



**El Gobierno da 'luz verde'
a la convocatoria para albergar
el Almacén Temporal
Centralizado y su centro
tecnológico asociado**



**Políticos y periodistas narran
su experiencia tras visitar
HABOG, el ATC holandés que
ha servido de referencia al
proyecto español**

estratos

Empresa
Nacional
de Residuos
Radiactivos
N.º 93
Invierno 2010



El futuro ATC español

•••• Una apuesta segura
en ingeniería nuclear.



www.iberdrolaingenieria.com
División de Generación Nuclear
Telf.: +34 91 383 31 80
Fax: +34 91 767 53 89



IBERDROLA
Ingeniería y Construcción

Un número especial para informar sobre el Almacén Temporal Centralizado

EL NÚMERO DE LA REVISTA *Estratos* QUE TIENE entre sus manos es un monográfico sobre el Almacén Temporal Centralizado para combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad que se proyecta en España.

Enresa, la empresa pública encargada de la gestión de los residuos radiactivos y, por tanto, de diseñar, construir y gestionar esta instalación dispone, desde hace más de dos décadas, de una revista corporativa, *Estratos*, que cuatro veces al año analiza en sus páginas temas de interés en el ámbito de la gestión de los residuos radiactivos así como de actualidad científica, técnica, social y cultural.

Somos conscientes de que la información y la transparencia son los primeros pasos para entender y asumir un proyecto como el ATC por lo que hemos aprovechado esta publicación para reunir en un único documento, entrevistas, artículos de opinión, artículos técnicos y crónicas que puedan ayudar a entender cómo funcionará esta instalación industrial y cómo puede repercutir allá donde se localice.

El proceso administrativo, el proyecto técnico, la experiencia internacional, la visión desde varias perspectivas de cómo es un ATC, o la imagen de esta instalación en la opinión publi-

ca, son algunos de los temas que se destacan en este número especial en un intento de adelantar los posibles interrogantes de los municipios, y sus gentes, que decidan sopesar la posibilidad de presentarse a albergar esta instalación.

Con este mismo objetivo se incluye un artículo que profundiza en la resolución publicada en el Boletín Oficial del Estado el pasado 29 de noviembre, donde se detallan las fases que seguirá la construcción del ATC, el presupuesto destinado para el proyecto y se describen algunas características que deben cumplir los municipios aspirantes.

Otra perspectiva de interés, la aporta Hans Codée, el director general de la agencia de gestión de residuos radiactivos holandesa, COVRA, que dirige desde hace siete años el ATC de referencia del proyecto español.

Una parte del material del que consta este monográfico ya ha sido publicado en anteriores números de *Estratos*, pero se reúne en esta edición para servir de dossier informativo, tanto para quienes estén interesados en el proyecto como para los ciudadanos que quieran conocer en profundidad la solución que aporta Enresa a la gestión de unos residuos radiactivos generados por todos los españoles en su consumo energético. ■

estratos

N° 93 INVIERNO 2010

Presidente: José Alejandro Pina.
Consejo Editorial: José Alejandro Pina, Ester Gómez, Arturo González, Jorge Lang-Lenton, Alejandro Rodríguez, Álvaro Rodríguez Beceiro, Armando Veganzones, Máximo Taranilla, Manuel Toharia, José Pons.

Director: Máximo Taranilla.
Redactor jefe: Jorge Fernández.
Seguimiento: Teresa Palacio.
Redactores y colaboradores: Julio Astudillo, Concha Barrigós, Ignacio F. Bayo, Pablo Francescutti, Emilio García, Luis Guijarro, Emilio Jarillo, Cristina López-Quero, Roberto Loya, Inmaculada G. Mardones, José María Montero, Manuel Muñoz, Julián Pérez Olmos, Mónica Salomone, Juan Tena, Jesús Vicenti.
Edita: Enresa, Empresa Nacional de Residuos Radiactivos.

Redacción: Emilio Vargas, 7.
28043 Madrid. Tel. 91 566 81 00.
Fax. 91 566 81 69.
Correo electrónico:
registro@enresa.es
Página web:
www.enresa.es
Administración: Máximo Taranilla.
Publicidad: Corporación Asesora.
Hermosilla, 59. 3° Izq. 28001
Madrid. Tel. 91 432 44 73.
Coordinación y producción: RGB
Comunicación. Princesa, 3 dup.
28008 Madrid. Tel. 91 542 79 56.

Diseño y maquetación:
CerezoDiseño. Genil, 4. 28002
Madrid. Tel. 91 561 65 14.
Impresión: Gráficas Caro.
Gamonal, 2. Polígono Industrial
de Vallecas. Madrid.
Tel. 91 777 30 74.
Depósito Legal:
M-7 411-1986.

Esta publicación no comparte necesariamente la opinión de sus colaboradores y se limita a ofrecer sus páginas con respeto a la libertad de expresión.



3 **CARTA DEL PRESIDENTE** **Una solución probada**

4 **EL FUTURO ATC ESPAÑOL**

El proyecto del Almacén Temporal Centralizado permitirá a nuestro país afrontar la gestión de sus residuos radiactivos de alta actividad.

6 **'Luz verde' del Gobierno a la convocatoria del Almacén Temporal Centralizado** Teresa Palacio y Cristina López Quero

10 **Un proceso transparente y abierto** Jorge Fernández y Teresa Palacio

16 **Pormenores de un proyecto** Alberto Aguirre de Cárcer

22 **HABOG, EL ATC DE REFERENCIA**

HABOG, el Almacén Temporal Centralizado de Holanda, funciona desde 2003 y ha servido de modelo para el proyecto español.

24 **HABOG, el ATC holandés** Elena Vico

28 **"Cuando se inició la construcción de nuestro Almacén Temporal Centralizado desaparecieron las protestas"**

Entrevista con Hans Codée, director general de COVRA, la agencia holandesa de gestión de residuos radiactivos.
Ignacio F. Bayo

32 **Crónicas desde un ATC** Javier Gómez Darmendrail, Jordi Terrades i Santacreu, Concha Barrigós, Ferran Gerhard, Gemma Torrents y María García de la Fuente

38 **EN LA ESTELA INTERNACIONAL**

El almacenamiento temporal centralizado es la solución que mayoritariamente han adoptado otros países de nuestro entorno.

41 **ZZL-Zwilag, el ATC de Suiza** Álvaro Rodríguez Beceiro y José Antonio Gago

44 **La instalación CLAB, el ATC de Suecia** Elena Vico

48 **Dessel, el ATC de Bélgica** Álvaro Rodríguez Beceiro

51 **La Hague, el ATC de Francia** Álvaro Rodríguez Beceiro y José Antonio Gago

54 **Sellafield, el ATC del Reino Unido** Álvaro Rodríguez Beceiro

58 **UN CONSENSO SOCIAL NECESARIO**

La opinión pública y los medios de comunicación han ido madurando sus posiciones ante la nueva realidad del ATC.

60 **La opinión pública y el ATC** Jordi Ballera

Una solución probada



MEDIANTE LA CONVOCATORIA PÚBLICA efectuada por el Gobierno el pasado 29 de diciembre ha culminado un largo y complejo proceso político, legal y administrativo para seleccionar el emplazamiento de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) destinado a albergar el combustible nuclear gastado de las centrales nucleares españolas. También albergará otros residuos radiactivos de alta actividad originados en el reprocesado del combustible gastado de la central nuclear de Vandellós I, cuyo compromiso de retorno se contempla en el correspondiente contrato de reproceso. El ATC contará con un centro tecnológico asociado en el que se abordarán actividades de investigación básica y aplicada.

La necesidad de una instalación de este tipo no es ninguna *idea brillante* que haya surgido de la noche a la mañana. Los sucesivos Planes Generales de Residuos Radiactivos (PGRR) lo han contemplado, siendo el vigente 6º PGRR —de junio de 2006— el que lo ha situado como una prioridad destacada en el amplio campo de la gestión de los residuos radiactivos en España. También cabe señalar que la Mesa de Diálogo sobre la Energía Nuclear, convocada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en 2006, llegó a las mismas conclusiones.

Por su parte, el Parlamento, en tres ocasiones diferentes entre 2004 y 2006, se ha pronunciado inequívocamente a favor de esta solución, razón por la cual el Gobierno creó, en abril de 2006, una Comisión Interministerial encargada de definir los criterios y el procedimiento para designar, con transparencia y voluntariedad, un emplazamiento para el ATC.

Simultáneamente a un periodo de información pública, la Comisión Interministerial ha realizado todos los trabajos y estudios necesarios para hacer viable el proceso. La información relevante siempre estuvo, y está, disponible en el sitio www.emplazamientoatc.es.

Esta opción por el ATC está basada en razones técnicas, estratégicas y económicas que mejoran la seguridad física, propician las economías de escala y hacen posible que se disponga de un razonable compás de espera para

que los programas de I+D y el desarrollo de las nuevas tecnologías de separación y transmutación puedan dar sus frutos, llevando a una reducción del volumen de residuos radiactivos a gestionar a muy largo plazo. De esta manera se evita la adopción de *soluciones finales* apresuradas y no deseables.

Las instalaciones tipo ATC que existen en países de nuestro entorno ya están probadas; sus tecnologías, disponibles, y su seguridad y fiabilidad, ampliamente demostradas; prueba de ello es su ubicación en polígonos industriales.

La selección de un emplazamiento para el ATC español mediante un procedimiento público y transparente como el que estamos viviendo es una experiencia inédita e ilusionante; un auténtico desafío positivo para las administraciones, instituciones, partidos políticos y colectivos implicados.

En mi opinión el proceso de selección que nuestros responsables políticos han elegido —basado en la transparencia y voluntariedad de las entidades locales que se postulan— es una ventana de oportunidad para racionalizar, ahora, la gestión de los residuos radiactivos de alta actividad, al igual que en 1992 se llegó a una solución socialmente aceptable y tecnológicamente adecuada para los residuos radiactivos de baja y media actividad en el Almacén Centralizado de El Cabril (Córdoba).

Permítanme añadir que el favorable desenlace de este proceso será una prueba de que la democracia, además de servir a sus fines esenciales, también está para alcanzar soluciones racionales en cuestiones de amplio calado que requieren el consenso de todos. ■

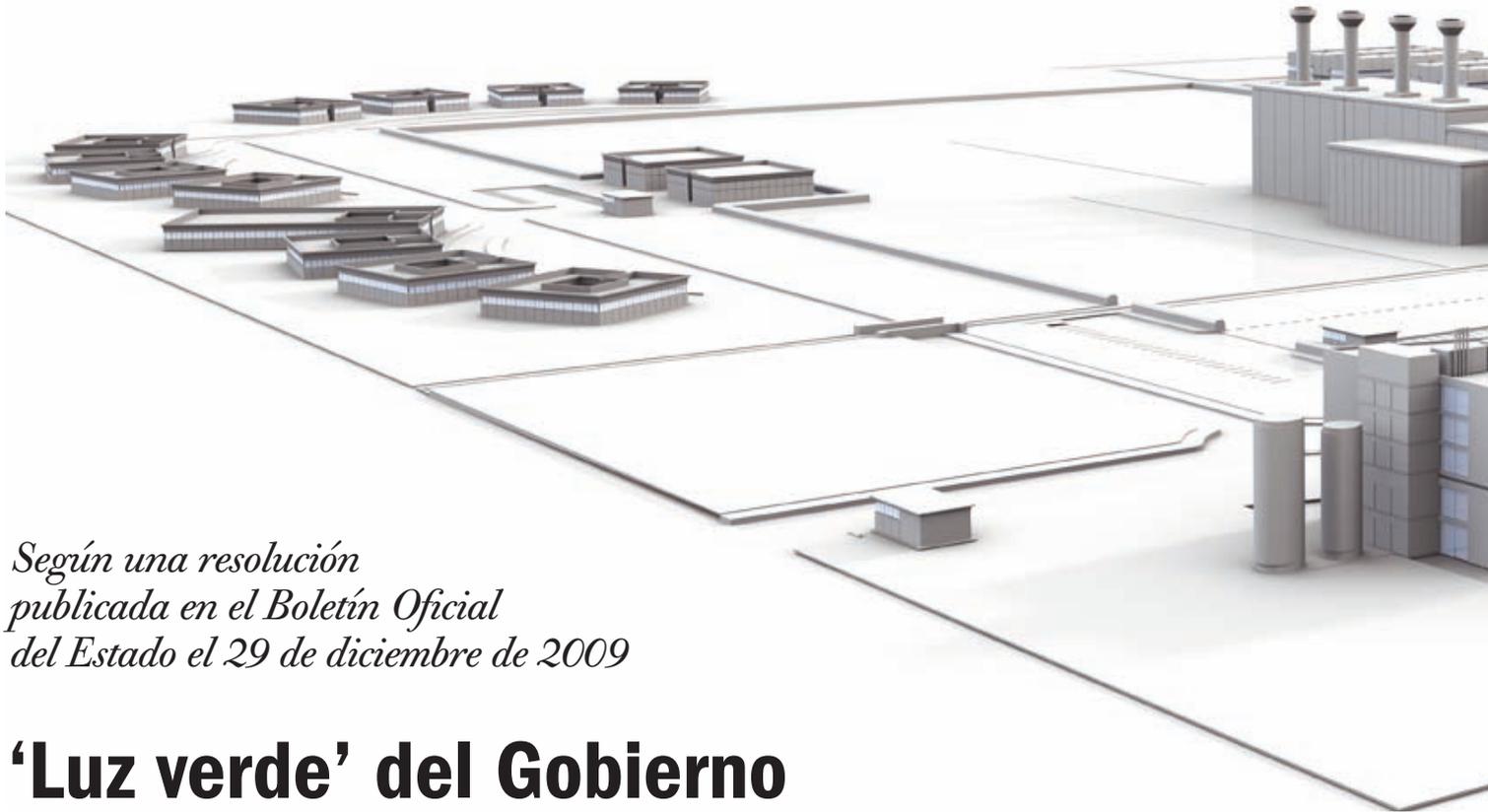
José Alejandro Pina
Presidente de ENRESA

El Almacén Temporal Centralizado permitirá a nuestro país afrontar la gestión del combustible gastado y de los residuos radiactivos de alta actividad

El futuro ATC español

Ante la saturación de las piscinas de combustible gastado de algunas centrales nucleares y el retorno de otros residuos de alta actividad procedentes de Francia y del Reino Unido, España necesitaba normalizar su actividad en este sector y aportar una solución a la gestión de este tipo de materiales. Desde que el Congreso de los Diputados apostara a finales de 2004 por un Almacén Temporal Centralizado (ATC), Enresa ha ultimado un ambicioso proyecto de ingeniería al tiempo que una Comisión Interministerial ha guiado el proceso administrativo para buscar ubicación a esta instalación. El pasado 29 de diciembre culminaba este proceso con la publicación en el BOE de la apertura del plazo para la selección de los municipios candidatos a albergar el emplazamiento del ATC y su centro tecnológico asociado. ■





*Según una resolución
publicada en el Boletín Oficial
del Estado el 29 de diciembre de 2009*

‘Luz verde’ del Gobierno a la convocatoria del proceso de selección del emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado

El pasado 29 de diciembre, el Boletín Oficial del Estado publicaba una resolución del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio por la que se efectuaba la convocatoria pública para la selección de los municipios candidatos a albergar el Almacén Temporal Centralizado. Con este paso, el Gobierno daba ‘luz verde’ a un proceso que busca normalizar, en consonancia con otros países de nuestro entorno, la gestión de 6.700 toneladas de materiales generados en el uso de la energía nuclear. El proceso arrancó en 2004 con una resolución parlamentaria, y tras un periodo de información pública entre junio de 2006 y febrero de 2007, afronta ahora su etapa final: decidir en qué lugar se construirá esta instalación y su centro tecnológico asociado. El proyecto supone 700 millones de euros de inversión y la creación de entre 300 y 500 puestos de trabajo. ■ **POR Teresa Palacio y Cristina López-Quero, ENRESA.**

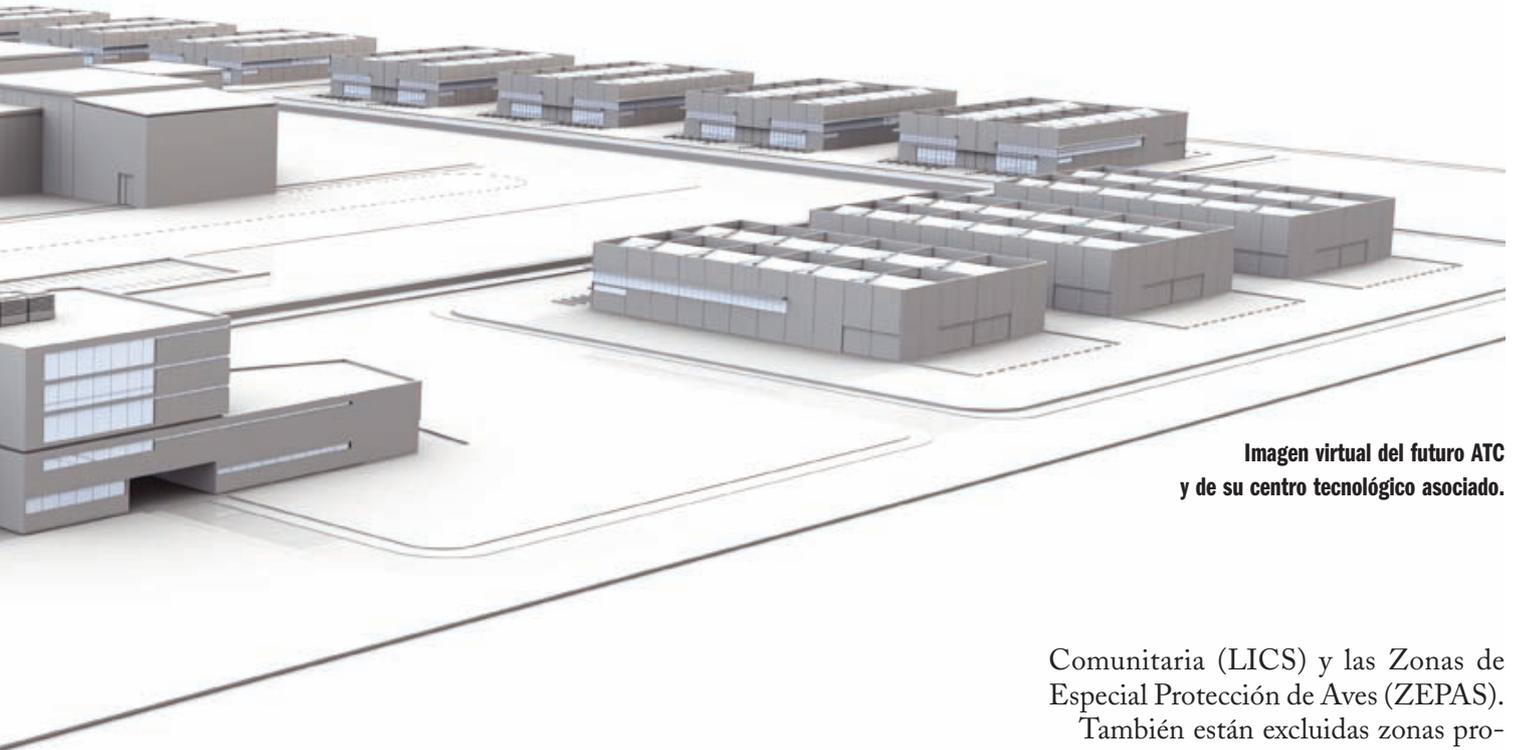


Imagen virtual del futuro ATC y de su centro tecnológico asociado.

EL CONSEJO DE MINISTROS APROBÓ, en su reunión del 23 de diciembre, la convocatoria pública para elegir el municipio que albergará el futuro Almacén Temporal Centralizado (ATC) que guardará los residuos radiactivos de alta actividad y el combustible nuclear gastado por las centrales nucleares.

De acuerdo con la resolución de dicho ministerio, publicada en el Boletín Oficial del Estado (BOE) el 29 de diciembre, el ATC tendrá un parque tecnológico asociado destinado a la investigación de estos materiales con infraestructuras para el asentamiento de empresas dedicadas a la investigación nuclear.

La convocatoria se dirige a todos los municipios situados en territorio español y a ella pueden concurrir individual o conjuntamente.

Los municipios interesados disponen de un mes de plazo para presentar sus candidaturas, a partir del 30 de diciembre.

Una vez analizadas las candidaturas,

la Comisión Interministerial que se creó en 2006 para arbitrar este proceso aprobará una lista provisional de admitidos y excluidos que, tras un trámite de reclamaciones y previo acuerdo de la propia Comisión, será definitiva. Ambas listas se publicarán en la web www.emplazamientoatc.es.

Posteriormente, se procederá al análisis del término municipal de los candidatos definitivos de acuerdo con los criterios establecidos por la Comisión Interministerial y, tras este trámite, se comunicará a los afectados las zonas no aptas para albergar el ATC y su centro tecnológico, lo cual será sometido, asimismo, a un trámite de alegaciones y de información y participación pública.

Los municipios tendrán, nuevamente, un mes para aportar información sobre terrenos alternativos.

Son consideradas zonas no aptas las áreas que formen parte de la Red Europea de la Conservación de la Naturaleza Natura 2000 —incluyendo Parques Nacionales, Parques Naturales y otras figuras equivalentes cuya gestión corresponde a las Comunidades Autónomas—, los Lugares de Importancia

Comunitaria (LICS) y las Zonas de Especial Protección de Aves (ZEPAS).

También están excluidas zonas protegidas del Ministerio de Defensa, Montes de Utilidad Pública y terrenos que formen parte de la Red Española de Vías Pecuarias, así como áreas en las que existan elementos de interés patrimonial y emplazamientos que requieren que el transporte se lleve a cabo necesariamente por vía aérea o marítima.

Finalmente, la Comisión estudiará los terrenos candidatos y elaborará un informe de propuesta que reflejará las ventajas de los distintos emplazamientos desde el punto de vista de viabilidad, licenciamiento y desarrollo del proyecto.

El informe se remitirá al Gobierno que, mediante acuerdo del Consejo de Ministros, designará el emplazamiento elegido para el ATC y su centro tecnológico.

En el examen de los lugares se tendrán en cuenta los terrenos (topografía, geotecnia, hidrología, etcétera), el entorno (infraestructuras, distancias, acometidas eléctricas, etcétera), las características socioeconómicas y ambientales, y las ayudas que los ayuntamientos pongan a disposición del proyecto.

De acuerdo con la legislación vigente, como zona reglamentada nuclear, el



La convocatoria se dirige a todos los municipios situados en territorio español.



La construcción del ATC supondrá una inversión de 700 millones de euros.

emplazamiento de la instalación ATC deberá cumplir con todos los requisitos, trámites, y licencias de las diferentes administraciones competentes.

Asignaciones anuales

Por otro lado, según lo previsto en el proyecto del ATC, los ingresos para los municipios y sus criterios de reparto serán establecidos mediante una nueva Orden Ministerial y se financiarán con las tasas que pagan las empresas.

Los municipios con derecho a estas ayudas deberán estar situados en un radio de 10 kilómetros o de 20 (en el caso de los núcleos poblacionales) de una instalación nuclear (ya sea una central o instalación de almacenamiento).

El borrador de la Orden Ministerial estipula para el emplazamiento del ATC una asignación anual, cantidad que se ampliará con otras ayudas destinadas al desarrollo local de estos municipios.

Un proyecto en tres fases

Según la resolución aprobada por el Consejo de Ministros el pasado 23 de diciembre, la construcción del proyecto del almacén temporal centralizado se realizará en tres fases.

La primera se ejecutaría en cinco años y comprende la caracterización y preparación del terreno, la construcción de los edificios generales, así como un primer edificio de almacenamiento (compuesto por cuatro bóvedas) y el centro tecnológico con la infraestructura necesaria para el asentamiento de empresas.

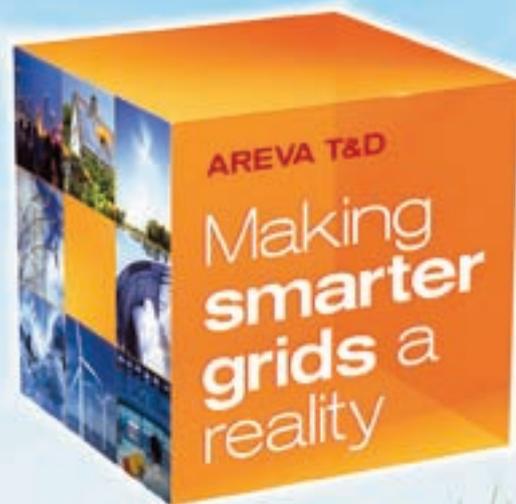
Una segunda etapa supondrá la construcción de un segundo edificio de almacenamiento, compuesto por cuatro bóvedas más, anexas a las primeras, que estaría disponible seis años después del inicio de la explotación de la instalación.

La tercera fase, que completaría el proyecto 14 años después de su inicio, supone la construcción de un tercer edificio de almacenamiento con cuatro bóvedas más, adyacentes a las ya construidas.

La inversión estimada para las tres fases es de 700 millones de euros y, para su construcción, durante la primera fase, se necesitará una media de 300 trabajadores, con picos de hasta 500. ■

PREGUNTA CLAVE PARA EL FUTURO

¿Podemos hacer la red de transporte de energía más **ecológica** y **eficiente**? Si.



Con AREVA T&D, ya la red es más inteligente.

Nuestros clientes necesitan mayor eficiencia energética, una red fiable y menor impacto al medio ambiente. Es por ello que ya estamos suministrando tecnología de innovación y forjando sociedades duraderas en el tiempo. Todo esto, para conectar a los consumidores al futuro energético.

Afrontando los retos del futuro.

www.aveva.com

www.aveva-td.com/contactcentre



A
AREVA
PURE ENERGY

En diciembre de 2004, la Comisión de Industria del Congreso de los Diputados aprobó una resolución por la que se instaba al Gobierno a desarrollar los criterios necesarios para disponer en España de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) para gestionar el combustible gastado de las centrales nucleares. A partir de esa resolución, hace ya seis años, comenzó un proceso administrativo de búsqueda de emplazamiento, arbitrado por una Comisión Interministerial en la que están presentes siete ministerios y que tiene el cometido de informar y elegir candidatos entre los municipios que voluntariamente se presenten a la convocatoria. Una vez seleccionado el lugar, será el momento en el que Enresa comenzará a construir el ATC que ha proyectado y cuyo diseño genérico ya recibió la aprobación del Consejo de Seguridad Nuclear. ■ POR **Jorge Fernández y Teresa Palacio**, ENRESA.

Una Comisión Interministerial arbitra la búsqueda de un emplazamiento para la construcción del ATC

Un proceso transparente y abierto

LA COMISIÓN DE INDUSTRIA DEL Congreso de los Diputados aprobó en diciembre de 2004, con el acuerdo de todos los grupos parlamentarios, una resolución que instaba al Gobierno a desarrollar, en colaboración con Enresa, los criterios necesarios para llevar a cabo en España la instalación de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) para albergar el combustible gastado de las centrales nucleares. Esta resolución suponía el pistoletazo de salida para un proyecto que implica la solución, a medio plazo, a la gestión del combustible gastado que actualmente se almacena en las piscinas de las centrales nucleares.

Los parlamentarios aceptaron entonces la solución fiable y segura propuesta por Enresa para atender las necesi-

dades actuales de España, dando un margen amplio de tiempo para adoptar las medidas definitivas, al igual que ya han hecho otros países europeos.

En la gestión del combustible nuclear gastado y de los residuos de alta actividad existen dos etapas claramente diferenciadas en el tiempo: una de gestión temporal, para la cual existen tecnologías ya disponibles, licenciadas y con una experiencia operativa contrastada desde hace varias décadas en el mundo —como es el caso del ATC—, y otra etapa de gestión final que se encuentra en la actualidad en fase de investigación.

La complejidad de las soluciones finales para este tipo de residuos de alta actividad y larga vida, tanto desde el punto de vista científico como de aceptación social, ha retrasado considerablemente

los procesos de toma de decisiones en los programas de los países más avanzados y ha enfatizado la necesidad de disponer de instalaciones seguras de almacenamiento temporal para largos periodos de tiempo.

Incluso aquellos programas que han optado por el confinamiento geológico profundo como solución final de gestión han decidido que éste sea recuperable durante varios centenares de años.

En España se optó inicialmente, en los años setenta, por reprocessar en el extranjero el combustible gastado de las centrales de primera generación: Vandellós I, José Cabrera y Santa María de Garoña. Esta práctica se interrumpió en 1982, salvo para la primera de estas centrales, que dejó de operar en 1989 y cuyo combustible, por razones



Todos los grupos parlamentarios apoyaron en 2004 la resolución que instaba al Gobierno a desarrollar los criterios necesarios para instalar un ATC en España.

técnicas, hubo de reprocesarse en su totalidad.

Como consecuencia de los compromisos derivados de los diferentes contratos de reprocesado, deberán retornar a España diversos residuos de media y alta actividad resultantes del reprocesado del combustible de la central nuclear de Vandellós I. Los compromisos contractuales contemplan que estos residuos deben volver a España entre los años 2010 y 2015, existiendo fuertes penalizaciones económicas si el primer transporte no tiene lugar antes del 31 de diciembre de 2010.

Salvo las excepciones citadas anteriormente, todo el combustible gastado que se ha generado en el parque nuclear español se almacena en las piscinas de las correspondientes centrales.

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. Esto permitió, en la mayoría de los casos, diferir notablemente en el tiempo la necesidad de dotar al sistema español de una capacidad de almacenamiento adicional a la de las propias piscinas.

Un caso singular es el de la central de Trillo que, pese a sustituir también sus bastidores, agotó su capacidad de almacenamiento en 2003, construyéndose un almacén temporal para contenedores metálicos en el propio emplazamiento. La central nuclear José Cabrera, en este caso por motivo de su desmantelamiento, también ha sido dotada de un Almacén Temporal Individualizado (ATI).

En cuanto a los residuos distintos del combustible gastado —cuya gestión final no está prevista en las instalaciones de El Cabril, por superar los límites de actividad de dicha instalación— se han almacenado normalmente de forma temporal en las propias instalaciones de producción.

A la vista de este escenario, y ante la saturación de las piscinas de algunas centrales, en los próximos años será necesario disponer de capacidad de almacenamiento temporal complementaria suficiente, convergiendo la mayor parte de estas necesidades en el entorno del periodo 2010-2013. Por ello, aceptando como idónea la opción del Almacén Temporal Centralizado propuesta por Enresa, el Gobierno comenzó un proceso de búsqueda de

▶ **La Comisión de Industria del Congreso de los Diputados aprobó en diciembre de 2004 una resolución para construir en España un Almacén Temporal Centralizado:** “Se 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 (ATC) de combustible gastado, en consonancia con el Plan Nacional de Residuos, y a que se impulse el desarrollo de su colaboración en la investigación de la partición y transmutación de elementos radiactivos de larga vida y alta actividad”.

▶ **En mayo de 2006 se presentaron las conclusiones de la Mesa de Diálogo sobre la Energía Nuclear en España,** que mayoritariamente consideraba la solución del ATC como la mejor opción para la gestión de residuos radiactivos de alta actividad.

▶ **El 27 de julio de 2006 se abrió el periodo de información** sobre la convocatoria pública del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio **a todas las corporaciones municipales que, con carácter voluntario, deseen optar al emplazamiento del ATC.** Un anuncio en prensa que apareció en más de un centenar de cabeceras sirvió para abrir el proceso.

1

2

3

4

5

Proceso administrativo de búsqueda de emplazamiento del ATC español

▶ **El programa COWAM España,** que trata de definir una metodología para la búsqueda de soluciones consensuadas en procesos conflictivos, **presentó el 1 de febrero de 2006 en el Congreso de los Diputados sus conclusiones,** en las que **propone la creación de una Comisión Nacional** que garantice la transparencia en el proceso para decidir la ubicación del ATC.

▶ **El 23 de junio de 2006 el Gobierno aprobó la creación de una Comisión Interministerial para establecer los criterios que deberá cumplir el emplazamiento del ATC,** que responde a las principales conclusiones del programa COWAM. Además, en ese mismo Consejo de Ministros se aprobó el 6º Plan General de Residuos Radiactivos que establece como prioridad la construcción de un ATC para la gestión del combustible gastado de las centrales nucleares y los residuos radiactivos de alta actividad.



La Comisión de Industria del Congreso de los Diputados en HABOG (2005).

emplazamiento adaptado a la actualidad, es decir “transparente y abierto”.

Así, se puso de manifiesto también en la Mesa de Diálogo sobre la Energía Nuclear en España, auspiciada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en la que participaron, de noviembre de 2005 a mayo de 2006, representantes de las comisiones de Industria del Congreso y del Senado; de las comunidades autónomas con instalaciones nucleares; de los ministerios de Industria, Economía y Hacienda, Medio Ambiente, Sanidad y Educación y Ciencia; de organismos e instituciones, como el Consejo de

▶ **La Comisión Interministerial cerró el 28 de febrero de 2007 el plazo de solicitud de información del proyecto**, abierto en julio de 2006.

▶ **A finales de enero de 2010 se cierra el plazo de presentación de candidaturas** por parte de los municipios que deseen albergar el ATC.

▶ **El Gobierno decide** entre los municipios propuestos **la sede del ATC** para residuos radiactivos de alta actividad de España.

6

7

8

9

10

11

▶ **El 20 de octubre de 2007 la Comisión Interministerial, encabezada por el secretario general de Energía, visita el ATC de HABOG en Holanda**, una de las instalaciones de referencia del proyecto.

▶ **El 29 de diciembre de 2009, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio convocó la apertura del plazo de presentación de candidaturas a las corporaciones municipales que voluntariamente quieran albergar el ATC**, mediante un anuncio publicado en el Boletín Oficial del Estado.

▶ **La Comisión Interministerial eleva al Gobierno una propuesta ordenada de municipios candidatos seleccionados** en base a las evaluaciones técnicas realizadas para acoger la instalación, teniendo en cuenta las propuestas que en su caso formulan las comunidades autónomas implicadas.

Seguridad Nuclear (CSN), la Comisión Nacional de la Energía (CNE), la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) y la Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares (AMAC), además de Enresa, expertos en energía, sindicatos y organizaciones ecologistas y de consumidores.

En dicho foro se concluyó que la opción del Almacén Temporal Centralizado (ATC) se considera “mayoritariamente” la más adecuada para los residuos, aunque su emplazamiento, que, según apuntaron, no había que “retrasar más tiempo”, “debe fundamentarse en la



Delegación de la Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares, en el ATC holandés (2007).

existencia previa de un amplio consenso político, institucional y social, tanto nacional como local”.

El programa COWAM

Para garantizar un proceso democrático en la decisión del emplazamiento del ATC, España adoptó el programa europeo COWAM, que trata de definir una metodología para la búsqueda de soluciones consensuadas en proyectos conflictivos.

Auspiciado por la Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares (AMAC), COWAM España contó con la participación, entre otros, de representantes de ayuntamientos, comunidades autónomas, universidades, colegios profesionales, instituciones, parlamentarios, y organismos relacionados con el sector nuclear y la gestión de los residuos radiactivos, como Enresa y el CSN.

COWAM España fijó tres grupos de trabajo que tenían como objetivos, respectivamente, la democracia local, la integración del ámbito local en el debate nacional y los mecanismos de control a establecer en el futuro.

Las conclusiones del COWAM establecieron un camino sobre cómo tenía que decidirse el emplazamiento de esa instalación de residuos, y evitar una política de “hechos consumados” en el proceso de decisión.

La Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares (AMAC) recogió en el documento *La gestión democrática de los residuos* las conclusiones y trabajos del programa COWAM. Dicho documento proponía, entre otras recomendaciones, la creación de una Comisión Nacional que garantizara la transparencia del proceso para decidir la ubicación del ATC y que finalmente se tradujo en la creación de una Comisión Interministerial, el 23 de junio de 2006. En ella participaban el secretario general de Energía, el secretario general para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático, el director general de Política Económica, el director general del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), el direc-



Presentación de las conclusiones del programa COWAM España en el Congreso de los Diputados (2006).

tor general de Salud Pública, el director general de Cooperación Local y el director del departamento de Relaciones Institucionales.

Esta Comisión, que arbitra la búsqueda de emplazamiento del ATC, apoya sus trabajos en los informes de un Comité Asesor Técnico formado por personalidades de reconocido prestigio académico y profesional que emite los dictámenes y estudios técnicos pertinentes que le solicitan.

El 27 de julio de 2006, la Comisión Interministerial abrió el periodo de información sobre la convocatoria pública del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a todas las corporaciones municipales que, con carácter voluntario, desearan optar al emplazamiento del ATC. Un anuncio en prensa, que apareció en 179 cabeceras de ámbito nacional y regional, sirvió para abrir el proceso, y que éste llegara a todos los ayuntamientos de España.

A lo largo de los meses que estuvo abierto ese periodo de información — que fue ampliado a petición de los propios municipios —, los miembros de la Comisión siguieron trabajando en el proceso, visitando algunas instalaciones de referencia, como la de HABOG en octubre de 2007. Además, el Comité Asesor Técnico de la Comisión Interministerial, elaboró seis informes sobre el proyecto que fueron sometidos a comentarios públicos en la web creada para informar sobre el proyecto: www.emplazamientoatc.es.

Finalmente, el 28 de febrero de 2007 se cerró el plazo de solicitud de información del proyecto, abierto en junio de 2006.

Trámites de futuro

La apertura mediante convocatoria oficial, el pasado 29 de diciembre, del plazo de presentación de candidaturas para aquellas corporaciones municipales interesadas en albergar el ATC supone el primer paso para la elección final del emplazamiento. La Comisión Interministerial, asesorada por el Comité Asesor Técnico, elevará al Gobierno una propuesta ordenada de municipios candidatos a albergar la instalación una vez evaluada la idoneidad de los mismos. Tras esta propuesta será el Gobierno quien decida, finalmente, el municipio en el que se ubicará esta instalación industrial.

Tras la decisión, el proceso de autorización de una instalación como el ATC está totalmente reglamentado en nuestro país y se dispone de las normativas técnicas de aplicación para llevar a cabo las tareas de diseño y evaluación del proyecto.

Corresponde a las autoridades competentes en cada materia (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Consejo de Seguridad Nuclear y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, respectivamente) la realización de las evaluaciones técnicas correspondientes y la emisión de las autorizaciones pertinentes. Asimismo, se requiere la oportuna licencia municipal de obras,



Visita a HABOG de la delegación de la Comisión Interministerial (2007).

como es preceptivo en toda actividad de estas características.

El proceso administrativo consta de varios pasos, y en él está garantizada la participación del público y de las organizaciones implicadas.

Para iniciar la construcción del ATC será necesario haber obtenido las siguientes autorizaciones:

— Licencia Municipal de Obras. Debe otorgarla el Ayuntamiento del municipio donde se localice finalmente la instalación. La solicitud de esta licencia debe ir acompañada de un anteproyecto de la instalación en el que se describirán sus características principales: superficie construida, instalaciones y servidumbres, entre otras. En determinados casos podrá ir ligada a la Licencia de Actividad.

— Autorización Previa o de Emplazamiento y Autorización de Construcción. La debe otorgar el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC). De acuerdo con el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), las instalaciones

de almacenamiento de combustible gastado “podrán solicitar simultáneamente la autorización previa y la de construcción”.

En el trámite de esta autorización por el MITYC está establecido un proceso de información pública abierta de 30 días. Asimismo, para su emisión resulta indispensable que se hayan otorgado previamente otros dos permisos específicos: una Apreciación Favorable por parte del Consejo de Seguridad Nuclear, previa evaluación técnica detallada del proyecto, y la Declaración de Impacto Ambiental favorable por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

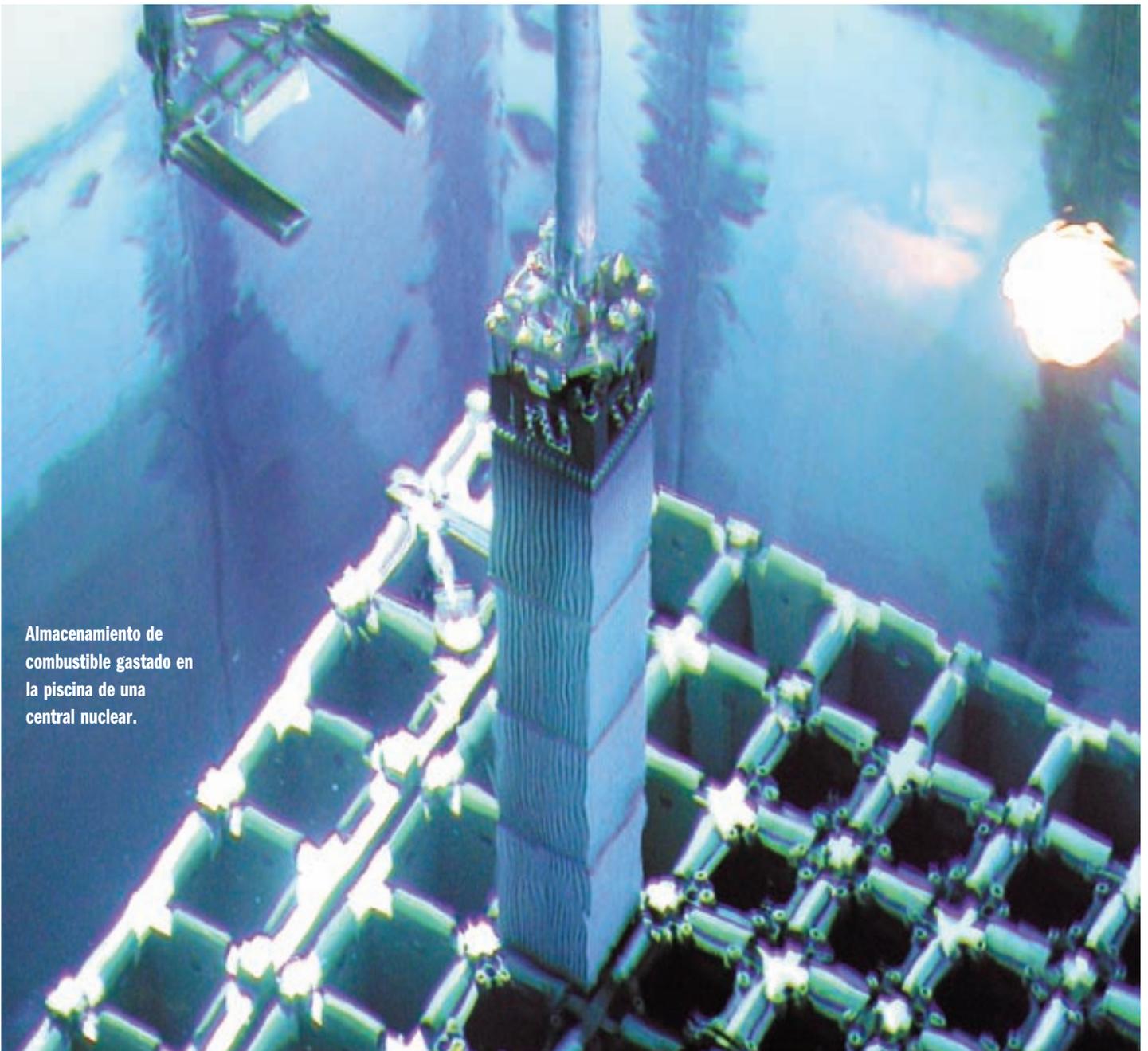
Además, para iniciar la operación, es decir, para poder recibir el combustible gastado y los residuos que van a ser almacenados, es necesario disponer de la Autorización de Explotación que otorga también el MITYC. Requisito previo a esta autorización es que el Consejo de Seguridad Nuclear emita una nueva Apreciación Favorable de la instalación,

tal y como ha resultado implantada, para que incorpore directamente las condiciones que este organismo imponga. También se requiere la Licencia de Actividad del Ayuntamiento, si no se hubiera otorgado en un paso anterior.

Como parte de este proceso, durante la construcción y montaje de la instalación de almacenamiento, y para poder obtener la Autorización de Explotación indicada más arriba, el titular de la instalación deberá haber realizado satisfactoriamente un programa de pruebas, previamente aprobado por la Dirección General de Política Energética y Minas del MITYC, con el informe favorable preceptivo del Consejo de Seguridad Nuclear.

Finalmente, en cumplimiento del Artículo 37 del Tratado de Euratom, antes de poder iniciar las actividades operativas, se requerirá solicitar la opinión de la Comisión Europea, que deberá pronunciarse en un plazo de seis meses desde la presentación de los datos generales del proyecto. ■

La progresiva saturación de las piscinas de las centrales nucleares y el regreso de los residuos de alta actividad ahora almacenados en el Reino Unido y Francia han convertido la construcción de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) en el objetivo prioritario de la gestión de los residuos radiactivos en España. A finales del año 2004, el Congreso de los Diputados instó al Gobierno a iniciar los trabajos precisos para su puesta en marcha. Ese mandato parlamentario recae en última instancia sobre Enresa, que ya remitió un proyecto genérico de ATC al Consejo de Seguridad Nuclear, con capacidad de 6.700 toneladas de combustible gastado y un diseño que permitiría su almacenamiento temporal durante cien años. ■ POR Alberto Aguirre de Cárcer, PERIODISTA.



Almacenamiento de combustible gastado en la piscina de una central nuclear.

El diseño genérico del ATC español, ya aprobado por el Consejo de Seguridad Nuclear, incorpora también un centro tecnológico y de investigación anexo

Pormenores de un proyecto

LA FUTURA CONSTRUCCIÓN DEL Almacén Temporal Centralizado (ATC) es consecuencia directa de la política de gestión del combustible gastado en las centrales nucleares españolas, basada exclusivamente desde el año 1983 en el almacenamiento. El Gobierno optó entonces por el llamado ciclo abierto. A diferencia de Gran Bretaña o Francia, nuestro país descartó totalmente el reprocesamiento del combustible irradiado en los reactores —la opción de ciclo cerrado— para su posterior utilización como combustibles de uranio reprocesado y óxidos mixtos (MOX).

Para hacer frente a esa estrategia nacional basada en el almacenamiento bastó inicialmente con un cambio de bastidores de las piscinas de las centrales nucleares, una operación que se alar-

gó hasta 1997. De esa forma se consiguió incrementar la capacidad de almacenamiento de cada planta nuclear. Sin embargo, la piscina de la central de Trillo (Guadalajara), debido al particular diseño de su reactor, se saturaba en 2002. Fue necesario construir en la misma instalación un ATI (Almacén Temporal Individualizado), integrado hasta la fecha por dieciocho contenedores metálicos, al que se va transfiriendo anualmente parte del combustible gastado generado por esta central. La central de José Cabrera, en Almonacid de Zorita (Guadalajara), que cesó su operación en abril de 2006, tiene su propio almacén temporal para albergar el combustible gastado y permitir así el desmantelamiento de la planta. Este almacenamiento individualizado también es en seco, aunque con una tecno-

logía diferente a la de Trillo, dado que el combustible irradiado de Zorita estará contenido en cápsulas completamente herméticas provistas de soldadura. Las próximas centrales que pueden precisar de acciones complementarias de este tipo son las de Cofrentes (Valencia) y Ascó (Tarragona).

Al problema de la inexorable saturación de las piscinas se suman unos compromisos internacionales que avalan la solución propuesta en 2004 por el Congreso de los Diputados. Por una parte, a partir de 2011 y a lo largo de los cinco años siguientes, deberán regresar de Francia 12 metros cúbicos de residuos de alta actividad y 650 metros cúbicos de media actividad, resultantes del reprocesado del combustible de la central de Vandellós I, que fue enviado a ese país para proceder a su desmantelamiento. En el acuerdo que per-



Contenedores de residuos radiactivos de alta actividad en el almacén temporal construido en la central nuclear de Trillo (Guadalajara).

mitió el traslado y reprocesado del combustible, así como el almacenamiento de los residuos generados en el proceso hasta el año 2010, se fijaron penalizaciones económicas muy elevadas, en torno a 60.000 euros por día, a partir de la fecha fijada para la vuelta de esos desechos radiactivos.

Aunque parte de ese material podría ser reutilizable, las posibilidades de una venta parecen muy complicadas y todo indica que deberá ser almacenado en nuestro país. La instalación de El Cabril (Córdoba) no es una alternativa para estos residuos de Garoña y Vandellós I, porque ese almacén sólo puede albergar residuos radiactivos de media y baja actividad.

El objetivo de Enresa es abordar estos desafíos inmediatos a través de la construcción de un ATC, una apuesta mucho más rentable desde el punto de vista económico, técnico y de seguridad física, que la creación de un almacén temporal en cada una de las centrales españolas. El ATC es, precisamente, el pilar fundamental del VI Plan General de Residuos Radiactivos aprobado por el Gobierno en junio de 2006. No se trata, sin embargo, de una idea recién acuñada, ya que los técnicos de Enresa trabajaron durante 1994 y 1995 en un diseño preliminar de ATC para conocer sus costes aproximados y poder hacer una planificación de cara a su eventual construcción, matiza Álvaro Rodríguez Beceiro, director de Ingeniería de Residuos y Combustibles de Enresa. Hace siete años se inició un estudio genérico de esta instalación basada en un diseño con tecnologías de bóvedas y búnkeres.

Según el diseño genérico aprobado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), el ATC español será una instalación de superficie de manejo industrial que no ocupará más de 20 hectáreas, incluyendo sus edificios auxiliares. Dispondrá de una

gran celda caliente en seco, similar a la utilizada en una de las dos líneas de recepción de combustible gastado de la planta de reprocesamiento de La Hague (Francia), para proceder al acondicionamiento del combustible antes de su almacenamiento. Será totalmente estanca, blindada con gruesos muros de hormigón y ventanas de vidrios plomados.

En el interior del ATC, el combustible gastado y los residuos vitrificados quedarán encapsulados en seis módulos formados por 240 tubos que colgarán suspendidos en dos bóvedas de hormigón. El objetivo de este tipo de almacenamiento, con refrigeración pasiva, es inducir, de la forma más sencilla y natural, el necesario proceso de enfriamiento del combustible a través de la convección del aire que fluirá por el exterior de los tubos. En el ATC también se recibirán residuos de media actividad, que no puedan ser desviados a las instalaciones de El Cabril por sus especiales características y que serán almacenados en búnkeres o naves de hormigón.

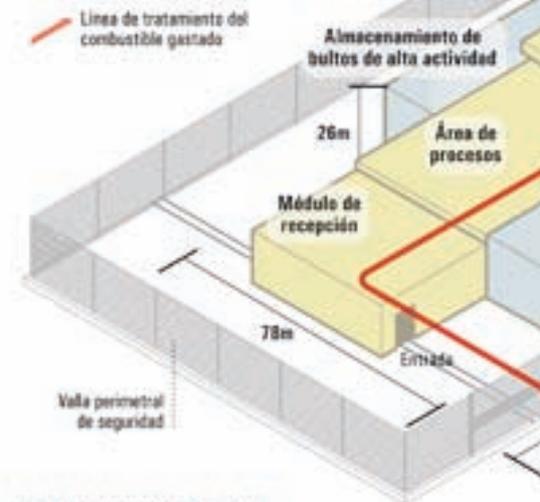
Básicamente, la instalación se dividirá en tres áreas: una primera destinada a la recepción de los contenedores; la segunda, dedicada al acondicionamiento del combustible y el resto de residuos radiactivos, y una tercera, integrada por las bóvedas y los búnkeres, para el almacenamiento de todo el material recepcionado. El almacenamiento en bóvedas es un tipo de tecnología que ya ha sido licenciada y aplicada en diversos países, como Hungría, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña y Holanda.

Desde el punto de vista técnico, el referente internacional más próximo al proyecto español es el Almacén Temporal Centralizado de HABOG (Holanda), aunque sus dimensiones son mucho más pequeñas que las del futuro ATC español. Situado en un polígono industrial,

El futuro ATC español

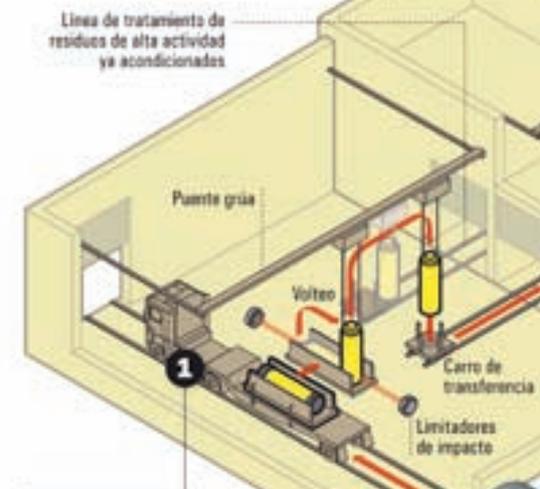
A La instalación

El proyecto de ATC español es un complejo industrial de almacenamiento en seco, en bóvedas de hormigón, de combustible gastado y residuos vitrificados. Su diseño es plenamente adaptable a las singularidades del terreno en el que finalmente se ubique.



B Almacenamiento del combustible gastado

El combustible gastado es encapsulado en tubos de acero inoxidable que cuelgan suspendidos en las bóvedas de almacenamiento. La convección natural del aire que fluirá por el exterior de los tubos lo enfriará.



Recepción de contenedores

El combustible gastado llega al ATC en contenedores de transporte por carretera o ferrocarril. Un puente grúa los descarga, se retraen los limitadores de impacto y se colocan en posición vertical. Un carro de transferencia los traslada al área de procesos.

D Ejemplos internacionales

En los últimos años, la tecnología de almacenamiento con distintos diseños ha sido licenciada e implantada en varios países, entre los que destacan Holanda, Suiza, Reino Unido, Suecia y Francia.



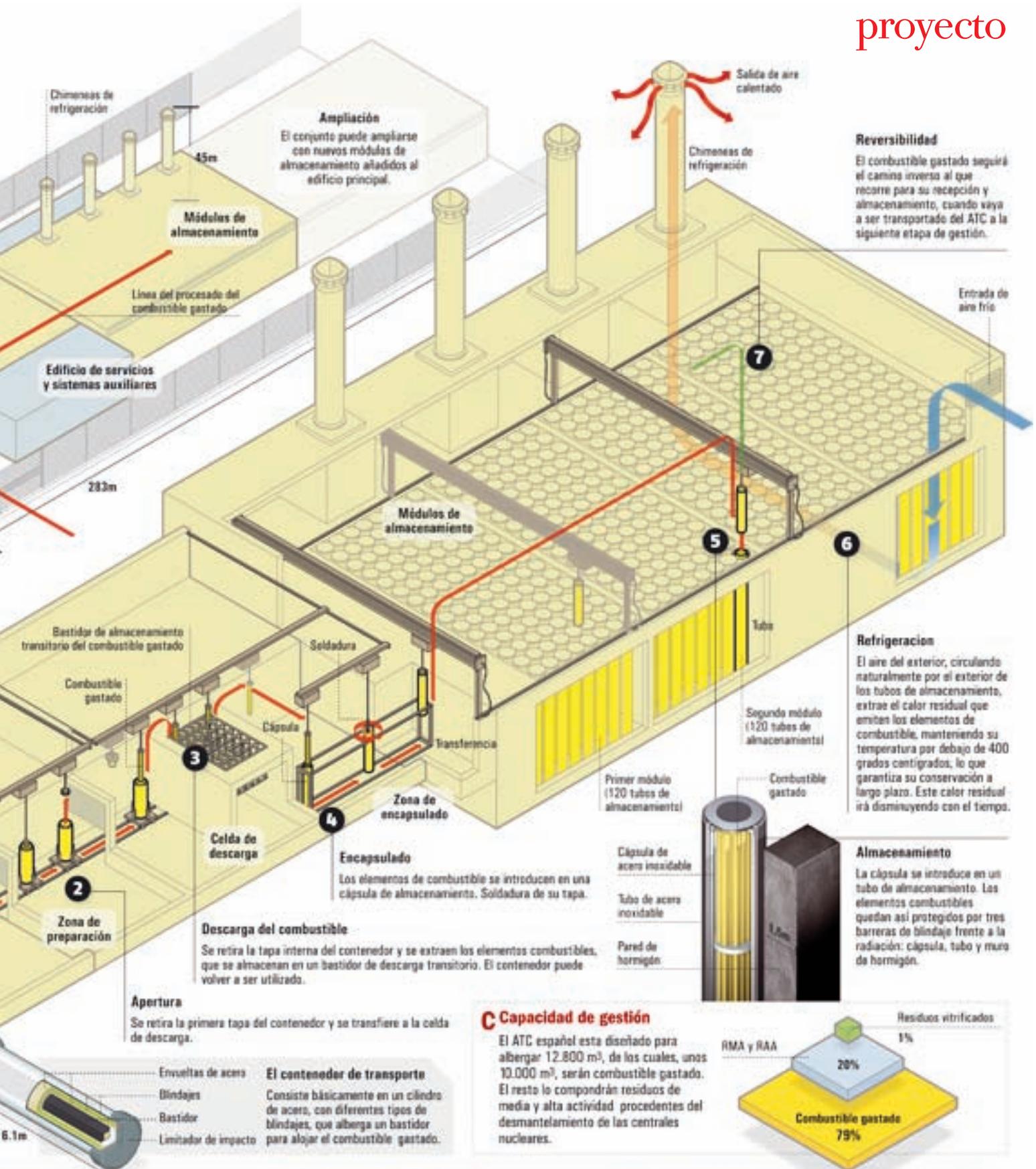
• HABOG (HOLANDA)

COVRA, empresa similar a Enresa, opera un complejo de almacenamiento de RAA en el que se ubica desde 2003 el ATC HABOG, de tipo bóveda. Operará durante 100 años.



• Zwiilag (SUIZA)

Almacena en contenedores los residuos procedentes del reprocesado del combustible irradiado en las centrales suizas y el combustible que no se ha previsto reprocesar.



• Sellafield [R. UNIDO]

Entre otras instalaciones, Sellafield cuenta con planta de reprocesado, piscinas para CG y una instalación tipo mixta para residuos vitrificados de alta actividad.



• CLAB [SUECIA]

La instalación almacena en piscinas toda el combustible gastado de los 12 grupos nucleares existentes en el país. Ha sido ampliada con un segundo almacén.



• La Hague [FRANCIA]

Francia reprocesa el combustible gastado, pero almacena los residuos de alta actividad en el ATC mixto de La Hague, diseñado para funcionar durante 50 años.

Fuente: Enresa. Gráficos: Roguel Ferra Legend.

HABOG está diseñado para almacenar combustible irradiado de dos reactores de investigación y los residuos de alta y media actividad procedentes del reprocesado, en Gran Bretaña y Francia, del combustible de las dos centrales nucleares de Holanda, una de ellas en fase de desmantelamiento. El ATC holandés empezó a funcionar en octubre de 2003 y está diseñado para poder almacenar todos esos residuos radiactivos durante un siglo.

Responsables del Departamento de Ingeniería de Residuos de Alta Actividad de Enresa explican que el diseño del ATC español también está pensado para una vida operativa de cien años. Una de las ventajas de este diseño genérico, aprobado por el CSN en 2006, es que este almacén centralizado será modular para que su capacidad se vaya incrementando por fases, hasta completar una capacidad total estimada en 6.700 toneladas. Según los cálculos de Enresa, la mitad de esos residuos de alta actividad ya han sido producidos en las centrales españolas, que los guardan en sus piscinas de almacenamiento. Desde el punto de vista de la seguridad física, obviamente es preferible un ATC que siete almacenes temporales en los emplazamientos de las centrales nucleares. También es una solución económicamente mucho más atractiva, porque la opción de los almacenes en cada central exigiría una inversión al menos tres veces superior. Con el ATC, según apuntan desde Enresa, se dispondrá además de la posibilidad de abrir e inspeccionar el contenido del material almacenado en caso de que el organismo regulador solicite conocer cuál es el estado de los residuos radiactivos a lo largo del tiempo. A esas ventajas se suma el carácter reversible de la instalación: el combustible gastado y los residuos podrán seguir el camino inverso al que recorren para su recepción y almacenamiento en el supuesto de que se decida, en el futuro, transportarlos a un Almacén Geológico Profundo (AGP) o a otro destino para su gestión definitiva.

El *talón de Aquiles* del ATC, frente a la opción de siete almacenes, es el transporte del combustible irradiado y de los resi-

duos radiactivos desde los siete emplazamientos nucleares dispersos por el territorio nacional. El transporte en camiones por carretera o en vagones por ferrocarril son las dos opciones posibles, siendo la segunda la más deseable desde el punto de vista técnico. Dependerá del emplazamiento del ATC el desarrollo de un plan de transportes, que se estima en 25 a 35 desplazamientos al año para asegurar un flujo constante a un ritmo que permita su correcta recepción y acondicionamiento en este almacén centralizado. El CSN deberá homologar los contenedores de transporte y fijar las condiciones que garantizan su seguridad, pero será Enresa la institución que elabore el plan de traslado de los residuos, en función de las infraestructuras disponibles una vez sea seleccionado el enclave del ATC.

En principio está previsto que unas 150 personas de alta cualificación técnica trabajen en esta instalación, aunque durante la fase de construcción se prevé la participación de hasta 500 trabajadores diarios. La inversión estimada es de 700 millones de euros a lo largo de las distintas fases del proyecto, incluyendo la construcción del almacén.

Con la entrega del diseño genérico del ATC al CSN, los técnicos de Enresa han agilizado los plazos administrativos necesarios para la construcción de esta instalación; una tarea que podría llevarse a cabo en un plazo de dos años y medio, según las previsiones más optimistas, o en tres o cuatro años, de acuerdo con los cálculos más realistas, dada la gran envergadura de esta obra civil. El diseño de detalle del ATC no podrá realizarse hasta que Enresa disponga de un emplazamiento autorizado. Aunque se trata de una instalación industrial cuyo enclave no precisa de condiciones especiales —puede estar en la costa o en el interior del país—, obviamente el diseño definitivo tendrá que adaptarse, por ejemplo, a las condiciones geológicas, meteorológicas y de infraestructuras del lugar elegido.

Una de las grandes novedades de este proyecto, que lo dota de un carácter pionero en España en el área de la gestión de todo tipo de residuos, reside en que la decisión del emplazamiento se tomará



“de abajo a arriba”. Según Jorge Lang-Lenton, director de la División de Administración de Enresa, la idea es que el emplazamiento no sea impuesto, sino que sea el resultado de un “debate bajo los principios de voluntariedad, transparencia e información”. La inspiración de esta estrategia es un programa europeo de I+D de carácter social, llamado COWAM, que se ha utilizado en el proceso para implicar a los alcaldes y asociaciones representativas de los municipios en la toma de decisiones para la selección de los emplazamientos de los almacenes de residuos radiactivos. En la estela de esta experiencia europea surgió COWAM España, una iniciativa que es liderada por AMAC (Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares).

Con este proyecto, explica Lang-Lenton, se ha buscado garantizar la convergencia de los aspectos más importantes para la selección del emplazamiento del



Manipulado de un contenedor de residuos radiactivos de alta actividad.

ATC: la democracia local —puesta en marcha de mecanismos de debate y participación pública—, la implicación de las instituciones —comunidades autónomas, CSN, instituciones locales, etcétera— en la resolución de una necesidad nacional, y la sostenibilidad de la comarca donde quedará ubicado este almacén de residuos radiactivos. “COWAM España garantiza, en última instancia, la calidad del proceso de toma de decisión. Nos va a decir cómo decidir el emplazamiento del ATC. Luego se decidirá dónde a partir de los municipios que voluntariamente estén dispuestos”, puntualiza Lang-Lenton. Fruto de las conclusiones del programa COWAM, en junio de 2006 se creó una Comisión Interministerial que será la encargada de elevar al Gobierno una propuesta ordenada de municipios que reúnen las características para albergar el ATC y que hayan presentado su candidatura volun-

tariamente. A partir de entonces se abriría todo el proceso de licenciamiento administrativo que es preceptivo para iniciar la construcción.

Enresa tiene previsto acompañar el ATC de un centro de investigación básica y aplicada donde se evaluarán nuevos procesos y materiales para mejorar la gestión de esos residuos, así como sistemas de tratamiento y reducción de volumen del combustible gastado, como la separación y la transmutación. Según Álvaro Rodríguez Beceiro, director de Ingeniería de Residuos y Combustibles de Enresa, se pretende no perder de vista la evolución de nuevas tecnologías, como la transmutación, cuyo objetivo es reducir la radiotoxicidad del combustible gastado, así como su volumen, de cara a su posterior almacenamiento. Por el momento, los costes de este sistema son todavía muy elevados. Actualmente existen varios proyectos europeos sobre transmu-

tación y programas nacionales importantes en Francia y Japón. Con su participación en esta área de investigación, Enresa quiere asegurarse el acceso a conocimientos técnicos que serán útiles para que el Parlamento y el Gobierno puedan decidir en el futuro si esta tecnología es capaz de ofrecer un rendimiento apreciable a un coste razonable.

En el Centro Tecnológico asociado al ATC, que contaría con una inversión estimada de 50 millones de euros y una plantilla permanente de 30 investigadores, al margen de un número variable de becarios, no se descarta la creación de una instalación experimental para la transmutación de residuos radiactivos de larga vida.

Con la construcción del ATC se podrá además afrontar sin agobios la posibilidad de buscar una solución definitiva a la gestión del combustible gastado y los residuos radiactivos de alta actividad: un Almacenamiento Geológico Profundo (AGP). Durante los últimos veinte años, Enresa ha realizado una labor intensa en ese campo, con numerosos estudios geológicos del territorio nacional y análisis sobre el comportamiento fisicoquímico de los residuos radiactivos en distintos tipos de formaciones. La información reunida demostró que el AGP es una tecnología viable y segura. Ahora, con el punto de mira centrado en el ATC, el objetivo de los técnicos es recopilar todos los datos reunidos y observar con atención la evolución de los proyectos que ya han puesto en marcha otros países con presupuestos que rondan los 12.000 millones de euros por AGP. Según los expertos españoles, el AGP es una solución que, por cuestiones éticas, siempre habrá que valorar si no se quiere dejar a las generaciones futuras un indeseable legado. Además, incluso si funcionara la transmutación, hará falta un almacén definitivo para los residuos radiactivos. El interrogante que se dilucidará durante las próximas décadas es si será necesario que cada país disponga de su propio AGP o si la comunidad internacional debería optar por almacenes geológicos regionales que permitan abaratar los costes de esta solución final. ■

HABOG, el Almacén Temporal Centralizado de Holanda, funciona desde 2003 y ha servido de modelo para el proyecto español

HABOG, el ATC de referencia

Desde hace siete años, el área industrial de Vlissingen-Oost, al suroeste de Holanda, acoge el Almacén Temporal Centralizado de Holanda HABOG que ha servido de referencia para el diseño del proyecto genérico de la instalación española. Profundizar en el concepto del almacenamiento holandés, tipo bóveda, y en la experiencia de más de un lustro de actividad de esta instalación permite establecer paralelismos. El director general de COVRA –la agencia de gestión de residuos holandesa–, Hans Codée, responde en una entrevista, a interrogantes derivados de esta actividad. Además, políticos y periodistas españoles que han tenido la ocasión de conocer la instalación holandesa exponen sus impresiones. ■



Holanda ha optado por una estrategia de almacenamiento temporal centralizado (ATC) para gestionar la totalidad de los residuos radiactivos producidos en el país, como paso previo a su almacenamiento definitivo en una formación geológica profunda. La agencia nacional COVRA, con funciones similares a las de Enresa, opera un complejo en la zona industrial de Vlissingen-Oost, al suroeste del país, cerca de la central nuclear de Borssele, dentro del cual se encuentra la instalación de almacenamiento temporal centralizado HABOG, acrónimo de edificio para el tratamiento y almacenamiento de residuos de alta actividad, en operación desde 2003. ■ POR **Elena Vico**, ENRESA.

Holanda ha elegido el almacenamiento temporal centralizado como estrategia de gestión para todos sus residuos radiactivos

HABOG, el ATC holandés

HOLANDA DISPONE DE DOS CENTRALES nucleares: una equipada con un reactor de agua a presión de 480 MWe en Borssele, todavía en operación; y otra, con un reactor de agua en ebullición de 60 MWe, en Dodewaard, que fue parada definitivamente en 1997 y que está ahora en fase de desmantelamiento. Existen además dos reactores de investigación: uno de alto flujo en el Centro Común de Investigación de Petten, y otro ubicado en la Universidad Técnica de Delft.

Las empresas eléctricas titulares de las centrales nucleares han decidido reprocesar el combustible irradiado del reactor de Dodewaard en las instalaciones de Sellafield, en el Reino Unido; y el de Borssele, en Cap La Hague, Francia. Los residuos provenientes de estas operaciones han de retornar a



Principales instalaciones nucleares de Holanda.

Holanda de acuerdo con los respectivos contratos suscritos con las empresas BNFL y AREVA.

Respecto al combustible irradiado procedente de los reactores de investigación, una parte ha sido enviado a EEUU, en tanto que de la otra parte, generada a partir de 1998, ha de hacerse cargo el Estado holandés.

Política de gestión

La política definida en Holanda para todos los tipos de residuos radiactivos es el Almacenamiento Temporal Centralizado a largo plazo, seguido de un almacenamiento definitivo en una formación geológica profunda. Varios son los factores que han influido en la definición de esta política; entre otros, cabe mencionar los siguientes:

— Imposibilidad de utilizar instalaciones cercanas a superficie para el almacenamiento definitivo de residuos de baja y media actividad, por el alto



Vista aérea de la zona industrial donde se encuentra la instalación HABOG, dedicada al almacenamiento temporal centralizado de residuos de alta actividad.

nivel de la capa freática en todo el territorio.

— Existencia en la actualidad de un volumen pequeño de residuos.

— Mayor confianza de la sociedad holandesa en la vigilancia y control de una instalación de almacenamiento temporal.

Se ha considerado que un periodo de 100 años es un tiempo razonable para la gestión temporal del combustible, teniendo en cuenta los requisitos financieros y de vigilancia, el volumen de residuos y la evolución de las tecnologías y de las posibles soluciones regionales o internacionales.

Por lo tanto, la estrategia planteada consiste en almacenar los residuos durante un

periodo de 100 años en instalaciones de superficie, y preparar durante este tiempo las condiciones financieras, técnicas y sociales que permitan acometer en el futuro el almacenamiento definitivo de todos los residuos generados en el país.



Detalle del ramal que conecta HABOG con la red ferroviaria.

Almacenamiento centralizado: la instalación HABOG

La Organización Central de Residuos Radiactivos (COVRA), una empresa estatal con funciones similares a las de Enresa en España, opera una instalación de Almacenamiento Temporal Centralizado en la zona industrial de Vlissingen-Oost, al suroeste del país, cerca de la central nuclear de Borssele. El emplazamiento tiene una superficie de 25 hectáreas, en las que se sitúan varias instalaciones para albergar los distintos tipos de residuos radiactivos, entre las que se encuentra la instalación HABOG (acrónimo neerlandés de Edificio para el Tratamiento y Almacenamiento



Emplazamiento de HABOG en el municipio de Borssele, antes de su construcción.



Construcción del Almacén Temporal Centralizado holandés.

de Residuos de Alta Actividad), que entró en funcionamiento en septiembre de 2003.

HABOG está diseñado para almacenar el combustible irradiado de los dos reactores de investigación existentes en el país, los residuos de alta y media actividad procedentes del reproceso en el Reino Unido y Francia del combustible irradiado de las dos centrales nucleares, así como los residuos de alta y media actividad procedentes del centro de investigación de Petten.

La instalación de HABOG consta de una zona de recepción, otra de manipulación y acondicionamiento, y otra propiamente de almacenamiento. Estas últimas están divididas en dos compartimentos: uno de tipo búnker, para el almacenamiento de bidones y otros bultos con residuos acondicionados de media actividad, y otro, de tipo bóveda, para los residuos de alta actividad (vidrios) y el combustible gastado de los reactores de investigación. El primer compartimento no requiere ventilación adicional, debido al tipo de residuos

almacenados, no generadores de calor; el segundo, por su parte, está diseñado para disipar, mediante convección natural, el calor de decaimiento emitido por los residuos depositados en pozos verticales.

Las instalaciones han sido concebidas y diseñadas de acuerdo con los siguientes principios de seguridad operacional en relación con las funciones de aislamiento, control y vigilancia:

— *Aislamiento*: confinar el combustible irradiado y los residuos radiactivos, de modo que existan siempre dos barreras que impidan la liberación de material radiactivo almacenado y proporcionen blindajes adecuados para proteger a los trabajadores y al público de las radiaciones emitidas por el material almacenado.

— *Control*: garantizar la subcriticidad del combustible irradiado —es decir, que no se produzca una reacción nuclear en cadena autosostenida— en cualquier condición normal, anormal o de accidente postulado; mantener la adecuada capacidad de evacuación del calor generado

por los residuos almacenados, y disponer de medios adecuados de manejo del combustible irradiado y los residuos de los pozos de almacenamiento.

— *Vigilancia*: controlar mediante inspecciones y/o mediciones el confinamiento de los pozos de almacenamiento, su temperatura y la capacidad de blindaje de la instalación.

Estos principios de seguridad operacional se han tenido en cuenta en el diseño de la instalación del siguiente modo:

— La presencia de al menos dos barreras de confinamiento entre los residuos o el combustible irradiado y el medio ambiente se logra mediante componentes pasivos, construcciones y materiales, tales como la matriz de inmovilización, las cápsulas y pozos de almacenamiento, y los propios edificios.

— Los muros exteriores tienen un espesor de 1,7 metros de hormigón, lo cual proporciona un blindaje eficaz para las fuentes de radiación almacenadas.

— La instalación ha sido diseñada para soportar 15 accidentes postula-



Inauguración de HABOG por la reina Beatriz de Holanda en septiembre de 2003.

dos base de diseño y para prevenir sus posibles consecuencias para la población y el medio ambiente. Estos sucesos incluyen inundaciones, fuegos, explosiones en el interior y exterior de la instalación, terremotos, huracanes, etcétera. El diseño garantiza que ninguno de estos accidentes supondría un impacto radiológico apreciable en el exterior.

— Una disposición geométrica y la utilización de determinados materiales garantizan un factor de multiplicación neutrónica (k_{eff}) inferior a 0,95 en cualquier condición.

— La refrigeración permanente del combustible irradiado y los residuos de alta actividad se garantiza mediante el uso de un sistema pasivo por convección natural.

— La instalación dispone en todo momento de un compartimento de almacenamiento de repuesto para cada tipo de residuos.

El complejo está diseñado para almacenar de forma segura el combustible irradiado de los reactores de investi-

gación y los residuos de media y alta actividad durante un periodo de 100 años. El diseño básico se completó a mediados de 1995 y el de detalle un año después, comenzando la fase de contrataciones en mayo de 1997. La construcción se inició en 1999 y la licencia de operación se obtuvo en septiembre de 2003, inaugurándose oficialmente el 30 de ese mismo mes.

Proceso de selección del emplazamiento

El proceso de búsqueda del emplazamiento fue establecido por el Gobierno y posteriormente aprobado por el Parlamento. En primer lugar, se seleccionaron posibles ubicaciones teniendo en cuenta criterios basados en la disponibilidad de infraestructuras adecuadas, industrialización de la zona, y aceptación voluntaria por parte del municipio. Los criterios fueron definidos por una comisión de altos cargos públicos creada a tal fin, y el acercamiento a las autoridades locales se realizó conjuntamente por miembros de la comisión, la Adminis-

tración y COVRA. Con estos criterios, la comisión seleccionó doce potenciales emplazamientos.

Para poder trabajar con los municipios y facilitar las negociaciones, COVRA preparó un estudio de impacto ambiental genérico de una instalación con las características proyectadas. Esta evaluación no estaba ligada a ningún enclave específico y se realizó con el objetivo de demostrar a las autoridades locales la inocuidad del proyecto.

Como resultado, dos de los doce municipios preseleccionados se mostraron eventualmente interesados en acoger la instalación. De ellos, COVRA seleccionó el área de Sloe, en el suroeste del país, por las condiciones económicas requeridas por el otro municipio y por la proximidad a la central nuclear de Borssele. Entonces se realizó un estudio de evaluación de impacto ambiental específico para el emplazamiento de Sloe y se siguieron los trámites de licenciamiento comunes a otras instalaciones nucleares, según el procedimiento administrativo holandés. ■



Hans Dirk Krijn Codée nació en Holanda en 1948 y se doctoró en Ciencias Químicas por la Universidad de Leyden. Inició su carrera profesional como investigador en 1974, estudiando los efectos de las radiaciones de alta energía en las sustancias orgánicas simples, en interacciones del orden del nanosegundo, en el reactor de investigación de Delft (Holanda). Posteriormente, a partir de 1978, trabajó en la gestión de residuos radiactivos para la Administración de su país, y en 1985, tras crearse COVRA, la empresa holandesa que realiza esta gestión, pasó a trabajar en ella, como director de proyecto y, desde 1994, como director general.

■ POR **Ignacio F. Bayo**, DIVULGA.

Hans Codée, director general de COVRA, la agencia holandesa de gestión de residuos radiactivos propietaria de HABOG

“Cuando se inició la construcción de nuestro Almacén Temporal Centralizado desaparecieron las protestas”

— *¿Cuándo inició COVRA sus actividades?*

— COVRA se creó en 1982 e inició sus actividades en 1984, en el emplazamiento de Petten. Yo me incorporé en 1985 como experto en protección radiológica y fue entonces cuando hubo que iniciar el proceso de selección de emplazamientos, licenciamiento y diseño de las instalaciones. En 1989 nos trasladamos a Borssele y yo fui el responsable de la construcción de esta instalación.

— *¿Qué tipo de instalación tienen allí?*

— Primero fue una instalación para tratamiento de residuos de baja y media actividad y para su almacenamiento. Se trata de instalaciones comparables a las de El Cabril, con sistemas automáticos que encapsulan los residuos en cemento. Luego, en 1994, empezamos el proyecto HABOG, al que hubo que dedicar mucho tiempo por los problemas de licenciamiento derivados de la fuerte oposición que tuvimos, especialmente de Greenpeace.

— *¿Hubo también oposición social?*

— Sí, pero el problema se centró en la forma de conseguir la licencia. Hubo una demanda judicial que tuvo éxito ante la Corte Suprema, lo que obligó a iniciar de nuevo todo el proceso.

— *¿Cómo era ese proceso?*

— La licencia fue otorgada por el Ministerio de Medio Ambiente, el de Asuntos Económicos y el de Asuntos Sociales. Los opositores decían que tenía que estar firmada también por el Ministerio de Asuntos Exteriores, por sus repercusiones internacionales, por el Ministerio del Agua y por el de Agricultura, porque podía haber impacto en sus ámbitos de actuación... Todo fue un error administrativo de las autoridades que concedieron la licencia, y la Corte Suprema decidió que firmaran también otros ministerios.

— *Y lo consiguieron, ¿no?*

— Fue complicado. Por entonces hubo un cambio de Gobierno que revisó la ley de la energía nuclear, concretamente el proceso de licenciamiento. No obstante, no tuvimos que modificar nuestros planes, ya que se respetó

el mismo procedimiento de licenciamiento anterior, pero todo eso produjo un enorme retraso en la puesta en marcha.

— *¿Qué pasó con la oposición social?*

— Desapareció. Al empezar la construcción no hubo ni protestas ni manifestaciones, nada de nada.

— *¿Cómo fue el proceso de construcción?*

— Se inició en 1999, con cinco años de demora, dedicados a resolver el problema de la licencia. Sin embargo, para ser sincero, ese retraso nos permitió mejorar el proyecto, ya que durante ese tiempo tuvimos mucha gente trabajando en el diseño completo de la instalación, pensando cómo íbamos a resolver todos los detalles. La construcción duró hasta 2002 y luego tuvimos todo un año para poner en orden los procedimientos, entrenar a la gente y asegurarnos de que todo funcionaba correctamente. La inauguración se realizó en septiembre de 2003, y en noviembre de ese año llegaron los primeros residuos de alta actividad.

— *¿Se sienten pioneros en esta fórmula de afrontar el problema?*

— Somos pioneros en cuanto al almacenaje a largo plazo, porque la instalación tiene prevista una vida de 100 años como mínimo. En algunos países hay instalaciones pensadas solamente para unas decenas de años (30 o 40 años), pero nosotros hemos sido los primeros en decir claramente que es para 100 años, lo que significa pasar por encima de tres generaciones.

— ¿Y no significa también dejar el problema para esa siguiente generación?

— No. Tenemos todos los elementos en el sistema. Los residuos estarán almacenados con total seguridad durante 100 años, y nos aseguramos de que haya un plan para una solución definitiva y de que el dinero esté disponible. Lo que queda para el futuro es la elección de la forma de ejecución del plan. Sólo tienen que hacer la parte práctica.

— Para diseñar y construir la instalación de HABOG, ¿se basaron en experiencias de otros países o partieron de cero?

— Estudiamos las experiencias existentes en todo el mundo, especialmente en Francia, que dispone de una larga trayectoria de desarrollos técnicos. De hecho, nos basamos en la tecnología SGN —actualmente AREVA— francesa. Pero hubo muchos aspectos en los que recurrimos a expertos nacionales. El hormigón, por ejemplo, fue fabricado por una compañía holandesa, porque conocen mejor las características que debe cumplir este material para hacer frente a una posible inundación, un tema sobre el que existe un gran conocimiento en nuestro país.

— ¿Cuáles fueron los principales problemas que tuvieron que resolver?

— Muchas pequeñas cuestiones en aspectos técnicos, materiales, control automático... El principal problema fue conseguir un control de alta calidad durante más de cien años.

— ¿Tienen almacenados residuos de alta actividad en HABOG?

— Tenemos residuos procedentes del reprocesado del combustible gastado en el Reino Unido y Francia que están regresando en forma vitrificada, y también combustible gastado procedente de los dos reactores de investigación que hay en Holanda, uno en Petten y otro en Delft.

— ¿Y los están almacenando ya?

— Sí, tanto residuos que generan calor, que se almacenan en grandes contenedores, como los procedentes del reprocesado.

— ¿Por qué decidieron juntar en una misma instalación los residuos de alta actividad con los de baja y media?

— Es más eficiente.

— Pero necesitan tratamientos diferentes...

— Sí, pero hay muchos elementos en común. Necesitan el mismo tipo de personal técnico, la misma organización de control... Teniendo en cuenta el reducido volumen de residuos totales que tenemos habría sido mucho más difícil tener dos emplazamientos, porque habría significado mucho más personal y sistemas de control.

— ¿Cómo describe la convivencia de HABOG con la población y la industria local tras siete años?

— A nivel operativo existe una buena red de información entre las industrias locales. Por un lado, cada industria trabaja en su negociado día a día, pero desde que están en el área industrial de Vlissingen-Oost tienen puntos de interés comunes, como campañas promocionales, mejora de infraestructuras, posibilidad de servicios portuarios, formación de personal, temas ambientales en medición del ruido, cooperación en planes de emergencia, etcétera. Por otro lado, la relación con la población es también positiva. Siempre destaco que la propia reina Beatriz fue la encargada de inaugurar la instalación, y los niños de una escuela local hicieron una representación del desarrollo de la técnica que se emplea en HABOG. La población estuvo muy implicada en este

magnífico evento de inauguración y muchos de esos niños aún recuerdan la experiencia de hablar con la Reina. Además, dentro de nuestras posibilidades, apoyamos las fiestas locales y nuestros empleados son gente de la zona; en mi opinión, los mejores embajadores a la hora de explicar a los vecinos en qué consiste su trabajo.

— Y respecto al transporte de residuos hasta HABOG, ¿cómo se ha desarrollado en estos años?

— En total hemos recibido 25 transportes por barco hasta la fecha. El pri-

“Es muy difícil controlar adecuadamente veinticinco AGP en la Unión Europea”

— La instalación de HABOG les permite disponer de tiempo suficiente para encontrar la solución adecuada para los residuos de alta actividad, pero imagino que tienen ya un plan de partida, ¿no?

— La idea básica sigue siendo un almacenamiento geológico profundo, en formaciones de sal o de arcilla.

— ¿Tienen formaciones geológicas adecuadas en Holanda?

— Tenemos formaciones adecuadas, y lo sabemos porque se han realizado estudios que lo confirman, tanto en estructuras de sal como de arcilla. La solución está disponible y los planes están ahí, pero la cantidad de residuos

mero de ellos, una carga de residuos procedente del reproceso de la central nuclear de Borssele, que venía de Francia, atrajo a un pequeño grupo de activistas de Greenpeace. En cuanto la prensa contó la historia y tomó las fotografías, las protestas terminaron.

— ¿Cree que su experiencia podría ser aprovechada por otros países, como España?

— Ciertamente. Y creo que no hay nada que sea perfecto al cien por cien. Siempre se puede aprovechar la experiencia ajena para mejorar.

— ¿Tienen algún tipo de colaboración en este sentido con Enresa?

— No, al menos no hemos llegado a tener un acuerdo firmado, pero hay exce-

lentes relaciones y estamos abiertos a la realización de encuentros sobre temas específicos y a las visitas. No somos una empresa comercial y estamos dispuestos a compartir nuestra experiencia.

— *¿Ha tenido ocasión de conocer las instalaciones que Enresa gestiona en España, concretamente El Cabril o la central nuclear en desmantelamiento de Vandellós I, en Tarragona?*

— Sí, he realizado distintas visitas tanto a El Cabril como a Vandellós. En Europa, las agencias de gestión de residuos radiactivos se reúnen dos veces al

— Nosotros no pagamos nada a los municipios donde nos instalamos. Estamos dentro de un grupo de industrias y pagamos el mismo tipo de impuestos que muchas de ellas, como una refinería o una planta química. ¿Por qué debería pagarse por una instalación nuclear y no por otras muchas? En la aceptación de este tipo de cuestiones influye mucho el aspecto cultural, al carácter que define al protestantismo holandés.

— *¿Se ha establecido alguna empresa más en Vlissingen-Oost desde que HABOG comenzó su actividad?*

ciación y nosotros hemos participado en el diseño del programa de investigación.

— *¿Han abordado en COVRA el desmantelamiento de algún reactor?*

— La planta de Dodewaard, una pequeña central nuclear situada en el centro de Holanda, está parada definitivamente y se ha decidido no desmantelarla por ahora y mantenerla con las debidas garantías de seguridad durante 40 años. No está claro quién llevará a cabo el desmantelamiento. Mi punto de vista es que debe hacerlo COVRA,



J. FERNÁNDEZ

que tenemos es tan pequeña que podemos esperar esos 100 años para investigar y

desarrollar otras técnicas o llegar a tener una instalación conjunta con otros países.

— *Dentro de un siglo puede que exista un almacenamiento geológico para todos los países de la Unión Europea, ¿no?*

— Es difícil plantearlo en la actualidad; nadie quiere oír hablar de ello, pero lo cierto es que cada vez es más necesario un control internacional sobre este tipo de instalaciones, especialmente por las amenazas terroristas. Si tienes 25 almacenamientos geológicos en la Unión Europea es muy difícil controlarlos adecuadamente, o al menos es mucho más fácil controlar dos

o tres. Es mejor también para el medio ambiente, porque si se conjugan los esfuerzos se pueden alcanzar estándares más altos. Cuando se crea una instalación conjunta no sólo existe un control internacional por parte del OIEA, sino también de los países involucrados.

— *¿Sería necesario crear un organismo comunitario de control de la seguridad nuclear en toda Europa?*

— Sí, porque es necesario homologar los estándares y que sean lo más altos posible. ■

año y se aprovecha para conocer las instalaciones que hay en cada país, ya que es una forma perfecta de aprender de la experiencia de los demás. Las buenas relaciones entre Enresa y COVRA desde mediados de los años ochenta se han traducido además en diferentes visitas.

— *¿Cómo seleccionaron ustedes el lugar del emplazamiento?*

— Fue relativamente sencillo. Empezamos con doce lugares y llegamos a seleccionar dos de ellos, en la zona de Borssele, porque allí hay una central nuclear y eso hace que sean bastante positivos, o al menos neutrales, en estos asuntos. No hubo problemas.

— *¿Qué aportaciones económicas o inversiones realizan en la zona elegida?*

— Por supuesto que se han establecido nuevas compañías en esta área industrial en estos últimos siete años. La presencia de HABOG no ha mermado la presencia de nuevas empresas en la zona.

— *¿Investigan en transmutación de residuos, directamente o en colaboración con otras instituciones?*

— Sí, en el emplazamiento de Petten se está investigando bastante en algunos isótopos importantes, como el plutonio procedente del reprocesado o el americio. Llevan cinco años investigando, en colaboración con la Universidad Técnica de Trenton y la de Lovaina.

— *¿Cuál es su participación?*

— El Gobierno corre con la finan-

pero todavía se está discutiendo sobre la implicación que tendremos y la financiación para llevarlo a cabo.

— *¿Cree que en el futuro habrá nuevas centrales nucleares en Europa?*

— Tenemos la ventaja de disponer de grandes depósitos de gas natural que puede ser utilizado para generar electricidad, pero es una materia prima muy valiosa, y con la discusión en torno al cambio climático, la gente en Holanda está cada vez más preocupada. Necesitamos hacer algo antes de que la energía solar nos lleve a la solución sostenible, porque pasarán varias decenas de años antes de que eso sea posible. Hay una tendencia en la gente a aceptar mejor la opción de la energía nuclear. ■



Políticos, alcaldes, ediles, periodistas y líderes de opinión españoles han tenido ocasión de conocer la instalación HABOG de almacenamiento temporal de combustible gastado, en operación en Holanda desde 2003. Este centro ha servido de referente tecnológico para el que se construirá en nuestro país y proporciona una imagen de cómo funciona una instalación de almacenamiento temporal de combustible gastado. Aprovechando su visita, algunos de estos parlamentarios y comunicadores han querido escribir en *Estratos* una crónica de su experiencia en la que aportan, a lo largo de las siguientes páginas, su visión personal de este tipo de instalaciones, así como impresiones de las actividades que se llevan a cabo en HABOG y de la vida alrededor. ■

Dos políticos y cuatro periodistas narran la experiencia de su visita a la instalación de almacenamiento temporal HABOG en Holanda

Crónicas desde un ATC

COMO MIEMBRO VETERANO de la Comisión de Industria del Congreso de los Diputados, yo ya conocía Enresa y las labores desplegadas por esta empresa pública en cumplimiento de las funciones que tiene encomendadas.

Así, he participado, siempre, en la Ponencia que estudia el informe anual del Consejo de Seguridad Nuclear, Ponencia en la que, por regla general, ha comparecido el presidente de Enresa y ha suministrado la información que, desde los diferentes grupos parlamentarios, se le ha solicitado.

Precisamente fue en esta Ponencia, en el año 2004, cuando todos los grupos políticos consensuamos una resolución que hacía referencia a la necesidad de disponer en España de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) para una mejor gestión del combustible irradiado de nuestras centrales nucleares.

Una solución consensuada

Javier Gómez Darmendrail, diputado del Grupo Parlamentario Popular.

Como consecuencia de ello, el presidente de la Comisión de Industria nos pro-



Javier Gómez Darmendrail.

puso realizar una visita a una instalación europea que se considera de referencia, co-

mo es la de HABOG, en Holanda.

He de reconocer que el día y medio del que dispusimos para hacer el viaje fue absolutamente instructivo. Pude observar cómo la alta tecnología se aunaba con la sencillez de concepto, a la vez que se evidenciaba una absoluta seguridad radiológica para los visitantes, los trabajadores y la población del entorno.

El concepto de almacenamiento de residuos de alta actividad que se utiliza en la instalación de HABOG es similar al que propone Enresa en su proyecto. Los residuos están perfectamente aislados en contenedores especiales de acero, dispuestos en una nave con la temperatura adecuada, ventilación por

convección y medidas de seguridad estrictas pero normales.

La mejor prueba de lo que digo es que esta instalación se encuentra en un polígono industrial conviviendo con otras actividades, sin que esto suponga ningún problema para la zona.

Espero que el procedimiento de selección del emplazamiento en nuestro país, arbitrado por la Comisión Interministerial constituida a instancias del Congreso de los Diputados, dé sus frutos y podamos decir que entre todos hemos llegado a una solución importante para la gestión a medio plazo de los residuos radiactivos de alta actividad, dado que el ATC proporcionará un margen de tiempo muy amplio —décadas— para que la ciencia y la tecnología puedan ofrecer, al final de este periodo, soluciones de minimización de los residuos y de disposición final de los mismos. ■

ACTUALMENTE, EN EL Estado español, el combustible nuclear gastado, generado durante la operación de las centrales nucleares, se encuentra almacenado temporalmente en las piscinas de las propias centrales nucleares a la espera de su gestión como residuo radiactivo.

En mi opinión, el debate que se ha producido en el pasado reciente, y que con toda probabilidad se generará en el futuro inmediato sobre las necesidades energéticas que tiene nuestro país, sobre el *mix* energético más adecuado, y sobre la necesidad de seguir contando o no con la participación de la energía nuclear en la generación eléctrica, se está entrecruzando con la cuestión de qué hacemos con el combustible utilizado en las centrales nucleares actualmente en funcionamiento y con los residuos de alta actividad.

Desde mi punto de vista, hay que gestionar la realidad, y la realidad hoy es también gestionar correctamente los residuos que se han generado y los que se generarán du-

Gestionar la realidad

Jordi Terrades i Santacreu, secretario de Medio Ambiente del Partido Socialista de Cataluña (PSC) y portavoz de Medio Ambiente y Energía del PSC en el Parlamento de Cataluña.

rante la vida útil de las centrales. Así, la solución integral de gestión del combustible nuclear irradiado pasa, en mi opinión, por la construcción,



Jordi Terrades i Santacreu.

en el territorio del Estado, de una instalación de Almacenamiento Temporal Centralizado (ATC) que concentre todo el combustible

gastado, así como los residuos generados.

Comprendiendo todas las razones, yo creo que no es razonable vincular el debate sobre el calendario de vida útil de las actuales centrales nucleares a desatascar la ubicación posible del ATC, porque al fin y al cabo los residuos los tenemos y los tendremos aquí, y supongo que estaremos todos de acuerdo en que habrá que gestionarlos con las máximas garantías de control, protección física y de seguridad. Hay que explicar a la opinión pública que la alternativa al ATC no es el cierre de las actuales centrales; la alternativa son los ATI (Almacenes Temporales Individuales), es decir, mantener los almacenes en cada una de las centrales que los ha generado, una vez que las piscinas actuales de almacenamiento estén saturadas.

Hay que tener también en cuenta que, dado que la gestión de los residuos radiactivos requiere la realización de una serie de actividades tales como su tratamiento, transporte y almacenamiento, y que a pesar de que el objetivo final es proteger a las personas y al medio ambiente de las radiaciones que emiten los radionucleidos contenidos en los residuos, minimizando las cargas de esa protección a las generaciones futuras, existe una percepción de riesgo.

La percepción personal del riesgo no obedece a parámetros científicos, y en su valoración se requeriría análisis de tipo social, al tratarse de actitudes cuya base tiene un fuerte componente emocional.

En el campo concreto de la radiactividad, y dado que ésta es invisible, inodora e intangible, juega un papel fundamental la credibilidad y la confianza que otorgue la sociedad a las fuentes de información, ya provengan éstas de las administraciones, organismos públicos o sectores privados, industrias, etcétera. ■

TIENE UNA SOLA CENTRAL nuclear en operación, pero Holanda decidió coger al toro por los cuernos, hacer un debate público y, finalmente, quedarse con lo suyo, es decir, con sus residuos radiactivos y guardarlos en un lugar a propósito. Hay otras opciones, claro, como tenerlos lejos, en los silos de otro país, a 60.000 euros el día o mantenerlos en una piscina en la propia instalación. Todas las opciones se plantearon y debatieron con luz y

Un almacén con luz y taquígrafos

Concha Barrigós, periodista de la Agencia Efe.

taquígrafos. La propuesta surgió del Gobierno y luego la examinó el Parlamento.

De las doce ubicaciones posibles quedaron finalistas dos en atención a la disponibilidad e infraestructuras adecuadas, industrialización de la zona y, fundamentalmente, la aceptación de la población.

Los 22.000 habitantes de una de las dos ubicaciones posibles, el pueblo de Borsele, cerca de la central, discutieron, pidieron información, volvieron a pedirla y, tras varios informes y contrainformes, consintieron en que los residuos se recogieran en un emplazamiento de tipo

bóveda en su polígono industrial de Vlissingen-Oost. Sí, en una nave de un polígono. Eso es lo que oímos, y vimos, los periodistas españoles que viajamos hasta esa población en febrero de 2007.

Es temporal, "sólo" cien años, y luego el plan es soterrar su contenido. Está, como el 60% de Holanda, en una zona inundable por el mar, rodeada de fábricas, unas químicas y otras no, abrazada por un canal de navegación fluvial de alto riesgo, en el que se ►

► desarrollaría parte del plan de emergencia y de gestión de desastres que está preparado en caso de cualquier contingencia. El almacén está en un terreno de 25 hectáreas, mide 83 metros de largo por 54 de ancho y 20 de alto. Es compacto, ampliable, y está pintado con la fórmula de Einstein ($E=mc^2$) en la que se basa la energía nuclear, porque gracias a ella se sabe cuánta energía se emitirá a causa de la pérdida de materia que se produce en una reacción nuclear. En los cien años de vida calculada irá pintándose de distintos colores, del naranja al blanco, en una gradación similar a la cantidad de radiación que irá desvaneciéndose.

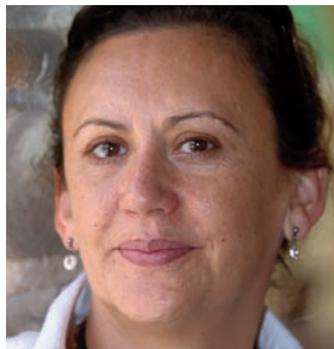
Al alcalde de Borssele, según explicaba a los periodistas, lo que le parecía primordial en todo ese proceso era el debate público. Esencial, absolutamente esencial, porque

sin eso, decía, “por bueno que sea un proyecto no hay nada que hacer”.

El comité gubernamental que dirigió todo el desarrollo tuvo claros varios criterios básicos: el almacén —en español ATC y en holandés HABOG— debía estar en un lugar industrial, con dimensiones adecuadas para las instalaciones que se precisaban, con agua próxima para su refrigeración, buenas comunicaciones e infraestructuras para el transporte de los residuos. El pueblo recibiría 100.000 euros al año por tener el almacén, una cifra bastante alejada de los millones de euros que se barajan para el emplazamiento que se elija finalmente en España.

Los habitantes de Borssele, presumía el alcalde, están “orgullosos” y “encantados” con que el almacén esté allí y en ningún momento ha habido conflictividad por ello, por-

que han participado en todo el proceso y conocen cada dato de cómo se ha hecho.



Concha Barrigós.

El almacén alberga el combustible gastado, vitrificado y encapsulado en bóvedas de hormigón. Los periodistas nos hicimos todas las fotografías que quisimos fuera, en el recinto, aislado del exterior sólo por una valla, y en el interior, justo encima de las bóvedas. Vimos cómo son los silos por los que llegan los camiones con los residuos, los sistemas de aislamiento, de

seguridad y emergencia, y las salas de control. Cualquier rincón podía ser examinado por los dos grupos en los que se dividieron los periodistas para visitar el almacén. La impresión fue esa: total transparencia. No parecía que hubiese nada que ocultar, aunque era un tanto sorprendente que el edificio estuviese en una zona en la que una marea importante podía subir el nivel del agua más de un metro. Ellos, los responsables, insistieron en que cualquier contingencia se había tenido en cuenta y que su plan de emergencia y catástrofes estaba diseñado al milímetro. Parece que los trabajadores del polígono y los habitantes del pueblo, un lugar de casas bajas, sin vallas en los jardines y sin cortinas en las ventanas, lo tenían —y lo tienen— igual de claro. Transparencia parece ser la clave de todo. ■

LA PRIMERA SENSACIÓN que despierta Vlissingen, núcleo de Borssele, es la de placidez. Y ello sorprende. Porque, ante la indiferencia de un ciclista que pedalea sumido en un paisaje en reposo, verde y con agua abundante, emerge un puño industrial en el que se cobijan una central nuclear, una térmica de carbón, una refinería de petróleo, una terminal de gas y, por supuesto, HABOG, un almacén de residuos radiactivos de alta actividad, un edificio anaranjado, un color que cabalga entre el rojo de la alarma y el verde de la seguridad y la esperanza. Como contraste, ecológicos aerogeneradores brindan por las energías renovables.

Velar por el interés general

Ferran Gerhard, periodista.

Luego, cuando uno reflexiona se da cuenta de que pisa un país donde la cultura del riesgo está totalmente asumida. Vivir bajo la perma-



Ferran Gerhard.

nente amenaza del mar que ruge a muchos metros de altura, sobre la cabeza de sus habitantes, que no resultan anegados gracias a enormes diques, puede tener algo que ver. También el hecho de que HABOG, diseñado para permanecer enclavado en el territorio durante un siglo (poéticamente hasta que su disfraz cromático se convierta en un

frío blanco en el que el calor, léase radiación, esté ausente), sea fruto de un largo proceso de debate popular que duró 17 años, ayuda a entender su aceptación.

Otro elemento que contribuye a interpretar la falta de rechazo de un equipamiento que en España concitaría todo tipo de movilizaciones bajo la bandera de “en mi patio trasero, no”, es la prevalencia incuestionable en los Países Bajos de la ley estatal sobre la local, en especial cuando se trata de asuntos propios del denominado *interés general*. Jaap Gelok, alcalde de Borssele que en la década de los ochenta se manifestó contra la central nuclear que alber-

►ga el municipio, está a favor de HABOG y justifica las fuertes inversiones realizadas en seguridad, tanto por la empresa —porque “quien contamina paga”—, como por los propios ciudadanos, dotándose de hasta ocho planes de emergencia y formando a sus bomberos en Suiza.

Entrando en territorio del Organismo Central para Residuos Radiactivos

(COVRA), ente encargado de HABOG, hay que destacar que ha apostado por la robotización de la parte más peligrosa de la instalación. Con cierto orgullo, sus responsables airean que este baluarte atómico está preparado para resistir terremotos, huracanes, subidas del mar de hasta 10 metros, vientos de 450 kilómetros por hora y el impacto de un avión F-16. Pero, aparte de esta impo-

nente capacidad de aguante, lo que más le legitima, a ojos del visitante, es el consenso que implicó su construcción. Se analizaron pros y contras, se ofrecieron y eliminaron candidatos, se informó con detalle y, como culminación, se eligió el emplazamiento más idóneo en función de numerosos factores.

La verdad es que uno piensa que algo así es difícil de lograr en nuestro país, so-

bre todo porque la urgencia es mala compañera, se han perdido lustros valiosos y, ahora, el tiempo se escurre entre los dedos de todos, de los ciudadanos, de las Administraciones y de los dirigentes de Enresa. La prisa, por no acometer el problema con la suficiente antelación, es un enemigo formidable y muy difícil de derrotar. Por ello, temo que la batalla esté ya perdida. ■

LA GENTE PASEA EN BICICLETA y las casas bajas tienen las ventanas abiertas a multitud de jardines que convierten el entorno en un puzle de colores. En el río, pequeñas embarcaciones navegan camino de Amberes. Estamos en Borssele, un tranquilo pueblo holandés de 22.500 habitantes que bien podría aparecer en alguna postal de los Países Bajos típica para turistas. Nada hace sospechar que a pocos kilómetros se localiza la zona industrial de Vlissingen-Oost con una central nuclear, una de carbón, una refinería y fábricas de pesticidas agrícolas o de amoníaco, entre otras. A simple vista, el polígono se integra en el paisaje sin más estridencias a excepción de un singular edificio de color naranja donde figuran, en grandes letras verdes, las fórmulas físicas más famosas de los genios Einstein y Planck: es HABOG, el ATC holandés. Su diseño exterior es obra del artista William Verstraeten que tituló la obra *Metamorfosis* para mostrar desde fuera lo que pasa en su interior. ¿Cómo? Cada 20 años el ATC se repintará con una tonalidad más clara hasta lle-

Ni grandes alambradas, ni vallas

Gemma Torrents, periodista de la Cadena Ser.

gar al blanco; será cuando los residuos hayan perdido su actividad radiactiva. El men-



Gemma Torrents.

saje final es que “la seguridad es igual a belleza”, según dice el director del ATC ante la mirada atónita del visitante. Tan atónita como cuando se percata de que alrededor del edificio no hay ni grandes alambradas ni vallas. Tampoco está aislado —un par de carreteras lo cercan por varios lados—, y la mayoría de la gente no rehúye la instalación.

HABOG —acrónimo de edificio para el tratamiento y almacenamiento de residuos

de alta actividad— está diseñado para almacenar el combustible irradiado de dos reactores de investigación existentes en el país, los residuos de alta y media actividad procedentes del reproceso en el Reino Unido y Francia del combustible irradiado de las dos centrales nucleares —una de ellas en proceso de desmantelamiento—, así como los residuos de alta y media actividad procedentes del centro de investigación de Petten. Consta de una zona de recepción, una de manipulación y acondicionamiento completamente automatizada y otra propiamente de almacenamiento.

El visitante avanza por las diferentes partes sin rebasar las marcas pintadas en el suelo hasta llegar a una enorme sala completamente vacía y con unos puntos rojos en el suelo, parecidos a fichas de parchís para un tablero del tamaño de una cancha de baloncesto. Bajo cada punto se

encuentran los residuos de alta actividad depositados en pozos verticales. Paseando por encima del *parchís* resulta inevitable que el visitante mire una y otra vez el dosímetro que sigue a cero y esboce una media sonrisa al comprobar que, al fondo, preside la sala un cuadro que simboliza el paso del tiempo: nada más y nada menos que los cien años que los residuos estarán sellados bajo nuestros pies. ¿Es puro arte industrial o la expresión de una forma diferente de entender el riesgo? En Vlissingen conviven diferentes riesgos y multitud de planes de emergencia, tanto para la industria como para instalaciones civiles. Además, el centro urbano está situado bajo el nivel del mar (en 1985 murieron 800 personas a causa de una inundación). El alcalde es quien coordina los planes y la inversión económica en este sentido es considerable: la formación de bomberos y del personal de emergencias cuesta al municipio 22 euros por habitante y año.

Más allá de su *particular* aspecto, HABOG es el referente más próximo al proyecto español con algunas dife-►

►rencias. Holanda decidió la ubicación del ATC después de un proceso que duró casi 20 años y en el que se buscaron y lograron todos los consensos necesarios. De hecho, a finales de septiembre de

2003, cuando la reina Beatriz inauguraba HABOG, unos 15 manifestantes se congregaron a las puertas más para protestar contra la energía nuclear en sí que contra la instalación. En España el pro-

ceso de selección se ha planteado a cuatro o cinco años y no con pocas dificultades. Los residuos radiactivos tienen una vida milenaria, un ciclo muy largo. Por el contrario, los políticos tienen una caducidad

muy corta, repartida en ciclos electorales de cuatro años, que hace que cualquier decisión —en positivo o en negativo, en un sentido o en otro— se convierta en una amenaza en las urnas. ■

UNA NAVE NARANJA DESTACA en el horizonte de una llanura industrial. Se trata del almacén holandés de residuos de alta radiactividad, construido en un polígono industrial y bautizado como HABOG. Su color chillón no es gratuito. Sus diseñadores quisieron mostrar con la tonalidad del color, la fase en la que se encuentran los residuos radiactivos que contiene. Inaugurado en 2003, este almacenamiento alberga ya los primeros elementos combustibles procedentes de los reactores de investigación y su nivel de radiación actual es el más elevado. A medida que pasen los años, el nivel de radiactividad irá disminuyendo y las paredes de esta nave se irán repintando con colores cada vez más degradados. El edificio está diseñado para albergar durante cien años los componentes gastados de la generación nuclear, por lo que al final las paredes exteriores de la gran nave serán blancas.

El naranja es un color que infunde energía positiva, y ése es otro de los valores que quisieron transmitir con su elección ya que, quizá, en un futuro, la tecnología permita reprocessar estos residuos y volver a ser fuente de energía. Además, los impulsores de este almacén temporal centralizado, la empresa COVRA, encargada de la

gestión de combustible nuclear gastado en Holanda, no quisieron esconder este almacenamiento porque, como defienden, no tiene nada que ocultar, el almacén es seguro y la gestión es transparente. En las paredes del colorido buque insignia del almacenamiento holandés destaca la ecuación de grandes dimensiones pintada en una de sus fachadas: la famosa fórmula $E=mc^2$, elaborada por Albert Einstein.

HABOG está construido para almacenar los residuos generados en la producción de energía nuclear y los vidrios procedentes del reprocesado en Francia del combustible de los reactores de Dodewaard —en parada definitiva— y Borssele —en operación— durante los próximos cien años. Una de las claves del almacenamiento es la reducción de los desechos al mínimo volumen. Cuando los materiales llegan a HABOG ya están compactados en cilindros para poder ser confinados en el menor espacio posible. Los contenedores cilíndricos son examinados tanto antes de salir como cuando llegan al almacén, donde vuelven a ser

verificados minuciosamente para comprobar que ningún isótopo se ha escapado. Los camiones especiales que transportan el material también son analizados.



María García de la Fuente.

Ya en el interior de la nave, las grúas se encargan de manipular los contenedores precintados y colocar cada uno de los bidones en su lugar preciso. Cada contenedor se introduce en un agujero cilíndrico horadado en un suelo de cemento y hormigón. El proceso, totalmente automatizado, es seguido segundo a segundo bajo la atenta mirada de los operadores desde una sala de control blindada con gruesos cristales, que dispone de una cabina para aislar a los trabajadores en caso de que se produzca algún incidente.

A prueba de catástrofes

María García de la Fuente, periodista.

Una vez colocados los contenedores, con los residuos radiactivos en su interior, en los depósitos se vuelve a comprobar que la radiactividad emitida al exterior es cero. Cada compartimento cuenta con dosímetros para cerciorarse de que no hay alteraciones. Y minuto a minuto son supervisados por control remoto.

Los holandeses presumen de su almacén temporal centralizado y aseguran que está diseñado a prueba de todo tipo de catástrofes. Construido en la zona de Borssele, en el suroeste de los Países Bajos, cerca de un puerto marítimo, la nave sería capaz de resistir huracanes, explosiones de gas, terremotos, y en un país como Holanda, también inundaciones; e incluso un ataque aéreo, aseguran los técnicos de COVRA. Las experiencias de almacenes construidos en Francia, Estados Unidos, Japón y Reino Unido se tuvieron en cuenta en HABOG.

Para que HABOG comenzara a operar fue necesario un proceso de participación pública, en el que toda la comunidad local se sintiera participe en la toma de decisiones, desde asociaciones de vecinos y organizaciones sociales hasta ayuntamientos y empresas. Un almacén de todos y con mucho futuro por delante. ■

El almacenamiento temporal centralizado es la solución que mayoritariamente han adoptado otros países de nuestro entorno

En la estela internacional

Además de Estados Unidos, Rusia y Japón, siete países europeos –Alemania, Suiza, Suecia, Bélgica, Francia y Reino Unido, aparte del caso ya estudiado de Holanda– disponen de instalaciones de almacenamiento temporal centralizado con tecnologías contrastadas, que van desde el almacenamiento en piscinas, al almacenamiento en seco, ya sea en contenedores o en bóvedas. En las siguientes páginas se propone un recorrido por la solución adoptada por algunos de nuestros vecinos europeos para conocer mejor el funcionamiento de este tipo de instalaciones. Esta información ya ha sido publicada en anteriores números de *Estratos*, pero ahora se reúne para servir de *dossier* informativo. ■



La alternativa de un Almacén Temporal Centralizado para gestionar los residuos radiactivos de alta actividad es la elección más común en los principales países

Una opción compartida por todos

El almacenamiento temporal de combustible gastado y de los residuos de alta actividad supone una opción segura, económica y flexible que permite disponer de tiempo para analizar y valorar la evolución de las condiciones que influyen en el proceso de toma de decisiones a la hora de elegir soluciones definitivas en la gestión de este tipo de materiales. Las instalaciones de almacenamiento temporal pueden ser de tipo individualizado, como las existentes en las propias centrales nucleares, o centralizadas, como es la práctica en muchos países de nuestro entorno. En su mayor parte,

el combustible irradiado está almacenado hoy en día en las piscinas de las centrales nucleares, para las cuales ya existe una experiencia operacional superior a las cuatro décadas.

Generalmente, una vez agotada la capacidad de almacenamiento inicial de las piscinas, éstas se suelen incrementar por medio de un cambio de bastidores por otros más compactos, lo que permite aprovechar el espacio disponible a un precio razonable. Las tecnologías de almacenamiento en seco se han desarrollado a gran escala en los últimos años y hoy en día son utilizadas en la mayor parte de las ampliaciones

o instalaciones nuevas. Pero en este campo de actividad, en el que cada país mira a los demás y el intercambio de experiencias es modélico, ya son muchos los países que se han decantado por construir un almacenamiento único para el combustible gastado de todas sus centrales nucleares, como un paso transitorio a su destino final.

Ya sea éste en seco o en piscinas, la experiencia ha demostrado, en distintos lugares del mundo, la idoneidad de este tipo de instalaciones. Estados Unidos, Japón y Rusia, además de nuestros vecinos europeos Alemania, Bélgica, Francia, Reino Unido, Suecia, Suiza y Holanda disponen ya de esta solución para los residuos radiactivos de alta actividad, a la que pronto se unirá España. En la tabla adjunta se indican las instalaciones de almacenamiento temporal centralizado existentes en el mundo para combustible irradiado, residuos de alta actividad o ambos. A continuación se profundiza, a lo largo de distintos artículos, en los ATC de cinco países europeos. ■

Instalaciones de almacenamiento temporal centralizado existentes en el mundo.

País	Instalación	Tecnología	Material almacenado
Alemania	Ahaus Gorleben	Contenedores metálicos Contenedores metálicos	Combustible gastado Combustible gastado y vidrios
Bélgica	Dessel	Bóveda	Vidrios
EE.UU.	PFS*	Contenedores metal-hormigón	Combustible gastado
Federación Rusa	Mayak** Krasnoyarsk**	Piscina Piscina	Combustible gastado Combustible gastado
Francia	La Hague** La Hague** CASCAD	Piscina Bóveda Bóveda	Combustible gastado Vidrios Vidrios
Holanda	Habog	Bóveda	Combustible gastado y vidrios
Japón	Rokkasho	Piscina Bóveda	Combustible gastado Vidrios
Reino Unido	Sellafield** Sellafield**	Piscina Bóveda	Combustible gastado Vidrios
Suecia	CLAB	Piscina	Combustible gastado
Suiza	Zwilag	Contenedores metálicos	Combustible gastado y vidrios

* En fase de concertación. ** Incluidas en los propios complejos de reprocesado.

La gestión de los residuos radiactivos en Suiza

ZZL-Zwilag, el ATC suizo

El programa nuclear suizo comenzó en los años sesenta y, en la actualidad, cuenta con cinco reactores en operación, que aportan el 40% de la electricidad total del país. Los residuos generados por la actividad de estas centrales y los procedentes de las instalaciones desmanteladas se almacenan en las piscinas de las propias plantas nucleares y en ZZL-Zwilag, un ATC gestionado por una cooperativa formada por las compañías propietarias de los reactores. El programa suizo se enfrenta ahora a nuevos retos sobre su ampliación, con un proceso de toma de decisiones en el que confluyen los intereses de todos los agentes económicos y sociales implicados. ■ POR **Álvaro Rodríguez Beceiro y José Antonio Gago, ENRESA.***

SUIZA ES UN PEQUEÑO PAÍS CON una población de 7,5 millones de habitantes y una superficie de unos 41.000 km², con una estructura federal organizada en 26 cantones. Los cantones tienen un alto grado de autonomía, y la Constitución delimita las competencias que corresponden a las autoridades federales. En particular, la Ley Atómica, aprobada en 1959 y revisada en 2005, atribuye al Gobierno Federal la competencia exclusiva de conceder licencias para la construcción, operación y modificación de instalaciones nucleares.

Programa nuclear

El programa nuclear suizo para la producción de electricidad comenzó en los años sesenta y consta en la actualidad de cinco reactores en operación, los cuales aportan un 40% de toda la electricidad generada en el país.

El programa inicial incluía el desarrollo de otras unidades, para las que

se habían seleccionado y aprobado emplazamientos, pero que no llegaron a construirse debido a la oposición al programa nuclear en los años setenta. La situación culminó en 1990 mediante un referéndum, en virtud del cual se tomaron las siguientes decisiones:

— Aceptar la continuidad de las centrales en operación.

— Imponer una moratoria de diez años para la concesión de licencias para nuevas instalaciones nucleares, excepto para instalaciones de gestión de residuos radiactivos.

En 2003 tuvieron lugar dos votaciones públicas para decidir sobre la continuación de la moratoria existente y la parada gradual de las centrales en opera-



Mapa de las instalaciones nucleares en Suiza.

* Artículo publicado en *Estratos* 79, invierno 2006.

ción, respectivamente. Ambas propuestas fueron rechazadas como resultado de las votaciones públicas. Simultáneamente, el Parlamento aprobó una nueva Ley de Energía Nuclear, la cual constituye el marco legal para la operación de las centrales nucleares existentes y la construcción de nuevas centrales.

Otras instalaciones

La mayor parte de la investigación nuclear desarrollada en Suiza la realiza el Instituto Paul Scherrer (PSI). Incluye investigación sobre física de partículas, materiales, desarrollo energético, medicina, gestión de residuos radiactivos y combustible irradiado.

El PSI opera varias instalaciones nucleares: el reactor Proteus para investigación, un laboratorio caliente e instalaciones de gestión de residuos radiactivos.

Los reactores de investigación Saphir (10 MW) —en operación desde 1957 hasta 1993— y Diorit (30 MW) —en operación desde 1960 hasta 1977— están actualmente en fase de desmantelamiento. La central nuclear experimental Lucens, que sufrió un accidente de pérdida de refrigerante en 1969, ha sido desmantelada y clausurada en 1995, liberándose el emplazamiento para actividades no nucleares.

Marco legal e institucional

La legislación federal suiza sobre residuos radiactivos emana de la Ley sobre Energía Atómica de 1959, que fue revisada en febrero de 2005. Según dicha ley, los productores de residuos radiactivos y combustible irradiado son responsables de su gestión final, y las instalaciones para su almacenamiento deben ser autorizadas y supervisadas por el Gobierno Federal.

La nueva ley acomete cuestiones directamente relacionadas con la gestión de residuos radiactivos y, en particular, con la gestión del combustible irradiado, destacando los siguientes aspectos:

- Moratoria de diez años para el reproceso de combustible irradiado, a partir de julio de 2006.

- Concepto de almacenamiento geológico vigilado.

Reactores nucleares en Suiza.

Reactor	Tipo	Potencia (MWe)	Operación
Beznau 1	PWR	365	1969
Beznau 2	PWR	365	1971
Gösgen	PWR	970	1979
Mühleberg	BWR	355	1971
Leibstadt	BWR	1.165	1984
Total		3.220	



La instalación para residuos de alta actividad y combustible gastado tiene capacidad para almacenar 200 contenedores de doble uso.

- El Gobierno Federal debe aprobar la implantación del programa correspondiente.

- El Gobierno Federal es responsable del licenciamiento correspondiente a la caracterización de emplazamientos, construcción, operación y clausura del repositorio.

- La licencia general —equivalente a la autorización previa en España— debe ser aprobada por el Gobierno Federal, el Congreso y el Senado, con un referéndum nacional opcional.

- El Gobierno Federal debe definir el proceso de selección de emplazamientos con la participación de los cantones y de otros agentes concernidos.

La Cooperativa Nacional para la Disposición de Residuos Radiactivos (Nagra) fue creada en 1972 por las cinco compañías eléctricas propietarias de las centrales nucleares y por el Gobier-

no Federal, que mantiene la responsabilidad de la gestión de los residuos radiactivos generados fuera del ciclo del combustible nuclear.

En materia de gestión de residuos radiactivos, el Gobierno Federal cuenta con la asesoría de los siguientes organismos:

- Grupo de Trabajo Interdepartamental para la Gestión de Residuos Radiactivos (AGNEB).

- Comisión Federal para la Seguridad en Instalaciones Nucleares (KSA).

- Inspectorado Federal para la Seguridad Nuclear (HSK).

- Comisión Federal para la Gestión de Residuos Nucleares (KNE).

Gestión del combustible irradiado y residuos radiactivos

El actual parque nuclear producirá unas 3.000 toneladas de combustible irradiado.



ZZL-Zwilag es el ATC suizo, unas instalaciones gestionadas conjuntamente por las compañías eléctricas propietarias de las centrales nucleares suizas.

do, suponiendo un periodo de operación de 40 años para las centrales nucleares, de las cuales unas 1.200 toneladas serán reprocesadas en el extranjero. En este escenario, los volúmenes de residuos radiactivos que han de ser gestionados comprenden unos 77.700 m³ de residuos de baja y media actividad de vida corta, unos 4.800 m³ de combustible gastado, unos 130 m³ de residuos de alta actividad vitrificados y unos 5.900 m³ de residuos de actividad intermedia y larga vida.

La estrategia elegida por los operadores de las centrales nucleares para la gestión del combustible irradiado contempla tanto su almacenamiento temporal como su reproceso, aunque éste ha sido prohibido durante un periodo de diez años a partir de julio de 2006, según la nueva Ley de Energía Nuclear.

Hasta finales de 2004 se habían enviado 1.120 toneladas de combusti-

ble irradiado para su reprocesado en Francia y en el Reino Unido, lo cual dará lugar al retorno al país de los residuos radiactivos y del uranio y el plutonio generados en el reproceso, utilizándose estos últimos para la fabricación de combustible de óxidos mixtos (MOX) que se recicla en las centrales nucleares del país.

Además de la capacidad de almacenamiento existente en las piscinas de las centrales nucleares, al objeto de poder almacenar tanto el combustible irradiado como los residuos que han de retornar del exterior, se ha construido una instalación de almacenamiento en seco para combustible irradiado (Zwibez) en la central de Beznau, y una instalación de almacenamiento para combustible irradiado y residuos radiactivos (ZZL-Zwilag). Adicionalmente, está en construcción una nueva piscina en la central de Gösgen.

Las empresas eléctricas propietarias de las centrales nucleares son responsables del acondicionamiento y almacenamiento temporal de los residuos radiactivos que producen, mientras que el Gobierno Federal es responsable de la recogida, transporte, acondicionamiento y almacenamiento de los residuos radiactivos procedentes de los pequeños productores. Existen, para este fin, instalaciones de almacenamiento temporal en las centrales nucleares, en la instalación de almacenamiento centralizado (ZZL-Zwilag) y en el centro de investigación Paul Scherrer (PSI).

La instalación ZZZL-Zwilag para almacenamiento temporal centralizado

La instalación ZZZL de almacenamiento temporal centralizado es operada por Zwilag, una empresa cooperativa formada por las compañías eléctricas propietarias de las centrales nucleares. Está situada en Wurenlingen, en unos territorios propiedad del Gobierno Federal, muy próxima a la central nuclear de Beznau y a las instalaciones del Instituto Paul Scherrer.

La instalación consta de un edificio para almacenamiento en seco de combustible irradiado y residuos vitrificados de alta actividad, con capacidad para 200 contenedores de doble propósito (almacenamiento/transporte); de un edificio de almacenamiento de residuos de media actividad, con capacidad para 4.000 m³, y de un edificio para almacenamiento de residuos de baja y media actividad con capacidad para 16.500 m³.

Dispone también de las instalaciones necesarias para la segregación y descontaminación de materiales y para el acondicionamiento de residuos radiactivos, además de un horno de plasma para la fusión e incineración de residuos radiactivos de baja actividad.

Las instalaciones de almacenamiento entraron en operación en junio de 2001 y las instalaciones de descontaminación y acondicionamiento están disponibles desde finales de 2003. Las campañas de prueba del incinerador por plasma para residuos radiactivos comenzaron en 2004. ■

La instalación CLAB juega un papel muy importante en el sistema de gestión y almacenamiento del combustible nuclear gastado en Suecia. Se trata de un Almacenamiento Temporal Centralizado (ATC) de tipo piscina, ubicado en el emplazamiento de la central nuclear de Oskarshamn. Está en funcionamiento desde 1985 y tiene capacidad para almacenar más de 20.000 elementos combustibles, procedentes de centrales nucleares y reactores de investigación. ■ POR **Elena Vico**, ENRESA.*

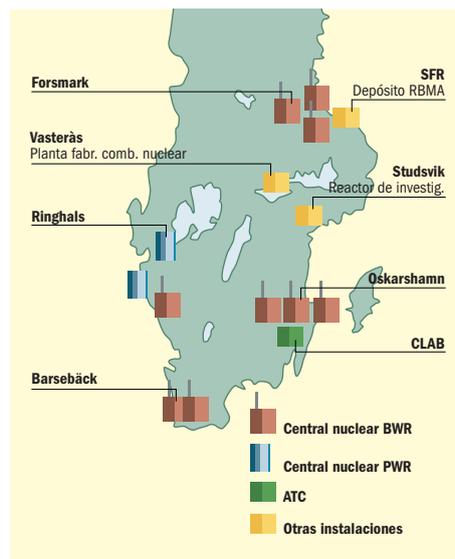
El almacenamiento temporal centralizado juega un papel importante en la gestión de los residuos radiactivos suecos de alta actividad

La instalación CLAB, el ATC de Suecia

SUECIA DISPONE DE 11 REACTORES nucleares en operación en cuatro emplazamientos, además de un reactor de investigación en Studsvik. Ocho de estos reactores son del tipo de agua en ebullición, mientras que los otros tres son de agua a presión. La producción de energía eléctrica de origen nuclear supone un 50% del total de la electricidad producida en Suecia.

La actual política de gestión del combustible gastado fue establecida a finales de 1970 y se basa en el almacenamiento directo del combustible gastado. Es decir, no envían su combustible a reprocesar. No obstante, pequeñas cantidades fueron enviadas tanto a Sellafield (BNFL, Reino Unido) como a La Hague

* Artículo publicado en *Estratos* 78, otoño 2005.



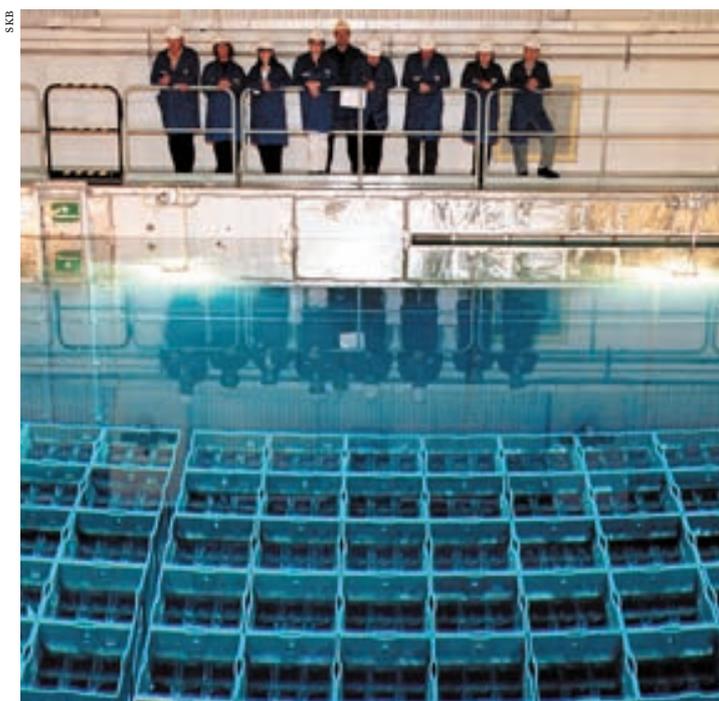
Instalaciones nucleares en Suecia.

(Cogema, Francia). Entre 1972 y 1982 se enviaron 140 toneladas a BNFL que fueron reprocesadas en 1997 y han generado 136 toneladas de uranio y 833 kilogramos de plutonio, que se emplearán en la fabricación de 100 elementos de combustible MOX. A su vez, entre 1978 y

1982 se enviaron 55 toneladas a Cogema y los vidrios resultantes se han intercambiado por 24 toneladas de combustible MOX gastado de origen alemán.

Por otro lado, el combustible irradiado procedente de los reactores de investigación R2 (50 MW térmicos) y R2-0 (1 MW) será exportado a Estados Unidos. Adicionalmente, el combustible del reactor R1 —totalmente desmantelado en 1985— está almacenado en seco en Studsvik en espera de su posterior envío al extranjero para su reprocesado, y el del reactor Agesta —reactor nuclear de agua pesada para producción de energía térmica parado en 1974— está almacenado en la instalación CLAB.

El combustible gastado de la única central parada definitivamente en Suecia se encuentra almacenado en la insta-



Arriba a la izquierda, vista panorámica de la instalación CLAB, el ATC de Suecia, ubicado en el emplazamiento de la central nuclear de Oskarshamn. A la izquierda, la piscina para la transferencia de elementos a las cápsulas de almacenamiento. Sobre estas líneas, una cápsula preparada para ser trasladada a la piscina de almacenaje.

lación CLAB. Su desmantelamiento no se iniciará hasta el cierre de la segunda unidad, Barsebäck 2.

El programa de energía nuclear de Suecia generará aproximadamente 19.000 m³ de combustible gastado (9.300 toneladas de uranio), 60.000 m³ de residuos de baja y media actividad y 160.000 m³ de residuos procedentes del desmantelamiento de centrales, considerando el escenario de una vida útil de 40 años.

Política de gestión de residuos radiactivos

Según la legislación sueca¹, los titulares de la licencia de una instalación nuclear son responsables de la gestión segura del combustible gastado y de los residuos

radiactivos, así como de la clausura y desmantelamiento de dicha instalación. Para cumplir con estas competencias, las cuatro compañías operadoras de las centrales nucleares formaron en 1977 la compañía SKB, de gestión de combustible nuclear y residuos radiactivos.

Desde 1986, SKB ha elaborado seis programas de investigación y desarrollo para la gestión segura y disposición final del combustible gastado y de los residuos nucleares. Estos programas son enviados cada tres años al organismo regulador SKI, responsable de la seguridad nuclear², para su evaluación. En este proceso, SKI invita a otros organismos, como organizaciones medio-

ambientales, municipios, SSI —organismo regulador responsable de la protección radiológica—, centros de investigación, universidades, etcétera, a aportar sus comentarios. Tras recopilarlos, SKI elabora sus conclusiones y remite al Gobierno el programa para su aprobación, si procede. El Gobierno puede incluir en su decisión las condiciones que estime oportunas para el futuro del programa.

El último de estos programas de investigación, desarrollo y demostración fue remitido a SKI en septiembre de 2004. El proceso de consultas implicó a más de 50 organizaciones. Los comentarios recogidos, así como la revisión, fue remitida al Gobierno en junio de 2005. En esta última revisión del programa, SKB da cuenta de las acti-

¹ Ley de Actividades Nucleares (1984:3).

² Ordenanza sobre Actividades Nucleares (1984:14).

vidades necesarias para disponer los residuos radiactivos —en particular el combustible gastado— de una forma segura y enfatiza la importancia del desarrollo de la tecnología como paso previo a la solicitud de los permisos de construcción de la planta de encapsulado y del futuro Almacenamiento Geológico Profundo (AGP).

El sistema de gestión de residuos radiactivos en Suecia aparece reflejado en el esquema de la derecha, así como los hitos más relevantes.

La política de gestión del combustible nuclear, establecida a finales de la década de los setenta, contempla que éste ha de ser gestionado y almacenado definitivamente en una formación geológica en Suecia. En 1973 el Gobierno nominó a un Comité sobre Residuos Radiactivos para que investigase el problema de la gestión de los residuos de alta actividad procedentes de las centrales. Las principales conclusiones fueron recogidas en un informe remitido al Gobierno en 1976, y eran las siguientes:

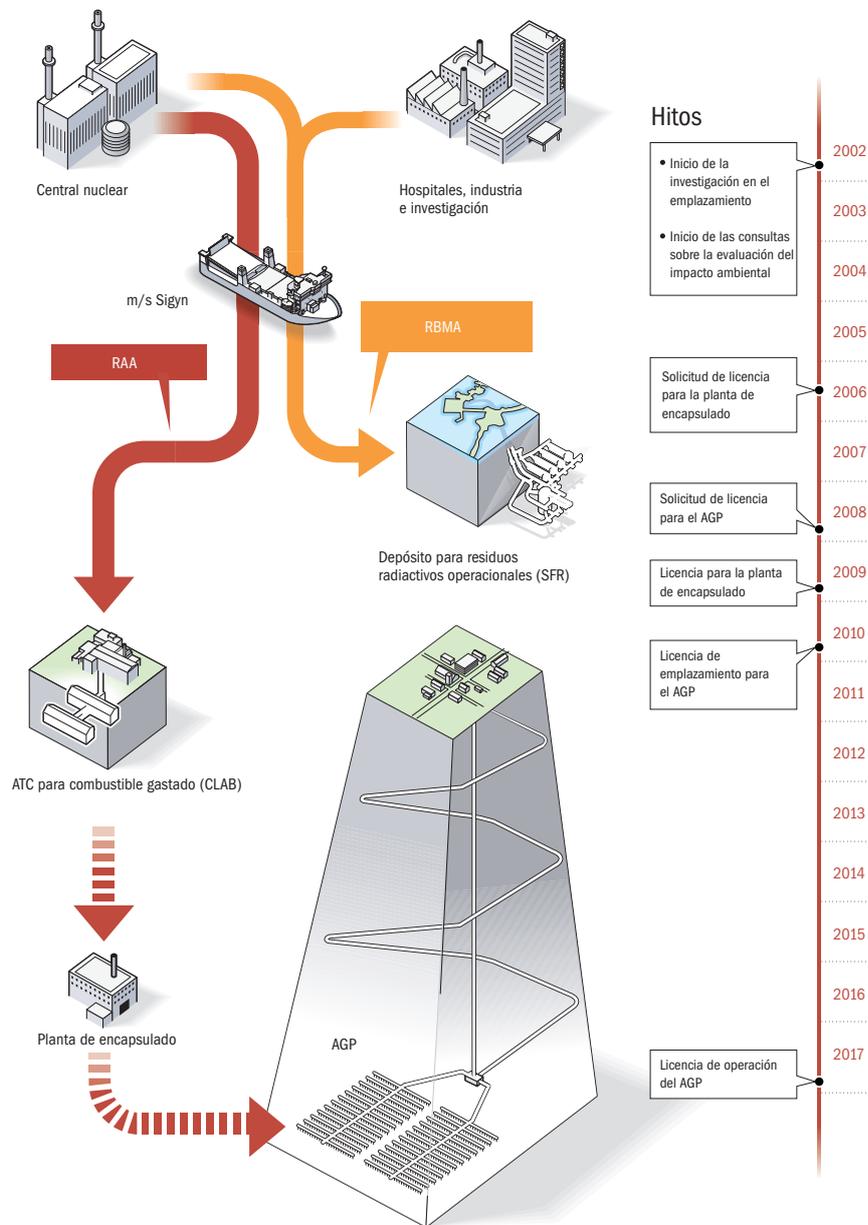
— El reprocesado del combustible nuclear es recomendable, con el subsiguiente almacenamiento en profundidad de los vidrios resultantes.

— Se deben realizar más estudios para aclarar las condiciones para la disposición final del combustible gastado en la opción de ciclo abierto.

— Se debe construir una instalación para el Almacenamiento Temporal Centralizado del combustible gastado (ATC).

— También se debe construir un depósito para los residuos de baja y media actividad.

Adicionalmente, el Parlamento aprobó una ley por la que era necesario solicitar al Gobierno un permiso para cargar combustible en un reactor nuevo, mediante la presentación de un acuerdo de reproceso o un plan para la disposición segura del combustible o los residuos de alta actividad. En base a esta ley, las compañías eléctricas lanzaron un proyecto conjunto sobre seguridad del combustible, que incluía un amplio programa de búsqueda de emplazamientos geológicos adecuados para el repositorio de residuos de alta actividad. Los



Sistema sueco de gestión y almacenamiento de residuos radiactivos.

primeros informes se publicaron en 1977 para la opción de ciclo cerrado y, en 1978, para la de ciclo abierto.

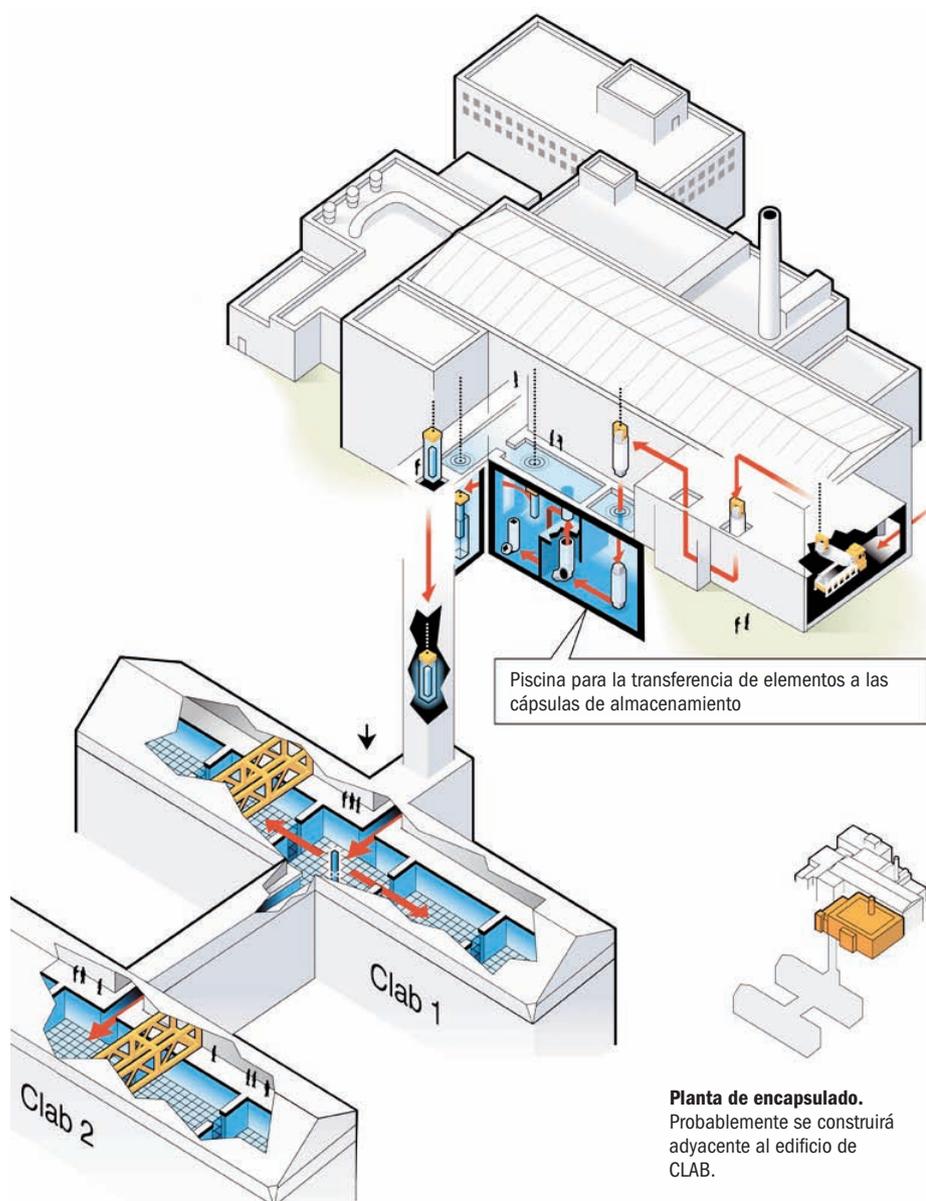
Tras abandonar la opción del ciclo cerrado, SKB ha seguido trabajando en la línea del Almacenamiento Geológico Profundo para el combustible gastado, presentando al Gobierno sus estudios y planes para el futuro en los programas trienales de investigación, desarrollo y demostración.

Almacenamiento centralizado: la instalación CLAB

CLAB juega un papel muy importante en el sistema de gestión y disposición del

combustible nuclear gastado en Suecia. Esta instalación empezó a construirse en 1980 y su entrada en operación tuvo lugar cinco años más tarde, en 1985.

Este ATC, tipo piscina, está ubicado en el emplazamiento de la central nuclear de Oskarshamn y está diseñado para que los elementos de combustible estén almacenados durante varias décadas, permitiendo así que la generación de calor haya decaído en un 90% antes del encapsulado para su posterior disposición final. CLAB también almacena residuos procedentes del centro de investigación de Studsvik y otros residuos de alta actividad, como las barras de control.



Esquema de los procesos que se llevan a cabo en las instalaciones CLAB.

La instalación consta de dos partes: un edificio en superficie, para descargar el combustible de los contenedores de transporte, y una construcción subterránea, excavada en la roca, para el almacén del combustible. Esta caverna, de 120 metros de largo y situada a 30 metros de profundidad, alberga cuatro piscinas de almacenaje y otra de reserva, con una capacidad de unas 5.000 toneladas de uranio. En enero de 1999 se empezó la construcción de una nueva galería para extender la capacidad de CLAB hasta las 8.000 toneladas y así disponer de la capacidad suficiente para almacenar todo el combustible gastado antes de poder lle-

varlo al AGP, aproximadamente en un plazo de 15 años. Los trabajos de construcción de la segunda galería, con sus cuatro piscinas, más la de reserva, finalizaron en 2004 y SKB solicitó el permiso de operación de la extensión en diciembre de 2004, estando actualmente pendiente su concesión.

Tras su descarga de los contenedores de transporte en la piscina del edificio, los elementos combustibles son transferidos a unas cápsulas de almacenamiento, que a su vez se transfieren, mediante un elevador, hasta la posición adecuada en la piscina de almacenaje. Así, tanto la descarga como los sucesi-

Datos principales de la instalación CLAB

Inicio construcción	1980
Inicio operación	1985
Capacidad (aprox. 20.000 elementos de BWR y 2.500 de PWR)	5.000 t uranio
Número de piscinas	4+1 de reserva
Capacidad de recepción	300 t uranio al año
Titular	SKB
Operador	OKG Aktiebolag
Número de empleados	100
Temperatura máxima (condiciones normales)	36 °C
Capacidad de refrigeración	8,5 MW
Coste de construcción (1980-1985)	1.700 millones de coronas suecas
Coste operación	100 millones de coronas al año ¹

¹ Aproximadamente 11 millones de euros por año.

vos pasos son realizados bajo el agua, empleando máquinas hidráulicas. El agua, que circula en un sistema cerrado, juega un doble papel como refrigerante y como blindaje.

A finales de 2007 habrá almacenadas 4.500 toneladas de combustible. En enero de 2008, SKB recibirá la autorización para utilizar la piscina de reserva para almacenar el combustible, ya que las cuatro piscinas estarán completas.

En cuanto a la planta de encapsulado, los planes de SKB consisten en solicitar el permiso de construcción el próximo año, proponiendo ubicar esta planta adyacente a la instalación de CLAB para así poder beneficiarse de algunos sistemas de manejo ya existentes. ■

■ Referencias

- *Sweden's First National Report under the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management*. April 2003.
- *Activities Report 2004*. SKB.
- *Radioactive Waste Management in Sweden*. Report to the RWMC of the OECD/NEA. Paris, 16-18 March 2005. SKB, SKI, SSI.
- *Information on recent national developments in Sweden*. Club of Agencies Meeting, 24-25 May 2005. SKB.
- SKI web site: www.ski.se
- SKB web site: www.skb.se

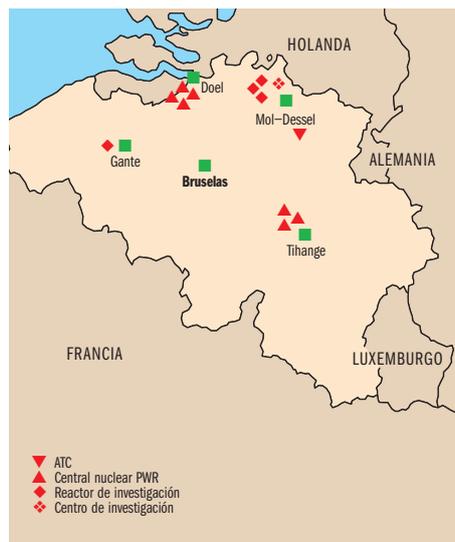
A pesar de generar más de la mitad de la electricidad del país, Bélgica ha decidido abandonar la energía nuclear. Los siete grupos en actividad dejarán de operar entre 2015 y 2025, cuando haya finalizado su plazo de vida fijado de 40 años. El combustible irradiado que no ha sido reprocesado se guarda en las propias centrales, mientras que los residuos procedentes del reproceso de estos materiales se almacenan en el ATC de Dessel. Las autoridades belgas están evaluando el futuro a largo plazo de los residuos de alta actividad. Los informes apuntan a la construcción un Almacenamiento Geológico Profundo, aunque todavía no se ha decidido si ésta será la solución finalmente adoptada. ■ POR **Álvaro Rodríguez Beceiro**, ENRESA.*

Gestión de combustible irradiado y residuos de alta actividad en Bélgica

Dessel, el ATC belga

EL PARQUE DE PRODUCCIÓN DE electricidad de origen nuclear en Bélgica está formado por siete centrales nucleares. Ubicadas en dos emplazamientos y con una potencia instalada de 5.800 MWe, estas centrales contribuyen con un 55% al total de la electricidad producida en el país.

Desde el inicio de las primeras centrales nucleares, el Gobierno creó un comité de deliberación sobre la energía nuclear, que recomendó evaluar la continuación de esta fuente cada diez años. En 2003 las autoridades del país decidieron abandonar el uso de la energía nuclear de fisión para la producción de electricidad. Esta decisión supone la prohibición de construir nuevas centrales nucleares y la limita-



Emplazamientos nucleares en Bélgica.

ción de la operación de las existentes a 40 años.

Política de gestión del combustible irradiado

Hasta mediados de la década de los años noventa, la estrategia para la gestión de la parte final del ciclo del combustible nuclear en Bélgica estaba basada en el

reproceso de todo el combustible irradiado y descargado de los reactores comerciales.

Debido a los cambios que fueron sucediendo en el contexto internacional y, en particular, a la caída de los precios del uranio desde mediados de los ochenta, se inició en 1993 un debate parlamentario orientado a la gestión del combustible irradiado y al reciclado del plutonio. Con motivo de dicho debate, el Parlamento belga instó al Gobierno a suspender temporalmente, durante un periodo de cinco años, la realización de nuevos contratos de reproceso y a elaborar un informe comparativo de las estrategias de la parte final del ciclo, principalmente el almacenamiento directo y el reproceso del combustible irradiado.

El informe fue presentado en 1998, pero el Gobierno decidió continuar la

* Artículo publicado en *Estratos* 83, invierno 2007.

moratoria sobre esta fase del ciclo del combustible, alegando que los datos no eran concluyentes, y posponiendo la decisión a la disponibilidad de nueva información que les permitiese realizar una evaluación global.

Instalaciones de almacenamiento del combustible irradiado

El combustible irradiado belga que no ha sido enviado a reprocesar está almacenado en los emplazamientos de las centrales nucleares de Doel y Tihange.

Tabla 1. Parque nuclear de Bélgica.

Central nuclear	Puesta en marcha	Potencia (MW)	Combustible
Doel 1	1975	392	UO ₂
Doel 2	1975	432	UO ₂
Doel 3	1982	1.006	UO ₂ y MOX*
Doel 4	1985	985	UO ₂
Tihange 1	1975	962	UO ₂
Tihange 2	1983	1.008	UO ₂ y MOX*
Tihange 3	1985	1.015	UO ₂

*MOX: Mezcla de óxidos.



Almacenamiento de combustible gastado en contenedor en la central nuclear de Doel. A la derecha, bóveda del ATC de Dessel destinada al almacenamiento de vidrios procedentes del reproceso en la planta de Eurochemic.

En la central de Doel se puso en marcha, en 1995, una instalación para el almacenamiento de combustible irradiado en seco por medio de contenedores metálicos.

En el emplazamiento de la central de Tihange se construyó una nueva piscina que entró en operación en 1997.

Además de los reactores comerciales, en Bélgica hay cuatro reactores de investigación ubicados en el emplazamiento de Mol, operado por el centro de investigación SCK/CEN y uno más ubicado en la Universidad de Gante. En Mol, los reactores BR1 y Venus están todavía en operación con la primera carga de combustible. Una parte del combustible irradiado del reactor BR2 está almacenado en la piscina del reactor y el resto fue enviado a reprocesar a Francia (La Hague) y al Reino Uni-

do (Dounreay). El reactor BR3, en fase de desmantelamiento, almacena su combustible gastado en contenedores metálicos.

Instalaciones para la gestión de residuos de media y alta actividad

La clasificación de residuos radiactivos en Bélgica incluye, fundamentalmente, dos grupos en función de las posibles soluciones para su disposición final: el *grupo geológico*, que engloba aquellos residuos acondicionados que, debido a sus características radiológicas, tienen que ser aislados en formaciones geológicas; y el *grupo abierto*, que contiene los residuos acondicionados cuyas características radiológicas admiten soluciones alternativas al almacenamiento geológico.

Las tres principales categorías de residuos acondicionados (A, B y C) se defi-

Tabla 2. Clasificación por categorías de los residuos radiactivos acondicionados.

Actividad	Baja	Media	Alta
Vida corta	A	A	C
Vida larga	B	B	C

nen por criterios radiológicos y de remisión de calor. Los residuos de categoría A pertenecen al grupo abierto y los de categorías B y C corresponden al grupo geológico.

Los residuos de categoría C proceden fundamentalmente del reproceso del combustible irradiado enviado a Francia y de la antigua planta de reproceso Eurochemic e instalación Pamela de vitrificación operada en Bélgica.

Instituciones responsables

Las principales entidades que participan en los distintos ámbitos de competencia correspondiente a la gestión de residuos radiactivos y combustible irradiado son las siguientes:

— Ondraf/Niras es la agencia nacional para la gestión de los residuos radiactivos. Se trata de un organismo de interés público, creado por ley en 1980. Las autoridades belgas tomaron la decisión de encargar la gestión de los residuos radiactivos a un ente único bajo control público, con el objeto de garantizar que el interés público prevalezca en todas las decisiones. Es responsable de la gestión de los residuos radiactivos, de los materiales físi- les, que se declaran como excedentarios, y del desmantelamiento de las instalaciones nucleares.

— Belgoprocess es una compañía filial de Ondraf/Niras encargada del tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento temporal de los resi-

duos radiactivos que no son efectuados directamente por los productores. También tiene encomendadas las tareas de descontaminación y desmantelamiento de la antigua planta piloto de reproceso de Eurochemic.

— Electrabel es una empresa privada que forma parte del grupo industrial internacional Suez. Es titular y operador responsable de las siete centrales nucleares existentes en el país.

— Synatom es una compañía filial de Electrabel, encargada de aprovisionar de uranio enriquecido a las centrales belgas y de gestionar los combustibles irradiados descargados de los reactores hasta que se ponen a disposición de Ondraf.

— FANC, la Agencia Federal para el Control Nuclear, es el organismo regulador de las actividades nucleares. Es una agencia autónoma del Gobierno con entidad corporativa, que informa al Ejecutivo a través del Ministerio del Interior. ■

En total, Bélgica envió 670 toneladas de combustible irradiado para su reproceso en Francia, lo que dio lugar al retorno a Bélgica de 420 contenedores de residuos de alta actividad vitrificados (75 m³), así como a los residuos tecnológicos (600 contenedores) y bituminizados (1.100 bidones) de media actividad.

La instalación Pamela de vitrificación se puso en marcha en 1985 en el emplazamiento de Dessel y se mantuvo en operación hasta 1991 para la vitrificación de 860 m³ de residuos líquidos de alta actividad procedentes de la antigua planta Eurochemic de reproceso. Asimismo, la planta de cementación asociada se utilizó para el acondicionamiento de los residuos de media actividad generados en las operaciones de reproceso, en el desmantelamiento de la planta de vitrificación y en la restauración y desmantelamiento de los reactores experimentales BR2 y BR3, respectivamente.

Almacén temporal centralizado en Dessel

Las actividades industriales correspondientes al reproceso, acondicionamiento y almacenamiento de residuos radiactivos se concentran en dos emplazamientos (Mol y Dessel) operados por Belgoprocess, una empresa subsidiaria de Ondraf/Niras, la agencia nacional responsable de la gestión de los residuos radiactivos en Bélgica.

Los residuos de alta y media actividad procedentes del reproceso, tanto en Francia como en la antigua planta de Eurochemic, se almacenan en instalaciones diseñadas para tal propósito en el emplazamiento de Dessel. El complejo alberga varias instalaciones de proceso, acondicionamiento y almacenamiento de los residuos, entre los que cabe destacar los siguientes:

— *Edificio 127*. Tiene una capacidad de 5.000 m³. Está diseñado con unos muros de hormigón armado de 80 centímetros de espesor. En él se alma-

cenan los residuos bituminizados y cementados de media actividad en bidones de 220 y 400 litros procedentes de la operación de la antigua planta piloto de reproceso Eurochemic.

— *Edificio 129*. Consiste en una bóveda para el almacenamiento de los residuos de alta actividad procedentes de la vitrificación en la planta Pamela, del desmantelamiento parcial de dicha planta y de los reactores experimentales BR2 y BR3. Se trata de un edificio de construcción modular con muros de hormigón armado de 120 centímetros de espesor. La instalación de recepción y la primera bóveda entraron en operación en 1985 y la segunda bóveda tres años más tarde.

— *Edificio 136*. Se trata de un edificio de construcción modular para albergar los residuos vitrificados de alta actividad y un búnker de hormigón armado para los residuos de media actividad, todos ellos procedentes del reproceso de combustible irradiado en la planta de La Hague (Francia). Dispone de capacidad para almacenar 600 vidrios y 1.000 m³ de residuos de media actividad.

Gestión de los residuos de alta y media actividad a largo plazo

El programa de gestión a largo plazo para los residuos comprendidos en las categorías B y C se encuentra en fase de investigación y desarrollo. Su principal objetivo es analizar la viabilidad técnica y económica para el diseño y la construcción de una instalación de almacenamiento definitivo en profundidad.

Ondraf/Niras presentó al Gobierno el informe SAFIR-2 (Safety Assessment and Feasibility Interim Report), que contiene los resultados de la investigación realizada durante el periodo 1990-2000. El trabajo se centra fundamentalmente en la solución de referencia basada en el Almacenamiento Geológico Profundo en una formación arcillosa (Boom Clay) en el noreste del país. Sin embargo, Bélgica no ha decidido formalmente todavía si adoptará el Almacenamiento Geológico Profundo como solución final. ■

Los reactores nucleares comerciales instalados en Francia generan anualmente unas 1.150 toneladas de combustible irradiado. Para la adecuada gestión de estos residuos, el país galo ha dedicado multitud de recursos a investigación. La planta de almacenamiento temporal y reprocesado de La Hague es una de las principales instalaciones en este campo. ■ POR **Álvaro Rodríguez Beceiro y José Antonio Gago**, ENRESA.*

Gestión de combustible irradiado en Francia

La Hague, el ATC francés

EL PARQUE NUCLEAR FRANCÉS CONSTA en la actualidad de 59 reactores en operación, que proporcionan el 76% de toda la electricidad generada en el país. Adicionalmente, otros ocho reactores de primera generación han sido parados y están en distintas etapas de desmantelamiento y clausura.

La apuesta por la energía nuclear es el resultado de una serie de factores históricos, geográficos, económicos y políticos. La investigación nuclear en Francia está basada en una larga historia, ya que con una sólida base de científicos ha contribuido desde hace años al desarrollo de los conocimientos en el campo de la radiactividad y de la energía nuclear. El primer reactor UNGG (Uranio Natural, Grafito-Gas) entró en funciona-



Vista aérea de las instalaciones de La Hague.

miento en 1956 en Marcoule. De 1956 a 1972 se construyeron otros nueve reactores con esta tecnología. Más tarde, las centrales francesas fueron equipadas con reactores de agua a presión.

Generación de combustible irradiado

La mayor parte del combustible irradiado se produce en los 59 reactores de agua a presión actualmente en funcionamiento, con potencias comprendidas entre 900 MWe y 1.450 MWe. Estos reactores se pusieron en marcha entre

1977 y 1999 y están distribuidos en 19 centrales nucleares. Los reactores utilizan combustible basado en óxido de uranio ligeramente enriquecido o combustible de óxidos mixtos de uranio y plutonio (MOX).

Además, se genera también combustible irradiado en los 11 reactores experimentales de distintos tipos actualmente en operación. La potencia térmica de estos reactores está comprendida entre 100 kW y 350 MW, y comenzaron a funcionar entre 1964 y 1978. Están ubicados en los centros operados por el Comisariado de la Energía Atómica (CEA) en Cadarache, Marcoule, Saclay y en el Instituto Laue-Lanvegin, próximo al centro de Grenoble.

Los reactores nucleares comerciales generan anualmente unas 1.150 toneladas de combustible irradiado. A finales de

* Artículo publicado en *Estratos* 82, otoño 2006.

2004, unas 7.200 toneladas de combustible irradiado en reactores franceses estaba almacenado en las instalaciones de La Hague; 3.600 toneladas, en las piscinas de las centrales nucleares, y 120 toneladas de combustible procedente de los reactores experimentales, en las instalaciones de los centros operados por el CEA.

Política de gestión de combustible irradiado

Francia ha optado por una política basada en el reprocesado y reciclado del combustible irradiado en los reactores nucleares. Para ello cuenta con una planta en La Hague con capacidad para reprocesar 1.700 toneladas de combustible irradiado anualmente, y con una planta (MELOX) para la fabricación de combustible de óxidos mixtos (MOX) en Marcoule.

De las 1.150 toneladas de combustible irradiado que se descargan anualmente por la operación de los reactores nucleares franceses se reprocesan unas 800. Una parte del plutonio recuperado en el reprocesado se recicla mediante la fabricación de combustible de tipo MOX. Una veintena de reactores tienen licencia para consumir este tipo de combustible en Francia.

El combustible irradiado procedente de los reactores experimentales de investigación fue reprocesado en la planta UP1 en Marcoule hasta su cierre definitivo en 1997, lo que obligó al CEA a plantearse una estrategia de almacenamiento para este combustible hasta que pueda ser reprocesado en la planta de La Hague, actualmente en fase experimental.

Instalaciones de almacenamiento temporal

El combustible irradiado, una vez descargado del reactor, se almacena en las piscinas de las centrales nucleares para su enfriamiento, antes de ser transportado a la planta de La Hague. A su llegada a la planta, los contenedores son descargados, bien bajo agua en la piscina profunda, o bien en seco por medio de una celda sellada y blindada. Después de su recepción, los elementos de combustible se depositan en bastidores para

su almacenamiento en las piscinas, durante al menos dos o tres años antes de ser reprocesados. El complejo comprende cinco piscinas interconectadas entre sí para el almacenamiento de combustible, con una capacidad total, en su configuración actual, de 14.000 toneladas de combustible.

El reprocesado genera residuos de baja, media y alta actividad. Los residuos de alta actividad comprenden, fundamentalmente, los productos de fisión y actínidos minoritarios, mientras que los residuos de media actividad, procedentes principalmente de los elementos estructurales de los elementos combustibles y los residuos de baja actividad, se generan en su mayor parte en las operaciones de tratamiento de los efluentes.

Una vez acondicionados, los residuos se almacenan en La Hague en instalaciones especialmente diseñadas para tal propósito. Las instalaciones dedicadas al almacenamiento de los residuos vitrificados de alta actividad ocupan un espacio reducido debido, por una parte, al método de acondicionamiento y, por otra, al diseño compacto de sus edificios. Estas instalaciones de almacenamiento han sido diseñadas, inicialmente, para un periodo de 50 años, aunque según los estudios efectuados en el marco de la investigación realizada según la Ley de 1991, las instalaciones más modernas podrían operar por un periodo de hasta unos 100 años. El volumen de vidrios almacenados en estas instalaciones es de 1.700 m³ y el correspondiente a residuos de actividad intermedia y larga vida es de 46.000 m³.

El combustible irradiado procedente de los reactores experimentales del programa civil del CEA está almacenado, pendiente de decisión para su destino final, en la instalación Cascad, una bóveda de almacenamiento en seco, y en la piscina de la instalación Pegase, ambas situadas en el centro de Cadarache. Debido a los límites de disipación térmica de la instalación Cascad, el CEA está construyendo una nueva instalación, cuya puesta en servicio está prevista para 2008.

El combustible irradiado procedente del reactor rápido Superphénix, un prototipo industrial clausurado en 1998, está almacenado en piscinas en el propio emplazamiento del reactor, en Creys-Malville.

Gestión final de los residuos radiactivos de alta actividad

La Ley de Investigación de 1991 define las líneas maestras sobre la investigación para la gestión de los residuos radiactivos de alta actividad y de larga vida, estableciendo los siguientes ejes de investigación:

— La búsqueda de soluciones para la separación y transmutación de los elementos radiactivos de larga vida presentes en los residuos de alta actividad.

— El estudio del almacenamiento definitivo, reversible o irreversible, en formaciones geológicas profundas, en particular, mediante la construcción de laboratorios subterráneos.

— El estudio de procesos de acondicionamiento y almacenamiento temporal prolongado para este tipo de residuos radiactivos.

La investigación sobre separación y transmutación está siendo desarrollada por el CEA, fundamentalmente en el laboratorio Atalante en Marcoule, para demostrar la viabilidad del proceso de separación de actínidos minoritarios y productos de fisión de larga vida, y en el reactor Phénix, ubicado también en Marcoule, para desarrollar la técnica de transmutación de los mencionados elementos.

La investigación sobre el almacenamiento definitivo en formaciones geológicas la está ejecutando la Agencia Nacional para la Gestión de los Recursos Radioactivos (Andra), en el laboratorio subterráneo de Meuse, autorizado en 1999.

El estudio sobre el almacenamiento prolongado de residuos de alta actividad la desarrolla el CEA, y está orientado a procesos de tratamiento y acondicionamiento, contenedores de almacenamiento y conceptos de almacenamiento a largo plazo.



La planta de La Hague tiene una capacidad de almacenamiento de 14.000 toneladas de combustible en su configuración actual.

Desde el comienzo de la aplicación de la Ley de Investigación hasta el año 2005, se han invertido unos 2.500 millones de euros. La ley contempla un debate parlamentario al finalizar el periodo de 15 años que establece el texto.

Con tal motivo, la Oficina Parlamentaria de Evaluación de Opciones Científicas y Tecnológicas (OPECST) publicó un informe a comienzos de 2005, en el que, entre otras, se establecen las siguientes recomendaciones:

— La investigación en las áreas de separación y transmutación y almacenamiento geológico debe continuar más allá de 2006, siendo el Parlamento el que establezca los hitos.

— El Parlamento podría establecer los siguientes objetivos para consideración de las autoridades públicas: 2016 para la operación de una instalación de almacenamiento temporal de largo plazo y la autorización para la construcción de un almacén geológico profundo reversible; 2020-2025 para la puesta en marcha de un reactor transmutor de demostración y operación del repositorio, y 2040 para alcanzar la transmutación a nivel industrial.

— El Plan Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos podría ser incorporado a la legislación como un marco general para la gestión de los residuos.

— La creación de un fondo para la financiación de la investigación y gestión industrial de los residuos radiactivos, gestionado por el Estado y financiado por los productores, debe ser decidido por el Parlamento.

— Ampliar las competencias de Andra para cubrir, no sólo el almacenamiento definitivo, sino también el almacenamiento temporal a largo plazo de todos los residuos radiactivos y del combustible gastado que no sea reprocesado.

Está previsto que en 2006 se apruebe la nueva ley que oriente el programa para el futuro, en virtud de las conclusiones extraídas por el Gobierno y el Parlamento de 15 años de investigación y de los debates públicos que concluyeron en enero de 2006. El proyecto de ley fue aprobado por el Gobierno en marzo de ese año.

Marco de responsabilidades

Con carácter general, los productores de residuos mantienen la responsabilidad de su gestión, incluida la financiación, hasta su almacenamiento definitivo en instalaciones autorizadas.

La Autoridad de Seguridad Nuclear (ASN) es responsable de supervisar la seguridad de las instalaciones nucleares de base y de la radioprotección de todas las actividades e instalaciones nucleares.

Las principales organizaciones que

intervienen en las distintas etapas de la gestión del combustible irradiado son las siguientes:

— EDF (Electricidad de Francia), como titular de los reactores nucleares destinados a la producción de energía eléctrica.

— Cogema (Compañía General de los Materiales Nucleares), como contratista encargado de las operaciones de reprocesado y almacenamiento temporal de los residuos resultantes.

— CEA (Comisariado de la Energía Atómica), como organización pública responsable de los reactores experimentales y de las actividades de investigación derivadas de la Ley de 1991 (separación, transmutación y almacenamiento temporal prolongado).

— Andra (Agencia Nacional para la Gestión de Residuos Radiactivos), como organización pública responsable de la gestión a largo plazo de los residuos radiactivos y de la investigación derivada de la Ley de 1991 (almacenamiento geológico profundo). ■

■ Referencias

— Segundo informe nacional sobre la implementación en Francia de las obligaciones derivadas de la Convención Conjunta sobre la Seguridad en la Gestión de Combustible Gastado y en la Gestión de los Residuos Radiactivos (septiembre, 2005).

— Material divulgativo de AREVA/Cogema.

El Reino Unido, pionero en el uso de la energía nuclear, cuenta en la actualidad con 19 reactores en operación que generan el 20% de la electricidad consumida en el país. Todas las centrales cuentan con piscinas, en las que el combustible irradiado permanece hasta su envío al complejo de Sellafield, donde se reprocessa, se acondicionan los residuos resultantes y se almacenan temporalmente. El Gobierno aceptó en 2006 las conclusiones del Comité para la Gestión de los Residuos Radiactivos (CORWM) que propone el almacenamiento geológico profundo como mejor opción a largo plazo para la gestión final este tipo de residuos, soportado por un amplio programa de almacenamiento temporal. ■ POR **Álvaro Rodríguez Beceiro**, ENRESA.*

El complejo centraliza las actividades de acondicionamiento, reprocessado y almacenamiento temporal del combustible irradiado

Sellafield, el ATC del Reino Unido

EL REINO UNIDO ES PIONERO EN el desarrollo de la energía nuclear desde la década de los cuarenta del pasado siglo. Posteriormente, en 1956, se convirtió en el primer país que comenzó la generación comercial de electricidad mediante un reactor nuclear, en la central de Calder Hall. Un año antes, el Gobierno anunciaba el inicio del primer programa comercial, y proponía, asimismo, la construcción de reactores tipo Magnox (combustible metálico en vainas de magnesio) y la investigación en la utilización futura de reactores reproductores rápidos.

Hasta la década de los ochenta, la política del Gobierno estuvo claramente orientada a incrementar la participación



Principales centros de producción y de almacenamiento de residuos radiactivos en el Reino Unido.

de la energía nuclear en la generación de electricidad en el país, reprocessando el combustible irradiado y reciclando los materiales energéticos recuperados. Con la privatización y el comienzo de la desregulación del sector eléctrico en 1989, el Gobierno decidió mantener la generación de energía nuclear en el sector público, siendo más tarde, en 1996, privatizado, con excepción de los reactores tipo Magnox y las instalaciones del ciclo del combustible nuclear.

En 2007 había en operación en el Reino Unido un total de 19 reactores nucleares que, con una potencia instalada de 11 GWe, contribuyeron en un 18,39% a la electricidad total producida en el país.

Desde que se inició el programa nuclear —y exceptuando el hecho de

* Artículo publicado en *Estratos* 84, primavera 2007.



Complejo de Sellafield, donde se reprocesan, acondicionan y almacenan temporalmente los residuos radiactivos procedentes de las centrales nucleares británicas.

que el país es importador de uranio—, el Reino Unido ha sido autosuficiente en las distintas etapas del ciclo del combustible nuclear (conversión, enriquecimiento, fabricación de combustible y reproceso). Existen plantas de conversión en Springfields, plantas de enriquecimiento en Capenhurst, plantas de fabricación de combustible en Springfields y Sellafield, y plantas de reproceso en Sellafield. Además de los múltiples reactores de investigación existentes en el país, entre 1974 y 1994 estuvieron en operación dos reactores reproductores rápidos en Dounreay.

Hasta la fecha, se han parado un total de 21 reactores que están en distintas etapas de clausura y desmantelamiento.

Política de gestión del combustible irradiado

En el Reino Unido, la política de gestión del combustible irradiado, en cuanto a la opción de su reproceso, depende de la valoración económica. La decisión corresponde al titular del combustible, estando sujeta exclusivamente al cumplimiento de los requisitos reguladores. En este mismo sentido, el Gobierno acepta que el combustible irradiado no sea clasificado como residuo mientras la opción de reproceso permanezca abierta y no se pueda descartar un futuro uso de dicho combustible.

El combustible irradiado procedente de los reactores de tipo Magnox y AGR se envía a las plantas de reproceso de Sellafield después de un periodo de enfriamiento en la central. El combus-

tible irradiado de la única central de agua ligera existente en el país se almacena en la piscina de la propia central, donde permanece a la espera de que se decida cómo gestionarlo.

El combustible irradiado de los denominados reactores rápidos —tanto el prototipo como el de demostración, ambos parados en la actualidad— fue reprocesado en su mayor parte en la planta de Dounreay. Una pequeña cantidad del procedente del reactor de demostración que no ha sido reprocesado será enviado a la planta de reproceso de Sellafield.

Existen otros reactores experimentales, como el Dragon (alta temperatura refrigerado por gas); el GLEEP (Graphite Low Energy Experimental Pile), cuyo combustible irradiado se almace-

na en Harwell; o el WAGR (Windscale Advanced Gas-Cooled Reactor) y el SGHWR (Steam Generator Heavy Water Reactor), cuyo combustible irradiado se almacena en Sellafield.

Instalaciones de almacenamiento

Todas las centrales nucleares disponen de piscinas de almacenamiento en donde se almacena el combustible irradiado durante un determinado tiempo, antes de su envío a la planta de Sellafield para su reproceso.

El complejo de Sellafield consta de las instalaciones de recepción, manejo y almacenamiento para los distintos tipos de combustibles; de una planta de reprocesado para tratar los combustibles metálicos de los reactores Magnox, con una capacidad para 1.500 t/año, y la planta Thorp (Thermal Oxide Reprocessing Plant) para combustibles de tipo óxido con una capacidad para 850 t/año. La planta para combustibles procedentes de reactores Magnox comenzó su operación en 1964 y está previsto su cese en 2012, una vez que se cierren todos los reactores de este tipo. La planta Thorp comenzó a operar en 1994.

Asimismo, dispone de las instalaciones de tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento de los distintos tipos de residuos generados en las operaciones de reproceso, tal y como se resumen a continuación.

■ Plantas de tratamiento y acondicionamiento

— Planta de vitrificación de residuos. Transforma los residuos líquidos de alta actividad generados en el reproceso en bloques de vidrio adecuados para el almacenamiento a largo plazo. Existen tres líneas de vitrificación en las que se tratan los residuos procedentes de las plantas de reproceso Magnox y Thorp, así como los residuos históricos.

— Plantas de encapsulamiento para los residuos de media actividad procedentes de las plantas de reproceso Magnox y Thorp, y también para los residuos históricos.

— Complejo de tratamiento de residuos, en el que se tratan los residuos

Reactores nucleares de potencia en operación en el Reino Unido.

Reactor	Tipo	Potencia (MWe)	Comienzo operación	Cierre esperado
Oldbury 1, 2	Magnox	217	1968	2008
Wylfa 1, 2	Magnox	490	1971-72	2010
Dungeness B 1, 2	AGR	555	1985-86	2018
Hartlepool 1, 2	AGR	605	1984-85	2014
Heyshan 1, 2	AGR	575	1985-86	2014
Heyshan 3, 4	AGR	625	1988-89	2023
Hinkley Point B 1, 2	AGR	610	1976-78	2011
Hunterston B 1, 2	AGR	595	1976-77	2011
Turness 1, 2	AGR	625	1988-89	2023
Sizewell B	PWR	1.188	1995	2035
Total		10.982		

AGR: Advanced Gas Reactor
PWR: Pressurized Water Reactor

Reactores nucleares de potencia clausurados en el Reino Unido.

Reactor	Tipo	Potencia (MWe)	Cierre
Berkeley 1, 2	Magnox	138	1988-89
Bradwell 1, 2	Magnox	123	2002
Calder Hall 1-4	Magnox	50	2003
Chapelcross 1-4	Magnox	49	2004
Dungeness A 1, 2	Magnox	225	2006
Hinkley Point 1, 2	Magnox	235	2000
Hunterston A 1, 2	Magnox	160	1989-90
Sizewell A 1, 2	Magnox	210	2006
Trawsfynydd 1, 2	Magnox	196	1993
Windscale	AGR	28	1981
Dounreay	FBR	254	1994
Wintrith	SGHWR	92	1990

FBR: Fast Breeder Reactor.
SGHWR: Steam Generator Heavy Water Reactor

contaminados de plutonio, además de algunos residuos históricos.

■ Instalaciones de almacenamiento de RAA y RMA

Existe una única instalación para almacenar los residuos vitrificados de alta actividad procedentes del reproceso, con una capacidad para 1.200 m³ (8.000 contenedores) y varios almacenes para distintos tipos de residuos radiactivos de media actividad con una capacidad de almacenamiento para unos 70.000 m³.

En las piscinas de Sellafield están almacenadas unas 8.000 toneladas de combustible irradiado de distintos tipos (Magnox, AGR, PWR, SGHWR); unos 2.000 m³ de residuos de alta actividad, de los cuales unos 400 m³ están acondicionados, y unos 75.000 m³ de residuos de media actividad, de los que unos 12.000 m³ están acondicionados.

Organización y responsabilidades

El marco legislativo y regulador de la gestión del combustible gastado y los residuos radiactivos contempla en el Reino

KEITH BEARDMORE



BRIAN GRANGER



Planta Thorp, donde se reprocessan combustibles gastados de tipo óxido. A la izquierda, contenedores para el almacenamiento de residuos vitrificados.

Unido dos aspectos, uno relacionado con la seguridad y la salud y otro relativo a la protección medioambiental.

El HSE (Health and Safety Executive) es responsable general de supervisar el cumplimiento de la legislación sobre la seguridad y salud en el trabajo, en particular en relación con la gestión del combustible irradiado y los residuos radiactivos del régimen de licenciamiento del emplazamiento nuclear. Dentro del HSE, el NII (Nuclear Industry Inspectorate) lleva a cabo el licenciamiento y la regulación de la industria nuclear.

La EA (Environment Agency) es el principal órgano regulador de asuntos que afectan al medio ambiente. Una de sus principales responsabilidades es la de autorizar el almacenamiento definitivo de los residuos radiactivos.

La NDA (Nuclear Decommissioning Authority), creada bajo la Ley de Energía de 2004, tiene la responsabilidad de gestionar el legado nuclear de instalaciones y emplazamientos, asumiendo por lo tanto las funciones de gestión de todo tipo de residuos radiactivos, así como el desmantelamiento, la restauración y descontaminación de los emplazamientos. En octubre de 2006, el Gobierno anunció su intención de que la NDA absorbiese NIREX, la agencia responsable de desarrollar la instalación de almacenamiento geológico profundo para los residuos de media actividad, siguiendo el mandato sobre el almacenamiento geológico profundo.

Recomendaciones del CORWM

Durante las últimas tres décadas han fracasado, en el Reino Unido, los intentos por resolver el problema de la gestión de los residuos de alta actividad, debido a lo cual el Gobierno inició una profunda revisión de la política de gestión a largo plazo de este tipo de resi-

duos. A tal efecto, en 2003 creó el Comité para la Gestión de Residuos Radiactivos, CORWM (Committee on Radioactive Waste Management). El CORWM fue concebido como un órgano asesor, compuesto por expertos de diferentes áreas de conocimiento, que cubre, no sólo los aspectos científicos y técnicos, sino también los sociales, económicos y medioambientales, con el objetivo de analizar, con la participación del público y de los diferentes agentes implicados, todas las opciones de gestión de residuos.

Después de un intenso programa desarrollado a lo largo de tres años, el comité elaboró un informe en 2006 y planteó una serie de recomendaciones, las cuales fueron aceptadas por el Gobierno en octubre de ese mismo año. En términos generales, las principales recomendaciones fueron las siguientes:

- El Almacenamiento Geológico Profundo es la mejor solución disponible para la gestión de los residuos de alta y media actividad.

- Debido a las incertidumbres a las que se enfrenta el Almacenamiento Geológico Profundo, se aconseja, no obstante, el desarrollo de un Programa de Almacenamiento Temporal como parte integral de la estrategia.

- Aproximación flexible y gradual en el proceso de toma de decisiones para la implantación de la estrategia global.

- Compromiso firme para llevar a cabo un programa intenso de I+D en los aspectos de seguridad del Almacenamiento Geológico Profundo.

- La designación del emplazamiento debe involucrar a las comunidades a través de un proceso de participación voluntaria.

El Gobierno considera que la planificación y desarrollo de la opción del Almacenamiento Geológico Profundo debe basarse en una organización ejecutora del programa con una asignación clara de responsabilidades, en una regulación fuerte e independiente, en un órgano independiente que supervise la implantación y asesore al Gobierno y en la cooperación con la comunidad que acoja el emplazamiento. ■

La opinión pública y los medios de comunicación han ido madurando sus posiciones ante la nueva realidad del ATC

Un consenso social necesario

En la gestión de los residuos radiactivos, aportar soluciones fiables a nivel técnico no es suficiente si la opinión pública no las conoce, las entiende y finalmente las comparte. Por ello, desde que comenzó la apuesta nacional por el Almacén Temporal Centralizado, Enresa inició una labor pedagógica de información y formación tanto a la sociedad como a los medios de comunicación que ha facilitado la evolución de los atributos que sobre esta instalación han aparecido reflejados en la prensa. Esta labor de comunicación no es nueva para la empresa pública que ya la recoge es su objeto fundacional. Aunque desde hace ya seis años la labor de comunicación sobre el ATC ha sido constante, el camino hasta asumir esta nueva realidad es largo. ■





El papel de los medios de comunicación es fundamental para adoptar una decisión última en relación con la ubicación de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) en España. Para que el proceso deliberativo sea público, abierto y transparente, como se recoge en el Real Decreto que creó la Comisión Interministerial encargada de tutelar el procedimiento, es necesario que la ciudadanía cuente con información verdadera, clara e inequívoca. Indicadores como la edición especial del Eurobarómetro publicada en junio de 2008 demostraban que ya se avanza hacia una opinión pública verdaderamente informada en estos asuntos. ■ POR **Jordi Ballera**, EDELMAN ESPAÑA.

La labor de Enresa y los medios de comunicación ha normalizado la percepción que los ciudadanos tienen sobre la gestión de los residuos radiactivos

La opinión pública y el ATC

EN DICIEMBRE DE 2004, LA COMISIÓN de Industria del Congreso, formada por representantes de todos los grupos parlamentarios, instó al Gobierno a definir y desarrollar los puntos necesarios para llevar a cabo la instalación de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) que debería acoger el combustible gastado de las centrales en operación y de aquellas a desmantelar, los residuos de actividades de reprocesado y los de otras instalaciones nucleares y radiactivas.

Este consenso político reflejaba la importancia de avanzar en la solución al problema que supone la saturación de la capacidad de las piscinas y el retorno de los residuos derivados del reproceso en Francia, previsto para el año 2011.

Más allá de estas consideraciones, el acuerdo reconocía la necesidad de sentar las bases para la definición del modelo

óptimo de gestión de los residuos radiactivos producidos en España, así como la de avanzar en el desarrollo de infraestructuras de investigación que situarían a España a la vanguardia mundial.

La necesidad de un debate transparente

Sin embargo, el propio Gobierno ha reconocido que el consenso político, pese a ser fundamental, no es suficiente: es imprescindible un consenso social alcanzado a través de un proceso deliberativo público, abierto y transparente.

De hecho, así lo recoge el Real Decreto 775/2006 de 23 de junio por el que se crea una Comisión Interministerial que, entre otras funciones, debía establecer e impulsar los procesos de información y participación pública.

Este debate requiere, sin duda, argumentos técnicos, políticos, sociales y

medioambientales, pero sobre todo requiere responsabilidad, objetividad y transparencia a la hora de trasladar a los ciudadanos la información necesaria para que se formen una opinión que no esté sesgada por intereses particulares. Si la decisión última sobre el futuro emplazamiento del ATC en España debe tomarse de manera consensuada con los ciudadanos y sus representantes políticos, es imprescindible trasladarles información verdadera, clara e inequívoca. Esto aportaría transparencia a la gestión política, fortalecería el escrutinio público sobre la actividad del Gobierno y socializaría el debate en un tema tan complejo como éste.

Una opinión pública madura

En líneas generales, no hay duda de que los discursos sobre la gestión de los residuos han madurado notablemente a raíz,

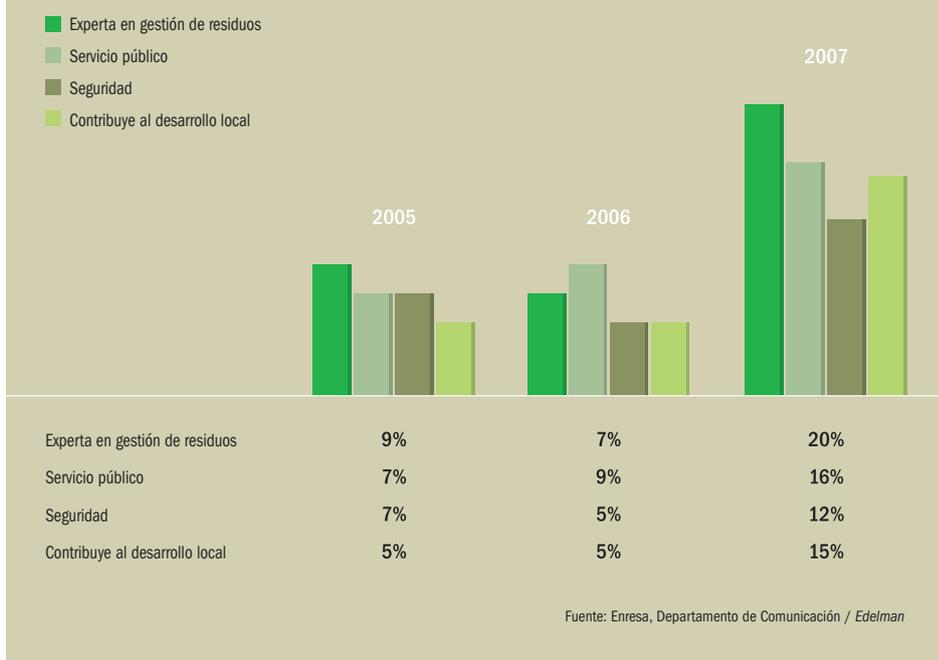
entre otras cosas, del trabajo paciente y didáctico desarrollado por Enresa y del compromiso paralelo demostrado por los medios de comunicación, tanto de alcance nacional como local, a la hora de trasladar de manera precisa, exhaustiva y objetiva información relevante sobre este tema a los ciudadanos.

Todo ello ha tenido como consecuencia una relativa normalización de la percepción que los ciudadanos tienen de los procesos de gestión de los residuos radiactivos y del combustible gastado. Por otro lado, el hecho de que El Cabril, el almacén centralizado de los residuos de media y baja actividad ubicado en la provincia de Córdoba, haya sido un ejemplo de buenas prácticas, de seguridad industrial, de transparencia pública y de dinamización de la región, ha contribuido sin duda también a que los ciudadanos aprendan a convivir de manera natural con la industria medioambiental de gestión de residuos. En la figura 1 se puede observar cómo el atributo de Enresa como “Experta en gestión de residuos”, ha pasado de aparecer en el 9% de las noticias en el año 2005, a hacerlo en el 20% en el 2007; durante el mismo periodo, el atributo “Contribuye al desarrollo local” ha pasado de un 5% a un 15%.

Sin esta labor didáctica no se entendería que, de acuerdo con la edición especial del Eurobarómetro, publicada en junio de 2008, el 86% de los ciudadanos españoles opine que “es urgente encontrar una solución al problema de la gestión de los residuos de alta actividad y no dejarlo para futuras generaciones”. En la misma línea, el 79% de los españoles opina que “cada país debería tener un plan que establezca las políticas de gestión del combustible gastado de las centrales nucleares y de los residuos radiactivos provenientes de otros sectores industriales” (figura 2).

A la demanda ciudadana de que los gobiernos definan lo antes posible su estrategia nacional para gestionar los residuos, hay que sumarle una segunda cuestión que considero especialmente relevante: el 55% de los españo-

Figura 1. Evolución de los atributos de Enresa en la prensa



les pide “participar en el proceso para decidir sobre el futuro de los residuos” (figura 2). Esta participación ciudadana, a través de sus representantes políticos, requiere dos elementos clave: por un lado, la incorporación del debate sobre la gestión de los residuos a la agenda política, y por otro, la difusión de información rigurosa a los ciudadanos para ayudar a la conformación de una opinión pública capacitada para decidir la opción que considere más adecuada.

Lenta evolución

Tras analizar desde el año 2006 los debates en torno a las mejores soluciones para almacenar los residuos de manera segura, creo que se ha progresado, aunque lentamente, en la configuración de una opinión pública verdaderamente informada. En este sentido, el mismo Eurobarómetro recoge un dato muy ilustrativo: sólo el 17% de los españoles “se considera informado sobre el tema de los residuos radiactivos” (figura 2). Parece claro que este escaso conocimiento puede dificultar el desarrollo de un debate formal y participativo que sea comprensible para los ciudadanos. Sin

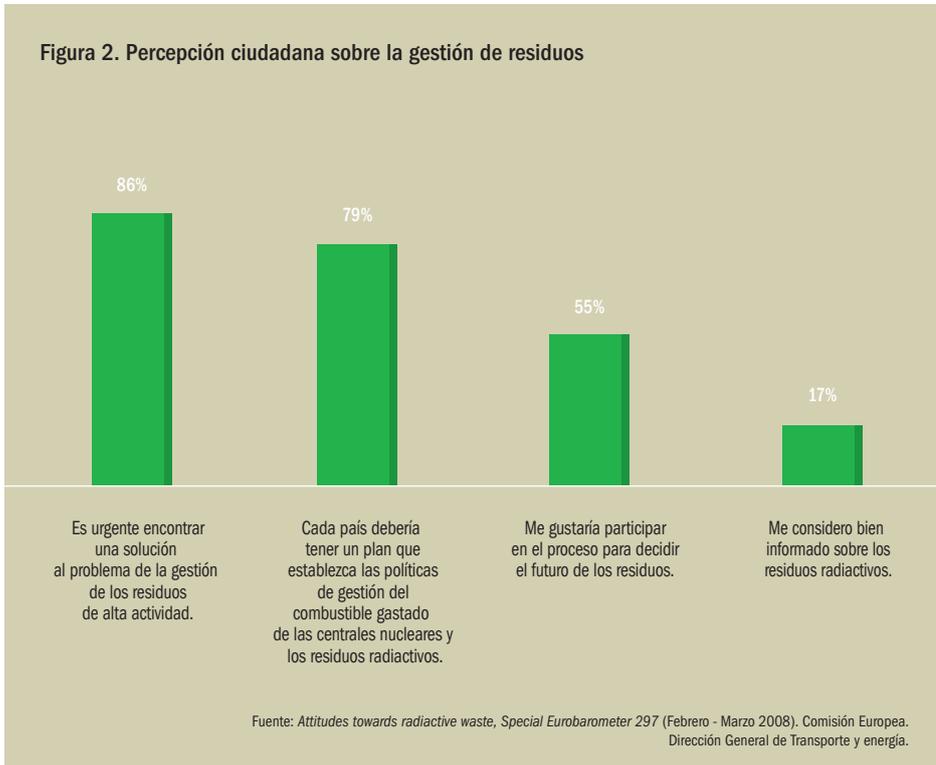
embargo, el debate es necesario y todos los interlocutores sociales deberían realizar un esfuerzo por formar a la opinión pública.

Creo sinceramente que España tiene delante de sí una ocasión histórica para debatir de manera seria y rigurosa el modelo que quiere para la gestión del combustible gastado de las centrales. Y también creo que este debate nacional es socialmente necesario y éticamente urgente si no queremos que sean las generaciones futuras las que tengan que decidir la mejor solución para la gestión de los residuos que está produciendo la generación actual.

Sin embargo, a pesar de la cifra comentada más arriba sobre el nivel de conocimiento de los españoles, se puede observar la lenta maduración de determinados mensajes y argumentos que empiezan a cristalizar en los medios de comunicación. Esto se debe, en gran medida, a la progresiva separación entre el debate sobre el modelo energético español y el del modelo de gestión de los residuos; dos debates independientes que a menudo se han vinculado, confundiendo a la opinión pública.

Estos mensajes y argumentos, tal como aparecen en los medios, pueden

Figura 2. Percepción ciudadana sobre la gestión de residuos



cinas de las centrales. En segundo lugar, la llegada desde Francia, a partir de 2011, del combustible reprocesado de la central nuclear Vandellós I, clausurada en 1989, requiere también de un nuevo espacio de almacenamiento. Sin embargo, no será la llegada de estos residuos la que vaya a condicionar el calendario para la decisión de la ubicación del emplazamiento. En este sentido, los medios recogen de manera generalizada que será el consenso político y social el que marque el inicio de las negociaciones.

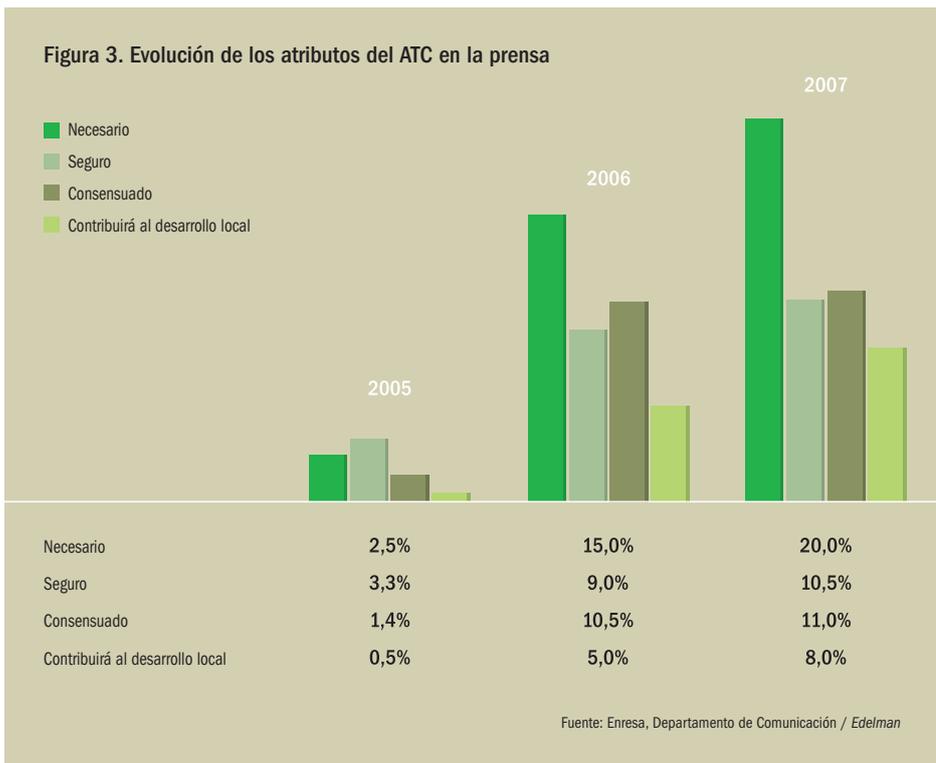
Finalmente, y éste es un punto interesante, el ATC estaría disponible para acoger el combustible gastado de las centrales una vez finalizada su operación y terminadas las tareas de desmantelamiento.

El argumento de la “necesidad” del ATC, sin embargo, se enmarca en un contexto nacional y es relativamente poco atractivo para los intereses de los ciudadanos locales que pueden entender la necesidad que tiene España de dotarse de esta instalación, pero que no necesariamente aceptarán que ésta se ubique en su municipio.

En este sentido, los medios recurren a un segundo bloque de mensajes y argumentos que se centran especialmente en la contribución que puede suponer una instalación industrial de estas características en un contexto local. Así se centran en destacar las “oportunidades” que puede generar el almacén, su Centro Tecnológico asociado y el Parque Empresarial adyacente, que dinamizarán la zona en un sector tan relevante como es el de la I+D en materia de energía y medio ambiente.

Es cierto que, a nivel nacional, unas instalaciones centralizadas de estas características alentarán sin duda las investigaciones sobre el comportamiento del combustible gastado y reforzarán el potencial investigador de nuestro país. Basta recordar cómo el desmantelamiento de Vandellós I se ha convertido en referente mundial en la implementación de procedimientos pioneros de recuperación de terrenos a través de las más avanzadas técnicas

Figura 3. Evolución de los atributos del ATC en la prensa



categorizarse en dos grandes bloques: la necesidad y la oportunidad del ATC.

El primer bloque de mensajes ha generado un creciente acuerdo sobre la “necesidad” de dotarse de una nueva instalación que centralice el almacenamiento de los residuos. Si analizamos los medios de comunicación, observamos

que en 2005, sólo el 2,5% de las noticias analizadas se referían a la necesidad de construir un ATC; en 2007, este porcentaje ha alcanzado el 20% (figura 3). Los argumentos que refuerzan esta necesidad apuntan a que esta instalación industrial podría solucionar el problema de la inminente saturación de las pis-

SUSCRIPCIÓNestratos

Nombre y apellidos

Domicilio

CP

Provincia

e-mail

Población

De acuerdo con lo dispuesto en la vigente normativa, le informamos de que los datos que usted pueda facilitarnos a través del presente boletín de actualización quedarán incluidos en un fichero del que es responsable ENRESA, donde puede dirigirse para ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, oposición o cancelación de la información obrante en el mismo, bien a través de la dirección de correo electrónico registro@enresa.es o por escrito a la calle Emilio Vargas, 7. 28043 Madrid. Los datos personales que se solicitan al suscriptor son los estrictamente imprescindibles para poder recibir la revista. Estos datos se tratarán únicamente para gestionar la lista de suscriptores y no se comunicarán a ningún tercero.

de fitorremediación; o la importante labor investigadora que está desarrollando Carlo Rubbia, premio Nobel de Física en 1984, como asesor científico del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat). Estos recursos científicos sin duda situarían a España a la vanguardia de la investigación sobre la gestión definitiva de los residuos, sobre tecnologías para la vigilancia y restauración ambiental, y sobre tecnologías de separación y transmutación orientadas a la reducción del volumen y radiotoxicidad de los residuos.

Pero es a nivel local donde la contribución del ATC, durante sus 60 años previstos de operación, se concreta de manera más tangible. En este sentido, el Almacén Centralizado de Residuos de Baja y Media Actividad de Enresa en El Cabril, dentro del término municipal de Hornachuelos, es un buen ejemplo de lo que el nuevo ATC puede suponer para el municipio que decida acogerlo.

Sin duda, El Cabril se ha convertido en un referente internacional en materia de gestión y almacenamiento de residuos, atrayendo cada año a cientos de miembros de la comunidad científica, y convirtiéndose en un polo de atracción de capital humano cualificado. Podemos recordar, entre otras muchas actividades, el Seminario sobre Periodismo y Medio Ambiente que Enresa celebra anualmente en estas instalaciones en estrecha colaboración con la Universidad de Córdoba.

En la misma línea, el proyecto del ATC incorpora un Centro Tecnológico y un Parque Empresarial asociados que convertirán al municipio que lo acoja en un polo investigador de alto valor añadido que dinamizará sin duda la zona, y desde el que se coordinarán las actividades de I+D que desarrollan universidades y centros de investigación de toda la geografía española. Éste es el mismo modelo que han seguido en Europa otras instalaciones industriales similares como la de HABOG en Holanda o la de CLAB en Suecia. Si volvemos a las noticias

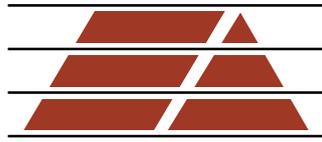
publicadas sobre el ATC, podemos comprobar que si en 2005 un escaso 0,5% de las noticias analizadas se refería a la “contribución del ATC al desarrollo local”, en 2007 este porcentaje alcanza el 8% (ver figura 3).

El consenso como paso previo

Por encima de todo, la decisión sobre el mejor modelo para almacenar el combustible gastado y los residuos de alta actividad está generando un debate fundamental. Todos recordamos cómo, históricamente, las decisiones técnicas han sido las responsables de que las actuales piscinas de las centrales se encuentren en los municipios en los que actualmente están, sin que nunca haya mediado un proceso de consulta. Sin embargo, el procedimiento abierto por el Gobierno para decidir si finalmente se opta por la centralización o la dispersión de los residuos, y, en el caso de que se opte por el ATC, decidir el municipio que lo acoja, se basa en principios esencialmente democráticos. Este hecho me parece de la máxima relevancia: la condición previa para la selección del emplazamiento es el consenso de los ciudadanos y de sus representantes políticos. Y únicamente cuando se alcance la aprobación ciudadana, el Ejecutivo encargará contrastar las características técnicas del enclave con las necesidades de la instalación.

Sólo este consenso social alcanzado a través de un debate riguroso y transparente dotará de legitimidad a la decisión final del Ejecutivo; y sólo este consenso social, como se ha demostrado en El Cabril, tendrá la capacidad de generar un clima de confianza ciudadana que permita que la instalación se integre de manera natural dentro del paisaje social del municipio que lo acoja.

A raíz del análisis de los medios, creo que el debate está siendo profundamente positivo y que los argumentos que se definen y se distribuyen por parte de diferentes interlocutores están favoreciendo la constitución de una ciudadanía informada, que pueda evaluar libremente la oportunidad de acoger una instalación de la importancia del ATC. ■



EMPRESARIOS AGRUPADOS

Ingeniería y servicios para el Sector Eléctrico.

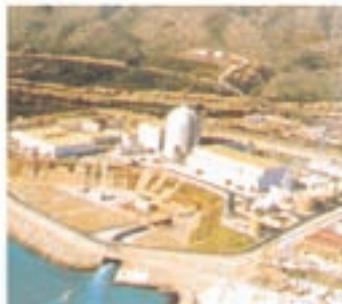
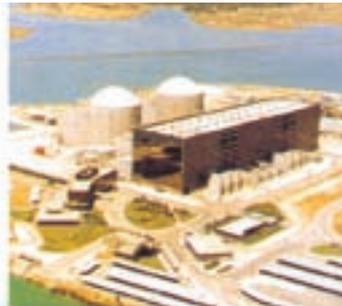
En el campo nuclear ofrecemos nuestra experiencia de ámbito internacional en una amplia gama de servicios para el proyecto, construcción y apoyo a la explotación de centrales nucleares e instalaciones con ellas relacionadas, incluyendo:

- ▶ Consultoría
- ▶ Gestión de Proyectos
- ▶ Ingeniería y Diseño
- ▶ Seguridad Nuclear y Licenciamiento
- ▶ Protección Radiológica
- ▶ Adquisición de Equipos
- ▶ Supervisión de Construcción
- ▶ Pruebas y Puesta en Marcha
- ▶ Garantía de Calidad
- ▶ Apoyo a la Operación y Mantenimiento
- ▶ Evaluaciones de Seguridad
- ▶ Análisis Probabilista de Seguridad
- ▶ Proyecto e Implantación de Modificaciones
- ▶ Gestión de la Configuración
- ▶ Gestión de Residuos Radiactivos de Baja Actividad
- ▶ Proyectos de Instalaciones para Almacenamiento de Combustible Gastado
- ▶ Programas de Alargamiento de Vida
- ▶ Descontaminación y Desmantelamiento

■ **Tecnología**

■ **Experiencia**

■ **Dedicación** ■



EMPRESARIOS AGRUPADOS, A.I.E. Magallanes, 3 • 28015 Madrid, España • Teléfono (34) 91 309 80 00 - Fax (34) 91 591 26 55
www.empre.es

EMPRESARIOS AGRUPADOS, A.I.E. es una Agrupación de Interés Económico (Ley 12/1991 de 29 de Abril) constituida por GHESA, TRSA, IBERINCO, SOLUZIONA INGENIERÍA y TRPI.

EMPRESARIOS AGRUPADOS INTERNACIONAL, S.A. es una Sociedad Anónima promovida por los mismos socios.

ENSA

Equipos Nucleares, S.A.

FABRICACIÓN INSTALACIÓN Y SERVICIO DE COMPONENTES NUCLEARES



Servicio

Instalación

Investigación

Fabricación



SOVIDAD ESTATAL
DE PARTICIPACIONES INDUSTRIALES

ENSA

Equipos Nucleares, S.A.



ISO 14001



ISO 9001



ISO 9002



Classes 1, 2 and 3

Oficinas Generales: C/ Ortega y Gasset 20,5º Tel.: (34) 91 555 36 17 Fax: (34) 91 556 31 49 • 28006 Madrid, ESPAÑA
Fábrica: Avda. de Juan Carlos I, 8 . Tel.: (34) 942 20 01 01 Fax: (34) 942 20 01 48 • 39600 Moliño, Cantabria, ESPAÑA