

**ESTRATEGIA PARA EL ALMACENAMIENTO TEMPORAL
DE COMBUSTIBLE GASTADO Y RESIDUOS DE ALTA
ACTIVIDAD.
NECESIDAD DE UN ALMACÉN TEMPORAL CENTRALIZADO**

14 de Mayo de 2007

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. GENERACIÓN DE COMBUSTIBLE GASTADO Y RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD EN ESPAÑA.
3. SITUACIÓN DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS
4. OPCIONES DE GESTIÓN PARA EL COMBUSTIBLE GASTADO Y LOS RESIDUOS DE MEDIA Y ALTA ACTIVIDAD.
5. CONSIDERACIONES SOBRE LA NECESIDAD DE UN ATC EN ESPAÑA.

1. INTRODUCCIÓN

Las centrales nucleares utilizan óxido de uranio para producir energía. Este combustible sólido en forma de pastillas cerámicas se coloca en el interior de tubos metálicos, denominados barras de combustible que se agrupan en conjuntos de distintas geometrías, configurando los elementos combustibles. Mediante el proceso de fisión nuclear, se genera la energía que se utiliza para producir electricidad.

El material fisionable de los elementos combustibles se va agotando con el tiempo, por lo que resulta necesaria su sustitución. Regularmente, en períodos que oscilan típicamente entre 12 y 24 meses. Se para la central para sustituir parte de los elementos combustibles irradiados del núcleo. Los elementos más antiguos, son sustituidos por unos nuevos o frescos que permanecerán en el núcleo del reactor, típicamente entre 3 y 5 ciclos de operación, hasta que tengan que ser sustituidos por otros nuevos.

El combustible gastado de las centrales nucleares de agua ligera se almacena normalmente en unas celdas o bastidores en el interior de piscinas revestidas de acero. El agua de las piscinas cumple una doble función: por una parte, sirve de blindaje o barrera para la radiación que emite el combustible gastado y, por otra, para enfriarlo a medida que va decayendo, con el tiempo, su contenido radiactivo y calor.

La política de gestión del combustible gastado varía de unos países a otros, si bien esta etapa inicial de enfriamiento en las piscinas, tras su irradiación en el reactor, resulta común a todos los casos. En la opción conocida como “de ciclo cerrado”, el combustible gastado se envía a instalaciones comerciales de reprocesado, que pueden estar situadas en un país distinto al de origen, en las que se separa el uranio y el plutonio remanentes para su utilización posterior como combustible fresco. El resto de componentes (productos de fisión, actínidos, productos de activación, componentes estructurales), junto con algunos residuos del propio proceso, se acondicionan en matrices sólidas que deberán ser objeto, asimismo, de almacenamiento temporal y gestión definitiva. El material una vez reprocesado deberá retornar, en su caso, al país de origen.

En otros casos, bien por consideraciones económicas o estratégicas, se opta por el llamado ciclo abierto, en el que el combustible gastado se considera como residuo. Entonces el almacenamiento temporal resulta necesario desde el principio, en espera de una etapa de gestión posterior definitiva.

La capacidad de almacenamiento de las piscinas de las centrales nucleares es limitada, pese a que, en general, ésta se puede ampliar mediante una operación de

sustitución o cambio de los bastidores de almacenamiento para conseguir configuraciones más densas o compactas. Cuando ya no es posible aumentar más esta capacidad, normalmente, se recurre a tecnologías de almacenamiento en seco.

Esta necesidad de almacenamiento para el combustible gastado se presenta, en mayor medida, en el momento en que una central ha finalizado su operación y se quiere proceder a su desmantelamiento. Para ello, resulta necesario descargar todo el combustible gastado de la piscina como etapa previa a las tareas de desmantelamiento de la central y su posterior clausura.,Esta actuación permitiría liberar el emplazamiento en el futuro de forma que pueda ser utilizado, sin restricciones, para otros fines.

Durante el desmantelamiento de las centrales nucleares, así como en el de otras instalaciones nucleares o radiactivas como por ejemplo actividades médicas, de enseñanza, industriales o de investigación, también se generan otro tipo de residuos no procedentes del combustible, que por su contenido radiactivo en emisores alfa y de vida larga, deben seguir una vía de gestión distinta de los residuos de baja y media actividad.

En resumen, se puede decir que el abanico de necesidades de almacenamiento de residuos de alta actividad provienen fundamentalmente de:

- Combustible gastado de las centrales en operación y de aquéllas a desmantelar.
- Residuos provenientes de actividades de reprocesado del combustible gastado.
- Otros residuos de desmantelamiento de las centrales nucleares y de otras instalaciones nucleares y radiactivas, con menor concentración radiactiva, pero con productos emisores alfa y de vida larga, por lo que requieren un almacenamiento de suficiente duración.

2. GENERACION DE COMBUSTIBLE GASTADO Y RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD EN ESPAÑA

En España, de cara a la gestión integral, los residuos radiactivos se pueden agrupar en dos grandes conjuntos.

- Los Residuos de Baja y Media Actividad (RBMA) y vida corta que, por sus características, pueden ser tratados, acondicionados y almacenados en las instalaciones de El Cabril, ubicadas en la provincia de Córdoba.
- Los denominados Residuos de Alta Actividad (RAA) que están formados, básicamente, por el combustible gastado y por otros residuos de alta actividad. Adicionalmente se incluyen también en este conjunto, aquellos Residuos de Media Actividad (RMA) que por su contenido en emisores alfa y su larga vida no son susceptibles de ser gestionados de forma definitiva en las condiciones establecidas para El Cabril.

En la fecha de aprobación del 6º Plan General de Residuos Radiactivos (Junio de 2006) operaban en España 8 reactores nucleares en 6 emplazamientos distintos. En relación con el parque nuclear original, hay dos centrales cuya operación ha finalizado: la central nuclear de Vandellós 1, la única de grafito gas, que cesó su operación en 1989 y, más recientemente, la central nuclear de José Cabrera que concluyó su operación el pasado 30 de abril de 2006.

En cuanto a la central de Vandellós 1, todo el combustible gastado generado en ella se envió en su día a Francia para su reprocesado. Los residuos resultantes de este tratamiento deberán retornar a España a partir de finales de año 2010 y durante un período de 5 años. Las actividades de reprocesado del combustible gastado del resto del parque nuclear se paralizaron en 1983. Hasta entonces, se habían enviado 56 tU de la C.N. José Cabrera y 97 tU de la C.N. Sta. Mª de Garoña al Reino Unido. Los respectivos contratos no contemplaban la devolución de residuos del tratamiento y sí, tan solo en el segundo caso, de los materiales energéticos recuperados.

Teniendo en cuenta las hipótesis recogidas en el 6º PGRR para el escenario de referencia:

- Parque nuclear actual con 6 CCNN (8 reactores) y una potencia eléctrica instalada a 1 de mayo de 2006 de 7.716 Mwe.
- 40 años de vida útil de las CCNN con un ritmo de funcionamiento similar al actual.
- Ciclo abierto del combustible.
- Desmantelamiento total (Nivel 3) de las CCNN a iniciar 3 años después de su parada.

Las previsiones de generación de combustible gastado, una vez terminada la vida útil de las CC.NN. actuales, son de una producción total de 19.571 elementos de combustible gastados; equivalentes a 6.674 tU¹.

Respecto a los residuos derivados del reproceso en Francia del combustible gastado de la C.N. Vandellós 1, habrá que gestionar 13 m³ de RAA vitrificados y 666 m³ de RMA. Estos residuos está previsto que retornen a España a partir de finales de 2010.

Por otra parte, los residuos radiactivos de media actividad que se generarán en el desmantelamiento de las CCNN y que, por sus características, no pueden ser almacenados en las instalaciones de El Cabril, se estiman en unos 1055 m³.

En resumen, las cantidades de combustible gastado, residuos de alta actividad y residuos de media actividad que habrá que gestionar temporalmente, hasta la etapa de gestión definitiva, se indican en la Tabla.

Combustible gastado	6.674 tU
Residuos de Alta Actividad	13 m ³
Residuos de Media Actividad	1.721 m ³

¹ tU, toneladas de uranio equivalente.

3. SITUACIÓN DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

A finales de 2005 había almacenados en España un total de 10.264 elementos combustibles gastados de diferentes geometrías, equivalentes a 3.370 tU, con la distribución indicada en la siguiente Tabla.

Tabla: Combustible gastado almacenado en las Centrales Nucleares

CENTRAL NUCLEAR			Entrada en operación	Combustible almacenado al 31-12-2005 (tU)
Nombre	Emplazamiento	Provincia		
José Cabrera	Almonacid de Zorita	Guadalajara	1968	82 ⁽¹⁾
Sta. M ^a Garoña	Sta. M ^a Garoña	Burgos	1971	311
Almaraz 1	Almaraz	Cáceres	1981	465
Almaraz 2			1983	432
Ascó 1	Ascó	Tarragona	1983	417
Ascó 2			1985	408
Cofrentes	Cofrentes	Valencia	1984	551
Vandellós 2	Vandellós-Hospitalet de l'Infant	Tarragona	1987	360
Trillo	Trillo	Guadalajara	1988	344
TOTAL				3.370

(1) La central de José Cabrera cesó su operación el 30 de abril de 2006, habiendo generado un total de 100 tU de combustible gastado que se encuentran almacenados en su piscina.

Todo el combustible gastado de las centrales que se ha generado en el parque nuclear español, salvo el que se envió a reprocessar de Vandellós 1 y, con anterioridad a 1983, de las centrales de José Cabrera y Sta. M^a de Garoña, se viene almacenando en las piscinas de las correspondientes centrales y, en el caso de la C.N. Trillo, además, en el almacén existente en el emplazamiento.

Ante la saturación prevista de la capacidad de éstas, a lo largo de la década de los noventa, se acometió la progresiva sustitución de los bastidores originales por otros más compactos, lo que ha permitido, en la mayoría de los casos, diferir notablemente en el tiempo la necesidad de dotar al sistema español de una capacidad de almacenamiento de combustible gastado adicional a la de las propias piscinas.

La central de José Cabrera, como se ha indicado, ha cesado su operación el 30 de abril de 2006 y deberá abordarse la retirada del combustible gastado de su piscina como paso previo necesario para poder proceder a su desmantelamiento. Actualmente, en espera de disponer de un Almacén Temporal Centralizado (ATC), está prevista la construcción de una instalación de apoyo al desmantelamiento (IAD) en la propia central para tal fin, a la que se transferirán, tras un período previo mínimo necesario de almacenamiento en la piscina, todos los elementos combustibles gastados, generados durante la operación de la central. A partir de entonces, hacia el primer trimestre de 2009, se podrá abordar el desmantelamiento integral.

La central de Trillo saturaba su piscina en el año 2002 y, a partir de esa fecha, el combustible gastado de la piscina se transfiere a unos contenedores metálicos que se guardan en un almacén específico en la propia central, en el que había almacenados, a finales de 2005, un total de 10 contenedores albergando un total de 98,3 tU de combustible gastado.

Teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento disponible para combustible gastado, los compromisos de retorno de los residuos derivados del reproceso en Francia a partir de finales de 2010, la saturación de la capacidad de almacenamiento de la piscina de alguna central nuclear y las necesidades generadas por los desmantelamientos, se induce que en los próximos años, será necesario disponer de capacidad de almacenamiento temporal complementario suficiente, convergiendo una gran parte de estas necesidades en el entorno del período 2009 – 2014.

4. OPCIONES DE GESTIÓN PARA EL CG Y LOS RMA/RAA

Como ya se ha indicado en el Apartado 1, la gestión del combustible gastado, que tras descargarse del núcleo del reactor se almacena bajo agua, en una piscina anexa al reactor, puede abordarse bajo la perspectiva del ciclo cerrado o del ciclo abierto. La elección del tipo de ciclo se establece, fundamentalmente, en función de criterios estratégicos y económicos y tiene repercusiones en la gestión de los residuos radiactivos. No obstante, hay que señalar que, en ambas opciones, hay que gestionar residuos radiactivos de alta actividad, tratándose el combustible, en el caso del ciclo abierto, directamente como residuo y, en el caso del ciclo cerrado, como un recurso energético que genera residuos radiactivos de alta actividad y que también requiera, por tanto, una etapa de gestión...

Desde una perspectiva internacional, se han dedicado múltiples esfuerzos al estudio de la gestión definitiva de los residuos de alta actividad y vida larga en formaciones geológicas profundas, si bien los programas correspondientes viene sufriendo retrasos por distintas circunstancias. Algunos países (EE.UU., Finlandia) han optado ya, por almacenes geológicos profundos, mientras que otros (Francia, Suecia, Alemania, Suiza) cuentan con laboratorios subterráneos avanzados, pero aún no han designado el emplazamiento.

Otras tecnologías se encuentran aún en fase de investigación, como la Separación y Transmutación, y merecen una consideración de cara al establecimiento de estrategias a largo plazo debido a la potencial reducción, que podrían conseguir, tanto de volumen como de radiotoxicidad, de los residuos, si bien hoy en día todavía no pueden ser conceptuadas como alternativas reales, puesto que existen numerosos problemas tecnológicos por resolver hasta demostrar su viabilidad.

No obstante, todos los países han sufrido retrasos importantes en la implantación de sus políticas de gestión definitiva, debido principalmente a la existencia de soluciones de almacenamiento temporal seguras y a que los procesos de toma de decisiones en esta materia requieren un amplio debate social y político. En este contexto, en el que la consolidación e implantación gradual de las soluciones de gestión definitiva puede durar décadas, la etapa de gestión temporal se convierte en fundamental. Por otra parte, el almacenamiento temporal posibilita la libertad de opción en el futuro, si bien no debe condicionar el principio ético general de que sea la generación actual, que se está beneficiando de la energía nuclear, quien aporte los fondos necesarios y las soluciones técnicas para la gestión de los residuos generados.

En lo que a la etapa de almacenamiento temporal adicional a las piscinas se refiere, ésta se puede llevar a cabo mediante la utilización de distintas tecnologías, tanto en húmedo como en seco. En ambos casos, bien en instalaciones individualizadas (ATI) ligadas a las propias centrales en operación, que almacenan solo el combustible de la central, bien en una nueva instalación independiente, de carácter centralizado, que puede almacenar el combustible de distintas centrales, como el ya mencionado ATC.

5. CONSIDERACIONES SOBRE LA NECESIDAD DE UN ATC EN ESPAÑA

La estrategia básica contemplada en el 6º PGRR para el almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad en España, se centra en el desarrollo de un Almacén Temporal Centralizado (ATC), mediante el cual se puedan cubrir las necesidades de almacenamiento para todos los residuos de este tipo generados en el país, en tanto no se decida acometer su gestión definitiva. Esta estrategia basada en un ATC, fue instada al Gobierno por resolución unánime de la Comisión de Industria del Congreso, de diciembre de 2004, formada por representantes de todos los Grupos Parlamentarios².

A la hora de plantear la estrategia de almacenamiento temporal del CG y RAA resulta fundamental pensar no solo en el corto, sino principalmente en el medio y largo plazo, máxime, cuando la tendencia en España, al igual que en los países de nuestro entorno, prevé períodos de almacenamiento temporal prolongados debido a los retrasos significativos que se van acumulando en los programas de almacenamiento definitivo y en los desarrollos asociados a otras opciones complementarias de gestión.

En líneas generales, los diferentes aspectos bajo los que contemplar la necesidad de un ATC se pueden agrupar en:

i) Razones estratégicas

- La disponibilidad del ATC permite liberar los emplazamientos de las centrales nucleares una vez finalizada su operación y concluidas las tareas de desmantelamiento y clausura, pudiendo destinar, de este modo, los emplazamientos para cualquier uso sin restricciones de ningún tipo.
- El ATC permite agilizar las tareas de desmantelamiento de las CCNN, pudiendo ordenar paulatinamente la retirada del CG, así como proporcionar capacidad de maniobra ante eventualidades que pudieran presentarse en el futuro, tales como la necesidad de desmantelamiento anticipado de alguna central o problemas que pudieran surgir en torno al comportamiento del combustible durante su almacenamiento.

Téngase en cuenta que para poder iniciar el desmantelamiento de una central nuclear, es requisito imprescindible haber retirado todo el combustible gastado del núcleo del reactor y de las piscinas de almacenamiento.

² En diciembre de 2004, con motivo del Informe General de Actividades realizadas por el CSN correspondiente al año 2003, la Comisión de Industria del Congreso formada por representantes de todos los Grupos Parlamentarios, en su novena propuesta de resolución "insta al Gobierno a que, en colaboración con Enresa, desarrolle los criterios necesarios para llevar a cabo en España la instalación de un Almacenamiento Temporal Centralizado de combustible gastado en consonancia con el Plan Nacional de Residuos Radiactivos".

ii) Fundamentos técnicos³

- El ATC constituye en si mismo una instalación autónoma de funcionamiento totalmente reversible; es decir, dispone de todos los servicios para recibir, manipular y almacenar el CG y los RMA/RAA, así como realizar el camino inverso de salida de los residuos de la instalación para proceder a la siguiente etapa de gestión, lo cual dotaría al sistema de gestión de residuos español, de una flexibilidad y capacidad de maniobra plena. Mantener esta capacidad para una solución basada en ATIs resulta tecnológicamente complicada, en particular si se contempla la posibilidad de que las instalaciones se mantengan operativas durante un plazo de tiempo superior a los 20 años, con la central desmantelada, ya que sería necesario dotar a los ATIs de las instalaciones de proceso en las que se pueda manejar el combustible para poder intervenir en caso de necesidad.
- El ATC, al disponer de zonas activas (celda caliente) en las que se puede manejar y acondicionar el CG, permitirá contar con instalaciones en las que investigar el comportamiento del combustible durante el almacenamiento temporal y con relación a su gestión final.

iii) Consideraciones económicas y de control

- El ATC supone una reducción del coste del sistema global de gestión temporal de los residuos de alta actividad, frente a la opción de almacenamiento en cada central. En este sentido, las estimaciones realizadas indican que una solución basada en ATIs, supondría un coste superior (de 2 a 3 veces) a una solución basada en ATC.
- Un ATC, al suponer una reducción en el coste del sistema global de gestión temporal de los residuos frente a otras opciones, permite disponer y utilizar mayores recursos económicos para continuar investigando y aplicando nuevas medidas de gestión y control en la instalación única⁴.

³ Ver Informe aprobado por la Comisión Interministerial en noviembre de 2006 "*Criterios básicos de emplazamientos para la instalación ATC y Centro Tecnológico Asociado*", en <http://www.emplazamientoatc.es/Seccion/Organizacion/Comision/Documentos/>

⁴ Ver Informe "*Almacén temporal centralizado. Centro tecnológico y parque empresarial asociados*", aprobado por la Comisión Interministerial en diciembre de 2006 en: <http://www.emplazamientoatc.es/Seccion/Organizacion/Comision/Documentos/>

iv) Referencias internacionales

Las tecnologías de almacenamiento temporal para combustible gastado y residuos de alta actividad, tanto en húmedo como en seco, están ampliamente contrastadas y disponen de una larga experiencia operacional de modo que existen numerosas referencias de su utilización en todos los países con programas nucleares. Cabe, sin embargo, señalar que existe una tendencia, cada vez mayor, a concentrar la capacidad de almacenamiento en instalaciones centralizadas en lugar de dispersarla en instalaciones individualizadas. Existen instalaciones de este tipo en países como: Alemania, Bélgica, Estados Unidos, Federación Rusa, Francia, Holanda, Reino Unido, Suecia y Suiza. La mayor parte de estos países cuentan, a su vez, con los programas más avanzados en el desarrollo de las estrategias para la gestión y control únicos.⁵

v) Transportes

El único inconveniente de la solución centralizada frente a las individualizadas es el asociado a los transportes. En este sentido, hay que señalar no obstante, las extraordinarias medidas de seguridad que se toman en este tipo de transportes, las cuales residen en dos aspectos fundamentales: el embalaje y las condiciones del transporte. La rigurosa normativa a la que están sometidos, avala la bondad de las estadísticas existentes en este tipo de transportes. Teniendo en cuenta los volúmenes transportados y las distancias recorridas, la ausencia de accidentes o incidentes con consecuencias radiológicas significativas constituye todo un record en el contexto del transporte de materiales tóxicos y peligrosos.⁶

⁵ Ver Informe: “**Almacén Temporal Centralizado de combustible irradiado y residuos de Alta Actividad. Referencias Internacionales**” ya aprobado por la Comisión Interministerial en noviembre de 2006 en: <http://www.emplazamientoatc.es/Seccion/Organizacion/Comision/Documentos/>

⁶ Tal y como se expone en el Informe sobre “Riesgos del transporte de combustible nuclear gastado al almacenamiento temporal centralizado (ATC). Experiencia y estudios internacionales”, aprobado por la Comisión Interministerial en marzo de 2007 (véase, en <http://www.emplazamientoatc.es/Seccion/Organizacion/Comision/Documentos/>)