imperceptible		
24	Revisión de estabilidad - damper VTF & Corriente	VTF 1 y VTF 2 estable. En posición =10% de apertura se tranca		
25	T° de los tubos de caldera < al máximo	Sector sobrecalentado primario alarmado por alta temperatura		
26	P de saturación del desgasificador (Agua permanece en estado liq)	3,6 bar		

### 3. Entrega de información

La información mencionada a continuación corresponde a valores entregados por el fabricante con respecto a la descripción de los componentes principales (punto 2.1) y los valores obtenidos en la prueba de MT de CTM2 obtenidos desde el DCS Siemens T3000.

### 3.1 Descripción de los componentes principales

En la **Tabla 2** se muestran los equipos principales, con su descripción y datos técnicos de la unidad CTM2, asociados a los valores que se tomarán como referencia para las pruebas.

**Tabla 2** Descripción de componentes principales de unidad CTM2.

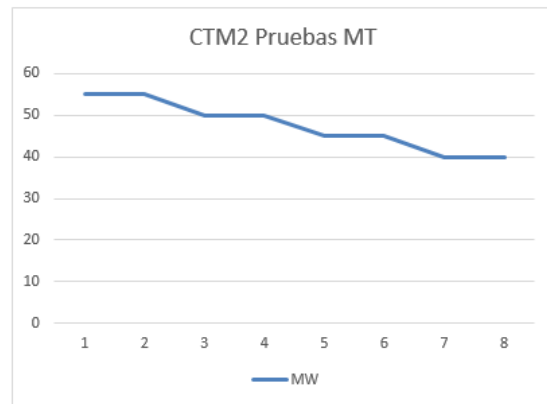
Equipos	Fabricante	Descripción	Datos técnicos	Otros
Caldera	Ansaldo	Radiante con circulación natural. 16 quemadores bajo NOx, 8 en pared frontal y 8 en pared trasera.	145 bar 540°C 502 ton/h de vapor	Carbón bituminoso y Sub-bituminoso
Turbina	Ansaldo-ABB	Tandem compound de 3 etapas y Rh	145 bar 540°C 3000 rpm 175 MW	50 estados
Generador	Ansaldo	WX21Z-097LLT Refrigerado por aire Aislamiento clase F	197,3 MVA 3000 rpm 50 Hz 15 KV FP 0,85 7594 Amp.-	
Condensador	Ansaldo-Legnano	Condensador de superficie	17500 m3/h agua de mar	
Molinos	Ansaldo	4 pulverizadores MPS 67 G	25 ton/h	4 silos de carbón con capacidad de 450 ton
Transformador	Ansaldo-Coemsa	Tipo TOV-FFR	197 MVA 15/231 KV ONAN ONAF OFAF	

#### 4. Descripción de la prueba

La prueba se realiza el 19/03/2022, a través de SI N° 22703.

Esta contempla los siguientes niveles de carga y horas, según cronograma enviado al CEN:

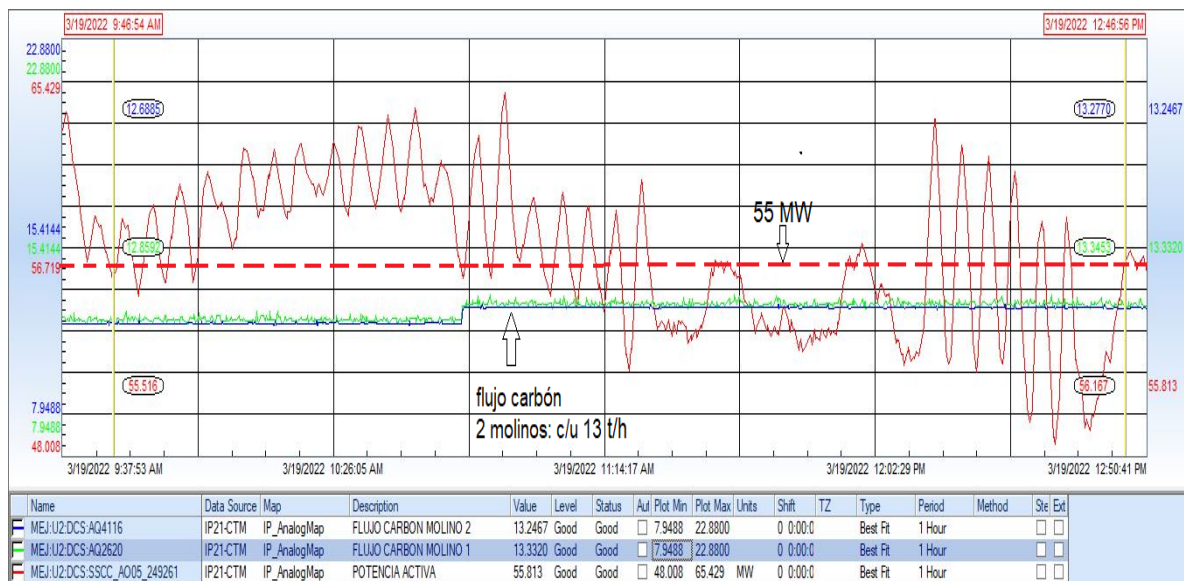
Tiempo (horas)	CARGA(MW)	OBS.
1	55	2 molinos sin ignitores
2	55	2 molinos sin ignitores
3	50	2 molinos sin ignitores
4	50	2 molinos sin ignitores
5	45	2 molinos sin ignitores
6	45	2 molinos sin ignitores
7	40	1 molino sin ignitores
8	40	1 molino sin ignitores



Para la ejecución de la prueba, la unidad opero en modo turbina sigue sin CPF con 2 molinos en servicio. El carbón quemado en la unidad CTM2 es una mezcla de 80% Cerrajón y 20% Kazajo.

En la **Gráfica 1** obtenida desde el DCS de la unidad, podemos apreciar lo indicado en este apartado.

**Gráfica 1**



## 5. Resultados de la prueba

En la Tabla 1 se indican las variables de proceso evaluadas y analizadas durante la prueba, las que fueron definidas según experiencia y de acuerdo a lo indicado en la norma ASME.

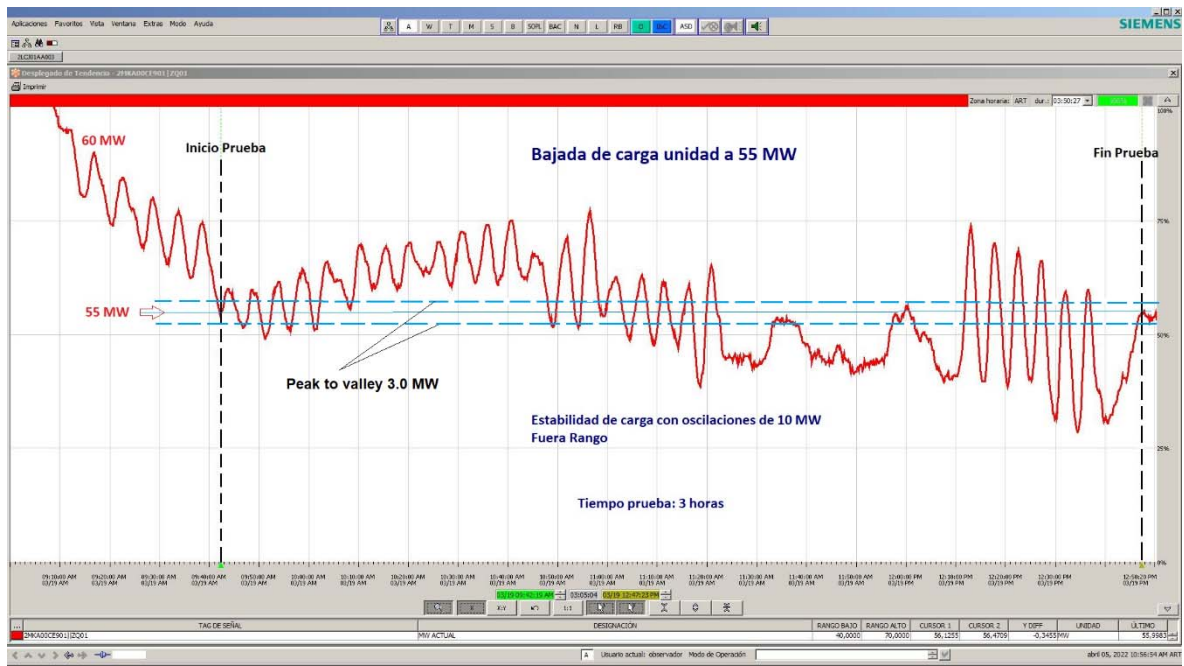
El tiempo total de la prueba fue de 3 horas debido a que varios parámetros monitoreados presentaron inestabilidad: Potencia activa bruta, flujo agua alimentación de caldera, delta temperatura vapor SH vs RH, emisiones de NOX, el margen atemperación de vapor principal SH1 y SH2 y la temperatura de metal de los tubos de caldera. Esto permite establecer que la Unidad no puede operar de forma permanente, estable y segura a cargas menores de 60 MW.

A continuación, se presentan las tendencias operacionales obtenidas desde el DCS T3000 de la unidad, las cuales corresponden a las variables de proceso que presentaron inestabilidad al nivel de carga probado (55 MW).

### 5.1 Potencia Bruta (Peak to valley: 3 MW)

En **Gráfica 2** se puede apreciar que la carga de unidad tuvo un comportamiento donde presenta oscilaciones considerables de hasta 10 MW, superando el Peak to valley de 3 MW.

**Gráfica 2**

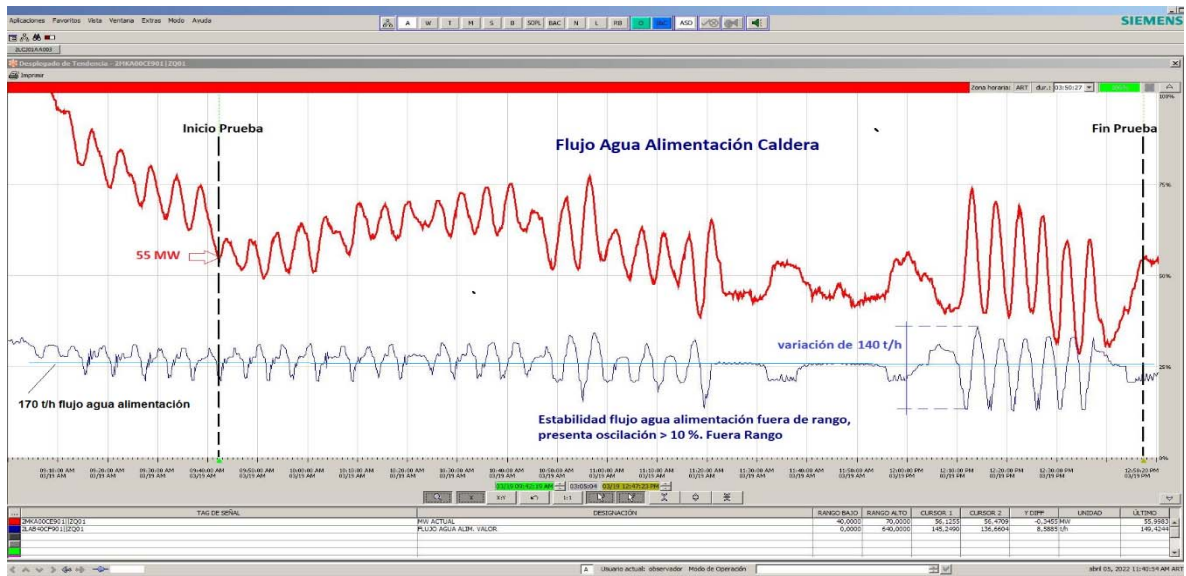




### 5.2 Flujo de agua alimentación caldera (Peak to valley: 10% max)

En **Grafica 3** podemos apreciar la estabilidad del flujo agua alimentación (curva negra), con oscilaciones considerables de hasta 140 t/h en torno al valor promedio de operación de 170 t/h.

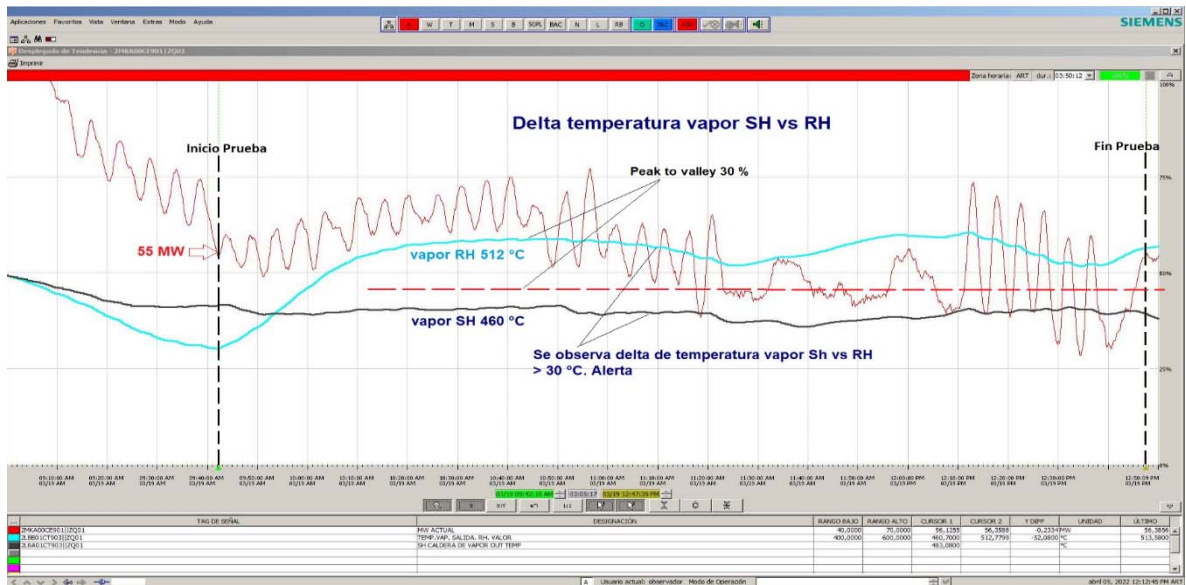
**Grafica 3**



### 5.3 Delta temperatura vapor SH vs RH (Peak to valley: 30 °C)

En **Grafica 4** apreciamos el delta de temperatura entre la temperatura del vapor recalentado RH (curva celeste) y la del vapor principal SH (curva negra), cuyo comportamiento supera el máximo delta T° (30 °C).

**Grafica 4**



### 5.4 Emisiones en chimenea NOX, SO2 y MP

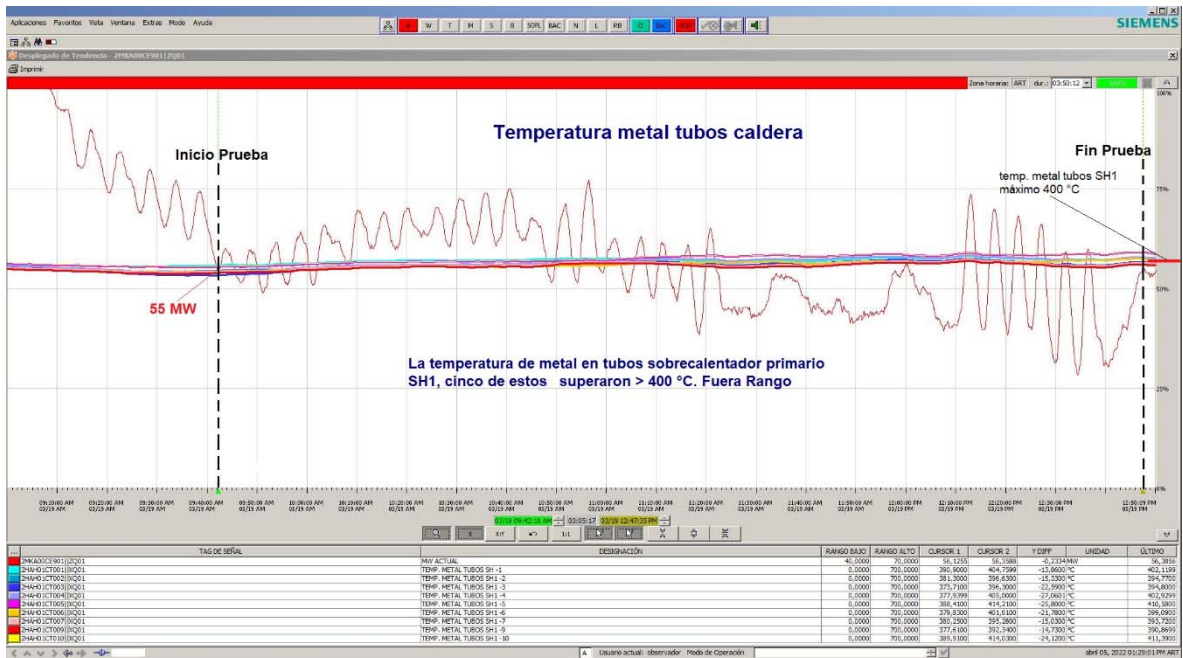
En la **Tabla 2** de este informe, se indicaron los valores obtenidos de las emisiones de NOx, SO2 y PM, donde se puede apreciar que el SO2 y el MP estuvieron dentro de los límites de la Norma de Emisión, sin embargo, las emisiones de NOx superaron el máximo permitido de 500 mg/Nm3 en un 3%.

		Bien	Alerta	Fuera Rango
ITEM	Estabilidad CTM2	55 MW, con 2 molinos, en turbina sigue, sin CPF		
12	Emisiones de NOx (< 500 mg/Nm3)			513
13	Emisiones de SO2 (< 400 mg/Nm3)			150
14	Emisiones de MP (< 50 mg/Nm3)			13.4

### 5.5 Temp. metal tubos caldera (Peak to valley: SH1 < 400 °C)

En la **Gráfica 5** se aprecia que las temperaturas de metal de los tubos de caldera del sobrecalentador SH1 superaron el máximo permitido de 400°C activando las alarmas en el HMI de la sala de control.

**Gráfica 5**





## **6. Conclusión**

Se observaron fluctuaciones en distintos parámetros operacionales al bajar la potencia bruta de la unidad desde el MT actual (60 MW) hasta los 55 MW, lo que impide mantener una operación estable, segura y permanente, lo que significa un riesgo tanto para el activo como para las personas.

Además de lo mencionado, las emisiones de NOx superaron el máximo permitido por la Norma de Emisión, concluyendo de esta manera que el MT actualmente vigente (60 MW) corresponde al valor mínimo de despacho que es factible alcanzar tanto desde el punto de vista técnico como ambiental.