

José M. Fink Central Nuclear Embalse. Comisión Nacional de Energía Atómica



1 - Introducción

Este trabajo presenta una descripción del esquema de gestión de combustible que se empleará en la Central Nuclear Embalse y comenta los estudios realizados para comprobar que ese esquema es adecuado.

El reactor posee 380 canales horizontales de combustible cada uno de los cuales contiene 12 manojos cortos de aproximadamente 50 cm de longitud. El combustible es de UO_2 natural envainado en zircaloy y está moderado y refrigerado con agua pesada.

La potencia total de fisión del reactor es de 2100 Mw de los cuales 1982 Mw son transferidos al refrigerante. La potencia eléctrica neta es de 600 Mw.

2 - Gestión de Combustible

La estrategia de movimiento de combustible se selecciona con el objetivo de aplanar la distribución de potencia y maximizar el quemado del combustible sin sobrepasar los límites permitidos de potencia de manajo y canal. El esquema de recambio utilizado para Embalse es axial y bidireccional. Se introducen 8 manojos nuevos en un extremo del canal y se extraen 8 quemados por el extremo opuesto. Canales adyacentes se recargan en sentidos contrarios para mantener la simetría de la distribución de quemados.

A los efectos de la gestión de combustible se considera el núcleo del reactor dividido en dos zonas. Una interna que abarca 52 canales centrales y otra externa compuesta por los 328 restantes. En estado de equilibrio se regula la introducción de combustible fresco de manera que el quemado medio de la zona interna sea algo mayor que en la externa. Esto produce un aplanamiento de la distribución de potencia que se suma al producido por las barras absorbentes. Al comienzo de la operación del reactor no hay diferencia de quemado entre las dos zonas. Para producir un aplanamiento similar se colocan en cada uno de los 52 canales de la zona interna dos manojos de combustible de UO_2 empobrecido (0,52 % de U^{235}). Esto permite alcanzar plena potencia a partir del núcleo fresco.

La razón de cambiar ocho manojos por canal se basa en las consideraciones siguientes:

- Desde el punto de vista de la máquina de recambio que es un dispositivo muy delicado, lo óptimo es cambiar la mayor cantidad de manojos cada vez.
- Con relación al quemado de salida de los manojos que se extraen parece intuitivamente conveniente extraer pocos manojos cada vez para aproximar la situación a un recambio continuo. Sin embargo los estudios indican que cambiando hasta ocho manojos no hay pérdida apreciable de quemado. Cambiando 10 se pierde un 5 % y cambiando 12 un 20 %.
- Con recambios de ocho manojos por canal se consigue un quemado bastante uniforme. Los cuatro elementos centrales, ubicados en una zona de alto flujo permanecen en el reactor un ciclo, mientras que los cuatro de los extremos, situados en una región de menor flujo, permanecen dos ciclos.

3 - Resumen de los Estudios Realizados

El principal estudio realizado consistió en una simulación de la operación desde 0 hasta 400 días a plena potencia y fue realizado por el autor en Canadá bajo supervisión de AECL. El objetivo principal era comprobar que la configuración inicial del núcleo, particularmente en lo que respecta a la ubicación y al número de manojos de uranio empobrecido era adecuada y al mismo tiempo confirmar que el esquema de recambio mantenía las potencias de canal y manojos por debajo de los límites fijados.

Los cálculos se efectuaron con el programa canadiense de gestión de combustible FMDP que resuelve la ecuación de difusión por diferencias finitas a dos grupos de energía en tres dimensiones. Se utilizó un modelo de representación del reactor muy detallado, de

núcleo completo, con una red de $37 \times 30 \times 16$, similar a la que se utilizará durante la operación.

Se obtuvieron valores de reactividad y distribuciones de flujo, potencia y quemado en los 4560 manojos del núcleo cada 10 días de operación, lo que configura un conjunto de datos valioso para otros estudios.

Los resultados de la simulación mostraron que las potencias de canal y de manajo se mantuvieron por debajo de los límites fijados durante todo el período analizado, lo que confirma tanto el esquema de recambio como la configuración inicial del núcleo.

Se obtuvo también que la introducción de combustible fresco debe comenzar a los 100 d.p.p. y que el quemado de salida de los manojos se aproxima al valor de equilibrio a partir de los 300 d.p.p.