

Informe Técnico de Verificación de la unidad generadora de CT Nehuenco I para participar en el Servicio Complementario de Control Secundario de Frecuencia

enero 2023

Versión	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
1	05 enero 2023	Para presentar	AOG	JVC	JVC

Contenido

1. Objetivo del Ensayo	4
2. Descripción Técnica de los equipos principales	4
3. Documentos y normas aplicadas	4
4. Responsables del ensayo	4
5. Descripción del ensayo	4
6. Resultados obtenidos	6
7. Conclusiones	16
8. Anexos	17

1. OBJETIVO DEL ENSAYO

Este informe describe la certificación, preparación, ejecución y evaluación de las pruebas para verificar el cumplimiento según el “Anexo Técnico: Verificación de Instalaciones para la Prestación de SSCC” de las exigencias técnicas de acuerdo con el TITULO 3-4 de la NT SSCC para la prestación del servicio de CSF.

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

La CT Nehuenco I, entró en funcionamiento el año 1998, tiene una potencia instalada de 380 MW y consta de dos turbinas, una a gas (TG) y otra a vapor (TV), ambas suministradas por el proveedor SIEMENS. Tiene la flexibilidad de operar en Ciclo Abierto (CA) o en Ciclo Combinado (CC). Su combustible principal es GNL o GN, y su combustible de respaldo es el petróleo Diesel.

3. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS

- Norma Técnica de SyCS.
- NT SSCC, en lo que respecta a la prestación del servicio de CSF.
- Anexo Técnico: Verificación de Instalaciones para la Prestación de SSCC.
- Instructivos de Verificación de SSCC: Protocolo de pruebas de Sintonización y Guía de Verificación de Control de Frecuencia.

4. RESPONSABLES DEL ENSAYO

De acuerdo con lo establecido en el Título 2 del Anexo Técnico “Verificación de Instalaciones para la Prestación de SSCC”, el Coordinador podrá realizar los ensayos relativos al AGC y emitir el informe de verificación de las instalaciones para la prestación del servicio de CSF. De esta forma, de acuerdo con la naturaleza de los ensayos, se asignan dos expertos técnicos, para verificar los requisitos relacionados con las telecomunicaciones necesarias y el desempeño de la unidad generadora para prestar el SSCC de CSF.

- Experto técnico de Comunicaciones: Gerardo Cardenas
- Experto técnico sintonización: Jorge Silva - Arturo Olavarría
- Representante de la planta generadora:

5. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El desempeño del AGC está estrechamente ligado a la calidad y disponibilidad de las señales telemedidas y al desempeño de las instalaciones en control del AGC. Para efectos de lo anterior, se ejecutan los siguientes ensayos:

- a. Pruebas de Comunicaciones de las señales análogas y digitales utilizadas por el AGC.

b. Pruebas de Sintonización en el AGC.

De esta forma las pruebas de comunicaciones y sintonización buscan verificar según corresponda, los siguientes requisitos:

- Para distintos valores de reserva para CSF verificar que la instalación y su recurso técnico cumple con los tiempos establecidos en la Resolución SSCC. Para efectos de verificar la edad del dato y cambio en las señales de estado.
- Dispone del equipamiento que permita recibir una consigna externa proveniente del AGC del Coordinador y modificar su generación de potencia activa de acuerdo con esta consigna. Para efectos de verificar el recibo de la consigna desde el AGC al DCS de la unidad generadora, y su confirmación de recibo a través del feedback de la consigna hacia el AGC.
- Dispone de canales de comunicación dedicados requeridos por el Coordinador para realizar el CSF a través del AGC. Para efectos de verificar la disponibilidad del dato mayor o igual al 99.95% mensual.
- Dispone del envío de las señales de medidas y estados requeridos por el Coordinador para realizar el CSF a través del AGC. Para efectos de verificar el estado y calidad de las señales solicitadas para el control de la unidad generadora en el AGC.
- Las instalaciones disponen de los equipos y medios requeridos por el Coordinador para efectuar un adecuado monitoreo de la disponibilidad y desempeño del servicio CSF, de acuerdo con lo establecido en los establecido en los Artículos 4-17 y 4-27 de la NTSyCS.
- Verifica la respuesta de la instalación bajo el comando del controlador de CSF y se identifican sus parámetros de sintonización al AGC. Para efectos de realizar pruebas en lazo abierto y cerrado.
- Medición del gradiente de reducción de potencia de la instalación [MW/min]. Para efectos de contrastar su valor con el teórico entregado, y su linealidad en todo el rango de operación definidos por límites de regulación.
- Medición del gradiente de toma de carga de la instalación [MW/min]. Para efectos de contrastar su valor con el teórico entregado, y su linealidad en todo el rango de operación definidos por límites de regulación.
- Medición de la estabilidad operativa de las diferentes instalaciones comandadas por un AGC, ante la incorporación de la instalación ensayada. Para efectos de verificar la consistencia y coherencia de la respuesta de la unidad ensayada, en comparación con el resto de las unidades en control del AGC.
- Definición y medición de los límites de regulación telemedidos superior e inferior, entre los cuales la instalación participará en el CSF a través de AGC. Para efectos de verificar una respuesta lo más lineal posible ante el envío de consignas.
- Tiempo de entrega en que la instalación es capaz de mantener el recurso teórico. Para efectos de verificar sobre o sub-amortiguamientos en la respuesta de la unidad generadora.
- Medición de las bandas de operación prohibidas, dentro de las cuales la instalación no participará en el CSF a través del AGC. Para efectos de parametrizar las zonas de operación de la unidad generadora donde el AGC no realizará envío de consignas.

- Medición de tiempos de retardo ante el envío de una consigna de potencia activa. Para efectos de parametrizar en el AGC los tiempos de atraso de la unidad generadora considerados en el lazo de control.
- Verificación del estado final de la potencia activa con respecto a su potencia solicitada. Para efectos de parametrizar en el AGC, la banda muerta del Error de Control de la unidad generadora.

6. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las exigencias técnicas solicitadas, junto con el nivel de cumplimiento obtenido en los ensayos de comunicaciones y sintonización en el AGC para las configuraciones de Ciclo Combinado (CC) y Ciclo Abierto (CA):

Cuadro Resumen

Ítem	Requisito	Cumplimiento
1	Layout del diseño implementado para el AGC	100%
2	Documento que certifique el cumplimiento del 99.95% de disponibilidad	100%
3	Listado de señales solicitadas por el Coordinador con direccionamiento según protocolo de comunicaciones	100%
4	Pruebas de señales punto a punto completadas	100%
5	Cumplimiento de la edad del dato de las señales comprometidas	100%
6	Cumplimiento de la estampa de tiempo de las señales comprometidas	100%
7	Pruebas de redundancia de enlaces de comunicación	100%
8	Prueba de conectividad con los servidores del Coordinador Eléctrico Nacional	100%
9	Pruebas de verificación de señales utilizadas por los despliegues de AGC	100%
10	Verificación del desempeño y disponibilidad de las señales (15 días contados desde la ejecución de las pruebas de sintonización).	100%
11	Pruebas de respuesta de la señal de control de la instalación de generación	100%
12	Medición del gradiente de reducción de potencia de la instalación [MW/min].	100%
13	Medición del gradiente de toma de carga de la instalación [MW/min].	100%
14	Medición de la estabilidad operativa de las diferentes instalaciones comandadas por un AGC, en caso de que éste último se encuentre implementado.	100%
15	Medición de los límites de regulación superior e inferior, entre los cuales las instalaciones participarán en el CSF a través del AGC.	100%
16	Tiempo de entrega en que la instalación es capaz de mantener el recurso técnico.	100%
17	Medición de las bandas de operación prohibidas, dentro de las cuales las instalaciones no participan en el CSF a través del AGC	100%
18	Medición de tiempos de retardo ante el envío de una consigna de potencia activa	100%
19	Verificación del estado final de la potencia activa con respecto a su potencia solicitada.	100%
20	Verificación de sub o sobre amortiguamiento de la potencia activa con respecto al valor de consigna.	100%
21	Verificación de la estabilidad de la potencia activa, considerando el estatismo y banda muerta de la frecuencia parametrizados en el controlador potencia - frecuencia de la instalación.	100%

Pruebas de Comunicaciones

Layout del diseño implementado para el AGC

Colbún S.A (en adelante Coordinado), certifica, mediante la presentación de un Layout (Anexo 1) que la arquitectura de comunicaciones utilizada por la empresa para la transmisión de las señales requeridas por el AGC, y en particular las utilizadas por la CT Nehuenco I, posee la redundancia necesaria del equipamiento, para el cumplimiento de la disponibilidad mensual requerida del 99.95%. El Coordinador Eléctrico Nacional no tiene comentarios sobre el diseño y está de acuerdo con lo presentado, pero se debe recordar que la responsabilidad del diseño y cumplimiento sigue siendo del Coordinado.

Documento que certifique el cumplimiento del 99.95% de disponibilidad de los enlaces de comunicación

El Coordinado, mediante declaración de disponibilidad de sus enlaces de telecomunicaciones (Anexo 2), certifica que mediante la redundancia de dos enlaces provistos por las empresas de telecomunicaciones Entel S.A y Telefónica S.A, cada uno de 99,5%, logra dar cumplimiento de la disponibilidad mensual requerida del 99.95%.

Listado de Señales y Pruebas Punto a Punto:

Para operación de la CT Nehuenco I en las configuraciones de CC y CA en el AGC, se solicitaron adicionalmente señales digitales, analógicas y setpoint, las que son transmitidas mediante el protocolo de comunicación ICCP. Las señales hacen referencia a la subestación "NEHUENC" en la base de datos del Scada ABB del Coordinador. Durante las pruebas se verificó que las señales se reportaban sin problemas tanto en su magnitud y sentido para el caso de las medidas, estado para las digitales y en el caso del setpoint se verificó que llegaba sin problemas al equipamiento del Coordinado. Las imágenes presentan su visualización en el Scada del Coordinador.

Indication	RTU	Current State	CTRL	MEO	Calc	R-ICCP	Description
*TGTV1†							
NEHUENC 15. TGTV1 CC INT		CERRADO				X	COLBUN AGC
NEHUENC 15. TGTV1 CC LOCAL-REMOTO		ABIERTO				X	COLBUN AGC
NEHUENC 15. TGTV1 CC MODO CICLO AGC		CERRADO				X	COLBUN AGC
NEHUENC 15. TGTV1 TG INT		CERRADO				X	COLBUN AGC
NEHUENC 15. TGTV1 TG LOCAL-REMOTO		ABIERTO				X	COLBUN AGC
NEHUENC 15. TGTV1 TG MODO CICLO AGC		CERRADO				X	COLBUN AGC

Indications	Measurands	Accumulators	Setpoints	Subnets	Bays	Status Check			RTU Comm Points	
Measurand				RTU	Current Value	Stale Data	EU	MEO	Calc	Description
COLBUN AGC										
NEHUENC	15. TGTV1	CC F					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	CC ILIM					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	CC MSP					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	CC P PROGRAM					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	CC PBRUT					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	CC RAMPA BAJADA					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	CC RAMPA SUBIDA					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	CC SLIM					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	QNET TG					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	TG F					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	TG ILIM					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	TG MSP					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	TG P PROGRAM					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	TG PBRUT					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	TG RAMPA BAJADA					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	TG RAMPA SUBIDA					None			COLBUN AGC
NEHUENC	15. TGTV1	TG SLIM					None			COLBUN AGC

Setpoint	RTU	Current Value	EU	Control Type	Last Command Value
▼					
NEHUENC/15.75/TGTV1/TG SPV		181.42	MW	Setpoint	0.00
NEHUENC/15.75/TGTV1/CC SPV		275.00	MW	Setpoint	0.00

Estampa de Tiempo:

Las maniobras de los equipos se recibieron correctamente en el Scada del Coordinador, y además se verificó que:

- a) Se envían correctamente las estampas de tiempo:
- b) No se obtienen edades del dato negativas.
- c) La edad del dato de las señales está dentro del rango de 5 segundos requerido por norma técnica.

De esta forma se da por aprobado la estampa de tiempo y edad del dato de la CT Nehuenco I.

Pruebas de redundancia y Conectividad de enlaces de comunicación

Se comprobó la comunicación efectiva a través del protocolo de comunicación ICCP, está operativa en los Data Center de ENEA, Lídice y Apoquindo. Para el sitio Principal comunicación por COLBUN_IP1 a IP8, y para el sitio de respaldo COLBUN_IP9 a IP16.

Connections										Associations		
Site	Name	Status	Persistent Alarm	Unack. Alarm	Blocked Alarm	Secure Connection	Traffic Encrypted	AI		Site	Remote AR Name	Status
COLBUN	ICCP Connection COLBUN	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP3	Down
COLLAHUASI	ICCP Connection COLLAHUASI	Up	No	Yes	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP4	Down
COLMITO	ICCP Connection COLMITO	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP5	Down
CONEJO	ICCP Connection CONEJO	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP6	Down
CPOTENCIA	ICCP Connection CPOTENCIA	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP7	Up
DUKE	ICCP Connection DUKE	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP8	Down
ELPASO	ICCP Connection ELPASO	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP9	Down
ELPROS	ICCP Connection ELPROS	Up	No	Yes	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP10	Down
EMR	ICCP Connection EMR	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP11	Down
ENAPACONCAGUA	ICCP Connection ENAPACONCAGUA	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP12	Down
ENEL	ICCP Connection ENEL	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP13	Down
ENEL_DX	ICCP Connection ENEL_DX	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP14	Down
ENEL_GX	ICCP Connection ENEL_GX	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP15	Down
ENGIE_RET	ICCP Connection ENGIE_RET	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP16	Down
ENGIENORTE	ICCP Connection ENGIENORTE	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP17	Down
ENLASA	ICCP Connection ENLASA	Up	No	No	No	No	No	No		COLBUN	COLBUN_IP18	Down

Pruebas de verificación de señales utilizadas por los despliegues de AGC

Se verificó durante las pruebas la correcta visualización de las señales requeridas, para el control de parte del AGC.

Generating Unit Name	Control Mode	Breaker 1 Status	Breaker 2 Status	Control Status	Primary Generation	Alternate Generation	De-rate Limit	Reg Limit High
TGTV1								
NEHUENC 15.TG1	AGC	Manual	NEHUENC 15.TGTV1 TG INT		NEHUENC 15.TGTV1 TG LOCAL-REMOTO	NEHUENC 15.TGTV1 TG PNET		NEHUENC 15.TGTV1 TG SLIM
NEHUENC 1.AGG_CC.AGC	Avail		NEHUENC 15.TGTV1 CC INT		NEHUENC 15.TGTV1 CC LOCAL-REMOTO	NEHUENC 15.TGTV1 CC PNET		NEHUENC 15.TGTV1 CC SLIM
Unit Telemetry	Tie Line Telemetry	Frequency Time Error	Non-Conforming Load	XPR Data				Reg Limit
Generating Unit Name								
		Reg Limit Low	Ramp Rate Up	Ramp Rate Down	Auxiliary Load	Reactive Power	Limit Change Switch	Desired Generation
		Master Setpoint Feedback	Setpoint Value					
NEHUENC 15.TG1	AGC	NEHUENC 15.TGTV1 TG ILM	NEHUENC 15.TGTV1 TG RAMPA SUBIDA	NEHUENC 15.TGTV1 TG RAMPA BAJADA				NEHUENC 15.TGTV1 TG MSP
NEHUENC 1.AGG_CC.AGC		NEHUENC 15.TGTV1 CC ILM	NEHUENC 15.TGTV1 CC RAMPA SUBIDA	NEHUENC 15.TGTV1 CC RAMPA BAJADA				NEHUENC 15.TGTV1 CC MSP
		NEHUENC/15.75/TGTV1/TG SPV	NEHUENC/15.75/TGTV1/CC SPV					

Verificación del desempeño y disponibilidad de las señales

Durante el periodo del 01 de julio al de 30 de julio de 2022, (Anexo 3), se verificó el desempeño de las señales del Sistema de Información de Tiempo Real que fue de un 99,8%, superior al requerimiento mínimo de un 99.5% exigido por norma.

Pruebas de respuesta de la señal de control de la instalación de generación

Se realizaron pruebas complementarias a las pruebas punto a punto, durante la sintonización de la unidad (Anexo 4). Durante su ejecución, la respuesta de las señales fue satisfactoria.

Pruebas de Sintonización en el AGC

Medición del gradiente de reducción y toma de carga de la instalación [MW/min]

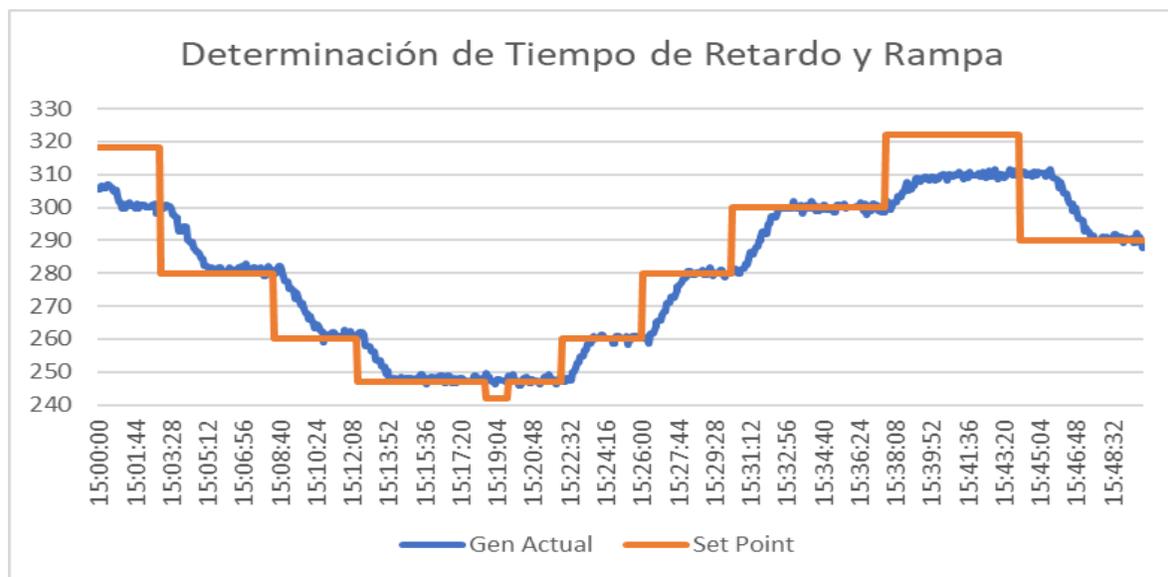
La CT Nehuenco I fue sometida a envío de escalones de potencia activa desde el AGC para determinar la rampa efectiva dentro de la zona de operación definida por los límites informados por el coordinado.

Ciclo Combinado (CC)

Se verifica una rampa lineal y sostenida hasta un valor de potencia cercanos al valor de la consigna enviada. Los valores de rampa promedio obtenidos para subir y bajar fueron 7.2 y 7.9 MW/minuto, respectivamente. Se parametriza en el AGC un valor de rampa para subir y bajar de **7.5 MW/minuto**.

Rampas estimadas (MW/min)

Test	Setpoint	Hora inicial	Hora final	Potencia Inicial	Potencia final	rampa (MW/min)
1	260	15:22:36	15:24:16	247.5	260	7.5
2	280	15:26:32	15:28:36	261.8	280.4	9
3	300	15:30:52	15:33:20	281.6	300.5	7.7
4	322	15:38:12	15:39:40	301.6	308.4	4.6
5	280	15:03:28	15:05:56	299.5	280.5	-7.7
6	260	15:08:52	15:11:04	279	260.4	-8.8
7	247	15:12:40	15:14:32	261.3	247.1	-7.6
8	290	15:45:32	15:48:12	311.5	290.5	-7.8

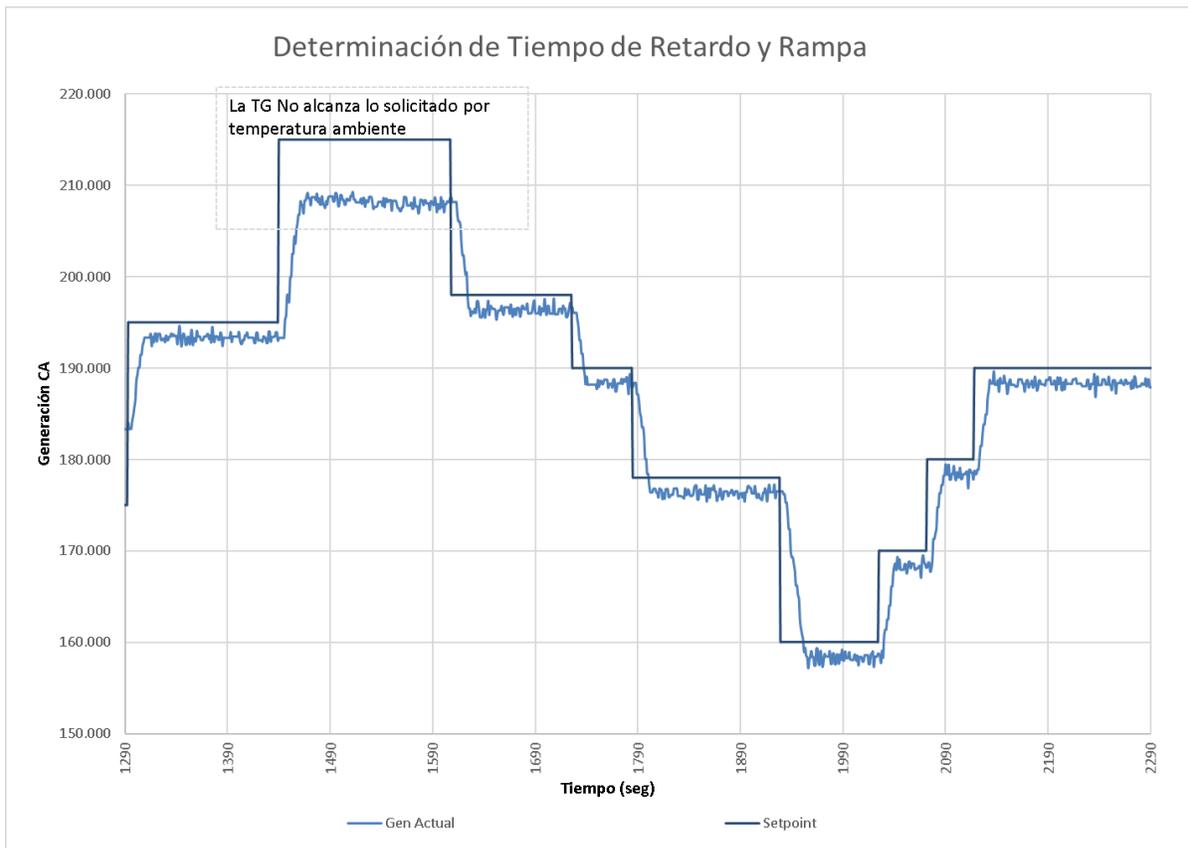


Ciclo Abierto (CA)

Se verifica una rampa lineal y sostenida hasta un valor de potencia cercanos al valor de la consigna enviada, superior al valor informado de rampa para bajar y subir. Los valores de rampa promedio para subir y bajar son 12.6 y 13.1 MW/minuto, respectivamente. Se parametriza en el AGC un valor de rampa para subir y bajar de **12 MW/minuto**.

Rampas estimadas (MW/min)

Test	Setpoint	Hora inicial	Hora final	Potencia Inicial	Potencia final	rampa (MW/min)
1	170	10:15:16	10:16:00	158.336	168.367	13.7
2	180	10:18:20	10:19:20	167.731	179.487	11.8
3	190	10:21:28	10:22:12	178.91	188.701	13.4
4	195	9:26:24	9:27:16	183.355	193.352	11.5
5	210	9:36:20	9:37:24	193.321	208.263	14.0
6	195	9:47:32	9:48:28	208.191	195.721	-13.4
7	190	9:55:20	9:55:40	196.066	191.583	-13.4
8	180	9:59:12	9:59:56	188.38	178.433	-13.6
9	160	10:08:44	10:10:04	176.52	160.278	-12.2



Límites de regulación superior e inferior, entre los cuales el CC y CA participarán en el CSF a través del AGC.

Durante las pruebas de sintonización para la operación en CC y CA. De esta forma, el rango de operación para prestar el servicio complementario de CSF corresponde a la **potencia neta**, y estará delimitado por los siguientes límites de regulación:

Límite Superior de Regulación (MW)	Límite inferior de Regulación (MW)	Configuración	Combustible
322*	247	CC	GN y GNL
212*	154	CA	GN y GNL
309*	220	CC	Petróleo Diesel
200*	140	CA	Petróleo Diesel

(*) Valor del límite depende de la Tº ambiente que afecta a la TG del Ciclo Combinado. El coordinado habilitó una lógica de control que actualiza el límite de regulación superior de la unidad, de manera dinámica, una vez que esta se encuentra limitada por control de temperatura. En caso contrario se envía el valor de potencia máxima declarado.

Tiempo de entrega en que la instalación es capaz de mantener el recurso técnico

El tiempo de entrega de la potencia exigida por el CSF es de 5 minutos y puede ser mantenido hasta 15 minutos. En el caso de los CC y CA, estos tiempos fueron consistentes con las rampas programadas.

Medición de las bandas de operación prohibidas, dentro de las cuales las instalaciones no participan en el CSF a través del AGC

La banda inferior de operación prohibida está delimitada por la zona comprendida entre su mínimo técnico declarado y el límite inferior de regulación (Anexo 6). A su vez, la banda superior de operación está delimitada por restricciones técnicas o emisiones ambientales.

Medición de tiempos de retardo ante el envío de una consigna de potencia activa

El tiempo de retardo está definido como el tiempo transcurrido entre el envío de la consigna de potencia y la respuesta efectiva de la unidad, considerando los tiempos de retardo asociados a los canales de comunicación.

Ciclo Combinado (CC)

Se midieron los tiempos de retardo de subida y bajada. Se determinó un tiempo de retardo promedio de 26 segundos (no considerando el intento que demoró 84 segundos).

Test	Setpoint	Hora inicial	Hora final	Tiempo retardo (s)
1	330	15:22:12	15:22:36	24
2	320	15:26:04	15:26:32	28
3	310	15:30:20	15:30:52	32
4	300	15:37:44	15:38:12	28
5	290	15:03:00	15:03:28	28
6	280	15:08:24	15:08:52	28
7	270	15:12:24	15:12:40	16
8	260	15:44:08	15:45:32	84

Ciclo Abierto (CA)

Se determino un tiempo de retardo promedio de 18 segundos, el cual es inferior a los 20 segundos admisibles para este tipo de tecnología.

Test	Setpoint	Hora inicial	Hora final	Tiempo retardo (s)
1	170	9:26:12	9:26:24	12
2	180	9:35:56	9:36:20	24
3	190	10:14:56	10:15:16	20
4	195	10:18:04	10:18:20	16
5	210	10:21:08	10:21:28	20
6	195	9:47:08	9:47:32	24
7	190	9:55:00	9:55:20	20
8	180	9:58:56	9:59:12	16
9	160	10:08:32	10:08:44	12

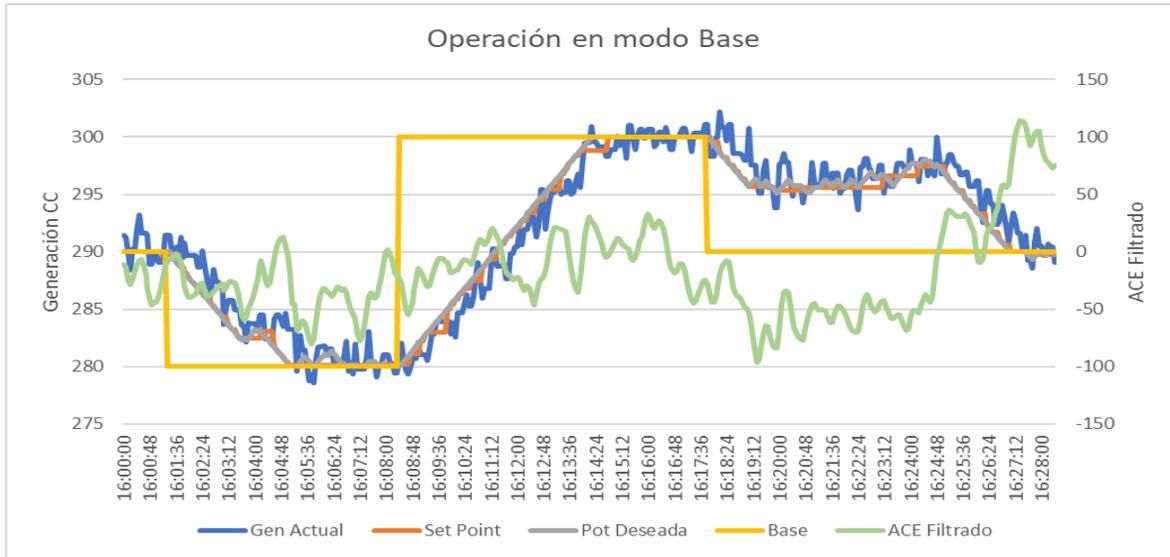
Verificación de la desviación del estado final de la potencia activa con respecto a su potencia solicitada

Con el fin de verificar el estado final de la potencia activa de la TV, ante el envío de una consigna desde el AGC en una condición estable de frecuencia, considerando que la prueba de sintonización se realiza con el CPF habilitado. Se comparó el valor de la potencia alcanzada y el valor de consigna estable. Con lo anterior, se fijó la banda muerta de la consigna de potencia de 1 MW para las configuraciones de CC y CA.

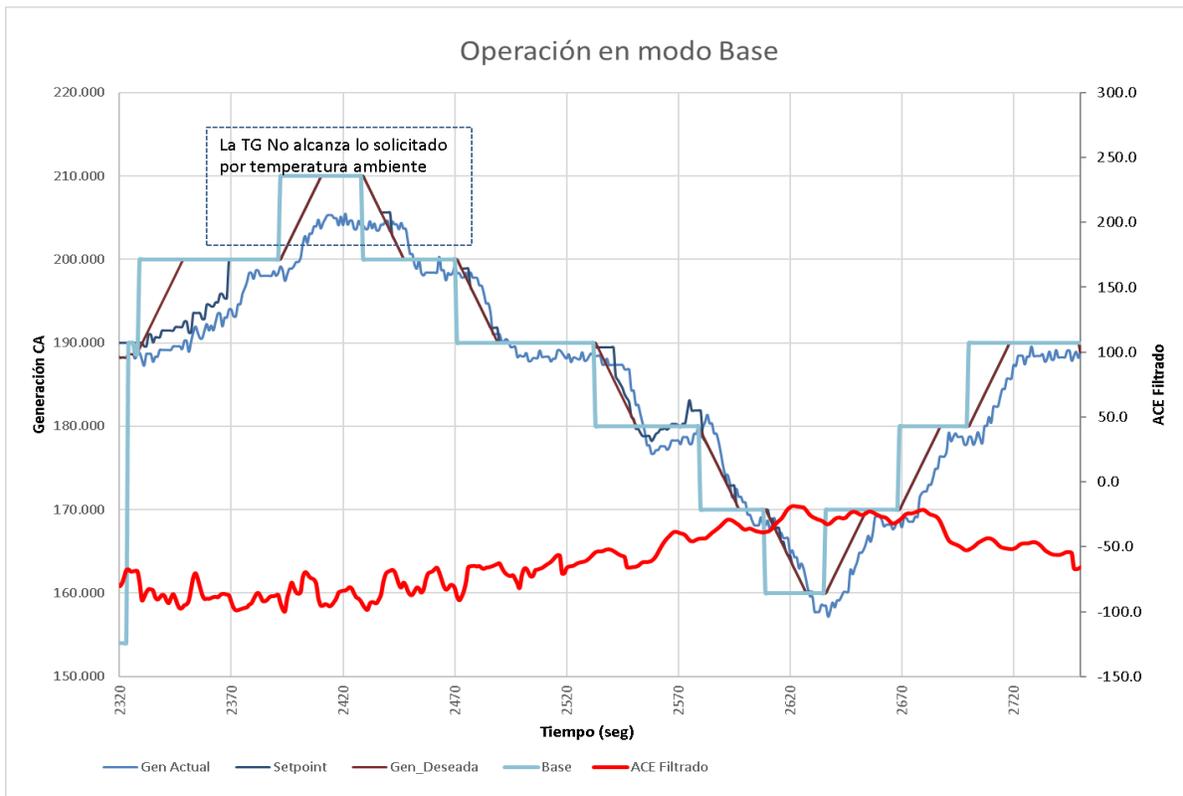
Pruebas de lazo cerrado sin regulación de frecuencia

Se realizaron pruebas utilizando el modo de control **Base**. Este modo de control solo considera el envío de consigna y no la componente de regulación de frecuencia del AGC, a excepción del corrector de frecuencia del regulador que se mantiene conectado durante las pruebas de sintonización. La prueba consistió en modelar la potencia deseada, y compararla con la respuesta real del CC y CA. Se observa una correlación y consistencia satisfactoria entre la potencia deseada y la potencia real, como muestra la figura:

Ciclo Combinado (CC)



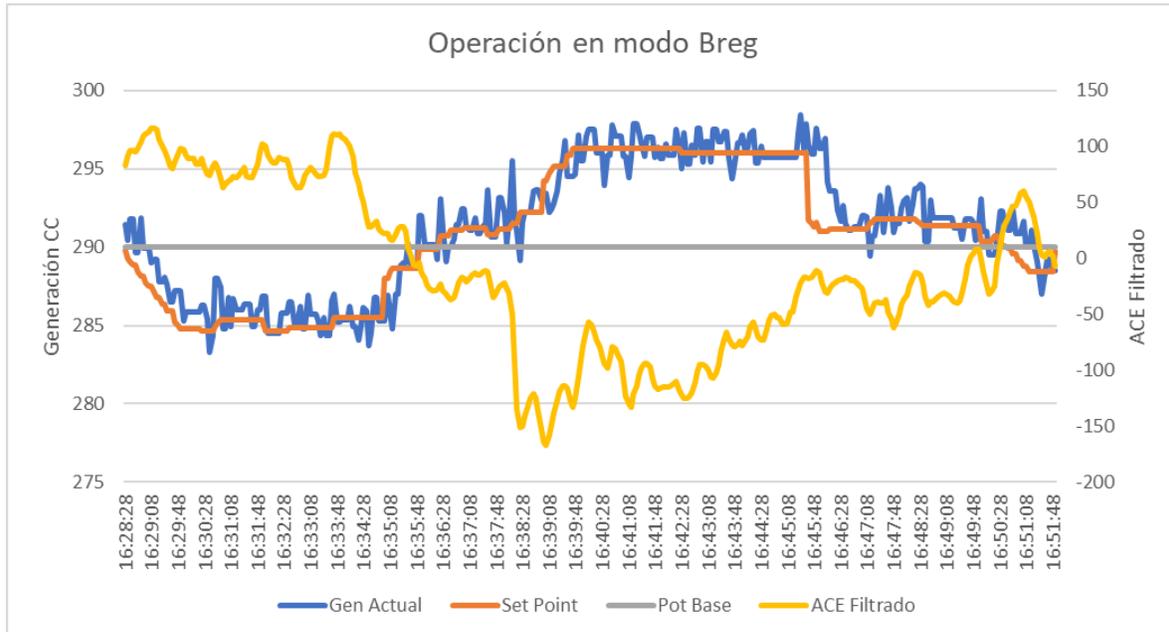
Ciclo Abierto (CA)



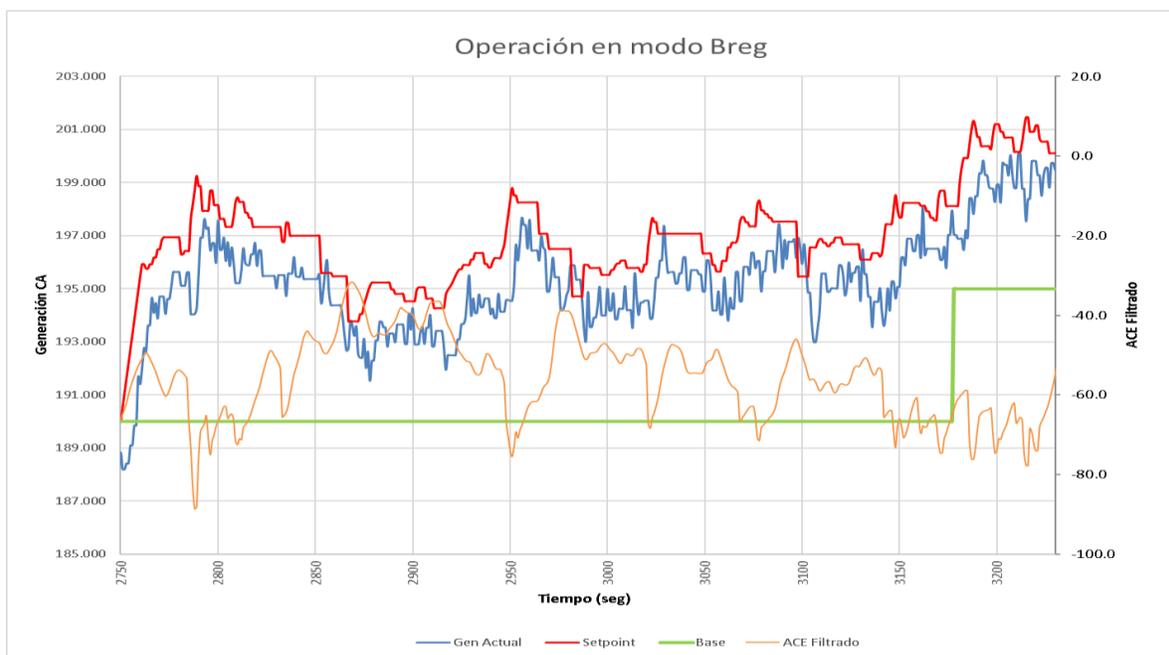
Pruebas de lazo cerrado control de frecuencia

De acuerdo con las condiciones sistémicas al momento de las pruebas, se realizaron pruebas en control del AGC con el modo de control **Breg**, en donde la potencia base es cambiada por el despachador del CDC.

Ciclo Combinado (CC)



Ciclo Abierto (CA)



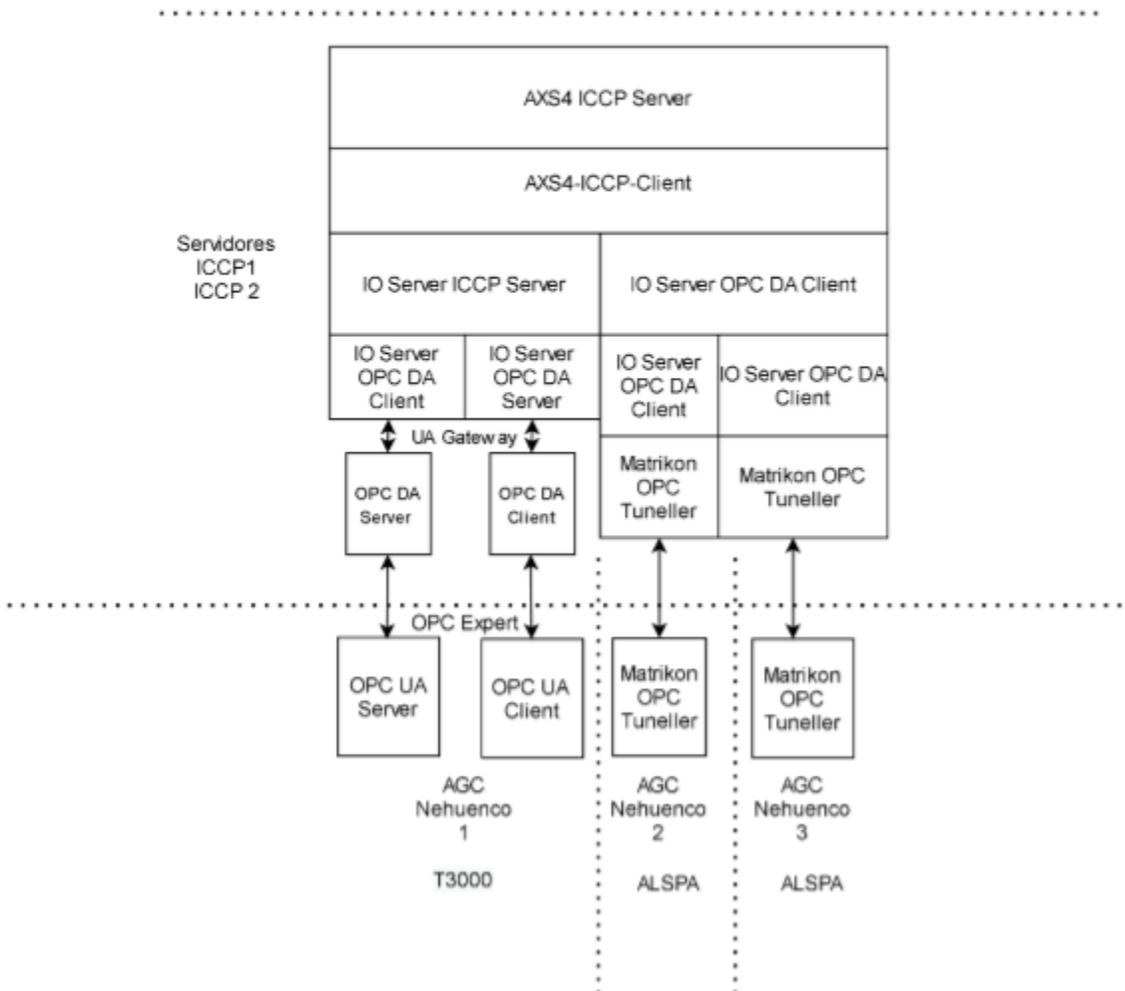
7. CONCLUSIONES

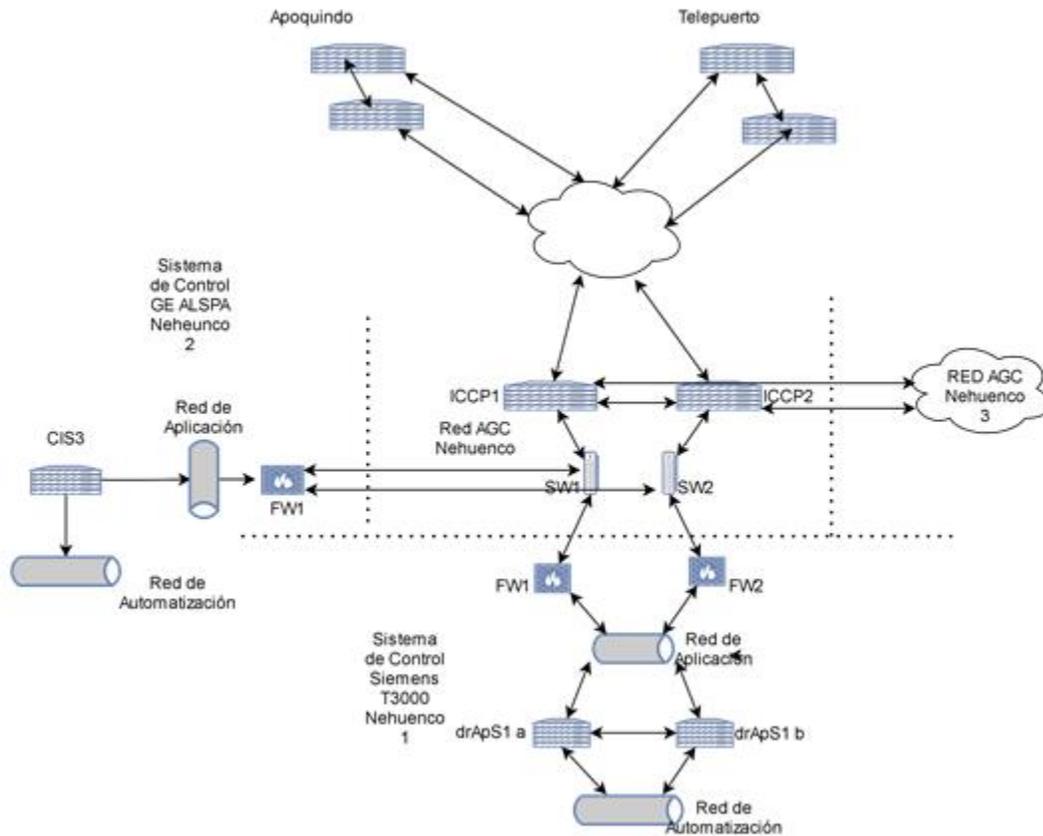
De acuerdo con lo expuesto en el punto 6 del presente informe, se concluye que la CT Nehuenco I, se encuentra habilitada para prestar el SSCC de control secundario de frecuencia en las configuraciones de CC y CA, mediante la utilización de los combustibles GN, GNL y petróleo Diesel.

8. ANEXOS

Anexo 1 Layout de comunicaciones

Diagrama de software Cliente/Servidor OPC





Anexo 2 Certificado de disponibilidad de enlace
Disponibilidad enlace Entel

	Informe Servicio de Monitoreo Cliente COLBUN			Código Documento COLBUN-INFO-003
	Fecha de Revisión 16/11/2022	Revisión N° 1	Fecha de Emisión 16/11/2022	Gerencia de Servicios Gestionados Subg. de Monitoreo y Disponibilidad de Servicios Página Página 5 de 14

2 Objetivos

- Indicar las acciones realizadas frente a eventos detectados en el período.
- Entregar recomendaciones para la mejora de los servicios.
- Presentar resultados de las mediciones realizadas en el período.

3 Gestión del Servicio

A continuación, se presentan los índices relacionados con la gestión del servicio, comprendiendo la disponibilidad operacional y la distribución de eventos del período.

3.1 Disponibilidad Operacional Histórica (12 meses)

La disponibilidad operacional del mes de OCTUBRE es de un 99.89%, superior al promedio del año, con una tendencia de disponibilidad mayor con respecto al mes anterior.

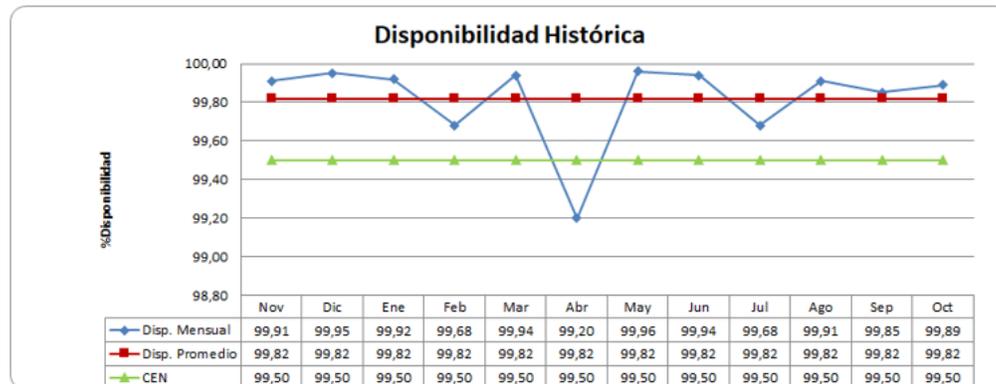


Gráfico N° 1: Disponibilidad Operacional Histórica

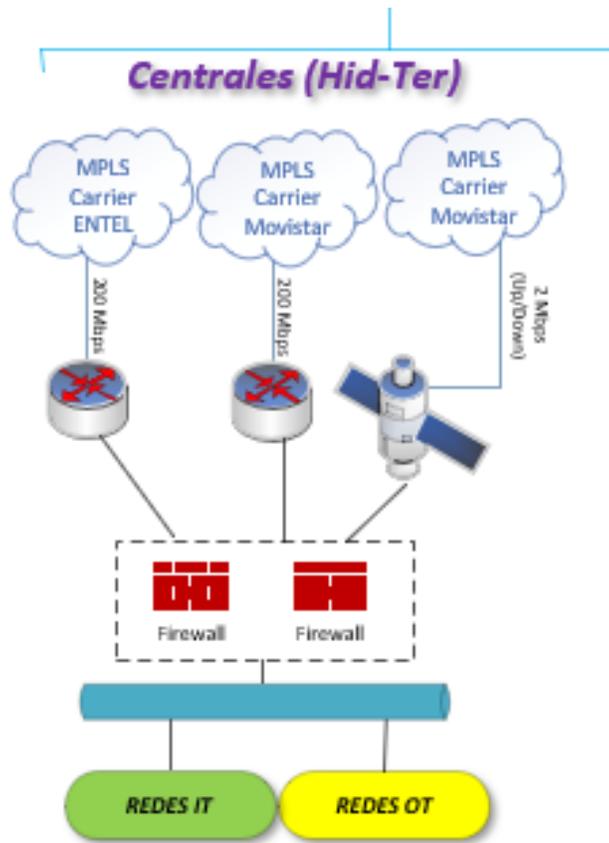


Diagrama de comunicación

Disponibilidad enlace Telefónica

Informe Red WAN		
COLBUN S.A. (COLBUN01)		
Período comprendido entre el 01 al 31 de Octubre 2022		
Total de horas de supervisión diaria	24:00:00	
Total de días de supervisión	31	%
Total de horas de disponibilidad por sucursal	744:00:00	
Sucursales en supervisión	35	
Tiempo total de servicio	28040:00:00	100%
Tiempo de indisponibilidad relacionado a causa u origen en Movistar Chile.	0:00:00	0,00%
Tiempo de indisponibilidad relacionado a causa u origen por Cliente.	0:00:00	0,00%
Tiempo de indisponibilidad relacionado a otras causas.	785:43:42	0,43:27
Tiempo Total de Indisponibilidad	785:43:42	3,02%
Tiempo Total de Disponibilidad de Red WAN	25254:16:18	96,98%
Tiempo Total de Disponibilidad entregado por Movistar Chile (descontando causas asociadas a cliente u otros)	28040:00:00	100,00%

Estación	Direccion	Cod. Servicio	Tiempos por eventos				Disponibilidad			Indisponibilidad		
			Movistar	Cliente	Otro	Total	Total	Movistar	Cliente	Otro		
APOQUINDO	DC Apoquindo 4775, Las Condes, Santiago	VFP2192962	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_ANGOSTURA	Central Angostura S/N, Santa Barbara, Los Andes	VFP2290111	0:00:00	0:00:00	0:02:28	0:02:28	99,99%	100,00%	0,00%	0,00%	0,01%	
CENTRAL_ANGOSTURA_VSAT		SAT-S2X-256	0:00:00	0:00:00	0:10:25	0:10:25	99,98%	100,00%	0,00%	0,00%	0,02%	
CENTRAL_BOCATOMA_CARENA	Camino a Rinconada S/N (Sub Estacion Carena)	VFP2192977	0:00:00	0:00:00	24:13:32	24:13:32	96,74%	100,00%	0,00%	0,00%	3,26%	
CENTRAL_CANDELARIA	Codagua S/N (Central Candelaria), Codagua, R	VFP2191249	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_CANDELARIA_VSAT		SAT-S2X-253	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_CANITUELLAN_VSAT		SAT-S2X-259	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_CARENA_VSAT		SAT-S2X-261	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_COLBUN_VSAT		SAT-S2X-254	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_LOS_PINOS	-37.5071340, -72.6631810, Nacimiento, Los A	VFP2191220	0:00:00	0:00:00	1:37:43	1:37:43	99,78%	100,00%	0,00%	0,00%	0,22%	
CENTRAL_LOS_PINOS_VSAT		SAT-S2X-257	0:00:00	0:00:00	1:42:47	1:42:47	99,77%	100,00%	0,00%	0,00%	0,23%	
CENTRAL_LOS_OJULOS	Los Ojulos S/N, Camino Internacional Km 20 La	VFP2193293	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_LOS_OJULOS_VSAT		SAT-S2X-251	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_NEHUENCO	Ruta CH-60, Km 25, Sector Lo Venecia S/N, Qu	VFP2193295	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_NEHUENCO_VSAT		SAT-S2X-252	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_RIUCUE_VSAT		SAT-S2X-258	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_SANTA_MARIA	By Paso Coronel KM 10 S/N, (Central Sta. Mar	VFP2191411	0:00:00	0:00:00	0:01:49	0:01:49	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
CENTRAL_SANTA_MARIA_VSAT		SAT-S2X-255	0:00:00	0:00:00	1:06:20	1:06:20	99,85%	100,00%	0,00%	0,00%	0,15%	
CHACABUCO	CHACABUCO 3, LOS ANDES, VALPARAISO, CHL	VFP0988227	0:00:00	0:00:00	20:57:46	20:57:46	97,18%	100,00%	0,00%	0,00%	2,82%	
DC AMUNATEGUI	AMUNATEGUI 25, SANTIAGO, REGION METROP	VFP2192610	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
DC CIUDAD DE LOS VALLES	LOS VIENTOS 22043, PUDAHUEL, REGION MET	VFP2192606	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
LA CALERA CENTRO	CARRERA 1308, LA CALERA, CALERA, VALPARA	VFP2192979	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
LA CALERA CERRO	Padre Hurtado S/N (SE La Calera Cerro), La Ca	VFP2192980	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
LAS CONDES	AV APOQUINDO 4775, LAS CONDES, REGION A	MDS522	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
MIMCO TELEPUERTO	Estación Fernandez 5660, La Florida	MDS522	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
OFICINA TX, LOS ANDES	AV CHACABUCO 33, LOS ANDES, VALPARAISO	VFP2192978	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
OFICINA VALDIVIA	MAIPO 187, VALDIVIA, LOS RIOS, CHILE	VFP2192981	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
OVEJERA, TL, TL	Ovejera S/N 33 546 11'S, 704555 97'O, TIII	VFP2192974	0:00:00	0:00:00	46:39:30	46:39:30	93,73%	100,00%	0,00%	0,00%	6,27%	
PIRQUE	Parque Majada Sitio 6 Camino a Santa Rita s/n	VFP1345162	0:00:00	0:00:00	34:43:20	34:43:20	95,33%	100,00%	0,00%	0,00%	4,67%	

Consolidado de Disponibilidad Total

Mes	Año	SLA ESPERADO	SLA MPLS ENTEL	SLA MPLS Movistar	SLA (VSAT) Movistar
Noviembre	2021	99,50%	100%		100,00%
Diciembre	2021	99,50%	100%		100,00%
Enero	2022	99,50%	100%		99,78%
Febrero	2022	99,50%	98,29%		100,00%
Marzo	2022	99,50%	100%		99,90%
Abril	2022	99,50%	96,70%		99,98%
Mayo	2022	99,50%	100%		100,00%
Junio	2022	99,50%	100%		100,00%
Julio	2022	99,50%	100%	100,00%	100,00%
Agosto	2022	99,50%	100%	99,22%	99,89%
Septiembre	2022	99,50%	99,91%	99,73%	99,99%
Octubre	2022	99,50%	100%	100,00%	100,00%

Anexo 3

En la siguiente tabla se muestra los minutos indisponibles por día de las variables AGC desde el 01 de julio al 30 de julio del 2022.

Señales	Suma de MINUTES_UNAV	%
NEHUENC 10. TV1 F	84,58333333	99,80%
NEHUENC 10. TV1 INT	82,4	99,80%
NEHUENC 10. TV1 P	84,58333333	99,80%
NEHUENC 10. TV1 Q	84,88333333	99,80%
NEHUENC 10. TV1 V	84,68333333	99,80%
NEHUENC 15. TG1 F	84,58333333	99,80%
NEHUENC 15. TG1 INT	0	99,80%
NEHUENC 15. TG1 P	84,58333333	99,80%
NEHUENC 15. TG1 Q	84,88333333	99,80%
NEHUENC 15. TG1 V	85,16666667	99,80%
Total, general	760,35	99,80%

La disponibilidad total fue de 99,8% que es superior al 99.5% exigido por norma.

Anexo 4 Señales de Control

Descripción	Testes de los señales analógicos y digitales	
Preparación	Verificar que las comunicaciones están funcionando y que los datos recibidos tienen el status "good" en el SCADA	
Procedimiento	Resultados/Verificación	Observación
Verificar la medición de la generación de la Unidad MW (valor y signo) en el sistema SCADA y comparar con el campo	<p>Valor debe ser igual al valor del medidor de campo</p> <p>OK___</p> <p>La calidad de los analógicos y digitales debe ser buena para el SCADA</p> <p>OK___</p>	<p>CC y CA</p> <p>+0.3 MW</p> <p>Ok</p>
Verificar el estado de la señal digital que indica que la unidad está en línea / fuera de línea (si está disponible). Cambiar en campo y verificar si cambia en el sistema AGC. Esto debe ser hecho por personas expertas de campo para evitar el disparo de la máquina.	<p>Valor debe ser igual al valor del medidor de campo</p> <p>OK___</p> <p>La calidad de los analógicos y digitales debe ser buena para el SCADA</p> <p>OK___</p>	OK
Verificar y cambiar el estado de control del DCS (local / remoto) en campo y verificar si cambia en el sistema AGC	<p>Valor debe ser igual al valor del medidor de campo</p> <p>OK___</p> <p>La calidad de los analógicos y digitales debe ser buena para el SCADA</p> <p>OK___</p>	OK
Verificar los tiempos de envío y recepción de las señales desde el campo hasta el AGC y del AGC hasta el Campo.	Verificar que los tiempos no pueden tener retardos mayores a 5 s.	Verificar los tiempos de envío y recepción de las señales desde el campo hasta el AGC y del AGC hasta el Campo.
Verificar las otras medidas opcionales, si están disponible (frecuencia local, "límite", estado, etc.)	<p>Valor debe ser igual al valor del medidor de campo</p> <p>OK___</p> <p>La calidad de los analógicos y digitales debe ser buena para el SCADA</p> <p>OK___</p>	<p>Los límites telemedidos quedaron ajustados a los límites de Potencia Neta:</p> <p>CC: (322 y 247 MW).</p> <p>CA: (154 y 212 MW).</p> <p>El límite telemedido superior, es variable, y depende de la temperatura ambiente que afecta a la TG.</p>
Aprobar/Reprobar/Saltar	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobar <input type="checkbox"/> Aprobar con error <input type="checkbox"/> Reprobar <input type="checkbox"/> Saltar	
Aprobación (Nombre)	Responsable COORDINADOR	Jorge Silva – Arturo Olavarría
Fecha CA: 13/02/2022 CC: 04/03/2022	Responsable COORDINADO	Martín Serrano

Anexo 5 Pruebas de rampa

Descripción	La prueba de rampa se realiza en modo base y los datos recolectados son utilizados por el sistema para hacer los cálculos de parámetros de capacidad máxima, los parámetros de rampa y los tiempos de respuesta de la unidad a los comandos de setpoint.	
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si las señales de la unidad a ser probada presentan buena calidad, de acuerdo con las pruebas anteriores. • Verificar los parámetros de base de datos y mirar si no existe ningún problema de límites. Verificar las condiciones sistémicas y verificar si es posible ejecutar la prueba y cuál es el límite de rampa de variación de generación de la unidad, que no desmejore la calidad de la frecuencia del sistema.	
Procedimiento	Resultados/Verificación	Observación
Utilizando la aplicación Test de rampa, hacer las pruebas de rampa conforme programa de pruebas.	Verificar si la unidad responde a los comandos enviados y si los datos son grabados correctos OK___ Comprobar que cada paso de la prueba fue ejecutado correctamente OK_	OK
Con el suficiente número de muestras, verificar si los datos de las muestras son parecidos. Eliminar las muestras discrepantes	Verificar si el número de muestras genera un resultado bueno. OK___ Verificar el resultado y configurar los parámetros del lazo de control de la unidad con los resultados OK___	OK
Observar el comportamiento de la unidad con los nuevos parámetros en el AGC	La unidad responde bien a la rampa de subir generación OK___ La unidad responde bien a la rampa de bajar generación OK___	OK
Aprobar/Reprobar/Saltar	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobar <input type="checkbox"/> Aprobar con error <input type="checkbox"/> Reprobar <input type="checkbox"/> Saltar	
Aprobación	Responsable Coordinador	Jorge Silva - Arturo Olavarría
Fecha CA: 13/02/2022 CC: 04/03/2022	Responsable COORDINADO	Martín Serrano

Anexo 6 Determinación de tiempos de retardo y constante de tiempo en el AGC

Descripción	Prueba en modo open loop	
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si las señales de la unidad a ser probada presentan buena calidad, de acuerdo con las pruebas anteriores. • Verificar los parámetros de base de datos y mirar si no existen ningún problema de límites. 	
Procedimiento	Resultados/Verificación	Observación
Hacer los pasos descritos arriba	Verificar si la unidad responde a los comandos enviados y si los datos son grabados correctos OK___ Comprobar que cada paso de la prueba fue ejecutado correctamente OK_	OK
Con el suficiente número de muestras, verificar si los datos de las muestras son parecidos. Eliminar muestras discrepantes	Verificar si el número de muestras genera un buen resultado. OK___ Verificar el resultado y configurar la unidad con los resultados OK___	OK
Observar el comportamiento de la unidad con los nuevos parámetros en el AGC	La unidad responde bien a las variaciones de frecuencia OK___ El sistema si mantiene estable y no hay desbalance entre las unidades generadoras OK___	CC y CA Estatismo: 5% BM: 25 mHZ OK
Aprobar/Reprobar/Saltar	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobar <input type="checkbox"/> Aprobar con error <input type="checkbox"/> Reprobar <input type="checkbox"/> Saltar	
Aprobación	Responsable COORDINADOR	Jorge Silva - Arturo Olavarría
Fecha CA 13/02/2022 Fecha CC 04/03/2022	Responsable COORDINADO	Martín Serrano

- El retardo de respuesta (s) (T3 y T4): y segundos
- La banda muerta de error (MW) (DB): MW
- Knee Point (MW) (K9): MW
- Rechazo de ruido (Filtro de medida): Sin filtro