

## ÍNDICE

	<u>Página</u>
<b>1. IDENTIFICACIÓN</b> .....	3
1.1. Solicitante .....	3
1.2. Asunto .....	3
1.3. Documentos aportados por el Solicitante .....	3
1.4. Documentos Oficiales .....	3
<b>2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA</b> .....	4
2.1. Motivo de la solicitud .....	4
2.2. Descripción de la solicitud .....	4
<b>3. EVALUACIÓN</b> .....	5
3.1. Informes de evaluación.....	5
3.2. Normativa y documentación de referencia.....	5
3.3. Resumen de la evaluación .....	5
3.4. Deficiencias de evaluación:.....	11
3.5. Discrepancias respecto de lo solicitado:.....	11
<b>4. CONCLUSIONES Y ACCIONES</b> .....	11
4.1. Aceptación de lo solicitado:.....	12
4.2. Requerimientos del CSN: .....	12
4.3. Otras actuaciones adicionales: .....	12
4.4. Compromisos del Titular:.....	12
4.5. Recomendaciones del CSN: .....	12
<b>ANEXO</b> .....	13

**PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO****INFORME SOBRE LA SOLICITUD DE EXENCIÓN TEMPORAL AL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO 7.2.1.3 Y 7.1.1 EN LOS CONTENEDORES DPT-25 Y DPT-26 DE LA CENTRAL NUCLEAR TRILLO****1. IDENTIFICACIÓN****1.1. Solicitante**

Centrales Nucleares Almaraz-Trillo A.I.E. (CNAT).

**1.2. Asunto**

Solicitud de exención temporal al cumplimiento de las especificaciones técnicas de funcionamiento (ETF) 7.2.1.3 y 7.1.1 en los contenedores DPT-25 y DPT-26 de la central nuclear Trillo.

**1.3. Documentos aportados por el Solicitante**

Con fecha 21 de enero de 2022, nº registro de entrada [40592](#), procedente de Centrales Nucleares Almaraz-Trillo A.I.E. (CNAT), se recibió en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) la solicitud de exención temporal al cumplimiento de las ETF 7.2.1.3 y 7.1.1 en los contenedores DPT-25 y DPT-26 de la central nuclear Trillo.

Con la solicitud se adjuntan los siguientes documentos:

- SEE-4-22/01 Solicitud de exención. "Elementos combustibles LUA de ENUSA almacenados en contenedores ENSA-DPT".
- ES-SEE-4-22/01. Evaluación de Seguridad. "Elementos combustibles LUA de ENUSA almacenados en contenedores ENSA-DPT".
- 044-IF-IA-0034 "Informe sobre el cumplimiento de las funciones de seguridad del contenedor ENSA-DPT durante almacenamiento cargado con los elementos LUA con vaina de ZIRLO".

**1.4. Documentos Oficiales**

Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, ETF.

## 2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

### 2.1. Motivo de la solicitud

En el proceso de evaluación de la solicitud de ENRESA de renovación de la aprobación de diseño del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENSA-DPT, por parte del CSN se identificó que existen tres elementos combustibles de demostración (*Lead Use Assembly-LUA*) con diseño "16x16-20 CNT" de ENUSA (ENUSA 16x16 en lo sucesivo) cargados en los contenedores DPT-25 y DPT-26.

Las ETF de CN Trillo y el Estudio del Seguridad de almacenamiento del contenedor (ES-A) vigentes en el momento de la carga de estos elementos (año 2014) requerían que el combustible a cargar fuera del tipo KWU y que el material de la vaina fuera Zircaloy-4. Las ETF aplicables y vigentes en la actualidad (7.2.1.3 y 7.1.1) tampoco permiten que los elementos ENUSA 16x16 sean cargados en los contenedores ENSA-DPT.

Como consecuencia de lo anterior, y debido a que los elementos ENUSA 16x16 presentan algunas diferencias con respecto al combustible base de diseño de KWU (CBD III en lo sucesivo) relacionadas con determinados parámetros estructurales y geométricos y con el material de vaina (ZIRLO en lugar de Zircaloy-4), en la reunión mantenida entre el CSN, CNAT y ENRESA el día 22 de diciembre de 2021 (CSN/ART/CCN1/TRI-DPT/2201/01), se acordó que CNAT presentaría una solicitud de exención temporal de las ETF afectadas, acompañada de los análisis que justificasen que la situación del contenedor es segura.

Asimismo se acordó que esta solicitud debería incluir una propuesta de actuación para la solución definitiva de esta situación, incluyendo un plazo para la presentación de la correspondiente solicitud de modificación de las ETF afectadas, como medida compensatoria.

### 2.2. Descripción de la solicitud

En cumplimiento de lo acordado, CNAT ha presentado la solicitud de exención temporal al cumplimiento de las ETF 7.2.1.3 y 7.1.1 para los contenedores DPT-25 y DPT-26, adjuntando la evaluación de seguridad "Elementos combustibles LUA de ENUSA almacenados en contenedores ENSA", soportada por el informe de ENRESA sobre el "Cumplimiento de las funciones de seguridad del contenedor ENSA-DPT durante almacenamiento, cargado con los elementos LUA con vaina de ZIRLO".

CNAT presenta también la siguiente propuesta de actuación para la solución definitiva de la situación actual:

- Renovación de la autorización del contenedor ENSA-DPT (resolución del Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (Miterd) con fecha límite 3 de junio de 2022, previo informe favorable del CSN).

- Preparación y envío de solicitud de CN Trillo de autorización de modificación de ETF para adaptación a los contenidos de detalle autorizados por la resolución anterior. Fecha estimada: 31 de julio de 2022, condicionada a la anterior.
- Aprobación de la citada solicitud de CN Trillo por resolución del Miterd, previa evaluación por el CSN.

La duración de la exención temporal de las ETF 7.2.1.3 y 7.1.1 contemplada en la presente solicitud del titular para los mencionados contenedores DPT-25 y 26 se prolongará hasta la obtención de la aprobación de la solicitud de modificación de las ETF afectadas previamente citada.

### **3. EVALUACIÓN**

#### **3.1. Informes de evaluación**

- [CSN/IEV/INNU/TRI/2202/981](#) "Evaluación de la solicitud de exención a las ETF 7.2.1.3 y 7.1.1 para los contenedores DPT 25 y 26 de CN Trillo".
- [CSN/NET/IMES/TRI/2202/414](#) "Evaluación de la solicitud de CN Trillo de exención temporal al cumplimiento de las ETF 7.2.1.3 y 7.1.1 para los contenedores DPT 25 y DPT 26: aspectos de alcance del área IMES".

#### **3.2. Normativa y documentación de referencia**

Los criterios de aceptación utilizados en la evaluación son los contenidos en la siguiente normativa y documentación de referencia:

- Instrucción del Consejo IS-20, sobre requisitos de seguridad relativos a contenedores de almacenamiento de combustible gastado.
- Instrucción del Consejo IS-21, sobre requisitos aplicables a modificaciones en las centrales nucleares.
- Instrucción del Consejo IS-32, sobre especificaciones técnicas de funcionamiento de centrales nucleares.

#### **3.3. Resumen de la evaluación**

La evaluación de la solicitud de CNAT ha sido llevada a cabo por las áreas especialistas de ingeniería del núcleo (INNU) y de ingeniería mecánica y estructural (IMES) del CSN.

### 3.3.1 Evaluación de seguridad “Elementos combustibles LUA de ENUSA almacenados en contenedores ENSA”

El titular refleja en la evaluación de seguridad que los materiales de vaina ZIRLO y Zircaloy-4 son aleaciones de circonio de aproximadamente un 98% y se diferencian tan sólo en el contenido de estaño (algo más bajo en el caso de ZIRLO) y en la adición de un 1% de Niobio (el Zircaloy-4 no contiene Niobio). Es por ello que ambos materiales tienen iguales propiedades físicas, tales como densidad, conductividad, etc., y nucleares. También ambas vainas presentan idénticas propiedades mecánicas, tal como demuestra la extensa base experimental al respecto.

La evaluación de seguridad justifica el impacto de esta diferencia de material de vaina en las distintas áreas de análisis del contenedor ENSA-DPT en base al documento “Informe sobre el cumplimiento de las funciones de seguridad del contenedor ENSA-DPT durante almacenamiento cargado con los elementos LUA con vaina de ZIRLO”, ref. 044-IF-IA-0034 rev. 0, llegando a las siguientes conclusiones:

- Los parámetros utilizados en la evaluación térmica del CBD III envuelven a los elementos combustibles ENUSA 16x16.
- Los parámetros utilizados en la evaluación de blindaje del CBD III envuelven a los elementos combustibles ENUSA 16x16.
- Los parámetros utilizados en la evaluación de criticidad del CBD III envuelven a los elementos combustibles ENUSA 16x16.
- Los parámetros utilizados en la evaluación de confinamiento del CBD III envuelven a los elementos combustibles ENUSA 16x16.

En la evaluación estructural se analiza el comportamiento de la barra de combustible durante los accidentes de almacenamiento, sección 3.5 del ES-A, con objeto de garantizar la recuperación del combustible y que no se produce una reconfiguración del combustible tras una caída del contenedor que pudiera afectar a otras áreas de evaluación.

De los parámetros que se utilizan en este análisis (sección 3.5.2.1 del ES-A), las pequeñas diferencias que hay en algunas características entre el elemento combustible ENUSA 16x16 y el CBD III (huelgo cabezal-barra, rigidez de las rejillas y longitud en los vanos) no producen efectos apreciables en las tensiones puesto que la alta rigidez de la vaina en el diseño 16x16-20 minimiza la flexión, absorbiendo el efecto que pudieran producir dichas diferencias.

Por tanto, solamente la capa de óxido se ve afectada por el tipo de aleación de vaina, mientras que el resto de parámetros del elemento combustible ENUSA 16x16 son iguales o están envueltos por los del CBD III del ES-A.

En el análisis estructural del ES-A se ha utilizado un valor de capa de óxido conservador de 60 micras (que corresponde a la envolvente del 95% de los datos experimentales). Se han revisado las inspecciones de corrosión disponibles para los tres elementos ENUSA 16x16,

comprobándose que, siendo el valor promedio de óxido inferior al valor utilizado en los cálculos, 55 micras frente a 60 micras, hay valores medidos por encima de este valor con un máximo local que llega hasta las 78 micras, de modo que, siendo conservadores, el combustible ENUSA 16x16 no estaría cubierto en cuanto al espesor de óxido considerado para el CBD III en los cálculos del capítulo estructural del ES-A.

Sin embargo, aun no contando con este conservadurismo en la capa de óxido, el titular estima que el impacto en los resultados de tensiones y, por lo tanto, en el área estructural, no es significativo en base a las siguientes consideraciones:

- La tensión máxima obtenida para los dos tipos de caída, lateral y vertical, durante almacenamiento es de 229 MPa (caída vertical) frente a un valor de límite elástico de 569 MPa, es decir, se tiene un elevado margen en la verificación de que, en todo momento, la vaina permanece en rango elástico, conservando su integridad y recuperando su forma inicial una vez finalizado el accidente de caída.
- Además, el límite elástico de 569 MPa es para la máxima temperatura de vaina en todos los elementos del contenedor durante el secado (354,5°C), obtenida para una potencia térmica por elemento de 1,3 kW. Los elementos combustibles ENUSA 16x16 tienen una potencia inferior a 0.99 KW y se encuentran situados en la periferia del bastidor.
- Suponiendo un aumento del espesor de óxido de 60 a 80 micras, la reducción en el espesor de vaina es 1,9%. En la bibliografía existen estudios paramétricos de los efectos dinámicos en la vaina de combustible durante una caída vertical del contenedor. Sólo para los casos con reducciones del espesor de vaina de un 10 y 20% es cuando se tiene un efecto significativo en los resultados (aumento de las deformaciones).

El titular concluye de todo lo anterior que, para los tres elementos combustibles de diseño ENUSA 16x16 las evaluaciones de seguridad del contenedor ENSA-DPT utilizando las características del CBD III son envolventes o no se ven afectadas significativamente por las diferencias en la geometría y materiales de ambos tipos de elementos.

#### Valoración de los aspectos relacionados con la criticidad

El parámetro que puede influir en el estudio de criticidad de los elementos combustibles ENUSA 16x16 con respecto al del CBD-III-KWU, aunque no mencionado por el titular, es la pequeña diferencia que se encuentra en la altura a la que se coloca la región activa del combustible dentro de la barra de combustible.

Por parte del CSN se considera que el efecto es muy menor, ya que la presencia de veneno neutrónico ocupa toda la altura del elemento combustible en el interior del contenedor, y no únicamente la región activa del mismo.

## Valoración de los aspectos relacionados con el material de la vaina

### *Espesor de corrosión*

En relación con el material de la vaina de los elementos ENUSA 16x16, el titular indica que la corrosión del material de vaina (ZIRLO) de los 3 elementos ENUSA 16x16 (hasta 80 µm) es mayor que la considerada en los elementos CBD III utilizados en los análisis del DPT (60 µm). Durante el proceso de evaluación se ha comprobado que el valor medido en las inspecciones de combustible tras su irradiación es ligeramente inferior a 80 µm. Esto da lugar a una pérdida de espesor del orden del 8% (en comparación con el 6% considerado en la revisión vigente del certificado del contenedor).

### *Influencia del diferente espesor de la capa de óxido en los análisis de comportamiento del combustible en las caídas base de diseño*

Para valorar el impacto del mayor espesor de la capa de óxido de la vaina de ZIRLO de los elementos ENUSA 16x16 en los análisis del comportamiento del combustible en las caídas vertical y horizontal base de diseño, que han sido llevados a cabo con un espesor de 60 µm (vainas de Zircaloy-4 del CBD III), el CSN ha analizado los márgenes existentes en los resultados de los cálculos correspondientes. En concreto, la tensión máxima obtenida en los análisis del CBD III con 60 µm para los dos tipos de caída, lateral y vertical, para la modalidad de almacenamiento, es de 229 MPa (caída vertical), frente a un valor de límite elástico de 569 MPa, lo que equivale a un factor de seguridad de 2,48.

Se han comprobado estos valores en la última revisión aprobada del Estudio de Seguridad de almacenamiento del contenedor ENSA-DPT; en concreto, el caso más limitante de máxima tensión principal de 229 MPa corresponde a la caída vertical sobre fondo (en la caída horizontal o lateral se alcanzan 135 MPa). Por otra parte, el valor límite de 569 MPa se considera conservador, debido a las siguientes consideraciones:

- Los 569 MPa corresponden a una temperatura de vaina de 360 °C para una máxima temperatura calculada de 354,5 °C, durante el secado. La potencia térmica en el momento de la carga de los elementos ENUSA 16x16 era inferior al límite máximo admisible (0,99 kW por elemento): 0,80 kW el CNT-0646, 0,78 kW el CNT-0648, y 0,79 kW el CNT-0649; y, además, estos elementos se sitúan en la periferia del contenedor. Por todo ello, se espera que la temperatura de vaina sea bastante inferior (y, por tanto, el límite elástico más alto).
- Al haber transcurrido ya al menos 7 años desde la carga, la carga térmica actual ha disminuido aún más.
- En solicitudes de otros contenedores para combustible de este tipo se está aceptando un límite superior a los 650 MPa.

El paso de un espesor de óxido de 60 µm a uno de 80 µm implica que la pérdida de espesor de vaina esperable (sobre una vaina sin oxidar) pase del 6 % al 8 %. Este valor coincide con lo indicado en la documentación soporte de solicitud de exención remitida por el titular,

que indica que la reducción en el espesor de vaina (al pasar de 60 a 80  $\mu\text{m}$ ) es del 1,9 %. Es decir, se tiene una reducción del espesor funcional en términos estructurales de alrededor del 2 % al considerar el elemento ENUSA 16x16 en vez del CBD III.

Atendiendo a razonamientos cualitativos y juicios ingenieriles, por parte del CSN se considera que la reducción del espesor de vaina al que se le da crédito estructural en un valor del 2 %, cuando el factor de seguridad más limitante en los cálculos de caída es de 2,48, no produce efectos significativos en los resultados de estos cálculos. De esta manera se considera que el margen de seguridad en el caso del elemento combustible ENUSA 16x16 es ligeramente inferior al obtenido para el CBD III pero, en cualquier caso, aceptable.

Adicionalmente a lo anterior, se ha recibido en el CSN, en el marco de la evaluación de la renovación de la aprobación de diseño del contenedor de almacenamiento ENSA-DPT, respuesta a una petición de información adicional ([nº de registro 41683](#)), en la que se solicitaban, entre otras, ciertas aclaraciones relacionadas con los elementos combustibles ENUSA 16x16.

Entre los documentos de apoyo de la respuesta a dicha PIA se incluye el documento de cálculo de ENSA en el que se analiza el comportamiento ante las caídas de accidente del combustible base de diseño. En el documento, frente a la revisión anterior y para dar cobertura al espesor de corrosión del elemento ENUSA 16x16, este espesor ha sido incrementado a 80  $\mu\text{m}$ . Como resultado, y para la situación más desfavorable, que sigue siendo la caída vertical, se obtiene una tensión principal máxima de 232 MPa, tal que, con el límite de 569 MPa, se llega a un nuevo factor de seguridad de 2,45. Este resultado cuantitativo es totalmente coherente con la conclusión obtenida por el CSN, basada en consideraciones cualitativas, y recogida en los párrafos anteriores.

#### Valoración de las diferencias que afectan a determinados parámetros estructurales y geométricos

Los parámetros que, además del material de vaina, son diferentes entre los elementos combustibles ENUSA 16x16 y CBD III son los siguientes:

- 1) Peso
- 2) Diámetro exterior de los tubos-guía
- 3) Rigidez de las rejillas
- 4) Huelgo entre vainas y cabezal superior
- 5) Anchura de las rejillas superior e inferior
- 6) Distancia entre rejillas

Para su valoración, el CSN ha tenido en cuenta la siguiente información:

- De acuerdo con el "Informe sobre el cumplimiento de las funciones de seguridad del contenedor ENSA-DPT durante almacenamiento cargado con los elementos LUA con vaina de ZIRLO", "los EC LUA de ENUSA tienen una geometría y contenido fisil consistentes con las del CBD III analizados en el ES-A del contenedor ENSA-DPT. Así, las

*diferencias menores tales como peso, huelgo entre cabezales y barras, diámetro externo de los tubos guía o elevación y rigidez de rejillas, están envueltos por los análisis del CBD III, no tienen efecto o lo hacen de manera despreciable en el cumplimiento de las distintas funciones de seguridad del contenedor ENSA-DPT.”*

- Por otra parte, en el marco de las solicitudes de aprobación de las revisiones 6 del Estudio de Seguridad de almacenamiento y 8 del de transporte del contenedor ENUN-32P de ENSA (expedientes ENUN32P/SOLIC/2021/2 y TRA/SOLIC/2021/176), que se encuentran actualmente en proceso de evaluación, ENSA ha proporcionado información relacionada con los parámetros estructurales y geométricos del elemento ENUSA 16x16 que aún se encuentra en la piscina de CN Trillo, y que se prevé que en un futuro sea cargado en un contenedor ENUN 32P. En concreto, respondiendo a una petición de información adicional ([nº de registro 41683](#)) del CSN, ENSA proporciona información concreta comparando los valores de los parámetros 2 a 6 anteriores para el elemento ENUSA 16x16 y para el CBD utilizado como combustible base de diseño en los análisis. ENSA analiza cada uno de estos parámetros por separado, y concluye que ninguna de las diferencias entre los dos tipos de elementos combustibles puede considerarse lo suficientemente importante como para no concluir que el efecto sobre los cálculos de caída sea irrelevante.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que las diferencias entre los parámetros estructurales y geométricos entre los elementos combustibles ENUSA 16x16 y CBD III son lo suficientemente pequeñas como para que los resultados de los análisis del comportamiento del combustible ante las caídas puedan considerarse válidos para ambos.

#### Valoración de los aspectos térmicos

El efecto de las diferencias entre el ENUSA 16x16 y el CBD III sobre los resultados de los análisis térmicos se daría si estas diferencias produjeran algún cambio no despreciable sobre las características térmicas del elemento. De estas características térmicas, la conductividad térmica equivalente del elemento combustible es el parámetro que más influye sobre los análisis térmicos, y en ella intervienen tanto parámetros del combustible (quemado, potencia térmica,...) como la geometría de la sección de la longitud activa. La sección es prácticamente idéntica en los dos tipos de elementos (en la zona de longitud activa): únicamente cambia el diámetro de los tubos-guía, ligeramente inferior en el elemento ENUSA 16x16.

Por parte del CSN se valora, por juicio ingenieril, que el efecto de esta diferencia sobre la conductividad térmica equivalente, y por ende sobre los análisis térmicos, es muy poco relevante. Además, los tres elementos ENUSA 16x16 se encuentran cargados en una zona periférica de los contenedores, uno en el DPT-25 y dos en el DPT-26, cuya capacidad de almacenamiento es de 21 elementos combustibles.

En base a lo anterior, se considera aceptable la solicitud del titular y se propone conceder la exención temporal al cumplimiento de las ETF 7.2.1.3 y 7.1.1 de la central nuclear Trillo en relación con el almacenamiento de un elemento combustible de demostración con diseño "16x16-20 CNT" de ENUSA en el contenedor DPT-25 y de dos elementos combustibles de demostración con diseño "16x16-20 CNT" de ENUSA en el contenedor DPT-26, hasta la obtención de la aprobación de la solicitud de modificación de las citadas ETF para resolver la situación actual, con la siguiente condición:

- Como medida compensatoria, durante la vigencia de la exención temporal el titular evitará el posible movimiento de los contenedores DPT-25 y DPT-26 dentro de la instalación (lo que se denomina traslado del contenedor), salvo necesidad justificada, en cuyo caso informará previamente al CSN.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que el contenedor ENSA DPT es un contenedor de doble propósito, cabe señalar que es de aplicación la condición 3 del certificado del bulto de transporte vigente, que establece el periodo de validez del mismo hasta el 31 de octubre de 2024, siempre que no se produzcan modificaciones técnicas o administrativas con anterioridad a esta fecha. Por tanto, y en virtud de la mencionada condición 3, los contenedores DPT-25 y 26 no podrán ser transportados mientras el certificado de diseño del bulto no contemple los elementos combustibles con diseño "16x16-20 CNT" de ENUSA como contenidos autorizados.

**3.4. Deficiencias de evaluación:**

No

**3.5. Discrepancias respecto de lo solicitado:**

No

**4. CONCLUSIONES Y ACCIONES**

Se propone conceder la exención temporal al cumplimiento de las ETF 7.2.1.3 y 7.1.1 de la central nuclear Trillo en relación con el almacenamiento de un elemento combustible de demostración con diseño "16x16-20 CNT" de ENUSA en el contenedor DPT-25 y de dos elementos combustibles de demostración con diseño "16x16-20 CNT" de ENUSA en el contenedor DPT-26, hasta la obtención de la aprobación de la solicitud de modificación de las citadas ETF para resolver la situación actual, con la siguiente condición:

- Como medida compensatoria, durante la vigencia de la exención temporal el titular evitará el posible movimiento de los contenedores DPT-25 y DPT-26 dentro de la instalación (lo que se denomina traslado del contenedor), salvo necesidad justificada, en cuyo caso informará previamente al CSN.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que el contenedor ENSA DPT es un contenedor de doble propósito, cabe señalar que es de aplicación la condición 3 del certificado del bulto de transporte vigente, que establece el periodo de validez del mismo hasta el 31 de octubre de 2024, siempre que no se produzcan modificaciones técnicas o administrativas con

anterioridad a esta fecha. Por tanto, y en virtud de la mencionada condición 3, los contenedores DPT-25 y 26 no podrán ser transportados mientras el certificado de diseño del bulto no contemple los elementos combustibles de demostración con diseño “16x16-20 CNT” de ENUSA como contenidos autorizados.

**4.1. Aceptación de lo solicitado:**

Sí

**4.2. Requerimientos del CSN:**

Sí, el indicado en el apartado 4.

**4.3. Otras actuaciones adicionales:**

No

**4.4. Compromisos del Titular:**

No

**4.5. Recomendaciones del CSN:**

No

**ANEXO**

Escrito de ref. CSN/C/SG/TRI/22/03