

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE ETF PME-1/2-09/007 Rev. 1, “MEDIDA DE CAUDAL TOTAL DEL RCS MEDIANTE DELTA P EN CODOS”

1. IDENTIFICACIÓN

1.1 Solicitante: Central Nuclear de Almaraz (CNA).

1.2 Asunto: Solicitud de modificar el actual sistema de medida de caudal del Sistema de Refrigeración del Reactor (RCS).

1.3 Documentos aportados por el Solicitante:

Con fecha 9 de julio de 2009, procedente de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, se recibió en el CSN la carta de referencia ATA-MIE-4962, (nº de registro de entrada por vía telemática 41108), con la propuesta presentada por el titular de la central nuclear de Almaraz de revisión de la Especificación Técnica de Funcionamiento PME-1/2-09/007, para ambas unidades.

Posteriormente y a petición del CSN, mediante la Instrucción Técnica CSN-IT-DSN-10-194, se recibió una revisión de la propuesta inicial que ampliaba la misma a la modificación de la correspondiente Exigencia de Vigilancia. Esta revisión se recibió en el CSN el 30 de julio de 2010 en la carta de referencia ATA-MIE-5587, (nº de registro de entrada por vía telemática 41591).

1.4 Documentos de licencia afectados:

ETFs afectadas: E.V 4.2.5.2 sobre determinación del caudal total del Sistema de Refrigeración del Reactor (RCS) (pág 3/4.2-15)

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

Razones, Descripción y Antecedentes de la solicitud.

2.1 Antecedentes

Las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) de CN Almaraz (CNA) requieren la verificación del caudal total del RCS tal y como indica la ETF 3/4.2.5 “Parámetros del Límite de Ebullición Nucleada” con una frecuencia de 18 meses. Esta medida se realiza actualmente mediante la realización previa de un balance térmico primario-secundario que permite determinar con precisión la potencia térmica generada en el núcleo del reactor.

Una vez conocida esta potencia, y de acuerdo con la ecuación de conservación de la energía, el caudal a través del núcleo (m) se obtiene como:

$$m = Q / (C_p \times \Delta T)$$

donde:

- Q: calor generado dentro del núcleo, obtenido a partir del balance térmico
- C_p: calor específico del agua a su temperatura media en el núcleo (tablas de vapor)
- ΔT: incremento de temperatura en el núcleo (T_{rc} – T_{rf})
- T_{rc}: temperatura medida en la rama caliente
- T_{rf}: temperatura medida en la rama fría

Por otro lado, muchas centrales tipo PWR 3-Loop han experimentado en los últimos ciclos disminuciones aparentes de caudal atribuidos a los aumentos de la estratificación térmica del caudal en ramas calientes, debido a que la temperatura de rama caliente se obtiene como la media de tres sensores colocados a diferentes alturas respecto a la generatriz dentro de un misma sección de la tubería de rama caliente en un escenario de mezclado incompleto a la salida de los tubos en U del generador de vapor.

Este fenómeno de estratificación térmica se ha observado que produce un impacto conservador sobre las medidas de caudal calorimétrico, en mayor medida, en configuraciones de núcleos de bajas fugas.

Según se ha comprobado en la práctica, el aumento de esta estratificación térmica conduce a valores de temperatura en rama caliente más elevados, mayores ΔT, que conllevan menores valores de caudal calorimétrico. Por ello, el caudal obtenido aplicando la ecuación anterior es menor que el real, lo cual podría llegar a poner en peligro el cumplimiento del requisito de mínimo caudal del primario establecido en la ETF 3/4.2.5.

Por otra parte, desde el arranque inicial de la central se viene calculando el caudal mediante la medida de ΔP en los codos de rama intermedia del circuito primario. Los registros de ese cálculo se conservan desde el arranque inicial, pero no se utilizan para verificar el cumplimiento de la Exigencia de Vigilancia, al no ser un método explícitamente reconocido en las ETF.

La utilización del nuevo método de medida de caudal del RCS mediante el uso del caudal medido por los ΔP en codos de las ramas intermedias, ya fue autorizada para la CN de Vandellós 2.

2.2 Descripción de los cambios

Actualmente, a efectos de ETF el caudal del RCS se calcula mediante una medición precisa con un balance térmico en cada recarga.

La modificación propuesta incorpora la posibilidad de utilizar dos métodos distintos para la vigilancia del caudal total del RCS cada 18 meses:

- Mediante la actual medición precisa con un balance térmico (calorimétrico), o
- Mediante el uso del caudal medido por los ΔP en codos de las ramas intermedias.

Con este cambio de medida del caudal total del RCS por dos métodos distintos, se corrigen los errores introducidos por la estratificación térmica en las ramas calientes, efecto que impacta considerablemente en el valor de caudal del RCS determinado mediante el balance calorimétrico.

A efectos prácticos, los cambios serían los siguientes:

- Añadir en la Exigencia de Vigilancia E.V. 4.2.5.2, lo siguiente: “En dicha medida podrá utilizarse el método del balance calorimétrico primario - secundario o el método de medida de ΔP en los codos del sistema de refrigeración del reactor”.
- Añadir en la base 3/4.2.5 de las ETF lo siguiente: “La vigilancia del caudal total del RCS cada 18 meses se puede realizar al principio de cada ciclo por cualquiera de los dos siguientes métodos alternativos. Mediante medición precisa con un balance térmico o mediante el uso del caudal medido por los ΔP en codos, que han sido correlacionados con los calorimétricos anteriores. Este segundo método esta documentado en el WCAP-14750-P-A (documento de metodología) y en el WCAP 17017-P (aplicación específica de Almaraz). El uso del método de medida por ΔP en codos elimina el requisito de realizar una medición precisa mediante balance térmico cada recarga”.

La vigilancia del caudal del RCS cada 12 horas es una verificación cualitativa de la degradación del caudal mediante las lecturas del ordenador de proceso de la Central del ΔP en codos.

3. EVALUACIÓN

3.1 Informes de evaluación:

- CSN/IEV/SINU/AL1/1002/729: “CN Almaraz. Evaluación de la propuesta de modificación de ETFs PME-1/2-09/07 “Medida de caudal total del RCS mediante delta p en codos”. (13/05/2010).
- CSN/IEV/SINU/AL1/1008/746: “CN Almaraz. Evaluación de la propuesta de modificación de ETFs PME-1/2-09/07 “Medida de caudal total del RCS mediante delta p en codos”. (09/08/2010).

3.2 Resumen de la evaluación

El informe WCAP-1017-P, Rev. 0: “RCS flow measurement using elbow tap methodology at Almaraz units 1 and 2”, (March 2009), elaborado por Westinghouse, presenta la justificación de un método alternativo para medir el caudal del RCS, basado en la medida de caudal en codos normalizado para un caso base del caudal obtenido por el método calorimétrico en un ciclo no afectado por la estratificación térmica, con el objeto de minimizar el impacto que produce sobre la medida del caudal una configuración de núcleos con esquemas de bajas fugas.

Básicamente, el caudal calculado por la ΔP en codos se obtiene multiplicando la raíz cuadrada de la ΔP por un factor que determinan la geometría e hidráulica del sistema, la temperatura del fluido, etc. y que se obtiene empíricamente. Ese factor se obtiene al dividir el caudal calorimétrico

del sistema (obtenido en el caso base de un ciclo no afectado por la estratificación térmica) entre la raíz cuadrada de la ΔP en codos cuando se hizo ese balance calorimétrico.

Para poder aplicar este procedimiento de medida de caudal del RCS basado en los valores de ΔP en codos, debe definirse un caudal calorimétrico del primario de referencia (BCF), caso base. Este caudal se basa en datos de los primeros ciclos de operación de la planta, en los que el efecto de la estratificación sobre el caudal calorimétrico es mínimo.

Según se recoge en el documento WCAP-1017-P, con objeto de establecer dicho valor de caudal de referencia, se han evaluado los caudales calorimétricos de los primeros ciclos de C.N. Almaraz, en los que no se utilizaban esquemas de recarga de bajas fugas. Por ello, se han elegido como referencia los datos calorimétricos del 2º ciclo.

Se menciona en este informe que el procedimiento descrito para la verificación del caudal total del RCS con medidas de caudal en codos normalizadas es esencialmente el mismo procedimiento que fue aprobado por la NRC y que aplica a plantas tipo PWR-3-Loop, según informe de referencia WCAP-14750-P-A, Rev. 1: "RCS flow verification using elbow taps at Westinghouse 3-Loop PWR's", (September 1999), de Westinghouse. Este método ya está siendo empleado en la CN de Vandellós 2.

El Westinghouse Owners Group (WOG) analizó este efecto de estratificación y concluyó que la determinación del caudal del primario se podría llevar a cabo mediante medidas de ΔP en los codos de las ramas intermedias, en base al caudal total medido (por balance térmico y mediante codos) en un ciclo de referencia no afectado por la estratificación térmica y validando así mismo la repetitividad de la medida mediante codos con un margen del 0,4% en base a los caudales determinados mediante análisis hidráulicos (ciclo actual y ciclo de referencia).

3.2.1 Procedimiento de medida de caudal del RCS en función de la ΔP medida en los codos.

Las medidas de ΔP en codos se han estado usando para confirmar los cambios de caudal del RCS de un ciclo al siguiente. Los medidores de ΔP están instalados en las plantas PWR de diseño Westinghouse en el primer codo de 90º a la salida del generador de vapor, en la aspiración de la bomba principal.

El procedimiento de medida de caudal del RCS en función de la medida de ΔP en los codos se basa en la repetitividad de dichas medidas para obtener una verificación precisa del caudal del primario. La comparación de las medidas a plena potencia de dos ciclos consecutivos proporciona una indicación precisa de los cambios de caudal durante la operación de la planta y entre ambos ciclos. Si se normalizan a los caudales obtenidos por calorimétricos de alguno de los primeros ciclos de operación de la planta, en los que el fenómeno de estratificación no era relevante, las medidas tomadas en los codos proporcionan el medio de verificar con precisión el caudal de cualquier ciclo futuro.

3.2.2 Evaluación de las consecuencias de la aplicación del método de medida de caudal mediante el uso del caudal medido por los ΔP en codos

Con el nuevo procedimiento de medida de caudal mediante el uso del caudal medido por los ΔP en codos, se realizarán las medidas de ΔP en cada ciclo y se compararán con las del ciclo de

referencia para determinar el cambio real de caudal; consecuentemente, el caudal calorimétrico se corregirá respecto al medido.

Dentro de las pruebas presenciadas durante el arranque para la nueva potencia licenciada del 108% en la Unidad I de CN Almaraz, el CSN realizó una inspección, acta de referencia CSN/AIN/AL1/10/868 de 2 de marzo de 2010, en la que presenció la prueba correspondiente a la medida de caudal del RCS realizada en cumplimiento de la Exigencia de Vigilancia RV 4.2.5.2 de las ETF. El procedimiento de prueba, referencia IRX-PV-26, Rev. 11 “Verificación del caudal del RCD dentro de los límites de ETF”, elaborado por CN Almaraz al efecto, desarrolla, además del tradicional cálculo mediante balance calorimétrico primario-secundario, el nuevo cálculo mediante la medida del ΔP de los codos, aplicando el procedimiento desarrollado en el informe de Westinghouse WCAP-1017-P.

Los caudales calorimétricos del ciclo de referencia, 2º ciclo, (BCF) fueron 302642 gpm en la Unidad 1 y 304512 gpm en la Unidad 2.

Durante la prueba, el caudal del RCS aplicando el cálculo mediante balance calorimétrico, dio un resultado de 289.032,61 gpm. La disminución respecto al caudal en el ciclo de referencia refleja en gran parte el fenómeno descrito de estratificación térmica. El caudal obtenido al aplicar el cálculo mediante la medida del ΔP de los codos dio un resultado de 294.492,60 gpm, es decir más próximo al de referencia y más realista.

Los resultados obtenidos confirman que la aplicación del cálculo mediante la medida del ΔP de los codos, es adecuado para la medida del caudal del RCS según lo requerido por el RV 4.2.5.2.

3.2.3 Conclusiones

CN Almaraz ha presentado la propuesta de modificación Especificaciones de Funcionamiento PME 1/-09/07 Rev 1, que afecta únicamente a la Exigencia de Vigilancia E.V 4.2.5.2 y al apartado de Bases de las ETFs, Base 3/4.2.5.

La propuesta de modificación presentada, se considera aceptable y constituirán las revisiones 98 y 91 de las ETFs de las Unidades I y II respectivamente.

3.3 Modificaciones

El cambio solicitado o las implicaciones asociadas a su implantación suponen:

3.1 Modificación del Impacto Radiológico de los Trabajadores: **No**

3.2 Modificación Física: **Sí.**

3.3 Hallazgos: **No**

3.4 Discrepancias respecto de lo solicitado: **No**

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

4.1 Aceptación de lo solicitado: **Sí.**

4.2 Requerimientos del CSN: **No.**

4.3 Recomendaciones del CSN: **No.**

4.4 Compromisos del Titular: **No.**

4.5 Hallazgos: **No.**