

## CALCULO NEUTRONICO DEL NUCLEO DE ARRANQUE DEL RP-10

Javier Guarnizo y Juan Avila

*Instituto Peruano de Energía Nuclear, Apdo. 1687, Perú.*

*Recibido 7 de febrero de 1990.*

### RESUMEN

*Se presenta la descripción de la metodología desarrollada para el cálculo neutrónico del reactor de Investigación de Diez Megavatios de potencia del Centro Nuclear de Huarangal "RACSO", y las distribuciones del flujo neutrónico calculadas para tres rangos de energía del núcleo denominado "Núcleo de Arranque del RP-10". Las distribuciones de flujo obtenidas, se refieren a la columna "F" y a la fila "4" de la configuración arriba mencionada, para una potencia de 7 MW. El valor máximo del flujo neutrónico térmico se encuentra en la intersección de la columna "F" y la fila "4" (posición "F4") y es  $1,43 \times 10^{14} \text{ cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .*

### 1. INTRODUCCION

Un reactor nuclear es básicamente una fuente de neutrones, y es la población neutrónica la que caracteriza directa o indirectamente a un reactor en sus parámetros fundamentales, tal como la Potencia, Reactividad, consumo de combustible, fuente de irradiación y otros.

En base al conocimiento de la población neutrónica en función del tiempo o independiente de este, es posible fijar ciertas condiciones de operación del reactor; particularmente las de seguridad. En razón de ello en el presente trabajo se ha realizado el cálculo neutrónico del Núcleo de arranque del Reactor de diez Megavatios de Potencia (RP-10) del centro Nuclear de Huarangal "RACSO".

Aquí, se presenta la metodología y el modelaje establecido para el cálculo de las distribuciones de flujo neutrónico en tres rangos energéticos para el Núcleo de Arranque del Reactor RP-10, a una potencia constante de 7 MW.

### 2. METODOLOGIA DE CALCULO

El cálculo neutrónico del núcleo de un reactor nuclear se inicia definiendo las "celdas unitarias", las cuales son porciones del núcleo y son tratadas independientemente; dependiendo de la precisión que se requiera, estas celdas se pueden definir para materiales homogéneos, u homogeneizarlas considerando un determinado número de materiales de diferente tipo.

Para el cálculo del Núcleo de Arranque del RP-10 se ha considerado como celda unitaria cada elemento constituyente del núcleo, tal como el Elemento Combustible Normal (NN), el Elemento Combustible de Control (NC), el Elemento de Control Fino (FR), la Caja de Irradiación (IR), el Elemento de Grafito (NG), y la Caja de Agua (-). La configuración del núcleo se presenta en la Fig. 7.

La celda unitaria considerada para definir un Elemento Combustible Normal se muestra en la Fig. 1 y el modelo para su homogenización se presenta en la Fig. 2. De una manera similar se han tratado el resto de los elementos constituyentes del núcleo del Reactor.

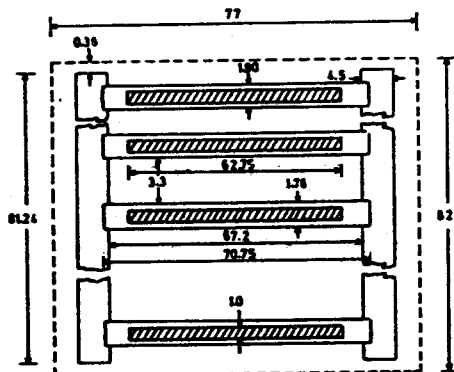


Fig. 1: Celda unitaria correspondiente a un elemento combustible normal del RP-10. (Dimensiones en mm.).

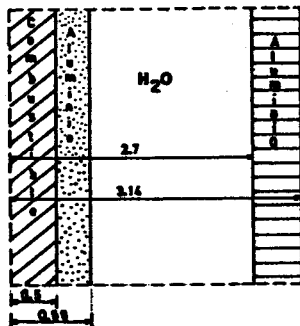


Fig. 2: Modelo de homogenización para el cálculo de las secciones eficaces macroscópicas en una celda unitaria. (Dimensiones en mm.).

El modelo de homogenización presentado en la Fig. 2. se ha empleado para calcular las secciones eficaces macroscópicas (XS) a tres grupos de energía, para cada una de las celdas unitarias del núcleo del Reactor, utilizando el código de la celda WIMSD4 [1,2]; constituyéndose de esta forma la biblioteca de secciones eficaces macroscópicas LIBXS3G.LIB, la que se utiliza para el cálculo neutrónico del Reactor RP-10, mediante la metodología que se esquematiza en las Figs. 3 y 4 [3,4,5].

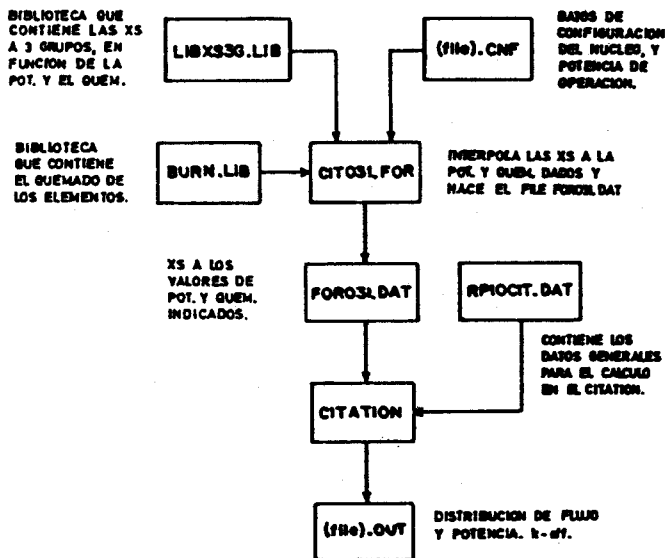


Fig. 3: Diagrama de la relación entre los Programas CIT031.FOR y CITATION.

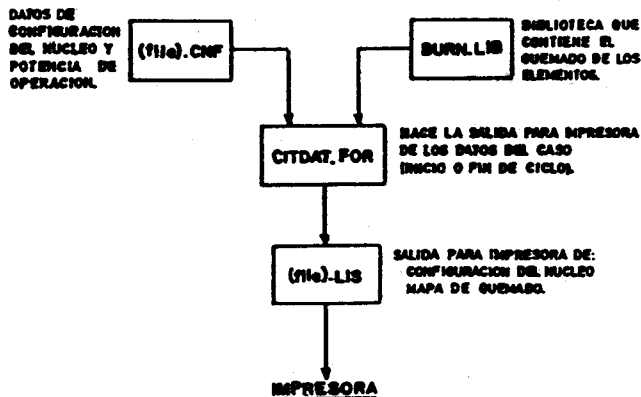


Fig. 4: Diagrama de los procesos relacionados con el Programa CITDAT.FOR.

Para el cálculo neutrónico del reactor se han desarrollado los códigos de cálculo CIT031.FOR, CITDAT.FOR y CITOUT.FOR, los cuales se han enlazado con el código de cálculo de Reactores CITATION [6], como se muestra en las Figs. 3, 4 y 5 y para el tratamiento geométrico en el cálculo de las distribuciones de flujo neutrónico en el núcleo del reactor, este se ha dividido en un arreglo de pequeños volúmenes diferenciales, como el que se muestra en la Fig. 6.

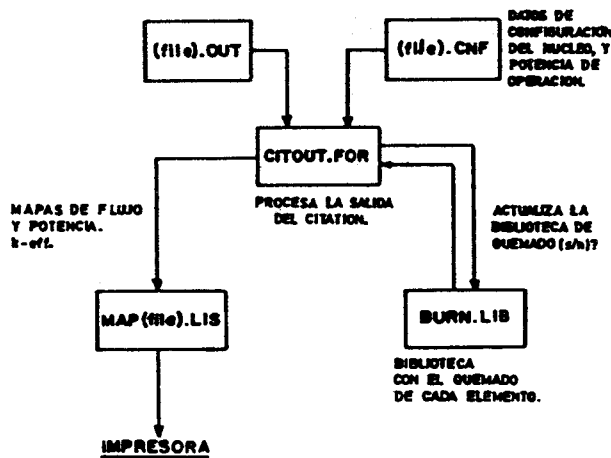


Fig. 5: Diagrama de los procesos relacionados con el Programa CITOUT.FOR.

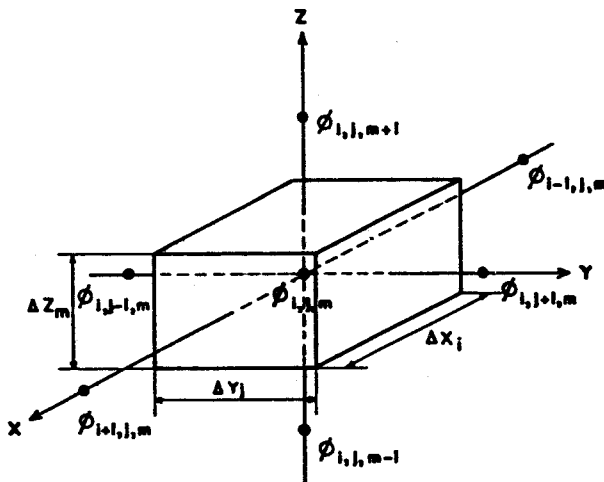


Fig. 6: Elemento de volumen de la red de diferencias finitas para el cálculo neutrónico del Reactor RP-10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	-	-	-	NG-004	IR-001	FR-001	IR-002	NG-012	-	-
2	-	-	-	NG-005	NI-006	NI-005	NI-007	NG-011	-	-
3	-	-	-	IR-003	NC-002	NI-008	NC-003	IR-004	-	-
4	-	-	NG-007	NI-013	NI-002	IR-005	NI-003	NI-015	NG-013	-
5	-	-	NG-006	NI-014	NC-004	NI-004	NC-005	NI-006	NG-022	-
6	-	-	-	IR-006	NI-008	NI-009	NI-009	IR-007	-	-
7	-	-	-	NG-010	NI-011	NC-001	NI-012	NG-023	-	-
8	-	-	-	NG-008	IR-008	NG-021	IR-008	NG-025	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig. 7: Configuración del Núcleo de Arranque del RP-10.

### 3. RESULTADOS

Mediante la metodología presentada en la sección 2 se han obtenido las distribuciones de flujo neutrónico para el Núcleo de Arranque del RP-10 (Fig. 7), a la potencia de 7 MW.

Las distribuciones de flujo neutrónico se presentan en las Figs. 8 y 9 para 3 rangos energéticos denominados: Térmico, para las energías comprendidas entre 0,0 y 0,625 eV; Epitérmico, para energías entre 0,625 eV y 15 KeV; y Rápido para energías entre 15 KeV y 10 MeV. Estas distribuciones de flujo neutrónico son las correspondientes a la fila "4" y la columna "F" de la Fig. 7.

### 5. CONCLUSIONES

La metodología establecida en este trabajo para al cálculo neutrónico del RP-10, se puede utilizar para realizar cálculos de otros reactores con combustibles tipo MTR. Aquí se han obtenido las distribuciones de flujo neutrónico en dos dimensiones (2-D) a intervalos de 2 cm. Para la fila "4" y la columna "F", consideradas las zonas más representativas del núcleo de arranque del RP-10.

El paquete de códigos de cálculo implementado, también se viene utilizando en los cálculos de la gestión de combustible del RP-10, y además, se puede utilizar para otros cálculos del reactor, tales como, Reactividades, Potencia, Excesos de Reactividad, etc.

Se tiene previsto emplear la misma metodología aquí establecida para los cálculos neutrónicos que sean requeridos durante la puesta en servicio y funcionamiento del Reactor Experimental de Potencia Cero (RP-0), el cual tiene un núcleo similar al del RP-10.

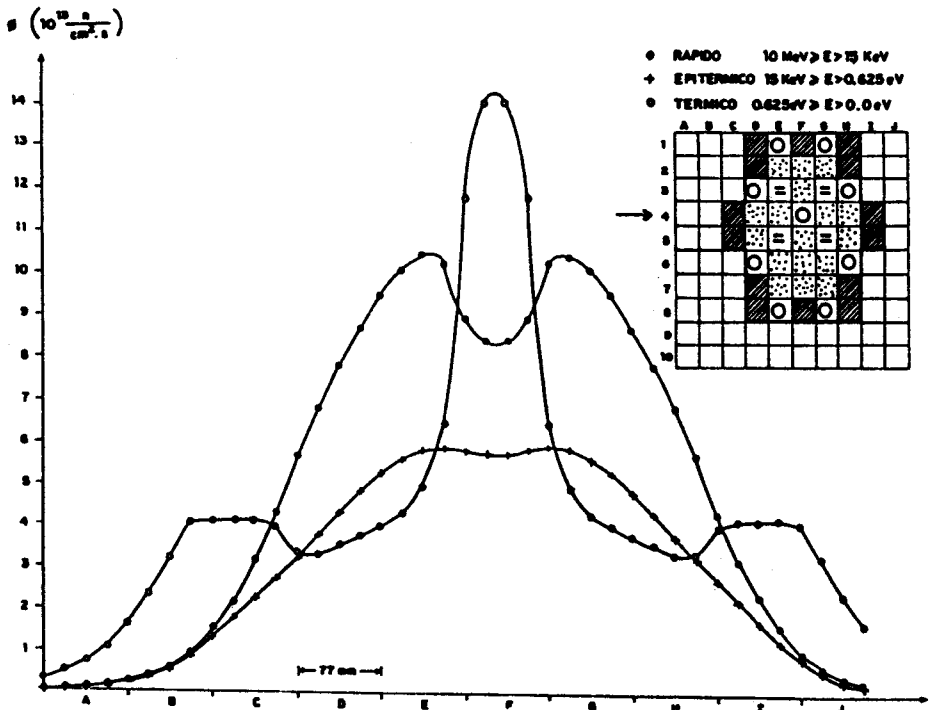


Fig. 8: Distribución de los flujos térmico, epitérmico y rápido en la "FILA 4" del núcleo de arranque del RP-10, para la potencia de 7MW.

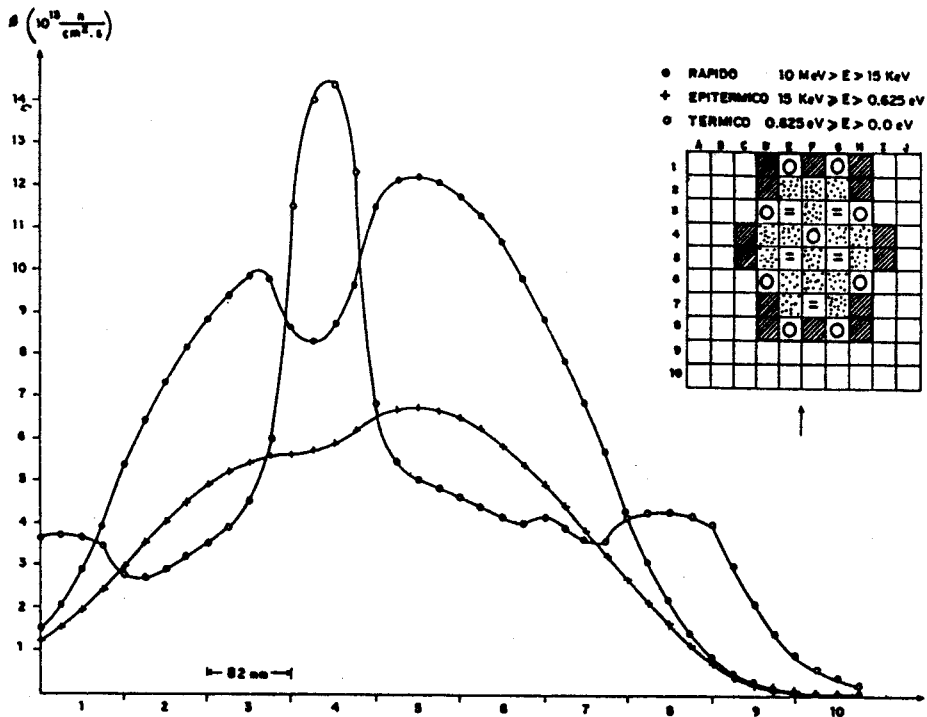


Fig. 9: Distribución de flujos neutrónicos térmico, epitérmico y rápido en la "COLUMNA F" del núcleo de arranque del RP-10, para la potencia de 7MW.

## REFERENCIAS

- [1] ASKEW J.R., FAYRES F.J. and KEMSHELL P.B., "A General description of lattice code WIMS", *journal of the British Nuclear Society*, 5 (1966) 564-585.
- [2] AHNERT IGLESIAS C., Program "WIMS- traca" para el cálculo de elementos combustibles. *Manual de Usuario y datos de entrada. MJEN/TCR/A 79-80, Madrid 1979.*
- [3] GUARNIZO J., CALCULOS PRELIMINARES PARA LA GESTION DE COMBUSTIBLE DEL RP-10. *Informe Técnico GRE-RP-10 N° 013-89/SGCA, Instituto Peruano de Energía Nuclear, octubre 1989.*
- [4] AVILA J., CARPIO R., NIETO M., CALCULO NEUTRONICO Y TERMOHIDRAULICO DEL RP-10. *Contrato de Investigación N° 4702/Rb-OIEA. Lima, Junio 1988.*
- [5] GUARNIZO J., RP10GC: PAQUETE DE CODIGOS DE CALCULO PARA LA GESTION DE COMBUSTIBLE DEL RP-10. *Informe técnico GRE-RP-10 N° 015-90/SGCA, Instituto Peruano de Energía Nuclear, enero 1990.*
- [6] FOWLER T.B., VORDY D.R. and GUNNIGHAM, *Nuclear Reactor Core Analisis Code: CITATION, Oak Ridge National Laboartory, Tennessee, 1972.*

Cálculo neutrónico del núcleo de arranque del RP-10 por Javier Guarnizo, Juan Avila se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.