

BENEFICIOS ECONOMICOS EN EL USO DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES
LEVEMENTE ENRIQUECIDOS EN LA CENTRAL NUCLEAR ATUCHA-I

JORGE SIDELNIK ..MIGUEL SOSA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA - CENTRAL NUCLEAR ATUCHA-I

1- Introducción.

El combustible utilizado en la CNA-I constituye una fracción importante del costo operativo. Por lo tanto, cualquier acción que se lleve a cabo a fin de reducir los costos de materias primas y/o fabricación del elemento combustible(EC) o de elevar el quemado de extracción del mismo será significativa desde el punto de vista económico.

El elemento combustible que se utiliza actualmente en el núcleo de la CNA-I contiene uranio natural(ECUN) y su quemado medio de extracción es para condiciones nominales de 6000 Mwd/TnU lo cual implica que, para un factor de carga del 80%, la erogación anual en concepto de combustible sea de alrededor de $24 \cdot 10^6$ u\$s .

Se está estudiando la utilización de elementos combustibles de uranio levemente enriquecido con un contenido de 0.85% en peso de U^{235} (ECULE) habiéndose demostrado en análisis preliminares que el quemado medio de extracción en el estado de equilibrio se encontrará alrededor de 11600 Mwd/TnU. (1)

Por otra parte y como paso previo al núcleo homogéneo se ha establecido un plan de irradiación de ECULE(2) según el cual se introducirán al reactor en una primer etapa 18 ECULE cuyo quemado medio extracción previsto es de 8300 Mwd/tnU y 24 ECULE entre 1988 y principios de 1990 cuyo quemado de extracción se estima en 9000 Mwd/TnU.

A partir de 1990 se comenzará la transición al núcleo homogéneo.

Dadas las circunstancias enunciadas y notando que los parámetros de mayor incidencia en la evaluación técnico-económica que nos ocupa han variado sensiblemente durante los últimos años, se realiza en el presente informe un análisis de aspectos cuya actualización se considera importante.

En este trabajo se estudia:

- a- El beneficio económico de utilizar ECULE frente a ECUN.
- b- Distintas alternativas en lo concerniente a las pérdidas de uranio en las distintas etapas de tratamiento del mineral hasta la fabricación de los EC , a fin de cuantificar la influencia que sus variaciones pudieren ejercer en los costos de ECUN y ECULE.
- c- La sensibilidad del costo total del EC (tanto de UN como de ULE) ante incrementos en los costos de cada uno de los distintos procesos de tratamiento del mineral así como de la fabricación del EC.

d- Incidencia de la concentración de la cola del enriquecimiento en el costo del ECULE.

2- Consumo de uranio y costo de generación en concepto de combustible. Comparación entre elementos combustibles de uranio natural y elementos combustibles de uranio levemente enriquecido.

Se analizò el costo anual de generación en concepto de combustible ante la utilización de ECULE, para la situación de equilibrio y la hipótesis de un quemado medio de extracción de 11600 Mwd/TnU.

Las estimaciones fueron realizadas para una concentración de cola de enriquecimiento de 0.27%, parámetro de diseño de la planta de Pilcaniyeu (3).

El estudio de sensibilidad demuestra que apartamientos pequeños de este valor no implican variaciones significativas en el ahorro de los recursos y en el costo del EC.

Dado que el uso de uranio enriquecido lleva implícito mayor cantidad de etapas, desde el procesamiento del mineral hasta la obtención del polvo de UO₂ calidad nuclear, respecto de utilizar uranio natural, es que se analizan diferentes hipótesis en cuanto a las pérdidas, obteniéndose que el beneficio anual resultante de emplear ECULE en lugar de ECUN es prácticamente el mismo en todos los casos y oscila en los $7.5 \cdot 10^6$ u\$s para un factor de carga anual del 80%. Se destaca también el ahorro de unas 19 Tn anuales de uranio natural, que significan un aumento de aproximadamente 45% en la producción de energía eléctrica por cada Kg. de UN.

Si el núcleo llega al equilibrio en el año 1994 se puede extrapolar que al cumplirse los 30 años de vida útil de la central se tendrá un ahorro acumulado de alrededor de 220 Tn. de uranio natural y de casi $90 \cdot 10^6$ u\$s en cuanto al costo de generación en concepto de combustible, de los cuales aproximadamente 33 TnUN y $13 \cdot 10^6$ u\$s corresponderán a la fase de prueba (1988-1990) y la etapa de transición (1990-1993).

Es importante destacar que el quemado medio de extracción de los ECULE para el cual el costo de generación en concepto de combustible es igual al correspondiente a los ECUN, resulta aproximadamente igual a 7900 Mwd/TnU, lo que implica que todas las etapas hasta el equilibrio redundarán en un beneficio en cuanto a la utilización de aquellos elementos, inclusive los primeros 6 (seis) ECULE que saldrán del núcleo con un quemado de 8300 Mwd/TnU.

En este apartado no se ha tenido en cuenta:

- El beneficio resultante debido a una menor necesidad de almacenamiento de los EC usados y a un menor costo de la reserva de EC nuevos cuyo número asciende a 184 ECUN ò 95 ECULE (6 meses de operación con un factor de carga del 80%).
- El efecto financiero de las distintas anticipaciones con que se debe disponer de los recursos según se trate de ECUN ò ECULE.

El menor uso del sistema de transporte y recambio de EC con implicancias en cuanto a su mantenimiento y disponibilidad.

Diferencias en el costo de fabricación del combustible debido a eventuales cambios de diseño y/o variaciones en el costo fijo ante un mejor aprovechamiento de la fabrica de elementos combustibles.

3 Análisis del costo del ECULE. Su dependencia con la concentración de cola del enriquecimiento.

Teniendo en cuenta los costos de cada proceso : conversiones, enriquecimiento y fabricación, se estudió el impacto que distintas concentraciones de cola del enriquecimiento producirían en el costo total del combustible considerando la situación más desfavorable de no recuperación de dicha cola.

Para concentraciones de cola entre 0.25% a 0.35% , la variación del costo se encuentra alrededor del 10% mientras que el ahorro en el recurso varía un 30%.

Se realizó un análisis de sensibilidad variando para cada concentración de cola el costo de cada etapa de tratamiento del uranio y fabricación en 10% y 120%.

Para el ECULE las variaciones en el costo total ante cambios en los costos de los procesos parciales son practicamente las mismas para las distintas concentraciones de cola.

Una observación importante es el hecho de que, por ejemplo, un aumento del 20% del costo de la unidad de trabajo de separación isotópica provoca un alza del costo total de solamente el 1%.

Por otra parte , un aumento en los costos de los procesos de conversión tiene mayor incidencia en el costo del ECULE que del ECUN en tanto que mayores costos en la fabricación inciden inversamente.

4 Impacto en la reserva y almacenamiento de EC irradiados

Para una generación eléctrica determinada , el número de ECULE necesarios es aproximadamente igual a la mitad de los ECUN equivalentes, esto implica una disminución en el número de EC de reserva.

Para disponer de una reserva que permita operar durante seis meses con un factor de carga del 80% la cantidad de ECUN asciende a 184 con un contenido de 29.6 TnUN mientras que en el caso de ECULE es suficiente contar con 95 de éstos, que equivalen a unos 20.4 TnUN.

El valor de la reserva constituida por ECULE se estima en 3.5×10^6 u\$s menor que la correspondiente a ECUN .

De continuar utilizando ECUN, hacia los 30 años de operación de la central se llegaría a ocupar practicamente todas las posiciones de la piletta de decaimiento de EC, constituyendo este hecho una limitación importante en cuanto a la extensión de la vida útil de la planta (sin considerar la posibilidad de reprocesamiento).

En cambio, utilizando ECULE y considerando que se llegaría al nuevo estado de equilibrio del núcleo a fines de 1993, sobrarian al finalizar los 30 años de explotación unas 2200 posiciones en la piletas de decaimiento de EC lo que permitiría prolongar la operación durante más de 10 años adicionales.

5- Requerimientos conjunturales de uranio para la implementación del programa de homogeneización del núcleo con ECULE.

Los requerimientos anuales de uranio natural serán mayores durante los próximos años debido a la anticipación con que se debe disponer del mismo a fin de su enriquecimiento.

No obstante, las necesidades no exceden en forma considerable a las históricas, siendo sólo 20%, 10%, 27% y 15% mayores que dichos valores para 1988 a 1991 respectivamente.

Estos porcentajes se refieren al consumo de la CNA-I, pero respecto al total CNEA son, desde luego, sensiblemente menores (8%, 4%, 11% y 6%).

Hacia 1992 las necesidades de uranio comenzarían a estar por debajo de los valores correspondientes a la utilización de ECUN.

6- Conclusiones

Para los costos actuales correspondientes a: concentrado, conversiones, enriquecimiento y fabricación de elementos combustibles tipo ATUCHA I, la utilización de ECULE (0.85% en peso de U^{235}) significaría un ahorro respecto del uso de elementos combustibles de uranio natural de unos $7.5 \cdot 10^6$ dólares anuales a partir de 1994, fecha en que el núcleo se encontraría en su nuevo estado de equilibrio.

Como el quemado medio de extracción de los ECULE que iguala los costos de generación en concepto de combustible de las dos alternativas citadas se encuentra alrededor de los 7900 Mwd/TnU, y dado que los quemados estimados para las etapas previas son superiores a este valor, se demuestra que se obtendría beneficio económico aún durante el periodo de transición hacia el nuevo equilibrio.

Los estudios de sensibilidad demuestran que: apartamientos pequeños en la concentración de la cola del enriquecimiento tomando como referencia el valor de diseño de la planta PILCANIYEU (0.27%), así como variaciones importantes en los costos y/o pérdidas de uranio de las distintas etapas de fabricación del EC no afectan significativamente las conclusiones anteriores.

Las necesidades de uranio son un 31% menores, lo cual significa el ahorro de unas 200 Tn de uranio desde el arribo al nuevo equilibrio hasta la finalización de la vida útil de la central.

Se producen beneficios adicionales como el de disminución del costo de la reserva de EC (95 ECULE en lugar de 184 ECUN) y el de asegurar que la capacidad de almacenamiento existente en las piletas de decaimiento sea suficiente para la operación de la central durante el resto de su vida útil e incluso mucho tiempo más.

7- Referencias

- 1- Sidelnik , Perez , Salom ; Estudio de la estrategia de equilibrio con elementos combustibles enriquecidos.
Trabajo presentado en la XV reunion cientifica de la AATN. 1987
- 2- Casario , Cesario , Perez , Sidelnik ; Programa de irradiación de elementos combustibles levemente enriquecidos en la CNA-I, IT 34/87 Gcia de CNA-I. 1987
- 3- Informe de reunión del 8/4/87 entre la DSN,DCN y DID.