

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.....	4
2.1.	Antecedentes	4
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	Componentes principales del sistema HI-STAR 150.....	7
2.4.2	Dimensiones y pesos	10
2.5.	Descripción del contenido.....	10
3.	EVALUACIÓN	12
3.1.	Resumen de la evaluación.....	12
3.1.1	Proceso de evaluación.....	12
3.1.1.1	Consideraciones relativas al combustible de alto grado de quemado 12	
3.1.1.2	Peticiones de Información Adicional.....	14
3.1.1.3	Actividades del Grupo de Trabajo	17
3.1.2	Relación de informes de evaluación	18
3.1.3	Normativa empleada.....	21
3.1.4	Evaluación del Área de Evaluación de Impacto Radiológico (AEIR).	22
3.1.5	Evaluación del Área de Garantía de Calidad (GACA).....	23
3.1.6	Evaluación del Área de Ingeniería del Núcleo (INNU).....	25
3.1.6.1	Evaluación del término fuente.....	25
3.1.6.2	Evaluación de criticidad.....	27
3.1.6.3	Evaluación de las propiedades mecánicas del combustible gastado	30
3.1.7	Evaluación del Área Protección Radiológica de los Trabajadores (APRT).....	32
3.1.8	Evaluación Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES).....	40
3.1.8.1	Evaluación estructural.....	40
3.1.8.2	Evaluación térmica	48
3.1.8.3	Evaluación del confinamiento.....	52
3.1.8.4	Otros aspectos evaluados por IMES.....	55

3.2.	Deficiencias de evaluación: Si	58
3.3.	Discrepancias respecto de lo solicitado: Sí	59
4.	CONCLUSIONES Y ACCIONES	59
4.1.	Aceptación de lo solicitado: Sí	62
4.2.	Requerimientos del CSN: Sí.....	62
4.3.	Recomendaciones del CSN: No	64
4.4.	Compromisos del titular: No	64
5.	REFERENCIAS	65
6.	RELACIÓN DE DOCUMENTOS APORTADOS POR EL SOLICITANTE (contiene información propietaria) 67	
7.	FIGURAS DEL CONTENEDOR HI-STAR 150 (contiene información propietaria).....	70
8.	ANEXO I: PROPUESTA DE DECLARACION DE APRECIACION FAVORABLE DISEÑO A HOLTEC INTERNATIONAL.	74

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Solicitante

HOLTEC INTERNATIONAL, Krishna P. Singh Technology Campus, 1 Holtec Bld, Camden, New Jersey 08104, Estados Unidos de América.

1.2. Asunto

Solicitud de declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor HI-STAR 150 para almacenamiento de combustible gastado BWR de la Central Nuclear de Cofrentes, recibida en el CSN el 10 de septiembre de 2018 con nº de registro 13301 [1], de acuerdo con lo establecido en el artículo 82 del RINR.

Esta apreciación favorable podrá ser incluida como referencia en cualquier proceso posterior de solicitud de alguna de las autorizaciones previstas en el RINR, siempre que se cumplan los límites y condiciones impuestos en la declaración.

1.3. Documentos aportados por el solicitante

La solicitud se acompañaba de la siguiente documentación:

- Estudio de Seguridad (ES) para la certificación general del Sistema de almacenamiento de combustible gastado HI-STAR 150, HI-2178016 Rev.1.
- Plan de Garantía de Calidad: Project Quality Plan for Design, Licensing and Manufacturing of the HI-STAR 150, HPP-2802-001 Rev.2.
- Informes soporte de la solicitud.

Posteriormente, como resultado del proceso de evaluación, Holtec remitió las revisiones finales de dicha documentación mediante las cartas 2802-CSN-016 [16] y 2802-CSN-017 [17], siendo esta la siguiente:

- Estudio de Seguridad (ES) para la certificación general del Sistema de almacenamiento de combustible gastado HI-STAR 150, HI-2178016 Rev.4.
- Plan de Garantía de Calidad: Project Quality Plan for Design, Licensing and Manufacturing of the HI-STAR 150, HPP-2802-001 Rev.4.
- Informes soporte de la solicitud, en revisión final (listado en el apartado 6 de la PDT).

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

2.1. Antecedentes

En marzo de 2017, tras la aprobación por parte del Órgano de Contratación de ENRESA de la especificación técnica, se inició el correspondiente concurso público para el diseño, licencia, fabricación y suministro del contenedor de doble propósito (almacenamiento y transporte) para el combustible nuclear gastado tipo BWR de la Central Nuclear de

Cofrentes (expediente [044-CO-IA-2016-0002](#)). En julio de 2017, HOLTEC resultó el adjudicatario de dicho contrato.

El 15 de noviembre de 2017 se mantuvo una reunión de lanzamiento del proyecto ([CSN/ART/TFCN/HI-STAR/1801/01](#)) CSN-HOLTEC donde el CSN indicó que HOLTEC debía seguir los siguientes procesos de licenciamiento:

- Solicitud de la apreciación favorable del diseño presentada directamente al CSN de acuerdo con el capítulo III, *Apreciación, certificación y convalidación de diseños* del RINR, y sometido a precio público de acuerdo Ley 14/1999, *Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el Consejo Seguridad Nuclear*.
- Solicitud de la aprobación del diseño de bulto de transporte de acuerdo con el artículo 77 del RINR sujeta a autorización por la Dirección General de la Energía, previo informe preceptivo y vinculante del CSN.

En esta reunión también se trató la normativa base de licencia y sus equivalencias con la normativa de los Estados Unidos. En concreto, los requisitos de la IS-20 e IS-29 frente a los recogidos en el 10CFR72, indicándose que la documentación a remitir sería la requerida por la IS-20.

El 23 de marzo de 2018 se celebró una reunión interna ([CSN/ART/ARAA/HI-STAR/1803/02](#)) donde el CSN estableció la posición técnica respecto a la utilización del código ASME para el diseño y construcción del contenedor HI-STAR 150 para la modalidad de transporte y sobre el tratamiento de la información propietaria de HOLTEC.

El 10 de julio de 2018 se mantuvo una reunión con HOLTEC ([CSN/ART/ARAA/HI-STAR/1807/03](#)) previa a la solicitud para la presentación del Estudio de Seguridad del contenedor de almacenamiento HI STAR-150.

HOLTEC presentó la solicitud para la declaración de apreciación favorable del diseño sobre la base de lo establecido en el artículo 82 de RINR, referencia 2802006 con fecha de entrada 10 de septiembre 2018 y nº de registro 13301 [1], con la documentación indicada en el apartado 1.3 de esta PDT.

Paralelamente, HOLTEC solicita la valoración de precio público de dicha solicitud mediante carta de referencia 2802007, recibida el 10 de septiembre de 2018 y nº de registro 13302 [2], en base a lo dispuesto en el artículo 31, apartado a), de la Ley 14/1999, de 4 de mayo, de Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el Consejo de Seguridad Nuclear.

El CSN remitió a HOLTEC, con fecha 16 de noviembre de 2018 y nº registro de salida 10605 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el presupuesto para prestación de servicios mediante precios públicos.

La aceptación de la valoración de precio público por parte de HOLTEC fue remitida mediante carta referencia 2802014R0, con fecha de entrada 21 de diciembre 2018 y número de registro 17723 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

HOLTEC efectúa el pago del precio público el 14 enero 2019 (escrito de la SPA a STN de 15/01/2019), lo que marcó el comienzo de la evaluación técnica por parte del CSN.

Tras el proceso de evaluación, resumido en el apartado 3.1 de esta PDT, HOLTEC remite mediante las cartas 2802-CSN-016 (registro de entrada 60971 de 13-04-2021) [16] y 2802-CSN-017 (registro de entrada 61011 de 19-04-2021) [17], las revisiones finales de la documentación base de la solicitud, que sustituyen a la documentación remitida anteriormente.

Por otro lado, en la reunión de 10 de marzo de 2021 [15], ENRESA indicó que utilizará la apreciación favorable que obtenga Holtec para solicitar la aprobación de diseño del contenedor, según el artículo 80 del RINR, necesaria para su uso en el ATI de CN Cofrentes.

2.2. Motivo de la solicitud

La solicitud de declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor HI-STAR 150, por el artículo 82 del RINR, tiene como objeto permitir el licenciamiento del contenedor según el artículo 80 del RINR para su uso en el Almacén Temporal Individualizado de CN Cofrentes. La solicitud de aprobación de diseño (art. 80) será realizada por ENRESA empleando la declaración de apreciación favorable.

2.3. Descripción de la solicitud

El escrito de HOLTEC de referencia 2802006 [1], junto a las cartas 2802-CSN-016 [16] y 2802-CSN-017 [17], constituye la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor e incluye la documentación indicada en el apartado 1.3 de esta PDT. La base principal de dicha solicitud es:

- Estudio de Seguridad (ES) para la certificación general del Sistema de almacenamiento de combustible gastado HI-STAR 150, HI-2178016 Rev.4.
- Plan de Garantía de Calidad: Project Quality Plan for Design, Licensing and Manufacturing of the HI-STAR 150, HPP-2802-001 Rev.4.

Esta solicitud se presenta paralelamente a la solicitud para la aprobación del sistema HI-STAR 150 como modelo de bulto Tipo B(U) para el transporte de combustible gastado procedente de la Central Nuclear de Cofrentes, de acuerdo con el artículo 77 del RINR, sujeta a autorización por la Dirección General de la Energía, previo informe preceptivo y vinculante del CSN (expediente TRA/SOLIC/2018/143). Las evaluaciones de las solicitudes de almacenamiento y transporte han requerido la coordinación y realización de actuaciones conjuntas.

2.4. Descripción general del sistema de almacenamiento

El sistema HI-STAR 150 (acrónimo de *Holtec International Storage, Transport and Repository*) está concebido como un contenedor de doble propósito, es decir puede operar tanto en la modalidad de almacenamiento como en la de transporte.

El contenedor HI-STAR 150 está diseñado para que, tanto en condiciones normales de almacenamiento como ante los sucesos anormales y de accidente postulados, se mantenga la integridad estructural, el confinamiento (y con él la no dispersión de material radiactivo), la capacidad de blindaje (y con ella el mantenimiento de las dosis a los trabajadores y al público por debajo de los límites aplicables), la recuperación del combustible, así como la subcriticidad del combustible gastado (CG).

En la modalidad de almacenamiento se ha previsto que, en servicio, el contenedor se ubicará a la intemperie o en el interior de un edificio, en ambos casos orientado en posición vertical y apoyado sobre una losa de hormigón.

La vida de diseño considerada en el ES para el contenedor es de 60 años, valor que HOLTEC justifica en base a una selección de materiales que se conoce soportan los ambientes operacionales previstos con un grado de degradación mínimo o nulo. A ello se le une la implantación de un programa de mantenimiento durante la fase de almacenamiento que garantiza que la vida de servicio del contenedor alcance la vida de diseño establecida.

El sistema HI-STAR 150 consta de un contenedor, consistente en un cuerpo metálico, o vaso de contención, cerrado mediante dos tapas, rodeado de unos cilindros de blindaje monolítico que contienen material de blindaje neutrónico, así como un bastidor alojado en el interior del vaso de contención, que dispone de un total de 52 celdas de almacenamiento de CG BWR (ver **Figura 1**).

2.4.1 Componentes principales del sistema HI-STAR 150

A continuación, se describen los componentes principales del sistema HI-STAR 150 con mayor detalle.

Vaso de contención

El confinamiento del contenido radiológico se consigue mediante un vaso de contención que se compone de una virola de acero al níquel (también denominado "acero criogénico"), soldada a un fondo en la parte inferior y a una forja mecanizada en la parte superior, o brida de cierre, que está equipada con superficies también mecanizadas que permiten sujetar dos tapas de cierre independientes, cada una de ellas dotada con dos sellos metálicos concéntricos.

Soldado al fondo del vaso de contención, se dispone del conjunto forjado del anillo inferior, que contiene una capa de blindaje gamma (plomo) y neutrónico (Holtite-B), separadas mediante chapas de acero (ver **Figura 2**).

El vaso de contención forma una cavidad cilíndrica interna que permite alojar el bastidor del combustible BWR F-52B. En su superficie interna se coloca el dispositivo antirrotación (barra de acero) que evita la rotación del bastidor de combustible y los soportes del bastidor dentro del contenedor.

En las operaciones de carga y descarga, el contenedor entra en contacto con el agua de la piscina de combustible. Para evitar los posibles mecanismos de corrosión que pudieran afectar a la integridad del vaso de contención, las superficies interiores del vaso se recubren con un material resistente a la corrosión.

Sistema de cierre

El cierre del sistema HI-STAR 150 se efectúa mediante dos tapas independientes (una interna y otra externa), cada una de ellas equipada con dos sellos metálicos concéntricos. Ambas tapas se diseñan conforme a los requisitos aplicables a los componentes de la barrera de confinamiento. Este es un requisito que viene derivado de la modalidad de transporte por lo que, a pesar de ello, para la modalidad de almacenamiento sólo la tapa de cierre interna forma parte de la barrera de confinamiento.

La tapa interna está completamente empotrada en la brida de cierre, fijándose a la misma mediante un total de 48 pernos. La tapa interior dispone de dos penetraciones, de venteo y drenaje, para permitir las operaciones previstas en la carga y descarga del contenedor. Ambas penetraciones van provistas de su correspondiente tapa, cada una de ellas con dos sellos metálicos concéntricos, que se fijan a la tapa interior mediante 6 pernos cada una.

La tapa externa, que se fija a la brida de cierre mediante 48 pernos, dispone de una penetración que da acceso al espacio ubicado entre esta tapa y la tapa interna, que se cierra mediante tapa provista de 6 pernos y junta metálica doble. Si bien, en la modalidad de almacenamiento dicha penetración es utilizada por el sistema de vigilancia de fugas, que monitoriza la presión del espacio entre tapas antes descrito.

Las tapas interior y exterior disponen de un espesor de blindaje frente a radiación gamma (plomo) y neutrónica (Holtite-B), respectivamente, que se ubican bajo una chapa de acero en cada tapa (ver detalle en **Figura 3**).

En la modalidad de almacenamiento, la barrera de confinamiento del contenedor viene definida por el vaso del contenedor, tapa interior, tapas de las penetraciones de venteo y drenaje, así como las correspondientes juntas metálicas dobles. La tapa exterior y su correspondiente junta metálica doble proporcionan una barrera redundante, que está excluida de la barrera de confinamiento propiamente dicha.

La estanqueidad del contenedor se comprueba tras la carga verificando que la tasa de fugas a través de los sellos cumple con el criterio de confinamiento aplicable.

Cilindros monolíticos de blindaje (MSC)

El diseño del contenedor contempla la envoltura de la virola de contención con material optimizado para atenuar las dosis de radiación gamma y neutrónica. Este blindaje se logra mediante 6 cilindros monolíticos anulares de acero provistos de dos hileras orificios longitudinales (denominados “bolsillos”) en los que se aloja el blindaje neutrónico (Holtite-B) (ver detalle en **Figura 2**). Las cavidades formadas por estos orificios disponen de protección para alivio de presión para evitar su sobre-presurización en el caso de liberación de gases del Holtite-B a causa de un accidente de incendio.

Los cilindros se fabrican en aleación de acero con buenas propiedades de resistencia a impacto a bajas temperaturas y se instalan alrededor del vaso de contención mediante un proceso de ajuste por contracción, que permite reducir la resistencia de contacto entre los cilindros y el vaso, facilitando la evacuación del calor residual del CG al ambiente.

Bastidor

El bastidor es el componente en el que se aloja el CG, y permite almacenar hasta un total de 52 elementos de CG BWR, con o sin canal. Está formado por una estructura de chapas de absorbente neutrónico (Metamic-HT) dispuestas en forma de panel. Las chapas de Metamic-HT proporcionan a la vez una función estructural y de absorción neutrónica.

Una vez cargado el contenedor, el bastidor queda sumergido en una atmósfera inerte de helio, que preserva la integridad del combustible gastado a la vez que proporciona un medio para evacuar la carga térmica al ambiente.

La estructura del bastidor está rodeada por un anillo de acero que le confiere la forma cilíndrica y proporciona cierta capacidad de blindaje frente a radiación gamma. Entre dicho anillo y las celdas periféricas del bastidor, se disponen una serie de soportes, o cuñas del bastidor, fabricados en aluminio que facilitan la evacuación del calor residual del CG (ver detalle en **Figura 4**).

El anillo de blindaje proporciona la transición entre el bastidor y vaso de contención que evita desplazamientos significativos del bastidor durante todas las condiciones de operación del contenedor.

Entre el anillo de blindaje y el vaso de contención se dispone de un huelgo ocupado por helio tras la carga del contenedor. Las dimensiones de dicho huelgo se determinan para evitar el contacto entre bastidor y vaso en todas las condiciones analizadas en el ES, y a la vez para minimizar el espacio ocupado por helio, de forma que se minimice la resistencia a la transmisión de calor hacia el exterior.

Así mismo, se dispone de una línea de drenaje de acero inoxidable, que conecta una de las penetraciones de la tapa interna (penetración de drenaje) con el fondo de la cavidad interior del vaso, cuya función es facilitar las operaciones de drenaje del agua tras la carga del contenedor.

Muñones

El contenedor HI-STAR 150 dispone de dos muñones instalados en la región superior del contenedor para su elevación y manejo, y dos muñones instalados en la región inferior del contenedor para permitir su rotación. Los muñones están diseñados para ser cortos y compactos de manera que no se proyecten hacia fuera más allá del perímetro del cilindro de blindaje monolítico del contenedor.

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 citado 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.

El sistema de vigilancia de fugas se ubica en la parte superior de la tapa exterior de cierre del contenedor, y consiste en una botella de helio convenientemente dimensionada, su conexión al espacio entre las tapas interior y exterior del contenedor, así como los correspondientes sensores (ver detalle en **Figura 5**). Dicho sistema realiza una función de defensa en profundidad, proporcionando una alerta temprana de fugas al detectar cambios en la presión del espacio entre las tapas interior y exterior del contenedor. Así, en caso de la pérdida de estanqueidad de los sellos de la tapa interior, se dispondrá de tiempo suficiente para implementar las correspondientes acciones correctivas.

Contenedores de Combustible Dañado (CCD)

Los elementos combustibles dañados y los desechos de combustible (*fuel debris*) deben cargarse en contenedores de combustible dañado (CCD) (ver detalle en **Figura 6**). Estos contenedores están equipados con un asa o varios puntos de izado conectados a una cápsula que es capaz de soportar estructuralmente el peso del combustible. Dispone de rejillas que impiden el paso de posibles fragmentos y/o partículas de combustible.

2.4.2 Dimensiones y pesos

Las dimensiones externas del contenedor son: 5422 mm de longitud y 2227 mm de diámetro. El peso total máximo del contenedor vacío (con bastidor, cuñas y anillo de blindaje) es de 84482 kg, y el peso máximo del contenedor cargado con CG y ubicado en su posición de almacenamiento es de 101990 kg.

2.5. Descripción del contenido

El contenedor ha sido diseñado para albergar en seco 52 elementos de CG BWR, con un grado de quemado medio máximo de 55 GWd/MTU y un enriquecimiento inicial máximo del 5% en peso de U-235, permitiendo la carga del elemento con/sin canal, según los requisitos de las diferentes regiones de almacenamiento que se definen para el bastidor.

El ES considera todos los diseños comerciales de combustible nuclear BWR que hay almacenados en la piscina de CG de CN Cofrentes (diseños GE-6, GE-7, GE-10, GE-11, GE-12, GE-14, SVEA 96, SVEA 96L, SVEA96 Optima 2 y ATRIUM 10XP), contemplando barras de CG con vainas de material base zirconio, en una disposición geométrica de 8x8, 9x9 y 10x10 barras según diseño. Sin embargo, el ES no contempla el almacenamiento de otros componentes asociados al CG ni de otros residuos que no sean CG.

De acuerdo a las definiciones del ES, el CG debe ser clasificado como “no dañado” para poder permitir su carga en el contenedor, si bien, hay un número limitado de posiciones del bastidor que pueden ser ocupadas por CCD que contengan CG clasificado como “dañado” o que contengan desechos de combustible. Esto da lugar a que el contenedor pueda tener 3 configuraciones de carga:

- Configuración 1, en la que todas las posiciones del bastidor se ocupan con combustible clasificado como “no dañado”.
- Configuración 2, en la que se permite la carga de hasta 8 posiciones del bastidor con CCD conteniendo combustible clasificado como “dañado”.

- Configuración 3, en la que se permite la carga de hasta 4 posiciones del bastidor con CCD conteniendo desechos de combustible.

Las posiciones permitidas del bastidor para las configuraciones anteriores se muestran en la **Figura 7**.

La distribución del CG en las celdas del bastidor se realiza con arreglo a una configuración de carga regionalizada que permite una mayor flexibilidad a la hora de cargar CG con distintos parámetros radiológicos y térmicos, a la vez que se siguen cumpliendo las funciones de seguridad. Las regiones del bastidor definidas en el ES son:

- Región 1, que comprende las 16 celdas centrales del bastidor y se destina al almacenamiento de CG con potencia térmica intermedia.
- Región 2, que comprende 16 celdas del bastidor alrededor de la región 1, y es la que se destina al almacenamiento del CG de mayor potencia térmica, reduciendo su temperatura máxima al evitar las celdas centrales del bastidor, en las que geoméricamente se producen las temperaturas más elevadas.
- Región 3, que comprende las 20 celdas periféricas del bastidor, en las que se ubica el CG de menor potencia térmica, lo que permite apantallar la dosis de radiación del CG que se ubica en la región 2 en la dirección lateral.

Las posiciones del bastidor incluidas en cada región se muestran en la **Figura 8**.

La ubicación de un elemento de CG en una región concreta del bastidor se somete al cumplimiento de una serie de restricciones que provienen de los análisis de blindaje y térmicos.

En relación con las restricciones del análisis de blindaje, el ES define explícitamente seis patrones de carga, estableciendo unas combinaciones de grado de quemado máximo, enriquecimiento mínimo y tiempo de enfriamiento mínimo, que debe cumplir el CG para su carga en una región concreta del bastidor. De cara a flexibilizar la carga de los contenedores, el ES define patrones de carga alternativos que, siendo compatibles con los anteriores, consideran rangos intermedios para las combinaciones de los tres parámetros indicados.

En cuanto a las restricciones del análisis térmico, el ES define dos esquemas de carga, A y B, a cada uno de los cuales le corresponden diferentes límites de potencia térmica para cada una de las tres regiones del bastidor. La configuración A corresponde a la de mayor potencia térmica, con un máximo de 31.8 kW/contenedor.

El ES incluye otras restricciones adicionales, como el requisito de que los elementos cargados en las regiones 1 y 2 deban disponer del canal, no siendo necesario para la región 3 de almacenamiento, o la posibilidad de realizar cargas parciales del contenedor, en cuyo caso la región 3 deberá ocuparse completamente. Todos estos requisitos y los derivados de ES de Transporte se recogerán en los respectivos planes de carga, donde se verificará su cumplimiento.

3. EVALUACIÓN

3.1. Resumen de la evaluación

3.1.1 Proceso de evaluación

Como se ha comentado anteriormente, esta solicitud se presenta paralelamente a la solicitud para la aprobación del sistema HI-STAR 150 como diseño de bulto Tipo B(U) para el transporte de combustible gastado procedente de la Central Nuclear de Cofrentes, de acuerdo con el artículo 77 del RINR.

El Comité de Gestión de la Dirección de Seguridad Nuclear (CGDSN) del CSN acordó la creación de un grupo de trabajo para coordinar ambas evaluaciones, así como las sinergias e interfases entre ellas y con la evaluación de la autorización de puesta en servicio del ATI de CN Cofrentes ([COF/SOLIC/2019/156](#)).

Este grupo está formado por los evaluadores participantes junto con sus Jefes de Área, por el Jefe de Proyecto de CN Cofrentes y con ARAA y ATMR como coordinadores del grupo.

A través de este grupo se ha realizado el seguimiento y coordinación técnica de las evaluaciones. Las ocho reuniones de dicho grupo de trabajo han sido documentadas y se incluyen en el apartado 3.1.2 de esta PDT.

Se exponen a continuación los aspectos más relevantes del proceso de 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 con las peticiones de información realizadas.

3.1.1.1 Consideraciones relativas al combustible de alto grado de quemado

La solicitud de apreciación favorable del diseño del sistema HI-STAR 150 para almacenamiento, al igual que la solicitud de aprobación de diseño del bulto de transporte, contemplan el almacenamiento/transporte de CG de alto grado de quemado (quemado medio de elemento superior a 45 GWd/MTU), en adelante HBF (*high burnup fuel*).

En el momento en que HOLTEC presentó ambas solicitudes, la normativa de referencia estadounidense que regula el transporte y almacenamiento del HBF no estaba consolidada y la NRC había evaluado las solicitudes presentadas evaluando caso a caso los argumentos y cálculos presentados por los solicitantes.

La NRC publicó el borrador del NUREG-2224 “Dry Storage and Transportation of High Burnup Spent Nuclear Fuel”, coincidiendo con la fecha de presentación de esta solicitud.

En el NUREG-2224 la NRC presenta la base técnica disponible en relación con el comportamiento del HBF en las condiciones derivadas de su almacenamiento y transporte, a la vez que propone un esquema de licenciamiento que, de ser seguido por los solicitantes, minimizaría las interacciones con la NRC durante su proceso de evaluación. Tras identificar aquellos mecanismos que producen una degradación de las propiedades mecánicas de la vaina del HBF durante su almacenamiento/transporte, la

NRC establece en el NUREG-2224 una referencia temporal de 20 años, fijando los análisis que considera son necesarios para demostrar el cumplimiento de las funciones de seguridad, tanto antes como después de dicha referencia temporal.

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 y transporte de HBF, estableció que el uso del borrador de NUREG-2224 es una aproximación aceptable para la evaluación de las solicitudes que se reciban mientras no exista nueva normativa (americana o nacional) aprobada.

Posteriormente, en la reunión que tuvo lugar el 7 de junio de 2019 entre el CSN, el titular (ENRESA), el diseñador (HOLTEC) y el usuario (ANAV) del sistema HI-STORM 100 sobre los “Procesos de Licenciamiento HI-STAR (100 y 150) /HI-STORM 100” ([CSN/ART/ATMR/TRA/1906/02](#)), el CSN señaló que, ante la falta de disponibilidad de resultados de los programas de demostración que se están llevando a cabo sobre el estado de HBF para tiempos de almacenamiento superiores a 20 años, el alcance de las evaluaciones a realizar debía limitarse considerando un tiempo máximo de almacenamiento en los contenedores de 20 años, esperando a la publicación definitiva del NUREG-2224 para abordar posteriormente la ampliación del citado alcance. Adicionalmente se alcanzaron los siguientes acuerdos:

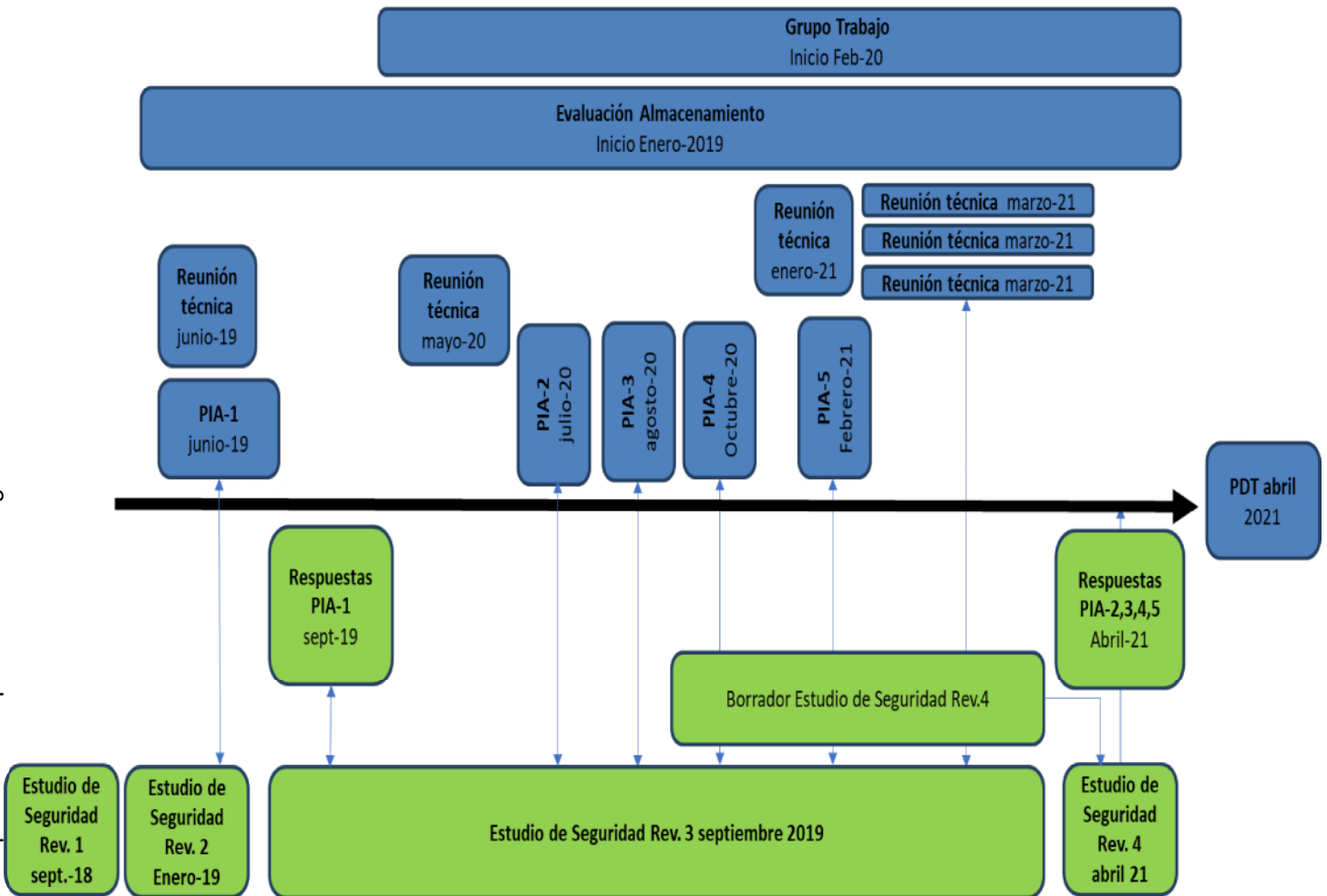
1. El alcance de las evaluaciones del CSN sobre las solicitudes presentadas por ENRESA (HI-STAR 100 y HI-STORM 100) y HOLTEC (HI-STAR 150) se limitará a la consideración de un tiempo máximo de almacenamiento de 20 años del combustible gastado de alto grado de quemado en los contenedores.
2. Se establecerá una condición en las correspondientes aprobaciones de los contenedores (almacenamiento y transporte) de manera que el combustible de alto grado de quemado no pueda permanecer almacenado más de 20 años en el contenedor, ni transportarse tras ese periodo de almacenamiento. La instalación titular del almacenamiento deberá disponer in situ de las estructuras y equipos necesarios para garantizar la recuperabilidad del combustible almacenado en los contenedores.
3. No es necesario modificar en este momento las solicitudes presentadas por Enresa y HOLTEC, si bien, una vez finalizadas todas las evaluaciones del CSN, los Estudios de Seguridad deberán ser revisados para considerar las conclusiones de esas evaluaciones, incluido el alcance del almacenamiento de combustible por menos de 20 años. Esta revisión de los ES se podría hacer antes o inmediatamente después de la autorización (el CSN informará en su momento de cuándo se debería proceder a ello).

Tras someterse el borrador del NUREG-2224 a un proceso de comentarios públicos, la versión final de esta guía fue publicada en noviembre de 2020. La evaluación de la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor de almacenamiento HI-STAR 150 se ha basado en el borrador del NUREG-2224.

3.1.1.2 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 (...)”

En la siguiente figura se detalla el proceso de evaluación con las peticiones de información y sus respectivas respuestas.



HOLTEC remitió junto con la solicitud, la revisión 1 del Estudio de Seguridad (ES HI-2178016) de almacenamiento y la Revisión 2 del Plan de Garantía de Calidad (HPP-2802-001). Posteriormente, debido a una actualización del ES de Transporte, HOLTEC remitió la revisión 2 del ES [7] y la revisión 3 del Plan de Garantía de Calidad [6].

El área ARAA realizó, en febrero de 2019, una revisión de la calidad de la documentación aportada. En concreto, se revisó el ES rev.2 y sus documentos soporte y se identificaron una serie de errores y defectos editoriales que debían ser subsanados. Con fecha 04-03-

2019 [8] se recibe en el CSN la carta de HOLTEC que adjuntan los documentos corregidos y solicitados.

Durante el proceso de evaluación se han realizado un total de cinco PIA en relación Estudio de Seguridad del contenedor:

– **PIA-1**

En mayo de 2019 ARAA realizó una preevaluación del contenido de la revisión 2 del Estudio de Seguridad (ES) del contenedor HI-STAR 150 y de los documentos soporte consultados para la verificación del contenido del ES. La evaluación identificó un número elevado de aspectos relevantes que afectaban a todos los capítulos del ES que fueron comentados por las áreas especialistas. Fruto de este análisis se remitió al solicitante la PIA-1 [9] remitida el 17/06/2019.

– **PIA-2**

Esta PIA-2 [11], remitida a HOLTEC el 17/07/2020, es consecuencia de la evaluación realizada por las áreas de Ingeniería del Núcleo (INNU) y de Garantía de Calidad (GACA) sobre la revisión 3 del Estudio de Seguridad.

– **PIA-3**

Esta PIA-3 [12], común con la evaluación del bulto de transporte, fue remitida a HOLTEC el 13/08/2020, e incluye cuestiones relativas a la evaluación del Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES).

– **PIA-4**

Esta PIA-4 [13], común con la evaluación del bulto de transporte, remitida a HOLTEC el 29/10/2020, contiene aspectos derivados de la evaluación preliminar realizada por el Área de Protección Radiológica de los Trabajadores (APRT) sobre la revisión 3 del Estudio de Seguridad, en el ámbito de la protección radiológica operacional.

– **PIA-5**

Esta PIA-5 [14], común con la evaluación del bulto de transporte, fue remitida el 22/02/2021, y recoge un elevado número de cuestiones surgidas durante la evaluación de las respuestas de HOLTEC a las PIA anteriores, que fueron previamente adelantadas al solicitante mediante correo electrónico. Dichas cuestiones incluían aspectos relativos a la evaluación del término fuente, garantía de calidad, estructural, térmica, confinamiento y blindajes.

En respuesta a la PIA-1, HOLTEC estimó oportuno emitir la revisión 3 del Estudio de Seguridad para Almacenamiento con el fin de facilitar la evaluación. Esta nueva revisión, además de incluir los cambios derivados de la citada PIA, incluía otros que eran resultado de las actividades que HOLTEC había venido desarrollando desde la emisión de la revisión precedente para la obtención de la declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor de doble propósito HI-STAR. La revisión 3 de ES junto con la documentación soporte y los documentos requeridos por Garantía de Calidad fueron remitidos el 10/09/2019 [10].

Con el objeto de agilizar el proceso de evaluación, las respuestas preliminares de HOLTEC a las PIA-2 a PIA-5 han sido remitidas mediante correo electrónico, en los siguientes envíos:

- 10/09/2020 Respuestas sobre garantía de calidad, término fuente, blindajes, propuestas de revisión 4 de los capítulos 2,4, 9 y 13 del ES.
- 30/10/2020 Respuestas sobre la evaluación estructural y propuestas de revisión 4 de los capítulos 2, y 13 del ES.
- 14/10/2020 Respuestas sobre garantía de calidad.
- 30/10/2020 Respuestas sobre la evaluación térmica y estructural y propuestas de revisión 4 de los capítulos 2, 3 y 4 del ES.
- 24/11/2020 Respuestas sobre blindajes y propuestas de revisión 4 de los capítulos 2, 5, 13 y Glosario del ES.
- 16/12/2020 Respuestas sobre blindajes y propuestas de revisión 4 de los capítulos 2, 5, 9, 10 y 13 del ES.
- 12/01/2021 Respuestas sobre Garantía de Calidad y la documentación solicitada por GACA.
- 19/02/2021 Respuestas sobre la evaluación estructural y propuestas de revisión 4 de los capítulos 2, 3, 6, 13 y 14.
- 15/03/2021 Respuestas finales sobre Garantía de Calidad
- 31/03/2021 Respuestas sobre blindajes, evaluación estructural y la revisión 4 del ES completa en inglés.

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 HOLTEC, entre las que se incluyen:

- CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2006/04, de 28 de mayo de 2020, en relación con la validez de la temperatura ambiente definida para las condiciones normales de operación que se emplea en los cálculos térmicos del contenedor, cuestión incluida en la PIA-1.
- CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2102/01, de 27 de enero de 2021, con objeto de conocer el estado de avance las cuestiones pendientes de resolución más relevantes de la evaluación estructural incluidas en la PIA-3.
- CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2103/02, de 3 de marzo de 2021, para tratar cuestiones relacionadas con el análisis de blindajes, en particular hipótesis de los modelos y consideraciones del combustible con CILC, incluidas en la PIA-4 y PIA-5.
- CSN/ART/ARAA/HSTAR150A-HSTAR150T/2103/01, de 8 de marzo de 2021, en la que se trató el estado del proyecto y la planificación para proporcionar respuestas a las cuestiones pendientes y la remisión de la documentación de licencia.

- [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A-HSTAR150T/2103/02](#), de 22 de marzo de 2021, que se realiza como continuación a la reunión del 27 de enero, para discutir y aclarar aspectos pendientes de la respuesta de HOLTEC sobre la evaluación estructural.

Finalmente, HOLTEC consolidó toda la documentación remitida anteriormente y envió oficialmente la revisión 4 de Estudio de Seguridad y su documentación soporte el 13 de abril de 2021 [16]. El Plan de Calidad en su revisión 4 junto con el informe de respuesta a las PIA fue remitido el día 19 de abril de 2021 [17]. Los errores detectados en el capítulo 13 de la revisión 4 del Estudio de Seguridad en español, fueron subsanados remitiendo copia del citado capítulo con fecha de 23 de abril de 2021 [18].

3.1.1.3 Actividades del Grupo de Trabajo

Como se ha mencionado anteriormente se creó un grupo de trabajo interno con objeto de coordinar y optimizar, en la medida de lo posible la evaluación de las solicitudes de almacenamiento, transporte y la asociada al ATI del CN Cofrentes. También ha sido un foro para el debate de asuntos que conciernen a diversas áreas y sobre las posiciones técnicas que afectan a varios contenedores. Todas las reuniones (8) han sido documentadas en sus respectivas actas de reunión cuyo contenido se resume a continuación:

- [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A-HSTAR150T/2003/01](#) 26 de febrero de 2020 reunión de lanzamiento del grupo de trabajo donde se acordaron la composición, el funcionamiento y la gestión del mismo.
- [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2005/01](#) 19 de marzo de 2020 para informar a los participantes del grupo de trabajo de los avances realizados desde la reunión de lanzamiento.
- [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2005/02](#) 16 y 21 de abril de 2020 seguimiento del GT para informar sobre la revisión de los datos de partida, inventario de combustible gastado de Cofrentes, verificación del cumplimiento de requisitos normativos, valoración de la respuesta de la PIA-1 realizada por ARAA, exclusión de moderador y una serie de cuestiones a remitir a Holtec y a CN Cofrentes en el contexto del ES de Almacenamiento.
- [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2005/03](#) 6 de mayo de 2020 para establecer una postura consensuada en relación con la temperatura ambiente utilizada para condiciones normales en el Estudio de Seguridad (ES) de Almacenamiento del contenedor HI-STAR 150 y su posible influencia en la solicitud de Puesta en Marcha del ATI de CN Cofrentes en la que además de IMES estuvo presente el Área de Ciencias de la Tierra (CITI).
- [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2006/05](#) 25 de junio de 2020 para es informar de la necesidad de actualizar las imputaciones y exponer los avances realizados desde las anteriores reuniones, preparación de la PIA-2 y análisis de la respuesta de Holtec sobre el CILC.

- [CSN/ART/ARAA/HISTAR150A/2009/06](#) 10 de septiembre de 2020 para informar, discutir y aceptar, en su caso, la propuesta de Holtec para mejorar el tratamiento y tiempos de respuesta a las PIAs.
- [CSN/ART/ARAA/HISTAR150A/2011/07](#) 16 de noviembre de 2020 para la actualización del precio público y exponer el estado de las evaluaciones.
- [CSN/ART/ARAA/HISTAR150A/2103/04](#) 31 de marzo de 2021 para discutir el tratamiento del combustible susceptible de estar afectado por “Crud Induced Localized Corrosion” (CILC) en el Estudio de Seguridad del contenedor HI-STAR 150, y en particular su impacto en los análisis de blindaje.

3.1.2 Relación de informes de evaluación

A continuación, se exponen los informes de evaluación (IEV), las notas de evaluación técnicas (NET) y actas de reunión técnicas (ART) realizadas por las áreas competentes sobre la solicitud de solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor de doble propósito HI-STAR 150, para almacenamiento de combustible gastado BWR:

Área de Impacto Radiológico Ambiental (AEIR)

1. [CSN/IEV/AEIR/HISTAR150A/2004/02](#) Evaluación de la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor de almacenamiento HI-STAR 150, en lo referente al impacto radiológico al público.

Área de Garantía de Calidad (GACA)

2. [CSN/NET/GACA/HISTAR150A/1911/03](#) Petición de Información Adicional del Área GACA en relación con la solicitud de declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor de doble propósito HI-STAR- 150.

3. [CSN/NET/GACA/HISTAR150A/2006/04](#) Petición de Información Adicional del Área GACA en relación con la solicitud de declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor de doble propósito HI-STAR- 150.

4. [CSN/IEV/GACA/HISTAR150A-HISTAR150T/2102/01](#) Evaluación de la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor de doble propósito (almacenamiento y transporte) HI-STAR 150, en lo referente a garantía de calidad.

5. [CSN/IEV/GACA/HISTAR150A/2104/09](#) Evaluación de la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor de doble propósito (almacenamiento y transporte) HI-STAR 150, modalidad de almacenamiento, en lo referente a garantía de calidad.

Área de Ingeniería del Núcleo (INNU)

6. [CSN/NET/INNU/HISTAR150A/2007/05](#) Petición de Información Adicional para la evaluación de la "Solicitud de declaración de apreciación del diseño del contenedor de doble propósito HI-STAR 150 para almacenamiento".

7. [CSN/IEV/INNU/H1STAR150A/2012/05](#) Solicitud de Aprobación del Diseño del Contenedor HI-STAR 150 para almacenamiento de combustible gastado de la CN Cofrentes. Evaluación del término fuente.

8. [CSN/IEV/INNU/H1STAR150A/2012/04](#) Evaluación de los análisis de criticidad que soportan la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor de doble propósito HI-STAR 150 para el almacenamiento en seco del combustible de CN Cofrentes.

9. [CSN/IEV/INNU/H1STAR150A/2012/03](#) Evaluación del área INNU de la solicitud de declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor propósito HI-STAR 150 para almacenamiento en aspectos relacionados con las propiedades mecánicas de los elementos combustibles.

10. [CSN/NET/INNU/H1STAR150A/2104/11.1](#) Cierre de la evaluación de la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor HI-STAR 150 para almacenamiento realizada por el Área INNU.

Área de Protección Radiológica de los Trabajadores (APRT)

11. [CSN/IEV/APRT/H1STAR150A/1909/01](#) Evaluación de la solicitud de aprobación del sistema HI-STAR 150 como contenedor de almacenamiento de combustible nuclear gastado. Aspectos de protección radiológica operacional.

12. [CSN/NET/APRT/H1STAR150A/2010/07](#) Petición de Información Adicional para la evaluación de la Solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor HI-STAR 150, para almacenamiento de combustible gastado de BWR

13. [CSN/IEV/APRT/H1STAR150A/2103/08](#) Evaluación de la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor HI-STAR 150, para almacenamiento de combustible gastado de BWR. Aspectos de blindaje y protección radiológica operacional.

Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES)

14. [CSN/NET/IMES/H1STAR150A-H1STAR150T/2012/01](#) Petición de Información Adicional en relación con la evaluación del contenedor HI-STAR 150, modalidades de almacenamiento y transporte. Área IMES, aspectos evaluación térmica.

15. [CSN/IEV/IMES/H1STAR150A/2102/06](#) Informe de Evaluación de la solicitud de aprobación del diseño del contenedor de almacenamiento de combustible gastado HI-STAR 150 de HOLTEC: Aspectos térmicos, confinamiento y otros en el alcance del Área IMES.

16. [CSN/IEV/IMES/H1STAR150A/2102/07](#) Evaluación del contenedor de almacenamiento de combustible gastado HI-STAR 150, en lo referente a los aspectos mecánico – estructurales.

17. [CSN/NET/IMES/HISTAR150A/2103/08](#), Evaluación del contenedor de almacenamiento HI-STAR 150: cierre de la evaluación llevada a cabo en el informe CSN/IEV/IMES/HISTAR150A/2102/06

18. [CSN/NET/IMES/HISTAR150A/2104/10](#) Evaluación del contenedor de almacenamiento HI-STAR 150: cierre de la evaluación llevada a cabo en el informe CSN/IEV/IMES/HISTAR150A/2102/07

Área de Residuos de Alta Actividad (ARAA)

19. [CSN/NET/ARAA/HISTAR150A/1902/01](#) Verificación de la calidad de la documentación asociada a la solicitud de apreciación favorable del diseño del contenedor de doble propósito HI-STAR 150, para almacenamiento de combustible gastado BWR.

20. [CSN/NET/ARAA/HISTAR150A/1904/02](#) Pre-evaluación de la revisión 2 del Estudio de Seguridad del diseño del contenedor de doble propósito HI-STAR 150, para almacenamiento de combustible gastado BWR.

Actas de Reunión Técnicas

1. [CSN/ART/TFCN/HI-STAR/1801/01](#) 15 de noviembre de 2017 lanzamiento del proyecto.

2. [CSN/ART/ARAA/HI-STAR/1803/02](#) 23 de marzo de 2018 reunión interna sobre uso código ASME para diseño y construcción y tratamiento información propietaria.

3. [CSN/ART/ARAA/HI-STAR/1807/03](#) 10 de julio de 2018 presentación ES.

4. [CSN/ART/ATMR/TRA/1906/02](#) 7 de junio de 2019 Procesos de Licenciamiento HI-STAR 100 Y 150 Y HI-STORM 100.

5. [CSN/ART/ARAA/HISTAR150A/2006/04](#) de 28 de mayo de 2020 sobre la Temperatura ambiental empleada en los cálculos térmicos.

6. [CSN/ART/ARAA/HISTAR150A/2102/01](#) de 27 de enero 2021 sobre las respuestas pendientes de la evaluación estructural y de plazos del proyecto.

7. [CSN/ART/ARAA/HISTAR150A/2103/02](#) de 3 marzo de 2021 sobre cuestiones de blindaje

8. [CSN/ART/ARAA/HISTAR150A-HISTAR150T/2103/01](#) de 8 de marzo de 2021 sobre estado del proyecto y próximos pasos del proyecto.

9. [CSN/ART/ARAA/HISTAR150A-HISTAR150T/2103/02](#) de 22 de marzo de 2021 sobre aclaraciones adicionales de la evaluación estructural (fractura frágil).

Actas de Reunión del Grupo de Trabajo

1. [CSN/ART/ARAA/HISTAR150A-HISTAR150T/2003/01](#) 26 de febrero de 2020 reunión

de lanzamiento del grupo de trabajo

2. [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2005/01](#) 19 de marzo de 2020 seguimiento del GT.
3. [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2005/02](#) 16 y 21 de abril de 2020 seguimiento del GT.
4. [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2005/03](#) 6 de mayo de 2020 seguimiento del GT.
5. [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2006/05](#) 25 de junio de 2020 seguimiento del GT.
6. [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2009/06](#) 10 de septiembre de 2020 seguimiento GT.
7. [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2011/07](#) 16 de noviembre de 2020 seguimiento del GT
8. [CSN/ART/ARAA/HSTAR150A/2103/04](#) 31 de marzo de 2021 Combustible con CILC.

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-1567, “Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities”.

- NUREG-1536 Rev.1, “Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Systems at a General License Facility”.
- NUREG-2224 “Dry Storage and Transportation of High Burnup Spent Nuclear Fuel” Draft Report for Comment. July 2018.

3.1.4 Evaluación del Área de Evaluación de Impacto Radiológico (AEIR).

Objeto de la evaluación

La evaluación realizada por AEIR tiene por objeto comprobar que, durante la operación normal, anormal y de accidente, el diseño del sistema de almacenamiento HI-STAR 150 limita la exposición a la radiación del público a valores aceptables.

Normativa Específica y Criterios de aceptación

La evaluación ha considerado de aplicación la normativa que se referencia en el apartado 3.1.3 de esta Propuesta de Dictamen Técnico (PDT).

Como criterio de aceptación, la evaluación ha tenido en cuenta los límites de dosis aplicables al público en las condiciones normales de operación y de accidente, que se derivan del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes.

Resumen de la Evaluación

La evaluación realizada se documenta en el informe de referencia [CSN/IEV/AEIR/HISTAR150A/2004/02](http://www.csn.es/portal/portal/ver?accion=ver_documento&id_documento=17B15-61337-23737-5646F).

Los aspectos revisados por el área AEIR en relación con la evaluación del impacto radiológico se desarrollan parcialmente en los capítulos 5, “Evaluación del Blindaje”, 7, “Confinamiento” y 12, “Evaluación de la Seguridad en Condiciones Anormales y de Accidente”.

La evaluación ha comprobado que en el capítulo 13 del ES, “Límites y Controles de Operación”, HOLTEC traslada al usuario final la responsabilidad de realizar una evaluación detallada de las dosis radiológicas en el límite del emplazamiento, de conformidad con lo requerido en la normativa aplicable. No obstante, a partir de las tasas de dosis estimadas en el capítulo 5 del ES, “Evaluación del Blindaje”, HOLTEC ha incluido a modo ilustrativo un análisis de las potenciales dosis a los miembros del público, con el que ha verificado el cumplimiento de los límites de dosis aplicables para las condiciones normales de almacenamiento.

Por otro lado, el área AEIR ha comprobado que, basándose en la aplicación de un criterio de estanqueidad consistente con la norma ANSI N14.5, HOLTEC ha considerado una “liberación cero” del material radiológico del contenedor a través de su barrera de confinamiento, lo que le exime del correspondiente análisis radiológico.

Por último, la evaluación ha comprobado que el único suceso postulado con implicaciones desde el punto de vista radiológico es el accidente de fuego, si bien, como consecuencia de éste el contenedor mantiene la capacidad de confinamiento prevista en su diseño, sin dar lugar a una liberación de material radiológico.

Conclusiones

La evaluación considera adecuado el diseño del sistema HI-STAR 150 desde el punto de vista de impacto radiológico al público, si bien dicha conclusión queda supeditada a la aceptación por parte de las áreas evaluadoras correspondientes al diseño de los sistemas de confinamiento (ver apartado 3.1.8.3 de la PDT) y blindaje (ver apartado 3.1.7 de la PDT).

3.1.5 Evaluación del Área de Garantía de Calidad (GACA)

Objeto de la evaluación

El objeto de la evaluación es verificar que el solicitante ha desarrollado un programa de garantía de calidad para el diseño, fabricación y pruebas del contenedor, asociado a los sistemas, estructuras y componentes de seguridad del contenedor, que cumpla los requisitos normativos aplicables a la fase de diseño y fabricación para garantizar el correcto comportamiento de éste en las condiciones de almacenamiento.

Normativa específica y Criterios de aceptación

Los criterios de aceptación de la evaluación son el cumplimiento con los requisitos recogidos en las normas del apartado 3.1.3 de esta PDT, así como las siguientes normas técnicas:

- Instrucción IS-24, de 19 de marzo de 2010, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se regulan el archivo y los periodos de retención de los documentos y registros de las instalaciones nucleares.
- Instrucción IS-19, de 22 de octubre de 2008, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre los requisitos del sistema de gestión de instalaciones nucleares.
- UNE 73 401 “Garantía de calidad en Instalaciones Nucleares”, junio de 1995.
- UNE 73 402 “Garantía de calidad en el diseño de Instalaciones Nucleares”, octubre de 1995.
- Guía de seguridad del CSN 10.3 Revisión 1 - Auditorías de garantía de calidad.
- Guía de seguridad del CSN 10.6 Revisión 1, “Garantía de Calidad en el diseño de las Instalaciones Nucleares”.
- Guía de seguridad del CSN 10.8 Revisión 1 - Garantía de calidad para la gestión de elementos y servicios para instalaciones nucleares.
- Guía de seguridad del CSN 10.9, “Garantía de Calidad de las aplicaciones informáticas relacionadas con la seguridad de las instalaciones nucleares”.

Resumen de la Evaluación

La evaluación realizada se documenta en los informes de referencias [CSN/IEV/GACA/HISTAR150A-HISTAR150T/2102/01](http://www.csn.es/portal/contenido/verContenido.do?accion=verContenido&idContenido=17B15-61337-23737-5646F) y [CSN/IEV/GACA/HISTAR150A/2104/09](http://www.csn.es/portal/contenido/verContenido.do?accion=verContenido&idContenido=17B15-61337-23737-5646F).

El área GACA ha evaluado el capítulo 14 “Garantía de Calidad” del ES, y el Plan de Calidad (PC en adelante) del contenedor HI-STAR 150, (Project Quality Plan for Design, Licensing and Manufacturing of the HI-STAR 150, HPP-2802-001).

El Plan de Calidad de HOLTEC para este proyecto se encuadra dentro del sistema de calidad de HOLTEC que está constituido por el Manual de garantía de calidad (MGC), aprobado por la NRC y, los procedimientos de calidad, estándar y específicos.

La evaluación comenzó remitiendo una serie de cuestiones relativas al Programa de Garantía de Calidad de HOLTEC en la PIA-1 [9]. Tras la respuesta a dicha PIA por parte de HOLTEC se remitieron una serie de cuestiones a HOLTEC ([CSN/NET/GACA/HISTAR150A/1911/03](#)). Una vez evaluadas las respuestas se estimó conveniente ampliar las cuestiones relativas al PC ([CSN/NET/GACA/HISTAR150A/2006/04](#)) que fueron incluidas en la PIA-2 [11].

La evaluación ha analizado los siguientes aspectos y su cumplimiento con la normativa técnica, en especial la UNE 73 401 “Garantía de calidad en Instalaciones Nucleares:

- Programa de garantía de calidad
- Organización
- Control de diseño
- Control de documentos de compra
- Control de documentos
- Instrucciones, procedimientos y planos
- Control de equipos y servicios adquiridos
- Identificación y control de elementos
- Procesos especiales
- Inspección y supervisión
- Control de Pruebas
- Control de equipos de medida y prueba
- Manipulación, embalaje y expedición
- Estado de las inspecciones
- Control de pruebas
- Control de desviaciones (No conformidades)
- Acciones correctoras
- Registros de Garantía de Calidad
- Auditorias

La evaluación se ha centrado en el análisis del cumplimiento de la normativa americana y española, en la verificación del diseño, en las aprobaciones que realiza ENRESA como propietaria del contenedor, en la documentación de diseño y fabricación, en el suministro de sistemas y componentes, y en la clasificación de los registros de calidad (permanentes y no permanentes).

Conclusiones

La evaluación concluye que el capítulo 14 “Programa de garantía de calidad” del Estudio de Seguridad de almacenamiento rev.4 es aceptable. Esta aceptación se fundamenta en la adecuada descripción del sistema de Garantía de Calidad aplicado por Holtec al contenedor, y a que referencia el Plan de calidad específico con el que se ejecuta el proyecto: HPP-2802-001 “Project Quality Plan for the design, licensing, and Manufacturing of the Hi-Star 150”, rev. 4, plan también evaluado por el Área GACA, y que proporciona el marco para el cumplimiento de los criterios de Garantía de Calidad

aplicables. Esto implica que se ha analizado: la supervisión de garantía de calidad de la organización de gestión del proyecto, los procedimientos de interfaz, los procesos relevantes la garantía de calidad en el diseño (incluida la verificación de diseño), el control de pruebas, el aprovisionamiento, la fabricación, el montaje y la inspección, de los contenedores de elementos combustibles gastados y equipos auxiliares. También se ha verificado que son de aplicación al proyecto las normas españolas de garantía de calidad, tal y como es requerido por el contrato de adquisición del comprador. Es decir, la evaluación concluye que:

- a) El capítulo 14 “Programa de garantía de calidad” del Estudio de Seguridad de almacenamiento rev.4 es aceptable y acorde con el sistema de Garantía de Calidad implantado por HOLTEC al proyecto HISTAR 150 para las actividades de diseño, fabricación y licenciamiento.
- b) Que el Plan de Calidad de referencia HPP-2802-001 “Project Quality Plan for the Design, Licensing, and Manufacturing of the HI-STAR 150”, en rev. 4 es aceptable para el control de la Garantía de Calidad aplicable al diseño, fabricación y licenciamiento del contenedor citado.

Además, la evaluación ha identificado unas erratas y aspectos editoriales y de traducción que deben ser corregidas en la próxima revisión el ES y del Plan de calidad.

3.1.6 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.

3.1.6.1 Evaluación del término fuente

Objeto de la evaluación

La evaluación realizada por el área INNU tiene por objeto la revisión de las hipótesis, modelos y cálculos realizados por HOLTEC para la determinación de los términos fuente radiológico y térmico.

Normativa específica y Criterios de aceptación

La evaluación ha tenido en cuenta los criterios de aceptación que se desarrollan en el NUREG-1536, en relación con la selección del combustible base de diseño envolvente a los efectos del cálculo del término fuente, así como las condiciones de análisis empleadas para la obtención de las intensidades gamma y neutrónica del combustible gastado, incluidos sus elementos estructurales.

Resumen de la evaluación

La evaluación realizada se documenta en los informes de referencias [CSN/NET/INNU/HISTAR150A/2007/05](#), [CSN/IEV/INNU/HISTAR150A/2012/05](#) y [CSN/NET/INNU/HISTAR150A/2104/11.1](#).

Los aspectos revisados por el área INNU en relación con la evaluación del término fuente se desarrollan parcialmente en los capítulos 2, “Criterios de Diseño Principales”, 4, “Evaluación térmica”, 5, “Evaluación del Blindaje” y 13, “Límites y Controles de Operación”, del Estudio de Seguridad de Almacenamiento. Además, la evaluación ha considerado el contenido de los siguientes documentos soporte:

- HI-2178009 rev.5, “HI-STAR 150 Data Definition Document”
- HI-2200807 rev.0, “HI-STAR 150 Source Terms”

El término fuente radiológico, que comprende la obtención de las intensidades de radiación gamma y neutrónica, así como la composición isotópica del combustible gastado alojado en el contenedor, supone el punto de partida para la evaluación del blindaje radiológico, de la capacidad de confinamiento del contenedor, así como para el cálculo de la presión interna máxima, mientras que el término fuente térmico permite verificar los límites de potencia térmica que se establecen en la evaluación del comportamiento térmico del contenedor.

Si bien la composición isotópica del combustible gastado constituye un parámetro de entrada a la evaluación del confinamiento del contenedor, a la hora de estimar las tasas de liberación radiológica, el área INNU ha comprobado que la adopción por parte de HOLTEC de un criterio de fugas cero en los componentes de la barrera de confinamiento hace que dichos análisis sean innecesarios.

La evaluación ha revisado la selección de las características envolventes del elemento combustible base de diseño, a los efectos de cálculo del término fuente, que se realiza a partir de los datos específicos de los diferentes diseños de combustible que HOLTEC pretende incluir dentro de los contenidos a autorizar. La evaluación ha comprobado que dicha selección ha sido efectuada atendiendo a criterios basados en parámetros físicos de los elementos, como la masa de uranio, el diámetro de vaina y la masa de cobalto en los componentes estructurales del elemento, así como parámetros operativos en el núcleo del reactor, como la potencia y la densidad del moderador.

La evaluación ha verificado las diferentes combinaciones del enriquecimiento mínimo, el grado de quemado y el tiempo mínimo de enfriamiento del combustible gastado, que definen en los patrones de carga del contenedor, a partir de los cuales HOLTEC ha determinado las correspondientes fuentes gamma y neutrónica del elemento combustible base de diseño.

El área INNU ha revisado la metodología empleada por HOLTEC para la determinación de las fuentes gamma y neutrónica, la composición isotópica de los gases de fisión liberables a la cavidad interior del contenedor, así como las potencias térmicas correspondientes, valores que se obtienen mediante los módulos TRITON y ORIGAMI del sistema de cálculo SCALE 6.2.1. Los resultados obtenidos por HOLTEC han sido contrastados con cálculos independientes realizados por INNU mediante el módulo ORIGEN ARP del sistema SCALE 6.1.2.

La evaluación ha verificado los patrones de carga alternativos definidos por HOLTEC para flexibilizar la carga de los contenedores, comprobando que las correspondientes combinaciones de enriquecimiento mínimo, grado de quemado y tiempo mínimo de

enfriamiento conducen a términos fuente cubiertos por los obtenidos a partir de los patrones originales.

Finalmente, el área INNU ha evaluado la propuesta de especificaciones técnicas del contenedor que se desarrolla en el capítulo 13 del Estudio de Seguridad, “Controles y Límites de Operación”, en lo concerniente a las definiciones relacionadas con el combustible gastado y a la aplicación de las restricciones que se derivan de los aspectos evaluados sobre los contenidos autorizados del contenedor.

Conclusiones

El área INNU considera que la selección de las características del elemento combustible base de diseño en lo relativo a la obtención del término fuente, cubre todos los diseños de combustible considerados en los contenidos autorizados previstos por el diseñador, por lo que es aceptable.

Así mismo, el área INNU considera que la metodología de cálculo empleada para la determinación del término fuente asociado al combustible base de diseño es aceptable. Los valores de término fuente obtenidos a partir de los diferentes parámetros contemplados en los patrones de carga han sido contrastados por cálculos alternativos realizados por INNU, resultando aceptables.

Las definiciones relacionadas con el combustible, así como las restricciones que se incluyen en la propuesta de especificaciones del contenedor, en relación con los aspectos evaluados por INNU se consideran aceptables.

La evaluación ha identificado un error en la nota 4 de la tabla 2.1.5, que no cuestiona las conclusiones anteriores que podrá corregirse en una futura revisión del ES.

3.1.6.2 Evaluación de criticidad

Objeto de la evaluación

La evaluación realizada por el área INNU tiene por objeto revisar los análisis de criticidad que soportan la solicitud realizada por HOLTEC, verificando que se cumplen los requisitos reglamentarios aplicables.

Normativa específica y Criterios de aceptación

Además de los requisitos recogidos en las normas referenciadas en el apartado 3.1.3 de esta PDT, en la evaluación se han tenido en cuenta los estándares habituales de criticidad para los métodos, hipótesis y resultados, cuya recopilación se incluyen en la revisión 3 de la Guía Reguladora 3.71, “Nuclear Criticality Safety Standards for Fuels and Material Facilities”, de octubre de 2018.

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

- establecer la seguridad frente a criticidad en base a una geometría favorable, el uso de materiales absorbentes de neutrones fijados de modo permanente, o mediante una combinación de ambos.

- El factor de multiplicación neutrónica, incluidos todos los sesgos e incertidumbres, no debe superar un valor de 0.95, con una probabilidad del 95% y un nivel de confianza del 95%, en ninguna condición creíble normal, anormal o de accidente.
- El cumplimiento del principio de doble contingencia, por el cual, para que pueda producirse una condición de criticidad deberán producirse al menos dos sucesos independientes, improbables y concurrentes.
- La demostración de la seguridad frente a criticidad no debe dar crédito a los venenos neutrónicos consumibles integrados en el combustible, ni a más del 75% del absorbente neutrónico fijo presente en los materiales del sistema.

Resumen de la evaluación

La evaluación realizada se documenta en los informes de las referencias [CSN/IEV/INNU/HISTAR150A/2012/04](#) y [CSN/NET/INNU/HISTAR150A/2104/11.1](#).

Los aspectos revisados por el área INNU en relación con la evaluación de criticidad se desarrollan en el capítulo 6, “Evaluación de Criticidad” del Estudio de Seguridad de Almacenamiento. Además, la evaluación ha considerado el contenido de los siguientes documentos soporte:

- HI-2188082 rev.2, “Criticality Evaluation of the HI-STAR 150 Cask”
- HI-2178009 rev.5, “HI-STAR 150 Data Definition Document”
- HI-2188125 rev.3, “Dimensional Limit Summary Report for HI-STAR 150 Cask System”

El área INNU ha revisado los modelos de combustible dañado, no dañado y desechos de combustible, empleados por HOLTEC para los análisis de criticidad del contenedor HI-STAR 150.

En relación con el combustible no dañado, el área INNU ha comprobado que, a partir de los cálculos de reactividad realizados para todos los diseños de combustible que se prevén en los contenidos autorizados del contenedor, HOLTEC ha seleccionado el diseño SVEA 96 OPTIMA 2 como combustible base de diseño desde el punto de vista de los análisis de criticidad, por ser aquel que conduce a la máxima reactividad.

Con respecto a los modelos de combustible dañado y desechos de combustible, la evaluación ha comprobado que HOLTEC ha realizado un planteamiento envolvente basado en el análisis de matrices regulares de barras de combustible con vaina, para el caso de elementos combustibles dañados, y sin vaina, para el caso de desechos de combustible.

El área INNU ha comprobado que HOLTEC no ha necesitado dar crédito al quemado ni al gadolinio en los análisis de criticidad, lo que simplifica de forma notable la evaluación al utilizar la composición del combustible fresco considerando el enriquecimiento inicial, sin ser necesarios cálculos previos de composición isotópica en función del quemado.

La evaluación ha revisado los modelos geométricos del bastidor y del contenedor empleados para los análisis de criticidad, comprobando que se han tenido en cuenta las dimensiones críticas que se recogen en el informe HI-2188125 rev.3. En relación con estos modelos, el área INNU ha comprobado que HOLTEC ha realizado análisis complementarios para garantizar que se analiza el caso más reactivo, entre éstos el

impacto de las tolerancias de fabricación del bastidor, el efecto del huelgo en los paneles o el posicionamiento del elemento combustible excéntricamente en la celda del bastidor.

La evaluación ha revisado la metodología de cálculo empleada, en la que se contempla el uso los siguientes códigos, que han sido previamente validados:

- el código de transporte CASMO-5 empleado para cálculos previos, con vistas a proporcionar un criterio para la selección de los valores más limitantes de la temperatura del moderador y la densidad del combustible.
- el código de Monte Carlo MCNP5 y las librerías de secciones eficaces ENDF/B-VII, para la resolución de los modelos tridimensionales del contenedor.

Así mismo la evaluación ha revisado aspectos de la metodología como los conservadurismos aplicados en los modelos, el conjunto de escenarios de análisis propuestos, así como el criterio de aceptación impuesto.

La evaluación ha comprobado que para las tres configuraciones de carga analizadas por HOLTEC, y considerando el combustible base de diseño, HOLTEC ha determinado el valor del factor de multiplicación máximo obtenido en las peores condiciones de moderación, para los diferentes escenarios de análisis, verificando que cumplen con el criterio de aceptación aplicado.

En relación con los contenidos autorizados, el área INNU ha comprobado que los análisis de criticidad realizados por HOLTEC no incluyen consideraciones específicas en relación al combustible de alto grado de quemado, lo cual encaja con el enfoque propuesto en el NUREG-2224 para tiempos de almacenamiento inferiores a 20 años.

Por otro lado, respecto al combustible gastado potencialmente afectado por *Crud Induced Localized Corrosion* (CILC), el área INNU ha revisado los análisis de criticidad presentados por HOLTEC que pretenden dar soporte a la propuesta de HOLTEC de incluir este inventario de elementos en la definición de combustible no dañado. En los citados análisis, HOLTEC modela el combustible afectado por CILC ocupando todas las posiciones del bastidor (52) y en la peor condición posible, esto es, sin crédito a la integridad estructural a la vaina y asumiendo el daño máximo, modelándolo como desechos del combustible y asumiendo condiciones de moderación óptima. La evaluación ha comprobado que, en tales condiciones, el factor de multiplicación neutrónica obtenido cumple con el criterio de aceptación exigido al combustible base de diseño.

Conclusiones

En base a la evaluación realizada, el área INNU considera que:

- Las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad frente a criticidad se describen en el ES con el detalle suficiente para permitir la evaluación realizada.
- En lo que respecta a la seguridad frente a criticidad, el diseño del sistema se basa en una geometría favorable, en el material con que se fabrica el bastidor del contenedor, íntegramente en material absorbente neutrónico, Metamic-HT, y en un límite de

enriquecimiento que cubre conservadoramente el inventario de combustible de CN Cofrentes.

- La selección del elemento combustible base de diseño desde el punto de vista de criticidad es envolvente de todos los diseños para los que se solicita autorizar su almacenamiento en seco en el sistema HI-STAR 150.
- Los modelos de cálculo empleados por HOLTEC reproducen conservadoramente, desde el punto de vista de seguridad frente a criticidad, el diseño del contenedor y del combustible en los diferentes grados de daño y en las configuraciones permitidas, cubriendo las posibles geometrías y relaciones combustible/moderador que pudieran darse en cada celda del bastidor en las condiciones analizadas.
- La metodología seguida por HOLTEC para realizar los análisis de criticidad es adecuada, aplica correctamente la normativa y utiliza códigos reconocidos y convenientemente validados.
- Los resultados obtenidos por HOLTEC cumplen con el criterio de aceptación establecido en la normativa, con todos los sesgos e incertidumbres aplicables.
- El almacenamiento del combustible de alto grado de quemado de la CN Cofrentes se considera aceptable, con la limitación establecida de un tiempo máximo de almacenamiento de 20 años.
- El planteamiento presentado por HOLTEC para la carga del combustible afectado por CILC se considera aceptable, si bien queda fuera del alcance de la evaluación realizada la valoración del impacto sobre otras disciplinas de evaluación diferentes a la función de seguridad de criticidad.

3.1.6.3 Evaluación de las propiedades mecánicas del combustible gastado

Objeto de la evaluación

La evaluación realizada por INNU comprende la revisión de los siguientes aspectos:

- Las definiciones de combustible dañado, no dañado y relacionadas.
- El tratamiento de las distintas defectologías del combustible de acuerdo con las definiciones anteriores.
- Las propiedades mecánicas del combustible, en especial las correspondientes a alto quemado, que se usan principalmente en los análisis estructurales.
- El espesor de la capa de óxido del combustible de alto quemado, que se emplea como parámetro de entrada en los análisis estructurales.

Normativa específica y Criterios de aceptación

Además de los requisitos recogidos en las normas referenciadas en el apartado 3.1.3 de esta PDT, en la evaluación se han tenido en cuenta los requisitos contenidos en la ISG-2 rev.2, “Fuel Retrievalability in Spent Fuel Storage Applications”.

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 documenta en los informes de las referencias [CSN/IEV/INNU/HISTAR150A/2012/03](#) y [CSN/NET/INNU/HISTAR150A/2104/11.1](#).

El área INNU ha revisado las definiciones proporcionadas por HOLTEC para el combustible dañado, no dañado y desechos de combustible, o *fuel debris*. La evaluación ha comprobado que, en la definición de combustible no dañado, HOLTEC incluye al combustible que potencialmente esté afectado por CILC. En este sentido la evaluación ha comprobado su impacto desde el punto de vista del cumplimiento de la función de seguridad de criticidad, sobre la que el área INNU tiene competencias.

Respecto a las propiedades mecánicas del combustible gastado, el área INNU ha comprobado que las referencias empleadas para definir las propiedades mecánicas empleadas por HOLTEC, que ya han sido aceptadas en otras solicitudes aprobadas por el CSN, son adecuadas para el rango que quemado previsto para los contenidos autorizados del contenedor.

Finalmente, el área INNU ha comprobado que la propuesta del límite de espesor de capa de óxido proporcionado por HOLTEC para el combustible de alto grado de quemado, 80µm, se basa en datos experimentales que no cubren otras aleaciones empleadas en los diseños de elementos combustibles que se incluyen dentro de los contenidos autorizados del contenedor. Con el objeto de verificar su aplicabilidad, el área INNU incluyó una cuestión en la PIA-2 [11], cuya contestación por parte de HOLTEC no fue considerada satisfactoria. A consecuencia de ello, la evaluación considera que debe imponerse una condición a la apreciación del diseño de forma que sea el usuario final del contenedor quien justifique el cumplimiento con el límite de espesor de capa de óxido propuesta por HOLTEC previo a la carga de los contenedores.

Conclusiones

El área INNU considera que las definiciones incluidas en relación con el combustible dañado, no dañado y desechos del combustible son aceptables para determinar el grado de daño del combustible gastado. En relación con el combustible potencialmente afectado por CILC, la aceptabilidad sobre su consideración como combustible no dañado se restringe al punto de vista de su impacto en la función de seguridad de criticidad, sobre la que el área INNU tiene competencias, debiendo verificar el impacto sobre otras funciones de seguridad (térmico, confinamiento y blindaje) las correspondientes áreas evaluadoras.

La evaluación considera que las propiedades mecánicas empleadas por HOLTEC en los diversos análisis contenidos en el ES, son adecuadas para el rango que quemado previsto para los contenidos autorizados del contenedor, si bien dicha validez se restringe para un periodo de almacenamiento de hasta 20 años, de acuerdo con el marco de aprobación recogido en el apartado 3.1.1.1 de esta PDT.

Por último, la evaluación considera que debe imponerse una condición a la apreciación del diseño de forma que sea el usuario final del contenedor quien justifique el cumplimiento con el límite de espesor de capa de óxido propuesta por HOLTEC previo a la carga de los contenedores.

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

Objeto de la evaluación

La evaluación realizada por el área APRT tiene por objeto la revisión de los aspectos de blindaje y protección radiológica operacional del contenedor HI-STAR 150, de acuerdo con las competencias atribuidas a dicha área.

Normativa específica y Criterios de aceptación

La evaluación se ha realizado considerando de aplicación los requisitos de las normas referenciadas en el apartado 3.1.3 de esta PDT. Para ello se han aplicado los criterios de aceptación y procedimientos de revisión que se desarrollan en el NUREG-1536 rev.1. Además, la evaluación ha tenido en cuenta el contenido de las siguientes guías:

- NUREG/CR-7203 (2015) “A Quantitative Impact Assessment of Hypothetical Spent Fuel Reconfiguration in Spent Fuel Storage Casks and Transportation Packages”.
- NUREG/CR-6802 (2003) “Recommendations for Shielding Evaluations for Transport & Storage Packages”.

Los criterios de aceptación considerados para la evaluación son:

- Verificación de la aplicación de criterios ALARA y consideraciones prácticas de ingeniería en relación con las tasas de dosis en la superficie y alrededor del contenedor, para su almacenamiento y las operaciones a realizar con él.
- Verificación del cumplimiento con los valores de tasas de dosis objetivo de diseño de HOLTEC en la superficie del contenedor especificadas en el ES, en la Tabla 2.3.2 (2 mSv/h en la superficie lateral del contenedor y 1 mSv/h en la tapa exterior), en toda configuración de carga y patrones de carga, en condiciones normales.
- Comprobación de que el ES proporciona tasas de dosis a 1m del contenedor envolventes para toda configuración y patrón de carga, en cualquier condición de accidente.
- Verificación del cumplimiento en un emplazamiento genérico de los requisitos de la IS-29:
 - Requisito 3.6.4 En operación normal, dosis efectiva anual a cualquier miembro del público en el límite del área controlada < 250 μ Sv (por exposiciones a irradiación externa debida a la instalación de almacenamiento).
 - Requisito 3.6.6 En situación de accidente, dosis efectiva a cualquier miembro del público situado en el límite del área controlada < 50 mSv.
- Comprobación de que las dosis operacionales del contenedor (en carga, descarga, mantenimiento, ...) son calculadas en el ES de forma adecuada, son envolventes del contenido admisible, y se minimizan de acuerdo con criterios ALARA.

Resumen de la Evaluación

La evaluación realizada se documenta en los informes de referencias [CSN/IEV/APRT/HISTAR150A/1909/01](#) y [CSN/IEV/APRT/HISTAR150A/2103/08](#).

Los aspectos revisados por el área APRT, para verificar el cumplimiento de la función de seguridad del contenedor, de control de la exposición operacional, del público y del medioambiente, son los desarrollados en los siguientes capítulos del ES:

- De forma completa: 5 “Evaluación de Blindaje” y 11 “Protección Radiológica”.
- De forma parcial, en lo relativo a blindaje y protección radiológica operacional: 1 “Descripción General”, 2 “Principales Criterios de Diseño”, 9 “Operaciones de Carga del Contenedor”, 10 “Criterios de Aceptación y Programa de Mantenimiento”, 12 “Análisis de Accidente” y 13 “Límites y Controles de Operación”.

Además, la evaluación de APRT ha considerado principalmente los siguientes documentos soporte:

- HI-2188098 rev.4, “Shielding analysis for HI-STAR 150 in storage”.
- HI-2188175 rev.3 “Occupational dose calculations for fuel loading”.

Ha quedado fuera del alcance de la evaluación de APRT la verificación del cumplimiento con los requisitos de protección radiológica en el límite del área controlada y zona bajo control del usuario del contenedor del ATI donde se utilice este contenedor. Igualmente quedan fuera del alcance los análisis y verificaciones derivados de un tiempo de almacenamiento superior a 20 años del combustible gastado de alto grado de quemado y por tanto, los aspectos relativos a la reconfiguración de este tipo de combustibles en el interior del contenedor.

Tras una revisión de las respuestas a la PIA-1 [9], el área APRT decidió recomenzar la evaluación en un nuevo informe ([CSN/IEV/APRT/HSTAR150A/2103/08](#)), teniendo en consideración las conclusiones del informe previo siempre y cuando no se vieran afectada por los cambios realizadas por HOLTEC durante el proceso de evaluación.

La evaluación realizada por el área APRT se ha estructurado en cuatro apartados en los que se revisa:

- (Capítulo 5 del ES) El análisis de blindaje del contenedor, incluyendo sus características, criterios de diseño, hipótesis y modelos de cálculo, así como los resultados obtenidos para las condiciones normales de almacenamiento, condiciones de corta duración y accidentes postulados.
- (Capítulo 9 del ES) La consideración del criterio ALARA en las secuencias de operaciones previstas por HOLTEC para la carga/descarga y almacenamiento del contenedor, que servirán de base para el desarrollo de los procedimientos de operación del usuario.
- (Capítulo 11 del ES) Las consideraciones de diseño y características operacionales que se incorporan en el diseño para la protección de los trabajadores frente a la radiación y contaminación radiactiva, durante todas las operaciones previstas, así como las estimaciones de dosis de dichas operaciones.
- Otros aspectos contemplados en el ES relacionados con la protección radiológica, como son:
 - (Capítulo 10 del ES) La revisión de las pruebas y criterios de aceptación que se establecen en relación con el blindaje del contenedor.
 - (Capítulo 12 del ES) Los análisis de consecuencias radiológicas realizados en relación con los accidentes postulados en el ES.
 - (Capítulo 13 del ES) La revisión de los Límites y Controles de Operación establecidos en el ES en lo relativo al blindaje y la protección radiológica,

incluyendo la propuesta de Especificaciones Técnicas de Funcionamiento del contenedor.

▪ Análisis de blindaje

La evaluación ha realizado una revisión de los componentes que HOLTEC considera en el diseño del sistema de blindaje del contenedor, comprobando su descripción, materiales empleados, dimensiones y otra información relacionada.

El área APRT ha revisado los criterios de diseño que se establecen en el ES en relación con el sistema de blindaje, comprobando que se han definido tasas de dosis objetivo en las superficies del contenedor para las condiciones normales de almacenamiento, y que se consideran los límites de dosis en el límite del área controlada requeridos por la IS-29, los cuales deben cumplirse de forma genérica.

En relación con las condiciones de análisis, la evaluación ha comprobado que HOLTEC ha considerado las que resultan del almacenamiento normal, de las operaciones de corta duración y las derivadas de los accidentes postulados en el ES. No ha sido necesario incluir las condiciones correspondientes a los sucesos anormales ya que no tienen implicaciones diferentes a las consideradas en las condiciones normales de almacenamiento.

La evaluación ha revisado la metodología de cálculo empleada para el análisis de blindaje, que se basa en modelos implementados en el código MCNP-5 v1.51, junto con las librerías de secciones eficaces ENDF/B-V y ENDF/B-VI. Además, ha comprobado que:

- Los modelos emplean la geometría de los planos de diseño incluidos en el ES y que las particularidades de cada condición de análisis han sido tenidas en cuenta en los modelos:
 - Modelo de condiciones normales, en el que se considera el contenedor en posición vertical, con presencia de blindaje neutrónico y sin elementos auxiliares.
 - Modelo de condiciones de accidente, que contempla una combinación de las consecuencias del accidente de fuego y vuelco, al considerar el contenedor en posición horizontal, sustituyendo el espacio ocupado por el blindaje neutrónico por vacío y aplicando una reducción de las dimensiones del plomo que actúa como blindaje frente a radiación gamma.
 - Modelos para las condiciones de corta duración, empleados para estimar la dosis ocupacional, que contemplan las distintas configuraciones del contenedor durante las secuencias previstas para la carga, en cuanto a la presencia de agua en la cavidad interior del contenedor y de la tapa exterior.
- Las hipótesis empleadas en el modelo de condiciones de accidente son consistentes con las conclusiones de la evaluación estructural realizada por el área IMES.
- El término fuente empleado en los análisis de blindaje ha sido previamente aceptado por el área INNU en su correspondiente evaluación.
- Los modelos contemplan una serie de simplificaciones, la mayoría relacionadas con la geometría del bastidor y del contenedor, que suponen una representación conservadora del conjunto.
- Los modelos analizados tienen en cuenta los posibles efectos de la canalización de la radiación neutrónica y gamma. El diseño de los bolsillos de blindaje neutrónico impide la canalización de neutrones en sentido radial.

- La composición y densidad de los materiales utilizados en los modelos de análisis de blindaje es acorde con las características de los materiales previstos en el diseño del contenedor.
- Los volúmenes donde se miden los flujos de radiación (tallies) para determinar las correspondientes tasas de dosis son definidos adecuadamente en los modelos.
- Los factores de conversión de flujos de radiación a tasas de dosis utilizados son aceptables. En concreto, HOLTEC aplica los factores de conversión a tasa de dosis equivalente ambiental, que son más conservadores que los factores de conversión a tasa de dosis efectiva.
- La metodología para analizar la tasa de dosis para cada punto de interés, según las contribuciones de cada término fuente, grupo de energía y región del bastidor es adecuada y tiene en cuenta la correspondiente intensidad de la fuente.
- Los resultados obtenidos mediante el código de cálculo (MCNP) son aceptables, debido que dichos resultados tienen asociada una incertidumbre (estadística) derivada del método de cálculo utilizado (estocástico), que depende de los métodos de reducción de varianza y del número de partículas simulado.
- La incertidumbre de los resultados es proporcionada en el ES y sus valores son aceptables (estando en todos los casos analizados por debajo del 4-10%).

La evaluación ha revisado los análisis de blindaje realizados en el ES para las distintas configuraciones de carga, ya que el ES contempla la carga de Contenedores de Combustible Dañado (CCD) con combustible dañado o con desechos de combustible. En concreto, ha valorado:

- La adecuación de las hipótesis sobre el combustible dañado y desechos combustibles con respecto a su tratamiento en condiciones normales y de accidente.
- La completitud de los casos analizados para el combustible dañado y desechos de combustible para definir una envolvente de los escenarios posibles (o sus efectos) en las distintas condiciones.

También ha valorado la aceptación del combustible susceptible de CILC como “no dañado”, según las definiciones del ES, teniendo en cuenta la información proporcionada por INNU al respecto del comportamiento de dicho combustible bajo condiciones normales y de accidente.

El área APRT ha analizado si los resultados recogidos en el ES son envolventes de las condiciones normales (tasas de dosis en superficie del contenedor) y de accidente (a 1m del contenedor), para todos los patrones de carga definidos en el ES y las posibles configuraciones de carga (sin CCD o con CCD). También ha analizado el cumplimiento del criterio de diseño relativo a tasa de dosis en la superficie del contenedor en condiciones normales. La aceptabilidad de dichos resultados ha sido analizada mediante cálculos independientes empleando el código SCALE 6.2.3. diferente al del diseñador.

Finalmente, el área APRT ha verificado el cumplimiento, de forma genérica, de los requisitos 3.6.4 (dosis anual en el límite del área controlada por el explotador, en condiciones normales para distintas configuraciones de ATI hipotéticos) y 3.6.6 (dosis generada a 100m de un contenedor en condiciones de accidente) de la IS-29.

- Procedimientos de Operación

La evaluación ha revisado las secuencias de operaciones previstas por HOLTEC en relación con el proceso de carga y descarga de un contenedor, incluyendo las transferencias del contenedor en la instalación, así como las operaciones previstas durante el periodo de almacenamiento, que serán la base para el desarrollo de los procedimientos de operación del usuario final del contenedor. La evaluación ha comprobado que en dichas secuencias se contempla la aplicación del criterio ALARA y que se incluyen notas y advertencias encaminadas a minimizar la exposición ocupacional, en particular en lo relativo a la prevención de partículas calientes y contaminación, o el uso de blindajes adicionales durante los trabajos de acondicionamiento del contenedor cargado.

Si bien el informe [CSN/IEV/APRT/HISTAR150A/1909/01](#) considera adecuado el tratamiento de las cuestiones relativas a la protección radiológica de los trabajadores en la descripción de las operaciones del contenedor, el área APRT identificó una serie de cuestiones que consideraba no modificaba la conclusión anterior. La respuesta proporcionada por HOLTEC a dichas cuestiones, que conlleva una serie de modificaciones en las secuencias previstas en el ES, ha sido revisada en [CSN/NET/APRT/HISTAR150A/2104/09](#).

- Protección Radiológica

La evaluación ha revisado el cumplimiento con los criterios relativos a la protección radiológica descritos en la IS-20, que permiten cumplir con los criterios de exposición a la radiación que limitan la dosis ocupacional en el emplazamiento (RPSRI), y que se aplica el principio ALARA. Para ello, HOLTEC justifica el cumplimiento de los criterios que se desarrollan en la Regulatory Guide 8.8, "Information relevant to ensuring that occupational radiation exposures at nuclear power stations will be as low as is reasonably achievable", que considera equivalente a la Guía de Seguridad 1.12, del CSN.

El área APRT ha revisado así mismo las descripciones de las consideraciones operacionales que se han tenido en cuenta en el diseño, de las medidas ALARA, de los blindajes auxiliares y temporales previstos para mitigar las dosis ocupacionales, de las características clave del diseño que mitigan las dosis ocupacionales (como el uso de cargas regionalizadas, tapa interior de espesor considerable, barreras múltiples al escape de efluentes y otras).

La evaluación ha revisado la estimación de las dosis ocupacionales que HOLTEC realiza para la secuencia prevista para la carga del contenedor en la instalación del usuario. Los cálculos realizados se basan en los modelos específicos desarrollados en el código MCNP (descritos en el Capítulo 5 del ES), con los que se estiman las tasas de dosis en distintas localizaciones alrededor del contenedor, teniendo en cuenta las configuraciones posibles del mismo que se prevén en la secuencia de carga. Estas estimaciones consideran únicamente la fuente de radiación derivada del contenido cargado en el contenedor y no otras posibles existentes en la instalación, como la piscina de CG o la proximidad a otros contenedores. También se han revisado las consideraciones e hipótesis empleadas para la estimación de las tasas de dosis operacionales.

Respecto a la dosis ocupacional prevista para la secuencia de descarga y tareas de mantenimiento, la evaluación ha comprobado las justificaciones aportadas por HOLTEC para garantizar que las dosis correspondientes están envueltas por las obtenidas en la secuencia de carga, y que estas pueden cuantificarse si fuera necesario.

▪ Otros aspectos relacionados

La evaluación ha revisado los ensayos y pruebas previstas en fabricación en relación con los materiales que se emplean como blindaje neutrónico y gamma, las pruebas previstas para verificar la eficacia del blindaje tras la carga de cada contenedor, así como los ensayos previstos en el programa de mantenimiento del contenedor en relación con el blindaje neutrónico.

La evaluación ha revisado los análisis de consecuencias radiológicas que HOLTEC realiza para cada uno de los accidentes que se postulan en el ES, comprobando la coherencia entre el estado físico esperado para el contenedor y las hipótesis consideradas por HOLTEC en los modelos empleados para estimar las correspondientes tasas de dosis.

Finalmente, la evaluación ha revisado los límites y controles de operación que se establecen en el ES, entre ellas, la propuesta de ETF del contenedor que establece un programa de protección radiológica para el contenedor, así como otra información relevante, como el programa de pruebas en frío previsto antes de la primera carga en la instalación del usuario. La revisión realizada se limita a la verificación de aquellos aspectos relacionados con el blindaje y la protección radiológica.

Conclusiones

Relativas a los análisis de blindaje (Capítulo 5 del ES):

- La descripción del diseño del blindaje del contenedor HI-STAR 150 (para almacenamiento) se considera aceptable y suficiente para el desarrollo de modelos para el análisis de blindaje.
- Los criterios de diseño de blindaje se consideran aceptables y adecuados para cumplir con los requisitos de la RPSRI, IS-20 e IS-29. El uso de los factores de conversión a tasa de dosis (equivalente ambiental, $H^*(10)$) del ICRP-74, al ser más conservadores que los de a tasa de dosis efectiva, se consideran aceptables para verificar dichos criterios.
- Las hipótesis para condiciones normales y de accidente se consideran aceptables y envolventes (incluyendo las operaciones de corta duración), y las simplificaciones utilizadas en los modelos de blindaje se consideran adecuadas.
- La metodología utilizada para los análisis de blindaje, que hace uso del código MCNP-5, y de la posibilidad de independizar los análisis para cada uno de los términos fuentes y regiones de combustible, y las regiones de cálculo de para las mismas (tallies), se consideran aceptables.
- Los escenarios analizados en el ES para la carga de CCD con combustible dañado se consideran envolventes para condiciones de accidente (ya que en condiciones normales se asemejan a combustible “no dañado”).
- Los escenarios analizados para la carga de CCD con desechos de combustible se consideran envolventes para condiciones normales, ya que en condiciones de

accidente estaría envueltos por los análisis realizados para carga de CCD con combustible dañado.

- El efecto de una reconfiguración del combustible dañado o de los desechos de combustible en los CCD en la zona del cabezal inferior no ha sido analizado por el titular, pero la evaluación ha estimado su posible impacto, concluyendo que no comprometería la aceptabilidad del diseño del contenedor.
- La clasificación de elementos combustibles susceptibles de CILC como “no dañado” no se considera aceptable, desde el punto de vista de blindaje puesto que no se puede asegurar que las barras de estos EC no fallarán incluso en condiciones normales, ni se puede aceptar que dicha situación estuviera envuelta por alguno de los escenarios de reconfiguración de combustible de alto grado de quemado analizados en la modalidad de transporte. Por tanto, se propone que la apreciación favorable quede condicionada al respecto: No podrán cargarse elementos combustibles susceptibles de sufrir CILC, salvo en las posiciones de desechos de combustible, en tanto Holtec no realice análisis adicionales de blindaje considerando escenarios de reconfiguración en condiciones normales y de accidente, considerando daño en estos EC.
- Los valores de tasas de dosis en condiciones normales y de accidente recogidos en el ES en las Tablas 5.1.1 y 5.1.3, respectivamente, se consideran aceptables tras verificar que los resultados de los cálculos independientes de los casos seleccionados son iguales o inferiores, teniendo en cuenta los conservadurismos aplicados en los modelos de blindaje, y que los mismos cumple con el criterio de diseño para condiciones normales de no superar los 2 mSv/h en la superficie lateral del contenedor y de 1 mSv/h en la tapa exterior, incluso teniendo en cuenta el incremento sobre la tasa de dosis obtenida en la superficie lateral inferior del contenedor cuando carga CCD con desechos de combustible.
- Además, dichos valores se consideran envoltorios de las condiciones normales y de accidente, respectivamente, para todos los escenarios de carga posible (sin o con CCD, y los distintos patrones de carga), teniendo en cuenta los casos analizados en el ES para las configuraciones de carga de CCD. El efecto de una reconfiguración del combustible dañado o de los desechos combustibles en los CCD conllevaría un incremento apreciable de las tasas de dosis en ubicaciones específicas, pero no comprometería la aceptabilidad del diseño del contenedor.
- Por completitud del Estudio de Seguridad, las Tablas 9.1 y 9.2 del HI-2188098, que recogen las tasas de dosis en condiciones normales y de accidente, respectivamente, en configuración de carga sin CCD, deberán ser incluidas en la próxima revisión del ES.
- Con el contenedor HI-STAR 150 es posible verificar el cumplimiento de los requisitos 3.6.4 y 3.6.6 de la IS-29, de forma genérica (sin considerar otras contribuciones más que la proveniente del contenedor/es) mediante las Tablas 5.1.2 y 5.1.4 del ES, respectivamente. Independientemente, la verificación del cumplimiento con estos requisitos deberá ser realizada por el usuario del contenedor, en su respectivo ATI, según requiere el punto 5.3.4 de las ETF del contenedor recogidas en el Apéndice 13.A del Capítulo 13 del ES. De todas formas, será necesario que la próxima revisión del ES incluya el efecto de cargar CCD con desechos de combustible en la Tabla

5.1.2, y de cargar CCD con combustible dañado en la Tabla 5.1.4 (o se justifique de forma cuantitativa que sus efectos son despreciables).

Relativas a los procedimientos de operación (Capítulo 9 del ES):

- Las secuencias de operaciones previstas en el ES en relación con el proceso de carga/descarga, transferencias en la instalación y almacenamiento, consideran adecuadamente el tratamiento de las cuestiones relativas a la protección radiológica de los trabajadores, ya que contempla la aplicación del criterio ALARA, e incluye notas y advertencias al respecto para minimizar la exposición, así como actividades propias de PR.

Relativas a la protección radiológica (Capítulo 11 del ES):

- Las consideraciones de diseño y las características operacionales del sistema de almacenamiento del contenedor de doble propósito HI-STAR 150 para proteger a los trabajadores de la exposición a la contaminación radiactiva y a las radiaciones ionizantes durante las operaciones del contenedor, y mantener dicha exposición ALARA, se consideran aceptables.
- Las estimaciones de la dosis para las operaciones a realizar con el contenedor, calculadas de forma realista (con relación a tiempos, factores de ocupación, operarios y ubicación de las operaciones) y sin tener en cuenta otras posibles contribuciones distintas a la del contenedor, se considerarán aceptables. El usuario deberá tener en cuenta estas consideraciones, recogidas junto con otras en el apartado 11.3 del ES, a la hora utilizar dichas estimaciones. No obstante, sin comprometer la aceptabilidad de dichas estimaciones, es necesario que la próxima revisión del ES incluya en las estimaciones de dosis (Tabla 11.3.1):
 - El efecto de considerar una mayor longitud activa del combustible y una menor masa de Uranio, que ha dado lugar a los factores de ajuste de la Tabla 5.4.7 del ES.
 - La configuración de carga de CCD con desechos de combustible.

Relativas a criterios de aceptación y programa de Mantenimiento (Capítulo 10 del ES):

- Respecto al blindaje y protección radiológica, el Capítulo 10 del ES incluye pruebas sobre materiales con funciones específicas de blindaje, como el Holtite B, que garanticen sus propiedades, y de eficacia del blindaje del contenedor, así como para su mantenimiento. Si bien las pruebas sobre materiales y la periodicidad para mantenimiento no se evalúan al no ser competencia de APRT, la prueba de eficacia de blindaje y pruebas de mantenimiento de materiales de blindaje, que se desarrollarán mediante procedimientos escritos acorde con el Programa de Protección Radiológica descrito en las ETF del Capítulo 13 del ES, se consideran aceptables.

Relativas a la evaluación de la seguridad en condiciones anormales y de accidente (Capítulo 12 del ES):

- Desde el punto de vista de blindaje y protección radiológica, el Capítulo 12 de ES describe adecuadamente las consecuencias para el blindaje y la protección radiológica de los accidentes postulados, así como las consecuencias radiológicas, teniendo en cuenta los análisis de blindaje realizados en el Capítulo 5 del ES.

Relativas a límites y controles de operación (Capítulo 13 del ES):

- Desde el punto de vista de blindaje y protección radiológica, el Capítulo 13 de ES recoge los límites y condiciones de operación necesarias al respecto, indicando que las características de diseño relativas a blindaje son importantes para la seguridad, y estableciendo las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (condiciones límite de operación y programas administrativos) pertinentes, entre las que destaca el programa de protección radiológica y los límites de contaminación desprendible. Por todo ello, el Capítulo 13 del ES se considera aceptable.

3.1.8 Evaluación Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES)

El área IMES es responsable de la evaluación relativa a los aspectos estructurales, térmicos y de confinamiento del contenedor.

Por otro lado, el área IMES evalúa los Procedimientos de Operación, los Criterios de Aceptación, el Programa de Mantenimiento y los Límites y Controles de Operación, en aquellos aspectos que guarden relación con los tres temas de evaluación señalados en el párrafo anterior.

3.1.8.1 Evaluación estructural

Objeto de la evaluación

La evaluación realizada por el área IMES tiene por objeto la revisión de las hipótesis, métodos y cálculos realizados por HOLTEC para analizar el comportamiento estructural del contenedor durante las condiciones de operación normales, anormales y de accidente postuladas en el ES.

Normativa específica y Criterios de aceptación

La evaluación se ha realizado considerando de aplicación los requisitos de las normas referenciadas en el apartado 3.1.3 de esta PDT.

Para ello se han aplicado los criterios de aceptación y procedimientos de revisión que se desarrollan en el NUREG-1536 rev.1, así como los del NUREG-2215, “Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Systems and Facilities”, que los integra y actualiza con los del NUREG-1567, “Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities”. Así mismo la evaluación ha considerado el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Tensiones admisibles definidas en la subsección NB del código ASME Sección III división 1 y apéndice F de ASME III, para los componentes del recinto de confinamiento del contenedor.
- Límites de tensiones del NUREG-0612, “Control of Heavy Loads at Nuclear Power Plants” y ANSI-N14.6-1993, “Special Lifting Devices for Shipping Containers Weighing 10.000 pounds (4500 kg) or more”, y subsección NF del código ASME Sección III división 1, para los puntos de izado y muñones de rotación.
- Criterios recogidos en las guías reguladoras 7.11, “Fracture toughness criteria of base material for ferritic steel shipping cask containment vessels with a maximum wall thickness of 4 inches (0,1 m)”, 7.12, “Fracture toughness criteria of base

material for ferritic steel shipping cask containment vessels with a wall thickness greater than 4 inches (0,1 m) but not exceeding 12 inches (0,3 m)”, en el NUREG/CR-3826, “Recommendations for protecting against failure by brittle fracture in ferritic steel shipping containers greater than four inches thick”, y en la subsección NB de ASME Sección III división 1, en lo relativo a los aspectos de la mecánica de la fractura.

- La Regulatory Guide 1.76 “Design-Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants”, en lo relativo al accidente de tornado.
- El Caso de Código N-284-4 de ASME Sección III, en lo relativo al accidente de inmersión.
- Tensiones admisibles que se derivan de la subsección NG de ASME III y apéndice F de ASME III para los CCD.

Resumen de la evaluación

La evaluación realizada se documenta en los informes de referencias CSN/IEV/IMES/HISTAR150A/2102/07 y CSN/NET/IMES/HISTAR150A/2104/10.

Los aspectos revisados por el área IMES en relación con la evaluación estructural se desarrollan total o parcialmente en los capítulos 3, “Evaluación Estructural” y 12, “Evaluación de la Seguridad en Condiciones Anormales y de Accidente” del ES. Además, la evaluación ha considerado el contenido de los siguientes documentos soporte:

- HI-2188071 rev.6, “Structural Calculation Package supporting HI-STAR 150 storage FSAR and transport SAR”
- HI-2188115 rev.6, “Evaluation of drops and non-mechanistic tip-over of HI-STAR 150 cask”
- HI-2178009 rev.5, “HI-STAR 150 “Data Definition Report”

La evaluación estructural tiene por objeto garantizar que, bajo las cargas resultantes de las condiciones de operación normales, anormales, accidentes postulados y sucesos naturales extremos, el contenedor podrá realizar las funciones de seguridad previstas (confinamiento, subcriticidad, blindaje y recuperabilidad de la carga).

El área IMES ha comprobado que HOLTEC ha clasificado las diferentes condiciones operativas que se postulan en tres grupos (condiciones normales, anormales y accidente), para cada uno de los cuales se definen las diferentes combinaciones de carga y los niveles de servicio de ASME III que resultan de aplicación.

El área IMES ha revisado los casos de carga en los que se evalúa el comportamiento estructural en las condiciones normales de almacenamiento (casos de carga I, condiciones de diseño y J, condiciones normales), para los que HOLTEC aplica los valores admisibles que resultan para nivel de servicio A (condiciones normales ASME III). Entre los componentes que se encuentran dentro del alcance de este análisis figuran el recinto de confinamiento, las tapas interior y exterior, sus respectivos pernos, así como las cavidades en las que se aloja el blindaje neutrónico. La evaluación ha examinado las hipótesis de cálculo y datos de entrada que HOLTEC emplea en los modelos de

elementos finitos desarrollados a tal efecto, verificando que se obtienen tensiones inferiores a los límites admisibles con márgenes adecuados.

Respecto al análisis de las condiciones anormales de operación, el área IMES ha revisado el caso de carga K, que aplica a los mismos componentes que los casos de carga de condiciones normales, en el que se evalúa el comportamiento del contenedor cuando este se somete a la temperatura ambiente anormal definida en el ES, para lo cual HOLTEC recurre a la distribución de temperaturas que se obtiene en la evaluación térmica del contenedor. La evaluación realizada por IMES ha comprobado que, empleando los mismos modelos de elementos finitos que los utilizados en las condiciones normales, HOLTEC ha verificado que las tensiones obtenidas permanecen por debajo de los límites admisibles que se deducen en la sección III de ASME para el nivel de servicio B, con márgenes adecuados.

En relación con el análisis de las condiciones de accidente, el área IMES ha revisado las metodologías de análisis, hipótesis de cálculo y resultados correspondientes a las siguientes condiciones de accidente:

- Accidente de Inundación, que se desarrolla en los siguientes casos de carga:
 - Caso de carga A, mediante el que se realiza un análisis de estabilidad cinemática del contenedor, cuando éste se encuentra cargado con un solo elemento de CG, al objeto de estimar las máximas velocidades permisibles de agua que evitan el vuelco y el deslizamiento del contenedor.
 - Caso de carga D, en el que se analiza la estabilidad de la virola de contención frente a pandeo, cuando el contenedor se somete a una presión externa consistente con una inmersión a 200 m.
- Sismo base de diseño, que se desarrolla en el caso de carga B, con el que HOLTEC pretende de demostrar que, como consecuencia del sismo, no se produce impacto con los contenedores colindantes, ni su vuelco, ni su desplazamiento fuera de la losa de almacenamiento, así como que se mantiene la integridad estructural del recinto de contención. El enfoque propuesto por HOLTEC ha consistido en analizar el cumplimiento de los criterios anteriores para un determinado nivel de aceleración máxima, cuya aplicabilidad deberá verificar el usuario final del contenedor para su emplazamiento. En caso de que los valores empleados no fueran envolventes de los del emplazamiento concreto, los análisis deberían complementarse con otros específicos del emplazamiento, a realizar por el usuario del contenedor. A este respecto, el área IMES señala en su evaluación que los valores empleados por HOLTEC en el análisis son envolventes de los que resultan para el emplazamiento de CN Cofrentes.
- Tornado, que se desarrolla en el caso de carga C, en el que se analiza el efecto de vientos fuertes o de un tornado, así como las consecuencias del posible impacto de los proyectiles que pudieran verse arrastrados por el viento o tornado. La evaluación realizada por IMES ha comprobado que las velocidades del viento, caídas de presión y las características de los proyectiles que se postulan han sido definidas por HOLTEC en correspondencia con valores que se incluyen en la *Regulatory guide 1.76* para el tornado base de diseño de la región I.

El área IMES ha revisado los análisis realizados por HOLTEC con el objeto de verificar que las consecuencias del tornado no comprometen ni la estabilidad cinemática del contenedor ni la integridad de su recinto de confinamiento, comprobando que:

- Como consecuencia del impacto de un proyectil, el ángulo de pivotamiento del contenedor es inferior al ángulo a partir del cual se produciría el vuelco del contenedor.
 - El desplazamiento máximo del contenedor por deslizamiento como consecuencia del impacto de un proyectil es inferior a la distancia mínima prevista por HOLTEC entre contenedores contiguos.
 - La profundidad de la penetración por impacto del proyectil no compromete la integridad del recinto de confinamiento del contenedor.
- Accidentes de manejo, que se desarrollan en el caso de carga F. Si bien el ES prevé que el manejo del contenedor se realice empleando dispositivos de izado que cumplan con el criterio de fallo único, que permiten suponer que la caída del contenedor sea un suceso no creíble, ante la posibilidad de que el usuario final requiera el uso de un dispositivo que no cumpla tal criterio, en el ES se postulan los sucesos de caída vertical sobre fondo y horizontal, en los que se analiza la integridad del recinto de confinamiento, del bastidor, del CG alojado en su interior, así como la correcta sujeción de los cilindros monolíticos de blindaje, cuando el contenedor se somete a un nivel determinado de aceleración vertical/horizontal.

El área IMES ha comprobado que la integridad del bastidor, del recinto de confinamiento, así como las comprobaciones referentes a los cilindros de blindaje han sido evaluadas por HOLTEC empleando para ello modelos implementados en el código LS-DYNA, que ya fue empleado para análisis equivalentes en los contenedores HI-STORM 100/HI-STAR 100 licenciados previamente en España.

Respecto a los criterios de aceptación, la evaluación ha comprobado que para el recinto de confinamiento y para los pernos de las tapas HOLTEC aplica las tensiones admisibles que resultan para nivel de servicio D, mientras que para el bastidor ha definido un criterio basado en la deflexión máxima de las chapas del bastidor.

La evaluación ha comprobado que, además de emplearse con el fin de evaluar las consecuencias de las caídas postuladas, los resultados obtenidos con los modelos de LS-DYNA han sido empleados para otros análisis, como son el cálculo de la precarga y análisis de integridad de los pernos de las tapas, o la comprobación del estado tensional de las tapas. Además, estos análisis proporcionan a su vez datos de entrada a los modelos, por lo que el diseño ha sido realizado de manera iterativa.

El área IMES ha comprobado que HOLTEC ha aplicado en los modelos unas velocidades de impacto que garantizan el cumplimiento con las aceleraciones base de diseño definidas para los accidentes de caída vertical y horizontal.

En relación con la verificación de la integridad de la vaina de CG durante los sucesos de caída vertical y lateral, HOLTEC ha desarrollado modelos específicos también mediante el código LS-DYNA, que han sido previamente validados frente a los análisis de integridad de vaina que se desarrollan en el NUREG-1864. En relación con estos

análisis el área IMES ha planteado diversas objeciones a HOLTEC que se desarrollan principalmente en la PIA-3 [12]. Las diferentes interacciones mantenidas entre el área IMES y los representantes de HOLTEC para la resolución de estas cuestiones han motivado una revisión del criterio de aceptación aplicado para la integridad de la vaina de CG, para aplicar un límite basado en la fluencia del material, como consecuencia de lo cual ha sido necesario aplicar una reducción de las aceleraciones base de diseño postuladas en los accidentes de caída.

Por otro lado, el área IMES ha comprobado que HOLTEC contempla en sus análisis hipótesis relativas a la rigidez del hormigón de la losa de almacenamiento, sobre la que se postula el impacto del contenedor en los accidentes de caída. La validez de los valores empleados por HOLTEC ha sido objeto de discusión entre el área IMES y los representantes de HOLTEC con el fin de comprobar si se había considerado un incremento de la rigidez a consecuencia de su envejecimiento en el tiempo. A consecuencia de ello, HOLTEC ha actualizado los análisis incrementando la rigidez de la losa para contemplar el efecto de su envejecimiento. Si bien los datos empleados por HOLTEC son válidos desde el punto de vista del emplazamiento de CN Cofrentes, dado se trata de un ES genérico el área IMES ha considerado necesario condicionar la apreciación del diseño al respecto, de forma que sea el usuario final del contenedor quien verifique que los parámetros empleados por HOLTEC son envolventes para su emplazamiento.

- Vuelco no mecanicista, que se desarrolla en el caso de carga G. Pese a que los análisis realizados en el ES demuestran que el contenedor es cinemáticamente estable ante los sucesos base de diseño, y por tanto que no existe ninguna causa creíble que conduzca al vuelco del contenedor, HOLTEC ha realizado un análisis específico de las consecuencias del vuelco sobre la integridad del contenedor y del CG alojado en su interior.

Para el análisis de vuelco HOLTEC considera unas aceleraciones base de diseño específicas, que difieren respecto de las definidas para los accidentes de manejo. El área IMES ha comprobado que HOLTEC ha aplicado hipótesis y criterios de aceptación menos restrictivos que los aplicados en los accidentes de manejo. En particular:

- a diferencia de los accidentes de manejo, en los que se aplicaba un criterio de aceptación para la tensión de la vaina basada en la fluencia del material, para el caso de vuelco HOLTEC acepta un cierto nivel de deformación plástica de la vaina del CG.
- una rigidez a compresión para el hormigón de la losa que resulta inferior a la considerada para los accidentes de manejo.

Tras el proceso de discusión mantenido entre IMES y los representantes HOLTEC, su aplicación ha sido considerada aceptable por IMES sobre la base de que se trata de un análisis de defensa en profundidad sobre un suceso para el que se ha demostrado que no existe causa creíble.

La evaluación ha comprobado que HOLTEC ha estimado las deceleraciones máximas sufridas durante el accidente de vuelco en las direcciones axial y lateral, en base a modelos implementados en el código LS-DYNA. Dichos modelos consideran la

configuración del contenedor cuando se equipa con un pequeño limitador de impacto opcional en su parte superior, sin él, así como cuando se consideran las rigideces “as-built” de la losa de CN Cofrentes. El área IMES ha comprobado que los resultados obtenidos por HOLTEC permiten corroborar que se cumplen las aceleraciones máximas establecidas.

- Explosión, que se desarrolla en el caso de carga H, en el que se analiza la estabilidad cinemática del contenedor ante una onda de presión con origen fuera del límite de la instalación de almacenamiento en que se ubica el contenedor.

La evaluación ha revisado los análisis realizados por HOLTEC en relación con el caso de carga H, consistentes en la estimación de la presión externa más limitante, que se corresponde con la que provocaría el vuelco del contenedor antes de su deslizamiento. De acuerdo con los requisitos establecidos por HOLTEC, una presión externa superior requeriría de un análisis dinámico basado en la historia temporal del pulso de presión, análisis que debiera ser realizado por el usuario final del contenedor en el caso de que los riesgos asociados a su emplazamiento no estuvieran envueltos por los resultados obtenidos en el ES.

- Accidente de fuego, que se desarrolla en el caso de carga L, en el que se analizan las consecuencias de alcanzar una presión en la cavidad interior y en el espacio ubicado entre las tapas interior y exterior, correspondiente a la presión de diseño de accidente.

La evaluación ha comprobado que los análisis realizados por HOLTEC emplean las propiedades de los materiales correspondientes a una temperatura consistente con la distribución de temperaturas obtenida en la evaluación térmica del accidente de fuego.

El área IMES ha comprobado que, a partir del modelo empleado para verificar las condiciones de operación normal, y despreciando las tensiones de origen térmico, cuya comprobación se requiere para el nivel de servicio D, HOLTEC ha estimado las tensiones en los componentes de la barrera de confinamiento del contenedor, verificando que se cumplen los límites admisibles.

Por otro lado, en relación con los componentes que forman parte de la barrera de confinamiento del contenedor, el área IMES ha revisado los argumentos aportados por HOLTEC para justificar que los aceros ferríticos empleados en la fabricación de dichos componentes se comportan de manera lo suficientemente dúctil en todas las condiciones de operación, particularmente para el caso de las temperaturas de servicio más bajas que se postulan en el ES.

A este respecto, la evaluación comprobó que, para las forjas del recinto de confinamiento, HOLTEC no había seguido rigurosamente los requisitos de la guía reguladora 7.12, dado que había considerado las respectivas temperaturas de transición dúctil-frágil que se deducen a partir de un criterio de iniciación de grieta (NUREG/CR-3826), menos restrictivas de las que se deducen a partir del criterio de detención de grieta en que se basa la metodología de la citada guía 7.12.

Como consecuencia de ello, el área IMES incluyó una cuestión al respecto en la PIA-5 [14], a partir de la cual se produjeron diversas interacciones con HOLTEC, mediante

correo electrónico y reuniones telemáticas, que finalmente han concluido con la aceptación de la metodología propuesta, que se complementa con la adopción una serie de requisitos incluidos en la revisión 4 del ES en lo relativo a la re-inspección del recinto de confinamiento que se exige en el NUREG/CR-3826.

En caso de que no fuera posible la re-inspección en los términos propuestos, HOLTEC ha incluido la posibilidad de modificar la temperatura mínima de servicio del contenedor, con lo que ello supone, hasta un valor que le permite cumplir con los requisitos que se derivan de la metodología basada en la aplicación de la guía 7.12, que hacen innecesaria tal re-inspección.

La evaluación ha revisado los análisis de fatiga realizados por HOLTEC, en el que se han considerado las cargas cíclicas correspondientes a la modalidad de almacenamiento, básicamente las debidas a las fluctuaciones térmicas, así como los aprietes de los pernos de las tapas, que son poco significativas con respecto a las previstas en la modalidad de transporte. De los análisis realizados por HOLTEC se deducen los respectivos números admisibles de ciclos de carga para cada componente incluido en el alcance de los análisis.

El área IMES ha revisado los análisis realizados por HOLTEC para comprobar que se verifican los límites de tensiones definidos de acuerdo con la normativa aplicable, para los muñones de izado (requisitos derivados de la norma ANSI N14.6) y de rotación (requisitos derivados de la subsección NF de ASME III) del contenedor.

La evaluación ha comprobado que, para asegurar que se cumplen las hipótesis supuestas en estos análisis, se requiere una comprobación sobre las dimensiones de la orejeta del yugo de elevación, dispositivo previsto para su uso durante las maniobras de izado del contenedor. Dado que dicho dispositivo está fuera del alcance del ES, dicha comprobación se considera debe ser realizada por el usuario final del contenedor, con el objeto de garantizar la aplicabilidad del análisis realizado por HOLTEC.

Finalmente, la evaluación ha revisado otros análisis estructurales contenidos en el ES, entre los que se destacan:

- Integridad estructural de los CCD en condiciones normales de manejo, así como ante una caída vertical con aceleración de 80 g, que tienen por objeto verificar que se cumplen los límites de tensiones de la subsección NG de ASME III y del apéndice F de ASME III (niveles de servicio A y D para condiciones normales y accidentes de caída, respectivamente).
- Análisis de tensiones de los taladros roscados de las tapas interior y exterior, en el que HOLTEC verifica el cumplimiento de los límites que se derivan de la norma ANSI N14.6.
- Análisis del comportamiento estructural del contenedor durante la prueba hidrostática del recinto de confinamiento, en el que HOLTEC verifica el cumplimiento con los límites de tensiones correspondientes al nivel de servicio A, cuando se considera una presión interior correspondiente a la presión de prueba.

Conclusiones

Sobre la base a la evaluación realizada, el área IMES considera que:

- El contenedor HI-STAR 150 se ha diseñado para las cargas correspondientes a las condiciones de diseño normales, anormales y de accidente, de manera compatible con lo especificado en la normativa aplicable, considerando que son suficientes, y engloban correctamente las situaciones esperables.
- Los análisis llevados a cabo para justificar el diseño correcto de los componentes del contenedor HI-STAR 150 ante las condiciones de operación normales y anormales postuladas se consideran suficientes. Los casos de carga postulados, las metodologías empleadas, las hipótesis de cálculo, las tensiones admisibles, los datos de entrada empleados para su resolución, así como los resultados obtenidos son aceptables y acordes a lo establecido en la normativa aplicable.
- Las hipótesis, metodologías de cálculo, datos de entrada y resultados obtenidos en los análisis de las condiciones de accidente postuladas (inundación, sismo, tornado, accidente de manejo, vuelco, explosión y fuego) se consideran aceptables. No obstante, tratándose de un Estudio de Seguridad genérico, el área IMES considera que la apreciación del diseño debe condicionarse para requerir al usuario final del contenedor la verificación de aquellas hipótesis consideradas en los análisis realizados por HOLTEC que no han sido contempladas expresamente en el apartado 4.4, “Parámetros y análisis específicos del emplazamiento”, del apéndice 13A del citado Estudio, y que se enumeran a continuación:
 - Verificar que los vientos/ tornados del emplazamiento están englobados en la región I de la R.G. 1.76.
 - Verificar que la máxima aceleración sísmica no excede de 0,25 g y 0,17 g en las direcciones horizontal y vertical, respectivamente.
 - Como consecuencia de las hipótesis consideradas en los análisis de accidente de manejo y vuelco no mecanicista del contenedor:
 - Verificar que las rigideces de las superficies de impacto en el emplazamiento estén englobadas dentro de las postuladas en los análisis de manejo del contenedor, teniendo en cuenta el efecto del envejecimiento del hormigón.
 - Verificar que la rigidez a 28 días de las superficies de impacto en el emplazamiento esté englobada dentro de la postulada en el análisis del accidente de vuelco no mecanicista.
 - Comprobar que el ancho de la orejeta del yugo de elevación, que se emplea en las maniobras de izado del contenedor, cumple la geometría supuesta en el análisis del muñón de elevación (ancho superior a 50,8 mm)
- La metodología, las hipótesis, así como los criterios de aceptación empleados por HOLTEC en los análisis de integridad estructural del combustible gastado son aceptables. De los resultados obtenidos se concluye que el comportamiento del combustible en los accidentes de caída que se postulan (manejo y vuelco) es satisfactorio, y no se espera su fallo.
- En relación con las consideraciones asociadas a la mecánica de la fractura del recinto de confinamiento, se cumplen los criterios establecidos en la normativa aplicable, por lo que se considera aceptable.

- El diseño a fatiga del contenedor HI-STAR 150 para la modalidad de almacenamiento es aceptable.
- El comportamiento de los muñones del HI-STAR 150 ante las situaciones de operación y manejo postuladas es aceptable.
- Con el objeto de garantizar la coherencia con la documentación soporte empleada en la evaluación de IMES, en la próxima revisión que se emita del Estudio de Seguridad del contenedor se deberán corregir los aspectos señalados a continuación, si bien dichas correcciones no condicionan ni modifican las conclusiones reflejadas en los puntos anteriores:
 - Tabla 3.4.4: Los valores de tensión primaria de membrana, y de tensión primaria más secundaria, no coinciden con los del caso de carga 1 de la tabla 14.1 de HI-2188071 rev. 6.
 - Tabla 3.4.19: Barrera de confinamiento: los valores no coinciden con los del caso de carga 5 de la tabla 14.1 de HI-2188071 rev. 6.
 - Tabla 3.4.21: Los valores de tensión primaria de membrana más flexión, y de tensión primaria más secundaria, no coinciden con los del caso de carga 4 del suplemento 14 de HI-2188071 rev. 6.
- Tras haber llevado a cabo algunas comprobaciones, por muestreo, en algunos párrafos de los capítulos del ES en castellano, afectados por la evaluación, comparándolos con los párrafos equivalentes en el ES en inglés, el área considera la calidad de la traducción razonablemente aceptable. No obstante, el área considera conveniente que se lleve a cabo una revisión más detallada de la traducción, con objeto de corroborar este resultado y, si fuera procedente, efectuar las correcciones necesarias en una próxima revisión de carácter documental del ES.

El área IMES ha identificado una deficiencia de evaluación, relativa a la actitud dilatoria mostrada por HOLTEC respecto a las aclaraciones solicitadas en relación con el criterio de aceptación empleado en los análisis de integridad de vaina, pese a que la posición reguladora ya era conocida por HOLTEC.

3.1.8.2 Evaluación térmica

Objeto de la evaluación

La evaluación realizada por el área IMES tiene por objeto la revisión de las hipótesis, modelos y cálculos realizados por HOLTEC para analizar el comportamiento térmico del contenedor.

Normativa específica y Criterios de aceptación

Además de los requisitos recogidos en las normas referenciadas en el apartado 3.1.3 de esta PDT, en la evaluación se han tenido en cuenta los requisitos contenidos en la normativa sobre el transporte del 10CFR71, en lo relativo a la especificación de las cargas de insolación a emplear en los análisis térmicos.

La evaluación ha considerado de aplicación los criterios de aceptación y procedimientos de revisión que se desarrollan en el capítulo 4 del NUREG-1536 rev.1.

Resumen de la evaluación

La evaluación realizada se documenta en los informes de referencias [CSN/IEV/IMES/HISTAR150A/2102/06](#) y [CSN/NET/IMES/HISTAR150A/2103/08](#).

Los aspectos revisados por el área IMES en relación con la evaluación térmica se desarrollan total o parcialmente en los capítulos 1, “Descripción General”, 2, “Criterios de Diseño Principales”, 3, “Evaluación Estructural”, 4, “Evaluación térmica”, 8, “Evaluación de Materiales”, y 12, “Evaluación de la Seguridad en Condiciones Anormales y de Accidente”. Además, la evaluación ha considerado el contenido de los siguientes documentos soporte:

- HI-2188079 rev.6, “Thermal Evaluations of HI-STAR 150 Cask in Storage”
- HI-2188075 rev.1, “Effective Properties of BWR Fuel Assemblies in HI-STAR 150 Fuel Basket”
- HI-2188071 rev.6, “Structural Calculation Package supporting HI-STAR 150 storage FSAR and transport SAR”
- HI-2178009 rev.5, “HI-STAR 150 “Data Definition Report”
- HI-2177965 rev.2, “Important to Safety Categorization for HI-STAR 150”
- HI-2188125 rev.3, “Dimensional limit summary report for HI-STAR 150 cask system”

La evaluación térmica tiene por objetivo garantizar que las temperaturas del CG y de aquellos componentes del contenedor que se clasifican como importantes para la seguridad, permanecen dentro de los correspondientes rangos admisibles en las condiciones normales de almacenamiento, así como en los sucesos anormales y accidentes postulados. Esta confirmación tiene un doble propósito: por un lado, verificar que la vaina de CG queda protegida frente a su degradación durante todo el periodo de almacenamiento, y por otro garantizar la integridad de aquellos componentes del contenedor que dan soporte para el cumplimiento de las funciones de seguridad.

La evaluación realizada por el área IMES ha comprobado que el diseño térmico del contenedor contempla que la potencia del CG sea transferida al ambiente considerando únicamente medios pasivos en todas las condiciones previstas (almacenamiento normal, carga, transferencia y sucesos anormales/accidentes postulados). De acuerdo con los mecanismos de transmisión de calor previstos, prácticamente todos los componentes del contenedor participan de alguna manera en la disipación de la potencia térmica.

El área IMES ha comprobado así mismo que el diseño contempla que en el proceso de carga la cavidad interior del contenedor sea presurizada con un gas inerte que, además de preservar la integridad del CG durante su almacenamiento, proporcione un medio que favorezca la transmisión de calor. La presencia del gas queda garantizada limitando su fuga de acuerdo con los criterios de aceptación exigidos para la barrera de confinamiento.

La evaluación ha comprobado que, con el objeto de garantizar la integridad del CG y de los componentes del contenedor clasificados como importantes para la seguridad (ITS), HOLTEC ha definido los correspondientes límites térmicos para cada condición

postulada. En la PIA-5 [14] el área IMES planteó objeciones a los límites térmicos propuestos para los componentes de la barrera de confinamiento del contenedor, que fueron finalmente modificados por HOLTEC.

Así mismo, HOLTEC ha considerado unos límites a la presión interna de la cavidad interior del contenedor, que son consistentes con los empleados en la evaluación estructural del contenedor. Los límites térmicos y de presión interna definidos constituyen el criterio de aceptación empleado en los diferentes análisis térmicos realizados por HOLTEC.

Por otro lado, HOLTEC ha identificado aquellas operaciones realizadas con el contenedor sobre las que es necesario analizar la conveniencia de incluir limitaciones temporales, por implicar transitorios de temperatura que pudieran conllevar una superación de los límites térmicos aplicables.

En relación con la potencia térmica de diseño del contenedor, el área IMES ha comprobado que HOLTEC ha definido dos esquemas de carga regionalizada, para cada uno de los cuales se aplican límites a la potencia térmica del CG según la región del bastidor.

A los efectos de su modelización en los análisis térmicos, HOLTEC ha considerado que la potencia térmica del elemento se distribuye axialmente según un perfil de quemado genérico empleado en la evaluación de blindaje del contenedor. A consecuencia de las cuestiones planteadas por IMES en la PIA-5 [14], HOLTEC ha aplicado una penalización adicional a la hora de verificar el quemado medio del elemento a cargar, de forma que se garantice que el perfil axial empleado en los análisis térmicos sea envolvente en todo el rango de quemado previsto.

El área IMES ha comprobado que HOLTEC ha definido cargas térmicas de insolación y temperaturas ambientales que forman parte de las condiciones de contorno aplicadas en los análisis térmicos. A consecuencia de las cuestiones que se plantearon en la PIA-1 [9], HOLTEC incrementó la temperatura ambiente normal para garantizar su aplicabilidad al emplazamiento de CN Cofrentes, revisando todos los análisis térmicos en los cuales había aplicado dicha condición de contorno.

La evaluación ha comprobado que HOLTEC ha desarrollado modelos térmicos del contenedor, basados en un código de dinámica de fluidos computacional (ANSYS FLUENT), en los que se consideran las particularidades específicas para cada condición de análisis (almacenamiento normal, carga, transferencia y sucesos anormales/accidentes postulados). Al efecto de facilitar los cálculos, los modelos consideran una serie de simplificaciones, como la sustitución de la sección de la celda ocupada por el CG por un material homogéneo de propiedades térmicas equivalentes, que ya han sido empleadas y aceptadas en otros diseños de contenedores, por conducir a resultados conservadores.

Los modelos térmicos desarrollados tienen en consideración la interacción térmica entre el conjunto de contenedores ubicados en el emplazamiento, si bien dicha consideración se ha tenido en cuenta para la modalidad de almacenamiento a la intemperie, que es la única prevista para el ATI de CN Cofrentes. No obstante, dado que HOLTEC contempla en su ES la posibilidad de almacenamiento en el interior de un

edificio, el área IMES considera necesario condicionar la apreciación del diseño al respecto.

El conservadurismo aplicado a la hora de analizar la interacción térmica entre contenedores en la modalidad de almacenamiento a la intemperie ha sido verificado por el área IMES mediante un cálculo independiente.

Adicionalmente HOLTEC ha desarrollado modelos térmicos para determinar los límites de tiempo que resultan en las operaciones de carga y descarga del contenedor, de manera que se garantice el cumplimiento de los límites térmicos.

El área IMES ha comprobado que las temperaturas máximas alcanzadas en el CG y en los diferentes componentes del contenedor no superan los límites térmicos definidos en cada condición de análisis. Así mismo, la presión interna máxima en el contenedor permanece por debajo de los correspondientes límites considerados en la evaluación estructural del contenedor.

La evaluación ha comprobado que HOLTEC ha verificado la ausencia de interferencia entre los distintos componentes del contenedor como consecuencia de las dilataciones diferenciales que se obtienen a partir de las distribuciones de temperatura calculadas. Si bien dicha verificación se limitó en un principio a las condiciones normales de almacenamiento, a consecuencia de las cuestiones de IMES incluidas en la PIA-5 [14] HOLTEC la extendió a las condiciones derivadas del accidente de fuego.

Por otro lado, el área IMES ha comprobado que HOLTEC ha analizado el comportamiento estructural de la vaina de CG durante el proceso de re-inundación del contenedor, previo a una eventual descarga. Mediante dicho análisis HOLTEC ha verificado que las tensiones máximas resultantes permanecen por debajo de los límites admisibles con suficiente margen.

Finalmente, el área IMES ha revisado las justificaciones aportadas por HOLTEC en relación al impacto sobre la evaluación térmica del CG dañado, el CG potencialmente afectado por CILC así como los desechos del combustible.

Conclusiones

En base a la evaluación realizada, el área IMES considera que:

- Las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad se describen en el ES con suficiente detalle para permitir el alcance de la evaluación realizada.
- En el ES se fijan los límites térmicos para el combustible gastado conforme a los requisitos establecidos en la normativa aplicable.
- Los rangos de temperatura de operación para los distintos materiales que se contemplan para los componentes importantes para la seguridad, que aseguran un comportamiento adecuado de los mismos, así como las cargas térmicas y condiciones ambientales, han sido establecidos por HOLTEC de acuerdo con la normativa aplicable.
- HOLTEC ha definido las propiedades térmicas de los materiales basándose en referencias bibliográficas que se consideran aceptables.

- HOLTEC ha verificado el comportamiento térmico del contenedor HI-STAR 150, para las condiciones normales, corta duración, anormales e hipotéticas de accidente, utilizando medios analíticos que representan de forma conservadora el comportamiento del conjunto. Los análisis han sido realizados considerando las condiciones de almacenamiento y las cargas ambientales más desfavorables. Los resultados de dichos análisis demuestran que las temperaturas de todos los componentes, así como la presión interna máxima se mantienen por debajo de los límites establecidos con márgenes adecuados.
- HOLTEC ha verificado de forma conservadora que, tanto en las condiciones normales de almacenamiento como en el accidente de fuego, no se producen interferencias por dilatación térmica diferencial entre los diferentes componentes del contenedor.
- La apreciación del diseño debe condicionarse añadiendo lo siguiente:

Mientras no se incluya un requisito específico en el apartado 4.4, “Parámetros y análisis específicos del emplazamiento”, del capítulo 13 del Estudio de Seguridad, dicho apartado deberá complementarse con el siguiente requisito:

El usuario final de una instalación que contemple el almacenamiento en el interior de un edificio deberá verificar el impacto que supone la presencia de otros contenedores cargados almacenados en el mismo edificio sobre el comportamiento térmico del contenedor HI-STAR 150.
- Tras haber llevado a cabo algunas comprobaciones, por muestreo, en algunos párrafos de los capítulos del ES en castellano, afectados por la evaluación, comparándolos con los párrafos equivalentes en el ES en inglés, el área considera la calidad de la traducción razonablemente aceptable. No obstante, el área considera conveniente que se lleve a cabo una revisión más detallada de la traducción, con objeto de corroborar este resultado y, si fuera procedente, efectuar las correcciones necesarias en una próxima revisión de carácter documental del ES.

3.1.8.3 Evaluación del confinamiento

Objeto de la evaluación

La evaluación realizada por el área IMES tiene por objeto verificar el cumplimiento de los requisitos relativos a la definición de la barrera de confinamiento del contenedor, los códigos de diseño aplicables, la idoneidad de los materiales seleccionados y la determinación de la tasa de fugas admisible. Los aspectos relativos a los cálculos radiológicos derivados de las tasas de fugas supuestas se excluyen del alcance de la evaluación, por ser competencia del área AEIR.

Normativa específica y Criterios de aceptación

Además de los requisitos recogidos en las normas referenciadas en el apartado 3.1.3 de esta PDT, en la evaluación se han tenido en cuenta los requisitos de la norma ANSI N14.5, “Leakage test son packages for shipment”.

La evaluación ha considerado de aplicación los criterios de aceptación y procedimientos de revisión que se desarrollan en el capítulo 5 del NUREG-1536 rev.1.

Resumen de la evaluación

La evaluación realizada se documenta en los informes de referencias [CSN/IEV/IMES/HISTAR150A/2102/06](#) y [CSN/NET/IMES/HISTAR150A/2103/08](#).

Los aspectos revisados por el área IMES en relación con la evaluación del confinamiento se desarrollan total o parcialmente en los capítulos 1, “Descripción General”, 2, “Criterios de Diseño Principales”, 7, “Confinamiento”, 8, “Evaluación de Materiales”, y 12, “Evaluación de la Seguridad en Condiciones Anormales y de Accidente”. Además, la evaluación ha considerado el contenido de los siguientes documentos soporte:

- HI-2188071 rev.6, “Structural Calculation Package supporting HI-STAR 150 storage FSAR and transport SAR”
- HI-2177965 rev.2, “Important to Safety Categorization for HI-STAR 150”

La barrera de confinamiento del contenedor debe diseñarse para resistir las condiciones normales de almacenamiento y sucesos anormales y de accidente previstos, limitando la liberación del material radiactivo a niveles aceptables, y manteniendo una atmósfera inerte en el interior del contenedor que garantice la integridad del CG alojado en el contenedor a lo largo de todo el periodo de almacenamiento.

El área IMES ha revisado los límites propuestos por HOLTEC para la barrera de confinamiento del contenedor, comprobando los códigos que aplican al diseño de los componentes que forman parte de ésta, así como la correspondiente clasificación de seguridad asignada.

La evaluación ha comprobado que HOLTEC ha exigido el cumplimiento con el criterio de estanqueidad referido en la norma ANSI N14.5 (criterio *leak tight*) para todos los componentes de la barrera de confinamiento, lo que permite garantizar una “liberación cero” del material radiológico almacenado en el contenedor. De acuerdo con la normativa aplicable, la adopción de dicho criterio exige de la realización de los análisis de consecuencias radiológicas, lo que soporta las conclusiones de la evaluación realizada por el área AEIR.

El área IMES ha comprobado que el diseño del sistema de cierre propuesto por HOLTEC proporciona un sellado redundante de la barrera de confinamiento mediante el uso de sellos metálicos dobles concéntricos en la tapa interna del contenedor, así como en las tapas de las penetraciones de venteo y drenaje. Adicionalmente HOLTEC contempla en su diseño una barrera adicional frente a la liberación de material radiológico, que la proporciona la tapa exterior, el sistema de vigilancia de fugas y sus respectivos sellos de cierre.

Por otro lado, la evaluación ha comprobado que el diseño previsto por HOLTEC contempla que el espacio ubicado entre las tapas interna y externa del contenedor se presurice con helio a un valor significativamente por encima de la presión de la cavidad interior del contenedor, lo que garantiza que una eventual fuga a través de los sellos de la barrera de confinamiento conduciría a una entrada de helio en la cavidad interior y no una emisión de material radiactivo al ambiente.

La evaluación ha revisado los criterios considerados por HOLTEC a la hora de seleccionar los materiales de los componentes que forman parte de la barrera de confinamiento,

comprobando que se han tenido en cuenta todas las condiciones de operación previstas, especialmente las esperadas durante la inmersión del contenedor en la piscina de CG durante su carga.

La evaluación ha revisado los análisis realizados por HOLTEC para garantizar la capacidad de confinamiento de los sellos metálicos de la barrera, verificando que se mantenga la compresión especificada por el fabricante durante todas las condiciones postuladas en el ES.

El área IMES ha revisado los sucesos anormales y de accidente postulados en relación con la pérdida de capacidad de los sellos de la barrera de confinamiento. A este respecto la evaluación planteó objeciones a las acciones correctivas previstas por HOLTEC en relación con el suceso anormal de pérdida de estanqueidad de un sello de la barrera, que fueron incluidas en la PIA-5 [14] remitida a HOLTEC durante el proceso de evaluación. La respuesta proporcionada por HOLTEC no ha sido satisfactoria, por lo que el área IMES ha considerado necesario condicionar la apreciación del diseño al respecto.

Finalmente, el área IMES ha comprobado que la carga de CG potencialmente afectado por CILC no tiene impacto sobre la función de seguridad de confinamiento del contenedor.

Conclusiones

En base a la evaluación realizada, el área IMES considera que:

- En el ES se describen los componentes que forman parte de la barrera de confinamiento y sus características con suficiente detalle como para permitir verificar su efectividad.
- El diseño del contenedor HI-STAR 150 proporciona un sellado redundante de la barrera de confinamiento.
- Los códigos de diseño propuestos para los distintos componentes que forman parte de la barrera de confinamiento del contenedor están aceptados por la normativa aplicable. Así mismo, la clasificación de acuerdo con su importancia para la seguridad propuesta para los componentes de la barrera de confinamiento principal y la barrera redundante es acorde con la función de seguridad que tienen asignada.
- HOLTEC ha considerado en su diseño el cumplimiento del límite de fugas *leaktight* referido en la norma ANSI N14.5 para todos los componentes que conforman la barrera de confinamiento principal, así como para los sellos de la barrera redundante lo que, de acuerdo con la normativa aplicable, le exime de analizar las consecuencias radiológicas derivadas de la fuga a través de los sellos de la barrera de confinamiento.
- HOLTEC ha justificado adecuadamente la selección de los materiales que se emplean en los componentes que conforman la barrera de confinamiento, de forma que se tiene una garantía razonable de que dichos componentes serán capaces de resistir las condiciones normales de almacenamiento, las derivadas de las operaciones de carga y acondicionamiento del contenedor, así como los sucesos anormales y de accidente que se postulan en el Estudio de Seguridad, para toda la vida de diseño prevista.

- Los valores de los pares de apriete aplicados a los pernos que comprimen los sellos metálicos de la tapa interior y tapas de las penetraciones de venteo y drenaje son tales que garantizan la compresión especificada por el suministrador de los sellos en todas las condiciones postuladas en el ES.
- El diseño de la barrera de confinamiento del contenedor HI-STAR 150 es consistente con los requisitos de la IS-20, por lo que se considera que proporciona una garantía razonable respecto al confinamiento del material radiactivo almacenado bajo todas las condiciones previstas en el ES, incluyendo las condiciones hipotéticas de accidente.
- La apreciación del diseño debe condicionarse añadiendo lo siguiente:
En sustitución de las acciones correctoras que se indican en el apartado 12.1.3(iv) del Estudio de Seguridad de Almacenamiento del contenedor, ante la ocurrencia del suceso postulado en el apartado 12.1.3, el usuario del contenedor deberá iniciar las acciones necesarias para la sustitución del sello fallado, re-estableciendo la capacidad de confinamiento del contenedor considerada en su diseño.
- Tras haber llevado a cabo algunas comprobaciones, por muestreo, en algunos párrafos de los capítulos del ES en castellano, afectados por la evaluación, comparándolos con los párrafos equivalentes en el ES en inglés, el área considera la calidad de la traducción razonablemente aceptable. No obstante, el área considera conveniente que se lleve a cabo una revisión más detallada de la traducción, con objeto de corroborar este resultado y, si fuera procedente, efectuar las correcciones necesarias en una próxima revisión de carácter documental del ES.

3.1.8.4 Otros aspectos evaluados por IMES

Objeto de la evaluación

La evaluación tiene por objeto revisar el contenido de los Procedimientos de Operación, los Criterios de Aceptación, el Programa de Mantenimiento y los Límites y Controles de Operación, en aquellos aspectos que guarden relación con los temas de evaluación que son competencia del área IMES, esto es, la evaluación estructural, térmica y de confinamiento.

Normativa específica y Criterios de aceptación

Además de los requisitos recogidos en las normas referenciadas en el apartado 3.1.3 de esta PDT, en la evaluación se han tenido en cuenta los requisitos incluidos en las siguientes:

- NUREG-0612, *Control of Heavy Loads at Nuclear Power Plants*, Julio 1980.
- ANSI-N14.6, *Special Lifting Devices for Shipping Containers Weighing 10.000 pounds (4500 kg) or more*, 1993

La evaluación ha considerado de aplicación los criterios de aceptación y procedimientos de revisión que se desarrollan en los capítulos 9, 10 y 13 del NUREG-1536 rev.1.

Resumen de la evaluación

La evaluación realizada se documenta en los informes de referencias [CSN/IEV/IMES/HISTAR150A/2102/06](#) y [CSN/NET/IMES/HISTAR150A/2103/08](#).

Los aspectos revisados por el área IMES en relación con la evaluación del confinamiento se desarrollan total o parcialmente en los capítulos 9, “Procedimientos de Operación”, 10, “Criterios de Aceptación y Programa de Mantenimiento” y 13, “Límites y Controles de Operación”. Además, la evaluación ha considerado el contenido de los siguientes documentos soporte:

- HI-2188071 rev.6, “Structural Calculation Package supporting HI-STAR 150 storage FSAR and transport SAR”
- HI-2188190 rev.3, “Shielding Analysis for HI-STAR 150”.

▪ Evaluación de los Procedimientos de Operación

La evaluación de los Procedimientos de Operación tiene por objeto verificar el contenido de las guías generales que han de servir como base para el desarrollo de procedimientos específicos (a desarrollar por el titular del ATI), en los que se deben identificar las secuencias de las operaciones más significativas con las acciones que son importantes para la seguridad, así como los datos mínimos necesarios para la elaboración de los procedimientos.

El área IMES ha comprobado la secuencia de operaciones previstas por HOLTEC en relación con las actividades de recepción inicial, preparación del contenedor para la carga, carga, acondicionamiento (cierre, secado del contenedor y carga con helio), transferencia del contenedor a su posición de almacenamiento, así como una eventual descarga del contenido almacenado en el contenedor.

La evaluación ha identificado aquellos dispositivos auxiliares cuyo uso se contempla en las distintas operaciones previstas, comprobando la correspondiente clasificación de acuerdo con la importancia para la seguridad propuesta por HOLTEC.

El área IMES ha comprobado que en la secuencia de operaciones se han añadido instrucciones específicas en relación con las cargas parciales del contenedor, de manera que se verifiquen las hipótesis supuestas en la evaluación estructural y de blindaje del contenedor.

Así mismo, la evaluación ha revisado los criterios de aceptación establecidos por HOLTEC en relación con los dos métodos de secado propuestos por HOLTEC: secado mediante sistema de vacío y mediante sistema de convección forzada de helio.

Por otro lado, la evaluación ha comprobado que en la secuencia de acondicionamiento se incluyen instrucciones específicas para verificar la estanqueidad de los sellos de la barrera de confinamiento principal y redundante, aplicando un criterio de aceptación consistente con el considerado en la evaluación del confinamiento.

El área IMES ha comprobado que en las secuencias se identifican convenientemente aquellas operaciones para las cuales se establecen limitaciones de tiempo de acuerdo con los resultados de la evaluación térmica realizada en el ES.

▪ Evaluación de los Criterios de Aceptación y Programa de Mantenimiento

Bajo el título de “Criterios de Aceptación”, HOLTEC describe las inspecciones y pruebas a realizar durante y tras la fabricación del contenedor HI-STAR 150, que son requeridas antes de la aceptación y marcado final del contenedor, y que tienen por objeto garantizar el cumplimiento con los planos de licencia aplicables y con los demás requisitos del ES. Una vez que el contenedor entra en servicio en una instalación de almacenamiento, se debe contar con un programa de mantenimiento de forma que se garantiza que el contenedor sigue cumpliendo con los requisitos aplicables a lo largo de toda la vida autorizada.

El área IMES ha revisado la propuesta del programa de inspecciones y Ensayos No Destructivos de fabricación propuestos para el contenedor HI-STAR 150, en especial los previstos para los componentes que forman parte de la barrera de confinamiento del contenedor.

Así mismo el área IMES ha comprobado que HOLTEC ha establecido un programa de pruebas estructurales, de presión, de estanqueidad y térmicas que tienen por objeto verificar los requisitos de los códigos de diseño considerados, así como las hipótesis consideradas en las evaluaciones térmicas y de confinamiento del contenedor contenidas en el ES.

En relación con el Programa de Mantenimiento, el área IMES ha revisado las actividades periódicas de mantenimiento previstas durante la operación del contenedor, en particular las que guardan relación con la evaluación térmica del contenedor.

▪ Evaluación de los Límites y Controles de Operación

La evaluación ha revisado el contenido de la propuesta de Especificaciones de Funcionamiento para el contenedor, en particular en aquellos aspectos que guardan relación con la evaluación térmica y de confinamiento.

Así, la evaluación ha revisado:

- La coherencia de los límites de potencia térmica establecidos en relación con los contenidos autorizados, frente a las hipótesis consideradas en la evaluación térmica del contenedor.
- La coherencia de los criterios de aceptación aplicables al secado de la cavidad interior del contenedor, pruebas de estanqueidad de los sellos de la barrera de confinamiento, así como especificaciones de llenado de la cavidad interior y espacio entre tapas, frente a las hipótesis consideradas en el diseño del contenedor.
- Los controles establecidos durante las actividades de re-inundación de la cavidad interior del contenedor ante una eventual descarga, de manera que se garanticen una presión inferior a la considerada en la evaluación estructural.
- La relación de los análisis que HOLTEC requiere realice el usuario del contenedor, en particular aquellos que garanticen el cumplimiento de las hipótesis consideradas en la evaluación térmica del contenedor.

En relación con la sección de Características de Diseño de las Especificaciones de Funcionamiento, el área IMES ha comprobado la relación de análisis y comprobaciones que se requiere al usuario final del contenedor en base a las características de su

emplazamiento, de forma que se garantice la aplicabilidad de las evaluaciones realizadas en el ES, en lo relativo a la evaluación térmica, confinamiento y procedimientos de operación.

Conclusiones

Sobre la base de la evaluación realizada, el área IMES concluye que:

- Los Procedimientos de Operación propuestos por HOLTEC cubren todas las operaciones normales planificadas, se identifican las medidas para controlar los procesos y mitigar riesgos potenciales y las herramientas y equipos auxiliares cuyo uso se contempla en las diferentes operaciones.
- Las guías establecidas en el capítulo 9 para desarrollar los procedimientos son consistentes con los Límites y Controles de Operación incluidos en el capítulo 13 del ES.
- El programa de pruebas de aceptación y el programa de mantenimiento definidos en el capítulo 10 del ES, se han establecido empleando los códigos y normas aceptadas expresamente por el NUREG-1536, lo que proporciona una garantía razonable de que el contenedor permitirá el almacenamiento seguro del contenido autorizado a lo largo de la vida de diseño contemplada.
- El contenido de las Especificaciones de Funcionamiento del contenedor considerado en el alcance de la evaluación es coherente con las hipótesis consideradas en la evaluación térmica, confinamiento y procedimientos de operación del contenedor.

3.2. Deficiencias de evaluación: Si

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 ha identificado una deficiencia de evaluación que será transmitida al solicitante.

La deficiencia ([HI-STAR150 2021001](#)) identificada por el área IMES se refiere a la actitud dilatoria mostrada por HOLTEC respecto a las aclaraciones solicitadas en relación con el criterio de aceptación empleado en los análisis de integridad de vaina, pese a que la posición reguladora ya era conocida por HOLTEC a consecuencia del reciente proceso de licenciamiento de las modificaciones introducidas en los sistemas de almacenamiento/transporte HI-STORM 100/HI-STAR 100. Las deficiencias identificadas por IMES se encuadran dentro de las siguientes:

1. La documentación aportada por el titular ha debido ser revisada.
2. No se identifican, o interpretan correctamente los criterios de aceptación aplicables o bases de diseño.
3. La actitud del titular es dilatoria.

3.3. Discrepancias respecto de lo solicitado: Sí

Durante la evaluación se ha impuesto una restricción en el condicionado en relación con el tiempo de almacenamiento máximo de los elementos combustibles de alto grado de quemado antes de su transporte, de 20 años, que supone una discrepancia frente a lo solicitado.

La causa de esta restricción es la incertidumbre del comportamiento de los materiales que constituyen los elementos combustibles, y en particular, los materiales de vaina utilizados, tras un periodo prolongado de almacenamiento superior a 20 años, tal y como se ha indicado en el apartado 3.1.1.1 de esta PDT.

Desde el punto de vista de blindaje no se considera aceptable la clasificación como combustible no dañado a los elementos combustibles potencialmente afectados por la defectología CILC, salvo que se cargue en las posiciones reservadas en el bastidor para desechos de combustible.

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

La solicitud de declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor HI-STAR 150 para almacenamiento de combustible gastado BWR ha sido analizada de acuerdo con lo establecido en el artículo 82 de RINR siguiendo los requerimientos de la IS-20 sobre requisitos de seguridad relativos a los contenedores de almacenamiento de combustible gastado y del resto de la normativa aplicable.

Las evaluaciones de las áreas especialistas del CSN concluyen que:

- La carga de combustible de alto grado de quemado es aceptable con la limitación establecida de un periodo de almacenamiento máximo de 20 años.
- El término fuente del combustible base de diseño empleado en los cálculos de blindajes y térmico es aceptable.
- La seguridad frente a criticidad del diseño cumple con los criterios de aceptación establecidos en la normativa.
- Las propiedades mecánicas son adecuadas bajo las condiciones de almacenamiento hasta 20 años.
- Las definiciones de las características del combustible son adecuadas bajo las condiciones analizadas por el solicitante.
- Las hipótesis, métodos y cálculos para analizar el comportamiento estructural del contenedor y la integridad de las vainas durante las condiciones de operación normales, anormales y de accidente postuladas se consideran aceptables.
- La evaluación térmica garantiza que las temperaturas de la vaina del combustible y los componentes del contenedor clasificados como importantes para la seguridad, permanecen dentro de los correspondientes rangos admisibles en la normativa en condiciones normales de almacenamiento, así como en los sucesos anormales y accidentes postulados.

- La barrera de confinamiento del contenedor, los códigos de diseño aplicables, los materiales seleccionados y la determinación de la tasa de fugas admisible proporcionan una garantía razonable respecto al confinamiento del material radiactivo almacenado bajo todas las condiciones previstas incluyendo las condiciones hipotéticas de accidente.
- Los procedimientos de operación, el programa de pruebas de aceptación, el programa de mantenimiento y el contenido de las especificaciones de funcionamiento proporcionan una garantía razonable de que el contenedor permitirá el almacenamiento seguro del contenido autorizado a lo largo de la vida de diseño contemplada.
- El solicitante ha aplicado un programa de garantía de calidad para el diseño, fabricación y pruebas del contenedor, que cumple los requisitos normativos para garantizar el correcto comportamiento de éste en las condiciones de almacenamiento.
- El diseño de blindaje cumple los objetivos de diseño, lo que permite verificar el cumplimiento con los requisitos aplicables para un emplazamiento o ATI genérico. Así mismo en relación con la protección radiológica operacional se han aplicado criterios ALARA tanto al diseño como a las operaciones.

La evaluación considera necesario incorporar las siguientes condiciones a la apreciación favorable de diseño:

1. Se permite el almacenamiento de combustible de alto grado de quemado por un periodo de almacenamiento máximo de 20 años.
2. No se considera aceptable la clasificación como combustible no dañado a los elementos combustibles potencialmente afectados por la defectología CILC desde el punto de vista de blindaje, en tanto que Holtec no realice análisis adicionales de blindaje considerando escenarios de reconfiguración en condiciones normales y de accidente, considerando daño en estos EC. Se permite su carga en las posiciones de desechos de combustible sin necesidad de CCD.
3. Se deberá incluir en las acciones correctoras del accidente de fuga en un sello la sustitución del sello fallado con objeto de reestablecer la capacidad de confinamiento del contenedor considerada en su diseño (ES apartado 12.1.3).
4. Se deberán incluir los siguientes requisitos específicos en el apartado 4.4, "Parámetros y análisis específicos del emplazamiento", del apéndice 13A del Estudio de Seguridad:
 - a) Previo a la carga de los contenedores, verificar el cumplimiento con el límite de espesor de capa de óxido del combustible de alto grado de quemado, 80 micras, que se toma como hipótesis en los análisis realizados en el Estudio de Seguridad.
 - b) Verificar que los vientos/ tornados del emplazamiento están englobados por los de la región I contemplada en la Regulatory Guide 1.76 rev.1, "Design-Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants".

- c) Verificar que la máxima aceleración sísmica no excede de 0,25 g y 0,17 g en las direcciones horizontal y vertical, respectivamente.
- d) Como consecuencia de las hipótesis consideradas en los análisis de accidente de manejo y vuelco no mecanicista del contenedor:
 - Verificar que las rigideces de las superficies de impacto en el emplazamiento estén englobadas dentro de las postuladas en los análisis de manejo del contenedor, teniendo en cuenta el efecto del envejecimiento del hormigón.
 - Verificar que la rigidez a 28 días de las superficies de impacto en el emplazamiento esté englobada dentro de la postulada en el análisis del accidente de vuelco no mecanicista.
- e) Comprobar que el ancho de la orejeta del yugo de elevación, que se emplea en las maniobras de izado del contenedor, cumple la geometría supuesta en el análisis del muñón de elevación (ancho superior a 50,8 mm).
- f) El usuario final de una instalación que contemple el almacenamiento en el interior de un edificio deberá verificar el impacto que supone sobre la evaluación térmica la presencia de otros contenedores cargados almacenados en el mismo edificio sobre el comportamiento térmico del contenedor HI-STAR 150.

La evaluación ha realizado comprobaciones, por muestreo, de la versión final en español del ES y de Plan de Calidad y se estima que la calidad de la traducción es aceptable para el objeto de apreciación. No obstante, la evaluación considera necesario realizar una revisión del Estudio de Seguridad (HI-2178016 rev.4) y del Plan de Calidad (HPP-2802-001 rev. 4) para su mejora editorial (erratas, imprecisiones de la traducción, etc.) y con objeto de garantizar la coherencia con la documentación soporte, si bien dichas correcciones no condicionan ni modifican las conclusiones reflejadas en los puntos anteriores. Además, se solicita añadir información complementaria de blindajes que no comprometen la aceptabilidad del diseño de contenedor, pero completan el ES.

Tanto las condiciones de la declaración de apreciación favorable del diseño como los aspectos editoriales serán incorporados a los límites y condiciones asociados a la aprobación de diseño del contenedor (artículo 80 del RINR) necesaria para su uso en una instalación de almacenamiento.

Por tanto, de acuerdo con las conclusiones de las evaluaciones de las áreas especialistas del CSN, se considera aceptable el diseño del contenedor HI-STAR 150 para el almacenamiento de combustible gastado BWR, así como las metodologías empleadas y los resultados obtenidos en cumplimiento con la normativa aplicable en todas las condiciones requeridas por la misma con los límites y condiciones expuestos en la documentación de licencia y los definidos anteriormente.

En consecuencia, teniendo en cuenta lo anterior, desde el punto de vista de la seguridad nuclear y la protección radiológica, se puede emitir la declaración de apreciación favorable del diseño a favor de Holtec Internacional, en base a la revisión 4 del *Estudio de Seguridad para la certificación general del Sistema de almacenamiento de*

combustible gastado HI-STAR 150 Revisión 4 (HI-2178016) y al Plan de Calidad para el diseño, licenciamiento y fabricación del HI-STAR 150 Revisión 4 (HPP-2802-001), ambos en su versión en español, con los límites y condiciones recogidos en el ANEXO I.

4.1. Aceptación de lo solicitado: Sí

4.2. Requerimientos del CSN: Sí

Se propone incluir los límites y condiciones de la Apreciación favorable de Diseño según se incluyen en el ANEXO I, y que consiste en:

1. El combustible gastado a almacenar en el contenedor HI-STAR 150 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.
2. No se considera aceptable la clasificación como combustible no dañado a los elementos combustibles potencialmente afectados por la defectología CILC desde el punto de vista de blindaje. Se permite su carga en las posiciones de desechos de combustible sin necesidad de CCD.
3. En sustitución de las acciones correctoras que se indican en el apartado 12.1.3(iv) del Estudio de Seguridad de Almacenamiento del contenedor, ante la ocurrencia del suceso postulado en el apartado 12.1.3, el usuario del contenedor deberá iniciar las acciones necesarias para la sustitución del sello fallado, reestableciendo la capacidad de confinamiento del contenedor considerada en su diseño.
4. Mientras no se incluyan requisitos específicos en el apartado 4.4, "Parámetros y análisis específicos del emplazamiento", del apéndice 13A del Estudio de Seguridad, dicho apartado se complementará con los siguientes requisitos:
 - a. Previo a la carga de los contenedores, verificar el cumplimiento con el límite de espesor de capa de óxido del combustible de alto grado de quemado, $80\mu\text{m}$, que se toma como hipótesis en los análisis realizados en el Estudio de Seguridad.
 - b. Verificar que los vientos/ tornados del emplazamiento están englobados por los de la región I contemplada en la Regulatory Guide 1.76 rev.1, "*Design-Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants*".
 - c. Verificar que la máxima aceleración sísmica no excede de 0,25 g y 0,17 g en las direcciones horizontal y vertical, respectivamente.
 - d. Como consecuencia de las hipótesis consideradas en los análisis de accidente de manejo y vuelco no mecanicista del contenedor:
 - i. Verificar que las rigideces de las superficies de impacto en el emplazamiento estén englobadas dentro de las postuladas en los análisis de manejo del contenedor, teniendo en cuenta el efecto del envejecimiento del hormigón.
 - ii. Verificar que la rigidez a 28 días de las superficies de impacto en el emplazamiento esté englobada dentro de la postulada en el análisis del accidente de vuelco no mecanicista.

- e. Comprobar que el ancho de la orejeta del yugo de elevación, que se emplea en las maniobras de izado del contenedor, cumple la geometría supuesta en el análisis del muñón de elevación (ancho superior a 50,8 mm).
- f. El usuario final de una instalación que contemple el almacenamiento en el interior de un edificio deberá verificar el impacto que supone sobre la evaluación térmica la presencia de otros contenedores cargados almacenados en el mismo edificio sobre el comportamiento térmico del contenedor HI-STAR 150.

Adicionalmente, se propone incluir como Apéndice a los límites y condiciones de la Apreciación favorable de Diseño, el siguiente texto:

En un plazo inferior a 12 meses se remitirá al CSN una revisión completa del Estudio de Seguridad para añadir información complementaria, la mejora editorial de la traducción y garantizar la coherencia con los documentos soporte, incluyendo, entre otras, las siguientes correcciones:

- *Tabla 3.4.4: Los valores de tensión primaria de membrana, y de tensión primaria más secundaria, no coinciden con los del caso de carga 1 de la tabla 14.1 de HI-2188071 rev. 6.*
- *Tabla 3.4.19: Barrera de confinamiento: los valores no coinciden con los del caso de carga 5 de la tabla 14.1 de HI-2188071 rev. 6.*
- *Tabla 3.4.21: Los valores de tensión primaria de membrana más flexión, y de tensión primaria más secundaria, no coinciden con los del caso de carga 4 del suplemento 14 de HI-2188071 rev. 6.*
- *Tablas 9.1 y 9.2 del HI-2188098, que recogen las tasas de dosis en condiciones normales y de accidente, respectivamente, en configuración de carga sin CCD, deberán ser incluidas en la próxima revisión del ES.*
- *Tablas 5.1.2 y 5.1.4 deberán incluir el efecto de cargar CCD con desechos de combustible y CCD con combustible dañado, respectivamente (o se justifique de forma cuantitativa que sus efectos son despreciables).*
- *Tabla 11.3.1 deberá considerar: el efecto de una mayor longitud activa del combustible y una menor masa de Uranio, que ha dado lugar a los factores de ajuste de la Tabla 5.4.7 del ES; y la configuración de carga de CCD con desechos de combustible.*
- *Finalmente, la evaluación ha identificado una serie de cuestiones editoriales y de traducción que deben ser corregidas en la próxima revisión del ES que serán transmitidas al solicitante para su corrección.*

4.3. Recomendaciones del CSN: No

4.4. Compromisos del titular: No

5. REFERENCIAS

- [1] Solicitud de HOLTEC de declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor HI-STAR 150 para almacenamiento de combustible gastado BWR de la Central Nuclear de Cofrentes, referencia 2802006, recibida en el CSN [el 10 de septiembre de 2018 con nº de registro 13301](#).
- [2] Solicitud de HOLTEC de valoración de precio público para la evaluación del contenedor HI-STAR 150 para almacenamiento de combustible gastado BWR, referencia 2802007, recibida en el CSN [el 10 de septiembre de 2018 con nº de registro 13302](#).
- [3] Carta del CSN remitiendo a HOLTEC el precio público fijado para prestación de servicios relativos a la solicitud de emisión de declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor HI-STAR 150, con fecha 16 de noviembre de 2018 y nº registro 10605.
- [4] Carta de HOLTEC de aceptación precio público referencia 2802014R0, con [fecha de entrada 21 de diciembre 2018 y número de registro 17723](#).
- [5] Acta de Reunión sobre el Licenciamiento del uso de contenedores de almacenamiento y transporte de combustible de alto quemado con una limitación temporal de almacenamiento previa al transporte. 19/12/2018 Nº Registro 11872 [CSN/C/DSN/GENER/18/20](#).
- [6] Correo fecha 07-01-2019 de HOLTEC, habiéndose registrado en el CSN el [13-02-2019 con nº 1869](#) remitiendo HPP-2802-001 Rev.3 Project Quality Plan for Design, Licensing and Manufacturing of the HI-STAR 150.
- [7] Carta de HOLTEC refª 2802-CSN-004 de Remisión del Estudio de Seguridad para Almacenamiento del sistema HI-STAR 150 en revisión 2 junto con las revisiones correspondientes de la documentación soporte, [25/01/2019 nº registro 903](#).
- [8] Carta de remisión de los documentos solicitados por el CSN, tras la verificación de la calidad realizada a los documentos recibidos junto con la solicitud de declaración de apreciación favorable del diseño del contenedor de doble propósito HI-STAR 150 para almacenamiento, Ref. 2802-CSN-005 ([fecha 04-03-2019 y nº de registro 2957](#)).
- [9] Petición de Información Adicional (PIA-1) de referencia CSN/PIA/ARAA/HI-STAR 150A/1906/01, con registro de salida nº [6754](#) y fecha de registro 17/06/2019.
- [10] Carta de HOLTEC referencia 2802-CSN-009, contestando la PIA-1, con el Estudio de Seguridad para Almacenamiento del sistema HI-STAR 150 en revisión en revisión 3 junto con las revisiones correspondientes de la documentación soporte de fecha 10/09/2019 y registro de entrada nº [13548](#).

- [11] Petición de información adicional (PIA-2) de referencia CSN/PIA/ARAA/HI-STAR 150A/2007/02, con registro de salida nº [3107](#) y fecha de registro 17/07/2020.
- [12] Petición de información adicional (PIA-3 Almacenamiento) de referencia CSN/PIA/ARAA/HI-STAR 150A/2008/03, con registro de salida nº [3729](#) y fecha de registro 13/08/2020.
- [13] Petición de información adicional (PIA-4 Almacenamiento) de referencia CSN/PIA/ARAA/HI-STAR 150A/2010/04, con registro de salida nº [5486](#) y fecha de registro 29/10/2020.
- [14] Petición de información adicional (PIA-5 Almacenamiento) de referencia CSN/PIA/ARAA/HISTAR150A con registro de salida [Registro salida 540 5486](#) y fecha de registro 22/02/2021.
- [15] Acta de reunión técnica del 10 de marzo de 2021 sobre la presentación de la solicitud de Aprobación del diseño del contenedor HI-STAR 150 para almacenamiento según el artículo 80 del RINR por parte de ENRESA. CSN/ART/ARAA/HISTAR150A/2103/03 [nº registro 43603 y fecha de registro 09/04/2021.](#)
- [16] Carta de HOLTEC referencia 2802-CSN-016 adjuntado la Rev.4 del ES del contenedor HI-STAR 150 para almacenamiento en español e inglés junto con las revisiones correspondientes de los documentos soporte. Fecha de entrada [13/04/2021 nº Registro 60971.](#)
- [17] Carta de HOLTEC referencia 2802-CSN-017 adjuntado la Rev.4 del Plan de Calidad HPP-2802-0001 en sus versiones en español e inglés, junto con el informe de respuestas a las PIAs. [Fecha de entrada registro 19/04/2021 nº Registro 61011.](#)
- [18] Carta HOLTEC referencia 2802-CSN-0187 adjuntando la revisión del capítulo 13 del ESrev.4 en español con correcciones de traducción [23/04/2021 \(nº registro 61058\).](#)