

ÍNDICE

1. IDENTIFICACIÓN.....	4
1.1. Solicitante	4
1.2. Asunto	4
1.3. Documentos aportados por el solicitante.....	4
2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Motivo de la solicitud	6
2.3. Descripción de la solicitud.....	6
2.4. Descripción general del sistema de almacenamiento.....	7
2.4.1 Contenidos autorizados	8
2.4.2 Componentes principales del sistema ENUN 32P.....	10
2.4.3 Dimensiones y pesos	11
2.5. Modificaciones sometidas a autorización	12
3. EVALUACIÓN	17
3.1. Resumen de la evaluación	17
3.1.1 Proceso de evaluación.....	17
3.1.1.1 Consideraciones relativas al combustible de alto grado de quemado...18	
3.1.1.2 Revisión de la calidad de la documentación.....	19
3.1.1.3 Peticiones de Información Adicional.....	20
3.1.1.4 Actividades internas de seguimiento del proyecto.	24
3.1.2 Relación de informes de evaluación y actas de reunión.....	24
3.1.3 Normativa empleada.....	27
3.1.4 Evaluación del Área de Garantía de Calidad (GACA).....	27
3.1.5 Evaluación del Área de Evaluación de Impacto Radiológico (AEIR).....	28
3.1.6 Evaluación del Área Protección Radiológica de los Trabajadores (APRT)	31
3.1.7 Evaluación del Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES).....	37
3.1.7.1 Evaluación de aspectos estructurales, confinamiento y materiales.	37
3.1.7.2 Evaluación de aspectos térmicos.....	41
3.1.8 Evaluación del Área de Ingeniería del Núcleo (INNU).....	46
3.1.8.1 Evaluación del término fuente.....	46
3.1.8.2 Evaluación de criticidad.....	51
3.1.8.3 Evaluación de las propiedades mecánicas del combustible gastado	56
3.2. Propuesta de condicionamiento.....	58
3.3. Deficiencias de evaluación: Sí.....	64

3.4.	Discrepancias respecto de lo solicitado: SÍ.....	65
4.	CONCLUSIONES Y ACCIONES	66
4.1.	Aceptación de lo solicitado: SÍ.....	66
4.2.	Requerimientos del CSN: SÍ.....	66
4.3.	Otras actuaciones adicionales: SÍ.....	67
4.4.	Recomendaciones del CSN: NO	69
4.5.	Compromisos del titular: NO.....	69
5.	REFERENCIAS	70
6.	RELACIÓN DE DOCUMENTOS APORTADOS POR EL SOLICITANTE (contiene información propietaria)	72
7.	FIGURAS DEL CONTENEDOR ENUN 32P (contiene información propietaria)	83
8.	DIAGRAMA DE GANTT DEL PROCESO DE EVALUACION	88
9.	ANEXO I PROPUESTA INFORME FAVORABLE Y LÍMITES Y CONDICIONES SOBRE LA APROBACIÓN DEL DISEÑO.....	89
10.	ANEXO II: PROPUESTA DE CARTA DE LA DSN DE SOLICITUD DE ACCIONES ADICIONALES Y COMUNICACIÓN DE DEFICIENCIAS DE EVALUACIÓN.....	92

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Solicitante

Equipos Nucleares, S.A., S.M.E. (Ensa), titular de la aprobación de diseño del contenedor.

1.2. Asunto

Solicitud de modificación de la aprobación de diseño del contenedor ENUN 32P para almacenamiento de combustible gastado, presentada por Ensa en base a la revisión 6 del Estudio de Seguridad (ES) Ref. 9231-A y remitida por la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) mediante oficio con entrada en el CSN el 19 de mayo de 2021 (núm. de registro 44954) [1]. Esta revisión del ES anula y sustituye a la revisión 5, cuya petición de informe se remitió desde la DGPEM el 3 de diciembre de 2019 (núm. de registro 45618) [2].

Posteriormente, mediante oficio de la DGPEM [3] recibido en el CSN el 31 de marzo de 2022 (núm. de registro 44388), se comunica al CSN la modificación de la solicitud, la cual pasa a realizarse en base a la revisión 7 del ES de dicho sistema que anula y sustituye la Revisión 6 del ES.

1.3. Documentos aportados por el solicitante

La petición de informe en relación con la solicitud de la revisión 7 del ES del contenedor ENUNUN32P, para almacenamiento de combustible gastado, objeto de la presente propuesta de dictamen, viene acompañada de las las revisiones finales de dicha documentación presentada directamente por Ensa a este Consejo de Seguridad Nuclear, mediante la carta 017-22 con fecha 30 de marzo de 2022 (núm. de registro 44296) [5]:

- “Estudio de Seguridad del Contenedor de Almacenamiento de Combustible Gastado ENUN 32P”, Ref. 9231-A, Rev. 7, de marzo de 2022.
- “Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado”, Referencia 9231QP001, Rev. 11, de mayo de 2021.
- Informes de cálculo soporte de la solicitud en revisión final (listado en el apartado 6 de la PDT).
- Registros de modificaciones de diseño (*Engineering Data Sheet*, EDS, según la codificación de Ensa) y sus correspondientes evaluaciones de seguridad, listados en el apartado 6.
- Listado de cambios incorporados en cada uno de los capítulos que conforman la revisión 7 del ES de Almacenamiento, con respecto al texto de la revisión 6.

La solicitud presentada por Ensa en base a la revisión 6 del ES Ref. 9231-A y remitida por la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) mediante oficio con entrada en el CSN el 19 de mayo de 2021 (núm. de registro 44954) [1], se acompañaba de la siguiente documentación:

- “Estudio de Seguridad del Contenedor de Almacenamiento de Combustible Gastado ENUN 32P”, Ref. 9231-A, Rev. 6, de mayo de 2021.
- Informes de cálculo soporte de la solicitud listados en el apartado 6.
- Registros de modificaciones de diseño (*Engineering Data Sheet*, EDS, según la codificación de Ensa) y sus correspondientes evaluaciones de seguridad, listados en el apartado 6.
- Listado de cambios incorporados en cada uno de los capítulos que conforman la revisión 6 del ES de Almacenamiento, con respecto al texto aprobado de la revisión 4.

En relación con el Plan de Calidad, dentro del proceso de evaluación de la Rev.5 del ES del contenedor ENUN32P (que posteriormente fue retirada y sustituida por la Rev.6), el área GACA requirió una serie de cambios al Plan de Calidad en Rev.10, que se incorporaron a la revisión 11. Ensa solicitó la aprobación de esta nueva revisión del PCG con fecha 28 de mayo de 2021 (núm. de registro 45220) [4]:

- “Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado”, Referencia 9231QP001, Rev. 11, de mayo de 2021.

El Plan de Calidad es genérico para los contenedores tipo ENUN de Ensa.

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

2.1. Antecedentes

En septiembre de 2011, Ensa sometió a aprobación ante el MINETUR, según el artículo 80 de Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, la revisión 0 del ES de Almacenamiento del ENUN 32P junto con la revisión 3 del Plan de Calidad. Tras la evaluación de la documentación por parte del CSN, Ensa la retiró en enero de 2014 para corregir e incluir las modificaciones propuestas por el CSN.

En enero de 2014, Ensa remitió a aprobación ante el MINETUR la revisión 1 del ES de Almacenamiento del ENUN 32P junto con la revisión 8 del Plan de Calidad.

El diseño del sistema de almacenamiento ENUN 32P fue aprobado por Resolución de la DGPEM, de 22 de septiembre de 2015 [6], previo informe favorable del CSN según el Artículo 80 del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas. La aprobación, concedida a Ensa, tiene un periodo de validez de 20 años y se realizó en base a la revisión 2 del ES de dicho sistema y a la revisión 8 del Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos en un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado. Ensa además de titular de la AD es fabricante del contenedor.

Posteriormente a la aprobación del diseño del contenedor antes referida, en noviembre de 2016, Ensa incorporó una serie de modificaciones de diseño en el ES, que afectaban a las bases de diseño y a los límites y controles de operación (Capítulos 2 y 13), además de nuevas metodologías y cálculos, de acuerdo con el condicionado de dicha probación, y lo dispuesto en la Instrucción IS-20 del CSN, estaba sujeta a la aprobación de la DGPEM previo informe favorable del CSN. Los principales cambios realizados fueron:

- Actualización de las características de los combustibles base de diseño KWU 16x16 y W 17x17 a cargar en el contenedor.
- Inclusión de una tapa auxiliar de blindaje de uso opcional en las instalaciones de almacenamiento donde se utilice el contenedor.
- Aumento de la sección interior de los tubos MMC (Metal Matrix Composite) del bastidor (que contiene el veneno neutrónico para el control de la subcriticidad) para facilitar la carga del combustible.
- Inclusión de un análisis térmico específico del transitorio de carga del contenedor para combustible gastado W 17x17 y modificación de las condiciones ambientales de contorno para el combustible KWU 16x16.
- Inclusión del manejo y traslado del contenedor en posición horizontal.
- Nuevo enfoque del análisis del combustible en las caídas vertical y horizontal.
- Modificación de aspectos asociados a los cálculos de tenacidad a la fractura del recinto de confinamiento del contenedor (vaso y tapa interior).
- Reducción de la sección de las juntas de sellado de la tapas interior y exterior.

Tras la evaluación de toda la documentación por parte del CSN, Ensa retiró toda la anterior solicitud para corregir e incluir las modificaciones propuestas por el CSN y recogidas en la

Petición de Información Adicional (CSN/PIA/ARAA/ENUN32P/1710/01 de 5 de octubre de 2017 y CSN/PIA/ARAA/ENUN32P/1711/02 de 13 de noviembre de 2017).

En febrero de 2018, Ensa sometió a aprobación ante MINETAD, la revisión 4 del ES junto con la revisión 9 del Plan de Calidad y el resto de la documentación soporte de licencia que recogía la resolución de las cuestiones incluidas en las 2 PIA anteriores y los acuerdos de las reuniones técnicas mantenidas.

Mediante Resolución de la DGPEM de fecha 1 de junio de 2018 [7], se aprobó la modificación de la aprobación de diseño del contenedor ENUN 32P para almacenamiento, en base a la Revisión 4 del ES y la revisión 9 del Plan de Calidad.

El 3 de diciembre de 2019 (núm. de registro 45618), se recibió en el CSN un oficio [2] de la DGPEM remitiendo el escrito de Ensa con la solicitud de autorización de la modificación de la aprobación de diseño del contenedor ENUN 32P para almacenamiento en base a la Revisión 5 del ES, para su informe, que además incluía la revisión 10 del Plan de Calidad, junto con los correspondientes documentos soporte revisados.

El 19 de mayo de 2021 [1], se recibió la petición de informe del MITERD sobre la solicitud de aprobación de la revisión 6 del ES de Almacenamiento del ENUN 32P, que anula y sustituye a la revisión 5, cuya petición se remitió el 3 de diciembre de 2019. El motivo principal del replazo de la revisión 5 del ES de Almacenamiento del ENUN 32P es la incorporación de análisis adicionales, requeridos como consecuencia de los hallazgos realizados por el CSN en la inspección realizada a Ensa en el mes de diciembre de 2020.

Hasta el momento actual se han cargado seis contenedores ENUN 32P en el almacén temporal individualizado (ATI) de C.N. Almaraz y cuatro en el de C.N. Trillo, fabricados todos ellos en base a la revisión 4 del ES.

2.2. Motivo de la solicitud

La solicitud tiene como objetivo incluir en el ES un conjunto de modificaciones de diseño (MD) que requieren la autorización del CSN, ya que suponen cambios que afectan al contenido autorizado, los análisis realizados en el ES y a los límites y condiciones del Capítulo 13. Estas MD se detallan en el apartado 2.5.

Actualmente Ensa está fabricando un total de 24 de contenedores ENUN 32P (proyecto OFB6) que se prevé suministrar a las centrales nucleares de Almaraz y Trillo entre julio de 2022 y abril de 2025, los cuales posibilitarán la continuidad de la operación de las dos unidades de C.N. Almaraz hasta su fecha de cese (en 2027 para la unidad 1 y en 2028 para la unidad 2) para lo que se requieren 14 nuevos contenedores. Los 10 restantes permitirán la operación de C.N. Trillo hasta el 2028. La solicitud que se evalúa tiene por objeto ampliar los contenidos autorizados para poder cumplir con los objetivos anteriores.

2.3. Descripción de la solicitud

El escrito de Ensa de referencia 008-21 (de fecha 17 de mayo de 2021 y núm. de registro 44882) [8], constituye la solicitud de aprobación de la revisión 6 del ES del contenedor e incluye la documentación indicada en el apartado 1.3 de esta PDT. La base principal de dicha solicitud la forman el ES y el Plan de Calidad ya mencionados.

Las principales modificaciones de diseño incorporadas, que requieren autorización del MITERD con informe favorable del CSN, son las siguientes:

- Aumento del grado de quemado de los contenidos autorizados (para combustible de alto grado de quemado (aquel cuyo grado de quemado supera los 45.000 MWd/MTU¹), limitado a 20 años de almacenamiento).

¹ Megavatios día por tonelada métrica de Uranio.

- Nuevos contenidos autorizados (para C.N. Trillo: ENUSA 16X16-20 y combustible HTP y FOCUS con enriquecimientos bajos y quemados altos y para C.N. Almaraz: W17X17 MAEF-2012, combustible dañado en estuche de combustible dañado).
- Modificaciones en componentes: Nuevo bastidor C que permite cargar hasta 8 estuches de combustible dañado y otros componentes como soportes inferiores, distanciadores, recubrimiento anticorrosión, tapas de las penetraciones, revestimiento de plata en las juntas metálicas de las tapas interior y exterior.
- Evaluación térmica (2 nuevos esquemas de carga regionalizados para el bastidor C W17x17, uno de ellos con hasta 8 estuches de combustible dañado y el otro con hasta 8 elementos combustibles (EC) con potencia térmica de 1.500 W, cambios en proceso de secado por vacío)
- Evaluación de criticidad del combustible W17x17 para bastidor tipo C con crédito al quemado tanto para productos de fisión como para actínidos. Uso de una nueva metodología.
- Aumento del enriquecimiento máximo para bastidores tipo A y B.
- Análisis dinámicos específicos para las vainas del combustible de alto grado de quemado, considerando la capa de óxido y la presión interna de la vaina, de acuerdo al NUREG-2224.

En el apartado 2.5. de esta PDT se describen con detalle las modificaciones de diseño presentadas en la solicitud para la modalidad de almacenamiento que requieren autorización (una de ellas ha sido anulada por Ensa durante el proceso de evaluación y otra ha sido incluida con la Revisión 7 del ES).

La solicitud objeto de la presente PDT es finalmente la Revisión 7 del ES, que incluye 14 modificaciones que se describen en detalle en el apartado 2.5.

El ES también incorpora otras modificaciones que no requieren autorización y que no se evalúan. Entre ellas se incluyen las modificaciones de diseño realizadas al contenedor ENUN 32P tras el suceso ocurrido en 2019 en la C.N. de Almaraz por aumento de la presión entre tapas en dos de los contenedores almacenados, para mejorar el proceso de secado durante la carga de combustible (acanaladuras en la parte inferior de la tapa interior). También se han corregido erratas y se han incluido explicaciones más detalladas y otras aclaraciones.

Esta solicitud (expediente ENUN32P/SOLIC/2021/2) se presenta paralelamente a la solicitud de aprobación de la revisión 8 del ES de transporte (expediente de transporte TRA/SOLIC/2021/176), al que aplica un marco regulador independiente al de almacenamiento y que es gestionada en el CSN por el área de Transporte de Material Radiactivo (ATMR). No obstante, ambas solicitudes tienen aspectos comunes, por lo que ha sido precisa la coordinación de las áreas de ARAA y ATMR y, cuando ha sido necesario, se han emitido peticiones de información adicional (PIA) englobando los aspectos de almacenamiento y de transporte y manteniendo contactos comunes con el solicitante.

2.4. Descripción general del sistema de almacenamiento

El contenedor ENUN 32P (acrónimo de **ENSA UNIVERSAL**) de doble propósito, está diseñado para el almacenamiento en seco y transporte de hasta 32 elementos combustibles gastados PWR, Westinghouse 17x17KWU y KWU 16x16, de centrales nucleares españolas (Almaraz, Trillo, Ascó y Vandellós II) y es el empleado actualmente en los Almacenes Temporales Individualizados (ATI) de Almaraz y Trillo.

El contenedor consiste en un vaso o cuerpo metálico cilíndrico con un sistema de doble tapa empernada, rodeado de un blindaje neutrónico, que alberga el bastidor en su interior, el cual acoge los elementos de combustible gastados en una atmósfera interior inertizada con Helio (ver Figura 1 en el apartado 7).

Se trata de un sistema pasivo, diseñado para que, tanto en operación normal como en sucesos anormales y de accidente postulados, mantenga las funciones de seguridad: *integridad estructural*, *confinamiento* (y con él, la no dispersión de material radiactivo), *capacidad de disipación de calor* (y con ello la integridad del combustible), *capacidad de blindaje* (y con ella, el mantenimiento de las dosis a los trabajadores y al público por debajo de los límites aplicables), así como la *subcriticidad y recuperabilidad* de los elementos combustibles durante la vida de diseño de 50 años, según se indica en el ES.

El contenedor está diseñado para poder ubicarse a la intemperie sobre las losas de hormigón de una instalación de almacenamiento temporal individualizado (ATI) en posición vertical, según se muestra en la Figura 2.

2.4.1 Contenidos autorizados

El contenedor ENUN 32P es capaz de alojar un máximo de 32 elementos combustibles del tipo PWR, de los siguientes diseños:

- KWU 16x16-20, de los siguientes tipos: KWU FOCUS, KWU HTP y ENUSA
- Westinghouse 17x17, de los siguientes tipos: STD, OFA, AEF, AEF+IFM, MAEF, MAEF+IFM²; denominados en adelante W 17x17.

Los combustibles se alojan en tres tipos de bastidor dependiendo del diseño de combustible (KWU 16x16-20 o W 17x17) y de su clasificación (“dañado” o “no dañado”, según las definiciones recogidas en el capítulo 13 del ESES). Estos diseños de bastidor son los siguientes:

- Bastidor tipo A, para alojar:
 - 32 elementos combustibles de diseño KWU 16x16-20 “no dañado”;
 - 28 elementos combustibles de diseño KWU 16x16-20 “no dañado” en posiciones exclusivas para combustible. Las 4 posiciones habilitadas para aditamentos pueden ser ocupadas indistintamente por estuches para aditamentos (NFH) o por elementos combustible no dañado hasta un máximo de 4 (ver Figura 3).
- Bastidor tipo B, para alojar:
 - 32 elementos combustibles de diseño W 17x17 “no dañado”;
 - 28 elementos combustibles de diseño W 17x17 “no dañado” en posiciones exclusivas para combustible. Las 4 posiciones habilitadas para aditamentos pueden ser ocupadas indistintamente por estuches para aditamentos (NFH) o por elementos combustible no dañado hasta un máximo de 4.
- Bastidor tipo C, para alojar:
 - 32 elementos combustibles de diseño W 17x17 “no dañado”;
 - 28 elementos combustibles de diseño W 17x17 “no dañado” en posiciones exclusivas para combustible. Las 4 posiciones habilitadas para aditamentos pueden ser ocupadas indistintamente por estuches para aditamentos (NFH) o por elementos combustible no dañado hasta un máximo de 4;
 - 24 elementos combustibles de diseño W 17x17 “no dañado” en posición de no dañado. Las 8 posiciones de “dañado” pueden ser ocupadas indistintamente por estuches con combustible “dañado” o elementos combustibles “no dañados” hasta un máximo de 8 (ver Figura 4).

² El diseño MAEF+IFM incluye los diseños MAEF+PG, MAEF+IFM+PG, MAEF+IFM+PG STANDARDIZED, MAEF-2007, MAEF-2012.

El contenedor con bastidor tipo B y tipo C deberá llevar la tapa auxiliar de blindaje instalada durante su almacenamiento en el ATI de C.N. Almaraz. En el contenedor con bastidor tipo A, para C.N. Trillo, la colocación de la tapa auxiliar de blindaje es opcional.

Además, para dotar al diseño una mayor flexibilidad, el ES considera tres estrategias de carga, según se describe a continuación y que se representan en la Figura 3:

1. **Carga uniforme:** para combustible no dañado siempre que su combinación de parámetros de grado de quemado y tiempo de enfriamiento, se encuentre dentro de los límites indicados por las curvas de carga para cada tipo de bastidor. Con esta estrategia se permiten valores de potencia térmica máxima por elemento de 1,1kW.
2. **Carga regionalizada:** El bastidor se divide en dos regiones diferenciadas (Región 1 con elementos de menor potencia térmica en región exterior; y Región 2 con elementos de mayor potencia térmica en el interior). En cada región se puede cargar combustible caracterizado por distintos parámetros según las curvas de carga que apliquen a dicha región. Con esta estrategia se consiguen valores de potencia térmica por elemento superiores a la carga uniforme. Se definen tres tipos de carga regionalizada (ver Figura 4):
 - Carga regionalizada 1: 20 elementos combustibles en Región 1 y 12 elementos combustibles en Región 2 con las potencias térmicas por región indicadas en la tabla.
 - Carga regionalizada 2: 24 elementos combustibles en Región 1. En la Región 2 hay 8 elementos combustibles con una potencia máxima de hasta 1,5 kW.
 - Carga regionalizada 3 (combustible dañado): un máximo de 8 estuches con combustible dañado (ECD) con una potencia térmica inferior a 0,97 kW y el resto con de elementos con un valor máximo de 1,1 kW.
3. **Carga con aditamentos:** con las cuatro posiciones centrales ocupadas por componentes asociados al núcleo o aditamentos (NFH, "Non-Fuel Hardware"), como barras de control, fuentes primarias y secundarias, y venenos consumibles, con una actividad total limitada a $7,4 \times 10^{15}$ Bq, alojados en celdas de acero inoxidable (sin superar el peso de diseño del contenedor) y el resto de las 28 posiciones serán ocupadas por elementos combustibles de cualquiera de los diseños que cumplan la combinación de parámetros de grado de quemado y tiempo de enfriamiento de las curvas de carga del bastidor tipo A, B y C.

Se recogen en la siguiente tabla los límites térmicos máximos del contenedor y por cada una de las posiciones de los elementos combustibles, para cada tipo de bastidor.

	Bastidor Tipo C* (Combustible W 17x17)	Bastidor Tipo B* (Combustible W 17x17)	Bastidor Tipo A (Combustible KWU 16x16-20) sin tapa auxiliar de blindaje
Carga uniforme	35.2 kW (32 EECC x 1.1 kW)		
Carga regionalizada 1	35.84 kW (12 EECC x 1.32 kW + 20 EECC x 1.0 kW)	35.12 kW (12 EECC x 1.26 kW + 20 EECC x 1.0 kW)	35.84 kW (12 EECC x 1.32 kW + 20 EECC x 1.0 kW)
Carga regionalizada 2	35.52 kW (8 EECC x 1.5 kW + 24 EECC x 0.98 kW)	N/A	
Carga regionalizada 3	34.16 kW (8 ECD x 0.97 kW + 24 EECC x 1.1 kW)	N/A	
Carga aditamentos	< 35.2 kW (28 EECC x 1.1 kW+ 4 NFH)		

*En los bastidores B y C figuran las potencias térmicas con la tapa auxiliar de blindaje para el ATI

La potencia térmica máxima que puede cargarse en el contenedor (con bastidor Tipo A) se ha reducido respecto a las autorizaciones vigentes de almacenamiento y transporte, de 36,2 kW en la configuración de carga regionalizada a 35,84 kW.

Los parámetros (enriquecimiento, quemado y tiempo de enfriamiento) de los EC autorizados para ser cargados dentro del contenedor han de estar dentro de las diferentes curvas de carga definidas en los capítulos 2 y 13 del ES por la terna grado de quemado máximo y mínimo, tiempo de enfriamiento y enriquecimiento inicial mínimo.

Los análisis realizados por Ensa en el ES han tenido en cuenta los quemados nominales de cada EC, sin considerar las incertidumbres en la determinación del quemado, por lo que el usuario debe tener en cuenta dichas incertidumbres para verificar el cumplimiento con las curvas de carga a la hora de elaborar los Planes de Carga.

En los bastidores B y C (combustible W 17x17) se permite la carga de hasta 32 elementos OFA o STD modificados con el dispositivo ESPIGA. Este dispositivo se instala en EC tipo OFA o STD afectados de corrosión intergranular en los manguitos del cabezal superior, para permitir su manejo con medios convencionales.

2.4.2 Componentes principales del sistema ENUN 32P

A continuación, se describen los componentes principales del sistema ENUN 32P con mayor detalle.

Cuerpo del contenedor (o vaso de contención)

Está constituido por dos tramos forjados, la virola interior y el fondo, unidos mediante soldadura de penetración total. En la zona superior de la virola interior se han mecanizado los agujeros donde se introducen los pernos de amarre de las tapas interior y exterior. En la superficie exterior de la virola se empernan los muñones de elevación y rotación (Ver Figura 5).

Sobre la superficie exterior de la virola también se adosa un conjunto de aletas disipadoras de calor en cuyos huecos se aloja la resina del blindaje neutrónico con Boro NS4-FR. El conjunto formado por las aletas y el blindaje neutrónico queda confinado y aislado del exterior mediante la virola envolvente de acero al carbono. La superficie interior recibe un tratamiento superficial anticorrosión, con un contenido mínimo de aluminio del 99.5% o con un contenido de zinc del 85% y de aluminio del 15%.

La cavidad interna del contenedor se rellena con helio a 1 bar de presión absoluta.

Sistema de cierre

Está constituido por dos tapas empernadas, una interior y otra exterior. La tapa interior se fija al vaso del contenedor mediante 48 pernos, formando el recinto de confinamiento con el cuerpo del contenedor, quedando garantizada la estanqueidad mediante una doble junta metálica. La tapa exterior se fija al cuerpo del contenedor también mediante 48 pernos empleándose de nuevo una doble junta metálica. El espacio entre tapas se presuriza con helio a 5,7 bar absolutos tras la carga del contenedor y el control continuo de esta presión, llevada a cabo mediante un transductor de presión alojado en una de las penetraciones de la tapa exterior, permite la detección de fugas desde el espacio entre tapas hacia la cavidad interna, o hacia el exterior.

Bastidor

Existen 3 tipos de bastidores: tipo A para combustible KWU 16x16-20 “no dañado”; tipo B para combustible W 17x17 “no dañado” y tipo C para combustible W 17x17 “dañado” en 8 posiciones exclusivas y “no dañado” en el resto.

Todos ellos están formados por un conjunto de chapas de acero inoxidable austenítico encajadas entre sí por medio de ranuras que hacen de celdas donde se alojan los tubos de los elementos combustibles fabricados en un material compuesto de matriz de aluminio con

carburo de boro (Metal Matrix Composite, MMC), con capacidad de absorción neutrónica. Las dimensiones de los tubos son diferentes en función del tipo de bastidor. En el bastidor Tipo C los tubos llegan hasta el fondo, pero esto no sucede en el bastidor Tipo B.

El conjunto se completa con rigidizadores laterales del bastidor, perfiles de aluminio extruidos y soportes inferiores que proporciona la estructura de soporte de los elementos combustibles, asegurando su integridad estructural, la disipación de calor residual y manteniendo el conjunto subcrítico en todas las condiciones de diseño (Ver Figura 5).

Muñones de manejo

El contenedor dispone de cuatro muñones, de acero de alta resistencia, para el manejo del contenedor. Dos de ellos están situados en la parte superior del vaso para el izado y manejo del contenedor y otros dos se sitúan en la parte inferior del vaso, para rotación. Los muñones se fijan al cuerpo del contenedor mediante pernos, y están rellenos de blindaje neutrónico.

Sistema de Vigilancia de fugas

El único parámetro que se monitoriza durante el almacenamiento es la presión en el espacio ubicado entre las tapas exterior e interior, a través del sistema de vigilancia de fugas. Dicho espacio se presuriza con helio a un valor superior a la presión de la cavidad interior del contenedor, de forma que, ante un posible fallo en la barrera de confinamiento se produciría un descenso en la presión del espacio entre tapas, que sería finalmente detectado en la vigilancia de la presión.

Estuches de Combustible Dañado (ECD)

Los elementos combustibles dañados sólo pueden cargarse en el bastidor tipo C en 8 posiciones periféricas (Figura 3). Estos EC deben cargarse en contenedores o estuches de combustible dañado (ECD) que confinan el material en el interior del estuche pero que, al no ser estancos, no permiten la contención de los gases alojados en el interior de las barras del elemento combustible (Ver Figura 6).

Celda para Aditamentos

Estuche formado por un tubo de sección cuadrada de acero inoxidable, cerrado, con unos filtros de malla metálica para permitir el flujo de recirculación durante las operaciones de drenaje. Existe un estuche para cada diseño de combustible alojado en el interior, KWU 16x16-20 o W 17x17, ya que los correspondientes tubos de combustible dentro de los cuales se alojan estos estuches tienen diferentes dimensiones (Ver Figura 6).

Como complemento del contenedor se ha diseñado una tapa auxiliar de blindaje empernada que se emplea con el contenedor ubicado en su posición de almacenamiento vertical en la losa del ATI, si es necesario para cumplir con los límites radiológicos en el límite del área controlada.

La barrera de confinamiento en la modalidad de almacenamiento está compuesta por el vaso (virola interior y fondo), la tapa interior, sus pernos de cierre y el anillo tórico interior de la junta metálica doble de estanqueidad, las tapas de las penetraciones de venteo y drenaje, con sus pernos de cierre y el anillo tórico interior de su junta metálica doble de estanqueidad.

2.4.3 Dimensiones y pesos

Las dimensiones principales del contenedor ENUN 32P son: 5048 mm de altura y 2650 mm de diámetro exterior en zona intermedia y 2794 mm de diámetro exterior entre muñones, siendo los diámetros de la cavidad interior y del bastidor 1866 y 1861 mm, respectivamente. Su peso es de unas 96,8 t vacío, y de unas 118,5 t cargado con los 32 elementos combustibles (seco, cerrado y listo para el almacenamiento sin la tapa auxiliar de blindaje). Este peso puede alcanzar las 119,8 t cuando se extrae cargado de la piscina de combustible gastado, con agua y desprovisto de la tapa exterior.

En la siguiente tabla se recogen en detalle los pesos de los componentes del contenedor:

Componente del contenedor	Peso (kg)			
	Bastidor tipo A	Bastidor tipo B	Bastidor tipo C (32 EC no dañado)	Bastidor tipo C (24 EC no dañado+8 ECD)
Cuerpo del contenedor	75724			
Conjunto tapa exterior	5322			
Conjunto tapa interior	4904	4904	4920	4904
Conjunto bastidor	8860	10800	10530	
8 Estuches de combustible dañado	-	-	-	560
Peso del combustible (32 EC)	23680	21504	21504	21504
Conjunto durante la carga de combustible (contenedor, tapa interior, bastidor, combustible y agua)	119809	119277	119135	119631
Conjunto disposición de almacenamiento en ATI sin tapa auxiliar	118490	118254	118000	118544
Tapa auxiliar de blindaje	770			
Conjunto disposición de almacenamiento en ATI con tapa auxiliar	119260	119024	118770	119314

2.5. Modificaciones sometidas a autorización

En la solicitud de revisión 7 se han introducido 16 modificaciones al ES de almacenamiento que requieren autorización y que se han agrupado en 14 apartados que se detallan a continuación:

1. Modificación de las propiedades del material del blindaje neutrónico de la tapa auxiliar de blindaje (Borotron®). 9631EDS26/ES26.

Este cambio se ha producido por necesidades de suministro del material de blindaje neutrónico con una conductividad térmica menor de la considerada inicialmente en los cálculos de diseño del contenedor ENUN 32P.

El cambio en la conductividad térmica afecta a los cálculos térmicos del contenedor con la tapa auxiliar colocada (en todas las condiciones analizadas), llevando a resultados menos conservadores. Por este motivo, se ha limitado la potencia térmica máxima a cargar cuando se utiliza la tapa auxiliar de blindaje.

2. Incluir la opción de realizar la prueba de fugas del anillo exterior de la tapa interior por pérdida de vacío-9631EDS34/ES34.

Ensa ha decidido incluir la opción de realizar la prueba de fugas del anillo exterior de la tapa interior por pérdida de vacío, además de mediante espectrómetro de masas (MSLD), sin modificar los criterios de aceptación de las tasas de fugas exigidas a dicho anillo.

3. Incluir la opción de permitir el uso del lubricante Neolube u otro lubricante adicional con factor de tuerca similar. 9631EDS36/ES36.

Según indica Ensa, el reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción

de las sustancias y mezclas químicas (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas prohíbe el uso del lubricante Neverseez en la industria nuclear europea. Por ello Ensa ha incluido en el ES la opción de utilizar, de manera alternativa al lubricante Neverseez, el lubricante Neolube u otro lubricante con el mismo factor de tuerca (parámetro que relaciona la fuerza de pretensado del perno con el par de apriete).

Esta MD afecta a los pernos de las tapas interior, exterior, tapas de las penetraciones de venteo y drenaje, tapas de la penetración de control de presión y a los pernos de los muñones.

Los pares de apriete fijados en la revisión vigente del ES (Rev.4) se establecieron atendiendo al factor de tuerca del lubricante Neverseez ($K=0.158$). Con objeto de mantener constante la fuerza de pretensado que soportan los pernos de las tapas con el cambio de lubricante, se han incrementado los pares de apriete necesarios considerando un valor de tuerca de $K=0.18$ para el lubricante Neolube o similar (valor medio establecido en el documento *EPR/ NP5067, Good Bolting Practices. A reference Manual for Nuclear Power Plant Maintenance Personnel. Volume 1: Large Bolt Manual*).

Se incluyen en el capítulo 9 del ES los valores de los pares de apriete correspondientes al lubricante Neolube. En el documento soporte 9231RDT009 se incluyen los cálculos de tensiones de los pernos con el nuevo lubricante.

4. Nuevo contenido autorizado: hasta 8 elementos de combustible dañado tipo W17x17 en bastidor tipo C, en estuches para combustible dañado. 9631EDS37/ES37.

La revisión vigente del ES (Rev.4) no permitía la carga de EC dañados en el contenedor ENUN 32P. En la revisión 6 del ES se permite almacenar en el bastidor tipo C del contenedor ENUN 32P (EC W17x17), hasta 8 EC dañados, definiéndose estos como EC que no satisfacen las funciones de seguridad relacionadas tanto con el propio combustible como con su sistema de almacenamiento y transporte. Ensa excluye como contenido autorizado para el contenedor los EC dañados que hayan perdido la forma de elemento o se encuentran como "fuel debris".

Los EC dañados deberán almacenarse en las 8 posiciones establecidas a tal efecto en el bastidor, dentro de estuches de combustible dañado no estancos cuyo diseño también se incluye en las revisiones 6 y 7 del ES.

Los estuches de combustible dañado (ECD) confinan el material en su interior, pero no permiten la contención de los gases alojados en el interior de las barras del elemento combustible dañado, que pueden ocupar la cavidad interior del contenedor. Por otra parte, si se produce una caída (condiciones de accidente de almacenamiento y transporte) no se garantiza que se conserve la geometría del EC, por lo que se ha tenido en cuenta la reconfiguración del combustible dañado dentro del estuche tras una caída en la verificación de las distintas funciones de seguridad del contenedor.

La incorporación de los ECD al bastidor tipo C ha implicado la inclusión de un nuevo tubo de MMC, un nuevo soporte inferior, y unas nuevas tapas interior (tipo II) capaz de acoplar unos espaciadores cuando en las posiciones reservadas para combustible dañado se alojen elementos combustibles no dañados y exterior (tipo II).

5. Cambios en la evaluación de criticidad por crédito a los actínidos y productos de fisión, modificación de las curvas de carga con crédito al quemado e incremento del enriquecimiento máximo inicial del combustible KWU16x16-20 y W17x17 hasta el 5%. 9631EDS38/ES38.

Las revisiones 6 y 7 del ES incorporan una nueva evaluación de criticidad para el contenedor ENUN 32P con el bastidor tipo C, utilizando una metodología de crédito al quemado tanto para productos de fisión como actínidos.

Además, para los bastidores Ay B ya incluidos en la revisión vigente del ES (Rev.4), se ha aumentado el enriquecimiento máximo inicial del combustible de 4.75 a 5% y se ha corregido la representación gráfica de la curva de quemado mínimo, alargándola para valores inferiores al 2.25% de enriquecimiento.

6. Análisis dinámicos adicionales para combustible de alto grado de quemado W17x17 y KWU16x16-20, siguiendo los requisitos del NUREG-2224 y de la ISG-11 Rev.3 e inclusión del requisito *leaktight* para las pruebas de fugas de la barrera de confinamiento, también para combustible de alto grado de quemado. 9231EDS39/ES39.

En la evaluación estructural se incluyen los efectos dinámicos en la integridad estructural de las barras de combustible de alto grado de quemado durante las cargas de impacto, considerando la capa de óxido y la presión en el interior de la vaina. Para el cálculo de presiones, se adopta el 35% de los productos de fisión gaseosos que se generan en el interior de la vaina durante la operación.

Por otro lado, en la evaluación de confinamiento para combustible de alto grado de quemado, se incluye el criterio de fugas estanco o *leaktight* según la *ANSI N-14.5-2014, American National Standard for Radioactive Materials - Leakage Tests on Packages for Shipment*, para los anillos metálicos que forman parte de la barrera de confinamiento.

7. Cambios en los análisis térmicos del contenedor. 9231EDS40/ES40.

Esta MD incluye varios cambios en los análisis térmicos:

- Inclusión de los análisis térmicos del bastidor tipo C (Figura 7).
- Inclusión de un nuevo esquema de carga regionalizada para el bastidor tipo C, que permite cargar 8 EC no dañados de tipo W17x17 con una potencia térmica de 1500W (Carga regionalizada 2).
- Cambio de la temperatura del agua de la piscina de 46 °C a 50 °C para combustible tipo KWU en el bastidor tipo A.
- Modificación del proceso de secado con objeto de aumentar el tiempo disponible para cumplir el criterio de secado sin que la temperatura de la vaina de los EC supere los 400 °C.
- Reducción de las potencias térmicas de diseño para no sobrepasar el límite de temperatura en ningún componente.

Como consecuencia de estos cambios, se ven modificados siete capítulos del ES (1, 2, 4, 9, 12 y 13).

Hay que destacar que, aunque Ensa haya presentado estos cambios englobados en una única MD relativa a la evaluación térmica, hay otras MD que tienen repercusiones en los análisis térmicos y que han sido evaluadas por el área IMES.

8. Inclusión de un nuevo diseño de tapas (tipo II) para las penetraciones de drenaje, venteo y control de presión. 9231EDS41/ES41.

El diseño vigente incluye un único tipo de tapa de drenaje, venteo y control de presión, con 8 pernos, para los bastidores A y B, que ahora pasa a denominarse tapa tipo I (Figura 8). La nueva revisión del ES introduce un nuevo tipo de tapa (tapa tipo II) para las penetraciones de drenaje y venteo de la tapa interior tipo II (bastidor C) o en la tapa interior tipo III (bastidores A y B). Las primeras tienen 8 pernos y las segundas, 12.

Respecto a la tapa de la penetración de control de presión, se incluyen distintos modelos, el que ya se había licenciado previamente, para colocación en la tapa exterior tipo I (para bastidores A y B), con 8 pernos, y uno nuevo tipo II (bastidores A, B o C), con 12.

TAPA INTERIOR		TAPAS PENETRACIONES VENTEO Y DRENAJE	
Tapa interior tipo I	Bastidores A y B	Tapas tipo I	8 pernos
Tapa interior tipo II: 8 orificios para poder roscar los espaciadores.	Bastidor C	Tapas tipo II	12 pernos
Tapa interior tipo III	Bastidores A y B		
TAPA EXTERIOR		TAPA PENETRACIÓN CONTROL PRESIÓN	
Tapa exterior tipo I	Bastidores A y B	Tapa tipo I	8 pernos
Tapa exterior tipo II	Bastidores A, B y C	Tapa tipo II	12 pernos

9. Nuevos contenidos autorizados de combustible no dañado: Diseño MAEF-2012 (W17x17) y ENUSA 16x16-20 (KWU). Justificación de la carga de combustible KWU situado fuera de la curva de carga, en la región interior del bastidor en esquema de carga regionalizada. Reclasificación de los combustibles base de diseño. 9231EDS42/ES42.

Esta MD amplía los contenidos autorizados para el bastidor tipo A:

- incluyendo el combustible KWU 16x16-20 de ENUSA con vaina de Zirlo
- redefiniendo las curvas de quemado máximo vs. enriquecimiento para permitir la carga de ciertos EC que no cumplían las curvas licenciadas por tener un quemado mayor que el permitido para sus enriquecimientos. Para ello se han definido tres puntos de quemado máximo y enriquecimiento que establecen tres escalones a partir de los cuales los EECC que no se podían cargar estarán ya cubiertos por algunos de esos tres escalones. Los EC que no estaban autorizados en la revisión vigente se dividen en tres grupos (A, B y C) y se asocian a cada uno de estos puntos, debiendo evaluarse para cada grupo el término fuente asociado y su efecto, desde un punto de vista térmico y de blindaje, en los esquemas de carga.

Y para el bastidor tipo C:

- Para cubrir la necesidad de cargar EC W17x17 de hasta 1500W, se incluye un nuevo esquema de carga regionalizada que permite cargar en la región interior 8 EC de 1500W y 4 de 970W, de manera que se conserva la potencia térmica total de la región interior como fue aprobada en la rev.4 del ES.
- Se permite cargar combustible tipo MAEF-2012, tanto con vaina de Zirlo como de Zirlo Optimizado.

Esta MD implica cambios en 9 capítulos del ES (1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11 y 13).

10. Modificación de las propiedades mecánicas y ensayos de densidad superficial del material MMC (Metal Matrix Composite). 9231EDS44/ES44.

Esta MD incorpora tres aspectos relativos al material MMC (matriz de aluminio “puro” con un refuerzo de carburo de boro) utilizado en la fabricación de los tubos del bastidor del contenedor ENUN 32P:

- Se incluye la justificación de que, a pesar de las desviaciones existentes entre el valor de deformación a rotura exigido al material tanto en el ES de almacenamiento como en el de transporte y los valores reportados en el informe de cualificación del material suministrado (de hasta un 30%) para la fabricación de los primeros 10 contenedores ENUN 32P (4 cargados en C.N. Trillo y 6 cargados en C.N. Almaraz), se

siguen cumpliendo los requisitos estructurales de los tubos de MMC especificados en la revisión 4 del ES.

- Como consecuencia de que el suministrador del MMC no podía garantizar los valores de las propiedades mecánicas exigidos en la rev.4 del ES, se modifican los valores de tensión de rotura, límite elástico, y deformación a rotura mínimos en función de la temperatura del material, con unos envolventes de los reportados en el informe de cualificación del MMC.
- Se corrigen los ensayos de determinación de la densidad superficial exigidos al MMC, indicando como opcional el ensayo de análisis químico en húmedo y dejando el de transmisión neutrónica como obligatorio.

Como consecuencia de estos cambios se ven modificados los capítulos 3, 10, y 12 del ES.

11. Inclusión de un revestimiento opcional de plata en las juntas metálicas de la tapa interior y exterior del contenedor. 9231EDS49/ES49 y 9231EDS51/ES51.

Con objeto de reducir la posibilidad de que se produzcan fenómenos de corrosión galvánica entre el revestimiento exterior de la junta metálica doble y el acero inoxidable de la caja que la alberga, en presencia de agua o humedad, así como mejorar el comportamiento frente al envejecimiento de estos componentes, se incluye la posibilidad de utilizar juntas metálicas dobles con revestimiento exterior de plata, como alternativa a las juntas metálicas dobles con revestimiento exterior de aluminio, inicialmente contempladas en el diseño de la junta de la tapa interior, y de las juntas de las tapas de las penetraciones de drenaje y venteo del contenedor ENUN 32P.

La utilización de juntas metálicas con recubrimiento de plata implica una muy ligera disminución de la sección de los anillos de las juntas con recubrimiento exterior de plata sin que el diámetro del anillo exterior de la junta ni el diámetro del anillo interior se vean modificados. La geometría y dimensiones de las cajas que albergan las juntas tampoco se ven modificadas, por lo que siguen siendo válidas para ambas opciones de materiales.

Por otro lado, las temperaturas de diseño máximas admisibles de las juntas con recubrimiento de plata son mayores que las de aluminio por lo que no imponen ninguna limitación al diseño actual del contenedor, exigiéndose únicamente al suministrador que su valor sea, al menos, como el de las juntas con revestimiento exterior de aluminio.

Esta MD implica principalmente cambios en los análisis estructurales del contenedor (capítulo 3) y otros cambios menores en los capítulos 1, 2, 4, 7, 8, 10, 11 y 12.

12. Aumento del espesor de revestimiento anticorrosión aplicado en la cavidad interior del vaso y en la tapa interior de 200 a 400 micras y nueva opción de tipo de revestimiento. 9231EDS53/ES53 y 9231EDS52/ES52.

Con objeto de mejorar el comportamiento del revestimiento superficial anticorrosión, se incluye la posibilidad de que este tratamiento superficial tenga un contenido de zinc del 85% y de aluminio del 15%, como alternativa al aluminio al 99.5%.

Por otro lado, durante la fabricación de los contenedores, se evidenció que debido al método de aplicación de este revestimiento (proyección térmica metálica), para garantizar el cumplimiento del espesor mínimo establecido en el diseño aprobado, se obtenían espesores superiores al máximo fijado.

Por este motivo, Ensa ha modificado los valores mínimo y máximo del revestimiento aplicado en las superficies ferríticas interiores que se recogían en el diseño aprobado, reduciendo el espesor mínimo de 100 micras a 80 micras e incrementado el espesor máximo de 200 micras a 400 micras.

Esta MD repercute principalmente en la evaluación térmica del contenedor en todas las condiciones analizadas y en el cálculo de dilataciones diferenciales, modificándose los capítulos 1, 4, 8, 10 y 12.

13. Modificación de la longitud de los tubos de MMC y las guías del bastidor en el bastidor tipo A y análisis térmico y de dilataciones axiales para justificación del comportamiento de los contenedores de C.N. Trillo con números de serie 002-30-1, 005-30-1, 006-30-2 y 009-30-3 frente a dilataciones axiales. 9231EDS70/ES70.

Se han modificado las dilataciones diferenciales en dirección axial, haciendo necesario disminuir la longitud de los tubos de MMC y las guías del bastidor para evitar o reducir las tensiones debidas al contacto con la tapa debido a los cambios planteados en los nuevos recubrimientos anticorrosión

La potencia térmica máxima que puede cargarse en el contenedor con bastidor tipo A se ha reducido respecto a la aprobada según la rev.4 del ES.

Este análisis se ha realizado empleando el valor de emisividad del recubrimiento de aluminio por proyección térmica (0.8) y el valor de potencia térmica correspondiente a las rev. 6 y 7 del ES (35.84 kW).

Los capítulos del ES que se ven afectados son los que recogen los análisis térmicos realizados, es decir, el 4 y el 12.

Modificaciones incluidas en la solicitud para la revisión 7 del ES

14. Cambios en capítulo 13 de la Rev.7 del ES para incluir la realización de las siguientes pruebas en frío de instalación de la tapa auxiliar de blindaje y de conexión del cable del transductor y verificación de su correcto funcionamiento en el ATI y corrección de requisitos de vigilancia RV 3.0.2 y RV 3.0.3 según lo indicado en el NUREG-1745. 9231EDS82/ES82.

El 15 de febrero de 2022 ARAA recibió un correo electrónico de Ensa informando de la finalización del borrador del capítulo 13 de la rev. 7 del ES. Ensa indicaba que, debido a su relación con las ETF de las plantas, querían enviar este capítulo previamente.

Entre los cambios incluidos en el capítulo 13 se encontraban, además de aquellos motivados por las respuestas a las PIA recibidas durante el proceso de evaluación, otros solicitados por parte de ENRESA y del titular de las centrales nucleares de Almaraz y Trillo con objeto de aclarar el texto que se trasladará a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de las plantas.

Por este motivo, junto con la Rev.7 del ES, se incluyó esta nueva MD, adicional a las presentadas en la solicitud de mayo de 2021.

Por último, la MD: Inclusión de una tolerancia en la presión a la que se presuriza el espacio entre tapas (9231EDS46/ES46) fue anulada tras la respuesta a la PIA-2 sobre una cuestión relacionada con esta tolerancia de presiones. En su respuesta, Ensa comunica su decisión de declarar obsoleta esta MD, expresando como motivo que el personal de Ensa encargado de realizar la operativa de los contenedores en la central considera que el establecimiento de una tolerancia no implica una mejora en la operativa de carga.

3. EVALUACIÓN

3.1. Resumen de la evaluación

3.1.1 Proceso de evaluación

Se presentan en este apartado los aspectos más relevantes del proceso de evaluación realizado a las modificaciones de diseño sometidas a informe preceptivo del CSN, la evaluación ha sido realizada sobre la revisión 6 del ES por lo que en esta PDT se menciona esta revisión como objeto fundamental de la evaluación.

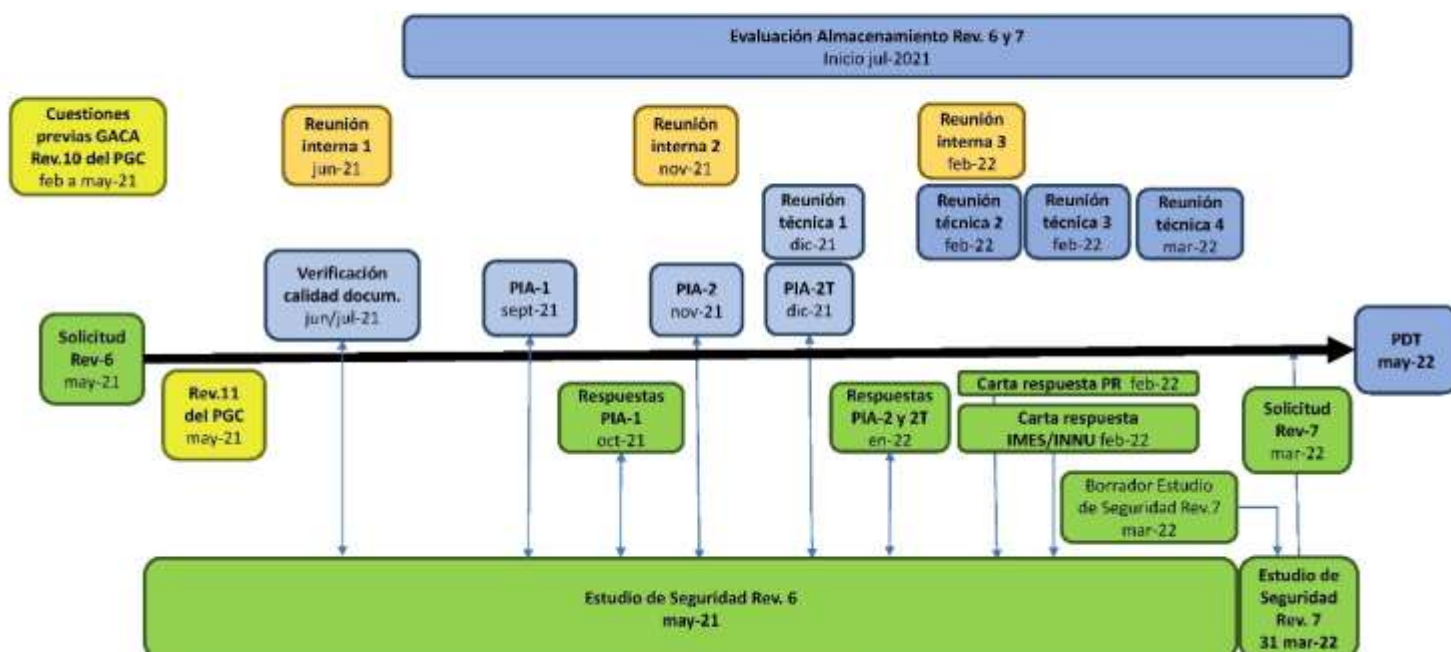
En primer lugar, se expone la aproximación reguladora adoptada para el licenciamiento de combustible gastado de alto grado de quemado. En segundo término, se realiza un resumen

del proceso de evaluación seguido, en el que se explicará brevemente el proceso de revisión de la calidad de la documentación realizado por el proyecto de manera previa al comienzo de la evaluación, las peticiones de información realizadas y las respuestas obtenidas, así como las reuniones técnicas llevadas a cabo con el titular para aclaración de cuestiones y las realizadas internamente durante el proceso para puesta en común de información, establecimiento de plazos y toma de decisiones consensuadas.

Como consecuencia de las modificaciones realizadas durante este proceso, Ensa ha generado la revisión 7 del ES, que recoge el resultado de la evaluación del CSN y que sustituye y anula la revisión 6 anterior y que fue remitida al MITERD el 30 de marzo de 2022 para ser sometida a aprobación.

A continuación, se muestra un cronograma del proceso:

Cronograma de desarrollo del proyecto (Almacenamiento)



En el apartado 8 se muestra el diagrama Gantt del proceso de evaluación.

3.1.1.1 Consideraciones relativas al combustible de alto grado de quemado

Las solicitudes de aprobación de las revisiones 6 y 7 del ES del sistema ENUN32P para almacenamiento, al igual que la solicitud de aprobación de la revisión 8 del ES de transporte, contemplan el almacenamiento/transporte de combustible gastado de alto grado de quemado (quemado medio de elemento superior a 45 Gwd/MTU).

El Comité de Gestión de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear, en su reunión del 11 de febrero de 2019, dada la falta de regulación previa y la necesidad de licenciar el almacenamiento de combustible de alto quemado y, por tanto, su posible transporte posterior, estableció que el uso del borrador del NUREG-2224 *Dry Storage and Transportation of High Burnup Spent Nuclear Fuel* era una aproximación aceptable para la evaluación de las solicitudes que se recibieran mientras no existiera nueva normativa (americana o nacional) aprobada.

Posteriormente, en la reunión técnica mantenida en la sede del CSN el 19 de junio de 2019 ([CSN/ART/ATMR/TRA/1907/03](#)) [9], el CSN, siguiendo una de las opciones incluidas en el borrador del NUREG-2224, indicó que la aprobación de diseño debe limitarse a 20 años, y esperar a que se publiquen los resultados de los programas de investigación en curso y la versión definitiva del NUREG-2224. Esta versión definitiva fue publicada en noviembre de 2020, sin que cambiaran de manera relevante las conclusiones del borrador.

En consonancia con estipulado en aquella reunión, Ensa indica en su solicitud que las bases de licencia consideradas en la documentación soporte siguen los criterios recogidos en el documento con código 9231ATN25 Rev. 1 y título 'Metodología de evaluación del combustible de alto grado de quemado en las modalidades de almacenamiento y transporte en los contenedores ENUN 32P y ENUN 52B', apreciada favorablemente por el pleno del Consejo de Seguridad Nuclear en la resolución emitida en Madrid con fecha de 21 de enero de 2021. También indica que, tal como se acordó en la reunión técnica mencionada ([CSN/ART/ATMR/TRA/1907/03](#)), los análisis de seguridad incluidos en la solicitud sólo evalúan el almacenamiento en seco de combustible gastado de alto grado de quemado por un tiempo máximo de 20 años.

Por este motivo, en el apartado 3.2. y 4.2. de esta PDT se establece una condición en los límites de la aprobación del contenedor en su modalidad de almacenamiento, de manera que el combustible de alto grado de quemado no pueda permanecer almacenado más de 20 años en el contenedor.

Esta metodología se ha empleado en los análisis de los efectos dinámicos en los combustibles base de diseño en la modalidad de almacenamiento, que consideran el efecto de las cargas de impacto que se producen en las condiciones más desfavorables a las que puede estar sometido el contenedor en la condición de almacenamiento, para asegurar las condiciones de subcriticidad y la posibilidad de extracción de los elementos combustibles.

Esta metodología se aplica a la evaluación del combustible nuclear "no dañado" con un quemado superior a 45 GWd/MTU y con materiales de vaina de Zircaloy 2, Zircaloy-4, Zirlo o Zirlo optimizado y DUPLEX.

En la metodología no se analizaron los aspectos relacionados con los ciclos térmicos de la vaina y la reinundación de la cavidad del contenedor cargado con combustible de alto quemado.

Por este motivo, en el apartado 3.2. y 4.2. de esta PDT se establece una nueva condición en los límites de la aprobación del contenedor en su modalidad de almacenamiento referida a la reclasificación de combustible de alto grado de quemado como dañado en el caso hipotético de reinundación.

3.1.1.2 Revisión de la calidad de la documentación

En cumplimiento con el apartado 5.2.1 del *Procedimiento de Evaluación de Instalaciones Nucleares y Radiactivas del ciclo*, PG.IV.08 Rev.2, en lo que se refiere a la verificación de la calidad de la documentación asociada a la solicitud de modificación de la Aprobación de Diseño del contenedor ENUN 32P para almacenamiento de combustible gastado de acuerdo con la revisión 6 del ES, el área ARAA llevó a cabo una revisión de la documentación recibida, tomando como criterios de aceptación los contenidos en el anexo 3 de dicho procedimiento ([CSN/NET/ARAA/ENUN32P/2106/06](#)).

Se identificaron diversos aspectos que se transmitieron a Ensa mediante la carta [CSN/C/DSN/ENUN32P/21/02](#) (fecha 30 de junio de 2021 y registro de salida 3934) [10]:

- Discrepancias entre el listado de modificaciones de diseño recogidas en la carta de solicitud y el listado de cambios del ES: el archivo Excel de cambios realizados en el ES hace referencia a modificaciones de diseño no incluidas en el listado de MD.
- Modificaciones de diseño que no aparecen identificadas en el Excel de cambios: en el archivo Excel de modificaciones del ES, no figuran cambios asociados a algunas

de las modificaciones referenciadas en el listado (principalmente MD que no requieren de aprobación).

- Documentos no incluidos en la documentación y que figuran como referencias en algún capítulo del ES.
- Documentos con gráficas cortadas o fuera de escala.
- Aclaraciones relativas a la MD Combustible de alto grado de quemado (9231EDS39 R00 y 9231ES39 R00): Se solicita confirmación de que no se van a incluir escenarios de reconfiguración de combustible de alto grado de quemado para almacenamiento más allá de 20 años.
- Discrepancias entre referencias cruzadas.

Estas cuestiones fueron subsanadas por Ensa mediante carta de referencia 011-21 con fecha 15 de julio de 2021 y número de Registro 48112 [11].

3.1.1.3 Peticiones de Información Adicional

El procedimiento interno PG.IV.08 “Evaluación de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo de combustible” contempla, dentro de los diversos mecanismos de interacción con el titular, destinados a recabar información vinculada a un proceso de evaluación en curso, la emisión de Peticiones de Información Adicional (PIA). Ésta se define como: “Solicitud de información remitida al titular en el contexto del proceso de evaluación mediante carta de la Dirección Técnica. Dichas peticiones se referirán a los aspectos necesarios para poder comprobar el cumplimiento de los criterios de aceptación aplicables (...)”.

PIA-1: AEIR.

El 30 de septiembre de 2021 se remitió la primera PIA con cuestiones del área AEIR, de referencia CSN/PIA/ARAA/ENUN32P/2109/02, enviada a Ensa mediante la carta CSN/C/DSN/ENUN32P/21/03 [12].

En esta PIA se incluyen preguntas relacionadas con el análisis de confinamiento realizado en el ES:

- Dado que en ES el cálculo de las tasas de dosis para un individuo situado en el límite del área controlada, tanto para condiciones normales como anormales de operación y en accidentes, se lleva a cabo utilizando una tasa de fugas diferente en función del grado de quemado del combustible almacenado (inferior a 4.1×10^{-5} cm³/s si el contenedor se carga con combustible de grado de quemado menor a 45000 MWd/MTU o inferior a 1.0×10^{-7} cm³/s, criterio *leaktight*, si el contenedor se carga con al menos un elemento de grado de quemado mayor o igual a 45000 MWd/MTU), AEIR solicitó al titular que aclarara si iban a fabricar distintos tipos de contenedores dependiendo del grado de quemado del combustible a almacenar.
- Comparando la revisión 6 del capítulo 7 con respecto a la revisión 4 aprobada, AEIR observó que se habían eliminado gran parte de las tablas que contenían datos de partida y resultados para el cálculo de las dosis debidas a las fugas del contenedor. Por ello solicitó al titular que incluyera las tablas que recogen los inventarios de los radionucleidos liberables, para cada tipo de bastidor y tipo de carga, con el fin de disponer en el ES, al menos, de los datos de partida y de los resultados de los cálculos de la tasa de dosis para un individuo situado en el límite del área controlada debidos a las fugas de los contenedores.
- También solicitó la inclusión en el Capítulo 7 del volumen libre del contenedor para cada tipo de bastidor y los factores de dispersión atmosférica, de manera que esté disponible toda la información necesaria para la reproducción de los cálculos.
- Adicionalmente en la PIA se indicó al titular que debe existir coherencia en todo el ES, por lo que si en los capítulos 2 y 12 se hace referencia a los cálculos de tasa de dosis para un individuo situado en el límite del área controlada debidos a las fugas de aquellos contenedores cargados con combustible de grado de quemado menor,

o mayor o igual, a 45000 MWd/MTU, el capítulo 7 debe estar redactado en los mismos términos. Por ello se solicitó a Ensa que incluyera en el capítulo 7 un análisis similar al realizado para el combustible de quemado menor a 45000 MWd/MTU.

- Finalmente se transmitieron una serie de erratas identificadas a lo largo del texto.

La PIA-1 fue contestada por Ensa mediante la carta de referencia 014-21, núm. de registro 52086 y fecha 29 de octubre de 2021 [13]. Junto con el documento de respuestas a la PIA se adjuntaban los borradores de los capítulos 2, 7, 10 y 12 de la futura revisión 7 del ES de Almacenamiento del contenedor ENUN 32P, con la propuesta de modificaciones incorporadas para la resolución de las cuestiones transmitidas marcadas con control de cambios.

En concreto, Ensa confirma en su respuesta que todos los contenedores que se vayan a fabricar, siguiendo el diseño documentado en el ES del contenedor ENUN 32P en Rev. 6 o sucesivos, cumplirán con el criterio de aceptación de la tasa de fugas *leaktight* ($1,0 \times 10^{-7}$ std.cm³/s) para la barrera de confinamiento. Para verificar dicho cumplimiento, se ha incluido un párrafo en el Capítulo 10 del ES (Sección 10.1.4.1) indicando que el criterio de tasa de fugas que se exigirá a cada anillo que constituye la barrera de confinamiento tras la fabricación de cada unidad de contenedor será únicamente el criterio *leaktight*, independientemente del grado de quemado del combustible a almacenar.

Además, Ensa propone la inclusión de las tablas con los datos de partida y los resultados de cálculos de tasa de dosis y corrige las erratas detectadas.

PIA-2: GACA, APRT, IMES e INNU.

El 04 de noviembre de 2021 se remitió a Ensa la segunda PIA (CSN/PIA/ARAA/ENUN32P/2110/03) con cuestiones de las áreas GACA, APRT, IMES e INNU, mediante la carta CSN/C/DSN/ENUN32P/21/04 [14].

En esta extensa PIA (108 preguntas) se trataron aspectos de garantía de calidad y de los análisis estructurales y térmicos comunes tanto a la solicitud de almacenamiento como a la de transportes y por ello se solicitó a Ensa que analizara las implicaciones de cada uno de los temas planteados, en el contexto de ambas solicitudes. Las preguntas de las áreas de APRT e INNU se referían únicamente a la solicitud de almacenamiento.

- Cuestiones del área de GACA:

El área GACA incluyó dentro de las conclusiones de la evaluación de Garantía de Calidad correspondiente al ES de transporte (CSN/IEV/GACA/TRA/2109/153) dos acciones a llevar a cabo. El área ARAA comprobó que estas dos acciones también debían llevarse a cabo en el ES. Por este motivo, se incluyeron en la PIA-2 estas dos cuestiones como aplicables a ambas solicitudes (almacenamiento y transporte).

- Consideraciones del área APRT:

En la PIA-2 se incluyeron diversas preguntas y solicitudes de aclaraciones y justificaciones del área APRT relativas a los capítulos 5, 9, 11 y 13 de la solicitud de almacenamiento, entre ellas la inclusión en el capítulo 9 de advertencias ALARA en la descripción de las operaciones de carga, descarga, preparación para el almacenamiento, inspección y pruebas y la inclusión, entre los programas administrativos del capítulo 13, del programa de protección radiológica y de una condición límite de operación (CLO) relativa al control de los límites de contaminación desprendible. Asimismo, se trasladaron a Ensa una serie de erratas y omisiones para su corrección.

- Observaciones del área INNU:

Desde el área de INNU se plantearon temas generales referentes a los capítulos 1 *Descripción general* y 2 *Principales criterios de diseño*, como la conveniencia de incluir un glosario de los términos utilizados y de las definiciones recogidas en el capítulo 13,

la corrección de la definición de combustible dañado y diversas omisiones y erratas, y otros aspectos específicos de la evaluación del término fuente para blindaje (capítulo 5), criticidad (capítulo 6) y de las propiedades mecánicas de los elementos combustibles en relación con los análisis de accidente (capítulo 12).

- **Peticiones del área IMES:**

El área IMES incluyó en la PIA-2 una serie de cuestiones relativas tanto a la evaluación de almacenamiento como a la de transporte, organizadas en torno a las disciplinas evaluadas (análisis estructural y de confinamiento y análisis térmico) y a las diferentes MD cuya autorización solicita Ensa.

Algunos de los aspectos que han requerido de más interacción entre Ensa y el CSN son los relacionados con la evaluación de la barrera de confinamiento, ya que se solicitó a Ensa aclaración de cuál era la barrera redundante a la de confinamiento y sus niveles de exigencia. Por otro lado, se indicó a Ensa que los análisis realizados en el capítulo 12 de la condición anormal (12.1.2 Fugas a través de una Junta de Sellado de la Barrera de Confinamiento del Contenedor) y de accidente (12.2.5 Fugas a través de las Juntas de Estanqueidad del Contenedor) para el combustible de alto grado de quemado no eran coherentes con lo establecido en los capítulos 7 y 9 del ES, dado que suponían como *leaktight* los dos anillos de la junta de la tapa interior.

Además, se transmitieron algunas cuestiones adicionales identificadas por IMES durante la revisión inicial de la documentación, como valores incorrectos de vigilancia de la presión entre tapas en la CLO 3.3.1 (dado que la presión de vigilancia establecida por la CLO se vería superada por la presión en el interior de la cavidad del contenedor en condiciones normales de almacenamiento).

En cuanto a la evaluación térmica, se transmitieron diversas preguntas, erratas e imprecisiones relativas a la documentación presentada.

- **Consideraciones comunes a las áreas de Ingeniería del Núcleo e Ingeniería Mecánica y Estructural.**

Adicionalmente a las preguntas realizadas por las áreas INNU e IMES, se incluyeron en la PIA dos cuestiones comunes a ambas áreas, la primera de ellas relativa a los ciclos térmicos que pueden soportar las vainas del combustible de alto grado de quemado (considerado como “no dañado”), según lo establecido en el apartado 2.4.3.2 del NUREG-2224 y la segunda solicitando la justificación de que el elemento de demostración 16X16-20 de ENUSA almacenado en la piscina de C.N. Trillo se encuentra envuelto por los análisis realizados en la rev.6 del ES para garantizar las funciones de seguridad en cuanto a los aspectos estructurales, térmicos, de blindaje y criticidad.

En la PIA se establecía un plazo de respuesta inferior a 1 mes, indicándose que en caso de que la respuesta no pudiera ajustarse a este plazo, se remitiera una estimación para su contestación.

Ensa solicitó, mediante carta referencia 015-21 con fecha 09 de noviembre de 2021, y núm. de registro 52531, la ampliación del plazo para responder a las cuestiones de la PIA-2 hasta el día 14 de enero de 2022.

El 17 de diciembre de 2021, con núm. de registro 9090 se envió la carta de respuesta aceptando la ampliación del plazo propuesta por Ensa (CSN/C/DSN/ENUN32P/21/05).

Con fecha 22 de diciembre de 2021 se completó la petición de información adicional anterior con comentarios de las áreas APRT e INNU específicos del proyecto de transporte (CSN-C-DSN-TRA-21-25) (PIA-2T).

Con fecha 14 de enero de 2022 y registro de entrada 40356 se recibió la respuesta de Ensa 001-22 a la PIA-2 sobre la documentación de la solicitud de Aprobación de la Rev. 6 del ES de almacenamiento y de la Rev. 8 del ES de transporte del contenedor de doble

propósito ENUN 32P [15]. Esta respuesta venía acompañada de 12 documentos, 3 de ellos en borrador. El 18 de enero de 2022 se pidió a Ensa por correo electrónico que remitiera los documentos 9231RDT021, Rev. 10 (borrador), 9231RDT051, Rev. 5 (borrador) y 9231RDT143, Rev. 0 (borrador) consolidados (con las firmas de garantía de calidad) en lugar de borradores y que enviaran además el documento 9231ATN32, Rev. 1 que no estaba entre los adjuntos.

Los documentos solicitados entraron por Registro 40511 el 19 de enero de 2022.

Con fecha 28 de enero de 2022, y registro de entrada 40896, se recibió respuesta de Ensa a la PIA-2T.

Junto con las respuestas a la PIA-2, la carta 001-22 de Ensa incluía la solicitud de aprobación de una nueva modificación de diseño, de referencia 9231EDS74, Rev.0, con objeto de aumentar el grado de quemado máximo del combustible base de diseño KWU 16x16-20, que no había sido incluida en las solicitudes originales que dieron lugar a los expedientes ENUN32P/SOLIC/2021/2 y TRA/SOLIC/2021/176.

Esta modificación implicaba aumentar el tiempo de enfriamiento mínimo y, por tanto, restricciones adicionales en las curvas de carga de este combustible (cambios en los capítulos 1, 5, y 13 del ES).

Tras una reunión interna celebrada el 04 de febrero de 2022 (CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2202/01) y con el fin de evitar que el retraso sustancial que su evaluación podía conllevar en la emisión de los informes preceptivos impactara negativamente en otros procesos de licenciamiento en curso o previstos para los que es necesaria la aprobación del contenedor ENUN 32P, se decidió que dicha modificación de diseño no se tendría en cuenta en el alcance de la evaluación de las revisiones 6 y 8 de los ES de almacenamiento y transporte. El 21 de febrero de 2022 se envió a Ensa la carta CSN/C/DSN/ENUN32P/22/01 comunicando dicha decisión [16].

Como consecuencia del análisis de las respuestas a la PIA-2, las áreas APRT, INNU e IMES solicitaron aclaraciones adicionales que, con el objeto de agilizar el proceso de evaluación, se adelantaron a Ensa mediante correos electrónicos en diversos envíos.

A partir de la recepción de las respuestas preliminares se iniciaba un proceso para su revisión hasta alcanzar una posición definitiva. En numerosas ocasiones, para ello ha sido necesario mantener reuniones técnicas entre las áreas afectadas y Ensa, documentadas en las siguientes actas de reunión, en las que se hicieron oficiales todos los comentarios enviados a Ensa mediante correo electrónico:

- CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2112/03 Reunión de aclaración de cuestiones de la PIA-2 mantenida el 16/12/2021. Se abordaron en la reunión una serie de cuestiones de la PIA-2 para aclarar las dudas de Ensa sobre su tratamiento (4 relacionadas con la PR de los trabajadores, 4 preguntas del área INNU y otras 2 del área IMES).

Con objeto de realizar cálculos independientes y agilizar la evaluación de los aspectos del área de Protección Radiológica de los Trabajadores (APRT), en octubre de 2021 el CSN estableció un contrato menor con una empresa externa para la “Asistencia técnica de apoyo en cuestiones relativas a cálculos de blindajes asociadas a la revisión 6 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 32 P para almacenamiento de combustible gastado y a la revisión 8 del diseño de bulto de transporte de combustible gastado ENUN 32P”, que cubría las modificaciones de diseño relacionadas con el nuevo bastidor tipo C.

Con fecha 27 de diciembre de 2021 y Registro de Entrada 63111, se recibió en el CSN el informe 00728IT001 de la empresa externa contratada relativo a la evaluación del ES. A raíz de las conclusiones de este informe, APRT emitió el 24 de enero de 2022 la NET CSN/NET/APRT/ENUN32P/2201/10, con una serie de comentarios que se transmitieron ese mismo día a Ensa mediante correo electrónico. Este tema ha requerido de diversos contactos, entre ellos una reunión técnica:

- CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2202/02 Reunión de aclaración de cuestiones de protección radiológica, relativas a la evaluación del contenedor ENUN 32P mantenida el 08/02/2022 (Rev.6 Almacenamiento y Rev.8 Transporte).

Tras esta reunión, con fecha 23 de febrero de 2022 Ensa envió la carta de referencia 010-22 [17] con sus respuestas a los comentarios realizados por el área APRT, relativos a los cálculos de tasa de dosis en condiciones de húmedo y a la variación angular de las tasas de dosis.

También ha sido necesario realizar reuniones temáticas sobre cuestiones estructurales y térmicas, que han quedado documentadas en las siguientes ART:

- CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2203/03 Reunión de aclaración de cuestiones estructurales, relativas a la evaluación del contenedor ENUN 32P (Rev.6 Alm. y Rev.8 Transp.) mantenida los días 18/02/2022 y 23/02/2022. Mediante esta ART se hizo oficial la transmisión de comentarios de las áreas IMES e INNU derivadas de la evaluación preliminar de las respuestas de Ensa a la PIA-2.

Ensa envió el 25 de febrero de 2022 la carta 011-22 de respuesta a estos comentarios de IMES e INNU [18], acompañada del documento “Determinación del tiempo de ebullición tras la reinundación del contenedor”.

- CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2203/04 Reunión de aclaración de cuestiones térmicas (control del tiempo de ebullición en la descarga) y repaso de pendientes mantenida el 17 de marzo de 2022. En este ART se trató la redacción de la Condición Límite de Operación establecida para el control de tiempo de ebullición en la descarga, así como las cuestiones pendientes relativas al inventario isotópica para la evaluación de confinamiento que quedaban pendientes. En anexos al Acta se recogen las comunicaciones intercambiadas hasta la resolución de ambos temas.

Con fecha 08 de marzo de 2022 y núm. de registro 42556 se recibió en el CSN la carta de Ensa 013-22 con el envío de los borradores de los capítulos de la revisión 7 del ES de Almacenamiento [19].

El 30 de marzo de 2022, Ensa envió al CSN la documentación de acompañamiento a la Solicitud de modificación de la aprobación del diseño del contenedor para almacenamiento de combustible gastado ENUN 32P en base a la Revisión 7 del Estudio de seguridad presentada ante la DGPEM del MITERD ese mismo día [5].

Finalmente, el 31 de marzo de 2022 (Entrada 44388) se recibió en el CSN el Oficio de la DGPEM CON-32P/SG/220331, de petición de informe preceptivo en relación con la solicitud de la revisión 7 del ES del contenedor ENUN32P, para almacenamiento de combustible gastado [3].

3.1.1.4 Actividades internas de seguimiento del proyecto.

Con objeto de coordinar y optimizar, en la medida de lo posible, la evaluación de las solicitudes de almacenamiento y transporte, se han mantenido reuniones de seguimiento conjuntas entre ambas áreas (ATMR y ARAA) y las áreas evaluadoras. Estas reuniones también, listadas en el apartado 3.1.2, han servido como foro para el debate de asuntos que conciernen a diversas áreas y para la toma de decisiones o establecimiento de posiciones técnicas.

3.1.2 Relación de informes de evaluación y actas de reunión

A continuación, se exponen los informes de evaluación (IEV) y las notas de evaluación técnica (NET) realizadas por las áreas competentes sobre la solicitud de modificación de la Aprobación de Diseño del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENUN 32P:

Área de Impacto Radiológico Ambiental (AEIR)

1. CSN/NET/AEIR/ENUN32P/2107/07 Petición de información adicional relativa a la revisión 6 del Estudio de Seguridad de almacenamiento del contenedor ENUN 32P: Área AEIR.
2. CSN/IEV/AEIR/ENUN32P/2201/08 Evaluación de la revisión 6 del Estudio de Seguridad del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENUN 32P: EVALUACIÓN DEL ÁREA AEIR. IEV
3. CSN/IEV/AEIR/ENUN32P/2204/13 Evaluación de la revisión 7 del Estudio de Seguridad del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENUN 32P: Evaluación del área AEIR

Área de Garantía de Calidad (GACA)

4. CSN/NET/GACA/ENUN32P/2102/04 Evaluación de la revisión 5 del estudio de seguridad del contenedor ENUN 32p de ENSA. Capítulo 14 Garantía de Calidad. Incluye la evaluación de la Rev. 10 del Plan de Calidad.
5. CSN/NET/GACA/ENUN32P/2106/05 Evaluación de la revisión 6 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 32P de ENSA. Capítulo GACA.
6. CSN/NET/GACA/ENUN32P/2204/11 Solicitud de evaluación de la revisión 6 y 7 del estudio de seguridad del contenedor ENUN32P para almacenamiento de combustible gastado.

Área de Ingeniería del Núcleo (INNU)

7. CSN/NET/INNU/ENUN32P/2110/09 Petición de Información Adicional para la evaluación de la “Solicitud de evaluación de la revisión 6 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN32P para almacenamiento de combustible gastado”
8. CSN/IEV/INNU/ENUN32P/2203/11.1 Evaluación del área INNU de la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor ENUN 32P (Alto Quemado) para almacenamiento de combustible gastado, en aspectos relacionados con las propiedades mecánicas de los elementos combustibles.
9. CSN/IEV/INNU/ENUN32P/2204/15 Evaluación de los análisis de criticidad que soportan la solicitud de aprobación de la revisión 7 del Estudio de Seguridad del sistema ENUN32P para el almacenamiento de combustible gastado
10. CSN/IEV/INNU/ENUN32P/2204/14 Evaluación de la revisión 7 del Estudio de Seguridad del Contenedor ENUN 32P para almacenamiento de combustible gastado. Término fuente

Área de Protección Radiológica de los Trabajadores (APRT)

11. CSN/NET/APRT/ENUN32P/2109/08 Petición de información adicional relativa a la revisión 6 del Estudio de Seguridad de almacenamiento del contenedor ENUN 32P. Área APRT.

12. CSN/NET/APRT/ENUN32P/2201/10 Petición de información adicional relativa a la revisión 6 del Estudio de Seguridad de almacenamiento del contenedor ENUN 32P. Área APRT
13. CSN/IEV/APRT/ENUN32P/2203/10 Evaluación de la solicitud de apreciación favorable de la revisión 6 del ES del contenedor ENUN32P para almacenamiento de combustible gastado en los aspectos de blindaje y protección radiológica operacional.

Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES)

14. CSN/NET/IMES/ENUN32P-TRA/2109/01 Evaluación preliminar de las modificaciones presentadas con la rev. 6 del ES de almacenamiento y con la rev. 8 del ES de transporte del contenedor de ENSA ENUN 32P: Cuestiones del área IMES para inclusión en petición de información adicional (PIA).
15. CSN/IEV/IMES/ENUN32P/2203/12 Informe de Evaluación de los cambios introducidos en la revisión 7 del Estudio de Seguridad de Almacenamiento del contenedor ENUN 32P: aspectos mecánico-estructurales, confinamiento y otros dentro del alcance de IMES.
16. CSN/IEV/IMES/ENUN32P/2203/09 Evaluación de la Solicitud de aprobación de la revisión 7 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN32P para almacenamiento de combustible gastado. Aspectos térmicos.

Área de Residuos de Alta Actividad (ARAA)

17. CSN/NET/ARAA/ENUN32P/2106/06 Verificación de la calidad de la documentación asociada a la solicitud de aprobación de la Revisión 6 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 32P

Actas de Reunión Técnicas

1. CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2112/03 Reunión de aclaración de cuestiones de la PIA-2 mantenida el 16/12/2021. Evaluación del contenedor ENUN 32P (Almacenamiento y Transporte).
2. CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2202/02 Reunión de aclaración de cuestiones de protección radiológica, relativas a la evaluación del contenedor ENUN 32P (Rev.6 Alm. y Rev.8 Transp.) 08/02/2022.
3. CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2203/03 Reunión de aclaración de cuestiones estructurales, relativas a la evaluación del contenedor ENUN 32P (Rev.6 Alm. y Rev.8 Transp.) mantenida los días 18/02/2022 y 23/02/2022
4. CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2203/04 Reunión de aclaración de cuestiones térmicas (control del tiempo de ebullición en la descarga) y repaso de pendientes (17 de marzo de 2022). Evaluación de la rev.6 del ENUN 32P

Actas de Reunión internas

1. CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2106/01 Reunión de lanzamiento de la evaluación del contenedor ENUN 32P (Almacenamiento y Transporte) 15 de junio de 2021 (ENUN32P/SOLIC/2021/2 y TRA/SOLIC/2021/176).

2. CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2111/02 Reunión de seguimiento de la evaluación del contenedor ENUN 32P (Almacenamiento y Transporte) mantenida el 05/11/2021 (ENUN32P/SOLIC/2021/2 y TRA/SOLIC/2021/176)
3. CSN/ART/ARAA/ENUN32P/2202/01 Reunión de seguimiento tras respuestas a la PIA-2. Evaluación contenedor ENUN 32P (Almacenamiento y Transporte) 04//02/2022.

3.1.3 Normativa empleada

Se recoge a continuación la normativa de aplicación genérica, mientras que la normativa particular se indica en la evaluación de cada disciplina.

- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes.
- Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del combustible gastado y los residuos radiactivos.
- Instrucción IS-20, de 28 de enero de 2009, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre requisitos de seguridad relativos a los contenedores de almacenamiento de combustible gastado.
- Instrucción IS-26, de 16 de junio de 2010, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre requisitos básicos de seguridad nuclear aplicables a las instalaciones.
- Instrucción IS-29, de 13 de octubre de 2010, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad.
- 10CFR72 “Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel High-level Radioactive Waste, and Reactor-related greater than Class C Waste”.
- NUREG-1536 Rev.1, “Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Systems at a General License Facility”.
- NUREG-2224 Final Report, Nov. 2020, “Dry storage and transportation of High Burn Spent Fuel”.
- NUREG-2215 Rev.1, “Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Systems and Facilities”.

3.1.4 Evaluación del Área de Garantía de Calidad (GACA)

Objeto de la evaluación

El Área de Garantía de Calidad ha evaluado los cambios introducidos en el Capítulo 14 (Garantía de calidad) de las revisiones 5, 6 y 7 del ES. También ha evaluado las revisiones 10 y 11 del Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento y Ensayos de un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado, 9231QP001.

Criterios de aceptación

Los criterios de aceptación son el cumplimiento de las siguientes normas:

- UNE 73-401 “Garantía de Calidad en instalaciones nucleares”.
- IS 19 Sobre los requisitos del sistema de gestión de las instalaciones nucleares.

Resumen de la Evaluación

Como se ha explicado en el apartado de antecedentes, en diciembre de 2019 se recibió en el CSN la solicitud de autorización de la modificación de la aprobación de diseño del contenedor ENUN 32P para almacenamiento en base a la Revisión 5 del ES [2], acompañado de la revisión 10 del Plan de Calidad.

El área de Garantía de Calidad, en el contexto del expediente correspondiente a la evaluación de la rev.5 del ES (ENUN32P/SOLIC/2019/1), identificó una serie de carencias y aspectos no suficientemente justificados en la revisión 10 del Plan de Calidad (CSN/NET/GACA/ENUN32P/2102/04), que se transmitieron a Ensa el 26 de marzo de 2021 mediante la PIA [21].

Ensa respondió a la PIA [22] indicando los cambios que se iban a llevar a cabo en el Plan de Calidad.

Poco después, la solicitud asociada a la rev.5 del ES fue retirada y sustituida por la solicitud de aprobación ante el MITECO, según el Artículo 80 del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, de la revisión 6 del ES de Almacenamiento del ENUN 32P. La revisión del Plan de Calidad asociada a esta solicitud es la 11, que fue recibida en el CSN con fecha 28 de mayo de 2021 (núm. de registro 45220) [4].

El área de Garantía de Calidad ha evaluado los cambios introducidos en el capítulo 14 de la revisión 6 del ES del contenedor ENUN32P de Ensa para su modalidad de almacenamiento y los cambios introducidos en la revisión 11 del Plan de Calidad como consecuencia de la PIA [21] y los considera aceptables (CSN/NET/GACA/ENUN32P/2106/05).

En la PIA-2 [14] se incluyeron dos cuestiones de Garantía de Calidad que habían sido identificadas durante la evaluación correspondiente al ES de transporte, como aplicables a ambas solicitudes (almacenamiento y transporte).

La evaluación ha revisado los cambios introducidos en el capítulo 14 de la revisión 7 del ES y cómo estos afectan al Plan de Calidad en Revisión 11 (CSN/NET/GACA/ENUN32P/2204/11), identificando que Ensa ha realizado en el Capítulo 14 una serie de modificaciones de carácter organizativo, adicionales a las requeridas en la PIA-2 que, si bien las considera aceptables, no han sido reflejadas en el Plan de Calidad.

Conclusiones

La evaluación ha revisado los cambios introducidos en el capítulo 14 de la revisión 7 del ES y cómo estos afectan al Plan de Calidad en Revisión 11, identificando que Ensa ha realizado en el Capítulo 14 una serie de modificaciones de carácter organizativo adicionales a las requeridas en la PIA-2 que, si bien las considera aceptables, no han sido reflejadas en el Plan de Calidad.

Por ello la evaluación considera que Ensa debe editar una nueva revisión del mismo (revisión 12) con el fin de que no existan discrepancias entre ambos documentos (ES y Plan de Calidad).

La evaluación también indica que, dado que en el ES figura la revisión del Plan de Calidad aplicable (en el apartado 14.1), una vez que se edite la nueva revisión del Plan de Calidad, esta referencia ha de ser modificada de forma que conste el Plan de Calidad actualizado, es decir en revisión 12.

3.1.5 Evaluación del Área de Evaluación de Impacto Radiológico (AEIR)

Objeto de la evaluación

El objeto de la evaluación es verificar que, tras las modificaciones introducidas en el diseño, el impacto radiológico al público por la emisión al medio ambiente de efluentes radiactivos gaseosos desde el contenedor ENUN 32P está dentro de los límites establecidos.

Normativa específica y criterios de aceptación

Además de las normas indicadas en el apartado 3.1.3 *Normativa empleada*, la evaluación ha considerado de aplicación la siguiente normativa:

- ISG-5, Interim Staff Guidance - 5 *Confinement Evaluation*.
- ANSI-N14.5 *American National Standard for Radioactive Material Leakage Tests on Packages for Shipment*. American National Standard, 2014, en relación con los requisitos de pruebas de estanqueidad de la barrera de confinamiento del contenedor.

Como criterio de aceptación, la evaluación ha tenido en cuenta los límites de dosis aplicables al público en las condiciones normales de operación, anormales y de accidente que se derivan de los artículos 13 y 52 del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes y del apartado 3.6 de la IS-29.

Resumen de la Evaluación

Los aspectos revisados por el área AEIR en relación con la evaluación del impacto radiológico se desarrollan parcialmente en los capítulos 2, 7 y 12 del ES.

Tras la evaluación preliminar de la rev. 6 del ES en los aspectos relacionados con el confinamiento (los mencionados capítulos 2, 7 y 12), el área AEIR identificó una incoherencia entre lo establecido en el capítulo 2 y en el capítulo 7, dado que en el capítulo 2 se mencionaban los cálculos de las tasas de dosis para un individuo situado en el límite del área controladas realizados tanto para el combustible de bajo como de alto grado de quemado, mientras que en el capítulo 7 se indica que en caso de cargarse en el contenedor al menos un elemento combustible de alto grado de quemado, el contenedor asegura los requisitos exigidos en la norma ANSI N14.5 para determinar un criterio de fugas estanco o *leaktight* en la barrera de confinamiento, lo que le exime del correspondiente análisis radiológico. La evaluación comprobó que en el capítulo 12 también se incluían los cálculos de las dosis asociados a una operación anormal (fugas a través de una junta de sellado de la barrera de confinamiento del contenedor) y en caso de accidente (fugas a través de las juntas de estanqueidad del contenedor), lo cual tampoco resultaba consistente con lo recogido en el capítulo 7.

También observó que se habían eliminado del capítulo 7 gran parte de las tablas que contenían datos de partida y resultados para el cálculo de las dosis debidas a las fugas del contenedor y que se echaban en falta otros datos como el volumen libre del contenedor para cada tipo de bastidor y los factores de dispersión atmosférica, que solo se incluían en la documentación soporte.

Por este motivo AEIR solicitó la PIA-1 [12], documentada en la NET [CSN/NET/AEIR/ENUN32P/2107/07](#), que fue contestada por Ensa mediante la carta [13].

La evaluación comprobó que las cuestiones comunicadas al titular habían sido subsanadas en el borrador de la Rev.7 del ES y realizó un análisis independiente consistente en el cálculo de las dosis a distintas distancias debido a las fugas del contenedor cargado con combustible con grado de quemado < 45000 MWd/MTU en condiciones anormales y de accidente que quedaron documentados en el informe [CSN/IEV/AEIR/ENUN32P/2201/08](#).

En este informe, AEIR concluye que las dosis derivadas de las fugas del contenedor suponen una pequeña fracción de los límites establecidos en la normativa, aunque para asegurar el cumplimiento de los criterios de aceptación deberán considerarse todas las contribuciones a la dosis en el límite del área controlada y que por tanto, se considera adecuado el diseño del sistema ENUN 32P, desde el punto de vista de impacto radiológico al público, siempre y cuando el área o áreas responsables de la evaluación del término fuente, del blindaje y de la estanqueidad del contenedor consideren adecuados los modelos y los resultados recogidos en el ES para todas las condiciones previstas.

En este sentido, el área IMES solicitó a Ensa en la PIA-2 [14] unas aclaraciones relativas a los criterios de fugas establecidos para los anillos de las juntas que conforman la barrera de confinamiento y para el resto de anillos redundantes, que llevaron al área IMES a identificar que los cálculos de confinamiento contenidos en el borrador de la revisión 7 del capítulo 12 se habían realizado utilizando una tasa de fugas no consistente con las hipótesis asumidas en el propio capítulo, que Ensa contestó en [18].

Tras recibir los borradores de los capítulos de la revisión 7 del ES de Almacenamiento [19], AEIR llevó a cabo una nueva evaluación documentada en CSN/IEV/AEIR/ENUN32P/2204/13.

AEIR destaca en su informe que en los borradores de la revisión 7 de los capítulos 2 y 12 del ES ya no se hace distinción entre alto y bajo grado de quemado (dado que el análisis realizado es envolvente para todo el rango de contenidos autorizados en el contenedor).

También señala que en el apartado 7.3 *Requisitos de confinamiento para condiciones anormales y de accidente* del borrador de la rev. 7 del capítulo 7 se indica que en condición anormal y en condición hipotética de accidente se postula, de forma conservadora, el fallo de uno cualquiera de los anillos de las juntas metálicas que intervienen en la barrera de confinamiento. Dado que solo los anillos interiores de las juntas metálicas son *leaktight*, la hipotética liberación de contenido radiológico en el caso de fallo de dicho anillo se ha calculado considerando el criterio de fugas menos restrictivo (4.1×10^{-5} cm³/s).

Por tanto, en relación con las competencias del área AEIR, consideran aceptable el contenido de los capítulos revisados del ES del contenedor ENUN 32P (capítulos 2, 7 y 12) y que han sido incluidos en la revisión 7 del ES.

La evaluación ha incluido la realización de un nuevo cálculo independiente de las dosis al público a distintas distancias debido a las fugas del contenedor en condiciones anormales y de accidente.

En condiciones normales de operación, AEIR considera aceptable la hipótesis del titular de no existencia de fugas, ya que en el Apartado 7.2.1 *Liberación de Material Radiactivo* del ES el titular justifica, para el combustible de bajo grado de quemado, el cumplimiento de las medidas establecidas en el apartado 5.5.4.1 del NUREG-1536 Rev.1 con este fin y, para el combustible de alto grado de quemado, el cumplimiento de las medidas indicadas en el apartado 3.2.1 del NUREG-2224 en relación con el criterio de fugas estanco o *leaktight*.

En condiciones anormales de operación y de accidente, la evaluación ha realizado un análisis independiente de las tasas de fugas, utilizando como datos de entrada el diámetro del camino de fugas y los datos de temperatura y presión interna en la cavidad para las condiciones anormales y de accidente calculados por el titular (que han sido verificados por IMES), así como los inventarios de radionucleidos liberables para los tres tipos de bastidor considerados y los diferentes casos de carga establecidos (uniformes o regionalizadas).

AEIR también ha calculado la dosis efectiva en condiciones anormales y de accidente. Para ello ha empleado los factores de conversión a dosis del RPSRI para el cálculo de la dosis efectiva por inhalación y para el cálculo de la dosis efectiva por inmersión para los gases nobles, y los del *CD supplement* del *Federal Guidance Report-13 Cancer risk coefficients for environmental exposure to radionuclides* para el cálculo de la dosis efectiva por inmersión, para isótopos distintos de los gases nobles, y para la dosis equivalente a piel por inmersión. La dosis equivalente al cristalino la ha calculado como la suma de la dosis efectiva y la dosis equivalente a la piel, considerando únicamente la inmersión, tal y como se recoge en el Apartado 5.5.4 del NUREG-1536.

Como comentario, la evaluación indica, como ya ha señalado en la evaluación de revisiones anteriores, que en condiciones anormales, en el cálculo de la dosis efectiva debería haberse considerado la ingestión como vía de exposición. Debido a que para tener en cuenta esta vía es necesario conocer datos específicos del emplazamiento (meteorología y usos de la tierra y agua), AEIR admite, para el licenciamiento del contenedor, la utilización únicamente de la

inmersión y la inhalación. Sin embargo, cuando se considere un almacenamiento concreto sí que deberá tenerse en cuenta la gestión como vía de exposición.

La evaluación indica que, tanto en condiciones anormales como de accidente, las dosis presentadas en el ES son ligeramente superiores a las del análisis independiente y están muy por debajo de los límites de la IS-29.

Conclusiones

La evaluación concluye que, tras el análisis de la documentación y la realización de los cálculos independientes, se puede afirmar que las dosis derivadas de las fugas del contenedor son inferiores a los límites establecidos en la normativa, por lo que, desde el punto de vista del impacto radiológico al público, se considera adecuado el diseño del sistema ENUN 32P, con las evaluaciones favorables del término fuente, del blindaje y del análisis del confinamiento.

Como comentario final, la evaluación pone de manifiesto que, independientemente de la aprobación de diseño del sistema ENUN 32P, cuando el contenedor se utilice en un almacenamiento concreto se deberán tener en cuenta las características específicas del emplazamiento (como meteorología, usos de tierra y agua, número y disposición de contenedores a almacenar) y para demostrar el cumplimiento de los límites de dosis establecidos en la IS-29 deberán considerarse todas las contribuciones a la dosis en el límite del área controlada, esto es:

- En condiciones normales de operación:
 - La dosis por irradiación externa.
 - La dosis derivada de cualquier instalación nuclear o radiactiva del ciclo de combustible nuclear cercana.
- En condiciones anormales:
 - La dosis por irradiación externa.
 - La dosis debida a las fugas de un contenedor, donde se considerarán todas las posibles vías de exposición: inhalación, inmersión e ingestión.
 - Las dosis debidas a cualquier instalación nuclear o radiactiva del ciclo de combustible nuclear cercana.
- En condiciones de accidente se tendrán en cuenta las dosis derivadas de la ocurrencia de dicho suceso. En caso que el accidente suponga pérdida de confinamiento se acepta, en concordancia con lo requerido a las centrales nucleares, que únicamente se consideren como vías de exposición la inhalación y la inmersión.

3.1.6 Evaluación del Área Protección Radiológica de los Trabajadores (APRT)

Objeto de la evaluación

El objeto de la evaluación de APRT ha sido comprobar los aspectos de blindaje y protección radiológica operacional relacionados con las modificaciones de diseño introducidas en la Rev.6 del ES del contenedor ENUN 32P, principalmente el bastidor tipo C y los nuevos contenidos de combustible KWU 16x16-20 que actualmente no podían ser almacenados en el ENUN 32P por quedar fuera de la zona admitida de la curva de carga autorizada.

Criterios de aceptación

Además de los criterios de aceptación de la evaluación contenidos en las normas incluidas en el apartado 3.1.3 *Normativa empleada*, en concreto el cumplimiento con los requisitos de la IS-29, se han utilizado como criterios de aceptación en la evaluación la aplicación de criterios ALARA y consideraciones prácticas de ingeniería a las tasas de dosis en la superficie

y alrededor del contenedor, tanto para su almacenamiento como para las operaciones a realizar con él.

Resumen de la Evaluación

La evaluación ha verificado el cumplimiento de los criterios de aceptación para las modificaciones de diseño presentadas en los aspectos de blindaje (capítulo 5) y protección radiológica operacional (capítulos 9, 11, 12 y 13) teniendo en cuenta además las respuestas a la PIA-2 [15], apoyándose en los cálculos independientes realizados por el CSN ([CSN/IEV/APRT/ENUN32P/2203/10](#)).

– EVALUACIÓN DEL BLINDAJE

La evaluación ha revisado el capítulo 5 (Evaluación del blindaje) y sus informes soporte, para evaluar las MD incluidas en la rev.6. del ES.

Bastidor tipo C

Para efectuar la evaluación del nuevo bastidor tipo C, que permite la carga de hasta 8 ECD con combustible W 17x17 clasificado como dañado en las posiciones de esquina, el área APRT ha contado con el apoyo de una empresa externa contratada para la realización de cálculos independientes en los siguientes casos:

- Evaluación de las tasas de dosis en las inmediaciones del contenedor en condiciones normales de almacenamiento (CNA):
 - Carga uniforme con combustible no dañado.
 - Carga regionalizada con combustible no dañado.
 - Carga uniforme con combustible no dañado y aditamentos.
 - Carga uniforme con combustible dañado.
- Evaluación de las tasas de dosis en las inmediaciones del contenedor sin tapa exterior y con la cavidad interior inundada:
 - Cavidad inundada: Carga uniforme con combustible no dañado.
- Evaluación de las tasas de dosis a 100 metros del contenedor en caso de accidente e impacto radiológico al público para verificar el cumplimiento del límite de dosis efectiva establecido por la IS-29:
 - Pérdida de blindaje neutrónico: carga uniforme con combustible no dañado.
 - Caída o vuelco del contenedor: Carga uniforme con combustible dañado colapsado.

Para la realización de los cálculos independientes, se ha tomado del ES y de los planos de licencia los datos de partida relativos a dimensiones, densidades y composiciones, términos fuente, actividad total de los aditamentos, así como las ternas elegidas (quemado, enriquecimiento, tiempo de enfriamiento) para cada caso estudiado.

Los factores de conversión de flujo neutrónico y gamma a tasa de dosis utilizados en el estudio independiente han sido tomados del ICRU Report 57, mientras que los utilizados por Ensa son los del ANSI/ANS-6.1.1-1977 y los cálculos independientes han sido realizado con el módulo MAVRIC (Monaco with Automated Variance Reduction using Importance Calculations), incluido en el paquete SCALE 6.2.3, mientras que Ensa ha realizado sus cálculos con el módulo MAVRIC del paquete SCALE 6.1.

La metodología utilizada para los cálculos independientes define detectores volumétricos (discos) en la parte superior e inferior del contenedor y detectores volumétricos de malla (mesh tally) alrededor del contenedor para hacer un barrido azimutal de las partículas que abandonan el contenedor y modela el EC a nivel de barra de combustible, mientras que Ensa

utiliza detectores puntuales situados en coordenadas prefijadas y definidas y modela los EC como un paralelepípedo dividido axialmente en regiones correspondientes a las distintas partes del EC. Ambos modelos se adaptan para las condiciones particulares estudiadas (condición normal de almacenamiento o CNA, condición en húmedo con la cavidad inundada y sin la tapa exterior instalada o escenarios de accidente). Para seleccionar la posición del conjunto de detectores finalmente utilizados, Ensa ha realizado previamente un estudio de la distribución espacial de la radiación (mapas de tasa de dosis) para dos términos fuente.

En condiciones normales de almacenamiento, el estudio independiente obtiene valores de tasas de dosis en las proximidades del contenedor ENUN 32P, en general, inferiores a las recogidas en el documento soporte del ES, tanto en carga uniforme como regionalizada y con aditamentos, salvo en el caso de algunos detectores.

El estudio independiente indica que las tasas de dosis con carga uniforme y combustible dañado han resultado ser inferiores a las obtenidas con el combustible no dañado en todos los detectores, lo cual era de esperar puesto que se ha considerado el mismo término fuente y la única diferencia es la presencia del estuche para combustible dañado.

Las diferencias más significativas entre los resultados del ES y del cálculo independiente en todos los casos de CNA se han obtenido en la contribución de los fotones de activación, si bien, al no tener esta contribución un peso importante en la tasa de dosis total, el resultado final obtenido por el cálculo independiente no difiere demasiado del reportado en el informe soporte del ES.

La evaluación señala en su informe que, según las conclusiones de la evaluación independiente, la utilización de detectores puntuales no es adecuada, puesto que no se han detectado las dosis máximas en el caso de cavidad inundada, especialmente en lo que se refiere a la superficie del contenedor. También se indica que en la revisión vigente del ES, las tasas de dosis para los bastidores A y B fueron calculadas mediante el uso de detectores de malla, cambiándose la metodología utilizada para los cálculos del bastidor C en la rev.5 del ES.

Bastidor tipo A

La segunda modificación de diseño analizada respecto al blindaje consiste en la solicitud de autorización para la carga de un conjunto de EC de tipo KWU 16x16-20 que actualmente no podían ser almacenados en el ENUN 32P por quedar fuera de la zona admitida de la curva de carga autorizada.

La MD incluye la carga de estos EC, definiendo tres curvas de enriquecimiento fijo que permiten optimizar el término fuente del combustible. Estas curvas, denominadas Grupo A, Grupo B y Grupo C, se usan para la evaluación de blindaje en las distintas estrategias de carga del contenedor ENUN 332P con bastidor tipo A.

La evaluación ha revisado los cálculos de blindaje recogidos en el documento soporte para la carga de este tipo de combustible de enriquecimiento fijo y ha realizado unos cálculos independientes, seleccionando de entre las 9 combinaciones incluidas en dicho documento, dos tipos de carga representativos.

Para la realización de los cálculos independientes, la evaluación ha tomado los datos de partida relativos a dimensiones, densidades y composiciones del ES y del documento soporte. De entre los términos fuente de los combustibles a autorizar recogidos en el documento soporte, la evaluación ha elegido dos con el mayor término fuente neutrónico, para una carga regionalizada y una carga uniforme, respectivamente.

Los factores de conversión de flujo neutrónico y gamma a tasa de dosis utilizados en el estudio independiente han sido tomados del ICRU Report 57, mientras que los utilizados por Ensa son los del ANSI/ANS-6.1.1-1977 y los cálculos independientes han sido realizado con el módulo MAVRIC (Monaco with Automated Variance Reduction using Importance

Calculations), incluido en el paquete SCALE 6.2.3, mientras que Ensa ha realizado sus cálculos con el módulo MAVRIC del paquete SCALE 6.1.

Los detectores utilizados se ubican en los mismos puntos que en la evaluación del bastidor C, salvo que en los cálculos de Ensa no se han incluido los detectores en el plano diagonal a 45°.

De la comparación de los resultados obtenidos en los cálculos independientes respecto de lo indicado en el ES, la evaluación concluye que ambos resultados son similares y convergen adecuadamente. En general, la evaluación independiente obtiene resultados más bajos, especialmente en las posiciones cercanas a los muñones inferiores y superiores, excepto en el caso de la carga regionalizada, en la que los resultados independientes en dos posiciones son considerablemente mayores, debido a las tasas de dosis de los fotones de activación.

A pesar de estas discrepancias, la evaluación concluye que la metodología y los datos utilizados para estimar las tasas de dosis para el contenedor con bastidor A cargado con este combustible son aceptables.

– EVALUACIÓN DE ASPECTOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LOS TRABAJADORES

Capítulo 9 (Procedimientos de operación)

En la descripción de las operaciones de carga, descarga, preparación para el almacenamiento, inspección y pruebas del contenedor que se describen en el capítulo 9, Ensa ha incluido las advertencias ALARA solicitadas por la evaluación en la PIA-2 [14], relacionadas con el diseño y la experiencia operativa, siguiendo las directrices del NUREG-2215.

Capítulo 11 (Protección radiológica)

La evaluación estima que las consideraciones normativas, de diseño y operativas encaminadas al control y evaluación de la exposición para lograr que las dosis operacionales cumplan el criterio ALARA, así como las características de diseño contra la radiación que se recogen en este capítulo del ES se consideran aceptables.

Sin embargo, en cuanto a la estimación de las dosis operacionales obtenidas para el caso del bastidor tipo C, basadas en los valores máximos de tasa de dosis presentados en el Capítulo 5 del ES, la evaluación ha tenido que requerir a Ensa que modificara los valores estimados, ya que en un primer momento, los valores utilizados por Ensa correspondían únicamente a los detectores situados en el eje XZ a distintas distancias del contenedor, que según los cálculos independientes no eran las posiciones donde se daban las tasas máximas.

Como respuesta, Ensa realizó un análisis en el que concluye que en la superficie del contenedor existe cierta distribución axial y angular en las tasas de dosis y que el detector puntual que Ensa había utilizado en los cálculos, localizado en la diagonal, no estaba situado en la posición de dosis máxima, al menos en contacto. Ensa justifica en dicho informe que, a la hora de elegir la cota "Z" para los detectores situados en la diagonal, se escogió aquella que fuese la más representativa posible de todos los máximos encontrados (la que daba la dosis total máxima a medio metro), ya que no se contemplaba la posibilidad de cambiar la coordenada Z de los detectores en función de factores como la carga evaluada. Por este motivo, Ensa indica en la carta que cambiaría los resultados de dosis considerando los detectores en la diagonal y aplicando un factor de seguridad de 1,75 a la tasa de dosis con la cavidad en seco y en húmedo, para los detectores situados en la diagonal y en contacto. Este factor, obtenido a partir de la variación angular de la dosis, según explica Ensa en una comunicación posterior es, según su criterio, envolvente de la dosis máxima en contacto.

La evaluación no considera suficientemente sólidos los razonamientos de Ensa, debido a que se obtienen a partir de los datos de un solo caso, comparando tasa de dosis total con tasa de dosis máxima debida a fotones de activación, sin saber qué factor resultaría al

aplicar el mismo criterio al resto de las contribuciones y señala que el uso adecuado de un detector de malla determinaría la tasa máxima en el volumen estudiado, evaluando además qué contribución es la de mayor peso.

Por este motivo, la evaluación propone la apertura de una deficiencia de evaluación y solicita que Ensa lleve a cabo una serie de cálculos adicionales que se detallan en el apartado de conclusiones.

En cuanto a la estimación de las dosis operacionales obtenidas para el caso del bastidor tipo A, la evaluación revisó que, como se indica en el ES, las tasas de dosis para los grupos de enriquecimiento fijo están envueltas por las de enriquecimiento variable, salvo en algunos casos cerca de la zona de los muñones, por lo que las considera aceptables.

Capítulo 12 (Análisis de accidentes)

La evaluación ha revisado dos escenarios de accidente planteados en este capítulo, la pérdida completa de la resina de blindaje neutrónico NS4FR localizada alrededor de la parte exterior de las virolas y en el hueco de los muñones inferiores, y el accidente de caída o vuelco de un contenedor cargado con combustible dañado en el que se asume, de manera conservadora, que todas las barras de los elementos clasificados como dañados pierden su integridad y el material correspondiente se reconfigura en el interior de los ECD.

En el caso del bastidor tipo C, la evaluación ha comprobado que el modelo utilizado en este caso es idéntico al utilizado en condición normal de almacenamiento, con la diferencia de que en las 8 posiciones específicas para ECD, se modela el combustible como una mezcla homogénea colapsada en la mitad del volumen que en la configuración nominal y con una densidad igual al doble de la densidad que tendría la mezcla homogénea en la configuración nominal, los cabezales superior e inferior se modelan en la misma configuración y posición que en la configuración nominal sin modelarse la zona del plenum, ya que se considera colapsada y la fuente de activación correspondiente a la zona del plenum se considera uniformemente distribuida dentro de la mezcla homogénea.

La evaluación ha realizado cálculos independientes, que ha comparado con los recogidos en el ES, concluyendo que la metodología y los datos utilizados para estimar las tasas de dosis para el contenedor con bastidor C para las dos condiciones de accidente analizadas son aceptables y se cumple el límite establecido en la normativa.

En el caso del bastidor tipo A, la evaluación ha realizado unos cálculos independientes de la tasa de dosis en la condición hipotética de accidente, donde se ha considerado el contenedor rodeado de aire seco y sin blindaje neutrónico para una de las configuraciones de carga posibles, concluyendo que las dosis máximas en condición de accidente para los grupos A, B y C de enriquecimiento fijo están envueltas por las de enriquecimiento variable, por lo que los resultados recogidos en la revisión vigente del ES siguen siendo válidos.

Capítulo 13 (Límites y controles de operación)

Como resultado de las interacciones con Ensa, se han incorporado a este capítulo una Condición Límite de Operación para el control de la contaminación desprendible superficial a realizar antes de iniciar el traslado del contenedor a la instalación de almacenamiento temporal y un requisito adicional para realizar un análisis radiológico en el contenedor antes su traslado a la instalación temporal de almacenamiento con el fin de verificar el cumplimiento de las tasas de dosis máximas reportadas en el capítulo 5 del ES y el control de las dosis operacionales del personal en cumplimiento con las prácticas ALARA, estableciendo tanto los puntos de la superficie exterior del contenedor en los que se deben medir las tasas de dosis como los criterio de aceptación para cada uno de ellos.

La evaluación ha identificado como deficiencia de evaluación (ver apartado 3.3) que la metodología empleada por Ensa para el cálculo de la tasa de dosis basada en el uso de detectores puntuales no asegura detectar correctamente las tasas de dosis máximas.

Por este motivo APRT solicita que Ensa realice nuevos cálculos de tasas de dosis totales para el contenedor ENUN32P con bastidor tipo C con el método de detectores de malla (mesh tally), según se detalla en el apartado de conclusiones.

La evaluación señala también que el proceso de evaluación de la documentación aportada por Ensa se ha visto dificultado y dilatado debido a que, en varias ocasiones, las respuestas proporcionadas no se han ajustado a lo acordado en las reuniones mantenidas o a lo transmitido por correo electrónico.

Conclusiones

- En relación con las tasas de dosis para el combustible de quemado fijo con bastidor A, la evaluación considera que los cálculos independientes realizados convergen adecuadamente con los presentados en el capítulo 5 del estudio de seguridad. Sin embargo, para el bastidor tipo C, existen discrepancias para la contribución de los fotones de activación y para las dosis totales en el caso de la cavidad inundada, constatándose que la metodología de cálculo de tasa de dosis mediante detectores puntuales no asegura que se detecten las tasas máximas de dosis.

No obstante, a pesar de las diferencias encontradas respecto a la revisión independiente realizada por el CSN, la evaluación considera que las tasas de dosis calculadas por Ensa no suponen unas discrepancias tales que comprometan la seguridad radiológica de los trabajadores.

La evaluación indica en su informe que la metodología de detectores puntuales utilizada para el bastidor C en las rev.6 y 7 del ES, diferente de la utilizada por Ensa en las anteriores revisiones del ES para los bastidores A y B, no se considera la más adecuada para determinar tasas de dosis máximas en futuras evaluaciones de contenedores.

Por este motivo, APRT ha abierto una deficiencia de evaluación y solicita que Ensa presente al CSN, antes del próximo 30 de septiembre, nuevos cálculos de tasas de dosis totales para el contenedor ENUN32P con bastidor tipo C, con el método de detectores de malla (mesh tally) utilizando preferiblemente el código Scale, ya que ha sido el utilizado para los cálculos relativos al bastidor C en el ES.

Los cálculos de tasa de dosis solicitados son los siguientes:

- Para el caso de la cavidad inundada: los cálculos se realizarán para la carga uniforme de los dos mismos combustibles utilizados en el documento ITEC-2186Rev.0 (apartado 5.2) y de la misma manera se reportará las tasas de dosis envolventes.
- Para la condición en seco, al haberse considerado que existen posibles variaciones angulares en las tasas de dosis en contacto, y que ha resultado en el uso de un factor de seguridad para los detectores angulares, se recalcularán las cargas de combustible que se indican a continuación, como muestra representativa de las cargas que reportan las tasas máximas de dosis en los principales detectores usados en el determinación de las dosis operacionales según la tabla 11.4.1 del ES:
 - NFH_45_069
 - CBD_55_093
 - REG_55_100
 - NFH_50_082 (7400bq)

En lo que respecta a la posición de los detectores de malla, estos se dispondrán en las mismas zonas del entorno del contenedor en las que están situados los puntos detectores definidos en el ES presentado. Para ello se podrá tomar como referencia la metodología ya utilizada en la anterior revisión del ES (para bastidores tipo A y B), determinando las dosis máximas en zonas clave a lo largo de la superficie lateral, en la

parte superior y parte inferior del contenedor, y distintas distancias del contenedor, siguiendo lo recogido en el propio ES (figura 5.1.1, tabla 5.1.5, figura 5.4.1).

En función de los resultados obtenidos, Ensa deberá comprobar que las tablas 11.4.5 y 11.4.6 relativas a la exposición operacional para las operaciones de carga y descarga del contenedor con bastidor Tipo C siguen siendo válidas. En caso contrario Ensa deberá realizar las modificaciones pertinentes en la siguiente revisión del ES.

- Respecto al capítulo 9 del ES, la descripción de las operaciones necesarias para el almacenamiento de combustible gastado en el contenedor proporcionadas, junto con las advertencias ALARA incorporadas al mismo se consideran adecuadas.
- Respecto al capítulo 11, las consideraciones normativas, operacionales y de diseño encaminadas a lograr que las dosis operacionales cumplan el criterio ALARA que se recogen en el capítulo 11 del ES se consideran aceptables. Sin embargo, a raíz de la deficiencia de evaluación identificada se solicita, si hubiera cambios significativos, una reconsideración de las dosis operacionales reportadas en este capítulo.
- Respecto al capítulo 12 la evaluación concluye que la metodología y los datos utilizados para estimar las tasas de dosis para el contenedor con bastidor C para la condición de accidente son aceptables y se cumple el límite establecido en la IS-29.
- En cuanto a la modificación de diseño relativa al combustible de quemado fijo este queda envuelto por el combustible de quemado variable ya autorizado.
- Respecto al capítulo 13 la evaluación concluye que quedan definidos los límites y controles de operación que deben ser utilizados para operar con seguridad el contenedor ENUN 32P en lo relativo a la contaminación desprendible y a la medida de tasa de dosis en a la superficie del contenedor, tal como se solicitó.

3.1.7 Evaluación del Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES).

El área IMES es responsable de la evaluación de los siguientes aspectos:

- Análisis estructural, de confinamiento y materiales.
- Análisis térmico.

Resumen de la Evaluación

3.1.7.1 Evaluación de aspectos estructurales, confinamiento y materiales.

Objeto de la evaluación

El ámbito de la evaluación de IMES incluye el diseño estructural y de confinamiento.

En relación con el análisis estructural, se evalúan los aspectos del diseño que mantienen las funciones de confinamiento, subcriticidad, blindaje contra la radiación y capacidad de recuperación del combustible bajo todas las cargas creíbles en condiciones normales, anormales y de accidentes.

Criterios de aceptación

Además de las normas indicadas en el apartado 3.1.3 *Normativa empleada*, los criterios de aceptación de la evaluación se encuentran en la siguiente normativa:

- ANSI-N14.5 “American National Standard for Radioactive Material Leakage Tests on Packages for Shipment. American National Standard. 2014, en relación a los requisitos de pruebas de estanqueidad de la barrera de confinamiento del contenedor.
- ISG-12 Rev.1 Buckling of Irradiated Fuel Under Bottom End Drop Conditions, en lo que afecta a la consideración de la masa de las pastillas de uranio y la no superación del límite de fluencia de la vaina.

Resumen de la Evaluación

La evaluación estructural se centra en la revisión de aquellas modificaciones incorporadas por Ensa en la revisión 7 del ES de Almacenamiento con implicaciones en los análisis mecánico-estructurales, de confinamiento y otros relacionados, en concreto:

- Modificación de los contenidos autorizados: combustible dañado (8 estuches máximo de combustible W 17x17), con nuevo bastidor tipo C y tapa interior tipo II.

Se ha verificado que los nuevos componentes empleados (ECD, soportes y espaciadores) se han incluido en los análisis de fractura frágil. Se ha examinado la validación estructural del ECD y su diseño, de acuerdo con los requisitos de ANSI N14.6 para los elementos de elevación y manejo y a la subsección NG de ASME III para niveles de diseño, A (izado, caída sobre fondo y caída sobre tapa) y D (caída sobre fondo y caída sobre tapa) en cuanto a la función de contención. También se verifica el análisis de las dilataciones térmicas diferenciales y que las tensiones tanto radiales como axiales, en los casos que se produce interferencia (bastidor tipo A), son inferiores al límite elástico del material en operación normal y en accidente. Además, se ha evaluado el análisis del ECD y el soporte inferior en el accidente de manejo, así como las presiones de la cavidad interna en operación normal y en accidente.

- Inclusión de la posibilidad de realizar la prueba de fugas del anillo exterior de la tapa interior por pérdida de vacío. Este cambio afecta a la función de confinamiento del contenedor y consiste en incluir la posibilidad de llevar a cabo la prueba de fugas del anillo exterior de la tapa interior mediante el método de pérdida de vacío. Así, la prueba de fugas del anillo exterior de la junta metálica doble de la tapa interior podrá realizarse por la técnica de vacío además de MSLD (espectrometría de masas de helio). Conviene mencionar que el método de pérdida de vacío no permite llegar a niveles de estanqueidad *leaktight* (1×10^{-7} std cm³/s) según ANSI N14.5-2014, alcanzando solamente, de acuerdo a esta norma, el nivel standard (4.1×10^{-5} std cm³/s). Dado que solo los anillos interiores de las juntas metálicas son *leaktight*, la hipotética liberación de contenido radiológico en el caso de fallo de dicho anillo se ha calculado considerando el criterio de fugas menos restrictivo (4.1×10^{-5} cm³/s) que cubre la situación más desfavorable en la que falla el anillo interno de la junta, y para todo el rango de contenidos autorizados.
- Opciones de lubricantes permitidos en los pernos del contenedor. El cambio de lubricante acarrea un cambio en el factor de tuerca, y, por tanto, es necesario modificar el par de apriete para mantener el valor de la fuerza de pretensado del perno y asegurar el sistema de cierre de tapas interior y exterior. En concreto el factor de tuerca pasa de 0,158 a 0,18, por lo que es necesario aumentar el par de apriete. Se ha verificado el impacto del valor de las tensiones de cortadura en los pernos debidas al cambio en el momento torsor. De acuerdo a lo que Ensa indica en la EDS036 rev. 1, el factor de seguridad de los pernos de las tapas del contenedor (interior, exterior y de penetraciones) se reduce ligeramente al utilizar el nuevo lubricante, pero de manera aceptable.
- Análisis dinámicos específicos para vainas de combustible de alto grado de quemado W17x17 OFA y KWU 16x16. Se verifican los efectos dinámicos que producen las cargas de impacto sobre la integridad estructural de las barras de estos combustibles. Se repiten los cálculos de caída lateral y vertical de la vaina, modificando las propiedades del material, considerando la capa de óxido (de 120 micras) y la presión en el interior de la vaina, según indica el NUREG-2224. En los análisis realizados, Ensa ha agrupado todos los tipos de combustible en cuatro categorías: W 17x17 OFA (nueva), W 17x17 MAEF, KWU 16x16-20 FOCUS, y KWU 16x16-20 HTP. Además, se incluye en los análisis al combustible 16x16-20 ENUSA, que se considera envuelto por el análisis de los dos grupos de combustible KWU. Los quemados máximos contemplados son:

- 60000 MWd/MTU para CG W 17x17 (tipos STD, OFA, AEF, AEF+IFM, MAEF, MAEF+IFM) con vaina Zircaloy-4, Zirlo y Zirlo Opt
- 58200 MWd/TMU para CG KWU 16x16-20 (tipos HTP y FOCUS) cuando la vaina es DUPLEX ELS08.b
- 65000 MWd/MTU para KWU 16x16-20 (tipos HTP y FOCUS) cuando la vaina es DUPLEX D4
- 53100 MWd/MTU para el elemento de 16x16-20 ENUSA (vainas de Zirlo) de C.N. Trillo.

IMES ha analizado los principales cambios realizados en los modelos: reducción del espesor de vaina por la capa de óxido, aumento de límite elástico de la vaina (aspectos evaluados por INNU), espesor de la pared del tubo de MMC más conservador (tubo para ECD del bastidor C), y aumento en la máxima aceleración (de 90g frente a 85g).

- Inclusión del requisito de "leaktight" para las pruebas de fugas, con combustible de alto quemado. Este requisito es aplicable para combustible de alto grado de quemado y consiste en alcanzar niveles de estanqueidad o leaktight (1×10^{-7} std cm³/s) según ANSI N14.5-2014, para la cual no es necesaria la evaluación de confinamiento. Este requisito, ya incluido en la modalidad de transporte, ya se había implantado en la modalidad de almacenamiento a través del Manual de operación del contenedor y ahora en esta solicitud se incluye en el ES.
- Consideración del 35 % de productos de fisión gaseosos generados en las vainas, para las barras rotas, como consecuencia de la carga de combustible de alto grado de quemado. Se actualizado del 30% al 35% el porcentaje de los productos de fisión gaseosos que se liberan a la cavidad interior para el cálculo de la presión interna del contenedor para los distintos porcentajes de barras rotas considerados en las condiciones normales, anormales e hipotéticas de accidente en almacenamiento. Además, IMES ha comprobado que esta consideración se ha aplicado en el cálculo de la presión interna del contenedor a todos los tipos de combustible, no solo al combustible de alto grado de quemado.
- Inclusión de tapas para penetraciones de nuevo diseño. Las tapas de las penetraciones de venteo y de drenaje de la tapa interior y la de control de presión de la tapa exterior, pasan a tener un nuevo diseño con 12 pernos en vez de 8, como mejora del asentamiento de las juntas y estos pernos serán de un material diferente. Se verifica el cálculo estructural de los pernos con el nuevo material considerado y el análisis de fallo por fractura frágil.
- Actualización de propiedades mecánicas del MMC. Se han verificado los cálculos de caídas en accidente con las nuevas propiedades mecánicas de límite elástico y tensión de rotura.
- Inclusión de la opción de revestimiento de plata en las juntas metálicas de las tapas interior y exterior. Se verifica que se sigue produciendo el correcto asentamiento de la junta que garantice la función de confinamiento. También se han verificado los parámetros empleados en el modelo ANSYS y los del modelo LS-DYNA (como la geometría, temperatura y cargas).
- IMES ha incluido también en su evaluación la revisión de las acciones derivadas del licenciamiento de la rev.1 del certificado de aprobación del bulto para transporte ENUN 32P (expediente TRA/INFT/2019/147, que ha sido cancelado). En concreto IMES ha revisado los resultados del análisis de sensibilidad sobre la consideración del huelgo vaina-cabezal, tanto para la modalidad de almacenamiento como para la de transporte, de los que se deduce (para almacenamiento) que la tensión principal máxima se incrementa al aumentar el huelgo de manera prácticamente despreciable. También ha evaluado la validación de la metodología de análisis dinámico de las vainas del combustible realizada por Ensa, en la que se compara el modelo en ANSYS utilizado hasta ese momento con los resultados de un modelo en LS-DYNA desarrollado

específicamente para la validación y que ha llevado a Ensa a modificar los parámetros de ANSYS que controlan la matriz de amortiguamiento, eliminando el parámetro α (alfa) que multiplica la matriz de masas.

- Además, se han evaluado los siguientes aspectos:
 - Modificación de los rangos de presión del espacio entre tapas.
 - Cambios al capítulo 13.
 - Consideraciones relacionadas con el elemento de demostración de 16x16-20 ENUSA (vainas de Zirlo) de C.N. Trillo.
 - Aspectos mecánico-estructurales asociados a los cuatro primeros contenedores cargados en C.N. Trillo.
 - Cambios de redacción introducidos por Ensa en el apartado 12.1.2.3 del ES, y consideraciones asociadas a la condición anormal de operación de fuga a través de una de las juntas de la barrera de confinamiento.

Conclusiones

Tras la evaluación el área IMES considera:

- En relación con la inclusión de nuevo contenido autorizado (8 estuches máximo de combustible W 17x17 categorizado como dañado), con nuevo bastidor tipo C y tapa interior tipo II: se ha comprobado el tratamiento ante fractura frágil de los nuevos componentes y los nuevos análisis derivados y se consideran adecuados,
- En relación con la inclusión de la posibilidad de realizar la prueba de fugas del anillo exterior de la tapa interior por pérdida de vacío el cambio propuesto se considera aceptable.
- En relación con las opciones de lubricantes permitidos en los pernos del contenedor ENUN 32P, se concluye que el cambio propuesto ha sido analizado convenientemente y se considera aceptable.
- En relación con los análisis dinámicos específicos para vainas de combustible de alto grado de quemado W17x17 y KWU 16x16, tras la revisión de los mismos (cuya valoración del espesor de corrosión y de las propiedades mecánicas de vaina ha sido realizada por INNU), se determina que las modificaciones introducidas en los modelos son de un alcance reducido, y obedecen a los cambios derivados de la inclusión del nuevo tipo de bastidor y de los nuevos combustibles. Estas modificaciones se consideran aceptables y los análisis de las caídas vertical y horizontal demuestran que el combustible soportará adecuadamente las solicitaciones esperadas.
- En relación con la inclusión del requisito de "leaktight" para las pruebas de fugas, con combustible de alto grado de quemado se considera que esta modificación es aceptable y que se han considerado adecuadamente los nuevos contenidos.
- En relación con la consideración del 35 % de productos de fisión gaseosos generados en las vainas, como consecuencia de la carga de combustible de alto grado de quemado se estima que esta modificación constituye un conservadurismo adicional sobre lo contemplado hasta el momento y se considera aceptable.
- En relación con la inclusión de un nuevo diseño, adicional al ya existente, de las tapas de las penetraciones de las tapas interior y exterior se han revisado las implicaciones de esta modificación, y se consideran aceptables.
- En relación con la actualización de propiedades mecánicas del MMC, éstas se consideran aceptables.
- En relación con la opción de emplear un revestimiento de plata en las juntas metálicas de la tapa interior y de la tapa exterior esta modificación ha sido contemplada correctamente en los análisis aplicables y los resultados de estos análisis siguen siendo aceptables.
- En relación con el análisis de sensibilidad y la validación del modelo de cálculo del comportamiento del combustible (acciones requeridas en el licenciamiento de la rev.1

del certificado de aprobación del bulto para transporte), se consideran aceptables y cumplen con el requisito impuesto. Respecto al modelo de ANSYS, se considera adecuada la anulación del parámetro α (alfa), que multiplica la matriz de masas, en el modelo dinámico de caída vertical utilizado por Ensa.

- Se han examinado una serie de aspectos adicionales dentro del alcance de este IEV, que son los siguientes:
 - En relación con la modificación que introducía una tolerancia a las presiones del espacio entre tapas y de la cavidad interior, se considera aceptable su retirada por parte de Ensa. Además, el área considera aceptable la adecuación de la CLO 3.3.1 considerando el incremento de la presión mínima de vigilancia.
 - En relación con la tabla de cambios al capítulo 13 del ES introducida por Ensa mediante correo electrónico del 16/02/2022, el área IMES ha revisado estos cambios, ya incluidos en la rev. 7 del ES [5]. Estos cambios, desde el punto de vista del alcance del área, se consideran aceptables.
 - En relación con lo que afecta al elemento de demostración de 16x16-20 ENUSA (vainas de Zirlo) de C.N. Trillo, el área IMES considera que este elemento ha sido considerado adecuadamente en el ES, dado que los análisis de seguridad pertinentes del elemento base de diseño KWU 16x16-20 engloban suficientemente a dicho elemento.
 - En lo que se refiere a los aspectos mecánico-estructurales asociados a los cuatro primeros contenedores cargados en C.N. Trillo, el área IMES considera que las fuerzas adicionales que se producen durante el accidente de fuego sobre los pernos de la tapa interior debido a la interferencia por dilatación de los componentes internos del contenedor, han sido analizadas convenientemente, no produciendo descompresión de la junta de esta tapa por lo que se considera aceptable.
 - En relación con los cambios de redacción introducidos en el capítulo 12 del análisis del suceso anormal de pérdida de un sello de la barrera de confinamiento, se estima que con el contenedor situado en su posición final del ATI, con el sistema de monitorización de presión en funcionamiento, y sometido a las ETF (control periódico de la presión), es aceptable postular que no se deriva emisión de efluentes radiactivos desde el contenedor (esto implica suponer una tasa de dosis nula). Es conservador suponer las dosis que se obtienen de los cálculos de consecuencias radiológicas considerando solo la barrera de confinamiento (ausencia de la tapa exterior). Sin embargo, se considera que la próxima revisión del ES, debe aclarar la redacción del apartado 12.1.2.3 de la siguiente manera:
 1. Distinción clara entre los cálculos de consecuencias radiológicas asociados a la barrera de confinamiento, y las condiciones en las que, para el análisis radiológico de un ATI, puede suponerse ausencia de emisión de efluentes desde el contenedor.
 2. Corrección de la afirmación de la bajada brusca de presión del espacio entre tapas.
 3. Establecimiento claro de las condiciones en las que el contenedor no produciría emisiones con esta Condición Anómala, entre las que no se encuentran las operaciones de corta duración.

La evaluación ha revisado el resto de los cambios introducidos en la revisión 7 del ES y los considera adecuados.

3.1.7.2 Evaluación de aspectos térmicos

Objeto de la evaluación

El análisis térmico tiene como objeto asegurar que las temperaturas del combustible gastado y de los materiales que componen el contenedor, se mantienen dentro de los límites

permisibles en operación normal, anormal, de accidentes y en operaciones de corta duración. La evaluación realizada por el área IMES tiene por objeto la revisión de las hipótesis, modelos y cálculos realizados por el titular para analizar el comportamiento térmico del contenedor.

Criterios de aceptación

Los criterios de aceptación de la evaluación son el cumplimiento con los requisitos de las normas incluidas en el apartado 3.1.3 *Normativa empleada*.

Resumen de la Evaluación

La evaluación realizada por IMES verifica el impacto de las modificaciones incorporadas por Ensa en la revisión 6 del ES en la evaluación térmica del contenedor, así como el de los cambios reflejados en la contestación a la PIA-2 [15] que han sido incorporadas en la revisión 7 del ES. En particular, se han analizado los siguientes aspectos:

- Modificación de los contenidos autorizados: combustible no dañado (EDS042 Rev.0). Se han revisado las implicaciones sobre la evaluación térmica de:
 - los nuevos esquemas de carga que se definen a raíz de las modificaciones introducidas en las curvas de carga para el bastidor tipo A (nuevos grupos de EC de enriquecimiento fijo).
 - las nuevas configuraciones de carga regionalizada que se definen para el bastidor tipo C, en las que se considera un incremento de la potencia térmica máxima de hasta 1500 W/elemento.
- Modificación de los contenidos autorizados: combustible dañado (EDS037Rev.2), en lo relativo al impacto sobre la evaluación térmica debido a las nuevas configuraciones de carga definidas para el bastidor C, con un total de 8 posiciones ocupadas por combustible dañado que no presenta rotura de vaina, pero si un daño mecánico que le impide cumplir sus funciones de seguridad.
- Modificación de la evaluación térmica (EDS40 Rev.0)
 - Se han revisado los nuevos cálculos de la conductividad térmica equivalente del combustible, para considerar los nuevos contenidos autorizados contemplados en la EDS042 y EDS037, comprobando que se ha seguido la metodología empleada en la aprobación de diseño inicial.
 - Evaluación térmica tridimensional del contenedor en condiciones normales de operación (CNO). Con este modelo se obtiene la distribución de temperaturas cargado con el combustible base de diseño en condiciones normales de operación para los bastidores A, B y C para carga regionalizada y uniforme, y en el caso del bastidor C, considerando también la utilización de Estuches de Combustible Dañado. En el caso del bastidor A se plantean las opciones de que la tapa auxiliar de blindaje esté instalada o no, mientras que para los bastidores B y C solo se considera el caso de tapa instalada. También se contempla en el modelo la presencia de un recubrimiento anticorrosión. La metodología empleada es análoga a la revisión del ES ya aprobada. Los valores máximos de temperatura en cada componente del contenedor son inferiores a los límites admisibles.
 - Operaciones de carga-drenaje-secado. Se ha ampliado los cálculos con los bastidores tipo B y C y se ha modificado el procedimiento de secado del contenedor, limitando el proceso de secado con N₂ a 24 horas, continuándose posteriormente con He transcurrido dicho plazo de tiempo, si fuese necesario, durante 100 horas adicionales. El resto de hipótesis empeladas de temperatura de agua de la piscina, espesor de recubrimiento, calentamiento adiabático en la base del contenedor se consideran conservadoras. Con ello se observa el cumplimiento con la normativa, como la limitación del agua por debajo del valor de ebullición, el mantenimiento de las vainas por debajo de 400°C y el número de ciclos permitidos.

- Ebullición del agua de la cavidad en el proceso de reinundación. Durante el proceso de descarga del contenedor se debe evitar también la ebullición del agua. Se han evaluado los modelos empleados para calcular el tiempo hasta la ebullición para cada tipo de bastidor y tipo de carga, regionalizada y uniforme, con las potencias térmicas máximas y otras hipótesis conservadoras.
- Accidente de Fuego. La evaluación térmica del contenedor en condición de accidente de fuego en el modo de almacenamiento tiene por objeto determinar las temperaturas máximas en el contenedor para cada uno de los bastidores, con el combustible base de diseño. La metodología empleada es la misma que la revisión del ES ya aprobada. El valor máximo de la temperatura en los elementos combustibles para los diferentes casos analizados es inferior al límite definido en el NUREG-1536 (570 °C). Las temperaturas en las juntas metálicas dobles de la barrera de contención permanecen por debajo de los valores máximos definidos por el fabricante (280 °C para las juntas de las tapas de venteo y drenaje y 360 °C para la junta de la tapa interior), al igual que la junta de la tapa exterior (aunque no es barrera de confinamiento). Por otro lado, la temperatura de las aletas en cada una de las simulaciones supera en algunas zonas la temperatura de fusión del material (615 °C), mientras que el blindaje neutrónico, la espuma y el material amortiguador de aluminio de los limitadores de impacto se funden completamente durante el fuego.
- Determinación de los huelgos radiales y axiales. En los análisis de dilataciones diferenciales radiales y axiales realizados para los bastidores tipo A, B y C, Ensa ha empleado la misma metodología de elementos finitos ya evaluados en revisiones anteriores. IMES ha verificado que el input térmico utilizado es envolvente de todas las situaciones de carga y, por tanto, conduce a resultados conservadores. Cuando se han detectado interferencias, Ensa ha verificado que no se compromete la integridad estructural ya que la tapa interior se mantiene asentada. El espesor de recubrimiento anticorrosión utilizado en los modelos es el que conduce a situaciones conservadoras, con un espesor mínimo de 80 µm y considerando el espesor máximo (400 µm) para la reducción de las holguras axiales.
- Accidente de enterramiento. En este accidente se evalúa el aumento progresivo de las temperaturas del contenedor para cada uno de los bastidores con el combustible base de diseño, imponiendo en los cálculos térmicos una condición de contorno adiabática a las superficies exteriores. Los resultados obtenidos indican que el componente más restrictivo en este accidente son las juntas de las penetraciones de drenaje y venteo de la tapa interior, lo que da lugar a un tiempo de enterramiento máximo de 82 horas.
- Análisis térmico tras un accidente de manejo. En este accidente se determina las temperaturas máximas en el contenedor con el bastidor C producidas por la rotura de las vainas de los elementos combustibles dañados tras un accidente de caída. El modelo de cálculo empleado es el mismo que el utilizado en la evaluación térmica tridimensional. Se plantean dos situaciones: la primera, correspondiente a barras fisuradas, en las que se produce la liberación del 100% del gas de llenado y el 35% de los productos de fisión de los 8 elementos combustibles dañados y la segunda, correspondiente a barras dañadas, en la que se produce la recolocación del material fisil de los 8 elementos combustibles dañados dentro del estuche, unido a la liberación de gases. De ellos se determina que no se exceden los 570 °C de límite de temperatura de las vainas para condiciones hipotéticas de accidente, ni tampoco los límites de temperatura de las juntas de las tapas interior y exterior (360 °C) ni de las juntas de las tapas de penetraciones (280 °C).
- Máxima presión interna. Se analizan las presiones de la cavidad interna del contenedor en situación normal, anormal y de accidente con el bastidor tipo C.

Se ha verificado el empleo de hipótesis conservadoras para el cálculo del volumen libre interior y, en especial, del valor de temperatura considerado (400°C). La determinación del inventario de los productos de fisión liberados por los elementos combustibles ha sido evaluada por INNU. A partir de los resultados obtenidos, se ha definido la presión de diseño del contenedor (0,776 N/mm²) superior a la máxima que se alcanza en condiciones de accidente que corresponde al bastidor tipo A con el combustible base de diseño (0,776 N/mm²).

- Modificación de la conductividad térmica y del contenido de hidrogeno y boro del material Borotrón de la tapa auxiliar de blindaje (almacenamiento) (EDS026 Rev. 2).
- Opción de emplear un revestimiento de plata en las juntas metálicas de la tapa interior y de la tapa exterior del contenedor (EDS049 Rev. 3, EDS051 Rev.3). Las dimensiones de la sección de los anillos de las juntas con recubrimiento exterior de plata disminuyen una décima de milímetro, sin embargo, ni el diámetro del anillo exterior de la junta ni el diámetro del anillo interior se modifican. La geometría y dimensiones de las cajas que albergan las juntas no se ven modificadas, siendo válidas para ambas opciones de materiales. Las temperaturas de diseño máximas admisibles de las juntas con recubrimiento de plata son mayores que las actuales de aluminio.
- Aumento del espesor del revestimiento superficial anticorrosión en la cavidad interior y en la tapa interior (EDS053 Rev. 0 y EDS052 Rev.1). Estas MD contemplan la posibilidad de modificar el tratamiento superficial anticorrosión que se aplica en las superficies interiores. Para mejorar el comportamiento del contenedor se prevé el uso de un tratamiento con un contenido de Zn del 85% y de Al del 15%, como alternativa al originalmente planteado de Al al 99.5%. El espesor de este revestimiento, aplicado mediante proyección térmica, pasa a tener un valor máximo de 400 micras (el anterior valor era de 200 micras). Asimismo, se establece un valor mínimo del espesor de 80 micras. La evaluación ha revisado los modelos térmicos para comprobar el empleo de hipótesis conservadoras, así como los experimentos realizados por Ensa para determinar la retención de agua debido a la porosidad de ambos tipos de recubrimientos.
- Análisis térmico y de dilataciones axiales de los cuatro primeros contenedores fabricados con bastidor tipo A (EDS070 Rev.1). Se ha realizado un cálculo específico de dilataciones axiales en los 4 primeros contenedores fabricados con bastidor Tipo A para verificar la ausencia de contacto axial entre el bastidor y la tapa interior en Condiciones Normales de Almacenamiento y justificar las tensiones existentes durante el Accidente.
- Cambios al ES del contenedor (capítulos 1, 2, 4, 9, 12 y 13).

Conclusiones

Tras la evaluación, el área IMES concluye:

- Con respecto a la modificación de los contenidos autorizados para el combustible no dañado, Ensa ha justificado adecuadamente que el citado cambio no supone la superación de los límites térmicos en la barrera de contención del contenedor tanto en condiciones normales de almacenamiento como en caso de accidente de fuego, lo cual se considera aceptable
- En relación con la modificación de los contenidos autorizados para la inclusión de combustible dañado, Ensa ha justificado adecuadamente que el citado cambio no supone la superación de los límites térmicos en la barrera de contención del contenedor tanto en condiciones normales de almacenamiento como en caso de accidente de fuego, lo cual se considera aceptable. Adicionalmente, las modificaciones introducidas al ES como consecuencia de dicha modificación reflejan de manera adecuada los cambios introducidos, lo que también se considera aceptable.

- La modificación del análisis térmico del contenedor contiene todos los cálculos realizados por Ensa para verificar cómo afectan al mismo cada una de las modificaciones consideradas. De ella cabe destacar los siguientes aspectos:
 - Para la determinación de la conductividad térmica equivalente, la carga térmica de diseño empleada es envolvente para todos los esquemas de carga y conduce a resultados conservadores, por lo que se considera aceptable. La metodología utilizada es la misma que en revisiones anteriores del ES.
 - En la evaluación térmica tridimensional se han obtenido las distribuciones de temperaturas con el contenedor cargado con los combustibles base de diseño y los distintos tipos de carga térmica. De los resultados obtenidos se observa que todos los valores de temperatura de los distintos componentes se encuentran por debajo de los límites admisibles, lo cual se considera aceptable.
 - Mediante las nuevas operaciones de carga-drenaje-secado se sigue dando cumplimiento a los criterios de aceptación establecidos en el NUREG-1536, por lo que se consideran aceptables.
 - Los tiempos disponibles durante la descarga en el proceso de reinundación antes de que se alcance la ebullición del agua en la cavidad del contenedor han sido calculados bajo hipótesis conservadoras, por lo que se consideran aceptables. Adicionalmente, estos tiempos, en forma de Condiciones Límite de Operación, deberán ser trasladados a las ETF de aquellas centrales que vayan a utilizar el contenedor.
 - De los resultados obtenidos en el análisis de la condición de accidente de fuego se observa que ninguno de los elementos que forman o se encuentran dentro de la barrera de contención excederían los valores de temperatura admisibles durante las distintas fases del accidente, lo cual se considera aceptable.
 - En el análisis de dilataciones diferenciales se puede comprobar cómo en la mayoría de escenarios planteados se mantiene huelgo suficiente entre los distintos componentes que se encuentran dentro del vaso y este último y que, en caso de producirse contacto entre ellos, las tensiones generadas son considerablemente inferiores a los límites admisibles, lo cual se considera aceptable.
 - El valor límite de tiempo que puede permanecer enterrado el contenedor en el análisis del accidente de enterramiento bajo escombros ha sido trasladado de manera adecuada a los correspondientes apartados del ES, lo cual se considera aceptable.
 - En caso de producirse un accidente de manejo, el análisis térmico realizado asegura que no se excederá el límite de temperatura de las vainas para condiciones hipotéticas de accidente, lo cual se considera aceptable.
 - El valor de presión de diseño del contenedor definido por Ensa es superior al valor máximo de presión que se alcanza en condiciones de accidente, lo que se considera aceptable.
- Los cambios introducidos en el ES sobre las propiedades térmicas del Borotrón de la tapa auxiliar del blindaje se consideran aceptables. La evaluación de este cambio se consideró aceptable en su momento en la revisión 4 del ES.
- La opción de emplear un revestimiento de plata en las juntas metálicas de las tapas interior y exterior del contenedor no presenta influencia en la evaluación térmica, ya que las juntas con revestimiento de plata son capaces de soportar al menos las mismas presiones y temperaturas de diseño que las juntas con revestimiento de aluminio, por lo que su uso se considera aceptable.
- En cuanto a la modificación para el aumento del espesor del revestimiento superficial anticorrosión tanto en la cavidad como en la tapa interior, Ensa ha considerado de forma adecuada el impacto del aumento de dicho espesor en los cálculos térmicos y en el análisis de dilataciones diferenciales y ha modificado de manera adecuada el ES para

reflejar las nuevas características de dicho recubrimiento, por lo que la modificación se considera aceptable.

- En relación con el análisis térmico y de dilataciones axiales de los cuatro primeros contenedores fabricados con el bastidor tipo A para C.N. Trillo, Ensa ha justificado de manera adecuada que las dilataciones que se producen en condiciones normales de almacenamiento garantizan la existencia de un huelgo entre los distintos componentes de la cavidad interior del contenedor y esta, mientras que en condiciones de accidente de fuego las fuerzas ejercidas sobre la tapa son considerablemente inferiores a la fuerza ejercida por el apriete de los pernos, lo que se considera aceptable.

Adicionalmente, las modificaciones realizadas en la revisión 7 del ES como consecuencia de dichas MD reflejan de manera adecuada los cambios introducidos, lo que también se considera aceptable por el área IMES.

3.1.8 Evaluación del Área de Ingeniería del Núcleo (INNU).

El área INNU es responsable de la evaluación de los siguientes aspectos:

- Determinación del término fuente radiológico y térmico.
- Análisis de criticidad en condiciones normales de almacenamiento y accidentes postulados.
- Propiedades mecánicas de la vaina de combustible gastado, en especial para combustible de alto grado de quemado.

3.1.8.1 Evaluación del término fuente

Objeto de la evaluación

El objeto de la evaluación del área INNU en este apartado es la revisión del término fuente radiológico y térmico correspondiente a las modificaciones de diseño presentadas en la Rev.7 del ES y sus documentos soporte.

La evaluación del término fuente ([CSN/IEV/INNU/ENUN32P/2204/14](#)) conlleva la evaluación de una serie de aspectos recogidos en los siguientes capítulos del ES:

- El combustible base de diseño, sus características físicas y de operación y sus límites de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento (contenidos autorizados del contenedor) se detallan en Capítulo 1 (Descripción General), Capítulo 2 (Principales criterios de diseño) y Capítulo 13 (Límites y Controles de Operación).
- La masa de los principales gases de fisión utilizados para el cálculo de la presión interna del contenedor se establece en el Capítulo 4 (Evaluación térmica).
- Las intensidades de radiación gamma y neutrónica, de los elementos combustibles a almacenar se establecen en el Capítulo 5 (Evaluación del blindaje).
- El inventario isotópico del combustible se utiliza en el Capítulo 7 (Confinamiento).

Desde el punto de vista del término fuente, las modificaciones de diseño que se han evaluado son:

- Bastidor A: Nuevo combustible ENUSA 16x16-20.
- Bastidor A: nuevos cálculos de término fuente para combinaciones de quemado y enriquecimientos nuevos, no permitidos por las curvas de carga actualmente aprobadas. Estos nuevos cálculos se realizan para tres grupos, denominados Grupos A, B y C, de enriquecimiento fijo.
- Nuevo bastidor C, para combustible Westinghouse (W17x17), con posibilidad de carga uniforme y tres cargas regionalizadas: regionalizada 1 (equivalente o igual a la del bastidor B), nueva carga regionalizada 2 y nueva carga regionalizada 3.

- Posibilidad de cargar elementos dañados de diseño W17x17 en el nuevo bastidor C utilizando la carga regionalizada 3.
- Utilización de la tapa auxiliar de blindaje, lo que reduce la carga térmica permitida por elemento combustible y, en consecuencia, se modifican y se añaden curvas de límites administrativos del combustible y sus respectivas tablas de valores permitidos de grado de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento.

Normativa específica y criterios de aceptación

Los criterios de aceptación de la evaluación son el cumplimiento con los requisitos de las normas incluidas en el apartado 3.1.3 *Normativa empleada*.

Resumen de la Evaluación

- BASTIDOR A: Nuevo combustible autorizado tipo ENUSA 16x16-20

La evaluación ha comprobado si el combustible ENUSA 16x16-20 está cubierto, desde el punto de vista de término fuente, por los actuales combustibles tipo KWU, HTP y FOCUS como se indica en la documentación soporte del ES. Para ello INNU ha contrastado la información proporcionada sobre este nuevo tipo de combustible en la documentación soporte (9231-GS5-02 *Technical Specification for PWR Fuel Assembly*, rev.6) con la descripción física de los elementos combustible base de diseño, determinando que la mayoría de los parámetros de este combustible son idénticos a los de los combustibles HTP y FOCUS. Sólo varían ligeramente el diámetro exterior de los tubos guías (menor en el combustible ENUSA 16x16-20), la masa de uranio por elemento, que es menor en el combustible ENUSA 16x16-20, y el material de la vaina que pasa a ser Zirlo en lugar de Duplex D4 (equivalente a Zircaloy-4 a efectos de término fuente). La evaluación indica que el material de vaina Zirlo se comporta igual que el Duplex D4 (equivalente al Zircaloy-4) en relación con el término fuente, y los dos primeros cambios demuestran que este combustible queda cubierto por los actualmente aprobados.

- BASTIDOR A: Nuevos límites térmicos por posición, para el caso de instalar la tapa auxiliar de blindaje, lo que modifica las curvas de carga y las tablas de límites administrativos asociados.

En las rev.6 y 7 del ES se ha disminuido la carga térmica límite para el caso en el que se coloque la tapa auxiliar de blindaje sobre los contenedores con bastidor tipo A.

La evaluación ha revisado los límites de grado de quemado máximo, enriquecimiento mínimo y tiempo de enfriamiento mínimo establecidos en el ES, obtenidos a partir de los valores de potencia térmica máxima por posición del bastidor y por contenedor para el bastidor A. La evaluación ha comprobado que estas ternas, que se convierten en los límites de los contenidos autorizados del contenedor, se han trasladado en forma de curvas de carga y tablas de límites administrativos a los capítulos 1, 2 y 13 del ES.

El área INNU ya había evaluado la mayoría de las cargas térmicas contenidas en dichas tablas en la aprobación vigente (rev.4 del ES), siendo las restantes las correspondientes a 1.32 KW y 1.075 KW. El término fuente para estos nuevos casos ha sido trasladado por Ensa del documento soporte ENSA-001-CALC-002, rev. 4 cuya metodología y resultados ya fueron evaluados y encontrados aceptables para la aprobación vigente (rev.4).

La evaluación ha comprobado que los términos fuente para el análisis blindaje no cambian con los nuevos límites de carga térmica ya que Ensa mantiene en el capítulo 5 del ES el mismo análisis que la revisión en vigor, teniendo en cuenta que este análisis parte de las cargas térmicas limitantes de 1,35 kW, 1,1 kW y 1,0 kW, que son envolventes de los nuevos límites añadidos de la carga térmica.

INNU también ha comprobado que los casos analizados para el análisis de confinamiento y para las masas de los gases de fisión no cambian, puesto que se mantienen los análisis de

la revisión en vigor (rev.4) por ser envolventes de las nuevas cargas térmicas ahora presentadas.

La evaluación ha verificado que los cambios realizados en el ES consisten principalmente en la adición de las nuevas curvas de carga, junto con las respectivas tablas de límites de grado de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento (límites administrativos), en los capítulos 1 (solo las curvas de carga), 2 y 13 y que estas tablas de límites administrativos se corresponden con las documentadas en el informe soporte.

- BASTIDOR A: Nuevos límites de quemado/enriquecimiento/tiempo de enfriamiento, establecidos para los denominados Grupos A, B y C de enriquecimiento fijo.

Como ya se ha comentado, estos nuevos grupos denominados de enriquecimiento fijo para el bastidor A se establecen con la finalidad de cubrir elementos combustibles de C.N. Trillo que, por sus características de grado de quemado y enriquecimiento, no pueden almacenarse en el contenedor con los límites actualmente aprobados. Se denominan así porque, fijado el enriquecimiento para cada uno de los tres grupos, establecen dos grados de quemado para cada uno de ellos.

Para la realización de análisis específicos que cubran estos elementos combustibles, Ensa ha clasificado estos elementos en 3 grupos de enriquecimiento a los que asocia, a cada uno de ellos, dos grados de quemado (denominados máximo y mínimo).

La evaluación ha revisado el documento soporte INF-TD-009659, en el que se calcula el tiempo de enfriamiento necesario para cumplir con un determinado término fuente, que depende de si la carga analizada es uniforme o regionalizada.

INNU ha examinado los diferentes casos analizados en este informe (grupos B y C para carga uniforme, grupo A para la región 1 (exterior) de la carga regionalizada y grupos B y C para la región 2 (interior) de la carga regionalizada), verificando que los términos fuente para los que se ha calculado el tiempo de enfriamiento están envueltos por los términos fuente aprobados.

La evaluación ha confirmado que el cálculo del término fuente se realiza utilizando los módulos TRITON y ORIGEN-S del paquete de cálculo SCALE 6.1 (el módulo TRITON se utiliza para el cálculo de las secciones eficaces específicas para este tipo de combustible, partiendo de la librería ENDF/B-VII de 238 grupos (v7-238) y el módulo ORIGEN-S para obtener el término fuente) y que las hipótesis de entrada al código son las mismas que las utilizadas en el cálculo de término fuente del documento soporte ENSA-001-CALC-002 ya evaluado por INNU como documentación soporte del ES actualmente en vigor (rev.4).

Respecto a la composición isotópica y las masas de los gases de fisión asociadas a estos nuevos grupos de combustible A, B y C, la evaluación considera que están cubiertos por los obtenidos para las cargas uniforme y regionalizada del bastidor A, puesto que se ha asegurado que las intensidades gamma y neutrónica (que derivan del contenido isotópico del combustible) sean inferiores a las limitantes para los dos tipos de carga.

Por lo tanto, la evaluación considera aceptables tanto la metodología utilizada para el establecimiento de los grupos A, B y C de enriquecimiento fijo y la determinación de los límites administrativos asociados a los mismos como los cambios en el ES derivados de la adición de estos grupos de combustible A, B y C de enriquecimiento fijo, si bien identifica una serie de erratas y mejoras de redacción que se incluyen en el apartado de conclusiones para su comunicación a Ensa.

- BASTIDOR B: Nuevos límites térmicos por posición del bastidor para el caso de instalar la tapa auxiliar de blindaje, lo que modifica las curvas de carga y las tablas de límites administrativos asociados.

La evaluación ha comprobado que para el bastidor tipo B se mantienen los límites de carga térmica vigentes, con la excepción de la región interna de la carga regionalizada, que ha

bajado de 1.35 kW a 1.26 kW para poder cumplir con los límites térmicos del contenedor utilizando la tapa auxiliar de blindaje. Salvo la nueva carga térmica límite de 1.26 kW, las demás ya fueron evaluadas y aceptadas por INNU en el ES actualmente en vigor (rev.4). El término fuente para esta nueva carga térmica, al igual que se ha indicado para el bastidor A, fue calculado para la aprobación original del contenedor y documentado en el informe ENSA-001-CALC-002, cuya metodología y resultado ya fueron evaluados y encontrados aceptables por la evaluación en el ES en vigor.

La evaluación ha comprobado que los términos fuente para el análisis blindaje no cambian con los nuevos límites de carga térmica ya que Ensa mantiene en el capítulo 5 del ES el mismo análisis que la revisión en vigor, teniendo en cuenta que este análisis parte de las cargas térmicas limitantes de 1,35 kW, 1,1 kW y 1,0 kW, que son envolventes de los nuevos límites añadidos de la carga térmica.

INNU también ha comprobado que los casos analizados para el análisis de confinamiento y para las masas de los gases de fisión no cambian, puesto que se mantienen los análisis de la revisión en vigor (rev.4) por ser envolventes de las nuevas cargas térmicas ahora presentadas.

La evaluación ha verificado que los cambios realizados en el ES consisten principalmente en la adición de las nuevas curvas de carga, junto con las respectivas tablas de límites de grado de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento (límites administrativos), en los capítulos 1 (solo las curvas de carga), 2 y 13 y que estas tablas de límites administrativos se corresponden con las documentadas en el informe soporte correspondiente.

- BASTIDOR C: Nuevas cargas regionalizadas 2 y 3 (esta última para permitir la carga de combustible dañado), que incorporan en el ES nuevos límites térmicos por posición del bastidor con sus respectivas curvas de carga y las tablas de límites administrativos asociados

En cuanto a la carga regionalizada 2 del bastidor C, en la que los límites térmicos son 1,5 kW en la Región 2 (8 elementos máximo) y 0,98 kW en la Región 1 (24 elementos), la evaluación ha comprobado que, como indica el ES, el análisis de blindaje realizado para la nueva carga regionalizada 2, está cubierto por el de la carga regionalizada 1 aprobado en la revisión en vigor (rev.4).

INNU también ha verificado que los análisis de confinamiento ya evaluados y aprobados en la revisión del ES vigente cubren la carga regionalizada 2. Estos análisis de confinamiento se realizan a partir de la composición isotópica obtenida para 1,5 kW de carga térmica máxima para las 8 posiciones centrales, que ha revisado la evaluación, y para una carga térmica de 1 kW para las 24 posiciones exteriores del contenedor, superior al límite de calor para esta región establecido en 0.98 kW.

La evaluación ha revisado los nuevos valores de las masas de los gases de fisión para la carga de 1.5 KW limitante para la región 2 utilizados para el cálculo de la presión interna del contenedor.

La evaluación ha verificado que los cambios realizados en el ES consisten principalmente en la adición de las nuevas curvas de carga, junto con las respectivas tablas de límites de grado de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento (límites administrativos), en los capítulos 1 (solo las curvas de carga), 2 y 13 y que estas tablas de límites administrativos se corresponden con las documentadas en el informe soporte correspondiente.

En cuanto a la carga regionalizada 3 del bastidor C, los límites térmicos por región son 1,1 kW en la Región 2 (24 elementos máximo) y 0,97 kW en la Región 1 (8 elementos). Estos últimos pueden ser elementos combustibles dañados que se almacenarían en las posiciones externas del contenedor en estuches de combustible dañado y que tienen un límite de carga térmica inferior, lo que deriva del hecho de almacenarse dentro de estuches específicos para estos elementos.

La evaluación ha comprobado que el análisis de blindaje y el análisis de confinamiento están cubiertos por los análisis realizados para la carga uniforme, al igual que el cálculo de las masas de los principales gases de fisión liberables al contenedor, que también se ha verificado que queda cubierta por el cálculo realizado para la carga uniforme.

La evaluación destaca en su informe [CSN/IEV/INNU/ENUN32P/2204/14](#) que Ensa ha presentado un nuevo análisis de confinamiento para esta regionalización, dado que el porcentaje de varillas falladas del combustible dañado en condiciones anormales es diferente del porcentaje que se presupone para la carga uniforme donde todo el combustible se clasifica como no dañado. En este caso Ensa ha utilizado una composición isotópica correspondiente, de forma conservadora, a una carga térmica de 1,32 kW para el combustible no dañado y de 1 kW para el combustible dañado, cuando los límites son de 1,1 kW y 0,97 kW respectivamente.

El área INNU considera que la composición isotópica utilizada por Ensa para la carga regionalizada 3 es envolvente de la real y por tanto es aceptable, aun cuando la composición isotópica de la carga uniforme cubriría a la de la carga regionalizada 3, por lo que la evaluación indica que no era necesario utilizar otras composiciones específicas para esta regionalización.

Por ello, la evaluación indica que Ensa debe corregir la tabla 7.0.1 del ES, donde se especifica que la carga regionalizada 3 es equivalente a la carga uniforme en el análisis de confinamiento y que se realizará un solo análisis para ambos tipos de carga, ya que finalmente no ha sido así.

La evaluación también ha verificado que los cambios realizados en el ES consisten principalmente en la adición de las nuevas curvas de carga, junto con las respectivas tablas de límites de grado de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento (límites administrativos), en los capítulos 1 (solo las curvas de carga), 2 y 13 y que estas tablas de límites administrativos se corresponden con las documentadas en el informe soporte correspondiente.

Finalmente, INNU ha detectado algunas erratas en el ES en relación con el bastidor C, que se incluyen en el apartado de conclusiones, para las que solicita que se transmitan a Ensa para su corrección.

Conclusiones

- En relación con el término fuente, el combustible ENUSA 16x16-20 queda cubierto por los elementos combustibles actualmente autorizados para el contenedor ENUN32P, siendo, por tanto, aceptable su inclusión como contenido autorizado del contenedor. Las modificaciones realizadas en el ES como consecuencia de la adición de este tipo de combustible como contenido autorizado del contenedor se consideran aceptables.
- El área INNU considera aceptables los nuevos límites térmicos, junto con las nuevas curvas de carga y los nuevos límites de grado de quemado máximo, enriquecimiento mínimo y tiempo de enfriamiento mínimo establecidos para los bastidores A, B y C. Las modificaciones al ES derivadas de estos nuevos límites se consideran también aceptables.
- El área INNU considera aceptable la inclusión en el ES de los grupos de enriquecimiento fijo A, B y C, con sus límites administrativos y sus curvas de carga, derivados de análisis aceptables.
- El término fuente de elementos combustibles dañados queda envuelto por el término fuente de combustible no dañado. No es necesaria la evaluación específica de estos elementos combustibles.

Adicionalmente, el área INNU considera que debe requerirse a Ensa las siguientes correcciones y mejoras de redacción en el ES, lo que podría realizarse en una próxima revisión del ES:

Capítulo 2:

- Corregir la tabla 2.1.9 porque aparentemente hay dos tiempos de enfriamiento mal para la carga regionalizada 3. Igual pasa en la tabla 13.2.3.
- En la Figura 2.1.13, en la Tabla de grado de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento pone 1.32k y 1.2k, debería poner 1.32kW y 1.2kW.

Capítulo 7:

- Modificar la tabla 7.0.1 para indicar que para la carga regionalizada 3 del bastidor C se ha realizado un análisis independiente de la carga uniforme para este bastidor, porque esta tabla pone que los dos casos se evalúan en un solo análisis que corresponde con la carga térmica de 1.1 kW y finalmente no ha sido así.

Capítulo 5:

- Indicar en relación con las tablas 5.2.4 y 5.2.5 del capítulo 5 del ES que éstas se corresponden con las cargas térmicas limitantes anteriores a esta revisión del ES y que se mantienen, tanto las propias tablas como el término fuente y el análisis de blindaje, en el presente ES porque son envolventes de los límites actuales.
- Eliminar el listado de ficheros Excel de Ensa y la explicación de su contenido de la pág. 5.2-7, esta información de trabajo de Ensa no es adecuada para un ES.
- Corregir el valor de tiempo de enfriamiento de la tabla 5.4.8 asociado a un quemado de 40 GWd/TmU, pone erróneamente 6.5 años cuando debe poner 6.6 años.
- Corregir el apartado 5.6.3.1 porque pone que la carga uniforme se permite para los grupos de enriquecimiento fijo A y B. Debe poner "B y C".
- Corregir los grados de quemado mínimo de los grupos de enriquecimiento fijo B y C de las tablas 5.6.6 y 5.6.7. Además, para el grado de quemado de 55GWd/MTU, tiempo de enfriamiento de la Tabla 5.6.7 es 9.2 años, mientras que en la Figura 2.1.11 es 9.9 años. Corregir.
- Explicar las diferencias entre la tabla 5.5.12 con la correspondiente de la Figura 13.2.21 y la equivalente del capítulo 2 de la Figura 2.1.24. Estas tablas corresponden a la carga regionalizada 3, región 1, del bastidor C. Corregir si es necesario.
- Explicar las diferencias entre la tabla 5.5.13 con la correspondiente de la Figura 13.2.22 y la equivalente del capítulo 2 de la Figura 2.1.25. Estas tablas corresponden a la carga regionalizada 3, región 2, del bastidor C. Corregir si es necesario.

3.1.8.2 Evaluación de criticidad

Objeto de la evaluación

El objeto de la evaluación de INNU en este apartado es demostrar la seguridad frente a criticidad del almacenamiento en seco del combustible gastado en el contenedor ENUN 32P.

La evaluación de criticidad ([CSN/IEV/INNU/ENUN32P/2204/15](#)) se centra en la revisión de las modificaciones incluidas en el Capítulo 6 (Evaluación de Criticidad) de la revisión 7 del ES, con respecto a la revisión 4 actualmente vigente, en los siguientes aspectos recogidos en el capítulo 6 del ES:

- Especificación y caracterización del combustible base de diseño
- Especificación de los modelos de cálculo empleados (configuración, propiedades de los materiales)
- Cálculos de quemado: condiciones específicas de operación
- Cálculos de criticidad: códigos, validación, condiciones analizadas y resultados.

Desde el punto de vista de criticidad, las modificaciones de diseño que se han evaluado son:

- Nuevo diseño de bastidor (tipo C) para el combustible W 17x17, que permite la carga de combustible dañado en 8 posiciones autorizadas en cada contenedor.

- Nueva metodología de análisis de criticidad para las configuraciones con el nuevo diseño de bastidor que incluye análisis para EC dañados.
- Carga de combustible de alto grado de quemado.
- Nuevos diseños de combustible autorizados (ENUSA 16x16, W 17x17 MAEF-2012).
- Carga de elementos combustibles modificados con el dispositivo ESPIGA.

Normativa específica y criterios de aceptación

Además de las normas indicadas en el apartado 3.1.3 *Normativa empleada*, la evaluación ha considerado de aplicación la siguiente normativa:

- Estándares habituales de criticidad para los métodos, hipótesis y resultados de los análisis. La Guía Reguladora 3.71 incluye una recopilación de los mismos.
- ISG-8 Interim Staff Guidance -8 *Burnup Credit in the Criticality Safety Analyses of PWR Spent Fuel in Transportation and Storage Casks*, Rev.3, September 2012, para aspectos relacionados con el crédito al quemado.

Como criterios de aceptación, la evaluación ha considerado los siguientes:

- El factor de multiplicación neutrónica (k_{eff}), incluidos todos los sesgos e incertidumbres, no deberá superar 0.95 con una probabilidad del 95% y un nivel de confianza del 95%, en ninguna condición creíble normal, anormal o de accidente. Únicamente en el caso específico del análisis del error de carga, este factor podrá tener un valor de hasta 0.98 con una probabilidad del 95% y un nivel de confianza del 95%.
- En condiciones normales, anormales o de accidente, deberán producirse al menos dos sucesos independientes, improbables y concurrentes para que pueda producirse una condición de criticidad (principio de doble contingencia).
- Cuando sea posible, la seguridad frente a criticidad del diseño se establecerá sobre la base de una geometría favorable, materiales absorbentes de neutrones (venenos) fijados de modo permanente, o mediante una combinación de ambos métodos. Cuando se empleen materiales absorbentes sólidos, el diseño debe proporcionar medios adecuados para verificar que su eficacia se mantiene durante todo el periodo de almacenamiento.
- La seguridad frente a criticidad del contenedor no debe dar crédito a los venenos neutrónicos consumibles integrados en el combustible, ni a más del 75% del absorbente neutrónico fijo realmente presente en los materiales del sistema. El porcentaje puede ser mayor de este 75% si la presencia y la uniformidad de la distribución del material absorbente se demuestran mediante ensayos adecuados.

Resumen de la Evaluación

- BASTIDOR C

La evaluación ha analizado el diseño del nuevo bastidor tipo C y la evaluación de criticidad presentada por Ensa para demostrar la subcriticidad del almacenamiento del combustible W 17x17 en el contenedor ENUN 32P con este nuevo bastidor que admite hasta 8 EC dañados cargados en Estuches de Combustible Dañado (ECD) en las posiciones periféricas mostradas en la Figura 7. El bastidor "base" de acero es el mismo que en los bastidores A y B y el espesor de los tubos de MMC (de sección cuadrada y que van pegados a las paredes de la celda del bastidor) es de 8 mm en las 8 posiciones periféricas y de 14 mm en las 24 posiciones restantes. El nuevo bastidor incluye además soportes inferiores (Figura 9) de diferente altura para las posiciones de no dañado y ECD que determinan la posición axial del combustible.

La evaluación indica que en la revisión 7 del ES se mantienen las dos configuraciones que estaban ya autorizadas, con sus correspondientes análisis soporte de criticidad realizados por Enercon y aprobados por el CSN en el marco de la revisión 4 del ES, añadiendo en la

rev.7 nuevos apartados independientes, con los análisis de criticidad del bastidor tipo C cargado en el ENUN 32P con el mismo combustible W 17x17 autorizado para el bastidor tipo B, salvo en la condición de dañado. Estos análisis han sido realizados por Enusa con una metodología propia y distinta de la empleada por Enercon para los análisis de criticidad de las configuraciones de carga uniforme y regionalizada 1, que ya estaban evaluados por INNU en el marco de la aprobación vigente.

- Nueva metodología de análisis de criticidad para las configuraciones con el nuevo bastidor C.

El área INNU ha evaluado la metodología aplicada por Enusa para el análisis de criticidad del bastidor C, que da crédito al quemado de los EC siguiendo lo establecido en la ISG-8 y que supone un planteamiento más avanzado que el aplicado por Enercon en los análisis vigentes para bastidores tipo A, con combustible 16x16-20, y tipo B con el mismo combustible W 17x17.

La evaluación ha destacado los siguientes aspectos de esta metodología:

- Modelo de cálculo de criticidad: en este apartado la evaluación ha analizado la modelación específica y conservadora de los 4 tipos genéricos de combustible W17x17 a cargar en el contenedor ENUN32P (OFA, STD, AEF y MAEF), el modelo de contenedor y ECD utilizado y el análisis de incertidumbres en keff por las tolerancias de fabricación del bastidor y el posicionamiento no centrado de los EC en el bastidor, para comprobar que reproducen conservadoramente la geometría, materiales y condiciones del contenedor y sus componentes, así como del combustible base de diseño, incluida la modelación del combustible dañado.

Como aspectos más relevantes de los modelos establecidos, la evaluación destaca que para determinar el combustible base de diseño para la evaluación de criticidad, Enusa ha calculado la keff del contenedor ENUN 32P cargado con cada uno de los 4 diseños de combustible en condiciones de inundación total, para un caso representativo (3.5% de enriquecimiento, máximo para el combustible OFA, y diferentes grados de quemado, desde 0 hasta 23 GWd/TmU). El resultado es que el combustible OFA es el más reactivo para quemados bajos (hasta ~ 10 GWd/TmU) y el combustible AEF para quemados superiores. Estos son por tanto los combustibles base de diseño en cada rango de quemado que se utilizan en todos los análisis.

En cuanto a la modelización del combustible dañado, la evaluación ha estudiado los dos tipos de modelos presentados en la documentación soporte para representar el combustible dañado: modelos de expansión uniforme y modelos de expansión no uniforme, comprobando que con los modelos de expansión no uniforme valores se obtienen valores de keff superiores a los obtenidos con expansión uniforme y por tanto Enusa aplica en aplica en la evaluación de criticidad del almacenamiento de combustible dañado en el ENUN 32P el modelo homogéneo de expansión no uniforme del paso entre barras ocupando todo el interior del estuche.

INNU ha comprobado que los modelos de contenedor, bastidor y ECD utilizados reproducen de forma adecuada los diferentes componentes relevantes para la criticidad, sin modelar aquellos no significativos como los muñones y pernos del contenedor. También ha analizado el estudio mediante el que Enusa determina el perfil axial de quemado utilizado y los escenarios analizados en el ES.

- Códigos de cálculo: INNU ha comprobado los códigos de cálculo utilizados, verificando que son códigos reconocidos y han sido convenientemente validados para las condiciones de este análisis.

La evaluación ha comprobado que las principales novedades metodológicas son el uso, por parte de Enusa, de códigos de cálculo distintos a los empleados anteriormente por Enercon: para el bastidor C se ha utilizado el módulo STARBUCS (SCALE 6.1) que integra la cadena completa de cálculos de quemado y criticidad, frente al código SAS2H (SCALE 4.4a) para cálculos de quemado y MCNP5 para cálculos de criticidad utilizados para los bastidores A y B.

- Metodología de crédito al quemado: cálculo de quemado, cálculos de criticidad del contenedor, construcción de las curvas de carga y verificación de resultados de keff (0.95 para todos los casos y 0.98 para el error de carga), para comprobar que ésta sigue lo establecido en la ISG-8.

La evaluación ha comprobado los resultados de estos análisis, es decir, las curvas de carga obtenidas para el combustible base de diseño como lugar geométrico de los valores de enriquecimiento y quemado, en los que la keff con todos los sesgos e incertidumbre aplicables, calculada con la configuración de carga más reactiva (combustible dañado) y en las condiciones más reactivas requeridas por la normativa, es igual al límite establecido de 0.95 y en el caso de error de carga es inferior a 0.98.

- Carga de combustible de alto grado de quemado.

De acuerdo con la solicitud presentada por Ensa, no se considera el almacenamiento de combustible de alto quemado durante más de 20 años. A este respecto, la evaluación ha comprobado que para periodos de tiempo inferiores a 20 años el NUREG-2224 y la metodología para combustible de alto quemado de Ensa no identifican requisitos adicionales que afecten a la evaluación de criticidad. Para este periodo de tiempo, únicamente se establecen requisitos relativos a análisis estructurales de integridad de la vaina que, en caso de no verificarse, afectarían a los análisis de criticidad, pero no hay ningún requisito específico para el almacenamiento de combustible de alto quemado durante menos de 20 años que implique directamente a los análisis de criticidad.

- Nuevos diseños de combustible autorizados (ENUSA 16X16-20, W 17X17 MAEF-2012).

La evaluación ha identificado las principales diferencias de estos diseños con respecto a los autorizados:

- En el caso del ENUSA 16x16-20, 4 elementos de demostración fabricados por Enusa con diseño similar al combustible de diseño alemán operado en C.N. Trillo, la principal diferencia es el material de vaina, DUPLEX en el caso alemán y Zirlo en el caso de Enusa. INNU ha comprobado que el de material de vaina no tiene impacto en los análisis de criticidad, y que las diferencias de geometría son tan pequeñas que tampoco producen impacto en los análisis.
- En el caso del MAEF-2012 con respecto al actualmente autorizado la diferencia se limita a los materiales de pequeñas partes estructurales del elemento combustible. INNU ha comprobado que en los modelos utilizados por Enusa, estas partes se han sustituido por agua, por lo que los resultados no se ven afectados por el cambio de material.

- Carga de elementos combustibles modificados con el dispositivo espiga.

La solicitud presentada incluye la carga de elementos combustibles modificados con el dispositivo ESPIGA para permitir el manejo con medios convencionales de elementos combustibles afectados de corrosión intergranular en los manguitos del cabezal superior.

De acuerdo con la evaluación de seguridad frente a criticidad del diseño del dispositivo ESPIGA realizada por INNU (CSN/IEV/INNU/ESPIGA/1703/02) para su uso en combustible 17x17 PWR, la evaluación señala que únicamente podría producirse algún aumento de reactividad en los casos cuyos análisis de criticidad dan crédito al boro, que no es el caso de los análisis del ENUN 32P, pues consideran inundación total con agua pura.

Conclusiones

- En relación con la metodología de análisis de criticidad con crédito al quemado y su aplicación a la nueva evaluación presentada por Ensa para el almacenamiento del combustible W 17x17 en el bastidor tipo C INNU considera:

- Aceptable la modelación de los elementos combustibles para los que se solicita autorización (OFA, STD, AEF(+IFMs), MAEF(+IFMs)), así como la determinación del combustible base de diseño, junto con las condiciones de operación en reactor analizadas, como envolvente de las condiciones actuales del combustible W 17x17 PWR irradiado en reactores PWR españoles para el que se solicita autorización.
- Los códigos de cálculo de quemado y de criticidad empleados, todos ellos del sistema SCALE en su versión 6.1, son códigos reconocidos y han sido convenientemente validados para las condiciones de este análisis.
- Los modelos de cálculo empleados en los análisis reproducen conservadoramente la geometría, materiales y condiciones del contenedor y sus componentes, así como del combustible base de diseño, incluyendo sus condiciones de quemado y su modelación como combustible dañado.
- La aplicación del crédito al quemado en la metodología de análisis de criticidad presentada sigue estrictamente lo establecido en la ISG-8 y es aceptable.
- El perfil axial aplicado que parte de información de perfiles axiales de centrales PWR-W españolas es aceptable.
- Los escenarios analizados son aceptables y cubren todo el rango de condiciones de moderación del contenedor, estableciéndose la inundación total, con el huelgo pastilla-vaina también inundado, como condición más reactiva aplicada en el caso base.
- Se consideran aceptables los resultados obtenidos y la correspondiente curva de carga para garantizar la subcriticidad de la configuración más reactiva: combustible base de diseño en condiciones de inundación total y 8 elementos combustibles dañados en las posiciones asignadas en el bastidor tipo C, de acuerdo con los requisitos y criterios de aceptación establecidos en la normativa. El requisito de quemado mínimo establecido en la curva de carga, garantiza el cumplimiento con el criterio de aceptación que requiere un valor de la constante de multiplicación efectiva inferior a 0.95, teniendo en cuenta todos los sesgos e incertidumbres aplicables.
- El análisis de error de carga presentado se considera aceptable, en el que se calcula la reactividad de la configuración más reactiva modelando en una de las cuatro posiciones centrales del contenedor un elemento de muy bajo quemado (envolvente en cuanto a reactividad del inventario PWR en piscina) demostrando la subcriticidad de la configuración resultante con el criterio establecido en la normativa ($k_{eff} < 0.98$).

En consecuencia, INNU considera aceptable la nueva metodología de evaluación de criticidad con crédito al quemado presentada por Ensa y su aplicación a la evaluación de criticidad de las nuevas configuraciones de carga del combustible W 17x17 en el bastidor tipo C, con hasta 8 *elementos combustibles dañados*, en el ENUN 32P. Por tanto, INNU considera también aceptable, desde un punto de vista de seguridad frente a criticidad, el nuevo diseño de bastidor tipo C para el almacenamiento del combustible W 17x17, en las condiciones y configuraciones de carga establecidas, así como las correspondientes modificaciones del Capítulo 6 de la revisión 7 del ES.

- INNU considera aceptable desde un punto de vista de seguridad frente a criticidad el almacenamiento de combustible de alto quemado en el contenedor ENUN 32P, en las condiciones establecidas y con la limitación de un tiempo máximo de 20 años.
- INNU considera aceptable desde el punto de vista de seguridad frente a criticidad la inclusión de los nuevos diseños de combustible ENUSA 16x16-20 y W 17x17 MAEF-2012 como contenido admisible para su almacenamiento en el contenedor ENUN 32P en el marco de la revisión 7 del ES.
- INNU considera aceptable el uso del dispositivo ESPIGA en los elementos combustibles PWR-W 17x17 para su almacenamiento en el contenedor ENUN 32P, demostrando los

análisis presentados la subcriticidad del contenedor cargado con estos elementos acondicionados en todas las configuraciones analizadas requeridas por la normativa.

3.1.8.3 Evaluación de las propiedades mecánicas del combustible gastado

Objeto de la evaluación

La evaluación realizada por INNU en este apartado comprende la revisión de las modificaciones de diseño incluidas en la Rev.6 del ES relacionadas con las propiedades mecánicas del combustible gastado, principalmente:

- Posibilidad de cargar elementos de alto quemado
- Posibilidad de cargar elementos dañados de diseño W17x17 de centrales de diseño Westinghouse españolas

El objeto de la evaluación ha sido comprobar las propiedades mecánicas utilizadas para el combustible nuclear gastado base de diseño para el contenedor (incluido el de alto quemado) en diversos documentos, pero principalmente en algunos de los análisis del capítulo 12 (Análisis de accidentes) del ES, presentados por Ensa como soporte de su solicitud.

Normativa específica y criterios de aceptación

Además de los requisitos recogidos en las normas referenciadas en el apartado 3.1.3 *Normativa empleada* de esta PDT, en la evaluación se ha tenido en cuenta como normativa de referencia las siguientes *Interim Staff Guidance* (ISGs), editadas por la NRC para aclarar aspectos específicos de la normativa:

- ISG-1 “Classifying the Condition of Spent Nuclear Fuel for Interim Storage and Transportation Based on Function” Rev.2. May 2007.
- ISG-2 “Fuel retrievability” Rev.2, abril 2016.
- ISG-11 “Cladding Consideration for the Transportation and Storage of Spent Fuel” Rev.3, November 2003.

Como criterio de aceptación, la evaluación ha considerado el cumplimiento de los requisitos contenidos en la normativa aplicable.

Resumen de la evaluación

La evaluación realizada se centra en la revisión de los siguientes aspectos:

- Las definiciones de combustible dañado, no dañado y relacionadas.
- Las propiedades mecánicas del combustible, en especial las correspondientes al de alto quemado.
- El espesor de la capa de óxido del combustible de alto quemado, que se emplea como parámetro de entrada en los análisis estructurales.

El área INNU revisó las definiciones proporcionadas por Ensa para el combustible dañado, no dañado y desechos de combustible, o *fuel debris* y solicitó en la PIA-2 [14] que se hicieran coherentes con las que se encuentran en la ISG-1, rev. 2, ya que inicialmente las definiciones aportadas en el ES:

- No definían expresamente el combustible “no dañado”, sino por oposición al “dañado”
- No definían el combustible “dañado”, sino que se describían ciertas características: barras con rotura severa en la vaina, o elementos con barras o esqueletos con deformaciones (más allá de las propias de la operación de arqueo de barra o de elemento) o daños mecánicos.

- Se indicaba del “fuel debris” (desechos de combustible) que son elementos combustibles dañados que han perdido la forma de elemento o se encuentran como “fuel debris” (pastillas y barras sueltas, segmentos de barras, etc.), y que no son contenidos autorizados para el contenedor ENUN 32P.

Este esquema no es exactamente igual al establecido en la ISG-1, rev.2, ya que divide la categoría de combustible “dañado” de la ISG-1 en dos conceptos: el que denomina “combustible dañado”, según la definición de la solicitud, y el denominado “fuel debris”, que son daños más graves que los anteriores. Ambas categorías de forma conjunta equivaldrían al combustible “dañado” de la ISG-1. Esta aproximación se había aceptado previamente por parte del CSN para la clasificación del combustible de otras dos centrales españolas para su carga en contenedores de almacenamiento.

Después de alguna interacción, las definiciones que aparecen finalmente en el apartado 1.1 y el capítulo 13 del borrador de la revisión 7 del ES se consideran aceptables por el área INNU. Con estas nuevas definiciones, queda claro que elementos con determinados defectos definidos como “fuel debris”, que entrarían dentro de la definición de “dañado” de la ISG 1, rev. 2, no son “contenidos autorizados” en el contenedor.

Respecto a las propiedades mecánicas del combustible gastado de alto grado de quemado, el CSN apreció favorablemente en 2021 [20] la metodología desarrollada por Ensa para la evaluación de combustible de alto grado de quemado, con quemados superiores a 45 GWd/MTU, en las modalidades de almacenamiento y transporte en los contenedores ENUN 32P y ENUN 52B.

Sin embargo, durante la evaluación el área INNU identificó que la versión del documento de metodología empleada por Ensa en el ES no se correspondía con la revisión aprobada, sino con una anterior. También se identificó un tema incorrecto a la hora de determinar el valor del límite elástico del material de vaina. La evaluación considera que ambos asuntos se han resuelto de modo aceptable en la rev.7 del ES.

Por otro lado, INNU ha evaluado el estado del combustible de alto quemado tras ciclados térmicos por reinundación. A este respecto, existen varias circunstancias operativas que podrían hacer necesaria la reinundación del contenedor (como fallos en el secado, descarga del contenedor en la central, etc). En este caso se producirían variaciones de temperatura que excederían la amplitud de 65°C. De acuerdo con el Nureg-2224 y la base experimental que lo sustenta, no se puede asegurar que tras la reinundación del contenedor, el combustible de alto quemado permanezca en la condición de “no dañado” si en dichos elementos combustible existían barras con pinchazos o grietas finas (“pinholes” o “hairline cracks”, dentro de la definición de combustible “no dañado”). La razón principal tiene que ver con la potencial entrada de agua en la barra combustible, con los consiguientes problemas asociados con la oxidación de la pastilla.

Este tema fue tratado durante la evaluación, enviándose una pregunta a Ensa en la PIA-2 [14] y realizándose una discusión posterior en [18].

Por ello, el área INNU considera aceptables las propiedades utilizadas por Ensa para el combustible de alto quemado en el marco de la aprobación de la solicitud hasta un tiempo máximo total de almacenamiento en el ENUN 32P de 20 años (dado que la solicitud de Ensa se limita a este periodo) pero, estima necesario imponer una condición consistente en que, si se produjese la necesidad de reinundación de la cavidad del contenedor cargado con combustible de alto quemado, este combustible no mantendría la condición de “no dañado”, pasando a considerarse “dañado”. En estas condiciones, tras la descarga de estos elementos de combustible, si el usuario del contenedor deseara recuperar la condición de “no dañado” de dichos elementos, deberá justificar tal condición y presentar una solicitud de autorización.

La evaluación señala en su informe que hay una serie de elementos de demostración (LTAs, Lead Test Assemblies) que no son contenido autorizado para el contenedor ENUN 32P,

puesto que no entran dentro de la definición de W 17x17 que se utiliza en esta revisión 7 del ES al no haberse considerado sus materiales de vaina en los análisis. Por ejemplo, en C.N. Almaraz hay elementos AFA-3G y material de vaina M5, de diseño Framatome, o elementos de diseño mecánico MAEF, pero con algunas barras combustible con materiales de vaina distintos de Zr-4, ZIRLO o ZIRLO Optimizado., o en C.N. Vandellós 2 hay elementos de diseño mecánico Westinghouse, pero con barras de distintas aleaciones.

Finalmente, el área INNU ha evaluado el espesor de óxido considerado por Ensa en los análisis para el combustible de alto grado de quemado. Tras la revisión inicial, INNU solicitó en la PIA-2 justificación de que los valores de corrosión utilizados en los análisis del ES, que Ensa consideraba representativos (100 micras para combustible W 17x17 y 70 micras para combustible 16x16-20) también eran conservadores, dado que la metodología apreciada favorablemente por el CSN [20] así lo requiere.

En su respuesta, y en la revisión 7 del ES, Ensa propone un valor para todos los materiales de vaina utilizados (DUPLEX o Zirlo para KWU 16x16-20, y Zr-4, Zirlo o Zirlo Optimizado para W 17x17) de 120 μm , que para el área evaluadora es un valor aceptable como valor envolvente para el espesor de corrosión más el de la capa con alta concentración de hidruro de zirconio de las barras combustibles.

Conclusiones

Como conclusiones de la evaluación realizada, el área INNU considera aceptable:

- Las definiciones de “Elemento combustible no dañado”, “Elemento combustible dañado” y “Fuel Debris” que aparecen en el apartado 1.1 de la revisión 7 del ES.
- Las propiedades utilizadas en el marco de la aprobación de la solicitud hasta 20 años.
- El valor de 120 μm como valor envolvente para el espesor de corrosión más el de la capa con alta concentración de hidruro de zirconio de las vainas de las barras combustibles

Por otra parte, el área INNU considera necesario imponer una condición consistente en que, si se produjese la necesidad de reinundación de la cavidad del contenedor cargado con combustible de alto quemado, este combustible no mantendría la condición de “no dañado”, pasando a considerarse “dañado”. En estas condiciones, tras la descarga de estos elementos combustibles, si el usuario del contenedor deseara recuperar la condición de “no dañado” de dichos elementos, deberá presentar una solicitud de autorización ante la DGPEM justificando dicha condición.

Por último, la evaluación señala que hay una serie de elementos de demostración (LTAs, Lead Test Assemblies) que no son contenido autorizado para el contenedor ENUN 32P, puesto que no entran dentro de la definición de W 17x17 que se utiliza en esta revisión 7 del ES, al no haberse considerado en los análisis sus materiales de vaina. Por ejemplo, en C.N. Almaraz hay elementos AFA-3G y material de vaina M5, de diseño Framatome, o elementos de diseño mecánico MAEF, pero con algunas barras combustible con materiales de vaina distintos de Zr-4, ZIRLO o ZIRLO Optimizado., o en C.N. Vandellós 2 hay elementos de diseño mecánico Westinghouse, pero con barras de distintas aleaciones.

3.2. Propuesta de condicionado

En relación con los Límites y Condiciones de la autorización vigente, ARAA realizó un análisis comparativo de los límites y condiciones vigentes de las Aprobaciones de Diseño de los contenedores de almacenamiento HI-STORM 100, ENUN 32P, ENUN 52B y ENSA DPT, con el objeto de comprobar la coherencia con la IS-20 y con las aprobaciones de Diseño de todos ellos, contenido en el anexo I del [CSN/IEV/ARAA/ATA/2010/25](#) [23].

Tras dicho análisis, que se detalla más adelante, se propone realizar los siguientes cambios:

1. Actualizar la condición 1ª para incluir la nueva denominación del titular: Equipos Nucleares, S.A., S.M.E. (ENSA).
2. Actualizar la condición 2ª en base a los documentos vigentes:
 - Estudio de Seguridad del Contenedor de Almacenamiento de Combustible Gastado ENUN 32P”, Ref. 9231-A, Rev. 7, de marzo de 2022.
 - Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado, Referencia 9231QP001, Rev. 11, de mayo de 2021.
3. Eliminar las condiciones 2.1, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª y 10ª, ya que se encuentran recogidos íntegramente en la Instrucción del CSN IS-20, sobre requisitos de seguridad de los contenedores de almacenamiento de combustible gastado, y, por lo tanto, su eliminación no supone un menoscabo de las obligaciones del titular de la Aprobación de Diseño.
4. Incluir una nueva condición (condición nº9) relativa a la obligación del usuario de remitir, con tres meses de antelación a la carga, el plan de carga que permita verificar que los elementos de combustible gastado seleccionados para ser cargados cumplen los requisitos de almacenamiento y transporte.

Además, se propone añadir las siguientes condiciones derivadas de la evaluación

Condición 4.1: El combustible gastado a almacenar en el contenedor ENUN 32P con un grado de quemado superior a 45 GWd/MTU no podrá permanecer almacenado por un periodo superior a 20 años a contar desde la fecha de carga.

Condición 5: En el caso de que se deba proceder a la reinundación de la cavidad del contenedor cargado con combustible de alto quemado, este combustible no mantendría la condición de “no dañado”, pasando a considerarse “dañado”. En estas condiciones, tras la descarga de estos elementos combustibles, si el usuario del contenedor deseara recuperar la condición de “no dañado”, deberá presentar una solicitud de autorización ante la Dirección General de Política Energética y Minas justificando dicha condición.

Adicionalmente, el área ARAA ha identificado dos discrepancias relativas al capítulo 13 sobre las especificaciones técnicas del contenedor que considera necesario corregir:

La primera se trata de un error identificado en la CLO 3.2.1 (Integridad del combustible durante el Secado por Vacío) al no determinar las acciones posteriores en caso de incumplimiento del criterio de secado en el tiempo establecido y la posibilidad de realizar nuevos ciclos de secado para evitar la descarga del combustible.

Condición 6: En el plazo de un mes, se corregirán las acciones asociadas a la CLO 3.2.1. para requerir que, en caso de incumplimiento de la acción A en el tiempo disponible, se lleve a cabo la acción D de descarga de combustible gastado. Se reconsiderará dicha acción para contemplar la posibilidad de ampliar el número de ciclos de secado antes de requerir la descarga del combustible gastado.

La segunda consiste en la necesidad de que las Especificaciones Técnicas incluyan un apartado que aclare las bases de las mismas y que, hasta ahora, no había sido desarrollado.

Condición 7: Se elaborarán las bases para cada una de las Especificaciones Técnicas incluidas en el capítulo 13 en cumplimiento de lo especificado en el apartado 13.4 del NUREG-1536 rev.1, y se incluirán en la próxima revisión del Estudio de Seguridad.

Se recogen a continuación los límites y condiciones vigentes con la propuesta de cambio:

1. Esta modificación de la aprobación de diseño del contenedor ENUN 32P se concede a la empresa **Equipos Nucleares, S.A. (ENSA)**, como titular responsable a los efectos previstos en la legislación vigente y faculta al titular para fabricar el contenedor y para ejecutar las pruebas de fabricación y las pruebas pre-operacionales del contenedor que le correspondan.

Se modifica para incluir la nueva denominación de Equipos Nucleares, S.A., S.M.E. (ENSA).

2. La presente modificación se concede en base al contenido de los siguientes documentos:

- Estudio de Seguridad del Contenedor de Almacenamiento de Combustible Gastado ENUN 32P, de referencia 9231-A-**Revisión 4**, desde ahora Estudio de Seguridad.
- Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado, de referencia 9231QP001-**Revisión 9**.

Se actualiza a las nuevas revisiones de los documentos:

- Estudio de Seguridad del Contenedor de Almacenamiento de Combustible Gastado ENUN 32P”, Ref. 9231-A, Revisión 7, marzo de 2022.
- Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado, Referencia 9231QP001, Revisión 11, de mayo de 2021.

La fabricación, pruebas y uso del contenedor se realizarán de acuerdo con lo especificado en los anteriores documentos de la revisión vigente, siguiendo el proceso de actualización que se indica a continuación:

2.1. Cada dos años, como mínimo, el titular actualizará el Estudio de Seguridad del contenedor, que será remitido a la Dirección General de Política Energética y Minas y al Consejo de Seguridad Nuclear al mes siguiente de su entrada en vigor, salvo cuando no se haya modificado, en cuyo caso se comunicará igualmente por escrito en el mismo plazo.

Las revisiones del Estudio de Seguridad que afecten a las bases de diseño del contenedor o a los límites y controles de operación, requerirán aprobación de la Dirección General de Política Energética y Minas, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear. Las modificaciones que resulten de otras modificaciones del diseño del contenedor se ajustarán a lo especificado en el punto 7 de estos límites y condiciones.

2.2. Las modificaciones del mencionado Plan de Calidad podrán llevarse a cabo bajo la responsabilidad del titular siempre que no reduzca los requisitos y compromisos contenidos en la revisión vigente de dicho documento, entendiendo por requisitos y compromisos aquellos que figuran en forma de normas y guías aplicables, así como la propia descripción y alcance del plan. Las revisiones de dicho plan deberán remitirse a la Dirección General de Política Energética y Minas y al Consejo de Seguridad Nuclear, en el plazo de un mes desde su entrada en vigor.

Se propone eliminar la condición 2.1 puesto que se requiere en la IS-20 “5.5 El titular actualizará el Estudio de Seguridad del contenedor, como mínimo, cada dos años y será remitido al Consejo de Seguridad Nuclear, y cuando la actualización no resulte necesaria, por no haberse producido ninguna modificación, se comunicará igualmente por escrito.”

El segundo párrafo del apartado 2.1 menciona las modificaciones de diseño y señala el punto 7 de los límites y condiciones de a la AD que también se propone eliminar, puesto que está recogido en apartado sexto de la IS-20.

La condición 2.2 se mantiene puesto que este requisito no está actualmente recogido en la normativa.

3. El modelo del contenedor cuyo diseño es objeto de esta modificación es el denominado ENsa UNiversal 32P (ENUN 32P) para almacenamiento de 32 elementos combustibles gastados PWR no dañados. Las características de diseño, materiales, dimensiones y fabricación y pruebas del contenedor ENUN 32P son las especificadas en el Estudio de Seguridad y sus correspondientes planos de licencia.

Se mantiene la condición nº 3, aunque se elimina la restricción de combustible no dañado.

4. El combustible gastado a almacenar en el contenedor ENUN 32P queda limitado al combustible no dañado de tipos KWU 16X16 y W-17X17 de las centrales PWR españolas, que cumplan los criterios de diseño y especificaciones técnicas contenidas en los capítulos 2 “Principales Criterios de diseño” y 13 “Límites y controles de operación” del Estudio de Seguridad.

Se mantiene la condición nº4, aunque se elimina la restricción de combustible no dañado, y se añade el subapartado 4.1 con la condición de limitar el almacenamiento de combustible de alto quemado:

4.1 El combustible gastado a almacenar en el contenedor ENUN 32P con un grado de quemado superior a 45 GWd/MTU no podrá permanecer almacenado por un periodo superior a 20 años a contar desde la fecha de carga.

5. A efectos de esta modificación, se considera de aplicación la Instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear IS-20, por la que se establecen los requisitos de seguridad relativos a contenedores de almacenamiento de combustible gastado, así como la normativa considerada de aplicación en el Estudio de Seguridad, desde ahora normativa de referencia.

Se propone eliminar esta condición puesto que en el cuerpo de la Resolución de la Aprobaciones de Diseño que emite la Dirección General de Política Energética y Minas se indica que dicha aprobación se otorga de conformidad con el artículo 80 del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre; y con la Instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear IS-20, de 28 de enero de 2009, por la que se establecen los requisitos de seguridad relativos a contenedores de almacenamiento de combustible gastado.

6. Cualquier cambio de las condiciones de esta modificación, y en general las modificaciones de diseño, de pruebas, de métodos de evaluación, procedimientos manuales y de las condiciones de esta modificación que pudieran afectar a la seguridad y a la protección radiológica, deberán ajustarse a lo establecido en el artículo sexto de la IS-20 y en la normativa de referencia, donde se especifican aquellos casos en los que será

necesario realizar la correspondiente solicitud de modificación, que irá acompañada de la respectiva revisión del Estudio de Seguridad.

Se propone eliminar la condición 6 puesto que se requiere en la IS-20 “6.1 *Cualquier modificación de diseño, de pruebas, de métodos de evaluación, procedimientos, manuales y, en general, en las condiciones de la aprobación de diseño o del uso especificadas en la misma, que pudieran afectar a la seguridad y a la protección radiológica, deberán ser previamente evaluadas por el titular, que deberá determinar si se dan algunas de las circunstancias que se indican a continuación, en cuyo caso se deberá solicitar la correspondiente autorización de modificación de la Aprobación de diseño:*

a. Aumenta la frecuencia de ocurrencia de algún accidente previamente analizado en el estudio de seguridad.

b. Aumenta la probabilidad de ocurrencia de alguna mal función de estructuras, sistemas o componentes importantes para la seguridad, previamente analizada en el estudio de seguridad.

c. Aumentan las consecuencias de algún accidente previamente analizado en el estudio de seguridad.

d. Aumentan las consecuencias de alguna mal función de estructuras, sistemas o componentes importantes para la seguridad, previamente analizada en el estudio de seguridad.

e. Se crea la posibilidad de que se produzca algún accidente de tipo diferente a los previamente analizados en el estudio de seguridad.

f. Se crea la posibilidad de que se produzca alguna mal función de estructuras, sistemas o componentes importantes para la seguridad, con resultados diferentes de los previamente analizados en el estudio de seguridad.

g. Se exceden o alteran los límites base de diseño de las barreras de los productos de fisión que se describen en el estudio de seguridad.

h. 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. “

7. El titular enviará a la Dirección General de Política Energética y Minas y al Consejo de Seguridad Nuclear, dentro del primer trimestre de cada año, un informe que contenga la descripción de las modificaciones de diseño que no hayan requerido aprobación previa, acompañada de un resumen de la evaluación de cada una de ellas. Adicionalmente el informe incluirá las unidades fabricadas y entregadas, pruebas y revisiones documentales realizadas, así como los datos de interés que se deriven del análisis de la experiencia operativa nacional e internacional de contenedores. Así mismo, el titular notificará inmediatamente al Consejo de Seguridad Nuclear la identificación de deficiencias en el diseño del contenedor que afecten a la seguridad.

Se propone eliminar la condición 7 puesto que se requiere en la IS-20 “5.4 *El titular enviará al Consejo de Seguridad Nuclear, dentro del primer trimestre de cada año, un informe que contenga la descripción de las modificaciones de diseño que no hayan requerido aprobación previa, acompañada de un resumen de la evaluación de cada una de ellas. Adicionalmente el informe incluirá las unidades fabricadas y entregadas, pruebas y revisiones documentales realizadas, así como los datos de interés que se deriven del análisis de la experiencia operativa nacional e internacional de contenedores.*

Así mismo el titular notificará inmediatamente al CSN cuando se detecten deficiencias en el diseño del contenedor que afecten a la seguridad.”

8. Esta modificación está sujeta a la realización de las pruebas de fabricación y de las pruebas pre-operacionales contenidas en el Estudio de Seguridad y a la conformidad de sus resultados con los criterios de aceptación especificados en dicho documento. Los resultados de dichas pruebas deberán ser comunicados al Consejo de Seguridad Nuclear previamente a la carga del primer contenedor y estar disponibles para su inspección. Serán de representación oficial las siguientes pruebas: prueba de fugas y prueba térmica.

Se propone eliminar la condición 8 puesto que se requiere en la IS-20:

“5.7 Como requisito previo a la carga de combustible gastado se realizarán pruebas pre-operacionales del contenedor, que incluirán la carga, cierre o sellado, secado, presurizado, pruebas de fugas, manejo, descarga y transferencia. Las pruebas se realizarán sin combustible pero con el peso equivalente, donde sea significativa su contribución al objetivo de la prueba, y empleando todos los equipos auxiliares y de izado que se emplearán en la carga real del sistema.

5.8 Los resultados de las pruebas pre-operacionales serán remitidos al Consejo de Seguridad Nuclear antes de la carga real de combustible.”

Las pruebas de representación oficial a las que alude la condición 8 ya se realizaron, por lo que no es necesario mantener dicha condición.

9. El contenedor ENUN 32P podrá almacenarse en instalaciones de almacenamiento de combustible gastado que cuenten con las autorizaciones oportunas y cumplan con las condiciones de uso, límites y controles de operación descritos en el Estudio de Seguridad vigente, de acuerdo con la condición 2ª, y con los parámetros y límites de emplazamiento especificados en el capítulo 2 de dicho documento.

Se mantiene la condición n° 9 que se renumera a la n° 8

10. En todo lo referente a los requisitos de señalización de los contenedores, transferencia de la documentación generada durante la fabricación a los usuarios del contenedor, actualización periódica y revisiones del Estudio de Seguridad, realización de pruebas pre-operacionales, desarrollo y revisión de los Manuales de Operación y Mantenimiento, así como aquellos requisitos relativos a las condiciones para el uso del contenedor e interfases con el usuario del mismo, será de aplicación lo dispuesto en el artículo quinto de la IS-20, puntos 5.2 a 5.13.

Se propone eliminar la condición 10 puesto que se requiere en la IS-20:

“5.2 Cada contenedor deberá estar visiblemente identificado con marca indeleble, mediante un número de identificación propio, y su peso en vacío.

5.3 La documentación generada durante la fabricación de cada contenedor deberá estar en poder del usuario.

5.4 El titular enviará al Consejo de Seguridad Nuclear, dentro del primer trimestre de cada año, un informe que contenga la descripción de las modificaciones de diseño que no hayan requerido aprobación previa, acompañada de un resumen de la evaluación de cada

una de ellas. Adicionalmente el informe incluirá las unidades fabricadas y entregadas, pruebas y revisiones documentales realizadas, así como los datos de interés que se deriven del análisis de la experiencia operativa nacional e internacional de contenedores. Así mismo el titular notificará inmediatamente al CSN cuando se detecten deficiencias en el diseño del contenedor que afecten a la seguridad.

5.5 El titular actualizará el Estudio de Seguridad del contenedor, como mínimo, cada dos años y será remitido al Consejo de Seguridad Nuclear, y cuando la actualización no resulte necesaria, por no haberse producido ninguna modificación, se comunicará igualmente por escrito.

5.6 El titular facilitará al usuario del contenedor una copia actualizada de la aprobación y de las posteriores modificaciones o revisiones de la misma, así como del Estudio de Seguridad.

5.9 El titular desarrollará un Manual de Operación de acuerdo con el Estudio de Seguridad que será facilitado al usuario quien lo implantará en la instalación conforme a un programa basado en procedimientos escritos.

5.10 El titular identificará aquellos equipos y sistemas necesarios para el mantenimiento, pruebas periódicas y programas de inspección para asegurar su funcionamiento adecuado.

5.11 El titular desarrollará el Manual de mantenimiento, pruebas e inspecciones periódicas, el régimen de vigilancia y la consideración del envejecimiento de las ESC, de acuerdo a un programa basado en el Estudio de Seguridad que el usuario implantará en la instalación a través de un programa basado en procedimientos escritos. Los resultados del mantenimiento, pruebas e inspecciones periódicas serán evaluados y registrados.

5.12 El titular revisará periódicamente el Manual de mantenimiento, pruebas e inspecciones periódicas para incorporar las lecciones aprendidas de la experiencia especialmente de los incidentes de actividades secundarias tales como la preparación del mantenimiento y de las pruebas.

5.13 Ambos manuales de operación y de mantenimiento tendrán en cuenta la optimización de la exposición ocupacional.”

11. El Consejo de Seguridad Nuclear podrá remitir directamente al titular las instrucciones técnicas complementarias para garantizar el mantenimiento de las condiciones y requisitos de seguridad del contenedor y para el mejor cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente modificación. Así mismo, podrá realizar las inspecciones necesarias durante la fabricación y pruebas de los componentes de este sistema de almacenamiento.

Se mantiene la condición n° 11 que se renumera a la n° 10

Como anexo I a la PDT se incluyen los límites y condiciones que se propone incluir asociados a la aprobación de diseño del contenedor para almacenamiento de combustible gastado.

3.3. Deficiencias de evaluación: Sí

De acuerdo con lo establecido en el PG.IV.08 “Evaluación de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo de combustible” Rev. 2 de 02/09/2014, se han identificado tres deficiencias de evaluación que serán transmitidas al solicitante mediante carta incluida en el anexo II.

Las deficiencias ENUN32P2022001 y ENUN32P2022002 identificadas por el área IMES en sus informes de evaluación de los aspectos térmicos y estructurales, respectivamente, se refieren a la gran cantidad de cambios que Ensa ha tenido que realizar en la documentación como consecuencia del proceso de evaluación, por no ser ésta completa y estar convenientemente revisada, lo que ha requerido de muchas interacciones y esfuerzos adicionales. Las deficiencias identificadas por IMES se encuadran dentro de las siguientes:

1. La documentación aportada por el titular ha debido ser revisada.
2. La documentación y referencias aportadas no son completas o adecuadas.
3. Otras, tales como discrepancias entre documentos, inclusión de modificaciones nuevas, falta de claridad en la definición del alcance de las modificaciones y documentación afectada no mencionada en las modificaciones de diseño.

La deficiencia ENUN32P2022003 de APRT se refiere a fallos en la metodología empleada por Ensa para el cálculo de las tasas de dosis, basada en el uso de detectores puntuales, que no asegura la obtención de las tasas de dosis máximas.

A pesar de ello, la evaluación considera que las diferencias encontradas en las tasas de dosis calculadas por Ensa, respecto a la revisión independiente realizada por el CSN, no comprometen la seguridad radiológica de los trabajadores.

Las deficiencias identificadas por APRT son las siguientes:

1. La documentación aportada por el titular ha debido ser revisada.
2. Las hipótesis y argumentaciones aportadas son inconsistentes, no están justificadas, son incompletas o no están debidamente soportadas.
3. Las conclusiones incluidas en la propuesta del titular no son claras o no están soportadas por la documentación aportada.
4. Otras, tales como respuestas de Ensa no ajustadas a lo acordado en las reuniones mantenidas o a lo transmitido por correo electrónico, que han dificultado y dilatado el proceso de evaluación

3.4. Discrepancias respecto de lo solicitado: Sí

Como consecuencia de la evaluación realizada, se ha impuesto una restricción en el condicionado que supone una discrepancia respecto de lo solicitado.

La condición impuesta se refiere a la maniobra, contemplada en el ES, de reinundación de un contenedor cargado con combustible “no dañado” de alto grado de quemado.

En caso de necesidad de reinundación de la cavidad del contenedor cargado con combustible de alto quemado, se producirían en el combustible variaciones de temperatura que excederían una amplitud de 65°C. De acuerdo con el Nureg-2224 y la base experimental que lo sustenta, no se puede asegurar que tras la reinundación del contenedor, el combustible de alto quemado permanezca en la condición de “no dañado” si en dichos elementos combustible existían barras con pinchazos o grietas finas (“pinholes” o “hairline cracks”, dentro de la definición de combustible “no dañado”). La razón principal tiene que ver con la potencial entrada de agua en la barra combustible, con los consiguientes problemas asociados con la oxidación de la pastilla.

Por ello el área INNU ha considerado necesario imponer la siguiente condición:

En el caso de que se deba proceder a la reinundación de la cavidad del contenedor cargado con combustible de alto quemado, este combustible no mantendría la condición de “no dañado”, pasando a considerarse “dañado”. En estas condiciones, tras la descarga de estos elementos combustibles, si el usuario del contenedor deseara recuperar la condición de “no dañado”, deberá presentar una

solicitud de autorización ante la Dirección General de Política Energética y Minas, justificando dicha condición.

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

De acuerdo con las conclusiones de las evaluaciones de las áreas especialistas del CSN, se consideran aceptables todas las modificaciones de diseño sometidas a autorización, las metodologías empleadas y los resultados obtenidos, en cumplimiento con la normativa aplicable en todas las condiciones requeridas por la misma y con los límites y condiciones expuestos en la documentación de licencia.

Por lo tanto, se propone informar favorablemente la solicitud de modificación de la Aprobación de Diseño del sistema de almacenamiento ENUN 32P, en base a la revisión 7 del Estudio de Seguridad de Almacenamiento y a la revisión 11 del Plan de Calidad para el Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado, ref. 9231QP001, y asociar a la misma los límites y condiciones incluidos en el anexo I.

Así mismo, se propone remitir una carta de la DSN en la que se solicitan una serie de modificaciones al Estudio de Seguridad y al Plan de Calidad de naturaleza documental, aclaratoria o justificativa que no condicionan la autorización, así como las deficiencias de evaluación identificadas, que se incluyen en el anexo II.

4.1. Aceptación de lo solicitado: SÍ

4.2. Requerimientos del CSN: SÍ

Se propone modificar los límites y condiciones de la Aprobación del Diseño, en los siguientes términos, según se incluyen en el anexo I:

1. Actualizar la condición 1ª para incluir la nueva denominación del titular: Equipos Nucleares, S.A., S.M.E. (Ensa).
2. Actualizar la condición 2ª en base a los documentos vigentes:
 - Estudio de Seguridad del Contenedor de Almacenamiento de Combustible Gastado ENUN 32P”, Ref. 9231-A, Rev. 7, de marzo de 2022.
 - Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado, Referencia 9231QP001, Rev. 11, de mayo de 2021.
3. Eliminar las condiciones 2.1, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª y 10ª, ya que se encuentran recogidos íntegramente en la Instrucción del CSN IS-20, sobre requisitos de seguridad de los contenedores de almacenamiento de combustible gastado, y, por lo tanto, su eliminación no supone un menoscabo de las obligaciones del titular de la Aprobación de Diseño.
4. Incluir una nueva condición (condición nº8) relativa a la obligación del usuario de remitir, con tres meses de antelación a la carga, el plan de carga que permita verificar que los elementos de combustible gastado seleccionados para ser cargados cumplen los requisitos de almacenamiento y transporte.

Además, se propone añadir las siguientes condiciones derivadas de la evaluación:

Condición 4.1: El combustible gastado a almacenar en el contenedor ENUN 32P con un grado de quemado superior a 45 GWd/MTU no podrá permanecer almacenado por un periodo superior a 20 años a contar desde la fecha de carga.

Condición 5: En el caso de que se deba proceder a la reinundación de la cavidad del contenedor cargado con combustible de alto quemado, este combustible no mantendría la condición de “no dañado”, pasando a considerarse “dañado”. En estas condiciones, tras la descarga de estos elementos combustibles, si el usuario del contenedor deseara recuperar la condición de “no dañado”, deberá presentar una solicitud de autorización ante la Dirección General de Política Energética y Minas justificando dicha condición.

Condición 6: En el plazo de un mes, se corregirán las acciones asociadas a la CLO 3.2.1. para requerir que, en caso de incumplimiento de la acción A en el tiempo disponible, se lleve a cabo la acción D de descarga de combustible gastado. Se reconsiderará dicha acción para contemplar la posibilidad de ampliar el número de ciclos de secado antes de requerir la descarga del combustible gastado.

Condición 7: Se elaborarán las bases para cada una de las Especificaciones Técnicas incluidas en el capítulo 13 en cumplimiento de lo especificado en el apartado 13.4 del NUREG-1536 rev.1, y se incluirán en la próxima revisión del Estudio de Seguridad.

4.3. Otras actuaciones adicionales: Sí

En el anexo II se incluye una propuesta de carta de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear a Ensa, identificando aspectos adicionales que el titular deberá analizar, justificar o corregir en la revisión de la documentación presentada en apoyo de la solicitud.

Estas acciones han sido solicitadas por las áreas evaluadoras como resultado del proceso de evaluación y, si bien no tienen la entidad suficiente como para condicionar la solicitud de la aprobación de diseño, sí son necesarias para aclarar la redacción del ES, corregir erratas o eliminar discrepancias.

Área de Protección Radiológica de los Trabajadores

El área APRT ha abierto una deficiencia de evaluación por considerar que la metodología empleada en el cálculo de la tasa de dosis, basada en el uso de detectores puntuales, no es la más adecuada para determinar las tasas de dosis puesto que no asegura detectar correctamente las tasas de dosis máximas.

A pesar de las discrepancias encontradas por la evaluación, ésta no considera que la diferencia con las tasas de dosis reportadas en el ES comprometan la seguridad radiológica de los trabajadores, por lo que solicita la siguiente acción:

1. Ensa deberá presentar al CSN, antes del próximo 30 de septiembre, nuevos cálculos de tasas de dosis totales para el contenedor ENUN32P con bastidor tipo C con el método de detectores de malla (mesh tally), utilizando preferiblemente el código Scale, ya que ha sido el utilizado para los cálculos relativos al bastidor C en el ES presentado por Ensa.

En lo que respecta a la posición de los detectores de malla, estos se dispondrán en las mismas zonas del entorno del contenedor en las que están situados los puntos detectores definidos en el ES presentado. Para ello se podrá tomar como referencia la metodología ya utilizada en la anterior revisión del ES (para bastidores tipo A y B), determinando las dosis máximas en zonas clave a lo largo de la superficie lateral, en la parte superior y parte inferior del contenedor, siguiendo lo recogido en el propio ES (figura 5.1.1, tabla 5.1.5, figura 5.4.1).

Los cálculos de tasa de dosis solicitados son los siguientes:

- Para el caso de la cavidad inundada: los cálculos se realizarán para la carga uniforme de los dos mismos combustibles utilizados en el documento ITEC-2186Rev.0 (apartado 5.2) y de la misma manera se reportará las tasas de dosis envolventes.

- Para la condición en seco, y motivado por la existencia de posibles variaciones angulares en las tasas de dosis en contacto y que ha resultado en el uso de un factor de seguridad para los detectores angulares también en esta condición, se calcularán los casos siguientes, como muestra representativa de aquellos que reportan las tasas máximas de dosis (tabla 11.4.1 del ES) en los principales detectores usados en la determinación de las dosis operacionales:
 - NFH_45_069
 - CBD_55_093
 - REG_55_100
 - NFH_50_082 (7400bq)
- 2. En función de los resultados obtenidos, Ensa deberá comprobar que las tablas 11.4.5 y 11.4.6 relativas a la exposición operacional para las operaciones de carga y descarga del contenedor con bastidor Tipo C siguen siendo válidas. En caso contrario Ensa deberá realizar las modificaciones pertinentes en la siguiente revisión del ES.

Área de Ingeniería del Núcleo

- 3. En relación con la evaluación del término fuente, el área INNU ha identificado las siguientes acciones de carácter documental, que Ensa deberá llevar a cabo en una próxima revisión del ES:

Capítulo 2:

- Corregir la tabla 2.1.9 porque aparentemente hay dos tiempos de enfriamiento mal para la carga regionalizada 3. Igual pasa en la tabla 13.2.3.
- En la Figura 2.1.13, en la Tabla de grado de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento pone 1.32k y 1.2k, debería poner 1.32kW y 1.2kW.

Capítulo 7:

- Modificar la tabla 7.0.1 para indicar que para la carga regionalizada 3 del bastidor C se ha realizado un análisis independiente de la carga uniforme para este bastidor, porque esta tabla pone que los dos casos se evalúan en un solo análisis que corresponde con la carga térmica de 1.1 kW y finalmente no ha sido así.

Capítulo 5:

- Indicar en relación con las tablas 5.2.4 y 5.2.5 del capítulo 5 del ES que éstas se corresponden con las cargas térmicas limitantes anteriores a esta revisión del ES y que se mantienen, tanto las propias tablas como el término fuente y el análisis de blindaje, en el presente ES porque son envolventes de los límites actuales.
- Eliminar el listado de ficheros Excel de Ensa y la explicación de su contenido de la pág. 5.2-7, esta información de trabajo de Ensa no es adecuada para un ES.
- Corregir el valor de tiempo de enfriamiento de la tabla 5.4.8 asociado a un quemado de 40 GWd/TmU, pone erróneamente 6.5 años cuando debe poner 6.6 años.
- Corregir el apartado 5.6.3.1 porque pone que la carga uniforme se permite para los grupos de enriquecimiento fijo A y B. Debe poner "B y C".
- Corregir los grados de quemado mínimo de los grupos de enriquecimiento fijo B y C de las tablas 5.6.6 y 5.6.7. Además, para el grado de quemado de 55GWd/MTU, tiempo de enfriamiento de la Tabla 5.6.7 es 9.2 años, mientras que en la Figura 2.1.11 es 9.9 años. Corregir.
- Explicar las diferencias entre la tabla 5.5.12 con la correspondiente de la Figura 13.2.21 y la equivalente del capítulo 2 de la Figura 2.1.24. Estas tablas corresponden a la carga regionalizada 3, región 1, del bastidor C. Corregir si es necesario.

- Explicar las diferencias entre la tabla 5.5.13 con la correspondiente de la Figura 13.2.22 y la equivalente del capítulo 2 de la Figura 2.1.25. Estas tablas corresponden a la carga regionalizada 3, región 2, del bastidor C. Corregir si es necesario.

Área de Ingeniería Mecánica y estructural

En relación con los cambios de redacción introducidos en el capítulo 12 (Análisis de accidentes) en el análisis de la condición anormal de pérdida de un sello de la barrera de confinamiento (apartado 12.1.2.3), el área IMES ha considerado que es aceptable postular que, con el contenedor situado en su posición final del ATI con el sistema de monitorización de presión en funcionamiento y sometido a las ETF (control periódico de la presión), no se deriva emisión de efluentes radiactivos desde el contenedor (esto implica suponer una tasa de dosis nula). También ha estimado que es conservador suponer las dosis que se obtienen de los cálculos de consecuencias radiológicas considerando solo la barrera de confinamiento (con ausencia de la tapa exterior). Sin embargo, la redacción dada por Ensa en el ES es confusa y puede llevar a malas interpretaciones.

Por este motivo, IMES ha identificado las siguientes acciones de carácter documental, que Ensa deberá llevar a cabo en una próxima revisión del ES:

4. Ensa debe aclarar la redacción del apartado 12.1.2.3 de la siguiente manera:
 - a) Distinción clara entre los cálculos de consecuencias radiológicas asociados a la barrera de confinamiento y las condiciones en las que, para el análisis radiológico de un ATI, puede suponerse ausencia de emisión de efluentes desde el contenedor.
 - b) Corrección de la afirmación de la bajada brusca de presión del espacio entre tapas.
 - c) Establecimiento claro de las condiciones en las que el contenedor no produciría emisiones con esta condición anormal de operación, entre las que no se encuentran las operaciones de corta duración.

Área de Garantía de Calidad

5. En relación con el Capítulo 14 de la revisión 7 del ES, el área GACA ha comprobado que Ensa ha realizado una serie de modificaciones de carácter organizativo que no han sido reflejadas en la revisión 11 del Plan de Calidad, para el que Ensa ha solicitado la aprobación.

Por este motivo, la evaluación considera que:

- Ensa debe editar una nueva revisión del Plan de Calidad (revisión 12) con el fin de que no existan discrepancias entre ambos documentos (ES y Plan de Calidad).
- Dado que en el Estudio de Seguridad figura la revisión del Plan de Calidad aplicable (en el apartado 14.1), una vez que se edite la nueva revisión del Plan de Calidad, esta referencia ha de ser modificada de forma que conste el Plan de Calidad actualizado, es decir, en revisión 12, lo cual puede ser realizado en una próxima revisión del ES.

4.4. Recomendaciones del CSN: NO

4.5. Compromisos del titular: NO

5. REFERENCIAS

- [1] Escrito CON-32P/SG/210519 de la Dirección General de Política Energética y Minas remitiendo para informe, la solicitud de aprobación de la revisión 6 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 32P, para almacenamiento de combustible gastado, presentada por Ensa. (Registro 44954 y fecha 19/05/2021).
- [2] Escrito CON-32P/SG/191203 de la Dirección General de Política Energética y Minas remitiendo para informe, la solicitud de aprobación de la revisión 5 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 32P, para almacenamiento de combustible gastado, presentada por Ensa. (Registro 45618 y fecha 03/12/2019).
- [3] Escrito CON-32P/SG/220331 de la Dirección General de Política Energética y Minas remitiendo para informe, la solicitud de aprobación de la revisión 7 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 32P, para almacenamiento de combustible gastado, presentada por Ensa. (Reg. Entrada 44388 y fecha 31/03/2022).
- [4] Solicitud de aprobación del “Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado”, Referencia 9231QP001, Rev. 11, de mayo de 2021 (Reg. Entrada 45220 y fecha 28/05/2021).
- [5] Documentación adjunta a la solicitud de aprobación de la revisión 7 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 32P, para almacenamiento de combustible gastado, presentada por Ensa. (Reg. Entrada 44296 y fecha 30/03/2022).
- [6] Resolución de 22/09/2015 de la Dirección General de Política Energética y Minas por la que se aprueba el diseño del contenedor ENUN 32P para su uso en instalaciones de almacenamiento de combustible gastado (Registro entrada 43354 y fecha 22.09.2015). Estudio de Seguridad 9231-A Rev. 2 y Plan de Calidad Rev.8.
- [7] Resolución de 01/06/2018 de la Dirección General de Política Energética y Minas por la que se modifica la aprobación de diseño del contenedor ENUN 32P para su uso en instalaciones de almacenamiento de combustible gastado (Registro entrada 42584 y fecha 04/06/2018). Estudio de Seguridad 9231-A Rev. 4 y Plan de Calidad Rev.9.
- [8] 008-21 Solicitud de Ensa de Aprobación de Diseño del Contenedor ENUN32P para almacenamiento de combustible gastado (Reg. Entrada 44882 y fecha 17/05/2021).
- [9] CSN/ART/ATMR/TRA/1907/03 Acta de la reunión técnica mantenida el 19/06/2019 sobre próximos licenciamientos del contenedor de doble propósito ENUN-32P y sobre el proceso de licenciamiento de la metodología para la evaluación del combustible de alto grado de quemado.
- [10] CSN/C/DSN/ENUN32P/21/02 Carta a Ensa sobre cambio de expedientes relativos a las solicitudes de aprobación de las Revisiones 6 del ES-A y 8 del ES-T y conclusiones de la revisión de la calidad de la documentación. (Reg. Salida 3934 y fecha 30/06/2021).
- [11] 011-21 Carta de Ensa subsanando las deficiencias encontradas en la revisión de la calidad de la documentación (Reg. Entrada 48112 y fecha 15/07/2021).
- [12] CSN/C/DSN/ENUN32P/21/03 Carta de envío de la PIA-1 CSN/PIA/ARAA/ENUN32P/2109/02 con cuestiones de AEIR (Reg. Salida 6996 y fecha 30/09/2021).
- [13] 014-21, Carta de respuesta a la PIA-1. (Reg. Entrada 52086 y fecha 29/10/2021).
- [14] CSN/C/DSN/ENUN32P/21/04 Carta de envío de la PIA-2 CSN/PIA/ARAA/ENUN32P/2110/03 con cuestiones de las áreas GACA, APRT, IMES e INNU (Reg. Salida 7935 y fecha 04/11/2021), conjunta para almacenamiento y transporte.

- [15] 001-22 Carta de Ensa de respuestas a la PIA-2. (Reg. Entrada 40356 y fecha 14/01/2022).
- [16] CSN/C/DSN/ENUN32P/22/01 Carta de rechazo a la incorporación de una modificación de diseño adicional junto con las respuestas a la PIA-2 (Reg. Salida 40146 y fecha 21/02/2022).
- [17] 010-22 Carta de Ensa con repuestas a los comentarios realizados por el área APRT, relativos a los cálculos de tasa de dosis en condiciones de húmedo y a la variación angular de las tasas de dosis (Reg. Entrada 42028 y fecha 23/02/2022).
- [18] 011-22 Carta de Ensa de respuesta a los comentarios de IMES e INNU de valoración de las respuestas a la PIA-2, acompañada del documento “Determinación del tiempo de ebullición tras la reinundación del contenedor” (Reg. Entrada 42148 y fecha 25/02/2022).
- [19] 013-22 Carta de Ensa con el envío de los borradores de los capítulos de la revisión 7 del Estudio de Seguridad de Almacenamiento (Reg. Entrada 42556 y fecha 08/03/2022).
- [20] CSN/C/SG/TRA/20/14 Carta de Apreciación favorable de la “Metodología de evaluación de combustible de alto grado de quemado en las modalidades de almacenamiento y transporte en los contenedores ENUN 32P Y ENUN 52B”. 9231-ATN25 con sus límites y condiciones (Reg. Salida 204 y fecha 21/01/2021).
- [21] CSN/C/DSN/ENUN32P/21/01 Carta de envío de la PIA CSN/PIA/ARAA/ENUN32P/2103/01 sobre la revisión 10 del Plan de Calidad de Ensa (Reg. Salida 1571 y fecha 26/03/2021).
- [22] IF-02/21 Carta de Ensa de respuestas a la PIA CSN/PIA/ARAA/ENUN32P/2103/01 de garantía de calidad (Reg. Entrada 44510 y fecha 04/05/2021).
- [23] CSN/IEV/ARAA/ATA/2010/25 Evaluación de las respuestas a la PIA-3 en los aspectos requeridos por ARAA, verificación de la revisión 7 del ES y revisión de los límites y condiciones de la aprobación de diseño del sistema de almacenamiento HI-STORM 100.

8. DIAGRAMA DE GANTT DEL PROCESO DE EVALUACION

