TAN: AR9200119

EVALUACION FINANCIERA DEL PROYECTO DE SPIKING DE Pu EN LAS CENTRALES NUCLEARES ARGENTINAS

POR

J.E. BERGALLO Y G.N. BARCELO

Gcia. de Area de Ciclo de Combustible Planificación y Gestión Tecnológica Comisión Nacional de Energía Atómica 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.

ENGLISH ABSTRACT

The present work pretends to evaluate the benefits that may be obtained from changing the natural uranium cycle that is presently used instead of that of Pu spiking which consists in changing a few elements with mixed oxides fuel with the plutonium reprocessed from all the fuel elements on the periphery of the reactor, maintaining the actual reactor's operating conditions. (Author)

·
SPANISH ABSTRACT
El presente trabajo pretende evaluar los beneficio s que se pueden obtener al cambiar el ciclo de uranio natural que se usa actualm ente por el spiking de Pu, que consiste en cargar unos pocos elementos con combo stible de oxidos mixtos con el plutonio reprocesado de todos los elementos combo stibles, en la periferia del reactor, mantenzando las actuales condiciones de op eración de los reactores. (Autor)

Evalución financiera del proyecto de spiking de Pu en las centrales nucleares Argentinas

Juan E. Bergallo-Gabriel N. Barceló

Gerencia de Area de Ciclo de Combustible Planificación y gestión tegnológica · Conisión Nacional de Energía Atómica-Centro Atómico Bariloche

Introdución: una de las alternativas para disminuir el costo del ciclo de combustible en las centrales nucleares es la de utilizar el plutonio que se obtiene del reprocesamiento de los combustibles irradiados.

Este Pu puede ser utilizado distribuido homogeneamente en todos los elementos combustibles (EC) o sólo colocado en algunos, que se ubican en la perisferia del núcleo; conociendose esta técnica como "spiking de Pu".

Es comunmente aceptado que la alternativa ecónomica, para el uso del Pu es esta última ya que son sólo unos pocos elementos que se encarecen en su fabricación por contener Pu.

Objetivo: dado que se esta cerca de la terminación de las obras de la planta de reprocesamiento, y que se debe tomar una decisión con respecto al Pu resultante de dicho proceso, se ha decidido desarrolar esta evaluación financiera, respecto del posible uso del Pu en los reactores de potencia del país, en la cual se ha considerado todo el ciclo de combustible, e inclusive el costo de los impactos radiológicos que el mismo trae aparejado.

Metodología de trabajo: se han considerado dos ciclos de combustibles típicos, siendo el primero de ellos el que se usa actualmente con uranio natural y el futuro en donde se use el "spiking de Pu".

Se han calculado los valores presentes netos de los costos de cada uno de los ciclos considerados, desde el momento en que el U es extraído de las minas hasta que se procede al pago por la deposición final de dichos elementos. No se han tenido en cuenta los beneficios que se generan por la venta de energía y los gastos por operación de la central ya que los mismos son idénticos para cada uno de los ciclos presentados, y si existiera alguna diferencia serán menores en el ciclo de "spiking de Pu" aunque su cuantificación resulta sumamente difícil en esta etapa de análisis. En esta valuación se han considerado también los costos por la radiación liberada al ambiente que genera la operación de las centrales en cada uno de los ciclos planteados.

El ahorro que generará este cambio se encuentra dado por el valor presente neto del proyecto diferencia que resulta de la diferencia de los valores presentes netos antes calculados.

Planteo matemático del problema: en primer lugar calcularemos el costo del ciclo con el uso de uranio natural mediante el uso de las siguientes ecuaciones:

1.-Precio del EC:

PRC1 =PF1 *C1+I VA/100) +M*(PC*(1+R/1200) TF +PYC*(1+R/1200) CTF+TC)
/C1-LC/100)]/(1-LF/100))

- 3.-Costo de almacenamiento de los combustibles irradiados:

ALMP1 = CALM1 *M*(1+R/1200) -60

4.-Costos de transporte:

PTRA1 =CTRA*M*(1+R/1200) -60

PTRA2=CTRA×M*(1+R/1200) -360

5. -Costo de repositorio:

DEP=CDEP*M*(1+R/1200) -360

6. -Costo de los detrimentos:

CDET1 =DET1 *POT*FAC*EFI *BETA/(12*1000)

7.-Costos totales en función del tiempo de operación de la central:

COST1 = CPOT*FAC*365*CPRC1+CFIN+ALMP1+PTRA1+PTRA2+DEP)/(01*M*12)

Por otro lado calcularemos el costo del ciclo con elmentos de óxidos mixtos y de uranio natural, para la estrategia de spiking de Pu.

1. -Precio del EC:

PRC2=PF2*(1+IVA/100)+(MU*(PC+PYC/(1-LC/100)*(1+R/1200)*C)*

*C1+R/1200) TF/C1-LF/100)

- 2. -Costo financiero por el almacenamiento en la central: CFIN2=K*PRC2*R/1200
- 3. -Costo del transporte de los EC irradiados:

CTRA3=CTRA*(1+R/1200) -60*M

4. -Costo de reprocesamiento:

PREP=CREP*(1+R/1200) -50*M

5. -Costo del detrimento:

CDET2*DET2*FAC*POT*EFI*BETA/(12*1000)

6.-Costo total en función del tiempo de operación de la central:

COST2=(CCCPOT3*FAC*365)/CQ3*12*M))*CPRC2+CFIN2+ALMP2+CTRA3
+PREP)+CCPOT2*FAC*365)/CQ2*12*M))*CPRC1+CFIN1+ALMP2

+PTRA2+PREP))+CDET2]*((1+R/1200)^{T+1}-1)/((1+R/1200)^T*R/1200)

Debe hacerse notar en este caso que se ha considerado que el plutonio tiene un costo nulo, por lo cual no se lo considera dentro de los creditos en el reprocesamiento ni tampoco en los costos para el elemento combustible. En este caso no se han tomado creditos en la parte del reprocesamiento por el uranio extraido ya que el mismo resulta ser uranio empobrecido por lo cual su valor es muy bajo.

Por último se calcula el beneficio generado como la diferencia entre cada uno de los costos hailados anteriormente:

Beneficio=COSTI-COST2

Siendo en expreciones antes utilizadas **el** significado de las variables el siguiente: BETA : costo rem-hombre considerado. CALM1 : costo de almacenamiento en de estrategia actual.CDEP : costo de deposición de los elementos combustibles. CREP: costo del reprocesamiento. CTRA: costo transporte del material irradiado. DET1 : dosis de radiación liberada en la estrategia actual. DET2 : dosis de radiación liberada en la estrategia futura. FAC : factor de carga de la central. IVA :inpuesto al valor agregado. K :tiempo de stock en la central. LC :pérdidas durante la conversión a UO2. LF :pérdidas durante la fabricación. M : masa de uranio de los elementos combustibles actuales. MU : masa de U que contienen los elementos MOX.PC : precio de la conversión a UOz.PF1 :precio de fabricación del EC con U natural. PF2 : precio de fabricación del EC con MOX. POT : potencia térmica de la central.POT2 : potencia entregada por los EC de U natural en la estrategia con MOX.POT3 : potencia entregada por la zona de EC MOX. PYC : precio del yellow cake. Q1 : quemado de los EC en la estrategia actual. Q2 : quemado medio de los EC con U natural en la estrategia con MOX.Q3 : quemado medio de los EC con MOX.R :tasa real de descuento anual.T :tiempo de duración de la estrategia con ciclo homogéneo. TC : tiempo en la conversión. TF :tiempo de fabricación.

Resultados obtenidos: los valores que se han utilizado para la realización de estos cálculos son los que se pueden encontrar en las refencias 1 a 9.

Los resultados obtenidos fueron:

- 1.-Considerando el impacto radiológico:
- Atucha I 3,523,000 U\$S/año Atucha II : 4,449,000 U\$S/año
 - 2. -Sin considerar el impacto radiológico:

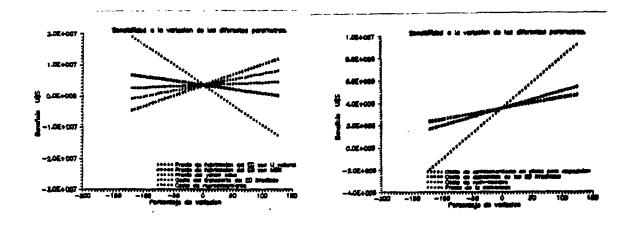
Atucha I : 2,500,000 U\$S/año Atucha II : 2.200,000 U\$S/año

Se presentan los valores de corte de los parámetros más significativos, siendo estos aquellos que hacen que el beneficio del proyecto sea nulo, cuando el parámetro en cuestión alcanza el valor que se indica y los demás mantienen los valores antes indicados. Estos valores se han hallado para el caso en que se consideró el impacto radiológico.

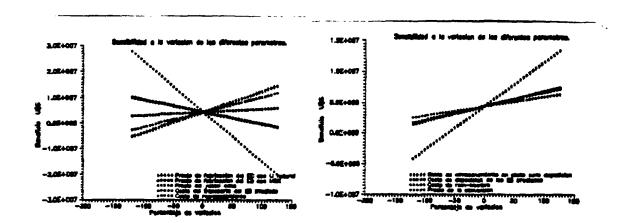
Variable	Atucha I	Atucha II
PFA PFB PC1 PC1 QC2 QCALM CCTRAP CCRETA	16404.1 U\$S 268659.0 U\$\$S kg -07.8 U\$\$S/kg 7.7 MWQ/kg 16.5 U\$\$S/kg 15.5 U\$\$S/kg -130.5 U\$\$S/kg -145.5 U\$\$S/kg -230.7 U\$\$	13d24.3 U\$5 23p251.8 U\$5 -66.0 U\$5.kg -66.0 U\$7.kg 10.6 MWd/kg 10.6 MWd/kg 10.6 MWd/kg 10.6 W\$5.kg -28.0 U\$5.kg -28.0 U\$5.kg

Tabla I

Por último se presentan la sencibilidad del proyeto a diferentes parámetros mediante los siguientes gráficos



Atucha I



Atucha II

Concluciones: la presente evaluación muestra que resulta económicamente faborable el cambio de la estrategia actual por la del "spiking de Pu", aunque este resultado puede verse modificado cuando se cuenten con los costos de las etapas del fin de ciclo de nuestro país que en general suelen ser más altas que las internacionales que se han tomado en cuenta en la presente evaluación.

Sin embargo existen otros factores que deberán ser tenidos en cuenta cuando llege el momento de la toma de desiciones y que son:

- 1.-La disminución de los consumos de uranio natural que tiene lugar, con lo cual se llega a duplicar la cantidad de energía que puede ser extraida de las actuales reservas de uranio. Lo que sin duda tiene un valor muy importante puesto que permitiría o bien aumentar las exportaciones de uranio o iniciar ese camino, o asegurase una mayor independencia de los futuras fluctuaciones que pueda tener el precio del uranio.
- 2.-La mayor cantidad de dinero que se podría invertir en la construcción de un repositorio o una planta de reprocesamiento más seguros porque el ahorro que se obtiene por la disminución de la liberación de radiación debería ser gastada en aumentar la seguridad del proceso de acuerdo con los preceptos comunmente aceptados en los aspectos de seguridad.

Referencias:

- [1] D. Carnevali Trabajo especial de la Carrera de Ingenieria Nuclear del Instituto Balseiro - San Carlos de Bariloche 1988.
- [2] C. Notari y G. Anbinder Influencia del enriquesimineto del combustible en los costos de generación de energía eléctrica I.T. 1033/89 CNEA.
- [3] Nuclear Energy Agency The economics of the nuclear fuel cycle Paris 1985.
- [4] IAEA Advanced ligh and heavy water reactors for improved fuel utilization IAEA TECDOC 344.
- [5] H.J.Zech Argentine-German Co-operation on fuel cycle optimization for the nuclear power plant Atucha I Progess Report 1974 KFK 2133.
- [6] CNEA Preliminary safety analysis report Atucha II CNEA 1981.
- [7] Santiago Harriague Comunicación privada.
- [8] J. Matricorena La economía del reciclado de Pu en reactores de agua pesada-un análisis preliminar Mayo 1990.
- [9] D.J. Beninson y A. Migliorini de Beninson Radiological impact of radioactive waste management. REPO 1 CNEA-NT 8/81.