

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

INFORME FAVORABLE SOBRE LA MODIFICACIÓN DE DISEÑO DE LOS REQUISITOS DE TEMPERATURA DEL SUMIDERO FINAL DE CALOR Y DE CAUDAL DEL SISTEMA DE AGUA DE SERVICIO ESENCIAL, ASÍ COMO SOBRE LAS REVISIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO MEJORADAS Y MANUAL DE REQUISITOS DE OPERACIÓN ASOCIADAS

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Solicitante

Iberdrola Generación Nuclear S.A.U., Central Nuclear de Cofrentes (en adelante CNC).

1.2. Asunto

Propuesta de modificación de diseño de los requisitos de temperatura del sumidero final de calor (UHS) y del caudal individual y total del sistema de agua de servicio esencial (P40), basada en el reanálisis del UHS y evaluación de los sellos de las bombas del sistema de evacuación del calor residual (RHR).

Como consecuencia de esta modificación de diseño se proponen revisiones a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas (ETFM), al Estudio de Seguridad (ES) y al Manual de Requisitos de Operación (MRO).

1.3. Documentos aportados por el solicitante

La propia solicitud, enviada por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y recibida en el CSN con fecha 19 de junio de 2012 en su registro telemático, con número de registro de entrada 11101, que adjuntaba la solicitud de autorización N° 12/02 Rev.0 de la propuesta de modificación de diseño: "Modificación de los requisitos de temperatura del sumidero final de calor (UHS) y caudal individual y total del sistema de agua de servicio esencial (P40), basada en el reanálisis del UHS y evaluación de los sellos de las bombas del sistema de evacuación del calor residual (RHR). Solicitud de aprobación de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento mejoradas, Rev. 25, Estudio Final de Seguridad, Rev. 47 y Manual de Requisitos de Operación, Rev.19" de la central nuclear de Cofrentes.

El documento contiene una descripción general del cambio, antecedentes, la justificación y análisis de aspectos relevantes para la seguridad, el impacto en documentos oficiales de explotación, y los siguientes Anexos:

- Anexo 1: W25-5A048, Rev. 0 "Re-análisis del UHS".
- Anexo 2: E12-5A198, Rev. 0 "Modificación requisitos de enfriamiento en los sellos de las bombas del RHR".
- Anexo 3: P40-5A498, Rev. 0 "Análisis de seguridad relativo a la modificación de los requisitos de temperatura del UHS y caudal individual y total del P40, basada en el reanálisis del UHS y evaluación de los sellos de las bombas del RHR".

- Anexo 4: PC-01-12 Rev. 0 / DOE 01 Rev. 25. "Propuesta de modificaciones derivadas del Reanálisis del UHS".
- Anexo 5: PC-02-12 Rev. 0 / DB 08 Rev. 19. "Propuesta de modificaciones derivadas del Reanálisis del UHS".
- Anexo 6: Hojas Actuales y Hojas Futuras del Estudio Final de Seguridad.

Como consecuencia del proceso de evaluación, el titular ha enviado al CSN documentación complementaria mediante escrito "Envío de información complementaria relativa a la solicitud de autorización N° 12/02 de modificación de los requisitos de temperatura del UHS y caudales del P40, basada en el reanálisis del UHS y evaluación de los sellos de las bombas del RHR", de ref. *1314641500275*, con número de registro telemático de entrada 42139, de fecha 08/07/2013. El escrito adjuntaba los documentos: W25-5A108, Rev. 0, "Análisis y validación de los Datos Meteorológicos de C.N. Cofrentes para los cálculos del UHS. Periodo 1980-1982", y Dictamen Técnico de Ingeniería DTI-13/082, "Re-análisis del UHS y condiciones meteorológicas".

Posteriormente, también como consecuencia del proceso de evaluación, el titular ha remitido directamente al CSN una modificación de la propuesta inicial, mediante escrito "C.N.COFRENTES. HOJAS MODIFICADAS EN LA PROPUESTA DE CAMBIO AL ESTUDIO FINAL DE SEGURIDAD (DOE-04) RECOGIDA EN LA SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN N° 12/02 RELATIVA AL REANÁLISIS DEL UHS", recibido con fecha 10 de octubre de 2013, número de registro telemático de entrada 43313, consistente en nuevas "hoja FUTURO" para las hojas 5.4-42, 5.4-43, 9.2-39, 9.2-40, 9.2-41, Tabla 9.2-2 (1/3), Tabla 9.2-2 (2/3), Tabla 9.2-5 (2/2), y Figura 9.2-9, así como la "hoja ACTUAL" de la hoja 5.4-42, la cual no estaba recogida en la solicitud de autorización, del Estudio de Seguridad.

1.4. Documentos de licencia afectados

La solicitud presentada afecta a los siguientes documentos de licencia, para los cuales el titular ha solicitado autorización de revisión:

- Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas, actualmente en Rev. 29, para la cual se presenta la propuesta de revisión PC-01-12 Rev. 0 / DOE 01 Rev. 25. "Propuesta de modificaciones derivadas del Reanálisis del UHS".
- Estudio de Seguridad, actualmente en Rev. 48, para el cual se presentan las modificaciones contempladas en el Anexo 6 de la solicitud, actualizados con los nuevos cambios propuestos mediante la modificación de la propuesta inicial remitida mediante el escrito de fecha 10 de octubre de 2013.
- Manual de Requisitos de Operación, actualmente en Rev. 22, para la cual se presenta la propuesta de revisión PC-02-12 Rev. 0 / DB 08 Rev. 19. "Propuesta de modificaciones derivadas del Reanálisis del UHS".

Adicionalmente, la solicitud presentada afecta a las Bases de las ETFM, de acuerdo con los cambios propuestos a las mismas en el documento PC-01-12 Rev. 0 / DOE 01 Rev. 25. "Propuesta de modificaciones derivadas del Reanálisis del UHS".

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

Antecedentes

El sistema de agua de servicio esencial (P40) de la central nuclear de Cofrentes tiene como función de seguridad refrigerar una serie de intercambiadores de calor esenciales para la parada segura del reactor, tomando agua del estanque de enfriamiento (sumidero final de calor, UHS).

Para garantizar la correcta refrigeración, el sistema cuenta actualmente con unos requisitos de caudal mínimo individual de caudales de refrigeración para cada intercambiador de calor refrigerado por el sistema y para el total suministrado por las bombas, recogidos en las ETFM y MRO, que se vigilan periódicamente. Estos requisitos de vigilancia y de prueba no se encuentran en las ETFM estándar por lo que su inclusión fue un requerimiento del CSN como una mejora para la seguridad.

Durante los últimos años se han realizado diversas mejoras en el sistema P40 que han permitido disponer, en la mayoría de los intercambiadores de calor, de un margen de caudal suficiente para cumplir los requisitos de caudales individuales y de caudal total del sistema P40. No obstante, el margen disponible sigue siendo escaso en el sistema de evacuación de calor residual (RHR), en particular en la división I.

EPRI (Electric Power Research Institute) realizó un estudio específico para la central nuclear de Cofrentes en el que se recogen una serie de recomendaciones con el fin de conseguir la optimización del funcionamiento y aumento de la fiabilidad del sistema P40, y donde se sugiere revisar los análisis del UHS y utilizando hipótesis de partida más realistas, que permitan reevaluar las necesidades de caudal de refrigeración para cada uno de los equipos refrigerados por este sistema.

En este sentido, se han desarrollado varios informes que analizan la capacidad del UHS mediante un reanálisis del mismo, considerando condiciones meteorológicas actualizadas del emplazamiento y los requisitos de cada uno de los intercambiadores de calor (consumidores) con la consiguiente reevaluación de las necesidades de caudal de refrigeración en los distintos consumidores del P40. Los caudales de refrigeración del P40 requeridos por los distintos consumidores pueden reducirse dando crédito a temperaturas inferiores del agua del UHS, de manera que se mantiene la misma capacidad de intercambio térmico en los mismos y se mantiene por tanto la misma capacidad de los diferentes sistemas a los que el P40 refrigera.

Adicionalmente, se han realizado diversas pruebas y estudios teóricos sobre el sistema de sellado de las bombas del RHR, en los modos de funcionamiento más restrictivos, para proponer la eliminación de los actuales requisitos de caudal del P40 para los enfriadores de estos sellos.

Como consecuencia de los análisis realizados, CNC presenta esta solicitud para la aprobación de estos nuevos análisis, junto con la revisión de los documentos de licencia derivada de los mismos.

Previamente a la presentación formal de la solicitud, el titular realizó en marzo de 2012 una presentación en la sede del CSN sobre el proceso seguido para la realización de los cálculos y sobre las principales conclusiones obtenidas, así como de los cambios que se preveían en la documentación de licencia de la central.

Razones de la solicitud

CNC presenta esta solicitud de autorización de modificación de diseño en base a que de la aplicación de los criterios de la instrucción de seguridad IS-21 del CSN, sobre requisitos aplicables a las modificaciones de diseño en las centrales nucleares, se concluye que la solicitud requiere autorización.

En concreto, se responde afirmativamente a la cuestión nº 8 de la IS-21 (*“se modifican los métodos de evaluación descritos en el Estudio de Seguridad, que han sido utilizados para establecer las bases de diseño o realizar los análisis de seguridad”*) ya que en el reanálisis del UHS se introducen modificaciones en los criterios, hipótesis y datos de entrada necesarios para el análisis del sistema P40 y sumidero final de calor. Asimismo, en el reanálisis se utiliza una nueva versión del código SPRAY, así como un nuevo código, HTRI, para lo cual han sido sometidos a un proceso de validación por parte de CNC.

Descripción de la solicitud

La solicitud presentada por CNC tiene por objeto la aprobación de la modificación de diseño consistente en la modificación de los requisitos de temperatura del UHS y de los caudales individuales y caudal total del sistema P40, el detalle de los cuales se recoge en los correspondientes apartados de Evaluación, junto con las modificaciones a los documentos de licencia afectados por la misma, en base al reanálisis realizado del UHS, considerando unas condiciones meteorológicas actualizadas del emplazamiento, así como la eliminación de la refrigeración a sellos de las bombas del sistema RHR.

Como consecuencia de esta modificación de diseño, el titular solicita la autorización de las siguientes propuestas de revisión de documentos de licencia:

- PC-01-12 Rev. 0, que contempla cambios a ETFM afectando a: RV 3.7.1.2, RV 3.7.1.5, RV 3.7.1.6, RV 3.7.1.7, Tabla 3.7.1-1, RV 3.7.2.3, RV 3.7.2.4, RV 3.7.2.5 y Tabla 3.7.2-1.
- PC-02-12 Rev. 0, que contempla cambios al MRO afectando a: RO 6.3.7.1, RO 6.3.9.10.1, RP 6.3.7.1.5, RP 6.3.7.1.6, RP 6.3.7.1.7, Tabla 6.3.7.1-1, RP 6.3.7.2.3, RP 6.3.7.2.4, RP 6.3.7.2.5 y Tabla 6.3.7.2-1, Figuras 6.3.9.10.1-1/2.
- Cambios al ES, afectando a: sección 5.4.7 “Sistema de Extracción de Calor Residual”, sección 6.2.1 “Proyecto funcional del Recinto de Contención”, sección 9.1.3 “Sistema G41”, sección 9.2.1.1 “Sistema de Agua de Servicios Esenciales”, y sección 9.2.5 “Sumidero Final de Calor”.

3. EVALUACIÓN

3.1. Referencia y título de los informes de evaluación:

En el proceso de evaluación se han generado los siguientes informes:

- CSN/NET/CITI/COF/1306/327 Rev. 0 “Evaluación de la solicitud de modificación de requisitos de temperatura del UHS; de CN Cofrentes. Datos meteorológicos”.
- CSN/IEV/INSI/COF/1306/1070 Rev. 0 “C.N. Cofrentes. Evaluación de la modificación de los requisitos de enfriamiento en los sellos de las bombas del RHR”.
- CSN/IEV/INSI/COF/1303/1064 Rev. 0 “C.N. Cofrentes. Evaluación relativa a la solicitud de ref. 12/02 sobre el reanálisis del sumidero final de calor, y PC-01-12 / PC-02/12 de modificaciones a las ETFM y MRO respectivamente”.
- CSN/NET/INSI/COF/1310/334 Rev. 0 “Evaluación de la modificación del Estudio Final de Seguridad de .CN. Cofrentes como consecuencia de la eliminación del requisito de enfriamiento de los sellos de las bombas del RHR”.

3.2. Resumen de la evaluación

En la evaluación del CSN se ha considerado la normativa y documentación siguiente, de la que se derivan los criterios de aceptación aplicables:

- Instrucción de Seguridad IS-21 del CSN de 28 de enero de 2009, sobre requisitos aplicables a las modificaciones en centrales nucleares.
- Instrucción de Seguridad IS-32 del CSN de 16 de noviembre de 2011, sobre Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de centrales nucleares.
- Instrucción de Seguridad IS-27 del CSN de 16 de junio de 2010, sobre criterios generales de diseño de centrales nucleares.
- NRC Regulatory Guide 1.27, Rev.2 (enero, 1976). “Ultimate Heat Sink for Nuclear Power Plants”.
- NRC/ NUREG-0733, Rev. 1, agosto 1981, “Analysis of Ultimate-Heat-Sink Spray Ponds”.
- NRC/ NUREG-0800, Rev.3, marzo 2007.”Review of Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants”.
- Guía CEN-37, Rev.0, febrero 2012 – UNESA- “Graduación de los análisis de incertidumbre de los puntos de tarado de ETF”.

En el marco del proceso de evaluación, los días 12 y 17 de abril de 2013 se mantuvieron reuniones entre representantes de CNC y del CSN en la sede del CSN (Acta de Reunión CSN/ART/INSI/COF/1304/01), en la que se plantearon, entre otras, algunas cuestiones relativas al origen y tratamiento de los datos meteorológicos empleados en el reanálisis. En particular, el CSN cuestionó la no consideración de los datos meteorológicos del periodo 1980-1982, los cuales si habían intervenido en los cálculos del UHS actualmente licenciados.

Como consecuencia de las dudas planteadas en las mencionadas reuniones, y en otros contactos telefónicos o mediante correo electrónico mantenidos con CNC, el titular procedió al envío al CSN de documentación complementaria mediante escrito de fecha 08/07/2013, que adjuntaba los documentos: W25-5A108, Rev. 0, “Análisis y validación de los Datos Meteorológicos de C.N.Cofrentes para los cálculos del UHS. Periodo 1980-

1982”, y Dictamen Técnico de Ingeniería DTI-13/082, “Re-análisis del UHS y condiciones meteorológicas”.

La evaluación llevada a cabo en el CSN contempla los siguientes aspectos: evaluación de la modificación de requisitos de temperatura del UHS (datos meteorológicos), evaluación de la eliminación de la refrigeración a sellos de las bombas del RHR, evaluación del reanálisis del UHS y del sistema P40, y evaluación de las propuestas de revisión de los documentos de licencia afectados (ETFM, ES, y MRO).

3.2.1 Evaluación de la modificación de requisitos de temperatura del UHS. Datos meteorológicos.

Actualmente, el UHS está diseñado para poder refrigerar todas las cargas térmicas de los sistemas de seguridad después de un LOCA (Loss of Coolant Accident) sin reposición exterior durante un periodo superior a 30 días. Esta función se garantiza manteniendo un volumen mínimo de agua, nivel de la balsa del UHS, y una temperatura máxima de esa agua.

Esta temperatura media máxima en el UHS está actualmente limitada, según las ETFM y MRO a:

32.5°C (90,5°F) en Condiciones de Operación 1 (operación a potencia), 2 (arranque) y 3 (parada caliente).

35°C (95°F) en Condiciones de Operación 4(parada fría) y 5 (recarga) ó 32.5°C (90,5°F) con movimiento de combustible irradiado en la contención secundaria.

La propuesta de CNC contempla reducir la temperatura media máxima del UHS a 29°C (84.2°F), para las distintas Condiciones de Operación, con lo que el UHS estaría en condiciones más favorables para absorber la energía liberada durante un hipotético análisis base de diseño y, por tanto, ejercer mejor su función como sumidero final de calor.

En consecuencia, al limitar las temperaturas iniciales del UHS en un valor inferior al actual se introduce conservadoramente un margen de seguridad adicional en el comportamiento de este sistema durante un accidente, ya que se está limitando la energía que puede tener almacenada en operación normal y, por tanto, se está incrementando su capacidad de almacenar energía en caso de LOCA sin sobrepasar los valores límite de temperatura.

El análisis de licencia actual del comportamiento del UHS en caso de accidente LOCA, considera las condiciones meteorológicas más adversas del periodo 1980-82 (seleccionado a su vez en estudios anteriores como el más desfavorable dentro del periodo 1973-83) las correspondientes a julio del año 1981, que eran las que hacían máximo el pico de temperatura alcanzado en el UHS.

En su solicitud, CNC presenta una recopilación de los datos meteorológicos horarios correspondientes a los años 1986-2011 de la estación meteorológica de la central nuclear de Cofrentes, que considera que son más fiables que los utilizados en los análisis de licencia vigentes, en los que todavía no existía la actual estación meteorológica de la central. Además, CNC afirma haber llevado a cabo un estudio específico para analizar los datos meteorológicos, pues considera que los datos meteorológicos del periodo 1973-1983

actualmente utilizados en los análisis de licencia del UHS incorporan conservadurismos excesivos.

En base a lo anterior, en la solicitud se han considerado las condiciones meteorológicas más desfavorables del periodo 1986-2011. Los datos de estos 26 años son analizados mediante el programa SPRAY para determinar el periodo más adverso que hace máxima la temperatura de pico alcanzada en el UHS o mínimo el volumen final de agua disponible. El código SPRAY está basado en la metodología desarrollada en el NUREG-0733 para el análisis del sumidero final de calor del tipo balsa con aspersores ("spraypond") como el de CN Cofrentes. Las técnicas descritas en el NUREG-0733 son válidas para la evaluación de la capacidad del UHS según lo requerido en la Guía Reguladora RG 1.27.

La evaluación del CSN consideró que los datos meteorológicos de entrada desde 1986 a 2011 son aceptables, si bien son datos registrados a 10 metros por encima de la superficie, y habría sido preferible disponer de datos en superficie y a 10 metros. Además de este aspecto, la evaluación del CSN se cuestionó la validez de las argumentaciones por las cuales CNC no ha considerado válidos los datos del periodo 1973-1983 utilizados en los análisis actuales, lo que ha conducido a un periodo más favorable para los datos de temperatura, que sería menos conservador que el actual.

El titular ha basado la desestimación de los datos meteorológicos del periodo 1980-1982 en la comparación de estos datos con los correspondientes a otras estaciones meteorológicas cercanas, afirmando el titular que las temperaturas usadas anteriormente para evaluar el comportamiento del UHS superan ampliamente las registradas en las otras dos estaciones que se han usado para comparación y de las que se dispone de datos de carácter más fiable.

En la reunión celebrada en abril de 2012, por parte del CSN se indicó que la serie de datos de 1986 a 2011 no llega a completar 30 años necesarios para tener una serie climatológica acorde a lo que indica el NUREG-0733. Asimismo, en los datos de los años de 1973 a 1982, además de los datos empleados anteriormente en el estudio del UHS, existe la posibilidad de que hubiera otra serie de datos más desfavorable que la que se ha determinado en el periodo 1986-2011.

Como resultado de la reunión, CNC procedió al envío de documentación complementaria mediante el escrito de fecha 08/07/2013 previamente citado, que adjuntaba los documentos: W25-5A108, Rev. 0, "Análisis y validación de los Datos Meteorológicos de C.N.Cofrentes para los cálculos del UHS. Periodo 1980-1982", y Dictamen Técnico de Ingeniería DTI-13/082, "Re-análisis del UHS y condiciones meteorológicas".

En el informe W25-5A108 se han analizado los datos del periodo 1980-1982, para determinar los valores anómalos de la serie y proceder a invalidarlos, conservando el resto de la serie para los cálculos del UHS. Se han analizado los meses de mayo a septiembre del periodo indicado, por ser éstos los de mayor importancia para los cálculos del UHS, y en la variable temperatura del bulbo seco. Esto se ha llevado a cabo a través de dos procesos diferentes:

- Análisis de periodos con ausencia de datos, haciendo uso de los informes meteorológicos anuales de la instalación.

- Comparación de los registros de la central nuclear de Cofrentes con los de otras estaciones meteorológicas del entorno, mediante la definición de un criterio estadístico de referencia.

En el documento DTI-13/082 CNC verifica que considerando las condiciones meteorológicas del periodo 1980-1982 se mantienen las conclusiones del reanálisis y que, por tanto, no sería necesario modificar la solicitud de Autorización N°12/02 Rev. 0.

Como conclusión de la evaluación del CSN sobre este tema, se considera aceptable que los datos meteorológicos del periodo 1986-2011, incluidos en la propuesta N°12/02, más los datos del periodo 1980-82 corregidos según lo indicado en la carta de referencia *1314641500275* de fecha 08/07/2013, sean utilizados para la modificación de los requisitos de temperatura del UHS propuestos por el titular.

3.2.2 Evaluación de la modificación de los requisitos de enfriamiento en los sellos de las bombas del RHR.

En el proceso de reanálisis del comportamiento del UHS, y con el fin de reevaluar las necesidades de caudal de enfriamiento requerido al sistema P40 para evacuar las cargas térmicas de sus cambiadores de calor, CNC plantea en su solicitud que las 3 bombas principales E12C002A/B/C del sistema RHR puedan funcionar sin refrigeración externa en sus sistemas de sellado durante los accidentes base de diseño (LOCA).

En el Anexo 2 de la solicitud N° 12/02 se incluye el informe de referencia E12-5A198 Rev. 0 "Modificación requisitos de enfriamiento en los sellos de las bombas del RHR" que tiene por objeto evaluar esta posibilidad. El informe recopila los estudios teóricos previos y los resultados de las pruebas dinámicas realizadas por FLOWSERVE, suministrador de las bombas y de sus sellos, que soportan la propuesta del titular.

El sistema RHR forma parte de las salvaguardias tecnológicas de la central previstas para mitigar las consecuencias de accidentes postulados. Los lazos A y B de este sistema tienen asignadas las funciones de extracción de calor residual en los modos de funcionamiento de refrigeración de la piscina de supresión, funcionamiento en modo refrigeración en parada, y funcionamiento en modo de refrigeración de la piscina de almacenamiento de combustible gastado. Por otra parte, tanto los lazos A y B como el lazo C del RHR tienen asignada la realización de la función de inyección de refrigerante a baja presión.

Las 3 bombas principales E12C002A/B/C del sistema RHR son iguales y tienen un sistema de sellado idéntico. Este sistema está enfriado con agua exterior procedente normalmente del sistema de agua de servicio (P41), que no es clase de seguridad, o en caso de accidente del sistema de agua de servicio esencial (P40). El enfriador del sello es de carcasa (lado frío: P40/P41) con un tubo en doble espiral en su interior (lado caliente: RHR).

Actualmente el caudal de enfriamiento de sellos requerido por el suministrador de la bomba es 20 gpm (4,5 m³/h), y este requisito queda recogido en las ETFM y el MRO con un valor de 4,7 m³/h, que tiene en cuenta la incertidumbre de la instrumentación de la medida de caudal.

El diseño de CNC cuenta con las bombas E21-C001 del sistema de aspersión del núcleo a baja presión (LPCS) y E22-C001 del sistema de aspersión del núcleo a alta presión (HPCS), ambas del mismo suministrador que las bombas del RHR, con un sistema de sellado mecánico semejante pero sin enfriador de sellos. Las condiciones de operación para la función de enfriamiento de emergencia del núcleo de estas bombas son idénticas a las de la bomba C del RHR, y difieren de las de las bombas A y B del RHR en que las primeras no pueden realizar las funciones de enfriamiento, por lo que no operan con el agua a más alta temperatura procedente de la vasija del reactor.

La propuesta de CNC es que las bombas del RHR funcionen sin el enfriamiento externo del sello. Para ello se cerraría la válvula manual de aislamiento en la entrada del cambiador por el lado tubos pero manteniendo el sistema de sellado intacto (tuberías, separador ciclónico y cambiador de calor). No obstante, como parte de la propuesta y como se verá más adelante, los resultados de las pruebas realizadas en laboratorio sugieren que el comportamiento del sello será mejor si se mantiene la refrigeración al mismo durante las operaciones de recarga de combustible.

Tal y como se ha indicado anteriormente, no existiría ningún problema en realizar este cambio en la bomba C del RHR puesto que sus condiciones de operación son iguales que las de las bombas E21-C001 del sistema LPCS y E22-C001 del sistema HPCS, que no cuentan con enfriador de sellos. Sin embargo, sí que podría llegar a ser problemático en las bombas A y B del RHR que manejan agua a más alta temperatura (82 °C en LOCA y 182,2 °C en refrigeración en parada). Por esta razón, el titular junto con FLOWSERVE ha realizado un proyecto que incluye una primera fase de estudios teóricos y una segunda de realización de una batería de pruebas en las condiciones reales de operación.

Tanto el estudio teórico como las pruebas dinámicas se realizaron de forma paralela, y en idénticas condiciones de operación, para el modelo de sello instalado actualmente en las bombas del RHR (modelo UK-3375, de caras planas) y para un nuevo modelo de sello mejorado (modelo UW-2275, de caras onduladas). Las pruebas se realizaron en los dos modelos de sello con un doble objetivo: demostrar el mejor comportamiento del nuevo modelo frente a sollicitaciones sin refrigeración externa, y tener una validación del nuevo modelo frente a pruebas en el caso hipotético de que el modelo de sello actualmente instalado no hubiera respondido satisfactoriamente a las mismas. Como consecuencia de las pruebas realizadas, y los resultados obtenidos, CNC propone el mantener el sello actual.

Para los análisis y pruebas a realizar a los sellos se definieron las condiciones de operación más restrictivas en las que éstos van a funcionar, las cuales corresponden con aquellos modos de funcionamiento en los que el agua bombeada tiene mayor temperatura, y son los de enfriamiento en parada y LOCA (bien en modo refrigeración de piscina de supresión o en inyección de refrigerante a baja presión).

El estudio teórico tuvo como objetivo realizar una primera evaluación del comportamiento esperado de los dos modelos de sellos sin refrigeración externa y sentar las bases de las posteriores pruebas dinámicas. Entre las conclusiones del mismo se expone que el modo de refrigeración en parada es el más restrictivo para el comportamiento de los sellos, por ser el de más temperatura del agua, y que se recomienda la realización de pruebas en laboratorio para confirmar los resultados de los cálculos y la idoneidad de hacer funcionar el sello sin refrigeración en LOCA y refrigeración en parada.

Partiendo de estas conclusiones, se realizó una batería de pruebas dinámicas en la fábrica de FLOWSERVE. Inicialmente las pruebas realizadas fueron: 1) bajo condiciones de LOCA sin refrigeración a sellos, con una duración teórica del escenario de 17 días y una duración real de la prueba de 27 días, y 2) bajo condiciones de refrigeración en parada sin refrigeración a sellos, con una duración teórica del escenario de 96 horas y una duración real de la prueba de 96 horas.

En el primero de los casos los resultados muestran que el sello actual presenta mayor desgaste y rugosidad en su superficie estacionaria que el nuevo modelo de sello. En los dos modelos la vida teórica obtenida supera el criterio de aceptación establecido por FLOWSERVE. La velocidad de desgaste apreciada resulta excesivamente alta en el sello actual. No obstante, FLOWSERVE establece que estos cálculos de vida teórica son bastante conservadores dado que por un lado el mayor desgaste de un sello se produce en el periodo inicial de su funcionamiento, hasta que se ajusta el huelgo entre las caras, y por otro el cálculo presupone que la velocidad de desgaste medida en las pruebas (condiciones de máxima temperatura) se mantendría durante el resto de la operación (que transcurriría a temperaturas inferiores, con menores sollicitaciones al sello).

En el segundo de los casos, en condiciones de refrigeración en parada sin refrigeración a sellos, la vida teórica calculada para ambos modelos de sello supera los requerimientos del fabricante.

No obstante, a la vista de los resultados anteriores se decidió realizar pruebas adicionales de mayor duración para ver el efecto que tendría sobre el sello, en condiciones de LOCA, el desgaste previo al que habría estado sometido por haber actuado durante 5 ciclos de refrigeración en parada, con y sin refrigeración externa. Los resultados de las pruebas reflejan mejores resultados en cuanto a velocidad de desgaste, lo cual es debido al hecho de que el desgaste es mayor en los momentos iniciales de la sollicitación al sello. Asimismo, los resultados muestran que la vida teórica del sello resulta mucho mayor tras un LOCA en el caso de que los sellos hayan estado refrigerados durante condiciones de refrigeración en parada (situaciones de operación normal de Parada Caliente).

Los sellos de las bombas del RHR se inspeccionan/sustituyen al menos cada 4 años en la central nuclear de Cofrentes. En estos 4 años las partes sometidas a desgaste de un sello operarían como máximo unos dos ciclos en condiciones de refrigeración en parada, lo cual resulta conservador frente a los 5 ciclos consecutivos a los que han sido sometidos en las pruebas. En su escrito de modificación de la propuesta inicial de cambios al ES, de fecha 10 de octubre de 2013, CNC propone la revisión del ES en el sentido de garantizar la realización de esta práctica de mantenimiento mediante el requerimiento de la sustitución de sellos cada 4 años como máximo.

Como consecuencia de los estudios y pruebas realizados el titular en su propuesta plantea:

- I) Continuar con el actual modelo de sello que, según se desprende de los resultados de las pruebas dinámicas, puede funcionar sin refrigeración externa en todos los modos de operación.
- II) Como consecuencia, eliminar el requisito de caudal de P40 a los enfriadores de los sellos de las bombas del RHR, actualmente presente en las ETFM y MRO.

- III) Mantener intacta la instalación de refrigeración de los sellos y mantener cerrada la conexión de agua de servicio (P40/P41) a los enfriadores de sellos en todas las situaciones en que las bombas operan a una temperatura menor o igual a la correspondiente al LOCA. Es decir, durante la operación normal de la central (en operación a potencia, arranque, parada fría y recarga) y en caso de LOCA.
- IV) Durante la operación normal de Parada Caliente (refrigeración en parada que solo aplica a las bombas A y B del RHR) se abriría la conexión de agua de servicio (P40/P41) previamente al arranque de la bomba que vaya a operar y se mantendría abierta sólo durante la fase inicial de funcionamiento a alta temperatura (entre 182 °C y 100 °C).

En relación con este último punto IV) el titular ha procedido a incluirlo como requisito en el ES mediante su escrito de modificación de la propuesta inicial de cambios al ES, de fecha 10 de octubre de 2013.

A raíz del análisis realizado de la información aportada por CNC sobre este tema, la evaluación del CSN considera aceptable la propuesta del titular.

3.2.3 Evaluación sobre el reanálisis del UHS y del sistema P40

CNC ha realizado un reanálisis del sistema P40 y del UHS, con objeto de definir unos caudales individuales de refrigeración a los distintos consumidores inferiores a los actuales. Consecuencia del reanálisis se propone asimismo un nuevo valor para la temperatura máxima del agua del UHS en las distintas condiciones operativas (condiciones 1, 2, 3, 4, 5 y accidente). Los análisis que soportan la propuesta para estos parámetros se encuentran en el informe W25-5A048 Rev. 0.

Como ya se ha mencionado previamente en la presente PDT, CNC ha presentado dos documentos complementarios a la solicitud inicial, informe W25-5A108, sobre datos meteorológicos, y el informe DTI-13/082, en el que se valora (y cuantifica) el impacto en el reanálisis de considerar el período ampliado con los datos meteorológicos validados de los años 1980-1982, y se propone la modificación de ciertas hipótesis y datos de entrada previamente planteados en el informe W25-5A048. El objetivo de las nuevas hipótesis y datos de entrada es la reducción de algunos de los conservadurismos considerados en la propuesta inicial, para compensar el aumento en la temperatura máxima del UHS como consecuencia del nuevo período de datos meteorológicos incluido en el análisis.

Por tanto, como documentos básicos que han sido objeto de evaluación del CSN sobre el reanálisis del UHS y del P40 se encuentran el informe W25-5A048 junto con el informe DTI-13/082 complementario a éste.

El sistema P40 consta de tres divisiones independientes física y eléctricamente que refrigeran a los cambiadores de calor de aquellos sistemas requeridos para la parada sin riesgo del reactor, así como aquellos componentes cuya operación es necesaria tras el accidente base de diseño. En particular, la división III está especialmente dedicada a la refrigeración de componentes relacionados con el sistema HPCS, en concreto los enfriadores del Generador Diesel "C" (GD-C) y el enfriador de la sala de la bomba del HPCS.

Las divisiones I y II son las que soportan la principal carga térmica a evacuar en los distintos estados operativos, al depender de ellas la refrigeración de los cambiadores del RHR (consumidor más importante del P40). Ambas divisiones (I y II) son semejantes en cuanto a caudales y cargas térmicas a disipar.

El sistema tiene como equipos destacados las tres bombas principales, cada una de ellas asignada a un lazo o división. Dos de estas bombas son idénticas (P40-CC001A/B, correspondientes a las divisiones I y II), mientras que la tercera (E22-C002, asignada a la división III), es de menor capacidad. La capacidad nominal de las bombas es de 2.271,25 m³/h (10.000 gpm, divisiones I y II) y de 317,97 m³/h (1.400 gpm, división III).

El sistema dispone de un estanque de enfriamiento (sumidero final de calor, UHS) dotado de un sistema de aspersión, el cual es el responsable principal del intercambio térmico agua-aire mediante la generación de finas gotas. El agua de enfriamiento es aspirada del estanque mediante las bombas principales, se distribuye a los componentes esenciales para su refrigeración, y después retorna al estanque de enfriamiento por medio de tres colectores (uno por división), a partir de los cuales accede a las boquillas de aspersión.

En lo que respecta a la operación del sistema, éste está normalmente parado durante la operación a potencia de la planta. En estas circunstancias, se realiza la refrigeración de los componentes esenciales a través del sistema cerrado de agua de enfriamiento (P42) el cual refrigera las piscinas de combustible gastado, y mediante el sistema de agua de servicio (P41), que se encarga de refrigerar el resto de componentes, a excepción de los cambiadores de calor del RHR y los GD.

3.2.3.1 Determinación de los nuevos valores analíticos de temperatura del UHS y de los caudales individuales a los cambiadores del P40 (Condiciones de Operación 1,2,3 y accidente)

El reanálisis del UHS tiene como principal objetivo la determinación de nuevos valores analíticos asociados a las siguientes variables:

- Temperatura máxima del agua del estanque del UHS.
- Caudales mínimos requeridos por los diferentes cambiadores del P40.

Estas variables habrán de calcularse para las distintas condiciones operativas de la central. En este apartado se abordan los análisis relativos a condiciones de operación 1,2,3 y accidente.

Adicionalmente, y a modo de comprobación (siguiendo los criterios de la RG 1.27), se procede al recálculo del nivel final de agua en la balsa del UHS tras 30 días de funcionamiento sin reposición, en condiciones de accidente. Este reanálisis particular persigue comprobar que, con las hipótesis y datos de entrada del reanálisis, el nivel final del embalse es suficiente para el buen funcionamiento de las bombas del sistema P40.

Los cálculos anteriores sirven de base para el establecimiento de nuevos valores de vigilancia (ETFM) ligados a las variables implicadas. En esta definición se tomarán en consideración las incertidumbres asociadas al proceso de medida.

Metodología aplicada en el reanálisis

El método seguido en el reanálisis se estructura en dos fases secuenciales bien diferenciadas, la primera de ellas, centrada en el cálculo de la temperatura máxima analítica del UHS, y la segunda, en la determinación de los caudales individuales analíticos a cada cambiador, partiendo del valor previamente calculado de temperatura máxima en la fase anterior.

En cuanto a la fase 1, de determinación de la temperatura máxima del UHS, el NUREG-0733 de la NRC plantea un método de análisis para evaluar la capacidad a largo plazo de un estanque del tipo “enfriamiento por aspersión” durante un accidente base de diseño. Esta ha sido la normativa seguida por CNC en anteriores procesos de licenciamiento, y en particular, en el aumento de potencia extendida (APE-110).

Al igual que en procesos anteriores, en el presente análisis ha sido el NUREG-0733 la normativa tomada como referencia por el titular, siguiendo lo recogido en su base de licencia y en el ES.

Como herramienta de apoyo en el cálculo, CNC ha utilizado el código SPRAY, basado en la metodología del NUREG-0733. Se trata de una herramienta utilizada en el pasado por CNC en proyectos aprobados por el CSN, en particular, en los proyectos de aumento de potencia que han requerido el reanálisis del UHS. Para los cálculos del actual reanálisis CNC ha utilizado una nueva versión del código SPRAY, versión 3.0.

Con objeto de validar su funcionamiento, CNC ha comprobado que la versión 3.0 reproduce los resultados obtenidos en los análisis del APE-110 con la anterior versión del código, siendo las diferencias observadas inferiores al 0,1 % tanto en temperaturas como en volúmenes finales.

En cuanto a la descripción del método en sí, cabe destacar lo siguiente:

- Como input de partida se han ido probando diversos valores de temperatura inicial en el UHS hasta obtener una reducción en los caudales individuales conveniente.

El valor de temperatura finalmente considerado como input en el cálculo habrá de ser objeto de vigilancia para asegurar la no superación del mismo (esta variable ya es vigilada en las ETFM: RV 3.7.1.2).

Los valores ensayados se han elegido de forma conservadora, tomando en consideración el análisis del histórico de temperaturas medias alcanzadas en el agua del UHS durante la operación normal entre enero de 2000 y diciembre de 2011. En este período la temperatura media del estanque ha sido siempre inferior a 29 °C, y en los últimos tres años dicha temperatura ha sido inferior a 26 °C. Esto último se debe a una nueva estrategia de operación aplicada en el sistema, consistente en mantener en funcionamiento una de las tres divisiones del mismo, lo que supone un efecto

refrigerador del agua del estanque, al estar en funcionamiento los aspersores sin apenas carga térmica.

- Otro input fundamental es el concerniente a las condiciones meteorológicas del emplazamiento, principalmente, temperatura y humedad relativa ambiental. En el apartado 3.2.1 de la presente PDT se refleja el proceso de evaluación sobre datos meteorológicos llevado a cabo, que ha concluido en la utilización para el reanálisis del UHS de los datos meteorológicos del periodo extendido de 1980-1982 y 1986-2011, que han sido los empleados para seleccionar las condiciones ambientales más desfavorables a lo largo de los 30 días de duración del accidente. Como resultado de la búsqueda se determina, mediante el uso del código SPRAY, el peor momento de inicio del accidente, tanto para el cálculo de la temperatura máxima del UHS, como para la comprobación del nivel final del UHS, obteniéndose lo siguiente:
 - Análisis de la temperatura máxima del UHS: peor momento de inicio del accidente, 10/07/1982.
 - Análisis del nivel mínimo en el UHS: peor momento de inicio del accidente, 25/06/1994.
- Para el cálculo de la temperatura máxima en el UHS es necesario introducir un valor para los caudales totales de cada una de las divisiones del P40. CNC ha introducido como input inicial unos caudales totales cercanos a los caudales vigentes.

El reanálisis requiere también como input las cargas térmicas a evacuar en cada uno de los cambiadores refrigerados por el P40.
- Otro input introducido en el reanálisis han sido las características geométricas del embalse y los parámetros de funcionamiento de los aspersores.

Con los inputs anteriores, el código SPRAY calcula la temperatura máxima que alcanza el UHS, valor a partir del cual se define la temperatura analítica máxima del UHS. Este último valor se obtendrá mayorando el resultado arrojado por SPRAY.

En cuanto a la fase 2, de determinación de los caudales analíticos individuales, el análisis parte de la temperatura del UHS calculada en la fase anterior, que representa la temperatura máxima alcanzada en el embalse, suponiendo el peor escenario operacional posible.

Para el cálculo de los caudales individuales de refrigeración a cada equipo consumidor del P40, la temperatura anteriormente calculada se postula como la temperatura del agua entrante a cada equipo a refrigerar. De forma conservadora se considera esta temperatura como una constante a lo largo de los 30 días siguientes al accidente, esto es, no se considera su evolución inicial al alza ni su decrecimiento progresivo tras alcanzar su valor pico.

Al hacer uso de un nuevo valor de temperatura del UHS (fruto de la fase 1 del reanálisis), se modifican los parámetros de operación del lado frío de los cambiadores (lado P40). Por otra parte, el reanálisis asume como premisa que se mantiene la capacidad de intercambio térmico que tienen los cambiadores por diseño (calor extraído según las hojas de datos de los fabricantes). Dicha asunción permite mantener invariables los parámetros de operación del “lado caliente” de los sistemas que son refrigerados por el P40, por lo que no es necesario realizar ninguna modificación en los mismos como consecuencia del reanálisis

Con la premisa de mantener la capacidad de intercambio térmico de los cambiadores y haciendo uso de la nueva temperatura calculada en la fase 1 para el agua de refrigeración (temperatura máxima del UHS), se pueden calcular los nuevos caudales de refrigeración requeridos en cada cambiador.

Para evaluar los nuevos caudales individuales se hace uso del programa HTRI, ajustado en cada cambiador a lo que se ha llamado “caso base de validación”, que considera las condiciones de diseño de cada cambiador.

El programa HTRI ha sido desarrollado por el Heat Transfer Research Inc, siendo un código usado ampliamente por fabricantes de equipos de intercambio de calor e ingenierías, y ha sido sometido a un proceso de validación interna por CNC. A modo de comprobación, durante la reunión del 17/04/2013 mantenida con el Titular, se verificaron los resultados de esta validación para los cambiadores del RHR y del G41 (Sistema de Enfriamiento y Limpieza del Agua de la Piscina), en ambos casos con resultado satisfactorio.

Hipótesis y conservadurismos asociados a la metodología

La evaluación del CSN ha revisado las hipótesis y supuestos considerados en el reanálisis del UHS, para lo cual se ha tenido en cuenta lo descrito en el informe W25-5A048, junto con el Anexo A del informe DTI-13/082 donde aparecen reflejados los conservadurismos que CNC propone eliminar respecto a los considerados en el informe W25-5A048, inicialmente presentado. Tales hipótesis y supuestos son los siguientes:

- a. Las evaluaciones de este reanálisis se realizan conservadoramente para un nivel de potencia térmica en el núcleo de 3.250 MWt, superior al licenciado actualmente de 3.237 MWt correspondiente al 111,86 % de la potencia térmica nominal, al igual que en los últimos análisis de licencia del UHS.
- b. CNC ha considerado como escenario accidental mas limitante el accidente tipo MSLB (“Main Steam Line Break”) consistente en la rotura de una tubería de vapor principal, al ser éste el que maximiza la temperatura pico en el UHS. Además, se considera la posibilidad de un fallo único coincidente con pérdida de corriente exterior (LOOP), que supone el funcionamiento de un Generador Diesel de Emergencia cuya carga térmica asociada habrá de ser también evacuada por el P40 al UHS. El fallo más limitativo para el P40/UHS es la pérdida de una de las tres divisiones del P40. Este escenario accidental coincide con el considerado en los análisis vigentes del UHS.
- c. En lo que respecta a las cargas térmicas a evacuar por el P40, CNC ha considerado conservadoramente todas ellas constantes e iguales a su valor de diseño durante los 30 días evaluados.

Como excepción, y en situación accidental, la carga térmica de la contención no se ha considerado constante sino dependiente del tiempo transcurrido tras el inicio del accidente (hipótesis ya considerada en el APE-110).

Destacar que CNC ha maximizado la carga procedente de las piscinas de combustible gastado teniendo en cuenta la máxima ocupación de elementos combustibles correspondiente a la recarga 23 (última recarga para la que las piscinas están dimensionadas).

Asimismo, CNC modificó en el DTI-13/082 la hipótesis de su propuesta inicial (documento W25-5A048, que consideraba la carga térmica de la piscina correspondiente al día 30 tras una hipotética parada de recarga) para introducir en el análisis la carga térmica existente en piscina tras 50 días, en lugar de 30. Esto supone el postular que el accidente se produce transcurrido ese tiempo tras la última parada. La propuesta de CNC anteriormente señalada no se considera aceptable por la evaluación del CSN, ya que CNC no ha justificado en qué se fundamenta el nuevo valor propuesto frente al valor inicial de 30 días, el cual sí se encuentra razonable al corresponderse aproximadamente con la duración de una recarga estándar.

CNC ha valorado el impacto de este conservadurismo en la temperatura máxima del UHS resultante, apreciándose que el impacto es muy limitado, por lo que la no consideración de la nueva hipótesis en el reanálisis no afecta a los resultados finales del mismo.

De manera similar, CNC propone en el DTI-13/082 la eliminación de la carga correspondiente a la ventilación de la sala del sistema de enfriamiento de núcleo aislado (RCIC), si contemplada en el informe W25-5A048, alegando que en el accidente MSLB dicho sistema no tendría capacidad de actuación.

La evaluación del CSN no ha considerado aceptable esta propuesta, ya que el RCIC es un sistema de importancia en los análisis de riesgo, ha sido incluida en análisis pasados del P40 (APE-110).

No obstante, al tratarse de una carga térmica de pequeña cuantía, la no eliminación de esta carga no afecta tampoco a los resultados finales del reanálisis.

- d. El cálculo de caudales individuales a cada consumidor se lleva a cabo considerando, conservadoramente, una temperatura constante en el agua del UHS desde el inicio del accidente igual al valor máximo analítico postulado.
- e. Para el cálculo de la temperatura máxima del UHS, CNC propone en el DTI-13/082 un nuevo valor para el nivel inicial coincidente con el valor de la alarma de alto nivel en el embalse (7,970 m), en lugar del inicialmente propuesto en el informe W25-5A048, coincidente con el nivel de rebose del mismo (8,020 m). La evaluación del CSN considera este cambio aceptable ya que sigue siendo un valor suficientemente conservador, existiendo un margen respecto al valor de vigilancia de las ETFM igual a 7,239 m (RV 3.7.1.1).

Otro de los conservadurismos que CNC propone eliminar en el informe DTI-13/082 es considerar el nivel del embalse variable con el tiempo en lugar de un nivel constante a lo largo de todo el accidente, que se considera aceptable al basarse en una hipótesis más realista de la evolución del nivel en el UHS.

Por otra parte, y en lo que respecta al cálculo de la reserva final de agua a los 30 días desde el inicio del accidente, CNC considera como nivel inicial el correspondiente al mínimo admisible de vigilancia de las ETFM o MRO, lo cual es razonable ya que de esta forma se consigue maximizar la capacidad de refrigeración a costa de una mayor evaporación del agua del embalse.

- f. En el informe DTI-13/082 se proponen para el reanálisis unos nuevos valores de caudales analíticos totales del P40 superiores a los vigentes, que se consideran

aceptables ya que éstos han sido propuestos a partir del valor a vigilar en las ETFM descontado las incertidumbres del proceso de medida asociado a esta variable.

- g. CNC ha contemplado, además de las pérdidas por evaporación y arrastre, las máximas fugas admisibles por la superficie impermeabilizada de las paredes y fondo del UHS.
- h. En cuanto al comportamiento de los cambiadores refrigerados por el P40, CNC ha considerado el factor de ensuciamiento de diseño y el número máximo de tubos taponados según las especificaciones de los fabricantes.
- i. CNC ha buscado las condiciones meteorológicas más desfavorables para el cálculo de la temperatura máxima analítica del UHS, y por otro lado, para la determinación del nivel mínimo final del UHS.
- j. En lo que respecta a la temperatura media inicial del embalse, justo antes del inicio del accidente, CNC ha considerado, conservadoramente, un valor (29,8 °C) superior al vigilado por el RV 3.7.1.2 de las ETFM (29 °C), el cual es superior al máximo registrado en los últimos 12 años (29 °C).

Datos de entrada

Los principales datos de entrada para el reanálisis del UHS se presentan en la Tabla II.1 “Principales datos de entrada para el reanálisis del UHS”, Tabla II.2 “Calor total evacuado al UHS en accidente”, Tabla II.3 “Cargas térmicas auxiliares”, Tabla II.4 “Datos meteorológicos Mayo-Septiembre 2003”, y Tabla II.5 Datos meteorológicos Mayo-Septiembre 1994”, incluidas en el Anexo II del documento W25-5A048.

La evaluación del CSN ha revisado los datos de entrada citados, junto con las modificaciones a los mismos contempladas en el DTI-13/082, que son los valores finalmente introducidos en los cálculos, así como las argumentaciones y justificaciones expuestas por CNC, bien en su documentación o a través de los contactos mantenidos con el titular durante el proceso de evaluación, tanto para los datos presentados en la solicitud original como para las modificaciones citadas, y concluye que los valores propuestos de los datos de entrada son aceptables, con las siguientes puntualizaciones:

- En la tabla II.3 se presentan los valores introducidos en el reanálisis de las cargas térmicas a evacuar en los distintos cambiadores de calor refrigerados por el P40 a excepción de las correspondientes al RHR, lo que en la tabla ha sido denominado como cargas térmicas auxiliares. Las cargas térmicas auxiliares son coincidentes con las cargas de diseño de cada equipo (cambiador/enfriador), excepto la carga a evacuar procedente del sistema G41 (refrigeración de las piscinas de combustible gastado), que se ha calculado de forma particularizada según la condición operativa, cuidando el asegurar la coherencia con los análisis vigentes realizados tras el reracking de la piscina.

Debido al planteamiento de algunas cuestiones por parte del CSN sobre el contenido de esta tabla, CNC ha introducido ciertas aclaraciones en la tabla 9.2-2 del ES, la cual contiene información similar a la reflejada en la Tabla II.3 del reanálisis. En particular, las aclaraciones se refieren a los cambiadores de las piscinas de combustible gastado y a las cargas térmicas de los generadores diesel de emergencia. Se han utilizado las Notas 1 y 2 de la tabla (preexistentes), con este objetivo.

- No se considera aceptable la eliminación de la carga térmica de la ventilación de la sala del RCIC contemplada en el DTI-13/082, tal y como se argumenta en el apartado “Hipótesis y conservadurismos asociados a la metodología” de la presente PDT.

Escenario considerado para el cálculo de la máxima temperatura alcanzada en caso de accidente

CNC ha realizado, mediante el uso del código SPRAY, una serie de análisis de sensibilidad que justifican que el escenario finalmente seleccionado comporta unas condiciones operativas limitantes, y la peor combinación de parámetros meteorológicos a lo largo de los 30 días de duración del accidente. Estas condiciones son exigidas por la RG 1.27.

Los análisis de sensibilidad realizados han sido los siguientes:

- Búsqueda de la peor situación operativa con y sin fallo único en caso de accidente, coincidente con pérdida de potencia exterior (LOOP).
- Búsqueda del peor momento de inicio del accidente.
- Influencia de la temperatura inicial en el UHS

En base a los análisis realizados, el escenario final propuesto por CNC para el cálculo de la temperatura máxima analítica del UHS en caso de accidente, resulta ser:

- Divisiones I y III del sistema P40 funcionando.
- Comienzo del accidente las 7:00 a.m. del 10/07/1982.
- Temperatura inicial del UHS = 29,8 °C.

Con este escenario, junto con las hipótesis y datos de entrada contemplados en el informe W25-5A048 y las modificaciones planteadas en el informe DTI-13/082, con las excepciones al mismo relativas a la hipótesis relativa al RCIC, y a la carga térmica de las piscinas de combustible, CNC ha obtenido un resultado para la temperatura máxima del UHS en caso de accidente igual a 31,7 °C.

A partir de este resultado, CNC propone como valor analítico final para la temperatura máxima del UHS en caso de accidente, 32 °C.

De la revisión por parte de la evaluación del CSN del valor propuesto se destaca lo siguiente:

- En el informe DTI-13/082 se señala que con las hipótesis y datos de entrada del informe W25-5A048 y los datos meteorológicos adicionales procedentes del período 1980-1982 (informe W25-5A108), se obtiene una temperatura máxima en el UHS de 32,16 °C, frente a los 31,78 °C resultantes del informe W25-5A048, sin incluir estos datos meteorológicos adicionales. Según se establece en este último informe, este valor se redondea hasta 32 °C, siendo este último el valor finalmente considerado como valor analítico para la temperatura máxima del UHS en caso de accidente. Resaltar la reducción que el mismo supone frente al valor vigente de 35 °C. Esta temperatura analítica es el punto de partida para la segunda fase del reanálisis en la que se aborda el

cálculo de los caudales individuales de refrigeración requeridos para cada consumidor del sistema P40.

En el informe DTI-13/082, CNC explica que el exceso de 0,16 °C obtenidos al considerar los datos meteorológicos del período 1980-1982, se produce durante un tiempo limitado a 8 horas dentro de los 30 días analizados. Se añade la valoración de que esta diferencia en exceso puede considerarse despreciable, siendo inferior a la incertidumbre de 0,8 °C de la instrumentación de medida utilizada para la vigilancia de la temperatura del agua del UHS.

- Tal y como se ha señalado anteriormente CNC, en el informe DTI-13/082, plantea descontar ciertos conservadurismos no requeridos por la normativa ni por el diseño pero que habían sido planteados en los cálculos del informe W25-5A048. Descontando estos conservadurismos se obtiene un valor para la temperatura máxima del UHS igual a 31,74 °C, inferior a los 32 °C propuestos como temperatura analítica del UHS durante el accidente por el informe W25-5A048.

La evaluación del CSN ha considerado aceptables el conjunto de hipótesis propuestas en el DTI-13/082, excepto las correspondientes al RCIC y la que se refiere al momento de inicio del hipotético accidente tras la parada de recarga y que afecta a la piscina de combustible gastado. Sin considerar estas dos hipótesis el valor de temperatura máxima obtenida en el UHS se mantiene en 31,7 °C que, al ser inferior a los 32 °C obtenidos en el informe W25-5A048, asegura la validez de los cálculos posteriores del reanálisis contenidos en este último informe.

Como conclusión final por parte de la evaluación del CSN a este apartado, se considera aceptable el valor de 32 °C como valor de temperatura máxima analítica del UHS en caso de accidente, al estar fundamentada en hipótesis de cálculo y datos de entrada suficientemente conservadores y adecuadamente referenciados. En cuanto a la temperatura pico resultante del análisis del accidente, se considera que ésta es 31,7 °C, de acuerdo con los razonamientos anteriormente expuestos.

Análisis del mínimo nivel de agua en el UHS en caso de accidente

En base a lo establecido en la RG 1.27, al respecto de que ha de comprobarse que con el mínimo nivel alcanzado en el embalse se cumplen los requisitos de NPSH y sumergencia impuestos por las bombas, CNC ha realizado análisis de sensibilidad para determinar el escenario más desfavorable en lo que al nivel del embalse se refiere. En el cálculo se ha partido del valor mínimo admisible de nivel de agua en el UHS vigilado por las ETFM, que maximiza las pérdidas por evaporación al hacerse máximo el trayecto recorrido por las gotas de agua que salen del sistema de aspersores.

En base a los análisis realizados, el escenario final propuesto por CNC para el cálculo del nivel mínimo alcanzado en el UHS, es el siguiente:

- Situación operativa: las tres divisiones del P40 funcionando.
- Inicio del accidente: 6:00 horas del 25 de junio de 1994.
- Temperatura inicial del agua: 30 °C.

- Nivel inicial del agua: 7,239 m, correspondiente al mínimo requerido en ETFM.
- En lo que respecta a los caudales totales por división se han considerado caudales superiores a los establecidos en las ETFM, a partir de los caudales reales medidos en las pruebas de cumplimiento de los requisitos de vigilancia. Como margen adicional estos caudales reales se han incrementado en un 5 %. Estos caudales maximizan las pérdidas por evaporación y arrastre en el embalse.

Con estas condiciones el volumen final obtenido es de 24.839,46 m³ correspondiente a un nivel mínimo de agua de 3,009 m. Este nivel es superior al mínimo necesario para cumplir con los requisitos de sumergencia y $NPSH_{req}$, igual a 1,109 m.

Análisis de los caudales de enfriamiento en los cambiadores del P40 en caso de accidente

En base a la aplicación de la metodología previamente descrita, tras determinar la temperatura máxima en el UHS durante el accidente, se está en condiciones de realizar la segunda fase del análisis procediéndose así a calcular los caudales individuales mínimos requeridos a cada cambiador refrigerado por el P40, partiendo del valor previamente fijado de temperatura máxima del UHS en caso de accidente de 32 °C.

CNC ha calculado los porcentajes de reducción (%) obtenidos en los nuevos caudales individuales con respecto a los caudales analíticos actualmente vigentes, excepto en el caso de los cambiadores del G41 (piscinas de combustible), cuyo valor vigente de este caudal se correspondía con el valor requerido en caso de recarga (condición operativa más limitante para este consumidor), por lo que en el reanálisis se ha calculado de forma específica el caudal requerido en caso de accidente, que como ya se ha señalado es envolvente de las condiciones 1, 2 y 3.

Los caudales reducidos que se obtienen con una temperatura máxima del UHS igual a 32°C, oscilan entre el 51 – 88 % de los caudales actuales, dependiendo de cada caso particular.

Como resultado de estos análisis se obtienen los nuevos caudales finales analíticos individuales a cada cambiador del P40.

De la evaluación del CSN al respecto del cálculo de la nueva temperatura media máxima analítica del UHS y de los nuevos caudales individuales a los cambiadores del P40 se extraen las siguientes conclusiones:

- Se acepta el planteamiento metodológico empleado por CNC para la determinación de los nuevos valores analíticos de caudales del sistema P40 y temperatura máxima analítica del UHS en condiciones accidentales. Dicha metodología está basada en las proposiciones del NUREG-0733, el cual a su vez es el fundamento del código SPRAY utilizado en los cálculos del reanálisis.
- En lo que respecta a las hipótesis, supuestos y datos de entrada aplicables al reanálisis en condiciones accidentales, se considera aceptable lo establecido en el documento W25-5A048 con el conjunto de modificaciones al mismo planteadas en el Anexo A del informe DTI-13/082, excepto la relativa a la carga térmica de ventilación de la sala del RCIC, que se mantiene como carga a eliminar por el P40 en el contexto del reanálisis, y

a la carga térmica de las piscinas de combustible que ha de ser la correspondiente a 30 días tras la parada en lugar de 50. El impacto de estas hipótesis en los resultados del reanálisis es muy pequeño.

Debido a la existencia de varios documentos con las bases metodológicas del análisis del UHS y del sistema P40, en los contactos mantenidos entre el CSN y CNC se acordó la elaboración de un documento recopilatorio que incluya el caso finalmente licenciado, que además sería referenciado en el ES.

- El código SPRAY empleado en los cálculos del reanálisis es un código ya utilizado por CNC en proyectos aprobados por el CSN, siendo el código históricamente aplicado por el titular para el análisis del UHS (up-rating, mini-uprating, etc.). Adicionalmente, se concluye que la nueva versión 3.0 de SPRAY ha sido adecuadamente validada por CNC respecto a la versión anterior, con objeto de su empleo en el reanálisis del UHS.
- El código HTRI, utilizado para la definición de los caudales individuales de refrigeración a cada cambiador del P40 se considera aceptable, al haber sido adecuadamente validado por CNC para el reanálisis del UHS.
- Se considera que el escenario final definido por CNC para el cálculo de la temperatura máxima alcanzada en el UHS en caso de accidente es adecuado, al imponer unas condiciones de contorno suficientemente limitantes y por haberse definido de acuerdo a los criterios de la RG 1.27.
- CNC ha realizado un análisis de comprobación del mínimo nivel de agua alcanzado en el UHS en caso de accidente considerando hipótesis restrictivas desde el punto de vista del consumo de agua del embalse, obteniendo como resultado que el nivel final alcanzado es superior al requerido por el NPSH y la sumergencia de las bombas.
- Se considera que tanto la temperatura máxima final del UHS (32 °C) como los nuevos caudales analíticos calculados en caso de accidente son aceptables, al responder a una metodología adecuada y a unas hipótesis, datos de entrada, etc. suficientemente conservadoras y acordes a las normas de aplicación RG 1.27 y NUREG-0733.

3.2.3.2 Evaluación de los nuevos valores asociados a los Requisitos de Vigilancia de las ETFM (Condiciones de Operación 1,2,3)

Definición de los nuevos valores de Requisitos de Vigilancia

Una vez han sido definidos los caudales individuales analíticos necesarios para cada cambiador refrigerado por el P40, es preciso garantizar que tanto durante la operación normal de la central como en caso de un hipotético accidente, estos caudales son suministrados por el sistema como valores mínimos admisibles.

Los caudales individuales ya son objeto de vigilancia en las ETFM de CNC (RV 3.7.1.7 y 3.7.2.5). Al modificarse el valor asociado a cada uno de los caudales, es necesario revisar el valor de vigilancia de las ETFM.

Asimismo, los caudales totales por división del P40 son ya objeto de vigilancia de las ETFM (RV 3.7.1.5 y 3.7.2.3).

La temperatura inicial del UHS se postula como un input de entrada en el reanálisis del UHS. El valor finalmente fijado para la temperatura inicial del UHS ha de ser garantizado en todo momento de forma que durante la operación normal de la central, éste no sea excedido. Esta variable ya es vigilada en las ETFM (RV 3.7.1.2) y su valor de vigilancia ha de ser modificado como consecuencia del reanálisis.

La evaluación del CSN ha revisado la metodología, expresiones aritméticas aplicadas, y tratamiento de márgenes para la definición de los nuevos valores de vigilancia de los caudales individuales de los consumidores del P40, de los caudales totales por división del P40, y de la temperatura inicial del UHS, y concluye que el planteamiento aplicado para la definición de los mismos es aceptable, al ser acorde a lo establecido en el apartado 8.4 de la IS-32.

En lo que respecta a la temperatura inicial del UHS, el valor analítico propuesto en el informe W25-5A048 era 30 °C. El margen adicional a considerar en el cálculo fue fijado en 0,2 °C. El informe DTI-13/082 propone la eliminación de este margen, el cual es descontado a la temperatura de partida del UHS, obteniéndose así un valor ligeramente inferior que propicia una ligera reducción en la temperatura máxima del UHS alcanzada en caso de accidente. El margen finalmente suprimido por el informe DTI no está relacionado con la incertidumbre del proceso de medida, por lo que resulta aceptable su eliminación.

En base a lo anterior, la nueva temperatura inicial del UHS propuesta por CNC en el informe DTI-13/082, es 29,8 °C, obteniéndose un valor final de vigilancia de la temperatura del UHS de 29 °C.

Incertidumbres ligadas al proceso de medida consideradas en el cálculo de los nuevos valores de los Requisitos de Vigilancia

Para todas las variables objeto de vigilancia, CNC ha definido unos márgenes para cubrir las incertidumbres de la instrumentación empleada en la medida de las variables implicadas. CNC ha realizado un análisis específico para determinar estos márgenes.

En lo que respecta a la metodología seguida en el cálculo de incertidumbre, CNC informó que se había aplicado el borrador de la Instrucción de Seguridad IS-32 disponible en ese momento (noviembre de 2011) en el que se planteaba el uso de una metodología de “aproximación gradual” en el caso de variables que cumplan ciertos requisitos, entre las que se encuentran las variables objeto de este informe. Este mismo planteamiento aparece en la guía de UNESA CEN-37, Rev.0. La mencionada guía de UNESA es la que están empleando las centrales para la aplicación y puesta en práctica de lo requerido por la IS-32.

De acuerdo con la guía CEN-37 los canales de medida utilizados para verificar el cumplimiento de RV que soportan la operabilidad de los sistemas controlados en las ETF, pueden ser clasificados como de categoría 3, para los cuales el cálculo puede ser abordado mediante técnicas menos exigentes. Las variables implicadas en el reanálisis, esto es, caudales del P40 y temperatura del UHS, todas ellas entran dentro de esta definición, por lo que pueden ser tratadas de acuerdo con la metodología planteada por la guía CEN-37 para esta categoría. Se considera por tanto que el tratamiento dado por CNC a estos canales de medida ha sido adecuado al ser consistente con la normativa.

Durante la reunión de abril de 2013 se solicitó al titular realizar algunas comprobaciones sobre los cálculos que soportan los márgenes considerados en el reanálisis debidos a la instrumentación, y para tal fin se seleccionaron las variables “caudal del P40 de refrigeración a los cambiadores del RHR” y “temperatura media del embalse del UHS”. En tales comprobaciones se han revisado los documentos soporte de ambos cálculos dónde aparecen los datos de partida, hipótesis, normativa aplicada, cálculos, y conclusiones finales. El resultado de las comprobaciones de detalle realizadas por el CSN ha sido satisfactorio, verificándose que los resultados de incertidumbres reportados en el documento W25-5A048 para estas dos variables están adecuadamente soportados y que el proceso de determinación de las incertidumbres sigue las directrices de la norma CEN-37.

En lo que respecta a la variable “nivel mínimo de agua en el embalse del UHS”, CNC señala en el documento W25-5A048 que en el contexto del reanálisis no se ha considerado la incertidumbre asociada a dicha medida. Esta cuestión fue tratada en la reunión de abril de 2013, dónde se preguntó a CNC por qué se había procedido de forma distinta con esta variable en contraste con lo efectuado para los caudales del P40 y la temperatura inicial del UHS. Básicamente, CNC explicó que dado el amplio margen existente entre el nivel mínimo analítico obtenido fruto del reanálisis, y el valor actual de ETFM, no se consideró crítica la realización de este cálculo ya que la incertidumbre asociada a la medida se encontraba sobradamente cubierta por el margen anteriormente mencionado (0,919 m frente a una incertidumbre, estimada, de unos 10 cm). Este planteamiento se considera aceptable, en base a las explicaciones aportadas por el titular.

Nuevos valores propuestos para los RV asociados al P40 y al UHS

Partiendo de la definición de los valores de vigilancia y de los márgenes para las incertidumbres de medida referidos en los apartados precedentes, CNC procede a definir los nuevos valores a incluir en las ETFM para la vigilancia de los caudales totales (RV 3.7.1.5 y RV 3.7.2.3) e individuales del P40 (RV 3.7.1.7 y RV 3.7.2.5), y para la temperatura media del UHS (RV 3.7.1.2).

En particular, en el caso de la variable “temperatura inicial del UHS”, el nuevo valor de vigilancia propuesto es 29 °C, fruto de restar al valor analítico postulado en el informe DTI-13/082 (29,8 °C) la incertidumbre calculada (0,8 °C). Para su valor de alarma, se sigue el mismo criterio aplicado hasta ahora de definir su tarado 1 °C menor al valor de RV. De esta forma la alarma quedaría tarada a 28 °C.

De la evaluación del CSN al respecto de los nuevos valores propuestos para los RV asociados al P40 y al UHS en condiciones de operación 1,2 y 3, se extraen las siguientes conclusiones:

- Se considera adecuada la metodología de cálculo de incertidumbres asociada a los caudales del P40, así como a la temperatura inicial del UHS, al ser consistente con lo establecido en la guía de UNESA CEN-37 Rev.0 y consistente con lo requerido en el punto 8.4 de la IS-32 del CSN.
- Los nuevos valores de vigilancia de las ETFM para los caudales individuales y totales del P40 (Tabla 3.7.1-1, Tabla 3.7.2-1, RV 3.7.1.5 y RV 3.7.2.3), así como para la temperatura

inicial del UHS (RV 3.7.1.2) se consideran aceptables, al estar adecuadamente soportados por los cálculos del reanálisis.

- Se considera válido el valor actual de vigilancia de las ETFM asociado a la variable “nivel mínimo de agua en el embalse del UHS”, al haberse comprobado que éste presenta un margen suficiente respecto al valor analítico obtenido en el reanálisis del UHS.

3.2.3.3 Evaluación relativa a las Condiciones de Operación 4 y 5

El sistema P40, además de su actuación en caso de un hipotético accidente, cumple también funciones de seguridad durante la parada del reactor y situaciones de recarga. Las funciones del P40 durante la parada/recarga del reactor son las siguientes:

- Evacuar al UHS el calor del reactor durante la segunda fase de enfriamiento del mismo (≤ 135 psig), mediante la refrigeración de los cambiadores del RHR el cual opera en modo refrigeración en parada (SDC, “Shutdown Cooling”).
- En caso de fallo del método normal de parada (descrito en el punto anterior), el RHR dispone de otro modo de funcionamiento para propiciar la parada del reactor. Se trata del modo ASDC (“Sistema Alternativo de Enfriamiento en Parada”), en el cual se consigue la parada fría (≤ 100 °C), mediante la intervención única de sistemas y componentes relacionados con la seguridad. En esta opción de parada toda la carga térmica evacuada se dirige al UHS.
- Enfriamiento de los cambiadores de las piscinas de combustible gastado (sistema G41).
- Evacuar el calor procedente del RHR cuando éste actúa en su modo de enfriamiento de las piscinas de combustible (apoyo al sistema G41).

En el informe de licencia W25-5A048, el titular ha analizado si estas situaciones operativas implican temperaturas del UHS o caudales individuales más restrictivos que los obtenidos en caso de accidente, concluyendo lo siguiente:

- Para la evaluación de la máxima temperatura en el UHS durante la parada, el modo ASDC es el más restrictivo, ya que toda la carga térmica del reactor se dirige al UHS.

El titular ha realizado el análisis de la máxima temperatura alcanzada en el UHS considerando los caudales analíticos totales vigentes del P40, las divisiones I y III del P40 funcionando (se postula nuevamente la pérdida de una división por la hipótesis de fallo simple), y pérdida de energía eléctrica exterior (LOOP).

Tanto en cuanto a las condiciones meteorológicas, como en cuanto a hipótesis y datos de partida, y al objeto de comparar los resultados obtenidos en uno y otro caso, se han considerado los valores indicados en el informe de licencia W25-5A048. En cuanto a las cargas térmicas a evacuar en estas condiciones operativas, son coincidentes en todos los casos con las consideradas en caso de accidente, excepto en algunos sistemas que serán señalados en el punto siguiente de este apartado (evaluación de caudales analíticos). Destacar que para este análisis no aplica la modificación de hipótesis planteadas por el informe DTI-13/082, el cual solamente concierne al escenario de situación accidental.

Con este planteamiento se ha obtenido como resultado, para las condiciones de operación 4 y 5, una temperatura máxima del UHS igual a 31,12 °C, cercana pero inferior a los 31,7 °C resultantes en caso de accidente. Este resultado era esperable ya que la carga térmica a evacuar en estos casos es menor que en situación accidental.

CNC concluye por tanto que la situación accidental previamente analizada es más restrictiva para el sistema P40 que la ligada a la situación de parada/recarga del reactor, razón por la cual éste propone para las condiciones de operación 4 y 5 una temperatura máxima analítica del UHS de 32 °C, coincidente con la propuesta para el caso de accidente.

El planteamiento anterior se considera adecuado, y se concluye como aceptable la temperatura máxima analítica propuesta por CNC para el UHS en Condiciones de Operación 4 y 5, igual a 32 °C.

- En lo que respecta a la evaluación de los caudales analíticos individuales del P40 en situación de parada/recarga, se parte, tal y como se ha señalado en el punto anterior, de una temperatura máxima analítica del UHS de 32 °C y como requisitos de carga térmica a evacuar en los distintos cambiadores se ha considerado de forma envolvente la carga nominal de diseño de cada cambiador.

Como las hipótesis y datos de entrada en este análisis son coincidentes con los planteados en el análisis realizado en situación de accidente, los caudales individuales resultantes son asimismo coincidentes con los ya obtenidos en el escenario accidental. Aunque éste ha sido el planteamiento general, hay ciertos sistemas que han sido tratados de forma particular, obteniéndose los siguientes resultados para las condiciones de operación 4 y 5:

- En el caso del RHR el modo más restrictivo de funcionamiento durante la parada/recarga es el de ASDC. En estas condiciones la carga térmica a evacuar es inferior a la requerida en caso de accidente, por lo que el caudal analítico resultante es también algo inferior.
- En cuanto al sistema G41, la carga térmica a evacuar es máxima durante las operaciones de recarga. Considerando la carga térmica máxima a evacuar en esta condición operativa se obtiene un caudal analítico de 136,27 m³/h, que coincide con el usado en los análisis del reracking de la piscina Este. Este caudal analítico individual es superior al resultante en caso de accidente (108,98 m³/h).
- En condiciones de operación 4 y 5 el RCIC no es requerido ni tiene la posibilidad de funcionar al no disponerse de vapor para el accionamiento de su turbina. Por tanto, en estas condiciones no se requiere refrigeración procedente del P40.

De los nuevos caudales analíticos resultantes en las condiciones de operación 4 y 5 se observa que todos ellos son coincidentes con los obtenidos para la operación normal y accidente, excepto el correspondiente a los cambiadores del RHR y a la refrigeración del sistema G41. A este respecto, se consideran aceptables los nuevos caudales analíticos resultantes del reanálisis, al basarse éstos en un planteamiento similar al ya evaluado para el caso de accidente, y al concluirse que las especificidades planteadas por CNC para estas condiciones operativas están adecuadamente fundamentadas.

En lo que respecta a los caudales analíticos totales, estos coinciden con los actualmente vigentes, habiendo sido ésta una de las hipótesis consideradas en este análisis de tal forma que los caudales analíticos totales (vigentes) han sido introducidos como input inicial para el análisis realizado.

Evaluación de los nuevos valores asociados a los requisitos de prueba del MRO (Condiciones de Operación 4 y 5)

Los Requisitos de Prueba (RP) en el MRO se definen siguiendo un proceso semejante al utilizado para los requisitos de vigilancia de ETFM. Los márgenes aplicados son los mismos, tanto en lo que respecta a las incertidumbres de medida como al margen adicional con el que se incrementan los valores analíticos.

En el apartado precedente se ha hecho referencia a los nuevos valores de caudales analíticos resultantes en las condiciones 4 y 5. En cuanto al Requisito de Prueba ligado a la temperatura máxima inicial en el UHS en caso de parada/recarga, el nuevo valor se define con los mismos criterios que en el caso de accidente descrito en apartados anteriores. Los nuevos valores propuestos son:

- Temperatura máxima inicial en el UHS = 30 °C
- Margen para cubrir las incertidumbres = 0,8 °C
- Margen adicional = 0,2 °C (notar que en condiciones operativas 4 y 5, este margen no es suprimido).
- Temperatura para el Requisito de Prueba = 29 °C
- Temperatura de tarado de la alarma = 28 °C

De la evaluación del CSN al respecto de los nuevos valores analíticos y requisitos del MRO en Condiciones de Operación 4 y 5 se extraen las siguientes conclusiones:

- Se considera aceptable el nuevo valor propuesto por CNC de 32 °C para la temperatura máxima analítica del UHS en condiciones de operación 4 y 5, al haberse comprobado que dicho valor es envolvente del obtenido por el reanálisis en dichas condiciones operativas (31,12 °C).
- Se consideran también aceptables los nuevos caudales propuestos en condiciones de operación 4 y 5 tanto individuales a cada cambiador, como totales por división, al haberse considerado unas cargas térmicas en los cambiadores adecuadas a las condiciones de operación analizadas y estar basadas en un planteamiento metodológico similar al aceptado para las condiciones de operación 1,2 y 3.
- En lo que respecta a los nuevos valores propuestos para los Requisitos de Prueba del MRO de caudales individuales y totales del P40, así como de temperatura inicial máxima del UHS, éstos se consideran aceptables al estar adecuadamente fundamentados por los cálculos del reanálisis, y al haberse definido unos márgenes consistentes con la guía de UNESA CEN-37 Rev.0 y con lo requerido en el punto 8.4 de la Instrucción de Seguridad IS-32 del CSN.

3.2.3.4 Comprobaciones adicionales

Como consecuencia del cambio en los valores analíticos de caudal individual de refrigeración del P40 a sus consumidores, CNC ha revisado ciertos análisis en los que participan algunos de los sistemas afectados por dicho cambio. Los análisis sometidos a esta revisión han sido los siguientes:

a) *Evaluación del tiempo requerido para la parada del reactor*

Se trata de valorar si el RHR, con el nuevo caudal analítico reducido ($1.089,3 \text{ m}^3/\text{h}$), y suponiendo la misma temperatura del agua del UHS de los análisis vigentes, igual a $29,44 \text{ }^\circ\text{C}$ ($85 \text{ }^\circ\text{F}$), es capaz de cumplir con el requisito de las ETFM de alcanzar las condiciones de parada fría ($\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$) en menos de 36 horas con un solo lazo, y adicionalmente el requisito operacional (no de seguridad) de alcanzar los $51,97 \text{ }^\circ\text{C}$ ($125 \text{ }^\circ\text{F}$) con dos lazos en menos de 20 horas.

En ambos casos los tiempos obtenidos han sido satisfactorios debido al exceso de capacidad del RHR, concluyéndose que el RHR sigue cumpliendo con el requisito normativo de alcanzar la parada fría en menos de 36 horas, y comprobándose que se mantiene un amplio margen en las nuevas condiciones del reanálisis. En lo que respecta al requisito operacional, y aunque el margen respecto al límite se reduce, el RHR sigue siendo capaz de acometerlo.

b) *Evaluación del enfriamiento de las piscinas de combustible gastado con el RHR*

El RHR tiene entre sus funciones refrigerar las piscinas de combustible gastado en períodos de máxima carga térmica, esto es, en períodos de recarga en los que se descargue el núcleo completo. La base de diseño establece que la refrigeración del RHR debe propiciar una temperatura máxima del agua de las piscinas de $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Como consecuencia del reanálisis, el RHR ve disminuido el caudal analítico procedente del sistema P40 en situaciones de recarga, pasando de $1317,30 \text{ m}^3/\text{h}$ (valor actual) a $1089,03 \text{ m}^3/\text{h}$, por lo que dispone de una menor capacidad de enfriamiento a igualdad de temperaturas del agua en el UHS. CNC, por tanto, ha analizado si se sigue cumpliendo la base de diseño teniendo en cuenta la menor capacidad de refrigeración del RHR.

El resultado del análisis ha sido satisfactorio, demostrándose que el RHR, con su caudal reducido, seguirá teniendo capacidad para no sobrepasar los $60 \text{ }^\circ\text{C}$ en el agua de las piscinas con una descarga del núcleo completo que comenzase, como muy pronto, a los 2 días tras la parada y finalizara el tercer día (hipótesis considerada en los análisis del reracking de la piscina Este). De esta forma, se introduce en el análisis un gran conservadurismo al considerar una carga térmica mayorada a evacuar en las piscinas de combustible.

No obstante, y con objeto de ganar margen entre la temperatura máxima calculada y la máxima admisible ($60 \text{ }^\circ\text{C}$), CNC propone modificar el supuesto original de descarga del núcleo completo tras el tercer día tras la parada, postulándose ahora una duración de la descarga de 2 días (esto es, se considera que se finalizaría la descarga del núcleo el cuarto día tras la parada). Con esta nueva hipótesis la temperatura máxima alcanzada es $57,38 \text{ }^\circ\text{C}$,

que cumple la base de diseño, al no superarse los 60 °C de temperatura máxima del agua de la piscina.

La evaluación del CSN considera lo anterior aceptable, ya que la hipótesis final sigue siendo suficientemente conservadora, si se compara el valor final propuesto de duración de la descarga del núcleo (2 días) con los valores reales evidenciados durante las recargas.

c) Evaluación de la bajada del caudal bombeado por el P40 debido a la bajada de nivel en el UHS

Esta cuestión surge porque a medida que baja el nivel en el estanque del UHS (a lo largo de los 30 días de duración del accidente postulado), va disminuyendo progresivamente el caudal bombeado por las bombas del P40.

CNC ha analizado el impacto de la disminución en el caudal suministrado por el sistema P40, concluyendo que las bombas del P40 tienen capacidad suficiente para suministrar el caudal requerido durante todo el accidente, en base a que la reducción en el mismo queda compensada por el margen aplicado en el cálculo del caudal individual requerido a cada cambiador, así como por la bajada de temperaturas en el UHS durante el accidente (supuesta constante en el cálculo de caudales individuales de forma conservadora).

3.2.3.5 Análisis de Seguridad ligado al reanálisis del sistema P40

En aplicación del apartado 3.1.1 de la Instrucción de Seguridad IS-21 del CSN, y dado que la respuesta a la cuestión nº 8 (*“se modifican los métodos de evaluación descritos en el Estudio de Seguridad, que han sido utilizados para establecer las bases de diseño o realizar los análisis de seguridad”*) ha de ser respondida afirmativamente ya que, como se ha descrito anteriormente en este informe, en el reanálisis del UHS se introducen modificaciones en los criterios, hipótesis y datos de entrada necesarios para el análisis del sistema P40 y sumidero final de calor, el titular es requerido a solicitar autorización para la modificación, que debe ser efectiva con anterioridad a su puesta en servicio. CNC ha seguido esta vía administrativa, por lo que se considera que ha actuado correctamente según la IS-21.

La evaluación del CSN ha revisado el Análisis de Seguridad incluido en el Anexo 3 de la solicitud de autorización, informe P40-5A498 Rev.0, en el que se concluye que la modificación de diseño y las propuestas de cambio a las documentos de licencia presentadas cumplen con los requisitos de la normativa aplicable y se mantiene el nivel de seguridad de la planta y los principios de defensa en profundidad.

En aplicación del punto 6.1.1 de la IS-21, la solicitud de autorización presentada por CNC incluye, además de la descripción técnica de la modificación planteada (informe W25-5A048) y el análisis de seguridad de la modificación (informe P40-5A498), la identificación de los documentos que se verían afectados por la modificación, explicitándose el nuevo texto propuesto para el EFS y las ETFM.

Se concluye, por tanto, que CNC ha seguido las directrices y criterios de la IS-21 en lo relativo a la tramitación y análisis de la modificación de diseño sobre el reanálisis del UHS.

3.2.4 Evaluación de las propuestas de revisión de documentos de licencia

3.2.4.1 Evaluación de la PC-01-02 Rev. 0 de revisión de las ETFM

Como consecuencia del reanálisis del UHS resultan afectados ciertos apartados de las ETFM. El titular ha presentado, como anexo a la solicitud N° 12/02 para el reanálisis del P40, la PC-01-12 rev.0 en la que describe los siguientes cambios a introducir en las ETFM y en las Bases de las ETFM.:

CLO 3.7.1 “Sistema de Agua de Servicio Esencial (Divisiones I y II) y Sumidero Final de Calor”

- RV 3.7.1.2: cambia el valor límite para la vigilancia de la temperatura del agua del Sumidero Final de Calor (nuevo valor: ≤ 29 °C; valor vigente: $\leq 32,5$ °C).
- RV 3.7.1.5: se modifican los caudales mínimos requeridos para división I (nuevo valor: ≥ 2.042 m³/h; valor vigente: ≥ 2.086 m³/h) y división II (nuevo valor: ≥ 2.035 m³/h; valor vigente: ≥ 2.079 m³/h).
- RV 3.7.1.6 (actuación de las divisiones I y II ante señal de iniciación) y RV 3.7.1.7 (comprobación de caudales individuales de división I y II): se modifica la frecuencia de 18 a 24 meses.
- Se modifica la Tabla 3.7.1-1 con los nuevos caudales individuales requeridos por los componentes refrigerados por las divisiones I y II del P40.

Los cambios propuestos a los RV 3.7.1.2, RV 3.7.1.5 y Tabla 3.7.1-1 se consideran aceptables, al coincidir los nuevos valores con los resultados del reanálisis evaluados positivamente por el CSN.

En lo que respecta al cambio de frecuencia (paso de 18 a 24 meses) en la realización de los RV 3.7.1.6 y RV 3.7.1.7, se ha consultado el Volumen 1 del NUREG-1434, dónde aparece el requisito equivalente al RV 3.7.1.6 (iniciación automática de los subsistemas div. I y II), pero no el equivalente al RV 3.7.1.7 (caudales individuales). Este último requisito no procede de las especificaciones estándar sino que constituye un requisito específico de las ETFM de CNC para el control de los caudales individuales a cada consumidor del P40, consecuencia del escaso margen existente en el sistema para el cumplimiento del caudal requerido en ciertos consumidores.

En lo que respecta al RV 3.7.1.6 (prueba de iniciación automática de las divisiones I y II), el NUREG-1434 establece para el mismo una frecuencia de realización de 18 meses (coincidente con la frecuencia actual), o bien la frecuencia que marque el programa vigilancia correspondiente. Se deduce por tanto que el titular dispone, según esta referencia, de cierta libertad para establecer la periodicidad de realización de este requisito.

CNC expone que con el cambio de frecuencia se pretende realizar las pruebas asociadas a estos RV de manera coincidente con el resto de pruebas a realizar sobre el P40 (pruebas realizadas durante la recarga). Asimismo, se pretende minimizar en lo posible el

ensuciamiento del agua del sistema cerrado de agua de enfriamiento (P42) desde el sistema P40, lo cual ocurre cada vez que se realiza la prueba de caudales individuales (RV 3.7.1.7).

En base a lo anterior, la evaluación del CSN considera aceptable el cambio de frecuencia propuesto para el RV 3.7.1.6, pasando de 18 a 24 meses.

En cuanto al RV 3.7.1.7 (medida de caudales individuales), cabría destacar que, además de esta verificación directa del caudal a cada cambiador, el titular realiza un seguimiento quincenal de la evolución del factor K (factor de ensuciamiento/pérdida de carga) de los cambiadores. Este factor es de interés por su relación directa con el reparto de caudales del P40 a los distintos cambiadores, y por tanto con el caudal disponible para cada consumidor. Adicionalmente, se realiza la prueba trimestral (RV 3.7.1.5) de vigilancia de los caudales totales por división, que unido al control anteriormente referido de vigilancia el factor K, puede alertar sobre potenciales problemas en el reparto de caudales a cada consumidor.

Las razones anteriores, junto con el margen de caudal ganado para todos los consumidores como consecuencia del reanálisis, permite valorar como aceptable el cambio propuesto en la periodicidad del RV 3.7.1.7, pasando de 18 a 24 meses.

CLO 3.7.2 “Sistema de Agua de Servicio Esencial (División III)”

- RV 3.7.2.3: se modifica el caudal mínimo requerido para la división III (nuevo valor: $\geq 180,9 \text{ m}^3/\text{h}$; valor vigente: $\geq 184,6 \text{ m}^3/\text{h}$).
- RV 3.7.2.4 (actuación de la división III ante señal de iniciación) y RV 3.7.2.5 (comprobación de caudales individuales de división III): se modifica la frecuencia de 18 a 24 meses.
- Se modifica la Tabla 3.7.2-1 con los nuevos caudales individuales requeridos por los componentes refrigerados por la división III del P40.

Se consideran aceptables los cambios propuestos al RV 3.7.2.3 y Tabla 3.7.2-1, ya que los nuevos requisitos de caudales coinciden con los valores resultantes del reanálisis revisados y valorados positivamente en la evaluación del CSN.

En lo que respecta al cambio de frecuencia propuesto para los RV 3.7.2.4 (iniciación automática de la división III) y RV 3.7.2.5 (comprobación de caudales individuales), aplican las mismas consideraciones que las apuntadas para las divisiones I y II, considerándose por lo tanto como aceptable la nueva frecuencia de ejecución propuesta de 24 meses, en lugar de cada 18 meses.

3.2.4.2 Evaluación de la PC-02-12 Rev. 0 de revisión del MRO

La PC-02-12 Rev.0 describe los cambios propuestos por el titular al MRO de CN Cofrentes y a sus Bases, como consecuencia del reanálisis del UHS, los cuales se indican de forma resumida a continuación:

- RO 6.3.7.1 “Sistema de Agua de Servicio Esencial (Divisiones I y II) y Sumidero final de Calor En Parada”.

De acuerdo con las conclusiones del reanálisis se indica que la temperatura del agua del UHS debe mantenerse a un valor ≤ 29 °C. Adicionalmente, se modifican los correspondientes RP para especificar el nuevo caudal total exigido a las divisiones I y II, así como los caudales individuales a cada consumidor refrigerado por el P40 (RP 6.3.7.1.5 y Tabla 6.3.7.1-1). Se cambia asimismo la frecuencia de realización de las pruebas de iniciación automática de los subsistemas (división I y II) y de comprobación de caudales individuales a cada consumidor (se pasa de 18 a 24 meses, RP 6.3.7.1.6 y RP 6.3.7.1.7).

- RO 6.3.7.2 “Sistema de Agua de Servicio Esencial (División III) – En parada”.

Para esta división los cambios propuestos tienen un alcance similar al descrito para las divisiones I y II (caudal total: RP 6.3.7.2.3; caudales individuales a cada consumidor: Tabla 6.3.7.2-1; cambio en la frecuencia de realización de pruebas: RP 6.3.7.2.4 y 6.3.7.2.5).

- RO 6.3.9.10 “Límite del número de elementos irradiados descargados desde el reactor a las piscinas del edificio de combustible”, y base asociada (B6.3.9.10.1)

Se modifica el número de días que han de transcurrir tras la parada del reactor para que el sistema RHR, en su modo de enfriamiento de piscina, sea capaz de enfriar el núcleo completo (se pasa de 3 a 4 días). Se modifica la temperatura a la que ha de mantenerse el UHS (29 °C) y se modifican en consecuencia las figuras que muestran el valor límite de elementos irradiados que pueden descargarse a la piscina, en función de la temperatura del UHS y del número de días que han transcurrido desde la parada del reactor.

La evaluación del CSN considera aceptables los cambios propuestos al MRO, en tanto que son coherentes con los resultados obtenidos del reanálisis del UHS, evaluados positivamente por el CSN.

3.2.4.3 Cambios al Estudio Final de Seguridad

En el Anexo 6 de la solicitud de autorización N° 12/02 de CNC se describen de forma detallada la modificaciones a introducir en el ES como consecuencia del reanálisis del UHS. Posteriormente, como consecuencia del proceso de evaluación, el titular ha remitido directamente al CSN una modificación de la propuesta inicial, mediante escrito recibido con fecha 10 de octubre de 2013, consistente en nuevas “hoja FUTURO” para las hojas 5.4-42, 5.4-43, 9.3-39, 9.2-40, 9.2-41, Tabla 9.2-2 (1/3), Tabla 9.2-2 (2/3), Tabla 9.2-5 (2/2), y Figura 9.2-9, así como la “hoja ACTUAL” de la hoja 5.4-42, la cual no estaba recogida en la solicitud de autorización, del ES.

A continuación se presentan de forma resumida los principales cambios introducidos en el ES como consecuencia del reanálisis del UHS:

- Sección 5.4.7 “Sistema de Extracción de Calor Residual”: se actualizan los valores de la temperatura del agua y caudal de refrigeración que llega al RHR procedente del sistema P40, el valor del coeficiente global de transmisión de calor en los cambiadores del RHR, y se modifican las figuras 5.4-11/12 que muestran la temperatura del refrigerante

de la vasija en función del tiempo. Se actualiza adicionalmente un dato de tipo aclaratorio sobre la refrigeración del RHR por parte del P40 durante su funcionamiento en parada.

Se modifica la página 5.4-42 para incluir: “Los sellos mecánicos de las bombas disponen de un enfriador que utiliza agua de servicios o agua de servicio esencial. Se requiere que, antes del inicio de la primera fase del modo de refrigeración en parada (con alta temperatura en el agua del reactor, $T > 100$ °C), se abra el suministro de agua de enfriamiento de la bomba (A ó B) que vaya a estar en operación, permaneciendo normalmente cerrado el resto del tiempo y en los otros modos de operación de las bombas. Esta operación minimiza el comportamiento y vida del sello”.

Se modifica la página 5.4-43 para incluir: “Los sellos mecánicos que estén operando en el modo de refrigeración en parada, deberán ser sustituidos cada 4 años como máximo (2 recargas)”.

- Sección 6.2.1 “Proyecto Funcional del Recinto de Contención”: se actualiza la Tabla 6.2-2 con los nuevos valores del sistema P40 que intervienen en los análisis de la contención.
- Sección 9.1.3 “Sistema G41”: se actualiza la figura 9.1-11 al resultar afectada por la nueva hipótesis consistente en considerar que se tardan dos días (en lugar de uno) en realizar la descarga completa del núcleo, y por otra parte se actualizan las figuras 9.1-15a y 9.1-15b para reflejar el nuevo límite de temperatura máxima admisible en el UHS vigilada en el MRO.
- Sección 9.2.1.1 “Sistema de Agua de Servicios Esenciales”: se actualiza el nuevo valor de temperatura máxima admisible para el UHS, y por otra parte se suprime el requisito de refrigeración de los sellos de las bombas del RHR por el sistema P40 en caso de accidente.
- Sección 9.2.5 “Sumidero Final de Calor”: se actualizan los valores de temperatura máxima inicial del UHS considerada en el reanálisis del UHS, el nuevo valor de temperatura pico del UHS en caso de accidente, y el valor final de temperatura máxima analítica considerado como base de diseño. Se especifica que el MSLB es el accidente base de diseño para el UHS, y se enumeran las cargas térmicas a disipar al sumidero final de calor.

Se actualizan también las referencias en las que se basa el reanálisis, incluyéndose el documento DTI-13/082 y el informe W25-5A108 relativo a aspectos meteorológicos.

Se especifica el período de datos meteorológicos considerados en el reanálisis, y el valor de nivel mínimo alcanzado en el UHS tras los 30 días de comienzo del accidente.

Se actualizan las tablas 9.2-2 y 9.2-5 con los nuevos datos de caudales individuales y cargas térmicas a extraer de cada cambiador refrigerado por el P40. Destacar que la nueva tabla 9.2-2 refleja las modificaciones a las Notas 1 y 2 mencionadas en el apartado de Datos de Entrada de esta PDT.

Se modifican las tablas 9.2-1 y 9.2-5 incluyendo la Nota: “Los enfriadores de sellos de las bombas del Sistema de Evacuación del Calor Residual (bombas A y B) sólo

recibirán agua de enfriamiento (4,54 m³/h) cuando operen en el modo de enfriamiento en parada y el agua del reactor esté a alta temperatura (≥ 100 °C). El enfriador de la bomba C no necesita caudal de enfriamiento”.

Por último, se actualiza la figura 9.2-9 dónde se muestra la evolución de la temperatura del UHS con el tiempo, desde el inicio del accidente hasta 30 días después. Esta figura incluye los nuevos valores analíticos de temperatura inicial del UHS y temperatura pico, fruto del reanálisis. Se indica asimismo en el peor momento de inicio del accidente considerado en el reanálisis.

Sobre los cambios propuestos al ES la evaluación del CSN concluye que éstos son en todos los casos aceptables al ser coherentes con las hipótesis y resultados obtenidos en el reanálisis del UHS, y responden a los comentarios planteados al respecto durante el proceso de evaluación.

3.2.4.4 Otros cambios en el Control de la Configuración

En el apartado 9.9.7.5 del documento W25-5A048, el titular describe los cambios a introducir en el documento K98-8105 “Recopilación de las Bases de Diseño de la C.N. de Cofrentes”. Al respecto, señalar que el titular deberá actualizar, como es mandatorio, adecuadamente tanto éste como cualquier otro documento de planta afectado (planos de tuberías e instrumentación, diagramas lógicos, procedimientos de operación, vigilancia, etc.), fruto de los resultados obtenidos en el reanálisis del UHS.

- **Deficiencias de evaluación: NO**
- **Discrepancias respecto de lo solicitado: NO**

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

Se propone informar favorablemente sobre la solicitud de autorización N° 12/02 Rev.0 de la propuesta de modificación de diseño: “Modificación de los requisitos de temperatura del sumidero final de calor (UHS) y caudal individual y total del sistema de agua de servicio esencial (P40), basada en el reanálisis del UHS y evaluación de los sellos de las bombas del sistema de evacuación del calor residual (RHR). Solicitud de aprobación de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento mejoradas, Rev. 25, Estudio Final de Seguridad, Rev. 47 y Manual de Requisitos de Operación, Rev.19” de la central nuclear de Cofrentes.

Enumeración de las conclusiones:

- 4.1. Aceptación de lo solicitado: SI**
- 4.2. Requerimientos del CSN: NO**
- 4.3. Recomendaciones del CSN: NO**
- 4.4. Compromisos del Titular: NO**