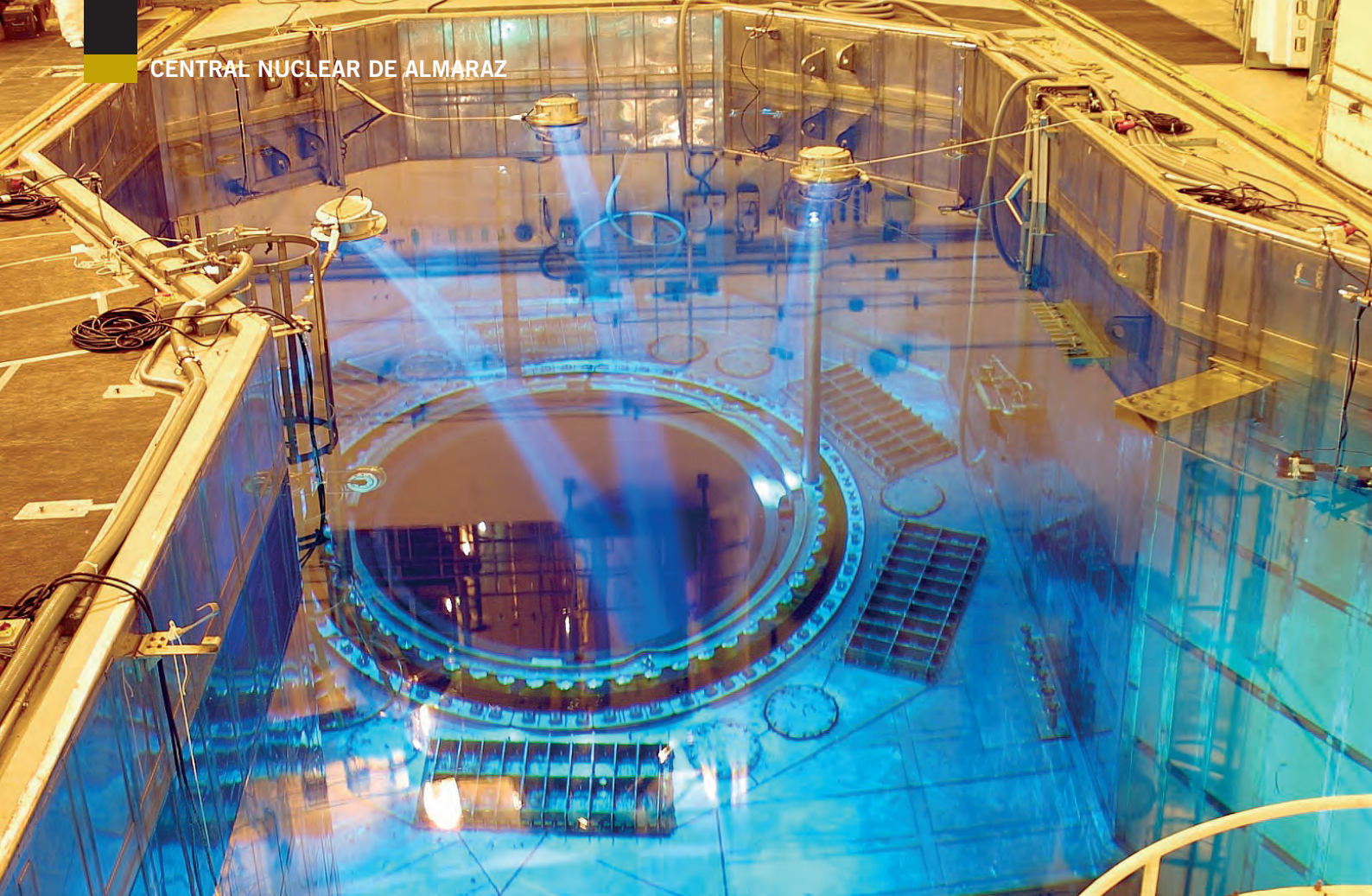




La gestión del combustible

de la central nuclear de Almaraz



Gestión del combustible

De izquierda a derecha

- **Jorge Benavides**
(Diseño Mecánico y Supervisión de Fabricación)
- **Alberto Ortego**
(Diseño y Seguridad Recargas)
- **Juan Carlos Martínez-Murillo**
(Diseño Termohidráulico)
- **Manuel Novo**
(Jefe Departamento)

INTRODUCCIÓN

Se resumen en este artículo las novedades y tendencias en la gestión de combustible de Almaraz en los últimos años.

Los objetivos y prácticas de la gestión de combustible en CNAT se describieron en un artículo publicado en la edición de julio de 2003 de esta misma revista y siguen vigentes en la actualidad.

Comportamiento del combustible

El diseño básico del elemento combustible utilizado en Almaraz es el MAEF 2007 (con vainas de Zirlo®) que ha dado unos resultados excelentes. En la actualidad, se ha conseguido alcanzar en Almaraz el objetivo de INPO de cero fallos de combustible, sin fallos de barra desde el año 2003, y sin ningún otro tipo de problemas que pudiesen afectar a la operación de las plantas.

Estos resultados se han conseguido gracias al modelo cooperativo de Almaraz y a la buena colaboración con Enusa, que ha supuesto la implicación del suministrador en el cumplimiento de los objetivos de gestión de CNAT. Esta colaboración abarca en la actualidad todas las actividades del ciclo del combustible, desde las de diseño y licencia de los elementos de combustible y recargas, hasta la gestión del combustible gastado, pasando por la fabricación de la recarga, e incluyendo los servicios de manejo e inspección del combustible nuevo e irradiado. El resultado ha sido la generación fiable, segura y económica de electricidad de origen nuclear.

Modificaciones en la operación

La modificación más importante en este periodo, con implicaciones en la gestión del combustible, ha sido el aumento de un 8 % de la potencia térmica, ya realizado en las dos unidades de Almaraz.

En el año 2005 se realizaron con Enusa estudios de los nuevos ciclos de referencia que sirven de base tanto a la gestión futura como a la nueva licencia. Se eligió un esquema de recarga de referencia de 64 EC del 4.70 % con longitudes de ciclo de 510 DEPP.

Al objeto de ganar márgenes a límites de diseño, como el de corrosión externa de vaina o comportamiento en accidentes, se inició en el año 2007 la introducción de un material de vaina avanzado, Zirlo® con bajo estaño, primero en unas cuantas barras y luego en varios elementos con el objetivo de ir a recargas completas de este material una vez se confirmen los buenos resultados alcanzados en plantas similares a Almaraz.

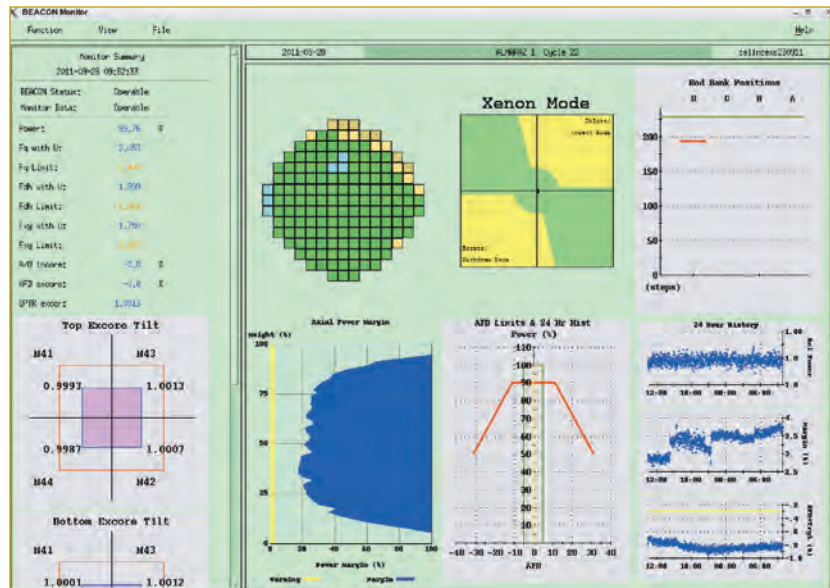


Figura 1. Pantalla principal del sistema de monitorización BEACON-TSM de CNA.

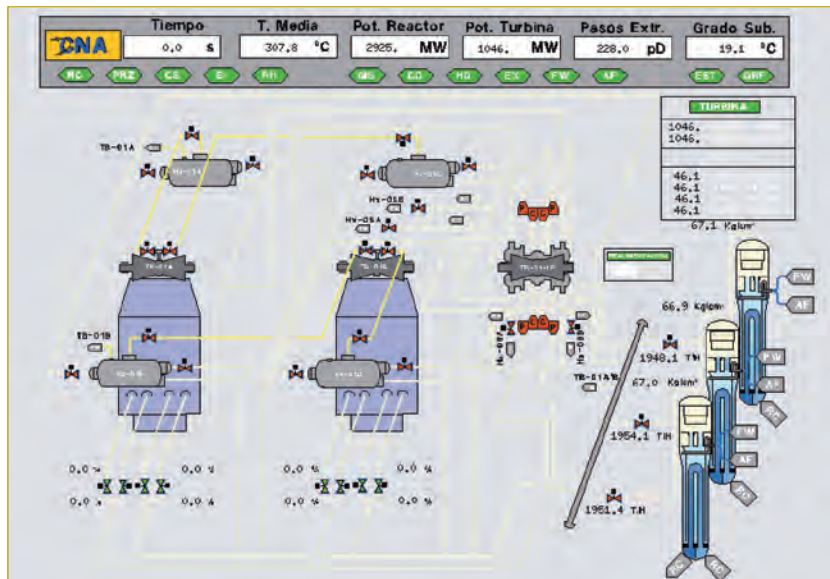


Figura 2. Pantalla Gráfica del secundario A.P.A.-RELAP.

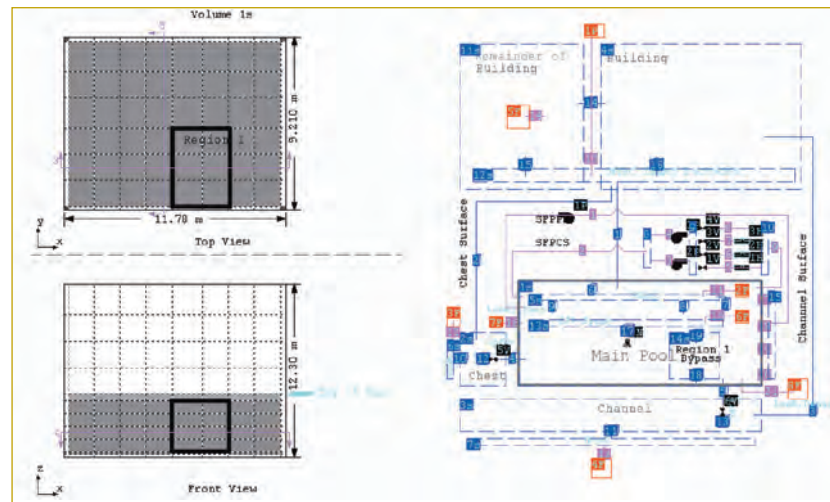


Figura 3. Modelo de GOTHIC de la piscina de combustible gastado.

En este proyecto de aumento de potencia se utilizó una nueva metodología para el diseño y licencia del LOCA.

Novedades de gestión

En cuanto a las novedades de gestión en este periodo se pueden destacar dos mejoras significativas.

- Nuevos métodos de vigilancia y seguimiento del núcleo, con la implantación del sistema Beacon-TSM (Figura 1), a partir del año 2006.
- Integración de los servicios de manejo de combustible en los contratos de recargas y realización de los mismos por Enusa.

La experiencia en ambos casos es positiva y por tanto se prevé su continuidad y ampliación en el futuro.

Vigilancia del comportamiento de combustible y proyectos de I+D

CNAT, ANAV y Enusa han desarrollado unos planes conjuntos de investigación y vigilancia del comportamiento del combustible, que han permitido cuantificar los márgenes de operación para optimizar el ciclo de combustible y validar innovaciones del diseño del mismo. En cuanto a la vigilancia del combustible tanto sano como dañado, se reforzó la colaboración con ANAV y Enusa, disponiéndose en la actualidad de unos datos de comportamiento muy amplios, que permiten acometer mejoras de diseño y operación sin riesgos significativos.

En cuanto a proyectos de I+D, se iniciaron en este periodo y se encuentran avanzados dos programas de irradiación de vainas de Westinghouse y MHI, ambos gestionados por Enusa y que presentan oportunidades para CNAT tanto de formación como de inspección, y también sirven de comparación de prestaciones con los materiales estándar de Zirlo® y Zirlo® optimizado.

El modelo de colaboración ha sido pionero del modelo adoptado en EE.UU. y desarrollado por EPRI a través de las guías de combustible, que dan cobertura a la iniciativa de INPO de cero fallos. La contribución de este modelo cooperativo al conocimiento del comportamiento del combustible nuclear ha sido reconocida en multitud de foros internacionales.



Nuevas herramientas de cálculo

CNAT dispone de herramientas de cálculo con las que realiza la supervisión del diseño, optimización de ciclos y análisis de dinámica de planta y de accidentes.

Las novedades más importantes incorporadas en este período han sido:

Área neutrónica:

- SIMULATE-3K: Código de Studsvik que permite la realización de análisis cinéticos del núcleo.
- EVACOM-PWR: herramienta de acoplamiento y manejo del paquete de diseño Casmo-Simulate, utilizado ampliamente para la gestión de ciclos.
- MCNP: para el cálculo de la respuesta de los detectores ex-core.

Área mecánica:

- FALCON: código de EPRI para análisis termomecánicos de barra combustible tanto en estado estacionario como en transitorios.

Área termohidráulica:

- RELAP5: Desarrollo y validación de un Analizador de Planta completo primario-secundario (Figura.2)
- GOTHIC: Modelos de contención y piscina (Figura 3).
- TRACE: Conversión del modelo de RELAP.
- RELAP-PARCS: Acoplamiento de estos códigos para realizar estudios 3D de núcleo.
- COBRA: Modelos de núcleo.

Para la realización de las tareas anteriores CNAT recibe el apoyo de PMSA, Iberdrola Ingeniería, Socoin, y de las Universidades Politécnicas de Madrid y de Valencia

Almacenamiento del combustible irradiado

También en este período, en el año 2003, se inició un programa de caracterización del combustible gastado con vistas a un posible almacenamiento en seco.

Como resultado del programa, se dispone de una base de datos completa que permitirá planificar adecuadamente las actividades futuras de almacenamiento.

Dentro de este proyecto se realizan también inspecciones y limpiezas periódicas de las piscinas.

Se han puesto a punto, todo ello con la colaboración de Enusa, metodologías de cálculo necesarias para la caracterización y para la carga de contenedores.

Este área, de importancia estratégica para Almaraz, se reforzará y extenderá en los próximos años con la colaboración de Enusa y Enresa.

También se han iniciado trabajos para el estudio del comportamiento del combustible en accidentes severos de piscina, con el objetivo de proponer mejoras que mitiguen las consecuencias de este tipo de accidentes.

CONCLUSIÓN

El objetivo de Almaraz es seguir manteniendo el excelente comportamiento del combustible en operación conseguido en los últimos años, reforzando las prácticas de gestión utilizadas hasta la fecha.

En cuanto a la segunda parte del ciclo, se trata de disponer de almacenamiento adicional del combustible de cara a futuro y mejorar la respuesta de los almacenes frente a accidentes severos. ■