

ANALISIS DEL NUCLEO DE LA FACILIDAD CRITICA RA-8 EN DISTINTAS CONFIGURACIONES

Abbate,M.J.(*) y Sbaffoni,M.M.
Gerencia de Tecnología y U.A.Combustibles Nucleares - CNEA
(*) CITEFA

RESUMEN

La facilidad crítica RA-8 ha sido diseñada y construida para ser utilizada para experimentos necesarios para el Proyecto "CAREM" pero, constituye una instalación muy versátil para distintos tipos de trabajos.

El presente informe, incluye estimaciones por cálculo de configuraciones críticas para distintos casos y comparaciones con valores experimentales obtenidos durante su arranque.

Los resultados para el Núcleo I, arreglo de barras con uranio enriquecido al 1,8 % en U235, tuvieron muy buen acuerdo.

El valor experimental corresponde a 1.300 barras y los calculados a 1.310 barras con WIMS y 1.148 con CONDOR.

Por otro lado, se verifica la cantidad de barras previstas al 3,4 % las cuales son suficientes hasta para un núcleo homogéneo de dicho enriquecimiento y, además, que la utilización de uranio enriquecido al 3,6 % no presentaría inconvenientes.

=====

ANALISYS OF RA-8 CRITICAL FACILITY CORE IN SOME CONFIGURATIONS

ABSTRACT

The RA-8 critical facility was designated and built to be used in the experimental plan of the "CAREM" Project but is, in itself, very versatile and adequate to perform many types of other experiments.

The present paper includes calculated estimates of some critical configurations and comparisons with experimental results obtained during its start up.

Results for Core N. 1 with homogeneous arrangement of rods containing 1.8 % enriched uranium, showed very good agreement.

In fact, an experimentally critical configuration was reached with 1.300 rods and calculated values were: 1.310 using the WIMS code and 1.148 from the CONDOR code.

Moreover, it was verified that the estimated number of 3.4% enriched uranium rods to be fabricated is enough to build a heterogeneous core or even a homogeneous core with this enrichment.

The replacement of 3.4 % enriched uranium by 3.6 % will not present problems related with the original plan.

=====

1.GENERALIDADES

La facilidad crítica RA-8 fue diseñada y construida en el marco del Proyecto CAREM y constituye una instalación muy versátil para distintos tipos de experimentos. Su núcleo estaría compuesto por barras de combustible, conteniendo UO₂, de distintos enriquecimientos ya que dicho reactor tendría un núcleo heterogéneo tendiente a espaciar el recambio de combustible, además, su grilla permite configurar distintos tipos de arreglos.

El objetivo de este trabajo fue el de verificar las previsiones en cuanto a cantidades de dichas barras que deben fabricarse, estimándolas por cálculo, y verificar éstos con algunos valores ya medidos.

2.CALCULOS

2.1.Configuraciones

Las configuraciones que se analizaron fueron:

Núcleo I: que corresponde al de puesta en operación. Es homogéneo al 1.8 % de enriquecimiento y, del cual, se cuenta con valores experimentales.

Núcleo II: es el anterior con una zona central compuesta por barras enriquecidas al 3.4 % o 3.6 %, cuya cantidad hay que verificar.

2.2.Cálculos con el programa CONDOR:

En primer lugar, se realizaron cálculos con este programa, del sistema RCP /1/, a fin de completar toda una escala de enriquecimientos y siendo comparables con resultados básicos de diseño. Se utilizó la biblioteca denominada 69-FEB91, desarrollada por INVAP, especialmente para su uso en el proyecto CAREM.

Se efectuaron a nivel de celda, modelándola en 4 zonas: combustible (UO₂ enriquecido); "gap" (vacío); vaina (zircaloy-4); moderador (H₂O) y una capa de refrigerante (H₂O) con los datos de diseño.

Se obtuvieron los valores de los factores de multiplicación infinito y efectivo (con los "buckling" recomendados), para los siguientes enriquecimientos: 1.8; 2.2; 2.4; 2.6; 3.0; y 3.4 %.

Para cada caso, se obtuvo el buckling crítico total y, posteriormente, se hizo una estimación a nivel de núcleo teniendo en cuenta el ahorro por reflector obtenido del valor del buckling axial dado, valor que estuvo de acuerdo con el estimable de expresiones conocidas.

Se calculó el radio crítico desde el buckling radial crítico, calculado como la diferencia entre el total y el axial dado, y se lo corrigió con el valor anterior.

Posteriormente: el área del núcleo y, con el área de la celda típica, la cantidad total de celdas o barras en el núcleo; ello permite hallar la masa crítica de U²³⁵ y, con ésta, la combinación de barras al 1.8 % y 3.4 % que contienen igual masa.

2.3.Cálculos con el programa WIMS:

Todo lo anterior fue repetido con el sistema MTR-PC, programa WIMS, utilizando la biblioteca WIMSD4.BIB.

Las diferencias entre las dos series, son: que el "gap" es tenido en cuenta conteniendo oxígeno; las densidades atómicas del UO₂ fueron calculadas para cada caso, en CONDOR se corrigen automáticamente variando el enriquecimiento pero, además, dicho programa acusaba algunas inconsistencias de datos; y, la vaina es obtenida de una única tabla. También, fue agregado el caso de enriquecimiento 3,6 %.

Los valores de “bucklings” para cálculo de k-efectivo fueron los mismos utilizados con el CONDOR.

La extrapolación al núcleo se efectuó en la forma descripta anteriormente.

3.RESULTADOS

La comparación de los resultados para la configuración crítica del Núcleo I, homogéneo con 1,8 % de enriquecimiento, entre valores calculados y experimentales /2/ resultó ser:

	<u>Medido</u>	<u>CONDOR</u>	Dif. relativa %	<u>WIMS</u>	Diferencia relativa %
<u>-k-efectivo:</u>	1,09068 +/- 0,040000	1,09865	+0,73	1,08295	-0,71
<u>-cantidad de barras:</u>	1.300	1.148	-11,7	1.310	+0,8
<u>-radio crítico equivalente [cm]:</u>	26,12	24,54	-6,1	26,22	+0,4
<u>-masa crítica U235 [gr]</u>	7.491,52	6.613,04	-11,8	7.546,81	+0,7

Los valores de k-efectivo calculados están dentro del margen de error de la medición, CONDOR sobreestima en unos 800 pcm y WIMS subestima en una cantidad similar, diferencias no muy claramente justificables y que disminuyen al aumentar el enriquecimiento. Los otros parámetros resultan con un buen ajuste.

En cuanto a los factores de multiplicación infinitos, los dos cálculos muestran una diferencia sistemática de unos 350 pcm lo cual se considera razonable. Son mayores los del CONDOR. Como se dijo, corresponden a núcleos heterogéneos calculados con un enriquecimiento equivalente.

Para el caso de valores efectivos, la diferencia aumenta a unos 1600 pcm lo cual no es muy claramente justificables considerando que serían comparables con las salvedades ya apuntadas. Los programas pueden considerarse similares, no así las bibliotecas.

Del análisis del Núcleo II, definido agregando una zona central de barras al 3,4 % [a] o al 3,6 % [b], seleccionando la configuración con enriquecimiento equivalente total al 2,6 %, resultó:

	<u>CONDOR</u>	<u>WIMS</u>	
	<u>Caso [a]</u>	<u>Caso [a]</u>	<u>Caso [b]</u>
<u>-cantidad de barras:</u>			
-total:	614	684	684
-al 1,8 %:	307	342	380
-al 3,4 %:	307	342	
-al 3,6 %:			304
<u>-radio crítico equivalente:</u>	17,96	18,94	18,94
-id.zona central:	11,61	13,39	12,62
<u>-masa crítica U235 [gr]:</u>	5.113,9	5.688,2	5.687,8

4.CONCLUSIONES

Se ha obtenido información sobre una serie de combinaciones de cantidades de barras para conformar distintos núcleos críticos de la facilidad RA-8.

Las configuraciones posibles del Núcleo II que sería para un enriquecimiento equivalente del 2,6 % total, permiten afirmar que la cantidad de barras al 3,4 % previstas fabricar [500], son suficientes hasta para un núcleo homogéneo de dicho enriquecimiento.

Si, por problemas de disponibilidad de material, se deban reemplazar por barras al 3,6 %, lo que significa un 10 % de diferencia en su cantidad y un achicamiento de la zona central, no implicaría problemas valiendo lo dicho anteriormente en cuanto a la posibilidad de un núcleo homogéneo.

Los resultados han sido avalados por su comparación con valores experimentales. Para el núcleo homogéneo (Núcleo I), los obtenidos con WIMS reproducen con muy buen acuerdo los valores medidos en la configuración crítica y aquellos con CONDOR subestiman en un 10 % la masa crítica.

Ello aparece reflejado en el valor de k-infinito, levemente sobreestimado, lo cual es atribuible a la biblioteca.

Una mayor discrepancia se encuentra en el k-efectivo para enriquecimientos bajos, lo que no se pudo justificar. No obstante, el valor experimental está comprendido entre ambos y, éstos, en el margen de error de aquél. Cabe destacar que es a pesar de la gruesa aproximación usada para extrapolar a nivel de núcleo.

El presente conjunto de resultados será importante para proseguir con el proyecto, en ejecución, de implementar un completo sistema de cálculo con capacidad para generar bibliotecas de datos nucleares, dependientes del problema, a partir de aquellos evaluados, basado en los sistemas NJOY, para el procesamiento de los datos, y SCALE, para parte de los cálculos. Esto permitirá, además, realizar mejores tratamientos resonantes y generar nuevas bibliotecas.

=====

Agradecimientos:

El presente trabajo se realizó con el apoyo del Proyecto “EGIPTO”.

Referencias:

- /1/ E.Villarino et al., “RCP - Reactor Calculation Package”, INVAP SE., (1994).
- /2/ H.Blaumann y G.Gennuso, “Reactor RA-8 - Aproximación a criticidad y determinación de reactividades de exceso y de corte para núcleo crítico y de arranque”, Informe Técnico CNEA-CAB 47/9/97, (15 Julio 1997).