

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

INFORME SOBRE LA SOLICITUD DE APROBACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE CAMBIO PME-1/2-17/003 A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO Y OCES-0-5535 AL ESTUDIO FINAL DE SEGURIDAD, RELATIVAS AL SISTEMA DE LIMPIEZA DE LOS CAMBIADORES SW/CCW, DE LA CENTRAL NUCLEAR ALMARAZ

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Solicitante

Solicitante: Centrales Nucleares Almaraz-Trillo AIE (CNAT).

1.2. Asunto

Solicitud de aprobación de las propuestas de cambio PME-1/2-17/003 a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) y OCES-0-5535 al Estudio Seguridad (ES), de las unidades I y II de la CN Almaraz.

1.3. Documentos aportados por el solicitante

Con fecha 5 de julio de 2017, número de registro 43154, procedente de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, se recibió en el Consejo de Seguridad Nuclear petición de informe sobre la solicitud de aprobación de las propuestas de cambio PME-1/2-17/003 a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) y OCES-0-5535 al Estudio Seguridad (ES), de las unidades I y II de la CN Almaraz.

Con dicha solicitud se adjunta la siguiente documentación:

- Propuestas de cambio a las ETF, PME-1/2-17/003, "Sistema de limpieza del cambiador SW/CCW".
- Propuesta de cambio al ES, OCES-0-5535 "Evaluación de la capacidad de los cambiadores de calor del sistema de refrigeración de componentes teniendo en cuenta un factor de ensuciamiento superior al definido como de diseño por el fabricante".
- Análisis de seguridad de modificaciones, AS-A-SL-17/001.

Posteriormente, con fecha 13 de diciembre de 2018, número de registro 45349, se recibió en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) mediante carta de referencia ATA-CSN-014100 la documentación adicional remitida por el titular, requerida como resultado del proceso de evaluación de la solicitud de aprobación de la propuesta de cambio PME-1/2-17/003 a las ETF.

1.4. Documentos de licencia afectados

Los documentos de licencia afectados por la solicitud son los siguientes:

- Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF).
- Estudio de Seguridad (ES).

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LAS PROPUESTAS

2.1. Antecedentes

El sumidero final de calor de la CN Almaraz está formado por el embalse de Arrocampo, el embalse de agua de servicios esenciales y el sistema de agua de servicios esenciales (SW). La estructura de toma de agua de servicios esenciales recibe agua del embalse de Arrocampo y del embalse de servicios esenciales, comunicando ambos y manteniéndolos al mismo nivel.

El sistema de agua de servicios esenciales (SW) transmite el calor del sistema de agua de refrigeración de componentes CCW (y de otros sistemas: GD, piscina de combustible gastado) hasta el sumidero final de calor (UHS), bajo condiciones de funcionamiento normal y de accidente. El sistema dispone de dos trenes redundantes del 100% de capacidad cada uno. Cada tren consta de 1 bomba del 100% y un cambiador del 100% SW/CCW (CC1/2-HX-01A y 01B). Existe además una bomba común a los dos trenes y a las dos unidades.

El sistema de agua de refrigeración de componentes (CCW) es un circuito cerrado que transmite el calor desde las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad al sistema de agua de servicios esenciales (SW). El sistema dispone de dos trenes redundantes del 100% de capacidad cada uno para cada unidad. Cada tren dispone de una bomba y un cambiador de calor SW/CCW (CC1/2-HX-01A y 01B). Existe además una bomba común a los dos trenes y a las dos unidades, del 100% de capacidad. El agua del CCW circula por el lado carcasa de los cambiadores CC1/2-HX-01A y 1 B, mientras que el agua de SW circula por el lado tubos. Dado que el sistema SW es un circuito abierto, cada tren dispone de un sistema de limpieza (Taprogge) de los tubos del cambiador.

El conjunto del sumidero final de calor/ sistema de agua de servicios esenciales/ sistema de agua de refrigeración de componentes está diseñado para evacuar en 30 días la carga térmica producida en caso de accidente de pérdida de refrigerante en una unidad y parada segura seguida de enfriamiento de la otra unidad o parada segura de las dos unidades seguida de enfriamiento simultáneo de ambas, de acuerdo con los aspectos de diseño de origen de la Guía Reguladora 1.27 Rev. 1.

Como consecuencia de la indisponibilidad del sistema de limpieza (Taprogge) del cambiador de calor (CC1-HX-01B) de la unidad I de CN Almaraz, ocurrida desde el 6 de junio hasta el 23 de julio de 2016, el titular emitió los sucesos notificables ISN-I-16-004 e ISN-II-16-002 y el CSN requirió, con fecha 16 de agosto de 2016, información sobre diversos aspectos relacionados con esta incidencia, mediante la carta de referencia CSN/C/DSN/ALO/16/48 "CN Almaraz. Operabilidad del cambiador de calor de componentes con su sistema de limpieza fuera de servicio".

Con carta de referencia Z-04-02/ATA-CSN-011958, nº registro de entrada 43466, el titular respondió a la carta del CSN, adjuntando el informe de referencia TJ-16/045 “Análisis de la capacidad de los cambiadores CCW/SW” (rev. 0 del 26/08/2016), con el que el titular documenta el análisis realizado, en el que se concluye que el cambiador cumplió con su función de seguridad de refrigeración de componentes y de salas de equipos de seguridad.

Por otra parte, el titular abrió las Condiciones Anómalas CA-AL1-16/020, CA-AL1-16/013, CA-AL2-16/020 y CA-AL2-16/021 sobre el sistema de limpieza del cambiador, basadas en considerar un factor de ensuciamiento con perfil escalonado de la resistencia térmica máxima a lo largo del accidente base de diseño, en lugar de un valor constante como establecen los análisis de seguridad vigentes.

Esta información, junto con otros informes enviados por el titular, fue evaluada por el área INSI, en el informe de evaluación de referencia CSN/IEV/INSI/ALO/1610/1013, “CN Almaraz 1. Evaluación de la capacidad del cambiador de calor CC1-HX-01B durante la indisponibilidad de su sistema de limpieza” de fecha 13/10/2016. En este informe se analiza el cumplimiento de la función de seguridad de los cambiadores durante los eventos de pérdida del sistema de limpieza de los cambiadores (Taprogge) de los años 2015 en la unidad II y 2016 en la unidad I, respecto a tres hipótesis: considerando indisponibilidad del sistema de limpieza de los cambiadores (Taprogge), considerando el factor de ensuciamiento de los cambiadores de diseño (R_{fd}) y considerando el ensuciamiento escalonado a lo largo de todo el accidente base de diseño.

El criterio de aceptación del análisis de accidentes contenido en el Estudio Final de Seguridad (ES) es que el cambiador de calor cumpla su función de seguridad durante los 30 días de misión en caso de accidente de pérdida de refrigerante primario (LOCA) en una unidad y parada segura, seguida de enfriamiento, en la otra unidad (en adelante parada).

Con fecha 4 de noviembre de 2016, las conclusiones de la evaluación del área INSI se transmitieron al titular mediante la carta de referencia CSN/C/DSN/ALO/16/64, requiriéndose que, en el plazo de tres meses desde la fecha de recepción de dicha carta, se presentase al CSN información sobre las acciones previstas para restaurar las bases de diseño y su programa de implantación. Asimismo, se requería que la base de diseño del sumidero final de calor y la cadena de extracción del calor residual quedase garantizada en todas las situaciones en las que son requeridos, con márgenes adecuados respecto al cumplimiento con su función de seguridad.

El 7 de febrero de 2017 se celebró una reunión entre el CSN y CNAT (CSN/ART/INSI/ALO/1702/03), en la que el titular presentó el estado del plan de acción relativo a los cambiadores de calor SW/CCW de CN Almaraz, dando respuesta al apartado c) de la carta de ref. CSN/C/DSN/ALO/16/64 y se comprometió a presentar las solicitudes de modificación a documentos oficiales de explotación (ETF y ES), y la posible revisión de los documentos soporte.

Con fecha 30 de junio de 2017, el titular envió al CSN la carta de referencia ATA-CSN-012683 y en paralelo al ministerio la carta de referencia ATA-MIE-009883, donde se incluyen las propuestas de cambio a las ETF y al ES, así como el documento 01-F-M-00910 Ed.2. "Análisis cumplimiento temperatura diseño equipos refrigerados por el sistema CCW en caso de accidente".

Con fecha 5 de julio de 2017 el MINETAD remitió al CSN la solicitud de CNAT de aprobación de la propuesta PME-1/2/17/003 de cambio a las ETF y la propuesta OCES-0-5535 de cambio al Estudio Final de Seguridad (ES), debido al cambio de metodología de análisis de accidentes. El 9 de mayo de 2018 se mantuvo una reunión técnica con el titular (acta de referencia CSN/ART/INSI/ALO/1805/07) para resolver una serie de dudas surgidas a lo largo de la evaluación de la solicitud.

2.2. Razones de la solicitud

La solicitud de aprobación de las propuestas PME-1/2-17/003 de cambio a las ETF y OCES-0-5535 de cambio al ES de las unidades I y II de la CN Almaraz, es consecuencia de la modificación de los métodos de evaluación descritos en el ES, que han sido utilizados para establecer la base de diseño o realizar los análisis de seguridad. Con la solicitud se modifican los análisis de seguridad del sistema de refrigeración de componentes (CCW) y del sumidero final de calor (UHS) y las ETF, para garantizar que cumplen con su base de diseño, relativa a su misión de evacuar en 30 días la carga térmica en condiciones de accidente, de acuerdo con lo requerido en la carta del CSN de referencia CSN/C/DSN/ALO/16/64.

Los cambios propuestos a las ETF y al ES de CN Almaraz deben ser aprobados de acuerdo a la condición 3 de la Autorización de Explotación (AE) vigente y a la Instrucción del Consejo IS-21, sobre modificaciones en centrales nucleares.

2.3. Descripción de la solicitud

La solicitud de autorización de las propuestas PME-1/2-17/003 y OCES-0-5535 de cambio de las ETF y del ES, respectivamente, de las unidades I y II de la CN Almaraz, son consecuencia de la modificación de los análisis de seguridad vigentes en el ES, con el objeto de restablecer la base de diseño del sistema de agua de refrigeración de componentes (CCW) y del sumidero final de calor (UHS) y garantizar que cumplen su base de diseño, relativa a su misión de 30 días en condiciones de accidente de pérdida de refrigerante (LOCA), de acuerdo con lo requerido en la carta del CSN de referencia CSN/C/DSN/ALO/16/64.

La modificación fundamental de los análisis de seguridad se basa en considerar un factor de ensuciamiento R_f de los tubos de los cambiadores de calor del CCW/SW escalonado, en caso de accidente. Este R_f modifica el considerado en los análisis vigentes del ES, donde se usa el R_{fd} (R_f de diseño) del fabricante. El factor de ensuciamiento de diseño es un valor constante, que no tiene en cuenta el ensuciamiento del cambiador en caso de indisponibilidad del sistema Taprogge. Dado que no se puede dar crédito al sistema Taprogge en caso de accidente, al no ser un sistema de seguridad ni disponer de alimentación eléctrica de

salvaguardias, los análisis de accidentes deben asumir esta situación, considerando que a partir de que se produce el accidente no estará disponible el sistema Taprogge, y por tanto se debe considerar el ensuciamiento de los cambiadores, hipótesis que el R_{fd} considerado en los análisis vigentes de seguridad no establece.

El nuevo análisis, que considera un R_f variable, se basa en dar crédito a que la carga térmica a extraer por el cambiador, durante el accidente de pérdida de refrigerante (LOCA), disminuye a lo largo del accidente de acuerdo con las gráficas del ES actual (figuras 9.2.5-1, a-c) de un valor inicial de 220 MBTU/h a un valor final de 50 MBTU/h.

Con la carga térmica disminuyendo durante el LOCA, se define una nueva curva de carga térmica escalonada, envolvente de las gráficas del ES. En cada escalón de la curva se usa el máximo valor de carga térmica para calcular el coeficiente global de transmisión de calor y a partir de éste se calcula la resistencia al ensuciamiento máxima en cada tramo, esto garantiza que no se superará la máxima temperatura aceptable del sistema CCW a la salida del cambiador, desde el punto de vista de cumplir su función de seguridad.

Con el nuevo factor de ensuciamiento se modifican los análisis de seguridad, obteniéndose nuevos resultados de la temperatura pico de componentes (T_{cc}) y de temperatura de esenciales (T_{esw}). Estos nuevos valores de T_{cc} y T_{esw} deberán permitir que las estructuras, sistemas, y componentes (ESC) que refrigeran cumplan su función de seguridad bajo el supuesto de un LOCA en una unidad y parada segura de la otra unidad, a lo largo de los 30 días de accidente.

Por tanto, dicho cambio del R_f afecta a los cálculos de capacidad del sistema CCW y a los cálculos de capacidad del UHS.

Los cambios en los métodos de análisis de seguridad de capacidad del sistema de agua de refrigeración de componentes (CCW) y de capacidad del sumidero final de calor (UHS) conllevan a una propuesta de modificación de las ETF y a una propuesta de cambio al ES para adaptarlas a los nuevos análisis de seguridad.

Adicionalmente, los resultados del reanálisis del UHS (cambiadores CCW/SW) han determinado la necesidad de modificar los caudales del sistema de agua de servicios esenciales (SW).

Los cambios propuestos a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) son los siguientes:

- ETF 3/4.7.3 Sistema de agua de refrigeración de componentes y sus BASES 3/4.7.3.
Se modifica la exigencia de vigilancia EV 4.7.3.1.e para incluir los requisitos del sistema de limpieza del cambiador del tren que está en servicio y del tren que está parado.

Se actualizan las BASES 3/4.7.3, de acuerdo al contenido de la propuesta de EV 4.7.3.1.e.

- ETF 3/4.7.4 Sistema de agua de servicios esenciales y sus BASES 3/4.7.4.

Se modifican las EV 4.7.4.1.c y d para incluir respectivamente los caudales de las bombas de agua de servicios esenciales (SW) hacia el cambiador que son requeridos en los análisis de seguridad de contención y de la cadena de extracción de calor del sumidero final de calor.

Se actualizan las bases 3/4.7.4, para incluir que los caudales requeridos en las pruebas de acuerdo a los análisis realizados.

Los cambios propuestos al Estudio de Seguridad (ES) afectan a los siguientes apartados

- Apartado 3.11.1 "Identificación de sistemas y equipos sujetos a cualificación ambiental" y 3.11.5 y "Referencias".
- Apartado 9.2.1 "Sistema de agua de servicios esenciales".
- Apartado 9.2.2 "Sistema de agua de refrigeración de componentes".
- Apartado 9.2.5 "Sumidero Final de Calor".

3. EVALUACIÓN

3.1. Referencia y título de los informes de evaluación:

- CSN/IEV/INSI/ALO/1804/1107: "CN Almaraz, Unidades I y II. Propuesta de modificación a las ETF PME-1/2-17/003 y Orden de cambio del Estudio final de Seguridad OCES-0-5535. (Sistema de limpieza de cambiadores de calor CCW/SW)".
- CSN/NET/CITI/ALO/1811/1044: "Evaluación de las condiciones meteorológicas utilizadas en las propuestas PME-1/2-17/003 "Sistema de Limpieza del Cambiador SW/CCW", de CN Almaraz para modificar las ETF asociadas y el Estudio de Seguridad.
- CSN/NET/INNU/ALO/1811/1045: "Evaluación de carga térmica en la Piscina de Combustible Gastado y descargas de masa y energía a la contención en CN Almaraz, con motivo del cambio en condiciones de intercambiadores de calor del sistema de componentes esenciales".

3.2. Normativa aplicable y documentación de referencia

La normativa y documentación de la que derivan los criterios de aceptación aplicables es la siguiente:

- Instrucción del Consejo IS-21, sobre requisitos aplicables a las modificaciones en las centrales nucleares, de 28 de enero de 2009.

- Instrucción IS-32 del Consejo, sobre Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de centrales nucleares, de 16 de noviembre de 2011.
- Instrucción del Consejo IS-27, sobre criterios generales de diseño de centrales nucleares de junio de 2017.
- Instrucción del Consejo IS-37, sobre análisis de accidentes base de diseño de centrales nucleares, de febrero de 2015.
- ANSI/ANS-56.4-1983, "Pressure and Temperature Transient Analysis for Light Water Reactor Containments".
- US Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.13 "Spent Fuel storage Facility Design Basis", revisión 2, marzo de 2007.
- USNRC RG 1.27, "Ultimate Heat Sink for Nuclear Power Plants", Rev. 1, Nov/2015.
- USNRC RG 1.23, "Meteorological Monitoring Programs for Nuclear Power Plants", Rev. 1, Marzo/2007.

Adicionalmente, se ha considerado lo indicado en la carta de referencia CSN/C/DSN/ALO/16/64 y, en el establecimiento de los criterios de aceptación aplicables, en relación con los cálculos de los márgenes de los equipos de seguridad refrigerados por el sistema CCW, se han tenido en cuenta los valores límite incluidos en las hojas de datos de los componentes y el juicio de ingeniería.

3.3. Resumen de la evaluación

La evaluación de las propuestas de cambio PME-1/2-17/003 a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) y OCES-0-5535 al Estudio Seguridad (ES), de las unidades I y II de la CN Almaraz, ha sido realizada por las áreas especialistas del CSN, dentro del ámbito de sus competencias, de ingeniería del núcleo, ciencias de la tierra e ingeniería de sistemas.

La evaluación realizada por las áreas especialistas se ha basado en verificar que:

- Los cambios en las hipótesis o condiciones de contorno de los análisis de capacidad del sistema de agua de refrigeración de componentes (CCW) y de capacidad del sumidero final de calor (UHS) son aceptables (fundamentalmente el nuevo R_f , además de cambios en la carga de la piscina de combustible gastado (PCG), datos meteorológicos etc.).
- Los nuevos cálculos de capacidad del sistema CCW y de capacidad del UHS y los métodos de evaluación siguen siendo aceptables para garantizar que las ESC cumplen con su función de seguridad bajo el supuesto de un accidente de pérdida de refrigerante (LOCA) en una unidad y parada segura en la otra, a lo largo de los 30 días de accidente.

- La propuesta de cambio de ETF (PME-1/2-17/003) es coherente con los nuevos análisis y con el diseño de los sistemas de agua de refrigeración de componentes y de agua de servicios esenciales.
- La propuesta de cambio al ES OCES-0-5535 es coherente con los nuevos análisis de seguridad y con el sistema de agua de refrigeración de componentes y de agua de servicios esenciales.

A continuación se resumen los resultados de las evaluaciones realizadas:

3.3.1 Evaluación de los aspectos relativos a Ingeniería del Núcleo (INNU)

En el informe de referencia CSN/NET/INNU/ALO/1811/1045 el área INNU ha documentado la evaluación de los siguientes cambios en las condiciones de contorno de los análisis de la capacidad de los sistemas CCW y UHS:

- **Descargas de masa y energía a la contención de CN Almaraz en caso de LOCA**

Estas descargas son las consideradas en los análisis de liberación de masa y energía de contención y están documentadas en la revisión 5 del documento WENX/07/20 (“Almaraz Uprating Units 1 & 2. Long Term LOCA Mass and Energy releases for Uprated Conditions”. WENX/07/20 Revision 5, Westinghouse Proprietary Class 2, october 2014), que fue evaluado por el área INNU en 2015 (CSN/IEV/INNU/ALO/1512/959) considerándolo aceptable. Por tanto, las conclusiones de dicha evaluación siguen siendo aplicables.

- **Carga térmica sobre la refrigeración de la piscina de combustible gastado**

En el año 2009, y dentro del proceso de aumento de potencia al 110% de CN Almaraz (CNA), el titular analizó la capacidad del sistema de refrigeración de la piscina de combustible gastado (PCG). El análisis se hizo para condiciones de modo recarga y modo almacenamiento, y en casos de fallo de refrigeración, considerando una potencia residual conservadora. En dicho cálculo se obtuvo la curva de tiempos mínimos de descarga de elementos combustibles (EC) en función de la temperatura del sistema CCW.

Posteriormente, a raíz de dicho aumento de potencia y la renovación de la autorización de CN Almaraz, el CSN requirió a la central que propusiera mejoras para aumentar los márgenes y la capacidad de refrigeración de la PCG. En los años 2012 y 2013 CN Almaraz reevaluó los análisis de 2009, reemplazando la potencia residual conservadora por otra, obtenida por ENUSA con el código ORIGEN. Estos fueron evaluados y aceptados por el área INNU (CSN/IEV/INNU/ALO/1203/795).

La carga térmica en la PCG, asumida en los nuevos análisis, es la misma que la de los análisis de 2012 y 2013 que fueron aceptados en el informe de referencia CSN/IEV/INNU/ALO/1203/795. Por ello, los análisis de la capacidad del sistema de refrigeración de la PCG y la curva de tiempos mínimos de descarga de elementos combustibles en función de la Tcc siguen estando vigentes. El titular ha realizado, a raíz de las nuevas

condiciones, un análisis del impacto en la temperatura de la PCG de los nuevos perfiles de temperatura de salida del agua de los cambiadores del sistema CCW.

Para llevar a cabo esta evaluación, el área INNU realizó, el 25 de julio de 2018, una inspección a CN Almaraz (CNA) en la sede de Empresarios Agrupados (acta CSN/AIN/ALO/18/1149), enfocada a los análisis del sistema de refrigeración de la piscina de combustible gastado. Dado que la potencia residual (carga térmica residual) suministrada a la piscina por los elementos combustibles almacenados no ha cambiado respecto a los análisis vigentes, dichos análisis se consideran aceptables también para los nuevos cálculos.

Durante la inspección llevada a cabo por el área INNU, se comprobó que el multiplicador que ENUSA aplica a los cálculos de potencia residual realizados con el código ORIGEN es no conservador, sin embargo se considera que, debido a otros conservadurismos del cálculo, el resultado final es aceptable y cubre el valor real de la potencia residual con un nivel de tolerancia 95/95.

No obstante, y aunque no afecta a la aceptación de la presente solicitud, la evaluación del CSN considera que, dado que el citado multiplicador no es conservador, se debe comunicar a CN Almaraz que, para futuras aplicaciones, deberá comprobar los siguientes aspectos:

- Si la base de datos con la que ENUSA validó los cálculos de ORIGEN ha aumentado, de manera que esté justificado el uso de los límites normales de tolerancia, o
- Si se ha verificado que los 12 datos usados en la validación son compatibles con una distribución normal o están cubiertos por ella.

En caso que no sea posible confirmar estos aspectos, CN Almaraz deberán aplicar un nuevo multiplicador que sea adecuado. Este requisito se incluye en la carta del Director Técnico que se adjunta en esta propuesta de dictamen.

Como resultado de la evaluación realizada se concluye que los cambios en las hipótesis o condiciones de contorno, expuestos anteriormente, de los análisis de capacidad del sistema de agua de refrigeración de componentes (CCW) y de capacidad del sumidero final de calor (UHS) son aceptables.

3.3.2 Evaluación de los aspectos relativos a Ciencias de la Tierra (CITI)

- **Cambio en las condiciones meteorológicas**

En el informe de evaluación de referencia CSN/NET/CITI/ALO/1811/1044 el área CITI ha documentado la evaluación del cambio en las condiciones meteorológicas que se incluye como hipótesis en el análisis de seguridad relativo a la capacidad del sistema de CCW y UHS.

De acuerdo con la evaluación realizada, la propuesta de cambio del ES (OCES-0-5535) establece distintos periodos meteorológicos más adversos para el embalse de Arrocampo y embalse de agua de servicios esenciales (ESW), considerando datos registrados en el

emplazamiento desde 1984 a 2016. Estos datos tienen la calidad exigida por la por la RG 1.23. Además en total, hay datos de más de 30 años actualizados hasta 2016, con lo que se ajusta a lo establecido al respecto en la RG 1.27, Rev. 3, apartado C.1.e.(1).

En el documento de cálculo (01-CM-54227, Ed. 2), con los datos meteorológicos de partida, se ha estimado el peor periodo de condiciones meteorológicas para la capacidad enfriadora del UHS (sumidero final de calor) considerando sus dos alternativas, bien las boquillas pulverizadoras sobre el ESW como UHS (sumidero final de calor), o bien empleando el embalse de Arrocampo como UHS.

La evaluación concluye que resultan aceptables las condiciones meteorológicas estimadas por el titular, dado se ha utilizado en sus cálculos datos aceptables en calidad y extensión en el tiempo, y se han aplicado métodos o programas de cálculo aceptables según la RG 1.27.

Por otra parte, se ha detectado una deficiencia de evaluación, consistente en que el titular no ha especificado adecuadamente, en la documentación soporte de su solicitud, la metodología de cálculo aplicada para seleccionar los peores periodos meteorológicos que considera. Esta deficiencia, que no afecta a la conclusión anterior, se incorpora a la base de datos establecida en el sistema de gestión del CSN, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento del CSN PG.IV.08, Rev. 2.

3.3.3 Evaluación de los aspectos relativos a Ingeniería de Sistemas (INSI)

En el informe de referencia CSN/IEV/INSI/ALO/1804/1107 el área INSI ha evaluado los siguientes aspectos de la solicitud:

- El nuevo factor de ensuciamiento de los cambiadores distinto al de diseño, siendo éste el cambio de hipótesis fundamental de los nuevos cálculos de capacidad de los sistemas CCW y UHS.
- Los nuevos análisis de seguridad, como resultado de considerar el nuevo factor de ensuciamiento de los cambiadores (cálculos de capacidad de CCW y UHS) y
- Los resultados de los cálculos (temperatura del UHS (T_{UHS}) y temperatura del CCW (T_{CC})) y su impacto sobre las estructuras, sistemas y componentes (ESC), para verificar si siguen siendo aceptables para garantizar las funciones de seguridad de ambos sistemas.
- La propuesta de cambio a las ETF PME-1/2-17/003, que afecta a la ETF 3/4.7.3 (“Sistema de agua de refrigeración de componentes”), a la ETF 3/4.7.4 (“Sistema de agua de servicios esenciales”) y a las BASES 3/4.7.4 (“Sistema de agua de servicios esenciales”).
- La propuesta de cambio al ES OCES-0-5535, que afecta a los apartados 3.11.1 y 3.11.5 (Capítulo 3 de proyecto de estructuras, componentes y sistemas, en las secciones de “Identificación de sistemas y equipos sujetos a cualificación ambiental” y “Referencias”), 9.2.1 (Sistema de agua de servicios esenciales), 9.2.2 (Sistema de agua de refrigeración de componentes) y 9.2.5 (Sumidero Final de Calor) del ES de CN Almaraz.
- El análisis de seguridad asociado a la PME, AS-A-SL-17/001.

A continuación se resumen los resultados de las evaluaciones realizadas:

3.3.3.1 Nuevo factor de ensuciamiento R_f

En el análisis de seguridad vigente, el valor del factor de ensuciamiento considerado en los cambiadores CC-1/2-HX-01A/B (cambiadores de calor CCW/SW) es el valor del factor de ensuciamiento definido por diseño

$$R_{f \text{ diseño original}} = 0.001 \text{ h}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F}/\text{BTU} = 0.176 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{kW} = R_{f \text{ requerido}}$$

De acuerdo con el análisis de seguridad vigente, para la unidad en situación de accidente de pérdida de refrigerante (LOCA) se alcanza un valor máximo de temperatura de CCW a la salida de los cambiadores de calor de SW/CCW de 120°F (correspondiente al inicio de la fase de recirculación, cuando el sistema CCW recibe la carga térmica correspondiente al sistema de rociado de la contención y al sistema de inyección de seguridad de baja presión; esto ocurre entre 0 y 2 horas tras el comienzo del accidente).

Para la unidad en parada segura, se alcanza un valor máximo de temperatura de CCW de 106°F (18 horas después del comienzo del accidente).

Ambos valores 120°F y 106°F consideran, tal y como se ha indicado anteriormente, el factor de ensuciamiento de diseño original, $R_{f \text{ diseño original}}$.

Como ya se ha indicado, y de acuerdo con lo expuesto en el Estudio Final de Seguridad (ES) de CN Almaraz, la carga térmica a extraer por el cambiador de SW/CCW durante los 30 días de accidente, disminuye. Esto permite al titular definir un perfil de carga térmica escalonado decreciente envolvente del perfil de carga térmica de accidente. Cada escalón se define con un máximo de carga térmica a extraer con un coeficiente global de transmisión de calor máximo, valores ambos envolventes de los valores del perfil de carga térmica de accidente (y coeficientes globales de transmisión de calor) bajo ese escalón.

Con cada coeficiente global de transmisión de calor máximo se calcula la resistencia térmica máxima de ensuciamiento. Así, en cada escalón de carga térmica a extraer se define un $U_{\text{máximo}}$ y un $R_{f \text{ máximo}}$. Coeficientes globales de transmisión de calor progresivamente menores permiten factores de ensuciamiento progresivamente mayores, manteniendo la capacidad de extracción del calor residual, de forma que conforme progresa el accidente se gana margen respecto a R_{fd} .

El nuevo perfil escalonado de R_f utilizado por el titular en los nuevos análisis de accidente conduce a nuevos perfiles de evolución de las T_{CC} (temperatura de salida de CCW) y T_{SW} (temperatura de salida de SW). La T_{CC} a la salida del cambiador SW/CCW, con el nuevo R_f , presenta un máximo de 124.25°F durante las primeras 72 horas y no supera los 105°F durante el resto del accidente.

Las evoluciones de T_{CC} y T_{SW} deben garantizar las funciones de seguridad del sistema CCW que describen a continuación (ES, apartado 9.2.2.1.1):

- Disipar la carga térmica residual y sensible del sistema de refrigeración del reactor a través del sistema de evacuación de calor residual durante el arranque y la parada de la planta.
- Reducir la temperatura del agua del sistema de refrigeración del reactor para permitir el adecuado funcionamiento del sistema de control químico y volumétrico.
- Extraer la energía térmica liberada como consecuencia de un accidente a través de los sistemas de salvaguardias, refrigerando además los componentes de estos sistemas que así lo requieran.
- Refrigerar la piscina de combustible gastado.
- Refrigerar los sistemas de ventilación de las salas de bombas de salvaguardias y de aire acondicionado de sala de control.

Los parámetros de diseño del sistema CCW requeridos para cumplir dichas funciones son (ES, apartado 9.2.2.1.5.1):

- El conjunto del sumidero final de calor/sistema de agua de servicios esenciales/sistema de agua de refrigeración de componentes está diseñado para evacuar en 30 días la carga térmica producida en caso de accidente de pérdida de refrigerante en una unidad y parada segura seguida de enfriamiento de la otra unidad o parada segura de las dos unidades seguida de enfriamiento simultáneo de ambas, con los supuestos de la Guía Reguladora 1.27 Rev. 1 de Marzo de 1974.
- Para cumplir con este criterio, las temperaturas a la salida de los cambiadores de calor del sistema de agua de refrigeración de componentes no deberán superar el valor de $40,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($105\text{ }^{\circ}\text{F}$).
- La temperatura máxima del agua de refrigeración a las bombas de refrigeración del reactor no debe sobrepasar $51,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($124\text{ }^{\circ}\text{F}$).

Un incremento del ensuciamiento en el cambiador SW/CCW provocará una disminución en el coeficiente global de transmisión de calor (U), un aumento del factor de ensuciamiento R_f , y un aumento de la temperatura de salida del cambiador de calor de CCW (T_{cc}), por encima de los 120°F hasta ahora considerados.

A continuación se evalúa el efecto que una mayor temperatura T_{cc} de salida del cambiador SW/CCW tendría sobre las funciones de seguridad específicas y los parámetros de diseño del sistema CCW, descritos en párrafos anteriores.

El perfil escalonado de factores de ensuciamiento definido por el titular para sus nuevos análisis de seguridad en caso de accidente se representa en la figura 1 junto con el valor de diseño $R_{fd} = 0.176\text{ m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{kW}$:

Periodo 1 (0-48 h):	R _f 58% superior a diseño → 0,27808 m ² ·°C/kW.
Periodo 2 (48-72 h):	R _f 123% superior a diseño → 0,39248 m ² ·°C/kW.
Periodo 3 (72-168 h):	R _f 183% superior a diseño → 0,49808 m ² ·°C/kW.
Periodo 4 (168-384 h):	R _f 319% superior a diseño → 0,73744 m ² ·°C/kW.
Periodo 5 (384-480 h):	R _f 383% superior a diseño → 0,85008 m ² ·°C/kW.
Periodo 6 (480-600 h):	R _f 540% superior a diseño → 1,1264 m ² ·°C/kW.
Periodo 7 (600-720 h):	R _f 685% superior a diseño → 1,3816 m ² ·°C/kW.

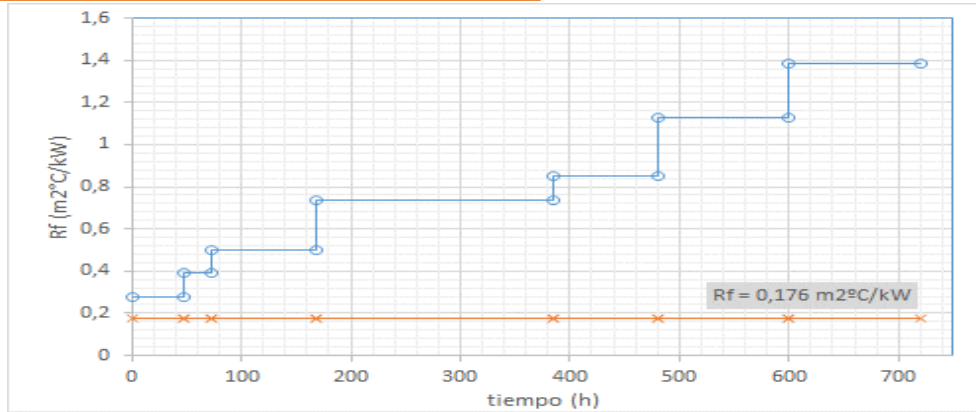


Figura 1. Perfil escalonado del factor de ensuciamiento a lo largo del accidente.

Durante el accidente, con el sistema de limpieza del cambiador (Taprogge) no funcional, se produciría un incremento progresivo del ensuciamiento en el cambiador SW/CCW, por ello, es necesario garantizar que el incremento del factor de ensuciamiento no superaría el límite marcado por la gráfica escalonada de R_f, ya que si eso ocurriese la temperatura de salida del agua de refrigeración de componentes del cambiador SW/CCW sobrepasaría los límites definidos en el perfil de temperaturas T_{cc} de accidente validado (124.25°F pico 0-72h/105°F 72-720h) y, por tanto, no se podría asegurar el cumplimiento con las funciones de seguridad del sistema CCW. Por consiguiente, es necesario establecer unas previsiones de ensuciamiento conservadoras durante 30 días del accidente y garantizar que este ensuciamiento no supera el valor considerado en los análisis.

Para establecer una previsión del ensuciamiento, es decir, definir una tendencia temporal del R_f, el titular ha analizado las indisponibilidades del Taprogge de los años 2014, 2015 y 2016, (recogidas en el ISN-I/II-16/004/002) y ha calculado el R_f diariamente ajustándolo con el tiempo. Obtiene así una serie de rectas lineales en las que la máxima pendiente corresponde a la máxima velocidad de variación y es igual a 0.0119 m²°C/kW/día (evento sucedido en 2015 en el cambiador CC2-HX-01A).

A partir de estos datos, el titular estima que la máxima velocidad de variación del ensuciamiento en el SW/CCW esperable va a ser igual a 0.0119 m²°C/kW/día. Asimismo, define una recta R_f con una pendiente igual a 0.0119 m²°C/kW/día, que tiene como ordenada en el origen un valor de 0.25477 m²°C/kW. Esta recta se corresponde con el valor máximo del R_f por encima del cual no se cumplirían las funciones de seguridad del sistema CCW.

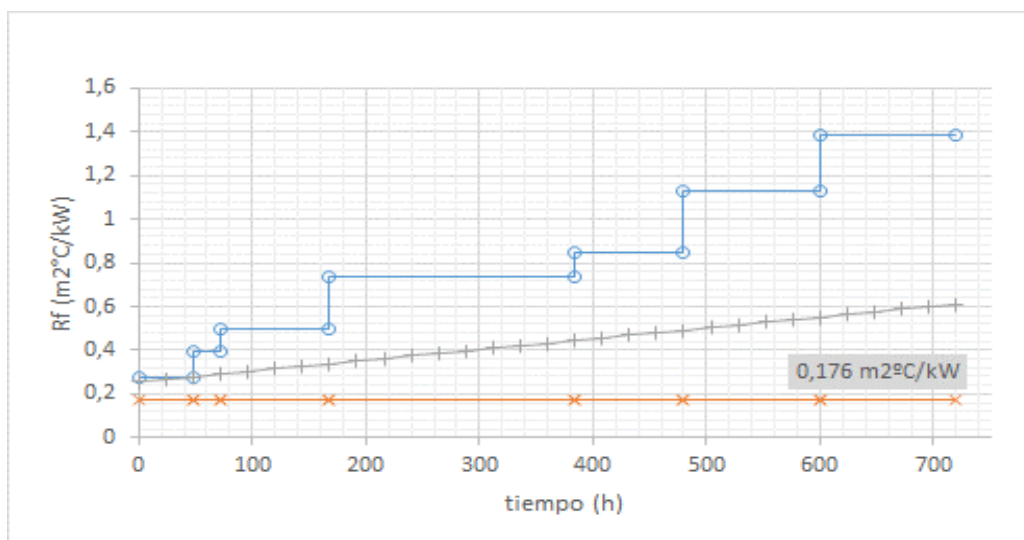


Figura 2. Valor máximo del Rf por encima del cual no se cumplirían las funciones de seguridad de CCW.

El punto de intersección corresponde a un tiempo de 48 horas y un Rf de $0,27857 \text{ m}^2\text{°C/kW}$ calculado con la recta y un Rf de $0,27808 \text{ m}^2\text{°C/kW}$ calculado mediante el perfil escalonado.

La evaluación considera que no es aceptable que el Rf máximo se base en una recta con ordenada en el origen igual a $0,25477 \text{ m}^2\text{°C/kW}$, ya que contiene un punto singular de intersección con el perfil escalonado.

Cualquier recta paralela, con ordenada en el origen por debajo de $0,2545 \text{ m}^2\text{°C/kW}$, no tendría intersección alguna con la curva escalonada de Rf y sería inicialmente aceptable para definir el modo de funcionamiento del cambiador en operación normal con el Taprogge funcionando.

Adicionalmente, se considera que la estimación del titular de que la máxima velocidad esperable de variación del ensuciamiento en el cambiador HX CCW-SW vaya a ser igual a $0,0119 \text{ m}^2\text{°C/kW/día}$ está sujeta a incertidumbres, tanto de medida, como del propio proceso de ensuciamiento (dependiente de parámetros de proceso como temperaturas y caudales).

Por tanto, el titular debe mantener para el Rf un valor mínimo de partida en sus cálculos, y en el procedimiento de vigilancia (PV) igual a $0,176 \text{ m}^2\text{°C/kW}$, con una evolución con el tiempo lineal creciente paralela a la recta por él definida (de ordenada en el origen $0,25477 \text{ m}^2\text{°C/kW}$ y con una de pendiente $0,0119 \text{ m}^2\text{°C/kW/día}$).

Como medida preventiva, y teniendo en cuenta la reducción de márgenes que se ha identificado, de cara a mantener el ensuciamiento de los cambiadores en valores mínimos, se considera necesario que el titular proceda a hacer la limpieza general de los tubos de ambos cambiadores (A y B) en todas las recargas.

Se considera que la recta de ordenada en el origen $R_f = 0,176 \text{ m}^2\text{°C/kW}$ y pendiente $0,0119 \text{ m}^2\text{°C/kW/día}$ tiene suficiente margen respecto a la definida por CNA, margen que permite

acomodar tanto las incertidumbres asociadas al cálculo de la velocidad de variación del factor de ensuciamiento igual a $0.0119 \text{ m}^2\text{C/kW/día}$, como incluir un margen adicional respecto al límite del factor de ensuciamiento definido por el titular en la recta de ordenada en el origen $0.25477 \text{ m}^2\text{C/kW}$ y pendiente $0.0119 \text{ m}^2\text{C/kW/día}$.

3.3.3.2 Metodología de cálculo de la capacidad del UHS y del sistema CCW

Con las hipótesis expuestas anteriormente, el titular modifica los análisis de seguridad de capacidad del sumidero final de calor (UHS) y de capacidad del CCW por separado. A continuación se exponen ambos análisis y los métodos usados para obtener a partir de esos cambios la T_{UHS} y T_{CC} .

- **Análisis de capacidad de UHS**

El área INSI ha verificado que el nuevo cálculo de capacidad del UHS presentado por el titular cumple con el criterio de aceptación que es garantizar 35°C (95°F) de temperatura máxima en la toma de servicios esenciales (ETF 3/4.7.5. Sumidero final de calor, CLO 3.7.5.1, operabilidad del sumidero final de calor).

Para ello se han evaluado los siguientes documentos:

- CO-08/008 revision 1 “GOTHIC-CNA Almaraz uprating. Calculation of the thermal load to the ultimate heat sink (UHS) from the LOCA Unit with GOTHIC-CNA model”, de fecha 30/05/2017.
- A-04-02/EA-ATA-020741, “CN Almaraz. Análisis de sensibilidad del impacto en el UHS en caso de máxima extracción de calor de contención”, de fecha 26/06/2017.

El documento CO-08/008 rev.1 tiene como objetivo obtener la carga térmica procedente de la contención en caso de accidente de pérdida de refrigerante (LOCA) que debe ser extraída por el cambiador de calor SW/CCW. Este análisis se lleva a cabo mediante el código de cálculo GOTHIC-CNA. Posteriormente mediante el código EcosimPro se calcula la evolución de la temperatura en el UHS, cuyo análisis se recoge en el documento A-04-02/EA-ATA-020741.

En el análisis llevado a cabo con el código GOTHIC-CNA se maximiza la velocidad de extracción de carga térmica en contención en caso de LOCA, lo cual es una hipótesis conservadora. Con relación a la unidad en parada segura, se considera que la carga máxima a extraer por el UHS ocurre 18 horas después del accidente, que es cuando entra en funcionamiento el sistema RHR de la unidad en parada, dado que maximiza la T_{CC} .

Asimismo, en ambos análisis se incluyen las hipótesis o condiciones de contorno expuestas anteriormente: nuevos valores de liberación de descarga de masa y energía (LME) en contención según WENX 07/20 rev. 5, nueva carga térmica de la piscina de almacenamiento de combustible gastado (PCG) y los cambios en las condiciones meteorológicas. En estos análisis se mantiene el factor de ensuciamiento de diseño R_{fd} , dado que desde el punto de vista de la capacidad máxima del UHS es conservador, ya que, a menor factor de

ensuciamiento, mayor coeficiente global de transmisión de calor y, por tanto, mayor carga térmica tiene que extraer el UHS. El caudal de SW y de CCW considerado en los análisis es el de accidente: 2817 m³/h y de 2500 m³/h, respectivamente.

La temperatura del UHS obtenida es 0,1°F mayor tanto en el caso de Arrocampo como en el embalse de esenciales, lo que se considera insignificante, estando en ambos casos por debajo de los 95°F, que es el criterio de aceptación.

Por tanto, la evaluación concluye que se consideran aceptables los cálculos presentados por el titular para determinar la capacidad del UHS, que permiten garantizar que se cumple el criterio de aceptación.

En el documento 01-F-M-00910 Ed.2. “Análisis cumplimiento temperatura diseño equipos refrigerados por el sistema CCW en caso de accidente” el titular resume los cálculos anteriores demostrativos de que la capacidad de evacuación de calor de los distintos UHS (ARROCAMPO, embalse ESW+SPRAY (aspersores), embalse ESW (invierno)), no se ve afectada por las nuevas condiciones de operación definidas ($R_f \neq R_{fd}$), en los dos casos de accidente base de diseño que son: una unidad en LOCA y otra en parada o las dos unidades en parada, coincidente con SISMO+LOOP, con uno o dos trenes (1T/2T) de salvaguardias, condiciones meteorológicas extremas y peor inicio del accidente.

Los cálculos del titular dan como resultado las figuras 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 de evolución de carga térmica y las figuras asociadas 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8 de evolución de temperaturas ESW del informe 01-F-M-00910. La evaluación ha comprobado que estas figuras se han incluido en la propuesta de cambio del ES.

Se considera aceptable el cambio introducido por el titular, al resultar una temperatura en la aspiración de las bombas del SW de 94.5°F por debajo de los 95°F de condiciones de contorno.

- **Análisis de capacidad del sistema CCW**

Para llevar a cabo este análisis, el titular introduce además de las nuevas hipótesis (nuevos valores de descarga de masa y energía en contención, carga térmica de la piscina de combustible gastado (PCG), nuevo factor de ensuciamiento escalonado) un nuevo método de cálculo que se basa en un cálculo iterativo entre el código de cálculo GOTHIC-CNA y el código EcosimPro. El método usado es iterativo porque existe una dependencia entre la evaluación de la carga térmica a extraer por el sistema de componentes (CCW) y la temperatura del foco frío (UHS).

El código GOTHIC-CNA determina la evolución de las cargas térmicas a evacuar por el sistema CCW en la unidad en LOCA con una temperatura de foco frío (UHS) inicial y un ensuciamiento R_f escalonado. Con dichas cargas térmicas, el código EcosimPro determina la evolución de la temperatura en el embalse y a la salida del cambiador HX CCW-SW, para la unidad LOCA+PARADA, contemplando las peores condiciones meteorológicas. Posteriormente

GOTHIC-CNA recalcula una nueva evolución de la carga térmica para la unidad en LOCA partiendo de la temperatura de UHS proporcionada por EcosimPro.

Estos cálculos se recogen dentro de los siguientes documentos, que han sido evaluados por el área INSI:

- CO-17/008 revisión 1 “GOTHIC-CNA. Cálculo de la carga térmica al sumidero final de calor (UHS) de la unidad LOCA de Almaraz para ensuciamientos del intercambiador CCW/SW superiores al de diseño”, de fecha 30/05/2017.
- 01-CM-54228/29/30/31, todos ellos en edición 2: cálculos demostrativos de capacidad del UHS para el aumento de potencia al 110%. Cada uno de los informes usa un UHS diferente (Arrocampo; embalse de esenciales con rociado; embalse de esenciales con rociado pero partiendo de operación normal descargando simultáneamente al sistema SW y a Arrocampo; y embalse de esenciales).

La iteración permite comprobar que la evolución de la temperatura de salida del cambiador lado CCW (T_{cc}) sigue el perfil de temperaturas de pico máximo de temperatura menor de 125°F durante las primeras 72 horas y bajada hasta los 105°F tras las 72 horas durante el tiempo de misión de los cambiadores (30 días). El máximo pico obtenido es de 124.25°F durante la primera hora del accidente en el caso de la unidad en LOCA y de 108.61°F a las 18 horas en la unidad en parada.

3.3.3.3 Resultados de los nuevos cálculos

En este apartado se analiza que con los nuevos perfiles de temperaturas obtenidas (T_{UHS} y T_{cc}), las estructuras, sistemas y componentes (ESC) refrigerados por los sistemas CCW y SW, necesarios para hacer frente al accidente, siguen cumpliendo su función de seguridad.

Para ello se ha analizado el efecto de la T_{cc} pico en las ESC s siguientes:

- a) En los límites de temperatura equipos directamente refrigerados por el sistema de CCW: cambiadores de calor del RHR, del sistema de rociado de la contención y de la piscina de combustible gastado, enfriadores de aceite de lubricación de las bombas de carga, cambiadores del sello mecánico de las bombas del RHR y bombas de aspersión del sistema de rociado de la contención.
- b) En los límites de temperaturas de salas donde se encuentran equipos e instrumentación y control (I&C) necesarios para hacer frente al accidente.
- c) En los límites de presión y temperatura de la contención como consecuencia del accidente.
- d) En los límites de temperatura de la PCG.
- e) En las bombas del refrigerante del reactor (BRR).

Según lo solicitado en la carta de la DSN de referencia CSN/C/DSN/ALO/16/64, el titular ha realizado un análisis de márgenes con respecto a los límites de temperatura de las ESC mencionados anteriormente (epígrafes a, b, c, d y e), considerando valores de la T_{cc} (temperatura de salida de CCW) superiores a la obtenida con el nuevo R_f escalonado

postulado. Este análisis de márgenes, que tiene por objeto verificar que a pesar del incremento en la Tcc resultante del nuevo Rf utilizado, aun se dispone de cierto margen adicional que permita acomodar incertidumbres ha sido evaluado también en el informe del área INSI.

A continuación se resume la evaluación de los resultados de los cálculos con el nuevo perfil de Tcc y la valoración del análisis de márgenes, agrupados bajo los epígrafes a, b, c, d, y e que se relacionan anteriormente:

En lo relativo a la capacidad del sistema CCW, se toma como dato el nuevo perfil de temperaturas CCW (Tcc) el obtenido en el cambiador HX CCW-SW considerando un Rf escalonado: el máximo pico obtenido es de 124,25°F durante la primera hora del accidente en el caso de la unidad en LOCA y de 108,61°F en la unidad en PARADA a las 18 horas. Con este nuevo perfil de temperaturas, el titular analiza la capacidad de los sistemas y componentes refrigerados por el sistema CCW.

La diferencia entre la nueva evolución de la T_{CC} y la vigente es el máximo valor de T_{CC} tal y como se muestra en la siguiente tabla, para el caso más limitante que es con Arrocampo como UHS:

UHS: Arrocampo. T _{CC máx} (°C/°F)		
	Vigente	Nuevo
LOCA	48.7/119.6	51.25/124.25
PARADA	41.4/106.5	42.56/108.61

Tal y como se muestra en la tabla se obtiene un aumento de 2.5°C/4.65°F en la T_{CC máx}.

Respecto a la nueva T_{UHS}, el peor caso corresponde también a considerar el embalse de Arrocampo como sumidero final de calor, alcanzando un máximo de 34,7°C (94,5°F) en todos los supuestos analizados (una unidad en LOCA y otra en parada o las dos unidades en parada). Este valor coincide con el máximo en los análisis vigentes.

Respecto a los márgenes de seguridad disponibles por cálculo se reducen, dado que la temperatura Tcc a la salida del cambiador (124,25°F) es superior a la de los cálculos vigentes (120°F).

a) Límites de equipos esenciales (no HVAC) directamente refrigerados por el sistema CCW

Los equipos esenciales (no HVAC) directamente refrigerados por el sistema CCW son:

- Intercambiadores de aspersion del recinto de contención (SP-1/2-HX-02A/B).
- Intercambiadores de evacuación de calor residual (RH-1/2-HX-01/02).
- Cambiador de calor del sello mecánico de las bombas de evacuación de calor residual (RH-1/2-RHAPRH-01/02).

- Enfriadores de aceite de lubricación de las bombas de carga (CS-1/2-PPAPCH1/2/3-HXM y CS-PPACCH1/2/3-HXB).
- Intercambiadores de la piscina de combustible gastado (SF-1/2-HX-01A/B).
- Bombas de aspersión del recinto de contención (SP-1/2-PP-01A/B/C/D).

Como se ha expuesto anteriormente, el titular ha calculado, para el accidente base de diseño, el perfil de temperaturas CCW-SW en el cambiador SW/CCW considerando un R_f escalonado superior al R_{fd} (R_f de diseño). El resultado es un nuevo perfil de T_{cc} con un pico de 124,25°F, superior al actual (120°F). Con este nuevo perfil de temperatura T_{cc} se verifica que los distintos equipos esenciales refrigerados por CCW no presentan problema alguno de funcionamiento, es decir, que es inferior al límite de temperatura admisible para cada uno de ellos.

El resultado de la evaluación realizada por INSI del comportamiento de todos los equipos refrigerados por CCW con el nuevo perfil de T_{cc} obtenido en el SW/CCW y los márgenes asociados es el siguiente:

En relación con los *Cambiadores de Aspersión del Recinto de Contención (SP-1/2-HX-02A/B) y cambiadores de Evacuación de Calor Residual (RH-1/2-HX-01/02)*, desde el punto de vista del componente, se considera aceptable el impacto del aumento de T_{cc} (124,5°F) en el componente, dado que la temperatura de diseño del lado carcasa es de 225°F y 200°F respectivamente.

En el caso del *cambiador de calor del sello mecánico de las bombas de evacuación de calor residual (RH-1/2-RHAPRH-01/02)*, la evaluación considera que la temperatura de diseño de la bomba, 400°F, es muy superior a la máxima especificada para el cambiador del sello de 130°F, por lo que no tiene influencia.

Para las bombas del RHR se considera que la temperatura admisible es 130°F, lo cual garantiza el correcto funcionamiento del componente.

Respecto a los *enfriadores de aceite de lubricación de las bombas de carga (CS-1/2-PPAPCH1/2/3-HXM y CS-1/2-PPAPCH1/2/3-HXB)* tras un análisis detallado que se recoge en el informe de evaluación del área INSI, la evaluación considera aceptable el comportamiento de los cambiadores de aceite de cojinetes y multiplicador de las bombas de carga para accidente con una T_{cc} pico de 124,25°F entre 0 y 72 horas, basado en el dato del suministrador del aceite de una temperatura del aceite máxima igual a 194°F (90°C), temperatura máxima del aceite sin cambios fisicoquímicos en el mismo.

Por encima de 72 horas en accidente, la temperatura del CCW (T_{cc}) es de 105°F por lo que no afecta al comportamiento de los enfriadores de aceite de las bombas, al estar por debajo de los datos originales de temperatura máxima de agua de refrigeración, según hoja de fabricante, 120°F.

En el caso de los intercambiadores de la piscina de combustible gastado (SF-1/2-HX-01A/B), se considera aceptable el comportamiento de los cambiadores teniendo en cuenta que la temperatura de diseño del mismo (225 °F) está por encima de la nueva Tcc (124,25 °F).

Por último, sobre las bombas de aspersión del recinto de Contención (SP-1/2-PP-01A/B/C/D), y su comportamiento con respecto al efecto del aumento de temperatura de CCW (Tcc) en la refrigeración del aceite de lubricación de las bombas, la evaluación ha analizado la información del fabricante de las bombas enviada por el titular mediante fax de referencia ATA-VS-005682. De dicho análisis, la evaluación considera que el perfil de temperaturas descrito por el fabricante para la T_{CC} con un pico instantáneo de 127,4°F y disminución de temperatura a 107°F a las dos horas, aunque no corresponde al perfil de temperaturas de CCW descrito en los análisis que se contemplan en la solicitud, quedaría cubierto por el perfil señalado en el fax indicado anteriormente, por lo que se considera aceptable que las bombas del SP trabajen con un pico instantáneo de 124.25°F de T_{CC} en accidente con R_f ≠ R_{fd}.

En relación al análisis de márgenes, la evaluación ha revisado el documento de referencia 01-F-B-02102 rev. 2 "Análisis de márgenes de capacidad de refrigeración del sistema CC en caso de accidente", en el que se analizan los márgenes existentes en función del pico de temperatura de salida de agua de CCW del cambiador SW/CCW. Para ello considera: tres casos para la unidad en LOCA (para T_{cc} de 125, 135 y 150 °F entre 0 y 72 horas) y un caso para la unidad en parada (T_{cc} de 115 entre 0 y 72 horas). En todos los casos, la T_{cc} después de las 72 horas está por debajo de 105 °F.

En la siguiente tabla se muestra la comparación de los valores extraídos de las hojas de datos de los componentes con las temperaturas de CCW de 125, 135 y 150 °F:

- primera columna: equipos directamente refrigerados por CCW;
- segunda columna: temperaturas máximas de refrigeración en los cambiadores de las bombas y temperaturas de operación/diseño en el caso de los cambiadores (obtenidas todas ellas de las hojas de datos de cada componente);
- tercera a quinta columna: casos del análisis de márgenes de TCC. En la presente evaluación se ha calculado el margen entre las temperaturas normales/máximas y de diseño de cada componente y la temperatura pico de salida del cambiador de componentes en las primeras 72 horas del accidente del análisis de márgenes de CNA.
- sexta columna: explica la comparación realizada.

Cambiador	T (°F)	T _{máxima} pico de salida de agua de CC (°F) 0-72 h			Comparación
		125	135	150	
Hx bb RHR	130 (T _{máxima} admisible)	ok	-3.8%	-15%	130°F (T _{máxima} admisible) vs 125/135/150°F
Hx bb CS	120 (T _{máxima})	ok (*)	-13%	-25%	120 (T _{máxima}) vs 125/135/150°F
Hx bb SP	15 h sin refrigeración	ok	Ok	ok	
Hx SP	225 (T _{diseño shell side})	ok	Ok	ok	225 °F (T _{diseño shell side}) vs 125/135/150°F
Hx RHR	200 (T _{diseño shell side})	ok	Ok	ok	200 °F (T _{diseño shell side}) vs 125/135/150°F
Hx SF	225 (T _{diseño Shell side})	ok	Ok	ok	225 (T _{diseño Shell side}) vs 125/135/150°F

Tabla 1. Resumen de datos de temperatura para equipos esenciales (no HVAC) directamente refrigerados por CC.

(*) Validado en el documento 01-CM-1209.

En el caso de la bomba de carga, como se expuso anteriormente, tras un análisis detallado de los documentos 01-F-B-02102 rev. 2 y 01-F-M-00910 ed.2 “Análisis cumplimiento temperatura diseño equipos refrigerados por el sistema CCW en caso de accidente”, el titular indica que en condiciones degradadas de refrigeración se ha demostrado la capacidad de los cambiadores de las bombas de carga para unas temperaturas de salida (T_{cc}) del sistema CCW, tanto de 125°F como de 135°F. Con estas temperaturas no se superaría la temperatura máxima del aceite de lubricación recomendada por el suministrador del mismo (Repsol) de 194°F/90°C.

Como conclusión, en relación con la capacidad de los componentes para llevar a cabo su función de seguridad en condiciones de accidente con la nueva T_{cc} (124,5°F), la evaluación considera que, como consecuencia de los nuevos análisis de seguridad (en los que el cambio fundamental es la consideración de un nuevo R_f escalonado, que tiene en cuenta un ensuciamiento creciente de los cambiadores de calor del ESW durante el accidente) en algunos componentes refrigerados por el sistema CCW se produce una pérdida de márgenes que se puede cuantificar entre el 30% y el 50%.

Por tanto, el hecho de disponer de un cierto margen adicional con respecto al perfil de T_{cc} asociado al nuevo R_f escalonado postulado no se considera aceptable para justificar un incremento adicional de la temperatura T_{cc} de salida de los cambiadores, por cuanto el incremento asociado a dicho R_f escalonado postulado supone ya una reducción, en algunos casos significativa, sobre los márgenes existentes actualmente.

De hecho, en el marco de una posible solicitud de renovación de la autorización de explotación, se considera necesario requerir al titular que analice la pérdida de márgenes observada y establezca un plan de implantación para recuperación de márgenes en los equipos para los cuales se ha producido una reducción mayor.

En este análisis el titular debe incluir, al menos, los siguientes cambiadores de calor refrigerados por el CCW: sistema de refrigeración de la piscina de combustible gastado, sello mecánico de las bombas del RHR, aceite de las bombas de carga y aceite de las bombas de rociado de la contención.

b) Límites de temperatura de salas e impacto en la calificación de los equipos eléctricos e I&C

En este apartado se resume la evaluación del impacto de la nueva temperatura de CCW y SW en los sistemas de ventilación (HVAC) que refrigeran las salas con los equipos eléctricos e instrumentación y control (I&C) necesarios para hacer frente al accidente base de diseño. El titular ha calculado los valores de temperatura máxima alcanzada en las salas refrigeradas por el sistema CCW, valorando si el incremento de la T_{amb} de las salas está por encima de la $T_{diseño}$ de las mismas (50°C), así como el tiempo que permanece la temperatura en accidente por encima de la $T_{diseño}$.

Finalmente con los datos anteriores, se comprueba la calificación de los equipos eléctricos y de I&C instalados en dichas salas refrigeradas por HVAC.

Las salas enfriadas por el sistema CCW consideradas en el alcance del análisis y que contienen equipos eléctricos y de I&C para hacer frente al accidente son: salas de bombas de los sistemas CC/ SP/ CS/ RH/ AF, salas de generadores diésel y sala de control.

Con relación a la sala de control, el titular indica que en la unidad en LOCA no se cumplen con los requisitos en cuanto a la verificación de la capacidad de refrigeración de los equipos de HVAC, siendo ésta inferior a la requerida. Sin embargo, en el momento actual, los POE, POE-1-E-1 y POE-2-E-1, incluyen el paso (paso 11.d) "Iniciar Evaluación del Estado de la Central" donde se indica "Alinear las dos unidades de aire acondicionado de sala de control a Unidad X (alimentación eléctrica y agua de refrigeración de componentes)". Este paso permite, dado que se dispone de dos grupos frigoríficos redundantes con posibilidad de alimentarse indistintamente de unidad I o unidad II, alinear el grupo frigorífico disponible de la unidad en LOCA a la alimentación de agua de CCW procedente de la unidad en parada, "para disponer de temperaturas de entrada inferiores y en consecuencia de capacidad de refrigeración superior a la requerida" en la unidad en LOCA. Con este alineamiento no se supera la temperatura de diseño de la sala de control, que es de 29,4 °C.

Además el titular, a lo largo de 2019¹ tiene previsto implantar una modificación de diseño de forma que las unidades enfriadoras de la sala de control dejarán de estar refrigeradas por el sistema CCW, ya que se van a sustituir por unas nuevas refrigeradas por aire, eliminando por tanto una carga térmica a extraer a través del sistema SW y garantizando que la temperatura en sala de control permanece en todo momento por debajo de la temperatura de diseño. La

¹ En el momento de redactar esta PDT, esta modificación de diseño ya ha sido implantada en el Tren A. Están en curso los trabajos de Tren B, con previsión de acabar el 26-marzo. Dado que la sala de control es común, cada tren puede ser alimentado desde una unidad o la otra.

propuesta de modificación de ETF, condicionada a la implantación de esta modificación de diseño, fue aprobada por el Pleno del 10 de octubre de 2018 (CSN/PDT/CNALM/ALO/1809/280).

En el resto de salas, y aun cuando la temperatura ambiente de las salas en caso de LOCA supera la temperatura de diseño en algunos casos, la evaluación concluye que es aceptable el análisis del titular en el que se indica que los perfiles de temperatura de salas en caso de accidente con temperatura pico $T_{CC} = 124.25^{\circ}\text{F}$ no afectan a la vida calificada de los equipos eléctricos en ellas instalados.

De igual forma, se considera aceptable que los transitorios de temperatura en las salas de bombas de AF, CC, CS, RHR y SP no afectan a la vida calificada de los equipos de I&C, siendo ésta superior a 40 años en todos los casos.

Adicionalmente, la evaluación ha analizado la validez de la propuesta desde el punto de vista de las temperaturas máximas alcanzadas en las salas refrigeradas por el sistema CCW con respecto a la funcionalidad de los equipos eléctricos y de I&C durante los 30 días de duración del accidente. El análisis del titular se documenta en 01-F-B-02102 edición 2, "Análisis de márgenes de capacidad de refrigeración del sistema CC en caso de accidente". En este análisis la metodología seguida por el titular es la siguiente:

- Se identifican los componentes eléctricos y de I&C instalados en cada sala refrigerada por el CCW.
- Para cada equipo se identifica la temperatura máxima, haciendo referencia a ensayos realizados.
- Se compara la evaluación de temperaturas en las salas usando la nueva T_{CC} con la temperatura máxima que garantiza la capacidad de los componentes eléctricos y de I&C instalados en cada sala.

La evaluación de INSI ha verificado que la evolución de las temperaturas de las salas calculadas con la nueva T_{CC} no supera las temperaturas máximas que garantizan que los componentes eléctricos y de I&C puedan llevar a cabo su función de seguridad durante el accidente.

Por otra parte, al igual que en el caso de la temperatura límite de ESC directamente refrigerados por el CCW, el titular ha realizado un análisis de márgenes existentes de temperatura de suministro de agua de CCW en caso de accidente para asegurar la calificación ambiental de los equipos eléctricos y de I&C dentro de las salas refrigeradas por CCW (a través de los equipos HVAC) que se considera aceptable.

c) Límites de presión y temperatura de contención en condiciones de accidente (LOCA)

En este apartado se analiza el impacto de la T_{CC} en los límites de integridad de la contención (P y T) derivados de los análisis de liberación de masa y energía en caso de accidente LOCA (WENX-07-031 "Almaraz uprating units 1 and 2- Containment response to LOCA mass and energy releases", rev. 5).

Para ello se evalúan los siguientes cálculos presentados por el titular:

- CO-17-021 rev. 0 “GOTHIC CNA - Comprobación interna del Criterio de Integridad de la contención de Almaraz con ensuciamientos en el intercambiador CCSW superiores al de diseño”,
- WM-ATA-002935-C: “Subject: Almaraz Units 1 and 2 Containment Response to LOCA Mass and Energy Releases with Increased CCW/ESW Heat Exchanger Fouling During Post-LOCA”.

Los criterios de aceptación que se deben cumplir son: que la presión de pico en caso de accidente permanezca por debajo de la presión de diseño de contención (3,52 kg/cm²) y la temperatura por debajo de 280 °F (137,8 °C). Asimismo se debe garantizar que la presión de contención se reduce a menos del 50% del pico de presión dentro de las 24 horas tras un LOCA. (GDC 38 y sección 6.2.1.1.A del NUREG 0800).

El informe CO-17/021 recoge un cálculo con un modelo validado equivalente al del código GOTHIC-Westinghouse (GOTHIC-CNA) en el que se comprueba el impacto en la presión y temperatura en contención, al considerar ensuciamientos (R_f) en el cambiador SW/CCW superiores al valor de diseño (R_{fd}). Los resultados muestran que el efecto sobre la temperatura y la presión pico en contención no es significativo y que en 7 horas (aproximadamente) la presión de contención ha disminuido a la mitad.

De acuerdo con las figuras 6.2.1-12 y 6.2.1-13 del ES, que representan la evolución de la presión y temperatura tras un accidente de pérdida de refrigerante, los valores máximos de presión y temperatura se alcanzan a los 798 s, 13.3 minutos, (tabla 6.2.1-4a del ES y WENX-07-031 “Almaraz uprating units 1 and 2- Containment response to LOCA mass and energy releases”, rev. 5) para mínimas salvaguardias o a 1106 s, 18 minutos, para máximas salvaguardias.

Asimismo, los tiempos de transferencia a la fase de recirculación se alcanzan a los 3402s (56.7 m) y 1500 s (25m) respectivamente para mínimas y máximas salvaguardias (tabla 6.2.1.24 del ES).

Por tanto, los tiempos de transferencia a recirculación (momento en el cual los cambiadores de RHR y SP comienzan a extraer carga térmica de contención) son superiores a los tiempos en los que se alcanzan la temperatura y presión pico en contención, por lo que la nueva Tcc no resulta limitante para garantizar los límites de P y T de la contención en condiciones de accidente.

Es decir, se considera que el criterio de aceptación respecto a la presión y temperatura máxima de contención se cumple.

Sobre el criterio de reducción de presión dentro de las 24 horas del accidente, el informe presentado por el titular indica que la reducción de la presión de contención a la mitad de su valor máximo, ocurre a las 7.03 horas con un ensuciamiento 58% superior al diseño, por debajo de las 24 horas requeridas.

Por otra parte, la carta de Westinghouse de referencia WM-ATA-002935-C confirma las conclusiones del informe del titular (CO-17/021 rev. 0), y justifica adicionalmente las novedades en el cálculo (descargas de masa y energía calculadas por Westinghouse y modificadas en el 2014 mediante NSAL y reflejadas en WENX 07/20 rev. 5; carga térmica en piscina, temperaturas en sumidero y factor de ensuciamiento, siendo este último el que realmente está relacionado con la problemática en cambiadores).

Por tanto, desde el punto de vista de los límites de presión y temperatura de la contención, se considera aceptable la nueva $T_{cc} = 124.25^{\circ}\text{F}$, puesto que no afecta a ninguno de los dos criterios de contención y se considera aceptable el nuevo cálculo reflejado en CO-17/021 rev. 0 por las comprobaciones del mismo incluidas en el informe.

El análisis de márgenes presentado por el titular para la integridad de contención se considera aceptable, dado que el titular concluye que con una temperatura pico de $T_{cc} = 130^{\circ}\text{F}$ y un factor de ensuciamiento superior al de diseño ($R_f = 140\% R_{fd}$), se siguen cumpliendo los criterios de integridad de la contención de presión y temperatura.

d) Límites de temperatura en la piscina de combustible gastado (PCG)

El área INSI ha evaluado el informe del titular de referencia 01-F-M-00910 Ed.2. "Análisis cumplimiento temperatura diseño equipos refrigerados por el sistema CC en caso de accidente", que recoge el impacto de los nuevos perfiles de T_{cc} en la evolución de la temperatura de la PCG, considerando como hipótesis conservadora que el inicio del accidente coincide con el modo almacenamiento tras la recarga.

El resultado es que, con un perfil de T_{cc} con un pico máximo de $124,25^{\circ}\text{F}$, el análisis de accidentes obtiene una temperatura máxima en piscina de 149.36°F (65.2°C).

Con este resultado la evaluación analiza el impacto de la temperatura de la PCG en dos aspectos: la validación estructural y la ebullición local en la piscina.

a) Validación estructural.

Se considera aceptable la conclusión del titular respecto a la validación estructural del hormigón con una temperatura máxima en la piscina de combustible de $149,3^{\circ}\text{F}$ (65.2°C), teniendo en cuenta que el apartado 9.1.3.3.3 del ES establece para el hormigón una temperatura de diseño de 70°C [158°F], por lo que dispone de márgenes suficientes para absorber las tensiones adicionales producidas por los incrementos de temperatura calculados.

b) Ebullición local.

El titular, en el cálculo de referencia 01-M-M-M-170224, justifica la ausencia de ebullición local en la zona de contacto del agua de piscina con los elementos combustible para una temperatura media del agua de la piscina de 158.9°F (70.5°C). Este valor es igual al que se alcanzaría con la temperatura CCW de 135°F . El valor obtenido para la nueva temperatura T_{cc} de salida de CCW (pico máximo de $124,25^{\circ}\text{F}$) conduce a una temperatura media del agua de la piscina que inferior en 10°F al límite garantizado por el cálculo 01-M-M-M-170224.

Por tanto, se consideran aceptables los resultados obtenidos en relación a la temperatura del agua de piscina, dado que está por debajo de los límites de hormigón y de ebullición local.

Respecto a los cambios al ES, la evaluación considera que el titular debe incluir en el apartado 9.1.3.3.1 del ES la gráfica de evolución de la temperatura en la piscina de combustible gastado correspondiente a la evolución de la temperatura del sistema CCW en la unidad de LOCA y en la unidad en parada, así como las hipótesis considerados por el titular para estos casos. Además, debe incluir en el ES las referencias asociadas a los cálculos 01-CM-01789 edición 1 y 01-M-M-M-170224.

Por otra parte, para el análisis de márgenes asociados a la PCG, el titular ha calculado que, para los tres perfiles de TCC de 125°F, 135°F y 150°F, se alcanzarían siguientes temperaturas máximas en piscina: 151.3°F, 158.9°F y 171.1°F (66.3°C/70.5°C/77.3°C). Desde este punto de vista el análisis de márgenes evidencia que con el incremento de la Tcc hasta 124,25°F aún se dispone un cierto margen adicional, siendo el valor de 135°F el que llevaría a alcanzar los límites de diseño, tanto desde el punto de vista estructural, como de ebullición local.

Como conclusión de este aspecto se considera que una temperatura Tcc de salida del sistema CCW superior a 135 °F conduciría a valores en piscina inaceptables, lo cual conduce a que con el aumento de Tcc de 120 a 125°F, debido a considerar el nuevo R_f escalonado, se ha perdido en torno al 30% del margen disponible.

e) Límite de la Tcc en las bombas del refrigerante del reactor (BRR)

El apartado 9.2.2.1.5.1. del ES establece que la temperatura máxima del agua de refrigeración a las bombas de refrigeración del reactor no debe sobrepasar 51.1°C (124°F).

Por tanto, el valor pico de Tcc de 124,25°F para la unidad en LOCA supera ligeramente el valor indicado en el ES para las BRR. En el caso de la unidad en parada, la Tcc de 115°F (46,11°C) es inferior a los 124°F (51.25°C) del ES, por lo que se considera que no hay efecto significativo en las BRR.

No obstante, en el accidente base de diseño, tanto en la unidad en LOCA como en la unidad en parada, se postula pérdida de suministro eléctrico exterior (LOOP), por lo que las BRR no estarían en funcionamiento, aunque seguirían refrigeradas por la inyección a sellos hasta que tuviese lugar la señal de aislamiento Fase B (arranque del rociado), en la que se aísla la parte de CCW no esencial.

La evaluación concluye que, dado que el suministro de refrigeración de CCW a las bombas del refrigerante del reactor en caso de LOCA es un consumidor no esencial para la seguridad, se considera aceptable que el titular no lo haya tenido en cuenta en su análisis.

3.3.3.4. Cambios en los Documentos Oficiales

El área INSI ha evaluado las propuestas de cambio a los documentos oficiales presentados con la solicitud.

- Propuestas de cambio a las ETF, PME-1/2-17/003, “Sistema de limpieza del cambiador SW/CCW”.
- Propuesta de cambio al ES, OCES-0-5535 “Evaluación de la capacidad de los cambiadores de calor del sistema de refrigeración de componentes teniendo en cuenta un factor de ensuciamiento superior al definido como de diseño por el fabricante”.

- **Cambios propuestos a las ETF**

Las propuestas PME-1/2-17/003 afectan a la ETF 3/4.7.3 (“Sistema de agua de refrigeración de componentes”), a la BASE 3/4.7.3, a la ETF 3/4.7.4 (“Sistema de agua de servicios esenciales”) y a la BASE 3/4.7.4 (“Sistema de agua de servicios esenciales”). A continuación se recoge un resumen de la evaluación llevada a cabo por el área INSI:

- ETF 3/4.7.3 (“Sistema de agua de refrigeración de componentes”): Se modifica la EV 4.7.3.1.e. y la BASE 3/4.7.3

Se incluyen en la Exigencia de Vigilancia (EV) 4.7.3.1.e, determinados aspectos contenidos actualmente en la BASE vigente de la ETF 3/4.7.3 sobre el sistema de limpieza Taprogge, y en consecuencia se eliminan de la base.

La EV 4.7.3.1.e vigente indica:

“En el caso de que el sistema de limpieza del cambiador de calor esté indisponible, verificando, una vez al menos cada 24 horas que el cambiador de calor del sistema de agua de refrigeración de componentes tiene una eficiencia igual o superior a la de diseño”.

La EV 4.7.3.1.e incluida en la propuesta de cambio indica:

“Verificando en funcionamiento el sistema de limpieza del cambiador cuando está en operación el tren correspondiente y realizándose cada 72 horas, en el tren en servicio, un recuento de las bolas que pasan por los tubos del cambiador de calor de agua de refrigeración de componentes.

Realizando cada 7 días, en el tren que está parado, un ciclo de limpieza de los tubos del cambiador de calor de agua de refrigeración de componentes”.

El titular en su propuesta elimina toda referencia a acciones a tomar en caso de pérdida del sistema de limpieza (Taprogge), dado que lo que se haría en esta situación es declarar la inoperabilidad del tren del ESW.

La evaluación considera necesario que se incluya en la Base de la ETF 3/4.7.3 una aclaración de que en caso de que el sistema de limpieza se encuentre indisponible, el tren correspondiente del SW se debe declarar inoperable.

Asimismo, la evaluación considera que es aceptable este planteamiento durante el tiempo que dure la inoperabilidad (como máximo 72 horas), dado que la pérdida del sistema de limpieza implica la inoperabilidad del tren de refrigeración. Sin embargo, considera que, tras una inoperabilidad del tren de refrigeración debida a la pérdida del sistema de limpieza del cambiador, para declarar operable el tren de refrigeración es necesario:

- Recuperar el sistema de limpieza del cambiador
- Y comprobar que el R_f está por debajo del valor de diseño ($0.176 \text{ m}^2 \cdot \text{°C}/\text{kW}$). Este segundo aspecto no está incluido en la PME. Se considera que es necesario que el titular lo indique en la Base de la ETF 3/4.7.3. Este requisito se debe a la incertidumbre existente de que, durante la inoperabilidad, el ensuciamiento haya superado el R_f de diseño y a la incertidumbre asociada al tiempo necesario para que el sistema de limpieza devuelva el grado de limpieza de los tubos a valores inferiores al diseño.

Respecto a los procedimientos de vigilancia asociados a las Exigencia de Vigilancia 4.7.3, la evaluación considera que se debe garantizar lo siguiente:

- a) En caso de estar los dos trenes en servicio, se debe ejecutar el recuento de bolas en cada uno de los trenes por separado.
 - b) La recuperación de menos del 80% de las bolas durante el recuento se considerará indisponibilidad del mismo.
 - c) El arranque del sistema de limpieza en el tren en reserva para realizar un ciclo de limpieza, que se hace como mínimo cada 7 días, debe durar al menos 6 horas.
 - d) Se debe disponer de un procedimiento para verificar el correcto funcionamiento del sistema de limpieza con los parámetros y frecuencia de verificación adecuada.
- ETF 3/4.7.4 (“Sistema de agua de servicios esenciales”): Se modifica la EV 4.7.4.1c y d. y la BASES 3/4.7.4

El titular modifica las EV 4.7.4.1c y d incluyendo los nuevos caudales en condiciones de accidente como resultado de los análisis y elimina el valor de medida de TDH de la bomba y la referencia a la ETF 4.0.5 aplicable a las pruebas ASME OM. Por otra parte se modifica la Base de la ETF 3/4.7.4 sobre el sistema de agua de servicios esenciales por coherencia con los cambios.

Las EV 4.7.4.1c y d vigentes establecen:

c. Verificando que cada bomba desarrolla un caudal de descarga mayor o igual que 3100 m³/h con un TDH de 53,7 m cuando se prueba siguiendo la especificación número 4.0.5, descargando a Arrocampo.

d. Una vez cada 12 meses verificar que cada bomba es capaz de suministrar un caudal igual o superior a 3200 m³/h con un TDH de 52,7 m cuando descarga a través del sistema de aspersores.

Las EV 4.7.4.1c y d de la propuesta establecen respectivamente:

c. Verificando que cada bomba desarrolla un caudal de descarga por los cambiadores mayor o igual al requerido en condiciones de accidente, 2817 m³/h, descargando a Arrocampo, cada 3 meses.

d. Una vez cada 12 meses verificar que cada bomba es capaz de suministrar un caudal por cambiadores igual o superior al requerido en condiciones de accidente 2817 m³/h, cuando descarga a través del sistema de aspersores.

La evaluación considera aceptable el cambio, al incluir en las ETF el caudal de 2817 m³/h por los cambiadores de calor, que es el usado en los análisis de seguridad de contención y de la cadena de extracción al UHS.

Por otra parte, la eliminación del valor de TDH y de la referencia a la ETF 4.0.5 no tiene implicación alguna, dado que el titular tendrá que seguir cumplimentando ambos requisitos, las EV 4.7.4.1c y d y la genérica aplicable a las pruebas de ASME OM, ETF 4.0.5, con los alineamientos que apliquen, midiendo caudal por los cambiadores y resto de consumidores.

Asimismo, el cambio de la Base se considera adecuado, ya que hace referencia a que los caudales requeridos en las pruebas de verificación se basan en los análisis realizados.

- **Cambios propuestos al ES**

El área INSI ha revisado los cambios propuestos al ES, teniendo en cuenta el apartado cuarto de la IS-37, concluyendo que dichos cambios son aceptables.

No obstante, considera que el titular debe incluir en el apartado 9.1.3.3.1 del ES:

- Una gráfica de evolución de la temperatura en la piscina de combustible gastado correspondiente al caso más desfavorable de la evolución de la temperatura del sistema CCW (T_{cc}=124,5 °F) en la unidad de LOCA y en la unidad en parada, así como las hipótesis considerados por el titular para estos casos.
- Las referencias de los cálculos 01-CM-01789 edición 1 y 01-M-M-M-170224.

3.3.4 Resumen de las conclusiones de las evaluaciones del CSN

A continuación se resumen las evaluaciones realizadas por las áreas del CSN:

1. Se considera que los nuevos análisis de seguridad, que incluyen una revisión de los análisis de contención, del sumidero final de calor y de la evolución de la temperatura del sistema de refrigeración de componentes (CCW), son aceptables.
2. El análisis de márgenes realizado por el titular pone de manifiesto que en algunos componentes refrigerados por el sistema CCW se produce una reducción de márgenes, respecto al análisis de seguridad vigente, que se puede cuantificar entre el 30% y el 50%.

Así pues, el hecho de que el análisis de márgenes confirme que aún se dispone de un cierto margen adicional con respecto al límite aplicable, no se considera aceptable para justificar un posible incremento adicional de la temperatura T_{cc} de salida de los cambiadores, por cuanto el incremento asociado al nuevo R_f escalonado postulado supone ya una reducción, en algunos casos significativa, sobre los márgenes existentes actualmente.

3. Teniendo en cuenta la reducción de márgenes observada en algunos componentes refrigerados por el sistema CCW, se considera necesario que el titular proceda a hacer la limpieza general de los tubos de ambos cambiadores (CC-1/2-HX-01A y B) en todas las recargas, con el objeto de mantener el ensuciamiento de los cambiadores en valores mínimos.
4. Se considera necesario que el titular analice la pérdida de márgenes observada y establezca un plan de implantación para recuperación de márgenes en los equipos para los cuales se ha producido una reducción mayor.

En este análisis se debe incluir, al menos, los siguientes cambiadores de calor refrigerados por el sistema CCW: sistema de refrigeración de la piscina de combustible gastado, sello mecánico de las bombas del RHR, aceite de las bombas de carga y aceite de las bombas de rociado de la contención.

5. En relación con el no conservadurismo del multiplicador que ENUSA aplica a los cálculos de potencia residual de la piscina de combustible gastado, realizados con el código ORIGEN, se considera que para futuras aplicaciones, el titular deberá comprobar los siguientes puntos:
 - a) Si la base de datos con la que ENUSA validó los cálculos de ORIGEN ha aumentado, de manera que esté justificado el uso de los límites normales de tolerancia, o
 - b) Si se ha verificado que los 12 datos usados en la validación son compatibles con una distribución normal o están cubiertos por ella.
6. Las propuestas de cambio PME-1/2-17/003 a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento se consideran aceptables.
7. El titular debe incluir en la Base de la ETF 3/4.7.3, en un plazo de 2 meses a partir de la aprobación de la PME-1/2-17/003, los siguientes aspectos:
 - a. La comprobación de que el valor de la resistencia térmica total por ensuciamiento (R_f) del cambiador está por debajo de su valor de diseño ($0.176 \text{ m}^2 \cdot \text{°C}/\text{kW}$), para declarar operable el tren de agua de servicios esenciales (SW) tras una inoperabilidad del mismo debida a la pérdida del sistema de limpieza del cambiador SW/CCW.
 - b. Una aclaración de que en caso de que el sistema de limpieza se encuentre indisponible, el tren correspondiente del SW se debe declarar inoperable.
8. El titular debe incluir en los procedimientos asociados a la Exigencia de Vigilancia 4.7.3, en un plazo de 2 meses a partir de la aprobación de la PME-1/2-17/003, los siguientes aspectos:

- En caso de estar los dos trenes en servicio, se debe ejecutar el recuento de bolas en cada uno de los trenes por separado.
- La recuperación de menos del 80% de las bolas durante el recuento se considerará indisponibilidad del mismo.
- El arranque del sistema de limpieza en el tren en reserva para realizar un ciclo de limpieza, que se hace como mínimo cada 7 días, debe durar al menos 6 horas.
- Se debe disponer de un procedimiento para verificar el correcto funcionamiento del sistema de limpieza con los parámetros y frecuencia de verificación adecuada.

La superación de los criterios de aceptación de estos procedimientos, de modo que el sistema de limpieza no sea capaz de cumplir su función, implicará la inoperabilidad del tren del SW.

9. La propuesta de cambio al Estudio Final de Seguridad (OCES-0-5535) se considera aceptable; no obstante, el titular debe incluir en la próxima revisión del ES, en el apartado 9.1.3.3.1:
 - Una gráfica de evolución de la temperatura en la piscina de combustible gastado correspondiente al caso más desfavorable de la evolución de la temperatura del sistema CCW ($T_{cc}=124,5$ °F) en la unidad de LOCA y en la unidad en parada, así como las hipótesis considerados por el titular para estos casos.
 - Las referencias 01-CM-01789 edición 1 y 01-M-M-M-170224.

3.4. Deficiencias de evaluación: SI

Los informes del CSN consideran que la calidad de la información aportada por el titular en la solicitud es baja debido a los siguientes aspectos:

- Falta de justificación de datos de entrada de cálculos de INNOMERICS en la documentación soporte de la solicitud. El titular ha justificado todos los datos de diseño usados en los análisis en las sucesivas consultas llevadas a cabo por el CSN para obtener esta información, pero esto ha ralentizado el proceso de la evaluación.
- Algunos documentos soporte de la solicitud tienen fecha de emisión posterior a la de la propia solicitud.
- Errores en la propuesta de modificación de ETF en relación con las bases de la ETF y con la justificación.

El titular no ha especificado adecuadamente en la documentación que incluye como soporte de sus propuestas la metodología de cálculo aplicada para seleccionar los peores periodos meteorológicos que considera.

3.5. Discrepancias respecto de lo solicitado: NO

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

De acuerdo con las evaluaciones realizadas, se propone informar favorablemente la solicitud de aprobación de las propuestas de cambio PME-1/2-17/003 a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) y OCES-0-5535 de cambio al Estudio Seguridad (ES), de las unidades I y II de la CN Almaraz, con las siguientes condiciones:

1. El titular debe llevar a cabo una limpieza general de los tubos de ambos cambiadores (CC-1/2-HX-01A y B) en todas las recargas, con el objeto de mantener el ensuciamiento de los cambiadores en valores mínimos.
2. Para declarar operable el tren de agua de servicios esenciales (SW) tras una inoperabilidad del mismo debida a la pérdida del sistema de limpieza del cambiador SW/CCW, el titular deberá asegurar que el valor de la resistencia térmica total por ensuciamiento (R_f) del cambiador está por debajo de su valor de diseño ($0.176 \text{ m}^2 \cdot \text{C}/\text{kW}$).
3. Se considera necesario que el titular establezca un plan de acción para la recuperación de márgenes que incluya modificaciones de diseño. Este plan deberá presentarse ante el CSN antes del 30 de junio de 2019.

Por otra parte, se requiere que el titular tome las siguientes acciones:

1. Para futuras aplicaciones del código ORIGEN, en relación con el no conservadurismo del multiplicador que ENUSA aplica a los cálculos de potencia residual de la piscina de combustible gastado realizados con dicho código, el titular deberá comprobar los siguientes aspectos:
 - Si la base de datos con la que ENUSA validó los cálculos de ORIGEN ha aumentado, de manera que esté justificado el uso de los límites normales de tolerancia, o
 - Si se ha verificado que los 12 datos usados en la validación son compatibles con una distribución normal o están cubiertos por ella.
2. En un plazo de dos meses desde la aprobación de la PME-1/2-17/003, el titular deberá:
 - Incluir en la Base de la ETF 3/4.7.3 los siguientes aspectos:
 - i. una aclaración de que en caso de que el sistema de limpieza se encuentre indisponible, el tren correspondiente del SW se debe declarar inoperable.
 - ii. La condición de que para declarar operable el tren de agua de servicios esenciales (SW) tras una inoperabilidad del mismo debida a la pérdida del sistema de limpieza del cambiador SW/CCW, es necesario asegurar que el valor de la resistencia térmica total por ensuciamiento (R_f) del cambiador está por debajo de su valor de diseño ($0.176 \text{ m}^2 \cdot \text{C}/\text{kW}$).
 - Incluir en los procedimientos de vigilancia asociados a las Exigencia de Vigilancia 4.7.3, los siguientes aspectos:

- En caso de estar los dos trenes en servicio, se debe ejecutar el recuento de bolas en cada uno de los trenes por separado.
- La recuperación de menos del 80% de las bolas durante el recuento se considerará indisponibilidad del mismo.
- El arranque del sistema de limpieza en el tren en reserva para realizar un ciclo de limpieza, que se hace como mínimo cada 7 días, debe durar al menos 6 horas.
- Se debe disponer de un procedimiento para verificar el correcto funcionamiento del sistema de limpieza con los parámetros y frecuencia de verificación adecuada.

La superación de los criterios de aceptación de estos procedimientos, de modo que el sistema de limpieza no sea capaz de cumplir su función, implicará la inoperabilidad del tren del SW.

3. Llevar a cabo, en la próxima revisión del ES, las siguientes modificaciones:

- Incluir en el apartado 9.1.3.3.1 del ES la gráfica de evolución de la temperatura en la piscina de combustible gastado correspondiente a la evolución de la temperatura del sistema CCW en la unidad de LOCA y en la unidad en parada, así como las hipótesis considerados por el titular para estos casos.
- Incluir en el ES las referencias 01-CM-01789 edición 1 y 01-M-M-M-170224.

Estas acciones serán requeridas al titular mediante la carta de la DSN, incluida como anexo II de esta PDT.

4.1. Aceptación de lo solicitado: SI

4.2. Requerimientos del CSN: SI

4.3. Recomendaciones del CSN: NO

4.4. Compromisos del Titular: NO