

ANEXO 1

Requisitos para la Prestación del Servicio de Regulación Secundaria de
Frecuencia – AGC

Marzo de 2020

Contenido

1	Antecedentes.....	3
2	Objetivos.....	5
3	Parámetros Requeridos para la Prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia	5
3.1	Tiempos y Bandas de Recuperación de la Frecuencia por Medio del AGC.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2	Velocidad máxima de cambio de carga del sistema.....	6
3.3	Velocidad Mínima de Cambio de Carga por Unidad.....	6
3.4	Número Mínimo de Unidades	6
3.5	Máximo número de unidades para hacer AGC	7
3.6	Reserva para Regulación de Frecuencia – Holgura para AGC ...	7
3.7	Constante de Regulación Combinada – BIAS	7
3.8	Holgura Mínima por Planta para Hacer AGC.....	8
3.9	Holgura Mínima por Unidad para Hacer AGC	8
3.10	Tiempo de Retardo Permitido para las Unidades en AGC	8
3.11	Estatismo	8
3.12	Resumen Requerimientos Actuales para AGC	9
4	Integración de Unidades de Generación al Esquema de AGC Nacional	11
4.1	Nuevas Unidades que se Integran al Esquema de AGC.....	11
4.2	Sintonía de Unidades.....	14
4.2.1	Envío comandos tipo pulsos desde el CND	15
4.2.2	Envío comandos tipo setpoint desde el CND.....	18
4.3	Aspectos Operativos de las Pruebas de AGC	22
4.4	Mantenimiento de Parámetros.....	23
5	RETIRO DE UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGC ..	25
5.1	Definiciones.....	25

5.2	Antecedente legal y regulatorio	26
6	PROCEDIMIENTO DE RETIRO DE UNA UNIDAD DE GENERACIÓN.....	26
6.1	Acciones preventivas en tiempo real	27
6.2	Acciones preventivas en el análisis posoperativo.....	27
6.3	Revisión de la función AGC	28
6.4	Retiro temporal de la unidad.....	28
6.4.1	Causas	28
6.4.2	Acciones correctivas	29
6.4.3	PROCEDIMIENTO DIAGNÓSTICO DE FALLA DE AGC	29

1 Antecedentes

El Control Automático de Generación (**AGC**) o Regulación Secundaria de Frecuencia, es un sistema de control automático que lleva la frecuencia y los intercambios internacionales a su valor nominal a causa de desviaciones en el balance carga-generación o después de ocurrida una perturbación en el sistema y una vez haya actuado la Regulación Primaria de frecuencia.

Después de ocurrida la perturbación, el SCADA calcula la desviación de frecuencia e intercambio teniendo en cuenta la frecuencia objetivo del Sistema Interconectado Nacional (**SIN**) y el valor del intercambio programado. Dependiendo de la desviación calculada, se envía una modificación a la consigna de potencia (a través de pulsos o set points) de los reguladores de velocidad de las unidades que prestan el servicio de AGC para aumentar o disminuir la inyección de potencia eléctrica al sistema y así mantener el balance carga – generación.

La desviación de la frecuencia o el intercambio se conoce como ACE (Area Control Error). El ACE total se calcula como se muestra en la **Figura 1**.

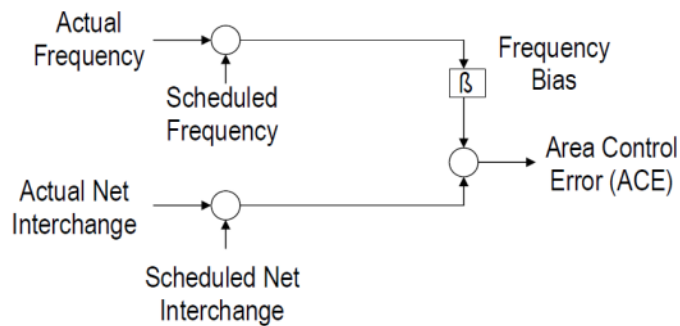


Figura 1. Cálculo del Error de Control de Área ACE

$$ACE = (\text{IntercambioProgramado} - \text{IntercambioReal}) + \beta(60 - \text{FrecuenciaReal}) \text{ [MW]}$$

$$ACE = \Delta P + \beta \Delta f \text{ [MW]}$$

Donde β es la Constante de Regulación Combinada del Sistema o BIAS en [MW/Hz].

Con base en el ACE total y la función de control que se muestra en la

Figura 2, el programa **LFC** (Load Frequency Control) del SCADA calcula, cada 4 segundos, el total de la potencia deseada para corregir una desviación dada. Según los factores de participación de las unidades que estén prestando el servicio en el momento, se determina cuánta es la corrección en potencia que le corresponde a cada unidad.

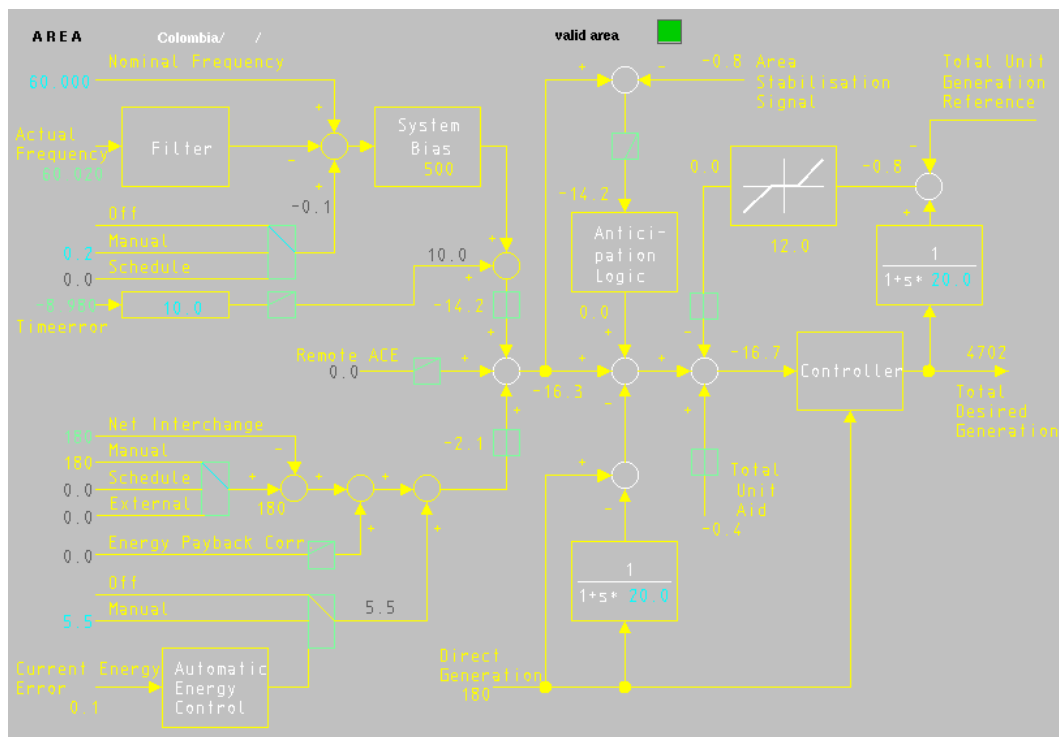


Figura 2. Diagrama de Control del AGC en Sistema SCADA del CND

El ajuste adecuado de los parámetros requeridos para la prestación del servicio de AGC permite garantizar la calidad del control de frecuencia y la operación segura y confiable del SIN. Estos parámetros se enumeran a continuación:

1. Constante de Regulación Combinada del Sistema – β
2. Tiempos y Bandas de Recuperación de la Frecuencia
3. Velocidad de Cambio de Carga del Sistema
4. Velocidad de Cambio de Carga requerido por Unidad
5. Números Mínimo y Máximo de Unidades en Regulación Secundaria de Frecuencia
6. Reserva Total del Sistema
7. Participación Mínima de Regulación Secundaria por Unidad
8. Tiempo de Retardo permitido para las Unidades

Es importante tener en cuenta que para el Sistema Interconectado Nacional, la frecuencia tiene un rango de variación permitido entre 59.80 y 60.20 Hz, excepto en estados de emergencia, fallas, déficit energético y períodos de restablecimiento. Asimismo, es necesario tener en cuenta las consideraciones de calidad de la frecuencia definidos por los Acuerdos operativos que se suscriben entre Colombia y otros países para la operación interconectada.

Desde el punto de vista regulatorio, la Regulación Secundaria de Frecuencia se fundamenta en las Resoluciones CREG 025 de 1995, 198 de 1997, 080 y 083 de

1999 donde se establecen las reglas operativas para la prestación del servicio y las funciones del Centro Nacional de Despacho (CND) en este aspecto. En la Resolución CREG 121 de 1998 se estipula la reglamentación para pruebas de AGC. Por otro lado, la Resolución CREG 064 de 2000 reglamenta la parte comercial del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia y estipula la obligatoriedad comercial de todos los agentes despachados a contribuir con una reserva proporcional a su despacho horario, asimismo esta regulación modifica la 198 de 1997 en lo que respecta a la no necesidad de aprobación del parámetro de reserva de regulación de frecuencia por parte del CNO.

Finalmente, la operación del Sistema Interconectado Nacional, tanto desde el punto de vista económico como técnico, exige la coordinación y participación directa o indirecta de todos los agentes del Mercado de Energía Mayorista en la prestación del servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia.

2 Objetivos

- Establecer los requerimientos técnicos mínimos para la prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia en el Sistema de Potencia Colombiano por parte de las unidades generadoras del Sistema Interconectado Nacional.
- Determinar los procedimientos necesarios para la verificación y aprobación de nuevas unidades en la prestación del servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia.
- Especificar las pruebas necesarias a unidades suspendidas temporalmente del servicio de AGC o que hayan sido objeto de mantenimiento para que puedan declararse elegibles nuevamente para la prestación del servicio.
- Unificar los documentos: ISA UENCND 052-03 de Abril 14 de 2003, ISA UENCND 148-00 de Julio 27 de 2000 e ISA UENCND 198-00 de Septiembre 11 de 2000 aprobados por el CNO en los acuerdos 263 de 2003, 082 de 2000 y 101 de 2000 respectivamente. El presente documento es el Anexo 1 del acuerdo por el cual se establecen los procedimientos y requisitos necesarios para la prestación del servicio de AGC por las unidades conectadas al SIN.

3 Parámetros Requeridos para la Prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia

El crecimiento del Sistema Interconectado Nacional SIN y las constantes renovaciones tecnológicas hacen que las características dinámicas del sistema cambien continuamente, de tal forma que las necesidades del servicio de AGC deban ajustarse permanentemente para garantizar un adecuado desempeño de la frecuencia.

A continuación, se definen los siguientes parámetros relacionados con la prestación del servicio de AGC:

- a) Parámetros Requeridos para la Prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia que deben ser revaluados por el CND y que serán aprobados por el CNO:
 - Velocidad máxima de cambio de carga del sistema (*VMCCS*).
 - Velocidad mínima de cambio de carga por unidad (*VmCCS*).
 - Número mínimo de unidades en AGC (*NmU*).
- b) Parámetros Requeridos para la Prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia que deben ser revaluados por el CND y no requieren aprobación del CNO:
 - Tiempos de recuperación de la frecuencia (*TRF*) y bandas de recuperación de la frecuencia por medio del AGC (*BRF*)
 - Máximo número de unidades para AGC
 - Reserva para regulación secundaria de frecuencia (Holgura para AGC).
 - Holgura mínima por planta para hacer AGC (*HmP*).
 - Holgura mínima por unidad para hacer AGC (*HmU*).
 - Tiempo de retardo de la unidad (*TRU*).
 - Constante de regulación combinada del sistema (*Bias*)

3.1 Velocidad máxima de cambio de carga del sistema (*VMCCS*)

La velocidad máxima de cambio de carga del sistema es la mayor variación de la demanda, medida en MW/min, que registra el SIN durante el día.

3.2 Velocidad Mínima de Cambio de Carga por Unidad (*VmCCS*)

La velocidad mínima de cambio de carga por unidad es la tasa de variación mínima requerida en MW/min para cada unidad del SIN que participe en la prestación del servicio de regulación secundaria de frecuencia, con el objetivo de responder a las variaciones más rápidas de carga en el sistema.

3.3 Número Mínimo de Unidades para AGC (*NmU*)

Es el mínimo número de unidades necesarias en AGC para garantizar la confiabilidad del servicio de regulación secundaria de frecuencia.

3.4 Tiempos (*TRF*) y Bandas (*BRF*) de Recuperación de la Frecuencia por Medio del AGC

Uno de los parámetros más importantes en la calidad de la frecuencia es el tiempo en el cual ésta se recupera después de ocurrido un desbalance carga - generación. Estos tiempos deben incluir rangos necesarios para que la señal al regulador del generador sea enviada y procesada, así como los tiempos de actuación del regulador de velocidad en la regulación primaria. También es de resaltar que el AGC representa un control proporcional integral que requiere de determinados tiempos para la ejecución de sus comandos.

3.5 Máximo número de unidades para hacer AGC

Número máximo de unidades que pueden ser activadas simultáneamente para hacer AGC y que pueden controlar de forma adecuada las variaciones de frecuencia en el sistema.

3.6 Reserva para Regulación de Frecuencia – Holgura para AGC

La Holgura para AGC, también conocida como “Reserva de AGC”, corresponde a la potencia activa de reserva destinada al servicio de regulación secundaria de frecuencia, la cual es entregada por unidades de generación previamente habilitadas para dicho servicio en cumplimiento de los criterios técnicos establecidos en la reglamentación vigente.

El margen de reserva para el servicio de AGC debe responder a los eventos y cambios normales de carga y generación en el SIN. En general, la reserva de AGC está relacionada directamente con la pérdida de unidades de generación, evolución de la demanda, variaciones del pronóstico de la demanda y los cambios de generación horarios originados por el cumplimiento del esquema comercial del mercado mayorista de electricidad colombiano.

A nivel internacional es común encontrar que el margen de regulación secundaria es un porcentaje de la demanda o la pérdida de la unidad más grande.

El valor de la Holgura para AGC podrá ser modificado por el CND según lo establecido en las Resoluciones CREG 083 de 1999 y 064 de 2000.

3.7 Constante de Regulación Combinada – BIAS

La constante de regulación combinada del sistema es un parámetro de control del AGC que permite relacionar la respuesta en potencia activa del sistema ante cambios en la frecuencia del mismo. Esta respuesta es diferente dependiendo

del número de generadores en línea, del período de demanda del día, de las dinámicas de los reguladores de velocidad de los generadores en línea y en general de las características del sistema de potencia en cada instante.

3.8 Holgura Mínima por Planta para Hacer AGC (*HmP*)

Es el rango de regulación mínimo permitido a una planta para prestar el servicio de regulación secundaria de frecuencia

3.9 Holgura Mínima por Unidad para Hacer AGC (*HmU*)

Corresponde al menor rango de regulación que una unidad puede ofertar para regulación secundaria de frecuencia.

3.10 Tiempo de Retardo Permitido para las Unidades en AGC (*TRU*)

El tiempo de retardo se define como el máximo tiempo en segundos desde el momento en que se envíe el comando de regulación desde el CND hasta que el sistema SCADA registre que la unidad responde efectivamente. El tiempo de retardo del proceso de regulación de frecuencia incluye el retardo asociado a los canales de comunicación para el envío y recibo de las consignas y al retardo asociado a la Unidad Terminal Remota (RTU), al sistema de control de velocidad y al generador.

Para garantizar un adecuado desempeño de la respuesta de las unidades a los comandos del AGC, es necesario definir un límite al tiempo de retardo máximo desde el momento en que se envíe el comando de regulación desde el CND hasta que el sistema SCADA registre que la unidad presta el servicio de AGC efectivamente.

3.11 Estatismo

Parámetro definido en la regulación, el estatismo de la máquina es el que relaciona la variación de la frecuencia con la variación de la potencia como se muestra en la Figura 3 y en la Ecuación 1:

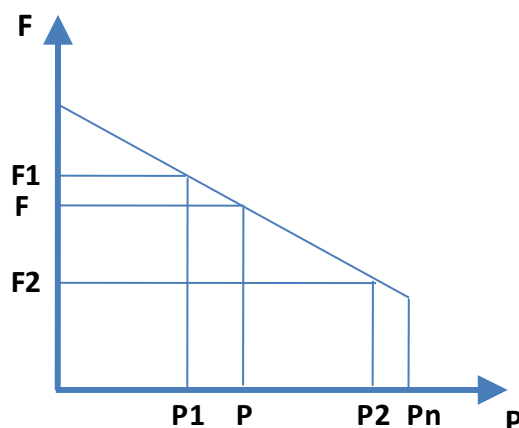


Figura 3. Estatismo de una Unidad de Generación

Si se tiene la máquina a una potencia P y frecuencia f y ocurre un aumento en la frecuencia a f_1 , la potencia de la máquina disminuye a p_1 . Si por el contrario, disminuye la frecuencia a f_2 , la potencia de la máquina aumenta a p_2 .

Ecuación 1. Cálculo del Estatismo de una Unidad de Generación

$$R = \frac{\frac{\Delta F}{F_n}}{\frac{\Delta P}{P_n}} * 100\%$$

3.12 Resumen Requerimientos Actuales para AGC

Los parámetros requeridos para la prestación del servicio de AGC se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros Requeridos para la Prestación del Servicio de AGC

PARÁMETROS	REQUERIMIENTOS	Requiere aprobación del CNO
Estatismo	- Valores entre el 4 y el 6 % (Convencionales) - Valores entre el 2 y el 6 % (No Convencionales)	No aplica

PARÁMETROS	REQUERIMIENTOS	Requiere aprobación del CNO
Tiempos y Bandas de Recuperación de la Frecuencia por medio del AGC.	Revaluado por el CND. Consultar el valor correspondiente en documento CND.	NO
Constante de regulación del sistema	Revaluado por el CND. Consultar el valor correspondiente en documento CND.	NO
Velocidad Máxima de Cambio de Carga del Sistema.	45 MW/min	SI
Velocidad Mínima de Cambio de Carga por Unidad.	Mayor o igual a 11.25 MW/min medidos durante las pruebas de sintonía para prestar el servicio de AGC.	SI
Número Mínimo de Unidades.	5 unidades NOTA: Teniendo en cuenta las particularidades tecnológicas y de control de las plantas de ciclo combinado, las mismas serán consideradas para el AGC como una sola unidad.	SI
Holgura para AGC.	Revaluado por el CND. Consultar el valor correspondiente en documento CND.	NO
Holgura Mínima por Planta para hacer AGC	Revaluado por el CND. Consultar el valor correspondiente en documento CND.	NO
Holgura Mínima por Unidad para hacer AGC	Revaluado por el CND. Consultar el valor correspondiente en documento CND.	NO

PARÁMETROS	REQUERIMIENTOS	Requiere aprobación del CNO
Tiempo de Retardo de la Unidad en comenzar a responder una vez enviado el comando por el AGC.	Revaluado por el CND. Consultar el valor correspondiente en documento CND.	NO

4 Integración de Unidades de Generación al Esquema de AGC Nacional

4.1 Nuevas Unidades que se Integran al Esquema de AGC

Las unidades que van a participar en Regulación Secundaria de Frecuencia se deben integrar directamente al AGC del CND, para lo cual se efectúa el siguiente procedimiento:

1. Cada agente generador que desee participar en la regulación secundaria de frecuencia debe realizar pruebas preliminares que permitan asegurar que la unidad sea apta para la prestación del servicio de AGC. Dichas pruebas corresponden a:

- Medida del Estatismo de la Unidad.
- Medida de Velocidad de Toma de Carga Sostenida.

Como resultado de estas pruebas, el agente responsable debe producir un documento técnico soportado con registros de campo y resultados de ingeniería que establecen la calidad del regulador y de la respuesta de la unidad en sitio. El agente debe presentar los resultados de las pruebas de campo al CND.

En la **Tabla 2** se resumen las anteriores pruebas de campo.

Tabla 2. Pruebas de Campo

TIPO DE PRUEBA	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	OBSERVACIONES
MEDIDA DE ESTATISMO	Los procedimientos utilizados para la obtención del parámetro se documentan en los acuerdos CNO vigentes.		

TIPO DE PRUEBA	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	OBSERVACIONES
VELOCIDAD MÁXIMA SOSTENIDA DE CAMBIO DE CARGA MW/MIN	Se obtiene al hacer mediciones de potencia y tiempo al darle una orden de subir o bajar generación a la máquina, pasando de potencia nominal a cero y viceversa por medio de escalones de igual longitud. De los datos obtenidos se obtiene la pendiente. Estos resultados deben mostrar pendientes similares en todo el rango de operación con el fin de que sean viables los ajustes con el AGC nacional. La experiencia indica que es admisible una desviación de hasta el 25%, cuyo indicador es el coeficiente de variación menor o igual 15%.		

El CND tendrá un día hábil para revisar los resultados de las pruebas de campo. En caso de que se encuentre que los resultados de las pruebas son exitosas y que los parámetros de estatismo y velocidad máxima de toma de carga estén dentro de los límites admisibles definidos por la regulación vigente, el agente puede proseguir con la gestión de integración al AGC nacional, caso contrario debe hacer las modificaciones requeridas para cumplir con los valores requeridos de estatismo y velocidad máxima sostenida de cambio de carga (MW/MIN).

2. El agente debe enviar una comunicación formal al CND, a la Dirección Planeación de la Operación solicitando la integración de la planta al esquema de AGC nacional. Esta carta es necesaria para iniciar todos los procesos requeridos al interior del CND para la integración de la nueva unidad al AGC.

3. El agente debe realizar pruebas de regulación autónoma. El objetivo de estas pruebas es establecer que las unidades que participan en AGC tengan la capacidad de regular la frecuencia en forma autónoma. Para esto es necesario que la unidad tenga instalado un frecuencímetro con muy buena resolución de toma de datos (al menos un dato por segundo). Igualmente se debe indicar al CND de qué modo se realizará el control local (en forma manual, por medio de software, etc.). En la **Tabla 3** se presenta el procedimiento para las Pruebas de Regulación Autónoma.

Tabla 3. Pruebas Autónomas

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	OBSERVACIONES
Poseer Frecuencímetro.	Para esta prueba es necesario que la unidad tenga instalado un frecuencímetro digital de al menos dos decimales; igualmente se debe indicar al CND de qué modo se realizará el control local (en forma manual, por medio de software, etc.).		Deseable registrador de frecuencia con adecuada resolución de toma de datos (al menos tres muestras por segundo).
La unidad regula localmente.	La unidad hará el control localmente y será supervisada por el operador del CND. Se le asignará su máxima capacidad de regulación.		
Seguimiento por parte del CND a la regulación.	Verificación de que la unidad cumpla los estándares de calidad de frecuencia para este tipo de regulación.		
Estándares de Calidad.	La frecuencia debe permanecer dentro de los límites establecidos por el Código de Operación, 59.8 y 60.2 Hz.		
	La frecuencia debe satisfacer un mínimo de un cruce por 60 Hz cada 10 minutos.		
	En caso de presentarse un evento (disparo de una unidad, por ejemplo), la frecuencia debe regresar a su valor nominal al cabo de TRF minutos.		
	No deben presentarse oscilaciones en la frecuencia por efectos		

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	OBSERVACIONES
	de este tipo de regulación.		

Nota: El valor del parámetro *TRF* es calculado por el CND y se encuentra disponible para su consulta en el Documento *Parámetros Requeridos para la Prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia*

4. Se deben realizar y completar las pruebas de comunicaciones y requerimientos tecnológicos necesarios para llevar a cabo el proceso automático de control de generación desde el CND. Estas pruebas permiten configurar parámetros relacionados con el canal de comunicaciones, las RTUs, direcciones de medidas, indicaciones y comandos y deben ser coordinadas y llevadas a cabo entre el agente y la Dirección Tecnología de XM (Grupo SCADA).

5. Entre el agente generador y el CND se definirá el modo en el que el CND enviará comandos a la unidad para hacer AGC: pulsos o setpoint. La notificación se hará a la Dirección Planeación de la Operación.

6. El agente generador debe enviar a la dirección Planeación de la Operación los valores de los siguientes parámetros que permitirán ajustar el modelo inicial de la planta en el programa que corre la función automática de control de frecuencia:

a) Factor de conversión de MW por pulso (Piff step) para subir y para bajar (en caso de que el envío de comandos se realice a través de pulsos).

b) Máximo y mínimo técnico de las unidades para hacer AGC [MW]

7. Una vez realizado lo anterior y verificado que la planta cumple con los requisitos técnicos mínimos para hacer AGC (ver Tabla 1), el CND procede a realizar los trámites de aplicativos necesarios para que el agente pueda realizar la oferta de pruebas de AGC.

8. Finalmente, el agente debe coordinar con la Dirección Planeación de la Operación la fecha de las pruebas oficiales de AGC según disponibilidad de los recursos tecnológicos y de personal necesario para llevar a cabo la prueba desde el CND.

9. De acuerdo con los resultados de las pruebas oficiales de AGC (Ver **Tabla 4** y **Tabla 5**) se determina la elegibilidad para AGC de la planta.

4.2 Sintonía de Unidades

El proceso de sintonía de unidades se debe realizar ante la integración de una nueva unidad al AGC Nacional o ante cambios en una unidad de generación que

puedan originar una modificación de la respuesta en regulación primaria de la unidad ante una variación de la frecuencia o una modificación en el tiempo de retardo que hay entre el comando enviado por el AGC y la respuesta real de la unidad. En el proceso de sintonía se determina el ajuste de los parámetros del modelo de la unidad en el sistema SCADA del CND. Adicionalmente se determina la respuesta de la unidad en modo automático por un periodo de tiempo acordado entre el agente y el CND.

Para el caso en el que se tengan más de una unidad compartiendo sistema de control o RTU, se realizaran pruebas en automático, durante el mismo periodo acordado, con el fin de verificar el adecuado desempeño de varias unidades haciendo AGC.

Teniendo en cuenta la modalidad en la que se envíen los comandos desde el CND se tienen dos alternativas: Envío comandos tipo pulsos desde el CND y envío comandos tipo setpoint desde el CND. El procedimiento a seguir considerando ambas alternativas se describe a continuación:

4.2.1 Envío comandos tipo pulsos desde el CND

- Verificar la respuesta de las unidades con los parámetros originales. Para esto, se coloca la unidad en modo de prueba (Test) y se le envían varios escalones de igual longitud, pasando de mínimo a máximo y viceversa y se evalúa la respuesta de la unidad.
- Determinar el factor de conversión (MW/Pulso). Este debe presentar un valor único para toma de carga y otro para bajar carga. Si durante las pruebas resulta una alta dispersión de este factor, no es posible obtener un valor para este parámetro. Constituyen referencia técnica las pruebas y registros preliminares de la unidad que deben garantizar el buen comportamiento.
- Se produce para las unidades un conjunto de datos recorriendo, en forma similar a la prueba de toma de carga, el ciclo completo de subida y bajada de generación, efectuando el ajuste necesario en los parámetros.
- Para determinar la calidad de la respuesta de la unidad en AGC, se utilizan los siguientes indicadores:
 1. Respuesta lineal en todo el rango de regulación.
 2. Coeficiente de variación de los factores de conversión de MW/pulso tomados durante la prueba debe ser menor al 15%.
 3. Tiempo que tarda en responder la unidad una vez se envía el comando inferior a TRU segundos.
 4. Valor del error final de potencia promedio menor o igual a 2 MW.

5. Coeficiente de variación de la velocidad de cambio de carga por unidad medida durante la prueba menor al 15%.

Tabla 4.Requerimientos para Pruebas Exitosas de AGC – Envío comandos tipo pulsos desde el CND

PROCEDIMIENTO	REQUERIMIENTO	RESULTADO
Determinar el rango de regulación de la unidad	El Rango de Regulación de la Unidad debe ser mayor a <i>HmU</i> MW y el rango de regulación de la planta a la que pertenece la unidad debe ser mayor a <i>HmP</i> MW.	Rango de regulación entre: MW
Verificar la respuesta de las unidades a los comandos tipo pulsos enviados desde el CND	La respuesta de las unidades debe ser lineal en la región de regulación. El rango de regulación se divide en franjas. Para cada franja se determina el Piff Step y la Velocidad de Cambio de Carga, tanto para subir como para bajar. Los coeficientes de variación del Piff Step y de la Velocidad de Cambio de Carga calculados tanto para cada una de las franjas como entre las franjas, no debe ser superior al 15%.	Conserva una respuesta lineal en la región de regulación Coeficiente de Variación entre franjas Piff Step: % Velocidad de Cambio de Carga: % Coeficiente de Variación para cada franja Piff Step: % Velocidad de Cambio de Carga: %
Determinar los factores de conversión MW/Pulso	El rango de dispersión de todos los factores tomados durante la prueba debe ser menor al 15%.	Piff Step Subir: MW/Pulso Bajar: MW/Pulso Coeficiente Variación Subir: % Bajar: %
Determinar el tiempo de retardo desde que se envía el comando de regulación desde el CND hasta que el sistema SCADA responde	Este valor debe ser menor a <i>TRU</i> segundos.	Retardo: s

PROCEDIMIENTO	REQUERIMIENTO	RESULTADO
Verificar el valor del error final de potencia una vez se envían los pulsos	El valor del error final promedio no debe superar los 2 MW.	MW
Verificar la máxima Velocidad de Cambio de Carga por Unidad	La Velocidad de Cambio de Carga por Unidad debe ser mayor o igual a V_{mCCU} MW/min y la dispersión de los datos debe ser menor al 15 %	Promedio subir: MW/min Coeficiente de Variación: % Promedio bajar: MW/min Coeficiente de Variación: %
Verificar la respuesta de la unidad bajo AGC en modo automático.	Durante el periodo de regulación de la unidad en modo automático, no se deben presentar oscilaciones no amortiguadas o desviaciones fuera de la consigna del AGC por más de TRF minutos o que lleven a suspensión de la unidad por el AGC.	La unidad cumple / no cumple con la prueba en automático.
Pruebas en modo automático de varias unidades compartiendo RTU o sistemas de control.	Para el conjunto de unidades bajo pruebas, no se deben presentar oscilaciones no amortiguadas o desviaciones fuera de la consigna del AGC por más de TRF o que lleven a suspensión de la unidad por el AGC.	El conjunto de unidades cumple / no cumple con la prueba conjunta en automático.

Nota: Los parámetros TRU , HmU , HmP , TRF , V_{mCCU} son calculados por el CND y se encuentran disponibles para su consulta en el Documento *Parámetros Requeridos para la Prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia*

4.2.2 Envío comandos tipo setpoint desde el CND

Se determina el ajuste de los parámetros del modelo de cada unidad en el sistema SCADA del CND para lo cual se realiza el siguiente procedimiento:

- Verificar la respuesta de las unidades con los parámetros originales. Para esto, se coloca la unidad en modo de prueba (Test) y se le envían varios pulsos de igual longitud (máxima), pasando de mínimo a máximo y viceversa y se evalúa la respuesta de la unidad.
- Se produce para las unidades un conjunto de datos recorriendo, en forma similar a la prueba de toma de carga, el ciclo completo de subida y bajada de generación, efectuando el ajuste necesario en los parámetros.
- Para determinar la calidad de la respuesta de la unidad en AGC, se utilizan los siguientes indicadores:
 1. Respuesta lineal en todo el rango de regulación.
 2. Tiempo que tarda en responder la unidad una vez se envía el comando inferior a TRU segundos.
 3. Valor del error final de potencia promedio menor o igual a 2 MW.
 4. Coeficiente de variación de la velocidad de cambio de carga por unidad medida durante la prueba menor al 15%.

El proceso de sintonía de unidades permite realimentar la información de los parámetros pre-calculados y realizar la mejor sintonía posible. Finalmente, se deben cumplir los criterios que se resumen en la **Tabla 5** para que las pruebas sean declaradas como exitosas.

Tabla 5. Requerimientos para Pruebas Exitosas de AGC – Envío comandos tipo setpoint desde el CND

PROCEDIMIENTO	REQUERIMIENTO	RESULTADO
Determinar el rango de regulación de la unidad	El Rango de Regulación de la Unidad debe ser mayor a HmU y el rango de regulación de la planta a la que pertenece la unidad debe ser mayor a HmP MW.	Rango de regulación entre: MW
Verificación de respuesta de las unidades a comandos	La respuesta de las unidades debe ser lineal en la región de regulación.	Conserva una respuesta lineal en la región de regulación

PROCEDIMIENTO	REQUERIMIENTO	RESULTADO
de Setpoint enviados desde el CND.	El rango de regulación se divide en franjas. Para cada franja se determina la Velocidad de Cambio de Carga, tanto para subir como para bajar. Los coeficientes de variación de la Velocidad de Cambio de Carga calculados tanto para cada una de las franjas como entre las franjas, no debe ser superior al 15%.	Coeficiente de Variación entre franjas Velocidad de Cambio de Carga: % Coeficiente de Variación para cada franja Velocidad de Cambio de Carga: %
Determinar el tiempo de retardo desde que se envía el comando de regulación desde el CND hasta que el sistema SCADA responde	Este valor debe ser menor a <i>TRU</i> segundos.	Retardo (s)
Verificar el valor del error final de potencia una vez se envía el setpoint	El valor del error final promedio no debe superar los 2 MW.	MW
Verificar la máxima velocidad de Cambio de Carga por Unidad	La Velocidad de Cambio de Carga por Unidad reportada por el agente u obtenida en la prueba debe ser mayor o igual a <i>VmCCU</i> MW/min y la dispersión de los datos debe ser menor al 15 %	Promedio subir: MW/min Coeficiente de Variación: % Promedio bajar: MW/min Coeficiente de Variación: %
Verificar la respuesta de la unidad bajo AGC en modo automático.	Durante el periodo de regulación de la unidad en modo automático, no se deben presentar oscilaciones no amortiguadas o desviaciones fuera de la consigna del AGC por más del <i>TRF</i> minutos o que lleven a suspensión de la unidad por el AGC.	La unidad cumple / no cumple con la prueba en automático.

PROCEDIMIENTO	REQUERIMIENTO	RESULTADO
Pruebas en modo automático de varias unidades compartiendo RTU o sistemas de control.	Para el conjunto de unidades bajo pruebas, no se deben presentar oscilaciones no amortiguadas o desviaciones fuera de la consigna del AGC por más de <i>TRF</i> minutos o que lleven a suspensión de la unidad por el AGC.	El conjunto de unidades cumple / no cumple con la prueba conjunta en automático.

Nota: Los parámetros *TRU*, *HmU*, *HmP*, *VmCCU* son calculados por el CND y se encuentran disponibles para su consulta en el Documento *Parámetros Requeridos para la Prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia*

En general, independientemente del tipo de comando que se envíe desde el CND, se espera que la unidad llegue lo más rápido posible al valor objetivo y que lo haga en forma suave, esto es, que obtenga una respuesta amortiguada o ligeramente subamortiguada.

Finalmente, en la **Tabla 6** se resume de forma general el procedimiento para pruebas de Sintonía de Unidades en el sistema SCADA del CND. Este sistema lleva a cabo la función de control automático de frecuencia.

Tabla 6. Sintonía de Unidades

ITEM	PROCEDIMIENTO	CUMPLE	OBSERVACIONES
1	Base de datos del sistema SCADA actualizada con los datos de las pruebas de campo.		
2	El Rango de Regulación debe ser mayor a HmP MW por planta.		
3	Unidad comandada desde el CND (remoto).		
4	Unidad en modo "Test".		
5	Envío de escalones de igual tamaño hacia arriba y hacia abajo, mínimo 15 veces por franja en cada sentido.		
6	Verificación de respuesta de la unidad a los comandos (pulso o setpoint) enviados desde el CND (respuesta lineal o no).		
7	Determinar el factor de conversión MW/Pulso (coeficiente de variación no mayor 15%). En caso de que los comandos enviados desde el CND sean tipo pulso.		
8	Tiempo que tarda en responder la unidad una vez se le envía el comando (delay) (menos de TRU segundos).		
9	El valor del error final de potencia promedio no debe ser superior 2 MW.		
10	La Velocidad máxima de Cambio de Carga por Unidad debe ser Mayor o igual a $VmCCU$ MW/min y la dispersión de los datos debe ser menor al 15 %.		

Nota: Los parámetros TRU , HmP y $VmCCU$ son calculados por el CND y se encuentran disponibles para su consulta en el Documento *Parámetros Requeridos para la Prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia*

4.3 Aspectos Operativos de las Pruebas de AGC

Algunos aspectos operativos para la realización de pruebas de Regulación Secundaria de Frecuencia (AGC) se describen a continuación:

- Una vez las pruebas de campo hayan sido aprobadas por el CND, el agente queda habilitado para iniciar las pruebas de integración al AGC nacional.
- El CND coordinará previamente con el personal de la unidad/planta la realización de las pruebas de AGC, acordando los períodos de ejecución de las mismas, el agente ofertará la máxima capacidad para regular en cada período horario, el tipo de prueba, etc.
- El agente informará al CND el programa específico de pruebas AGC en cada período horario, cumpliendo con los plazos y procedimientos para pruebas establecidos en la reglamentación vigente.
- Los agentes efectuarán sus ofertas en forma normal y la asignación en el Despacho se hará con base en estas ofertas, de acuerdo con las Resoluciones CREG 198 de 1997 y 121 de 1998.
- En la operación real se asignará el AGC de acuerdo con el plan acordado. De ser necesario retirar durante las pruebas, operativamente y en forma transitoria, alguna unidad del AGC, se dejará la programación original y se le solicitará a las unidades que tengan asignado el AGC estar atentas para corregir la frecuencia si se presentan problemas.

En la **Tabla 7** se resumen aspectos operativos para las pruebas de Regulación Secundaria de Frecuencia.

Tabla 7. Aspectos Operativos

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	OBSERVACIONES
Agente preparado para iniciar pruebas de integración.	Comunicación escrita del CND indicando que el agente puede realizar pruebas y salir programado en el despacho al tercer día.		
Coordinación de las pruebas de integración.	Coordinación telefónica o vía email entre la Dirección Planeación de la Operación del CND y el Agente generador mínimo 3 días hábiles antes de la fecha propuesta para las pruebas		

Ofertas.	El agente ofertará la máxima capacidad para regular por unidad en cada período horario.		
	La asignación en el Despacho se hará con base en las ofertas, de acuerdo con las Resoluciones CREG 198 de 1997 y 121 de 1998 o aquellas que las modifique o sustituya.		
Retiro de unidades durante las pruebas.	Procedimiento de autorizaciones.		
Entrega de informe por parte del CND.	Una vez finalizadas las pruebas el CND tendrá hasta un día hábil para enviar el informe de resultados de las pruebas al Agente generador.		
Agente habilitado para prestar el Servicio de Regulación de Frecuencia.	El agente podrá hacer sus ofertas en las fechas establecidas en el informe del CND.		

4.4 Mantenimiento de Parámetros

Los parámetros que utiliza la función AGC son sensibles a las modificaciones en cualquiera de los subsistemas asociados a ella (computadoras, sistemas de comunicación, dispositivos de acople a la unidad, regulador de velocidad); por lo tanto, es necesario volver a sintonizar estos parámetros cada vez que haya cambios originados ya sea por mantenimiento general o por cualquier otro tipo de mantenimiento.

Cada vez que una unidad sea retirada para efectuarle cualquier tipo de intervención al regulador de velocidad o algún otro dispositivo de control relacionado con la regulación primaria o secundaria, deberá ser reportado al CND. Dado que la unidad pierde su elegibilidad para la prestación del servicio de regulación secundaria. El agente debe coordinar pruebas con el CND con el fin de sintonizar parámetros de la unidad involucrada.

Para la actualización y mantenimiento de los parámetros se realiza el procedimiento descrito en **Sintonía de Unidades**.

En la **Tabla 8** se presenta el procedimiento para mantener actualizados los parámetros de las unidades que prestan el servicio de AGC.

Tabla 8. Ajuste de Parámetros Unidades después de Mantenimiento que Afecte la Regulación de Frecuencia

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	OBSERVACIONES
El agente informa tipo de mantenimiento o cambios realizados. En caso de modificar un parámetro básico, se debe adjuntar informe.	Si como resultado de un mantenimiento al regulador o al actuador que afecta la regulación de frecuencia, se prevé un cambio en un parámetro, el agente reporta al CND. Se adjunta informe técnico.		Intervención que afecte estatismo, toma de carga y linealidad de respuesta.
Evaluación CND-Agente	Con base en el informe enviado por el agente, el CND acordará con él la realización de pruebas de sintonía de acuerdo con el procedimiento establecido.		
Pruebas de campo y Regulación autónoma.	Si es necesario se realizará de nuevo el procedimiento establecido para este tipo de pruebas.		
Solicitud de pruebas.	Dado que la unidad pierde su elegibilidad para la prestación del servicio de regulación secundaria, el agente debe coordinar pruebas con el CND con el fin de sintonizar parámetros de la unidad involucrada.		

Sintonía de unidades	Se realizará de nuevo el procedimiento establecido para este tipo de pruebas.		
----------------------	---	--	--

5 RETIRO DE UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGC

5.1 Definiciones

AGC: Automatic Generation Control AGC (siglas en inglés que significan en español Control Automático de Generación). Es una herramienta computacional que permite la operación automática entre generadores y un centro de control, enviando consignas en MW necesarias para corregir desviaciones de frecuencia e intercambios internacionales. Esta etapa de la regulación de frecuencia corresponde al control secundario de un sistema eléctrico de potencia, buscando mantener un equilibrio entre la generación y la demanda, así como cumplir los intercambios internacionales.

CND: Centro Nacional de Despacho.

Desconexión automática: Es la acción tomada por la función de AGC cuando la señal de desviación de la unidad de generación respecto a lo esperado supera un umbral.

IFS (Independent Front-end System por sus siglas en inglés): Es el sistema del CND mediante el cual se reciben y se envían a las RTUs las tramas en los protocolos estándar de proceso. Siempre son los computadores más cercanos al canal de comunicaciones los que hacen parte del sistema front-end.

Loop: Acción que consiste en unir la transmisión con la recepción de un canal de comunicaciones a fin de ver en la capa de enlace que la trama enviada coincide con la recibida.

Ping: Acción que consiste en enviar una trama de tamaño específico en un paquete IP, el cual es interpretado de manera que se retorna una confirmación de recepción. Es similar al loop pero sobre IP.

Prueba de verificación: Es la prueba coordinada entre el CND y el agente para evaluar el desempeño del AGC de una unidad de generación mediante el envío por parte del CND de pulsos/setpoint a la unidad bajo prueba.

RTU (Remote Terminal Unit por sus siglas en inglés): Es el equipo que está en las plantas de generación y subestaciones y se encarga de incorporar todas las medidas y estados y enviarlas al CND mediante los protocolos IEC 60870-101 e IEC 60870-104.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition por sus siglas en inglés): Control de supervisión y adquisición de datos utilizado para la visualización, supervisión y control de información operativa.

Trace/Log: Es un archivo de texto en donde se escriben en orden cronológico las acciones que ejecuta un programa de computadora de manera interpretada y legible. En particular para los canales de comunicación, se escribe la interpretación de las tramas tanto de transmisión como de recepción y sus respectivos tiempos de entrada y salida.

5.2 Antecedente legal y regulatorio

El Consejo Nacional de Operación tiene la función legal de acordar los aspectos técnicos para garantizar una operación segura, confiable y económica del SIN y ser el ejecutor del Reglamento de Operación.

La Resolución CREG 198 de 1997 estableció reglas transitorias aplicables a la prestación del Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia (AGC) y modificó disposiciones del Anexo CO-4 y algunas disposiciones de la Resolución CREG-025 de 1995.

En el literal g del numeral 4 del artículo 1 de la Resolución CREG 198 de 1997 se prevé que:

“Si durante la operación el CND detecta, que uno o varios de los recursos de regulación, no cumplen los niveles de calidad establecidos, podrá retirar temporalmente el recurso en cuestión del esquema de regulación, mientras se realizan los correctivos necesarios. El CND informará al CNO sobre las causas que motivaron la decisión de retiro temporal.”

5.3 Procedimiento de retiro de una unidad de generación

El CND o el agente pueden detectar una anomalía en la prestación del servicio de AGC por parte de una unidad de generación en tiempo real o en el análisis posoperativo.

A continuación, se presentan las consideraciones previas al retiro de unidades de AGC y el procedimiento para tal fin.

5.3.1 Acciones preventivas en tiempo real

- I. Ante anomalías previas a una desconexión automática de la función de AGC de la unidad de generación:

De manera preventiva y a partir del momento en que el CND o el agente detectan una anomalía de la unidad de generación que está prestando el servicio de AGC; el CND y el agente se comunicarán por teléfono o por correo electrónico y acordarán tomar acciones preventivas para que no se presente la desconexión automática de la función de AGC de la unidad de generación.

- II. Ante desconexión automática de la función de AGC de la unidad de generación:

En el evento que se presente al menos una desconexión automática de la función de AGC de la unidad de generación, el CND deberá comunicarse con el agente por teléfono o por correo electrónico y acordarán tomar acciones preventivas, para dar solución a la anomalía.

Las acciones preventivas podrán ser acordadas entre el CND y el agente a partir de la primera desconexión automática de la función AGC de una unidad de generación.

En cualquier momento durante el día y de detectarse una anomalía en la prestación del servicio de AGC, ya sea que se haya generado o no una desconexión automática de la función AGC de una unidad, el CND y el agente podrán coordinar el reemplazo de la(s) unidad(es) que presenta(n) la anomalía, con otra(s) de la misma planta que haya(n) ofertado AGC. En caso de no ser posible el reemplazo con unidades de la misma planta, el CND asignará la holgura restante entre todas las unidades elegibles del Sistema según la reglamentación vigente.

5.3.2 Acciones preventivas en el análisis posoperativo

De manera preventiva y a partir del momento en que el CND o el agente detectan una anomalía de la unidad de generación que estuvo prestando el servicio de AGC; el CND y el agente se comunicarán por teléfono o por correo electrónico y acordarán tomar acciones preventivas para dar solución a la anomalía.

Cuando en el análisis posoperativo se evidencie que la unidad de generación presenta una anomalía, y así no se haya presentado desconexión automática de la función AGC de la unidad, el CND podrá coordinar pruebas de verificación en condición operativa o prueba declarada en el despacho económico.

5.4 Revisión de la función AGC

Siempre que el CND detecte una anomalía en la prestación del servicio de AGC, revisará la función de AGC de su sistema SCADA, y si se encuentra que la misma está funcionando adecuadamente, le informará al agente sobre el desempeño inadecuado de la unidad, para coordinar la ejecución de acciones preventivas y establecer la causa de la anomalía.

Si después de hacer la revisión de la función AGC del sistema SCADA del CND, se encuentra que la misma no está funcionando adecuadamente, de manera inmediata el CND comunicará dicha situación a los agentes cuyas unidades se estén viendo afectadas en la prestación del servicio de AGC y emprenderá las acciones que correspondan.

En el evento que la desconexión de una unidad de generación se haya originado por problemas de la función AGC del sistema SCADA del CND, se reiniciará el contador de desconexiones automáticas dadas por programa AGC. El indicador de desconexiones se realizará por unidad y se reiniciará a las 00:00 horas de cada día.

5.5 Retiro temporal de la unidad

5.5.1 Causas

Para un día de operación, se retirará temporalmente una unidad de generación de la prestación del servicio de AGC cuando:

- I. La misma se desconecte de la función AGC por 30 minutos continuos.
- II. Cuando en el día de operación se presenten 5 desconexiones.

Respecto a la causal II, el agente dispondrá de 30 minutos para resolver la anomalía, contados a partir de la primera desconexión; lo anterior independientemente del número de desconexiones que se puedan presentar en este lapso de tiempo. Para las desconexiones subsiguientes, el agente no dispondrá de estos 30 minutos. El CND contabilizará en todo momento el número de desconexiones, de tal manera que, si se presenta una desconexión adicional

después de los 30 minutos iniciales, que ocasione que el contador sea superior a 4, el CND retirará temporalmente la unidad del servicio de AGC”.

5.5.2 Acciones correctivas

Cuando se presente el retiro temporal de la unidad de la prestación del servicio de AGC se tomarán las siguientes acciones correctivas:

- I. Por seguridad del sistema, el CND reasignará la holgura para AGC entre todas las unidades elegibles aplicando las reglas de la Resolución CREG 198 de 1997, e informará al CNO sobre las causas que motivaron la decisión del retiro temporal de la unidad.
- II. El CND informará al agente sobre el retiro temporal de la unidad mediante llamada telefónica grabada.
- III. El CND y el Agente darán inicio al procedimiento de Diagnóstico de Falla AGC (Ver Anexo 3 Diagnostico Falla AGC-SCADA).

Cuando lo amerite, el CND y el agente podrán presentar para análisis del Subcomité de Controles los casos en los que se presente el retiro temporal de las unidades de generación.

5.5.3 Procedimiento diagnóstico de falla de AGC

Si como resultado del procedimiento de Diagnóstico de Falla de AGC (Anexo 3) se detecta que la anomalía presentada se origina en los subsistemas de responsabilidad del CND, este analizará la anomalía, enviará por correo electrónico al día siguiente hábil el informe con los resultados del diagnóstico y de ser necesario coordinará con el agente la realización de pruebas de verificación de AGC ya sea en condición operativa o en pruebas declaradas en el despacho económico. Durante este tiempo la unidad mantendrá la elegibilidad para prestar el servicio, sin que se le asigne holgura para AGC.

Si como resultado del procedimiento de Diagnóstico de Falla de AGC (Anexo 3) se detecta que la anomalía presentada se origina en los subsistemas de responsabilidad del agente, este emprenderá las acciones que corresponda para darle solución a la anomalía y enviará al CND un correo electrónico informando las acciones tomadas. El CND tendrá hasta 2 días calendario para analizar la información enviada por el Agente y acordará con él si se pierde o no la elegibilidad de la unidad, de no llegarse a un acuerdo se considerará que la unidad pierde la elegibilidad para la prestación del servicio de AGC.

Si como consecuencia de las acciones tomadas por el agente para dar solución a la anomalía de la unidad se pierde elegibilidad para la prestación del servicio

de AGC, el agente coordinará con el CND la realización de las pruebas de sintonía.

Si la unidad no pierde elegibilidad, el CND coordinará con el Agente la realización de las pruebas de verificación y se encargará de realizar el análisis técnico (generación y registro de trazabilidad de comandos) para envío al agente.

El agente tendrá la opción de realizar hasta tres (3) pruebas de verificación en condición operativa y una (1) prueba declarada en el despacho económico. Siempre que una prueba de verificación no sea exitosa, el agente informará al CND por correo electrónico o llamada telefónica el correctivo realizado, para que se programe con el CND la siguiente prueba.

Si las pruebas de verificación son exitosas, se informará al agente y al CNO que la unidad sale del retiro temporal

Si las 4 pruebas de verificación no son exitosas, la unidad de generación pasa a ser no elegible para la prestación del servicio de AGC, en cuyo caso el agente coordinará con el CND la realización de las pruebas de sintonía.

ANEXO 2

Procedimiento para la identificación de fallas en las comunicaciones asociadas a la prestación del servicio de regulación secundaria de frecuencia

Cuando durante la operación del SIN se registren problemas operativos en el desempeño del AGC, el Centro Nacional de Despacho verificará si la causa de estos problemas está asociada con el desempeño del canal de comunicación, o de la función de control del AGC del CND.

Si existe evidencia de problemas en el canal de comunicación o si se tiene información de que se hayan presentado cambios en este canal o en su tecnología asociada, el CND podrá solicitar y coordinar con los agentes generadores la realización de pruebas para verificar el desempeño de dicho canal en la prestación del servicio de regulación secundaria de frecuencia.

Para tal efecto, luego de la publicación del Despacho Programado, el CND solicitará y coordinará con el agente generador la realización de pruebas en alguno o algunos de los períodos horarios del día siguiente.

El CND verificará previamente que con la realización de las pruebas no se ponga en riesgo la seguridad de la operación del SIN.

De requerirse realizar variaciones en la generación de las unidades o plantas durante las pruebas, el CND procurará por que los cambios de generación hacia arriba y hacia abajo se realicen en torno del Despacho Programado Original, de tal forma que la generación real de la planta o unidad se mantenga dentro del 5% permitido.