



GM N°231/2019

Santiago, 23 de mayo de 2019

Señor

Rodrigo Espinoza V.

Subgerente Aseguramiento de la Operación

**Coordinador Eléctrico Nacional**

Presente

**Ref.:** Informes de Mínimo Técnico de Central Hidroeléctrica Angostura, enviados en carta GM N°047/2019, el 08 de febrero de 2019.

De nuestra consideración:

En relación con su carta DE 02361-19 de fecha 30 de abril de 2019, mediante la cual nos solicita incorporar antecedentes técnicos adicionales a los Informes de Mínimo Técnico de las unidades de la Central Hidroeléctrica (CH) Angostura, informamos a usted lo siguiente:

1. Con respecto a los antecedentes considerados en el capítulo 3.1 del anexo de la carta DE 02361-19, en adelante el “Anexo”, indicamos que:
  - a. En el punto 3.1.a del Anexo, la recomendación citada por el Coordinador que se encuentra en el capítulo 2.3 del informe de EDF (página 11), corresponde a una recomendación particular del análisis específico realizado en dicho capítulo, y no debe ser considerado como una recomendación final. Las conclusiones que consideran los análisis particulares de todas las solicitudes que afectan el funcionamiento de las turbinas, se presentan en el capítulo 4 del citado informe, donde se indica la siguiente recomendación final: ***“Es necesario pues actuar sobre el modo de explotación de los tres grupos, dejando de considerar los rangos de funcionamiento contractuales como una referencia de explotación realista. De tal forma, convendría limitar estrictamente el margen de funcionamiento de los grupos a valores entre 50 y 100% de la Potencia Máxima y utilizar principalmente el grupo 3 para modular las cargas bajas”.***
  - b. En relación al punto 3.1.b del Anexo, el informe de General Electric (GE, ex Alstom), considerado por el Coordinador, fue realizado durante el mes de mayo de 2016 con el fin de analizar las fisuras encontradas y entregar recomendaciones para solucionarlas. La recomendación dada por el fabricante resultó insuficiente ya que las fisuras se repitieron en los años 2017 y 2018.



Cabe señalar que Colbún anexó el informe en cuestión con el objeto de mostrar al Coordinador que, a la fecha, el fabricante no ha entregado ninguna respuesta satisfactoria que explique el fenómeno, ni tampoco recomendaciones que permitan dar una solución real al problema.

- c. En el punto 3.1.c del Anexo, la recomendación citada por el Coordinador para turbinas de tipo Francis es de carácter general. Sin embargo, en el caso de las turbinas de CH Angostura la evidencia empírica indica que, este es un caso especial al ser rodets Francis de baja caída, lo cual es científicamente respaldado por todos los antecedentes presentados en el informe de EDF
2. Con respecto a las observaciones presentadas en el punto 3.2 del Anexo, indicamos lo siguiente:

- a. *Unidad 1: Respecto a los análisis mostrados en el Informe de EDF (Ref. [4]) de la evolución de las grietas de los años 2017 y 2018, donde la operación a bajas cargas a las que el rodete de esta unidad fue sometido justificarían el estado de las turbinas. En efecto las recomendaciones técnicas de EDF plasmadas en las conclusiones del capítulo 2.3, página 11, señalan que al operar esta unidad sobre 40% de la potencia máxima de la unidad, se evitarían los daños a futuro. Dado lo anterior se solicita entregar información adicional que respalde el establecimiento del valor de mínimo técnico en 74 MW, y no considerar la recomendación de EDF de operar en 55 MW (40%).*

**Respuesta:** La recomendación de EDF, citada por el Coordinador, corresponde al análisis particular del fenómeno “Inestabilidad hidráulica en el rango de funcionamiento contractual” (presentado en el capítulo 2.3 del informe) y no considera el análisis de todos los aspectos que afectan el funcionamiento de las turbinas, como es el caso de: eficacia de inyección de aire comprimido, daños por fatiga mecánica, informe de inspección de los rodets, entre otros (presentados en los capítulos 2.7, 2.8, 3.2).

Las conclusiones y recomendaciones finales, que incluyen todos los aspectos que fueron analizados por EDF y que son mostrados en su informe, se encuentran en el capítulo 4 donde queda de manifiesto la recomendación final de EDF de operar las unidades entre el 50 y 100% de la potencia máxima.

- b. *Unidad 2: El hallazgo de fisuras el año 2017 fue igual que en el año 2016 (2 fisuras) y en esa oportunidad el informe de GE (Ref. [5]), recomendó la operación al mínimo técnico vigente de 40 MW, y dado que no se aprecia evolución en el deterioro del rodete, sumado a una operación menos agresiva que la unidad 1, teniendo menos horas en bajas cargas, el Coordinador indica que la recomendación de EDF de cambiar el mínimo técnico de esta unidad, debe ser revisada.*

*Considerando lo anterior, y conjuntamente con lo solicitado en literal a), se solicita el envío de información adicional que justifique el establecimiento del mínimo técnico a 55 MW o a 74 MW.*

**Respuesta:** El informe citado por el Coordinador fue realizado por la empresa GE en el mes de mayo de 2016. Las recomendaciones entregadas tenían como objetivo evitar la formación de las fisuras encontradas durante ese año. Tal y como se menciona en la observación, el hallazgo de fisuras se repitió en el año 2017 -y también en el año 2018- por lo que las recomendaciones del informe de operar la unidad al mínimo vigente (40 MW) quedaron sin efecto, ya que no se solucionaron los problemas encontrados el año anterior.

A raíz de lo anterior, se solicitó al fabricante las explicaciones correspondientes junto con una nueva recomendación de operación para las unidades. Sin embargo, debido a que los tiempos de respuesta de GE no fueron satisfactorios, Colbún S.A decidió contratar los servicios del Centre d'Ingénierie Hydraulique de Electricite de France (EDF-CIH) para analizar la situación y encontrar soluciones.

Cabe señalar que el informe técnico de EDF se puso en conocimiento del fabricante GE, quien a través del Memorandum 20181221, adjunto en el Anexo 1, manifiesta su conformidad con las recomendaciones señaladas por EDF en su informe.

- c. *Para el caso de la unidad 3 no se encontraron daños, lo cual tendría justificación dado que la unidad no presenta operaciones en cargas bajas prolongadas a la vista de los antecedentes expuestos y la inspección realizada por EDF.*

*Dicho lo anterior, y no contando con operaciones que justifiquen lo señalado, y dado que EDF solo encuentra limitante de operación en 15 MW por formación de vórtices, consideramos que la recomendación de EDF de operar la unidad por sobre 20 MW para evitar estos daños es atendible, pero no identificamos justificación para establecer el Mínimo Técnico de esta unidad en 24 MW.*

**Respuesta:** Cabe señalar que sí se han encontrado daños en la Unidad N°3, durante su mantenimiento mayor del año 2017, con tan solo 16.095 horas de operación. En dicha ocasión, se detectó una fisura en el borde de salida del álabe N°8 del rodete en la unión del álabe con la banda, y otra fisura en la zona de unión del álabe con la corona de éste. En junio de 2018, los expertos de EDF periciaron la reparación efectuada en el álabe N°8, lo cual está indicado en el título 3.3 “Examen de las indicaciones” del informe de EDF, y por lo tanto son válidas las mismas recomendaciones antes señaladas.

3. Adicionalmente, comentamos los siguiente:

- a. En relación con las fisuras encontradas, y de acuerdo con los antecedentes que se adjuntan en Anexo 2, se puede observar que tanto en los rodets de las Unidades N°1



y N°2 se tienen dos álabes que han debido ser reparados dos veces cada uno (álabes N°9 y N°7 de la Unidad N°1 y N°2 respectivamente).

Es conocido el hecho que las reparaciones con aportes de soldaduras en los rodets debilitan la resistencia mecánica en la zona reparada, conocida como zona ZAT (zona afectada térmicamente), por el calentamiento debido a la aplicación del aporte de soldadura. Esta zona aumenta con cada reparación, y en consecuencia aumenta su fragilidad.

Los fabricantes de turbina recomiendan no efectuar más de cinco reparaciones con aporte de soldadura en la misma zona, después de lo cual recomiendan cambiar el rodete por uno nuevo.

La preocupación de Colbún es que en tan corto tiempo de operación de las unidades (18.399 horas de operación en la unidad N°1 y 17.576 horas de operación en la unidad N°2) ya se tienen dos rodets con dos reparaciones en la misma zona, reduciendo significativamente su vida útil.

Cabe destacar que, en caso de requerir el cambio del rodete para la Unidad N°1 y/o N°2 de la CH Angostura, implicaría dejarlas indisponibles por un periodo superior a veintiocho (28) meses. Lo anterior, trae consigo un desmedro en la confiabilidad (suficiencia, seguridad y calidad de servicio) del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), y un aumento del costo operacional de éste.

De acuerdo con lo señalado anteriormente, es imperioso para Colbún realizar la modificación del rango de operación de las unidades de la CH Angostura, a fin de evitar poner en riesgo las unidades, por la aparición de grietas en los rodets que impactan directamente en su vida útil y pueden derivar en indisponibilidades mayores de éstas.

Finalmente, quedamos atentos a resolver cualquier consulta requerida por el Coordinador en relación a lo expuesto en la presente carta.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

Iván Cabrera Pavez  
Encargado Titular  
**COLBÚN S.A.**

