

ES 7800224

1115-nu-4472

SEMINAR ON THE STORAGE OF SPENT FUEL ELEMENTS

organised by the  
OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY  
in collaboration with the  
JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR

PROSPECTS OF SPENT FUEL MANAGEMENT IN SPAIN.

P. A. Cabanilles Batalla (xx)  
B. López Pérez (xx)  
C. Melches Serrano (x)  
E. Ramírez Ontalba (x)  
F. Selgas Suárez (x)  
A. Uriarte Hueda (xx)

(x) Empresa Nacional del Uranio, S.A. (ENUSA)

(xx) Junta de Energía Nuclear (JEN)

Madrid, Spain

20th-23rd June 1978

## PROSPECTS OF SPENT FUEL MANAGEMENT IN SPAIN

### RESUMEN

El objeto de este trabajo es presentar las previsiones sobre la gestión del combustible irradiado en España, teniendo en cuenta los acontecimientos que a nivel internacional se han producido en los últimos años y que han afectado profundamente a las últimas etapas del ciclo del combustible nuclear, especialmente en lo que se refiere al combustible del tipo agua ligera.

Estas previsiones se basan fundamentalmente en las siguientes actuaciones: aumento de la capacidad de almacenamiento en las propias centrales, construcción de una instalación centralizada de almacenamiento y de una planta piloto de relaboración.

---

### ABSTRACT

The purpose of this paper is to outline the forecast on spent fuel management in Spain, taking into account the international developments produced during the last years and specially on LWR fuels.

This forecast is based on the following actions: increase of the storage capacity in the reactors; construction of an independent spent fuel storage installation (ISFSI) and a fuel reprocessing pilot plant.

### INTRODUCCION

Hasta ahora, la gestión del combustible irradiado en España estaba basada en la contratación de servicios de relaboración con entidades extranjeras, tanto para el combustible del tipo grafito-gas como para el de agua ligera.

En los últimos años, se han producido acontecimientos a nivel internacional que han afectado profundamente a las posibilidades de seguir utilizando estos servicios, especialmente

en lo que se refiere al combustible del tipo de agua ligera, por lo que en muchos países, entre ellos España, se han visto obligados a buscar nuevos planteamientos para la gestión del combustible irradiado.

En la actualidad hay en España tres centrales nucleares en servicio, dos de ellas de agua ligera y la tercera de grafito-gas con una potencia total de 1.100 MWe. A partir de 1979 y hasta 1983 entrarán en servicio otros siete reactores nucleares de agua ligera, actualmente en estado avanzado de construcción y con una potencia total de unos 6.560 MWe (véase Tabla I). Esto supone que en los próximos cuatro o cinco años la potencia nuclear instalada se habrá multiplicado por más de siete con respecto a la actual.

En las previsiones que se contemplan en el Plan Energético Nacional para el período 1978-87, que acaba de ser aprobado por el Gobierno para su remisión a las Cortes, se prevé que la potencia nuclear instalada en 1987 será de 10.500 MWe. Esta potencia es muy inferior a la del anterior Plan Energético que contemplaba una potencia de 23-24.000 MWe en 1985. No obstante esta reducción y dada la importancia que tiene para España la energía de origen nuclear, se están llevando a cabo por la Empresa Nacional del Uranio, S.A. (ENUSA) en el aspecto industrial y comercial y la Junta de Energía Nuclear (JEN), en lo que se refiere a investigación, un gran desarrollo de las actividades concernientes al ciclo del combustible nuclear. Una de estas actividades es la gestión del combustible irradiado y en este marco se están llevando a cabo estudios y trabajos con el fin de buscar planteamientos adecuados.

Se han establecido planes a corto y medio plazo para asegurar el funcionamiento normal de las centrales nucleares. A corto plazo se va a aumentar la capacidad de almacenamiento del combustible irradiado en las propias centrales nucleares. A medio plazo se va a construir una instalación centralizada de almacenamiento y una planta piloto de reelaboración. Estos planes

no afectan al combustible de uranio natural grafito-gas, para el cual se prevé continuar su tratamiento tal como se viene efectuando hasta ahora.

Se espera que a medio plazo se despejen y aclaren las incertidumbres y dudas que a nivel internacional se presentan en el tramo final del ciclo del combustible nuclear, lo que permitirá planear con mayor seguridad las actuaciones a largo plazo.

#### PLANES A CORTO PLAZO

Los planes a corto plazo ya han sido definidos y consisten en la ampliación de la capacidad de almacenamiento en las propias centrales, tanto en explotación como en construcción, utilizando bastidores más compactos.

Las capacidades de almacenamiento de las piscinas de los reactores tipo LWR, tanto en operación como en construcción, fueron diseñadas para albergar 1 y 1/3 (PWR) y 1 y 1/2 (BWR) núcleos del reactor. Actualmente en todas las centrales en construcción, de acuerdo con las posibilidades y circunstancias de cada una de ellas, se está ampliando considerablemente su capacidad de almacenamiento. Para las centrales en operación se han elaborado los proyectos correspondientes para que esta ampliación pueda realizarse en el menor plazo posible.

En la Tabla II se reflejan las características previstas de almacenamiento de las centrales en operación y en construcción. Estos planes han sido llevados a cabo por las Empresas propietarias de las centrales y en este Seminario se presentan trabajos específicos relacionados con este tema.

#### PLANES A MEDIO PLAZO

Los planes a medio plazo se centran fundamentalmente en el proyecto y construcción de una instalación centralizada que pueda dar servicio en el momento adecuado cubriendo las necesidades nacionales.

En el desarrollo de los planes a medio plazo, se ha comenzado por fijar una hipótesis de potencia nuclear e instalar para determinar la producción de combustible irradiado. En esta hipótesis se han considerado dos períodos; el que abarca los años 1978-87 y que refleja las previsiones del Plan Energético Nacional, es decir que contempla al final de este período una potencia nuclear instalada de 10.500 MWe, y un segundo período, que abarca de 1988 al año 2000, en el que se ha supuesto un incremento anual constante de la potencia nuclear de unos 1000 MWe.

En la Tabla III se refleja la estimación de la producción de combustible irradiado hasta el año 2000, de acuerdo con las hipótesis anteriores. Al final del período considerado, la producción anual de combustible irradiado del tipo de agua ligera será del orden de las 500 t de U y la acumulada de unas 5000 t de U.

La fecha de cuando se puede o se debe disponer de una instalación centralizada viene determinada por la capacidad de almacenamiento en las propias centrales y por el tiempo necesario para elaborar el proyecto y llevar a cabo la construcción de dicha instalación. Además se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El hecho de disponer de una importante capacidad de almacenamiento supone un alto grado de seguridad, tanto para las centrales en funcionamiento como para las futuras. Además supone la ventaja de poder disponer de una instalación que podría utilizarse en caso de una eventualidad o incidencia no prevista.
- El mayor coste por adelantamiento de inversiones, que supone el tener cuanto antes una instalación de almacenamiento disponible, es insignificante frente a los perjuicios que se ocasionarían por un retraso en su puesta en servicio.
- La repercusión en el coste de la producción de energía nucleoelectrónica, debida al posible adelanto de entrada

en servicio de estas instalaciones, es prácticamente nulo.

- La posibilidad de almacenar combustible irradiado con juntamente en centrales y en una instalación centralizada permite una gran flexibilidad para optimar los medios de transporte.
- En cualquier caso, en los primeros años de funcionamiento se almacenará en la instalación centralizada poca cantidad de combustible irradiado, estando la mayor parte del mismo almacenado en las centrales.
- El tiempo mínimo necesario para realizar los estudios del emplazamiento, tramitaciones administrativas, proyectos y construcción puede oscilar entre seis y ocho años, sobre todo teniendo en cuenta que la experiencia mundial en el proyecto y construcción de este tipo de instalaciones es más bien escasa, ya que en estos momentos no existe en funcionamiento ninguna instalación que haya sido proyectada exclusivamente para almacenamiento de combustible irradiado.

En el caso concreto que nos ocupa, teniendo en cuenta las consideraciones y estimaciones anteriormente expuestas, se cree que no se podrá disponer de los servicios que proporcionan estas instalaciones antes de 1985 y por otra parte teniendo en cuenta las necesidades que van a presentar las centrales en construcción y funcionamiento, se cree que la fecha tope para la entrada en servicio de estas instalaciones debe ser antes de 1989 para que no se produzcan importantes problemas.

Para la iniciación del proyecto de estas instalaciones se han establecido como base de diseño, entre otras, las siguientes premisas:

- La capacidad inicial de esta instalación estará comprendida entre 1000 y 1500 toneladas métricas de uranio irradiado, dividida en módulos.

- El diseño de las piscinas de almacenamiento se hará teniendo en cuenta que las características principales de los elementos combustibles a almacenar, entre otras, serán las siguientes:

	<u>PWR</u>	<u>BWR</u>
Longitud total (mm)	4059	4470
Número de barras combustibles	264	62
Disposición de las barras	• 17 x 17	8 x 8
Sección transversal (mm <sup>2</sup> )	214 x 214	133 x 133
Peso total (Kg)	669	268
Uranio inicial (Kg)	462	182
Enriquecimiento inicial (%U-235)	3,3	2,8
Grado de quemado (MWD/t)	33000	28500
Tiempo de enfriamiento mínimo (años)	2	2
Plutonio total (Kg)	4,1	1,6
Plutonio fisionable (Kg)	2,9	1,1
Productos de fisión (Ci)	5,6 x 10 <sup>5</sup>	1,7 x 10 <sup>5</sup>
Potencia térmica (W)	2,7 x 10 <sup>3</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>
Fotones/seg. (E.=0,7 Mev)	9,5 x 10 <sup>15</sup>	2,8 x 10 <sup>15</sup>

- En principio no se tiene previsto el empleo de venenos neutrónicos en la construcción de los bastidores de almacenamiento.
- La instalación centralizada de almacenamiento será considerada como una instalación independiente, debiendo disponer de todos los servicios que requiere una instalación nuclear.
- Si en este medio plazo considerado no se vislumbrara soluciones aceptables para el tramo final del ciclo del combustible nuclear se construirán nuevos módulos de almacenamiento al ritmo que sea necesario, no obstante se debe tener muy en cuenta que el almacenamiento en piscinas del combustible irradiado, más o menos demorado en el tiempo, es únicamente el primer paso dentro de las etapas de la gestión del combustible irradiado.

Además de la instalación centralizada de almacenamiento, como solución a medio plazo, se está considerando la construcción de una planta piloto para el tratamiento del combustible irradiado de reactores de agua ligera, con el fin de lograr una tecnología propia lo más amplia posible por si fuera necesario disponer de ella a más largo plazo, tanto en lo que se refiere a la reelaboración como a la gestión de los residuos de alta actividad.

La capacidad de esta planta piloto será como máximo de ocho elementos combustibles tipo PWR por año. En ella se estudiarán fundamentalmente procesos que tiendan a lograr una mínima evacuación de radiactividad al medio ambiente y una máxima seguridad, tanto radiológica como antiproliferante.

#### PLANES A LARGO PLAZO

En el caso de España hay facetas importantes que conviene tener en cuenta en los planteamientos a largo plazo, entre otras destaca la necesidad de disminuir la dependencia energética potenciando recursos propios, en este sentido no se puede ignorar que el combustible irradiado es una fuente energética. Lo que no parece lógico es considerar al combustible irradiado como un residuo radiactivo para su almacenamiento definitivo y en forma además irreversible.

Además de los planes previstos, todos ellos a escala nacional, no se descarta la posible colaboración y participación en cualquier proyecto o iniciativa que a nivel internacional pudiera plantearse.



TABLA I

REACTORES. EN SERVICIO Y CONSTRUCCION EN 1978

CENTRAL	SITUACION	POTENCIA (MWe)	TIPO	AÑO DE PUESTA EN SERVICIO	UBICACION (PROVINCIA)
José Cabrera	En servicio	160	PWR	1969	Guadalajara
Sta. M <sup>o</sup> de Garoña	"	460	BWR	1971	Burgos
Vandellós	"	480	GCR	1972	Tarragona
Almaraz I	En construcción	930	PWR	1979	Cáceres
Almaraz II	"	930	PWR	1980	Cáceres
Lemóniz I	"	930	PWR	1980	Vizcaya
Lemóniz II	"	930	PWR	1982	Vizcaya
Ascó I	"	930	PWR	1981	Tarragona
Ascó II	"	930	PWR	1982	Tarragona
Cofrentes	"	975	BWR	1983	Valencia

TABLA II

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE IRRADIADO  
EN LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

REACTOR	ELEMENTOS COMBUSTIBLES EN EL NUCLEO	CELDAS TOTALES DE ALMACENAMIENTO	CELDAS EFECTIVAS DE ALMACENAMIENTO (1)	ELEMENTOS COMBUSTIBLES POR RECARGA (2)
Zorita	69	269 (3)	200	20
Garaña	400	1360 (3)	960	84
Almaraz I	157	614	457	44
Almaraz II	157	614	457	44
Lemóniz I	157	512	355	44
Lemóniz II	157	512	355	44
Ascó I	157	588	431	44
Ascó II	157	588	431	44
Cofrentes	624	3264	2640	145

(1) Celdas efectivas de almacenamiento = Número de celdas totales de almacenamiento, menos el número de elementos combustibles del núcleo.

(2) Corresponde al ciclo de equilibrio.

(3) Capacidad prevista para 1979

TABLA III

ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE COMBUSTIBLE IRRADIADO

AÑO	POTENCIA LWR (MWe)	PRODUCCION ANUAL (t.U)	PRODUCCION ACUMULADA (t.U)
1978	620	20	20
1979	1550	20	40
1980	3410	40	80
1981	4340	80	160
1982	6200	100	260
1983	7170	140	400
1984	8170	165	565
1985	9200	187	752
1986	9200	209	961
1987	10200	209	1170
1988	11200	231	1401
1989	12200	253	1654
1990	13200	275	1929
1991	14200	297	2226
1992	15200	319	2545
1993	16200	341	2886
1994	17200	363	3249
1995	18200	385	3634
1996	19200	407	4041
1997	20200	429	4470
1998	21200	451	4921
1999	22200	473	5394
2000	23200	495	5889