RESIDUOS

GESTION Y ALMACENAMIENTO DEFINITIVO DEL COMBUSTIBLE IRRADIADO Y DE LOS RESIDUOS DEL REPROCESADO

Recientemente, el Uranium Institute ha editado un informe titulado «Management and Disposal of Used Nuclear Fuel and Reprocesing Wastes», que ha sido elaborado por un grupo de nueve representantes de organizaciones, de otros tantos países y entre ellos España, con responsabilidades en la gestión del combustible irradiado o en el almacenamiento de los residuos radiactivos, del que he formado parte en representación de ENUSA.*

Este trabajo se acometió, a mediados de 1982, con el objetivo principal de informar, en relación con la fase final del ciclo del combustible, al sector nuclear en general y a aquellas personas o entidades directa o indirectamente relacionadas con la toma de decisiones en el sector energético, así como para servir de documento de referencia, con fines de información pública, en un tema tan importante para la aceptación de la energía nuclear. Como anexo, se incluye en el documento la situación de la fase final del ciclo del combustible, en mayo de 1983, en cada uno de los países representados en el grupo de trabajo.

Las conclusiones principales del informe son las siguientes:

- *Las tecnologías necesarias para el manejo seguro, a corto y medio plazo, del combustible irradiado y de los residuos del reprocesado están bien establecidas y probadas, y actualmente en operación comercial.*
- *Como consecuencia de los trabajos de investigación realizados hasta ahora, se dispone de suficientes conocimientos para concluir que, a largo plazo, tanto el combustible irradiado como los residuos del reprocesado podrán ser almacenados definitivamente de forma segura, sin imponer a las generaciones futuras el cuidado de los mismos; las tecnologías básicas necesarias se encuentran disponibles actualmente.*
- *Los trabajos de investigación en curso proporcionarán, ciertamente, más conocimientos respecto a la aplicación de los métodos que actualmente se contemplan, e incluso podrían desarrollarse otros métodos de almacenamiento definitivo, aumentando consiguientemente las opciones disponibles.*
- *Debe promoverse al máximo la cooperación internacional, en el sentido de facilitar un intercambio de información lo más completa posible, aumentando de esta forma el intercambio sustancial y el consenso internacional que ya existe actualmente.*

De acuerdo con los objetivos que llevaron a elaborar este informe, y en mi condición de miembro del grupo de trabajo, considero que todos los miembros de la Sociedad Nuclear Española y los lectores de Nuclear España deben tener conocimiento, al menos, de las principales conclusiones del informe y del resumen del mismo que han preparado los miembros de dicho grupo, cuya traducción española se incluye a continuación.

RAUL HERRANZ

INTRODUCCION

La energía nuclear suministra actualmente la tercera parte, o incluso más, de la electricidad de algunos países y esta contribución sigue aumentando. Como muchas otras actividades industriales, la generación de electricidad de origen nuclear da lugar a residuos que deben ser gestionados de forma segura. Estos residuos son de varios tipos. Los que proceden del combustible irradiado –bien los residuos que resultan del reprocesado del combustible o los elementos combustible irradiados en sí mismos– son poco voluminosos, pero contienen la práctica totalidad (99 %) de la radiactividad producida, y es de ellos de los que se ocupa este informe.

Se ha puesto de manifiesto cierta preocupación respecto a la gestión del combustible irradiado y los residuos asociados. A principios de la pasada década, era cierto que quedaba mucho por resolver en cuanto a la organización y los medios para la gestión a largo plazo de estos residuos. Sin embargo, la situación ha cambiado enormemente desde entonces. Se ha llevado a cabo una gran cantidad de trabajo y se ha alcanzado un consenso internacional en cuanto al marco político general, la estructura institucional y la viabilidad de los planteamientos técnicos básicos que se proponen. No obstante, el alcance de este progreso no es generalmente apreciado.

MARCO POLITICO

La sociedad pone actualmente un gran énfasis en la protección de la salud y del medio ambiente. Existe también la opinión ampliamente extendida de que cualquier generación que utilice un proceso industrial tiene la obligación moral de limitar la carga que sobre las generaciones futuras pudiera llevar consigo dicha utilización. Los autores del informe están de acuerdo en que los responsables del desarrollo de la energía nuclear deben proporcionar, oportunamente, un

***Componentes del Grupo de Trabajo**

Presidente del Grupo: **Erik Svenke** (Presidente, SKBF-Suecia).
Miembros: **Jacques Couture** (Director Comercial, COGEMA-Francia), **Ian Duncan** (Miembro del Synroc Program Steering Committee-Australia), **Pierre Erkès** (Director General, SYNATOM-Bélgica), **Ralph E. Green** (Director General, Whiteshell Nuclear Research Establishment, Canadá), **Raúl Herranz** (Director Adjunto, ENUSA-España), **Lewis Roberts** (Director, Atomic Energy Research Establishment Reino Unido), **Rudolf Robetsch** (Presidente, NAGRA-Suiza) y **Carsten Salander** (Consejero, DWK-R. F. de Alemania).

sistema completo para la gestión segura del combustible irradiado y de los residuos del reprocesado. Dicho sistema debería incluir los siguientes elementos:

- instalaciones adecuadas para el manejo seguro del combustible irradiado a corto y medio plazo;
- un método (o métodos) de almacenamiento definitivo de forma que, a largo plazo, no sea necesario el cuidado de los mismos;
- provisiones adecuadas para su financiación;
- organización institucional y administrativa apropiada;
- la mayor cooperación internacional posible y el intercambio de la información pertinente.

Este marco político, universalmente aplicable, puede acomodar una variedad de soluciones técnicas y administrativas, y cada nación desarrollará su programa de gestión de residuos radiactivos, teniendo en cuenta sus propias peculiaridades. Estas distintas soluciones se resumen en los anexos a este informe.

GESTION Y ALMACENAMIENTO DEFINITIVO DE LOS RESIDUOS. PRACTICA ACTUAL Y PLANES FUTUROS

Los residuos contenidos en el combustible irradiado no son únicos entre los residuos industriales, en el sentido de que no son los únicos residuos tóxicos o de larga duración que se producen. De hecho, algunos de los residuos peligrosos que habitualmente produce la sociedad actual nunca pierden su toxicidad. Por el contrario, la radiactividad del combustible irradiado, después de cien años de haber sido descargado del reactor, es sólo el 1 % de la que tenía al año de dicha descarga.

En la práctica, la protección de las personas contra la radiactividad significa mantener las dosis de radiación que se pudieran recibir dentro de los límites especificados por los organismos reguladores nacionales e internacionales. Los límites establecidos aseguran que estas dosis no suponen un aumento significativo de la radiación que las personas reciben continuamente de su medio ambiente natural. Las dos formas básicas de limitar la exposición de las personas a la radiación emitida por los residuos contenidos en el combustible irradiado son: **el tiempo** (puesto que la radiactividad disminuye con el tiempo) y **las barreras** (que sirven como blindaje de la radiación y que impiden el movimiento de los radionúclidos).

Son dos las etapas diferenciadas que deben distinguirse en la gestión de los residuos del combustible irradiado. La primera requiere la participación activa del personal necesario para el manejo, almacenaje y acondicionamiento de los residuos. La segunda comienza cuando termina la relación directa de las personas con los residuos, como ocurre cuando se procede al cierre y sellado de la instalación donde se lleva a cabo el almacenamiento definitivo de los mismos.

Almacenamiento inicial

El combustible irradiado descargado de los reactores es, en su mayor parte, uranio no consumido, el resto son «productos de fisión» y «elementos transuránidos» (principalmente plutonio). Algunos productos de fisión son inicialmente muy radiactivos, pero su radiactividad decae a niveles no significativos en menos de mil años. Por el contrario, la radiactividad de un número reducido de los productos de fisión y de los elementos transuránidos es de baja intensidad, pero de mayor duración. La desintegración radiactiva también produce calor, por lo que es necesario refrigerar el combustible irradiado. Puesto que la reducción en la producción de calor y en la emisión de radiación es inicialmente rápida, el combustible irradiado es normalmente almacenado y refrigerado en las instalaciones de los propios reactores, al menos durante algunos meses.

Se han desarrollado dos tecnologías de almacenamiento: **almacenamiento húmedo** en piscinas, en las que el agua sirve como refrigerante y blindaje radiológico; y **almacenamiento en seco,** en contenedores, cámaras, pozos o silos, en los que la refrigeración es por aire y el blindaje radiológico lo proporciona el hierro fundido o el hormigón.

El almacenamiento húmedo se ha venido practicando durante unos veinticinco años y el almacenamiento en seco, al menos para algunos tipos de elementos combustibles, durante unos diez años.

Reprocesado y acondicionamiento

Después del almacenamiento inicial, el combustible irradiado puede ser reprocesado inmediatamente, almacenado para su posterior reprocesamiento, o bien continuar almacenado hasta que sea encapsulado para su almacenamiento definitivo. Con el reprocesado se recupera el uranio y el plutonio (que suponen del 96 al 98 % del combustible original) contenidos en el combustible irradiado, que pueden volver a utilizarse para generar más electricidad. Los demás líquidos residuales del proceso son residuos radiactivos. Después de un período de enfriamiento apropiado, estos residuos serán inmovilizados en materiales sólidos adecuados. El material actualmente preferido para los residuos radiactivos de alta actividad y larga vida es el vidrio, pero se están investigando otros materiales estables, como rocas sintéticas y algunos materiales cerámicos.

Almacenamiento intermedio

Una vez solidificados, los residuos radiactivos se mantendrán bajo control en instalaciones de almacenamiento superficial, o casi superficial. Es deseable un período de almacenamiento intermedio no inferior a veinte años, para que la generación de calor y la radiactividad de los residuos disminuyan sustancialmente, con lo que se simplifica el diseño de las instalaciones de almacenamiento definitivo de los residuos, si bien los planes de la mayoría de los países se basan en períodos de almacenamiento aun más largos. Por las mismas razones, si el combustible irradiado no va a ser reprocesado se mantendrá almacenado por un período similar antes de proceder a su almacenamiento definitivo.

Transporte

El combustible irradiado se ha venido transportando de forma segura durante varias décadas en contenedores robustos, normalmente de acero, de acuerdo con las regulaciones y normas de seguridad nacionales e internacionales aplicables.

Encapsulado

Una vez concluido el período de almacenamiento controlado, el combustible irradiado, caso de no ser reprocesado, será cuidadosamente encapsulado en contenedores especiales resistentes a la corrosión, antes de proceder a su almacenamiento definitivo. Los residuos radiactivos solidificados procedentes del reprocesado podrían también encapsularse en contenedores adicionales.

Almacenamiento definitivo

Aunque se han estudiado diversas opciones para el almacenamiento definitivo de los residuos encapsulados de uno y otro tipo, la mayoría de los estudios realizados, hasta ahora, se han concentrado en el almacenamiento profundo en formaciones geológicas continentales estables, cuidadosamente seleccionadas. Los conocimientos acumulados, hasta ahora, permiten llegar a conclusiones, bien fundamentadas, en relación con la eficacia de este método de almacenamiento definitivo.

Con este método, la protección del hombre y del medio ambiente sería proporcionada por una combinación apropiada de las siguientes barreras:

- la forma sólida de los residuos;
- las capas de material de encapsulado;
- los materiales absorbentes de humedad y de relleno que rodean los residuos encapsulados y los materiales utilizados para el sellado de las instalaciones (todas las anteriores constituyen las **barreras técnicas);**

- la considerable profundidad de la corteza terrestre entre el lugar del almacenamiento y la superficie (que constituye la **barrera geológica**).

Con el almacenamiento profundo, la protección contra la radiación directa se consigue con menos de diez metros de material sólido. La razón principal del almacenamiento geológico profundo es prevenir los efectos radiotóxicos. El único camino creíble por el cual los materiales radiotóxicos podrían llegar a las personas sería a través de las aguas subterráneas y las cadenas alimenticias. Por ello, las barreras técnicas se diseñan de forma que tengan una gran durabilidad y que minimicen el contacto entre las aguas subterráneas y los residuos. Actualmente, se tiene una sólida evidencia de que estas barreras técnicas pueden llevarse a cabo de forma que mantengan su efectividad durante un tiempo suficiente para que la radiactividad de los productos de fisión decaiga a unos niveles de radiactividad comparables a los ya existentes en la naturaleza.

La barrera geológica proporcionará la protección básica contra los elementos radiactivos de baja actividad y vida larga. Algunas formaciones geológicas han permanecido estables durante muchos millones de años y las formaciones que se elegirán serán secas, o con bajo contenido de agua, o con lento movimiento de las aguas subterráneas. Varios materiales, tales como las rocas cristalinas, formaciones salinas, arcillas y tobas volcánicas tienen las características requeridas. Adicionalmente, la capacidad de las aguas subterráneas para disolver y transportar los residuos de larga vida en las condiciones químicas y físicas que normalmente se encuentran a las profundidades consideradas parece estar muy limitada.

Diversos estudios llevados a cabo en varios países han llegado a la conclusión de que la exposición futura de las personas a la radiación, como consecuencia de la emigración de los radionúclidos desde un almacenamiento geológico profundo, sería despreciable. Por otra parte, debido al reducido volumen de estos residuos, el coste de este método de almacenamiento definitivo de los residuos se calcula que representará sólo un pequeño porcentaje del coste total de la producción de electricidad, y este coste ya está incluido en las tarifas.

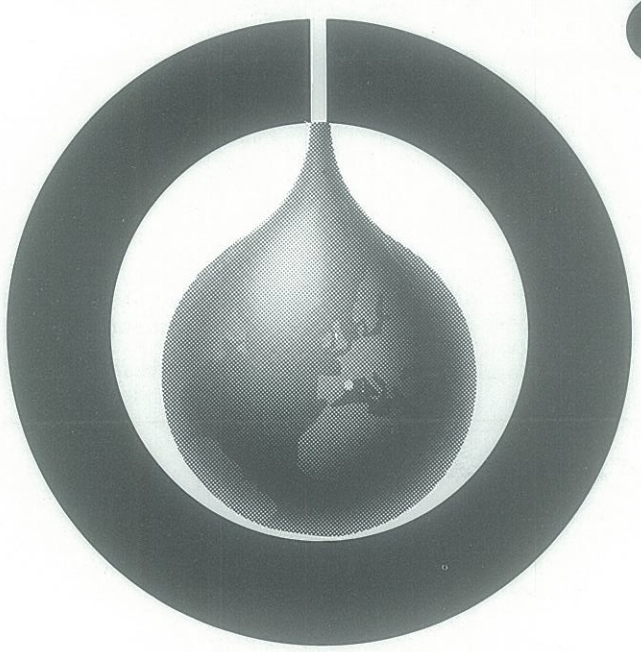
Aunque sigue siendo necesario continuar trabajando para evaluar los diseños específicos de estos almacenamientos definitivos y de los emplazamientos de los mismos, los autores quieren resaltar que las tecnologías básicas que se requieren, para el almacenamiento definitivo seguro, en formaciones geológicas profundas, son relativamente sencillas de aplicar y están disponibles en la actualidad.

COOPERACION INTERNACIONAL

La cooperación internacional asegura que todos los países puedan beneficiarse de las investigaciones emprendidas en cualquier parte del mundo y permite a cada país concentrarse en el concepto de almacenamiento definitivo de los residuos que se presente más adecuado para sus necesidades particulares. La historia de la cooperación internacional, en este campo, es buena, tanto a nivel industrial como gubernamental. El considerable volumen de trabajo llevado a cabo, que ha podido compartirse gracias a la cooperación internacional, ha permitido la aparición de un consenso sobre los principios básicos de la gestión y el almacenamiento definitivo del combustible irradiado y de los residuos del reprocesado, como lo pone de manifiesto esta declaración internacional.

Expoquimia 84

Salón Internacional de la Química.



Barcelona 19-24 Noviembre 1984

- Materias Primas y Productos Químicos
- Técnicas de Laboratorio e Instrumentación Analítica
- Medio Ambiente y Tratamiento de Aguas
- Ingeniería y Bienes de Equipo
- Bombas, Válvulas, Compresores y Estructuras
- Control, Medida y Automación
- Envase y Embalaje
- Tratamiento de Superficies "Surfas"
- Prevención de accidentes

Feria de Barcelona

Avda. Reina Mª Cristina, s/n.
Barcelona 4 - SPAIN
Tel. (93) 223 31 01
Telex: 50458 FOIMB-E