

CRITERIOS DE DISEÑO DEL NUCLEO DEL REACTOR CAREM 25
ASPECTOS NEUTRÓNICOS

POR

CARLOS A. LECOT

INVAP S.E.
División de Ingeniería Nuclear
San Carlos de Bariloche - República Argentina

Trabajo a ser presentado a la XVIII. Reunión
Anual de la Asociación Argentina de Tecnología
Nuclear, 22-26 octubre de 1990 en Buenos Aires,
Argentina.

E N G L I S H A B S T R A C T

The criteria that guided the design, from the
omic point of view, of the CAREM reactor's core were presented. The minimum
of objectives and general criteria which permitted the design of the parti
systems constituting the CAREM 25 reactor's core is detailed and stated. (

CRITERIOS DE DISEÑO DEL NÚCLEO DEL REACTOR CAREM 25. ASPECTOS NEUTRÓNICOS.

AUTOR: Carlos A. Lecot
INVAP S.E. - División de Ingeniería Nuclear

1.0 - Resumen:

Se presentan los criterios que guiaron el diseño desde el punto de vista neutrónico del núcleo del reactor CAREM /1,2/.

Se detalla y enuncia el conjunto mínimo de objetivos y criterios generales que permitieron el diseño de los sistemas particulares que componen el núcleo del reactor CAREM 25.

2.0 - Criterios generales

Para el diseño del núcleo del reactor CAREM, desde el punto de vista neutrónico, se adoptaron los siguientes criterios:

- a) asegurar un coeficiente de realimentación por temperatura muy negativo mediante una relación combustible-moderador adecuada;
- b) durante todo el ciclo de operación (definido como el tiempo transcurrido entre dos recambios consecutivos) debe tener una reactividad en exceso tal que permita cualquier transitorio operacional;
- c) se utilizaran elementos absorbentes (EA), o barras de control, para asegurar la operabilidad y controlabilidad del núcleo durante todo el ciclo de operación;
- d) el ciclo de operación de equilibrio tendrá una longitud de por lo menos 300 días a plena potencia, con una gestión de combustible tal que maximice la utilización del material fisible.

3.0 - Criterios particulares.

En virtud a estos criterios de diseño generales, se adoptaron los siguientes criterios particulares:

- a) el coeficiente de temperatura deseado debe asegurarse:
 - utilizando un elemento combustible compacto, manteniendo una gran submoderación;
 - evitando el uso de venenos solubles en el refrigerante (boro) durante la operación normal del reactor;

- utilizando, en cambio, venenos quemables (óxido de gadolinio) para disminuir tanto como sea posible la reactividad en exceso del núcleo (asegurando además un factor de forma de la potencia bajo).
- b) para poder soportar los transitorios operacionales previstos para el reactor, se mantendrá una reactividad en exceso mínima de 2000 pcm. durante todo el ciclo de operación;
- c) para compensar el quemado del material fisible y la reactividad en exceso del núcleo y para cumplir con la norma CALIN 3.4.2, se utilizan elementos absorbentes (de la aleación Ag-In-Cd). A tal fin, se detallan los criterios particulares adoptados en el diseño de los Sistemas de Ajuste y Control (SAC) y de Extinción Rápida (SER):
- el SAC debe ser capaz de controlar la máxima reactividad del núcleo y los transitorios que pudieran ocurrir durante la operación normal; es decir:

$$\rho(\text{SAC})(t) > \rho(t) + \text{MCT}$$

- el SER tendrá sus EA exclusiva y específicamente destinados a la extinción rápida del núcleo caliente, aun en la situación más desfavorable de operación, tomándose como falla única el trabado del EA más pesado; es decir:

$$\rho(\text{SERFU})(t) > \rho(\text{ADMR}) + \text{ME}$$

- el reactor podrá llevarse a condición fría aun en la situación más reactiva con todos los elementos absorbentes; es decir:

$$\rho(\text{SAC}+\text{SER})(t) > \rho(t) + \rho(\text{Cal-Fr}) + \rho(\text{Xe}) + \text{MA}$$

Nomenclatura utilizada:

- $\rho(t)$: Reactividad en exceso en cualquier momento de la operación
- SERFU: Sistema de Extinción Rápida con Falla Única.
- MCT: Margen de Control de Transitorios.
- ADMR: Accidente base de diseño De Mayor Reactividad.
- ME: Margen de Extinción
- MA: Margen de Apagado
- $\rho(\text{Cal-Fr})$: Reactividad introducida por el salto Caliente - Frío.
- $\rho(\text{Xe})$: Reactividad introducida por la desaparición del Xenón.

- d) se eligió una gestión de combustible por mitades. Los elementos combustibles frescos ingresan en las coronas centrales del núcleo mientras que los que ocupan estas posiciones se mueven a las coronas exteriores. Los elementos combustibles periféricos, finalmente, se retiran del núcleo.

4.0 - Descripción del núcleo del reactor CAREM 25.

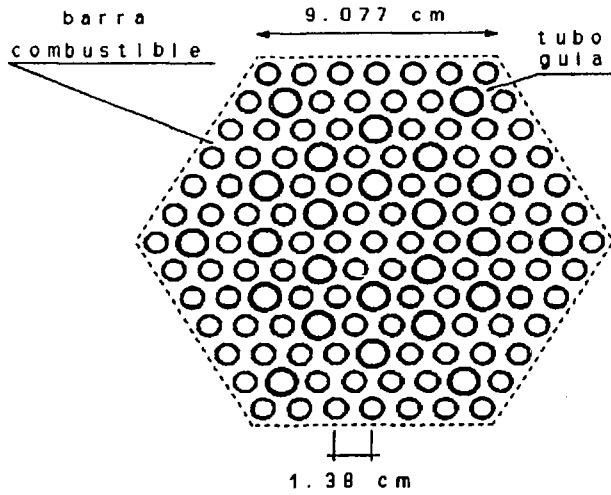
En las figuras 1 a 4 se puede observar el detalle del elemento combustible y la descripción del núcleo obtenida en base a los criterios y objetivos de diseño enunciados anteriormente. Obviamente, en este diseño se tuvo en cuenta, además, los criterios de otras áreas de interés (combustible, termohidráulica, mecánica, etc.).

En la fig.1 se observa un corte del elemento combustible con algunas de las dimensiones más importantes. Las fig. 2 a 4 son cortes del núcleo donde se observan los distintos enriquecimientos de los elementos combustibles (fig.2), las concentraciones de Gd₂O₃ y el número de barras combustibles que portan los venenos quemables (fig.3) y la disposición los EA que componen los sistemas de ajuste y control y de extinción rápido (fig.4).

5.0 - Referencias.

- /1/ Informe CDISO1: "Determinación de los requerimientos máximos posibles para los sistemas de control y extinción. Enunciación preliminar de algunos criterios." - INVAP SE., abril de 1985.
- /2/ Informe 0445 0700 2IASS 103 10: "CAREM 25: Determinación de los enriquecimientos, disposición y composición de los venenos quemables y distribución de los sistemas de ajuste y control y de extinción rápido." - INVAP SE., enero de 1990.

6.0 - Figuras.



Radio ext. pastilla:	0.3790 cm
Radio ext. vaina:	0.4475 cm
Radio int. tubo guía:	0.5000 cm
Radio ext. tubo guía:	0.6000 cm

Figura 1: Elemento Combustible tipo CAREM.

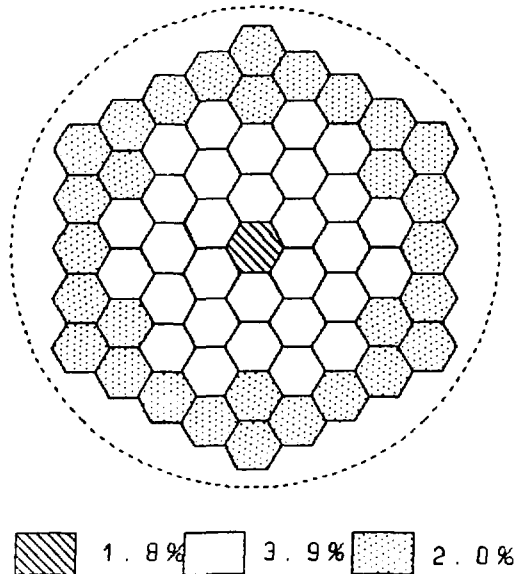
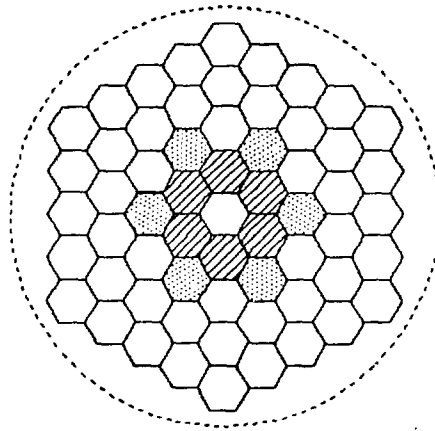


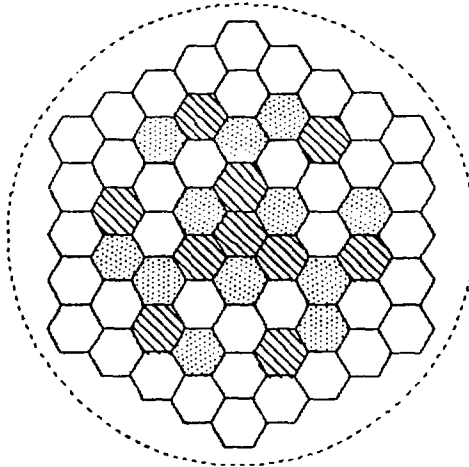
Figura 2: Distribución de enriquecimientos.



▨ 18 barras combustibles con 5.4% de Gd_2O_3 .

▤ 12 barras combustibles con 5.4% de Gd_2O_3 .

Figura 3: Distribución de los venenos quemables.



▨ Sistema de Ajuste y Control (SAC).

▤ Sistema de Extinción Rápido (SER).

Figura 4: Distribución de los SAC y SER.