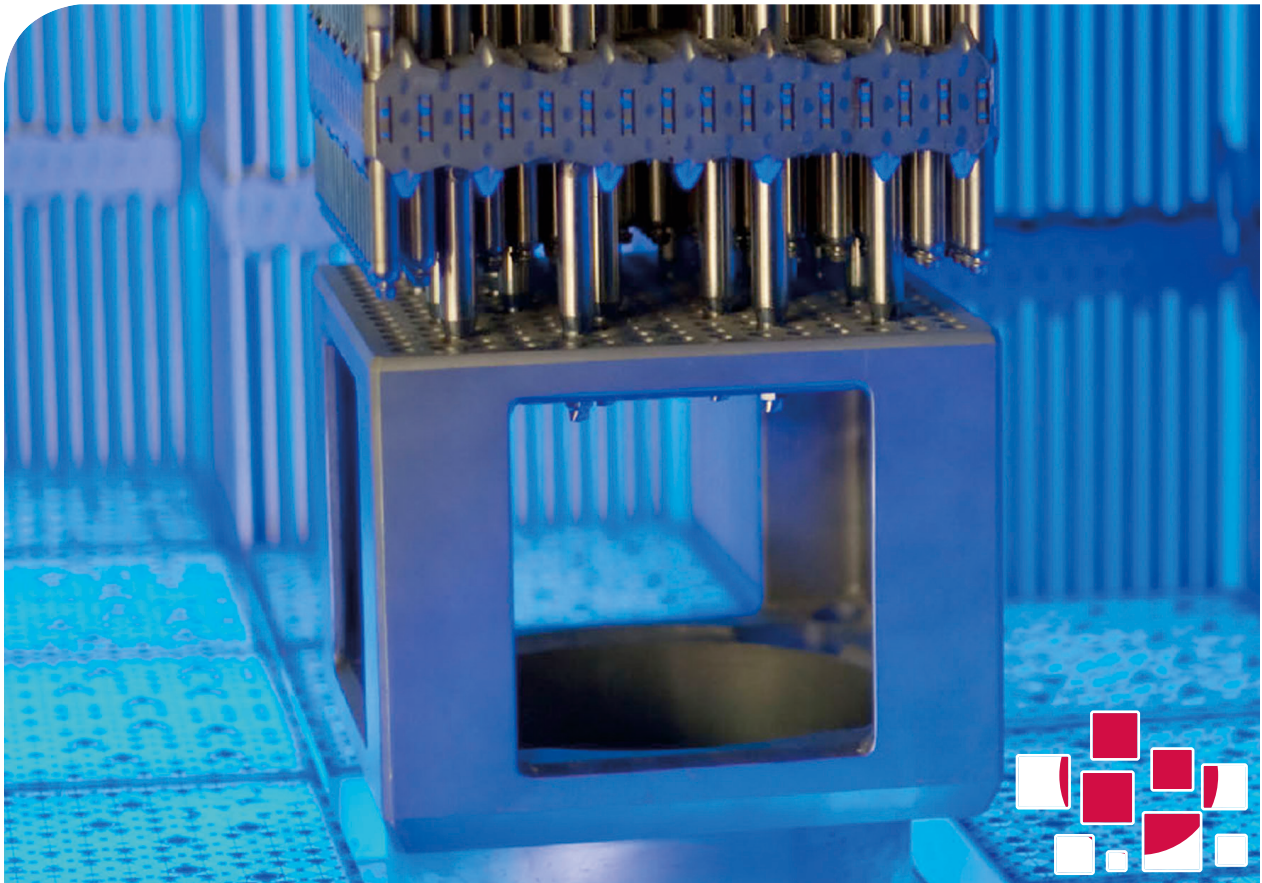




GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE

Se presenta a continuación de forma resumida, la gestión y la experiencia de operación del combustible de Central Nuclear de Trillo en los primeros 25 años de vida de la central.

El reactor de la central de Trillo se hizo crítico en mayo de 1988, siendo la última central en entrar en operación en España.

El NSSS es de diseño y tecnología KWU que empezó siendo el suministrador del combustible de Trillo (primer núcleo y tres primeras recargas), pasando en los años 90 a Siemens y actualmente a Areva.

Las centrales de esta tecnología presentan diferencias importantes con respecto a las americanas y francesas.

Se pueden destacar las siguientes características que afectan de manera clara a la gestión del combustible:

- Almacén de combustible nuevo y piscina situados dentro de contención.
- Vigilancia permanente de la distribución de potencia con detectores fijos dentro del núcleo. (Figura 1).
- Sistema de limitación que está situado entre el sistema de control y el de protección realizando actuacio-

nes automáticas independientes del operador.

- Límites y condiciones de licencia específicos y en algunos casos diferentes de los utilizados en centrales de tecnología americana.

- Aprobación por la autoridad de licencia de la documentación de fabricación para cada una de las recargas.

Además CN Trillo presenta la particularidad de, al ser una central de tres lazos, utilizar combustible 16x16,



De izquierda a derecha: Manuel Novo (Jefe Departamento), Jorge Benavides, Alberto Ortego y Juan Carlos Martínez-Murillo

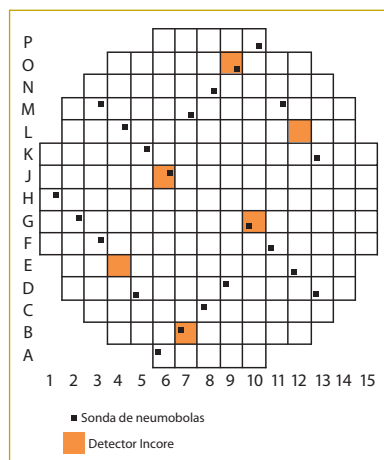


Figura 1.

más corto que el empleado en las centrales KWU de su generación.

En cuanto a la operación en las centrales alemanas, se utiliza de forma rutinaria gadolinio como veneno consumible en las pastillas de UO_2 , combustible de óxidos mixtos con uranio y plutonio (MOX), boro enriquecido en B10 hasta el 30 % como veneno soluble en el primario, y zinc disuelto en el primario para ayudar a la reducción de dosis.

Por distintos motivos ninguna de estas prácticas se sigue en la actualidad en CN Trillo.

En cuanto a la segunda parte del ciclo, CN Trillo presentaba también diferencias significativas con las centrales alemanas ya que éstas, hasta finales de los 90, enviaban el combustible a reprocesar y, por tanto, no necesitaban ampliar la capacidad de almacenamiento del combustible gastado en el emplazamiento. Hay que destacar además que ya entonces, en Alemania, se disponía de dos almacenes centralizados para el combustible (Ahaus y Gorleben).

POLÍTICA DE GESTIÓN Y DISEÑO DE CICLOS

Desde el arranque de la central, la política de gestión de combustible se centró en los siguientes aspectos:

- Seguridad del suministro.
- Asegurar la calidad tanto de los diseños como del combustible.
- Optimización de costes.

Para alcanzar estos objetivos es imprescindible realizar una fuerte supervisión, de la ingeniería y de la fabricación.

La central nuclear de Trillo comenzó su operación el 16 de mayo de 1988 y salvo el primer ciclo, que tuvo una duración de 400 DEPP, siempre se operó en ciclos de 12 meses con diseños de unos 335 DEPP.

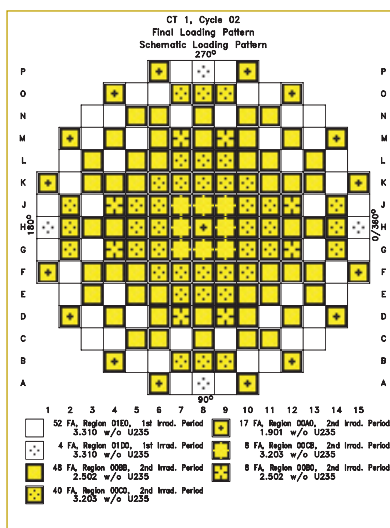


Figura 2.

El primer núcleo de CN Trillo fue el único en el que ha sido necesario utilizar venenos consumibles en forma de arañas de borosilicato, tecnología que era entonces la habitual de KWU, aunque ya estaba comenzando el empleo de gadolinio.

Las primeras recargas fueron de 56 EC y enriquecimientos del 3,3 %, pero en seguida se pasó a lotes de 44 EC y 3,95 % para aprovechar la capacidad de la piscina, aumentando el quemado de descarga. Desde 2004 se utilizan lotes de recarga de 40 EC y 4,20 % de enriquecimiento.

En los primeros ciclos de CN Trillo se utilizaron esquemas de recarga tradicionales, cargando los elementos frescos en la periferia del núcleo. (Figura 2).

Desde muy pronto para optimizar la utilización del combustible y reducir la irradiación de la vasija, se comenzó la transición a núcleos de bajas fugas, estando en la actualidad con diseños de bajas fugas totales y prácticamente en equilibrio. (Figura 3).

La gestión de los ciclos en el futuro se centra en seguir aumentando el quemado de descarga, reduciendo el lote de recarga a 36 EC con enriquecimientos del 4,45 % manteniéndose en ciclos de 12 meses.

La reactividad de los elementos 16x16 de diseño KWU con enriquecimientos superiores al 4,5 %, hace necesario el uso de venenos neutrónicos durante la fabricación y manejo de los mismos.

La utilización de lotes de recarga sin venenos y con un solo tipo de EC presenta múltiples ventajas, tanto desde el punto de vista de seguridad de suministro como de flexibilidad en la operación.

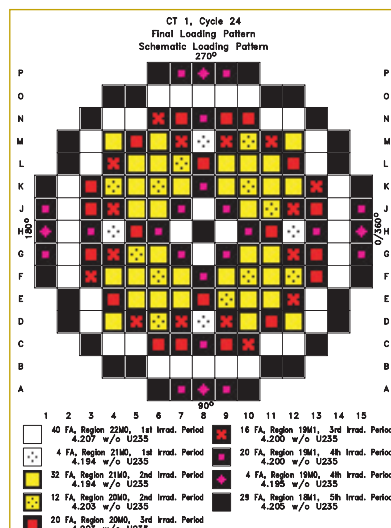


Figura 3.

DISEÑO MECÁNICO DE LOS EC Y EXPERIENCIA EN OPERACIÓN

En el primer núcleo y las dos primeras recargas, los EC venían equipados con todas las rejillas (8) de inconel sin aletas mezcladoras y Zry-4 como material de vaina.

Al objeto de reducir las dosis por contaminación de cobalto y mejorar la corrosión del refrigerante, se introdujeron a partir de la tercera recarga, rejillas intermedias (6) de Zircaloy y vainas de Zry-4 con bajo estaño. Así mismo las rejillas intermedias llevaban aletas mezcladoras para mejorar el margen al DNB.

A partir de la sexta recarga se estandariza el diseño introduciendo la estructura FOCUS y las vainas Dúplex. Estas vainas consisten en una parte interna de Zircaloy 4 estándar y una externa de unas 150 micras de espesor de Zircaloy con muy bajo contenido de estaño y mejor comportamiento frente a la corrosión del refrigerante. Además la licencia de este tipo de vaina es relativamente sencilla y la fabricación muy similar a la de vainas con un solo material.

Hoy se sigue utilizado este tipo de vaina que presenta un buen comportamiento con márgenes satisfactorios en operación.

Con respecto a la estructura hace años, se cambió el diseño al HTP, cuya diferencia fundamental con el FOCUS es el tipo de rejilla intermedia y superior sin aletas mezcladoras y con un diseño de la sujeción de las varillas muy resistente a la abrasión.

El comportamiento de este diseño es en general satisfactorio pero se ha observado un aumento del ruido neutrónico en paralelo a su introducción, que ha supuesto la actuación

indeseada del sistema de limitación y que en la actualidad está ya saturado al ser ya todo el núcleo de diseño HTP.

Están en estudio modificaciones de los elementos que permitan la reducción de los niveles de ruido.

En cuanto a la fabricación, solamente destacar que hasta el año 1995, ésta se realizó en la planta de KWU en Hanau (Alemania) y a partir de entonces y por cierre de dicha fábrica, el suministro pasó a Lingen (Alemania). Desde la integración en Areva se ha cualificado la fabricación en la planta francesa de Romans, aunque de momento no se ha recibido combustible desde dicha planta en CN Trillo.

A finales de los 90 se probaron 4 elementos de demostración de diseño Enusa con resultados satisfactorios.

La experiencia del combustible en operación ha sido buena sin incidentes importantes. En los primeros 25 ciclos se han producido fugas en 14 EC y un total de 17 barras. Todos estos elementos han sido reparados, investigándose al mismo tiempo la razón de los fallos, siendo la abrasión de la barra por partículas extrañas el mecanismo de fallo más común, salvo en el caso de 5 EC que fallaron por hidruración primaria en los años 1998 y 1999 debido a contaminación interna durante la fabricación.

La detección de los elementos con fugas se realiza en la central de Trillo mediante la técnica de sipping en caja, disponiéndose del equipo necesario en la piscina desde el comienzo de la operación de la central.

ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE EN LA CENTRAL

Debido a la pequeña dimensión de la piscina por estar dentro de conten-



Figura 4.

ción, al no reprocesado y a no disponer de un almacén centralizado, y a pesar de ser la última central que entró en operación en España, fue la primera en necesitar de un almacén en seco en la central.

A mediados de los 90 CN Trillo realizó un cambio de bastidores de la piscina, dando crédito al quemado de los EC, como el resto de las centrales españolas.

En el año 2001 entró en operación el almacén en seco, con contenedores de doble propósito (DPT) y capacidad de almacenamiento de 21 elementos sin fugas y sin aditamentos del núcleo.

Los primeros contenedores fueron licenciados por Enresa para quemados de hasta 40 Mwd/kgU y cinco años de enfriamiento mínimo de los EC. La siguiente licencia llegó hasta

45 Mwd/kgU y seis años de enfriamiento.

Con estas dos licencias se han cargado 22 contenedores y un total de 462 EC (Figura 4).

En la actualidad Enresa está en proceso de ampliar la licencia del contenedor hasta quemados de 49 Mwd/kgU para lo que es necesario aumentar el tiempo de enfriamiento mínimo de los elementos hasta nueve años y modificar el proceso de secado durante la carga de los contenedores.

La experiencia de carga y operación de estos contenedores ha sido satisfactoria sin incidencias importantes y tiempos de carga de unas tres semanas por contenedor, lo que al necesitar dos contenedores por ciclo hace que sea muy importante la planificación de dicha actividad en contención para evitar interferencias con otros trabajos. ■