

PRIMERA CARGA DE CONTENEDORES EN EL ATI DE C.N. COFRENTES



JESÚS HERNANDO PÉREZ
Servicio Técnico Nuclear
IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR

ANTECEDENTES

El combustible gastado (CG) generado en la operación de la central nuclear de Cofrentes se almacena bajo agua en las dos piscinas de combustible gastado ubicadas en el Edificio de Combustible, las cuales disponen de una capacidad máxima de almacenamiento de 5404 posiciones útiles. Todo el combustible gastado generado desde el inicio de la operación se encontraba en dichas piscinas.

C.N. Cofrentes realiza actualmente ciclos de operación de 24 meses, descargándose aproximadamente un tercio de los elementos combustibles del núcleo en cada periodo de recarga y sustituyéndolos por combustible fresco.

De acuerdo con la capacidad útil de las piscinas para almacenamiento de CG y con las previsiones de generación, la saturación de estas piscinas se produciría al finalizar el ciclo de operación 23, en 2021. Esta situación generaba la necesidad de encontrar un sistema alternativo de almacenamiento de combustible gastado, de cara a poder llevar

a cabo la recarga de combustible programada ese mismo año (Imagen 1).

Los retrasos en la puesta en marcha del Almacenamiento Temporal Centralizado (ATC) contemplado en la estrategia nacional de gestión del CG empujaron a C.N. Cofrentes en colaboración con ENRESA a iniciar el proceso de licenciamiento y construcción de un Almacén Temporal Individualizado (ATI) en el emplazamiento de la central para el almacenamiento en seco de CG de manera análoga a lo realizado por otras centrales nucleares españolas en su estrategia de gestión del CG.

Diseño, licenciamiento y construcción del ATI de C.N. Cofrentes

El proceso de diseño conceptual del ATI de C.N. Cofrentes se inició en el año 2016, finalizándose con la ingeniería de detalle en 2018. Los distintos estudios realizados en cada una de las fases permitieron desarrollar el proyecto dando cumplimiento a la funcionalidad y a los requisitos aplicables a una instalación de estas características.

El licenciamiento del ATI ha sido tramitado como una modificación de diseño de la central, regulado por los Artículos 25, 26 y 27 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR) y, adicionalmente, se ha atendido a lo dispuesto en el artículo 35 de la Ley de Evaluación Ambiental 21/2013 para dar cumplimiento a los trámites ambientales específicos para una instalación de esta tipología.

Los trabajos de ejecución comenzaron en agosto de 2019, finalizándose 12 meses después. A lo largo de toda la construcción, han participado más de 80 empresas invirtiendo más de 100 000 horas-hombre de trabajo. Las principales cuantías y volúmenes movilizados en el proyecto se resumen en la siguiente tabla:

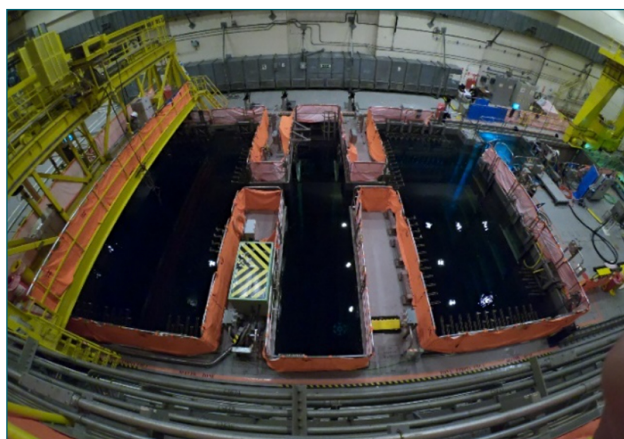


Imagen 1. Piscinas CG de C.N. Cofrentes.

CANTIDAD	
Superficie afectada	50 000 m ²
Superficie construida	31 000 m ²
Movimiento de tierras	45 000 m ³
Acero de armar	1500 t
Hormigón	10 000 m ³
Vallados	1800 m
Firmes y pavimentos	8100 m ²

Tabla 1. Cantidades principales.



Imagen 2. Vista aérea del ATI de C.N. Cofrentes.

El hormigonado de cada una de las losas de almacenamiento se realizó de una sola vez por tener una disposición sin juntas, lo que implicó el acceso de forma fluida de 80 hormigoneras en un intervalo de 12 horas. A lo largo de todo el periodo de construcción, han accedido más de 1500 vehículos pesados al emplazamiento con los suministros necesarios para la ejecución (Imágenes 3 y 4).



Imagen 3. Hormigonado losa Sur.



Imagen 4. Armado de las losas.

Como consecución de todo el proceso, el 17 de mayo 2021, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), y más tarde, el 25 mayo de 2021 el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITERD), aprueban la puesta en marcha de la instalación, aprobándose con ello las propuestas

de cambio a los Documentos Oficiales de Explotación de la central asociadas a dicha modificación y posibilitando así el comienzo de la carga de contenedores que permitirán liberar progresivamente espacio en los bastidores de las piscinas y asegurar la continuidad de la operación de la central.

Contenedor HI STAR 150

El diseño y licenciamiento del ATI ha sido concebido para almacenar 24 contenedores de combustible gastado de doble propósito sobre dos losas de hormigón a la intemperie. El modelo de estos contenedores es el HI-STAR 150 suministrado por la empresa HOLTEC International y adquiridos por ENRESA. Se trata de un modelo de contenedor metálico emperrado de tipología similar a los de las centrales de Garoña o Almaraz, con capacidad para albergar 52 elementos del tipo BWR.

El 24 de mayo de 2021, la Dirección General de Política Energética y Minas del MITERD publicó la resolución por la que se aprobaba el diseño del contenedor HI-STAR 150 para almacenamiento de combustible gastado de C.N. Cofrentes.

SELECCIÓN DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES PARA LAS CAMPAÑAS DE CARGA

De acuerdo con los datos de preirradiación, irradiación y posirradiación de los elementos de combustible gastados almacenados en las piscinas de combustible gastado de C.N. Cofrentes, se seleccionó un número suficiente para la carga de los 5 contenedores que formaban parte de la primera campaña de carga.

Considerando los elementos seleccionados se elaboró el Mapa de Carga, documento en el cual se verifica el cumplimiento con los requisitos establecidos en los contenidos autorizados para el contenedor HI STAR 150 y con las restricciones radiológicas impuestas por el cumplimiento con los límites de dosis en el ATI. El Mapa de Carga recoge, además, la posición exacta que debe ocupar cada uno de los elementos en el bastidor de cada uno de los 5 contenedores.

Estos mapas de carga deben ser aprobados por ENRESA y son enviados al CSN para información previa a la carga del contenedor.

PRUEBAS PREOPERACIONALES. CUMPLIMIENTO DE LA IS-20

Previamente a la llegada de los contenedores, durante el mes de noviembre de 2020 se recibieron los primeros equipos auxiliares para el acondicionamiento de los contenedores. Se aprovecharon los primeros meses del año para la preparación de las áreas de trabajo, puesta en marcha de los equipos y pruebas internas sin contenedor de cara a iniciar el proceso formador del personal involucrado.

Para poder realizar las pruebas de secado, sin disponer de contenedor, se diseñó y fabricó un depósito de pruebas específico donde simular todo el proceso de acondicionado del contenedor (Imagen 5).



Imagen 5. Equipos de acondicionamiento y depósito de pruebas.

Los primeros contenedores fueron recepcionados en C.N. Cofrentes la primera semana de marzo de 2021. Fue a partir de ese momento y con el primer contenedor posicionado en el pozo de descontaminación del Edificio de Combustible cuando se iniciaron las pruebas preoperacionales.

Estas pruebas sirven para desarrollar los procedimientos que se utilizarán posteriormente en la campaña de carga y optimizar todos los procesos asociados de cara a mejorar aspectos ALARA, de prevención de riesgos o exclusión de materiales extraños, entre otros.

Entre abril y mayo de este año 2021, para cumplir con los requisitos reguladores definidos por el CSN en su Instrucción de Seguridad IS-20 por la que se establecen los requisitos de seguridad relativos a contenedores de almacenamiento de CG, se simuló completamente y de manera previa a la carga, todo el proceso de manejo y acondicionamiento de los contenedores sin elementos combustibles, empleando todos los equipos auxiliares y de izado a utilizar en la carga real del contenedor.

En el caso de C.N. Cofrentes, estas pruebas se realizaron en dos fases. La primera, donde se realizaba la simulación de la carga de elementos combustibles en un contenedor y



Imagen 6. VCT y plataforma de transporte.

todos los procesos de acondicionamiento de la cavidad, vaciado, secado e inertizado, así como todas las pruebas de fugas asociadas. En la segunda fase, se simulaban todas las maniobras y traslados que posteriormente deberían llevarse a cabo durante las cargas incluyendo todas las operaciones de manejo del contenedor tanto en el ATI como en el Edificio de Combustible, realizándose con el contenedor cargado con *dummies* de peso equivalente.

PRIMERA CAMPAÑA DE CARGA DE CONTENEDORES EN C.N. COFRENTES

La campaña de carga de contenedores de C.N. Cofrentes concluyó el pasado mes de septiembre de 2021. En total han sido cargados 5 contenedores HI-STAR 150.

El proceso de carga de un contenedor HI-STAR 150 en Cofrentes está estimado en una duración de 12 días desde preparación inicial y entrada al Edificio de Combustible hasta su posicionamiento en su ubicación final definida en el ATI una vez cargado.

A continuación se detallan los pasos a seguir para realizar esta carga así como los principales equipos y componentes involucrados.

Recepción del contenedor y traslado al Edificio de Combustible

Los contenedores son recepcionados e inspeccionados en el propio ATI donde se realiza una inspección visual y limpieza inicial. Posteriormente, se realiza el volteo del contenedor a posición horizontal.

Los contenedores en el ATI de C.N. Cofrentes son manejados por medio de una grúa pórtico móvil tipo *crawler*. Con una altura de 10 metros retraída y 16 metros extendida, esta grúa es propulsada por medio de un motor diésel con un sistema de traslación de cadenas y ha sido diseñada para cumplir con el criterio de fallo único (Imagen 6).

Por las características geométricas del acceso al Edificio de Combustible, el contenedor únicamente puede ser transportado de manera horizontal. Para poder realizar los traslados con esta configuración desde el ATI hasta el interior del edificio y viceversa, se cuenta con un sistema de transporte tipo plataforma y con la cuna de transporte que sirve como útil de volteo.

La plataforma de transporte consta de 10 ejes con suspensión independiente que permiten el paso por cualquier discontinuidad del trayecto sin perder la horizontalidad total del contenedor.

Gracias al diseño de la cuna de transporte es posible el paso de la posición horizontal a vertical utilizando los medios de izado disponibles (grúa del edificio de combustible y grúa del ATI).

Preparación del contenedor en el Edificio de Combustible

Las principales actividades asociadas a la carga de contenedores se realizan en el interior del Edificio de Combustible de la central. Para poder realizar todos los movimientos del

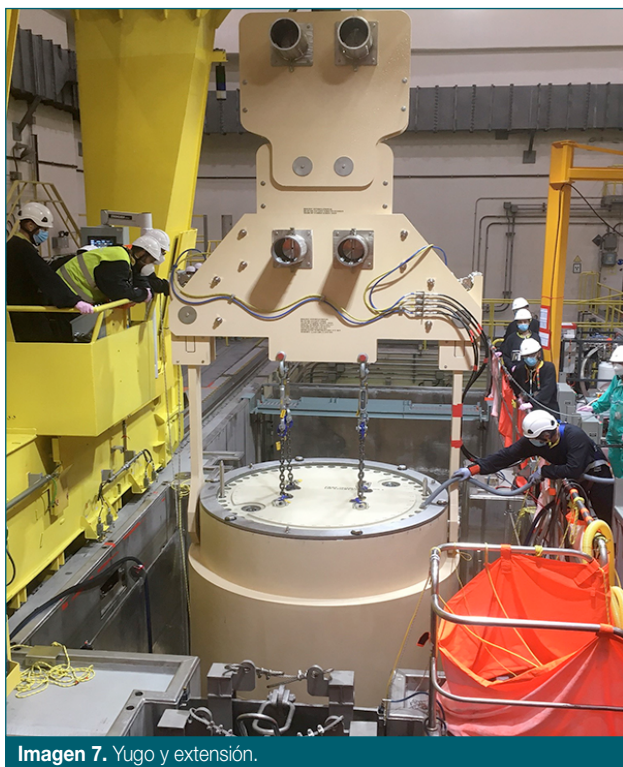


Imagen 7. Yugo y extensión.

contenedor, la recepción a su entrada al edificio y su posicionamiento en las diferentes ubicaciones es necesario el uso de la grúa pórtico, con una capacidad de 125 toneladas y diseñada a prueba de fallo único tal y como establece la normativa aplicable.

Fue necesario modificar esta grúa con anterioridad a las campañas de carga. En este proceso se sustituyó el antiguo carro por uno diseñado a prueba de fallo único y se reforzó el pórtico para conseguir un aumento de capacidad de 80 a 125 toneladas.

Una vez que el contenedor ha entrado en el edificio, este es volteado y posicionado en la piscina de descontaminación del Edificio de Combustible sobre su pedestal. Es allí donde se retiran las dos tapas del contenedor y se realiza la inspección del interior y el paso del *dummy* geométrico por todas las posiciones del bastidor.

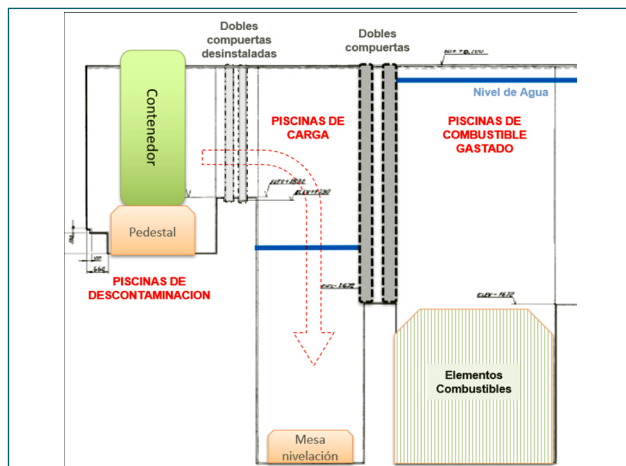


Figura 1. Movimiento del contenedor desde piscina seca a piscina de carga.



Imagen 8. Manejo de contenedor en edificio de combustible.

El yugo es el útil de izado que sirve como interfase entre el gancho de la grúa del edificio y los muñones superiores del contenedor. La extensión del yugo se utiliza para determinadas operaciones de posicionamiento en la piscina del contenedor para evitar que el gancho, el sistema de poleas y el cable de la grúa entren en contacto con el agua de las piscinas (Imágenes 7 y 8).

Transferencia del contenedor a la piscina y carga de elementos combustibles

Para la carga de contenedores en el Edificio de Combustible existen dos ubicaciones principales, la piscina de descontaminación del contenedor y la piscina para la carga del contenedor. Estas piscinas se comunican entre sí mediante compuertas dobles. La primera de ellas es una ubicación seca, siempre sin presencia de agua y es donde se realizan todas las actividades de acondicionamiento del contenedor antes y después de la carga. La segunda es una piscina de 13 metros de profundidad donde se posiciona el contenedor para cargar los elementos combustibles. Esta carga se realiza utilizando la plataforma de movimiento de combustible.

Lo elementos combustibles se encuentran en las piscinas de combustible gastado. Estas piscinas se comunican igualmente por medio de un sistema de compuertas dobles con la piscina de carga del contenedor.

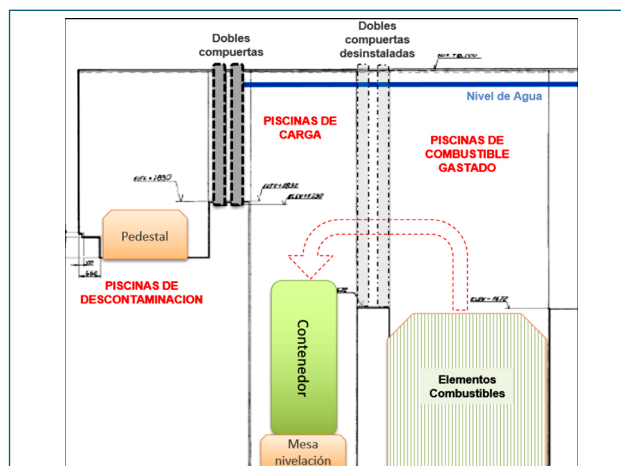


Figura 2. Movimiento de CG desde los racks hasta el contenedor



Imagen 9. Traslado contenedor a piscina de acondicionamiento.

Para poder realizar el traslado del contenedor desde la piscina de descontaminación o piscina seca hasta la piscina de carga se baja el nivel de agua de esta última para evitar reboses cuando se retiren las compuertas. Con el nivel descendido y retiradas las compuertas, se realiza el traslado desde la piscina posando el contenedor sobre la mesa de nivelación previamente instalada en el fondo de esta piscina. Finalizada esta maniobra, se instalan las compuertas y se restablece el nivel normal de la piscina de carga.

Una vez alcanzado el nivel de piscina requerido, se abren las compuertas que comunican las piscinas de combustible gastado con la piscina de carga y se inicia el traspaso de los 52 elementos combustibles desde sus racks hasta el contenedor (Figuras 1 y 2).

Extracción del contenedor hasta piscina de descontaminación y acondicionamiento

Antes de iniciar la maniobra de extracción es necesario bajar el nivel de la piscina e instalar la tapa interior del contenedor como se puede ver en la Imagen 9. Durante la maniobra de ascensión del contenedor se chorrean las

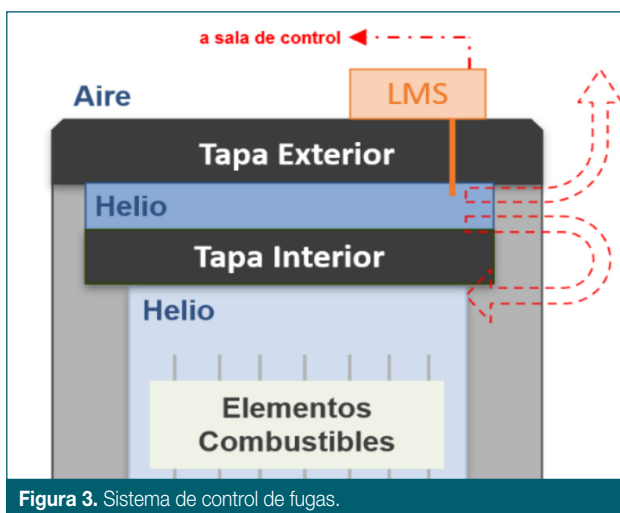


Figura 3. Sistema de control de fugas.



Imagen 10. Acondicionamiento del contenedor.

superficies exteriores con agua desmineralizada por medio de un sistema anular de aspersores. Con el contenedor ya descontaminado se posiciona el equipo sobre su pedestal en la piscina seca para poder iniciar su acondicionamiento.

El proceso de acondicionamiento del contenedor consiste en el secado e inertizado con helio de la cavidad bajo la tapa interior. Es necesario asegurar el criterio de secado que garantiza la no presencia de agua en contacto con los elementos combustibles y el de fugas de helio para asegurar el correcto sellado de la cavidad con la tapa interior. El sistema de sellado del contenedor de doble tapa consta de un conjunto de doble junta en cada una de las tapas. Para poder validar el correcto sellado tanto de la cavidad como del espacio entre tapas es necesaria la realización de diferentes pruebas de fugas tanto de la tapa interior como de la tapa exterior y de todos los puertos que dan acceso a las diferentes cavidades (Imagen 10).

Por último, se realiza la instalación y empernado de la segunda tapa y el secado e inertizado del espacio entre tapas. Este espacio está presurizado con helio y es utilizado como sistema de control de fugas a través de los sellos tanto de la tapa interior como de la tapa exterior, con una presión de helio superior tanto a la presión atmosférica del aire en el exterior del contenedor como a la que se encuentra en la cavidad del contenedor. Esto favorece que, ante cualquier falta de sellado tanto en la tapa exterior como en la interior, la presión de helio en el espacio entre tapas disminuya (Figura 3).

Esta presión es monitorizada por medio de unos transductores de presión que forman parte del sistema de detección de fugas, *Leak Monitoring System* (LMS) del contenedor. La señal de estos transductores se encuentra disponible en la sala de control de la central.

Descontaminación, toma de medidas y traslado del contenedor al ATI

El contenedor estará listo para su traslado al ATI una vez es descontaminado de manera meticulosa y se han tomado las medidas de temperatura y dosimétricas en diferentes puntos de la superficie para verificar el cumplimiento de los límites de tasa de dosis.

Este traslado se realiza de manera análoga a la introducción del contenedor en el Edificio de Combustible, utilizando la

grúa del edificio, la cuna y la plataforma para el volteo de vertical a horizontal. El trayecto desde el edificio hasta el ATI es algo mayor de un kilómetro y se realiza en un tiempo aproximado de una hora. El posicionamiento final sobre las losas se realiza por medio de la grúa móvil del ATI después de realizar el volteo del contenedor a la entrada de la instalación.

CONCLUSIONES

La primera campaña de carga ha supuesto un gran reto para toda la organización de C.N. Cofrentes por la propia

dificultad del proceso y la novedad que suponía la realización de las cargas por primera vez en la central. Gracias al trabajo en equipo de todas las personas y de las diferentes empresas implicadas, pasando por ENRESA, ENSA, Holtec e Iberdrola Generación Nuclear el trabajo ha finalizado para cumplir con el objetivo de liberar el espacio necesario en piscinas para acometer la recarga 23 de combustible.

Actualmente se esta trabajando en la preparación de la siguiente campaña de carga, prevista para el primer trimestre de 2023 donde se volverán a cargar cinco contenedores HI-STAR 150. ■



Imagen 11. Los cinco contenedores en el ATI con parte del equipo del proyecto.