

EQUIPO DE CORTE DE REJILLAS PARA REPARACIÓN DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES GASTADOS



JESÚS CASTAÑO MARCOS

Ingeniero de Desarrollo de Equipos en la Organización de Ingeniería Mecánica e Industrial
ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS, S.A, S.M.E



ÁLVARO BAS MOLINA

Ingeniero de Desarrollo de Equipos en la Organización de Ingeniería Mecánica e Industrial
ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS, S.A, S.M.E

En los próximos años, llegará el final de la operación de muchas de las centrales, tanto españolas como europeas, y, aunque esperamos que a muchas de ellas se le otorgue la renovación de la licencia, muchas otras se verán obligadas al desmantelamiento. Tanto para el primer caso, en el que las piscinas de combustible gastado están llenas, como para el segundo, existe una necesidad general de extraer el combustible gastado de las piscinas y proceder a su almacenamiento y gestión. A continuación se muestra la previsión del borrador del 7º Plan General de Residuos Radiactivos [1] donde se reserva un periodo para la retirada del combustible gastado.

En este contexto, las centrales necesitan poder asegurar la integridad estructural de los combustibles gastados y que el número de elementos clasificados como dañados sea el mínimo posible, ya que estos no podrán ser cargados en los contenedores de combustible gastado. Para ello, se realizan inspecciones del combustible gastado y estudios, de los que se concluye qué elementos y en qué medida se encuentran dañados [2].

Los contenedores de combustible gastado son utilizados para el transporte y almacenamiento en los ATI de cada central y, en un futuro, en el ATC o AGP. Estos disponen de

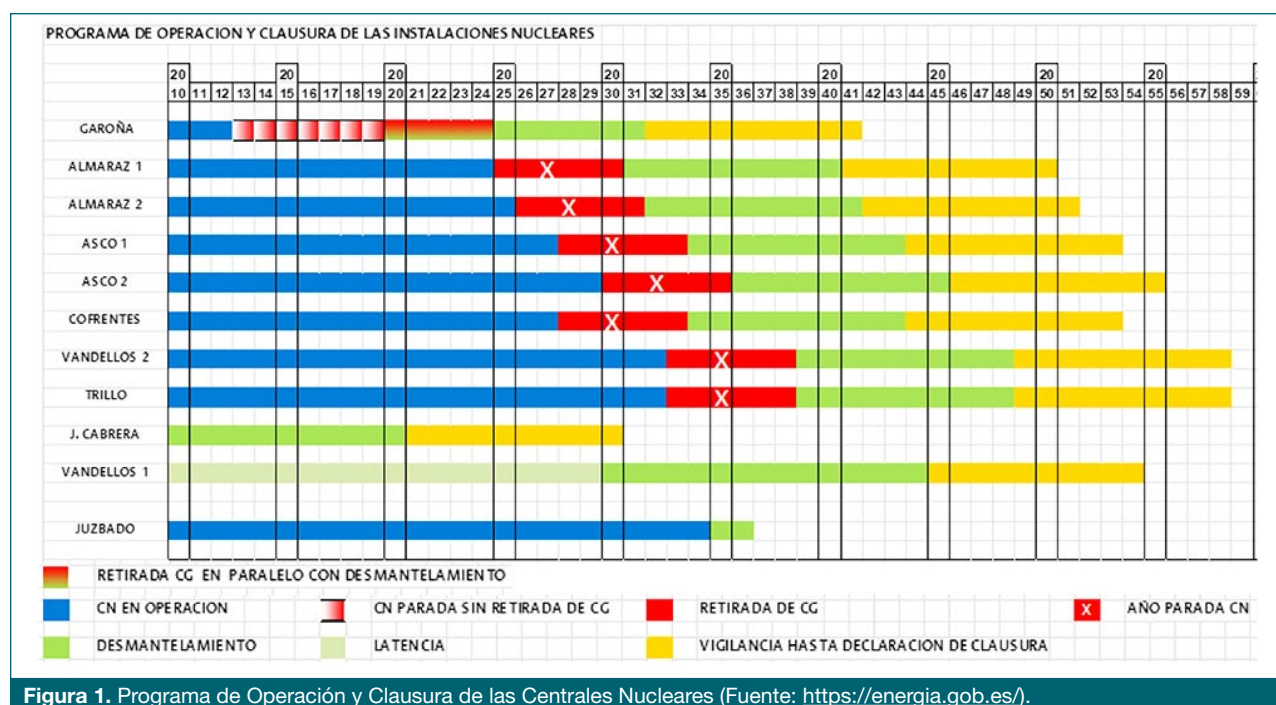


Figura 1. Programa de Operación y Clausura de las Centrales Nucleares (Fuente: <https://energia.gob.es/>).

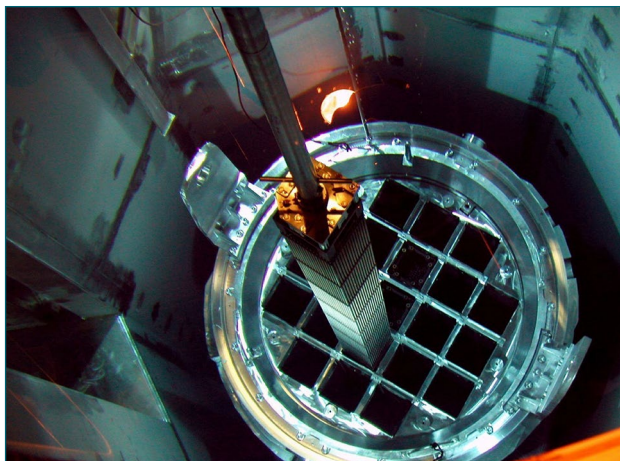


Figura 2. Introducción de elemento combustible en contenedor de gastado (fuente: <https://www.csn.es/>).

los elementos necesarios para un almacenamiento y/o transporte seguro del combustible según la normativa aplicable [3], manteniendo la subcriticidad, el confinamiento del material, el blindaje, la evacuación de calor y evitando su degradación. Constan de un vaso cilíndrico con cierre hermético y en su interior un bastidor donde se alojan los elementos combustibles [4 y 5]. En ocasiones, este bastidor tiene un contorno para el alojamiento del elemento más reducido que el del bastidor de la piscina, ocasionando que algunos elementos con rejillas dañadas y dobladas no se puedan introducir de forma segura en los contenedores (Figura 2).

Según la experiencia de ENUSA, en las inspecciones se detectan ocasionalmente daños en las rejillas que provocan que se supere el contorno máximo del elemento para su almacenamiento. Actualmente no se dispone de capacidades para reparar estos daños, lo que obliga al desarrollo de nuevas herramientas de reparación para ofrecer un servicio más completo. Para ello, se ha diseñado un nuevo equipo para el corte de rejillas que elimina aquellas partes de las mismas que, al estar dañadas y dobladas, dan lugar a que

el elemento combustible supere el contorno máximo permitido para su almacenamiento.

La defectología que nos podemos encontrar en las bandas exteriores de las rejillas dañadas de los elementos combustibles PWR es muy variada, pero los defectos objeto de reparación del equipo que aquí se presenta son solo aquellos que exceden el contorno máximo. Estos defectos son debidos al manejo normal de los elementos combustibles en las centrales. Así pues, podemos encontrar defectos tanto en la parte superior como en la inferior de la rejilla, a lo largo de la misma o solo en la zona de una pestaña. En la Figura 3 se muestran algunas réplicas realizadas para las pruebas, sobre una rejilla *dummy*, que simulan los cuatro tipos de defecto más comunes que podemos encontrar (por razones de confidencialidad no se muestran fotos de los defectos reales).

Por lo tanto, el objetivo de este nuevo equipo es eliminar los defectos que provocan que, dimensionalmente, el elemento no pueda introducirse en el bastidor interno de los contenedores, para el almacenamiento en seco. La eliminación de estos defectos facilita por tanto el movimiento y la inserción de los elementos en cualquier geometría, tanto en los bastidores de un contenedor como los *racks* de una piscina.

El equipo ha sido diseñado para reparar daños en rejillas mediante el corte de la porción de banda exterior que sobresale del perímetro de la rejilla en elementos combustibles PWR irradiados. El corazón de este es una amoladora neumática sumergible, la cual, equipada con un disco abrasivo y montada sobre un sistema de posicionamiento, es capaz de cortar "al ras", con una bondad de corte de hasta 1 mm, las porciones de rejillas que exceden el contorno máximo impidiendo el almacenamiento del combustible.

El equipo ha sido diseñado para que opere sobre el *rack* de la piscina de combustible gastado de la central. Mediante una estructura se apoya y se fija sobre el *rack*, y a través de un alojamiento se hace pasar el elemento combustible objeto de reparación, el cual será manejado mediante la grúa

de manipulación. Una vez ubicada la rejilla a reparar con el equipo, se accionan los sistemas de sujeción del elemento y se puede proceder a la reparación. El equipo y proceso de corte tienen una visibilidad de 360° y mediante cámaras subacuáticas resistentes a la radiación se controla el corte y avance del disco.

El proceso de corte es semiautomático y remoto, de tal forma que el avance del corte se realiza mediante una pértiga que se acopla al equipo, y el control de la amoladora es mediante valvulería neumática manual (Figura 4).

El equipo es capaz de cortar rejillas de Inconel y ZIRLOTM con un buen acabado y de forma segura tanto para el elemento combustible sobre el que se está realizando el corte como para el entorno que lo rodea. La dirección del corte (derecha a izquierda o viceversa) no es

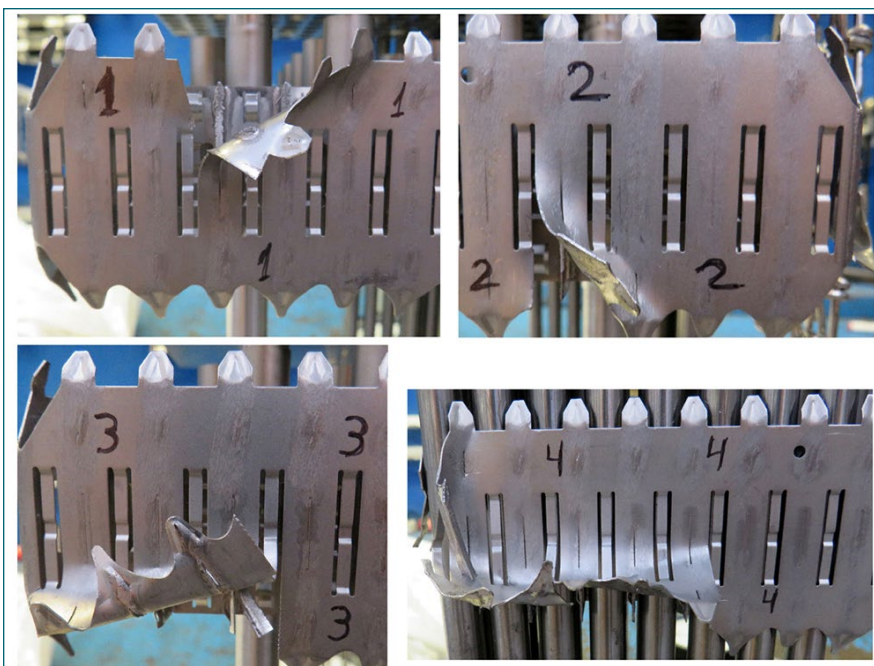


Figura 3. Réplica de daños tipo objeto de reparación en rejilla dummy (fuente propia).

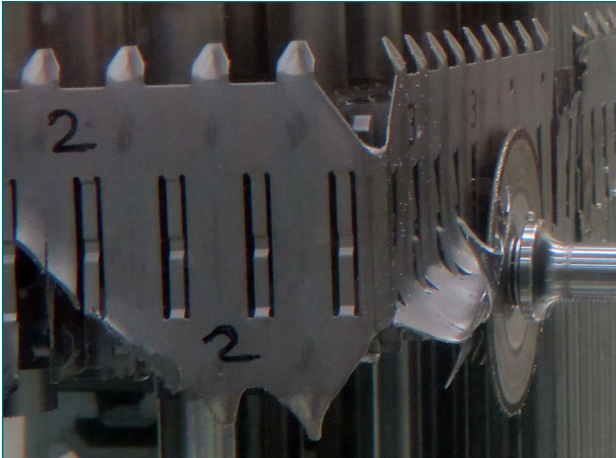


Figura 4. A la izquierda de la foto, una banda reparada. A la derecha de la foto, en la banda contigua, detalle del disco durante el proceso de corte.

una variable que afecte al corte sino que esta será función de la ubicación del defecto a eliminar.

Está diseñado para que se produzca la absorción de todas las partículas que se generen durante el proceso de corte, tanto partículas grandes (virutas y porciones de rejilla) como polvo que pudiera quedar en suspensión en el agua, mediante la conexión a un sistema externo de bombeo.

El disco es de abrasivo de diamante y con la previsión de la activación del mismo debida al corte, el equipo dispone de un sistema de desatornillado de disco remoto bajo agua, que evita la exposición a la radiación del personal que realiza la operación.

El equipo ha sido desarrollado por ENUSA en su totalidad siguiendo el procedimiento de desarrollo de nuevos productos.

Comenzando con una etapa de concepción en donde habiéndose valorado las diferentes opciones, así como las distintas consideraciones, se opta porque el proceso de corte se realice mediante una amoladora recta subacuática. Posteriormente, se valida el concepto con una batería de pruebas de corte y una vez validado se da paso al prototipo. Se diseña, construye y se realizan todas las pruebas necesarias con el prototipo, realimentando el diseño con los resultados y conclusiones de las pruebas realizadas, para dar paso al diseño definitivo del equipo. Además, a lo largo del proceso se ha tenido en cuenta la normativa aplicable tanto para operación en central y la seguridad del combustible como para el entorno.

En la actualidad se dispone de un diseño funcional para su uso en central y se han podido realizar pruebas bajo agua en rejillas reales colocadas en un elemento dummy con resultados satisfactorios.

REFERENCIAS

- [1]. "Primer borrador del 7º Plan General de Residuos Radiactivos" (<https://energia.gob.es/>).
- [2]. "Storage of Spent Nuclear Fuel Specific Safety Guide" rev. 1. IAEA 2019.
- [3]. "Instrucción IS-20, de 28 de enero de 2009, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se establecen los requisitos de seguridad relativos a contenedores de almacenamiento de combustible gastado." BOE, Miércoles 18 de febrero de 2009.
- [4]. "Contenedor de combustible HI-STORM 100 de CN Ascó", (<https://www.csn.es/documents/10182/989190/Ficha%20HI-STORM>).
- [5]. "Contenedor de combustible ENUN 52B", (<https://www.csn.es/documents/10182/989190/Ficha%20ENUN%2052B>). ■