

# QUINTO PLAN GENERAL DE RESIDUOS RADIATIVOS

JULIO 1999



Ministerio de Industria  
y Energía

---

  
Miner



# QUINTO PLAN GENERAL DE RESIDUOS RADIATIVOS

TEXTO APROBADO EN EL CONSEJO DE MINISTROS  
CELEBRADO EL DÍA 31 DE JULIO DE 1999

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA

Coordinación editorial: TransEdit  
NIPO: 236-99-007-2  
D.L.: M-36533-1999

# ÍNDICE

0. RESUMEN . . . . .	5
1. INTRODUCCIÓN . . . . .	9
1.1. Marco legal de referencia . . . . .	9
1.2. Resumen de la situación actual de la gestión de los residuos radiactivos . . . . .	10
1.2.1 Situación actual en España . . . . .	10
1.2.2 Panorama internacional . . . . .	12
1.3. Escenario de referencia . . . . .	13
2. GENERACIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS Y COMBUSTIBLE GASTADO EN ESPAÑA . . . . .	15
2.1. Situación actual . . . . .	15
2.2. Previsiones de generación . . . . .	15
3. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD. . . . .	19
3.1. Aspectos destacables de la gestión . . . . .	19
3.2. El Cabril . . . . .	20
4. PLANTEAMIENTO DE UNA POLÍTICA DE GESTIÓN PARA EL COMBUSTIBLE GASTADO Y RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD . . . . .	25
4.1. Consideraciones generales . . . . .	25
4.1.1. Panorama internacional . . . . .	25
4.1.2. Panorama nacional . . . . .	27
4.2. Soluciones temporales. . . . .	28
4.3. Gestión final del combustible gastado y residuos de alta actividad . . . . .	30
4.3.1. Almacenamiento definitivo . . . . .	31
4.3.2. Investigación de otras tecnologías . . . . .	33
5. CLAUSURA DE INSTALACIONES . . . . .	35
5.1. Clausura de centrales nucleares. . . . .	36
5.1.1. Desmantelamiento de C.N. Vandellós I . . . . .	38
5.1.2. Clausura resto Centrales Nucleares . . . . .	39
5.2. Clausura de otras instalaciones . . . . .	39
6. ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS. . . . .	41
6.1. Hipótesis de partida . . . . .	41
6.2. Estimación de costes . . . . .	42
6.3. Financiación de los costes de la gestión del combustible gastado y residuos radiactivos . . . . .	45
6.3.1. Sector nucleoelectrico. . . . .	45
6.3.2. Otros productores de residuos radiactivos . . . . .	47
APÉNDICE I: DISPOSICIONES LEGALES . . . . .	49
APÉNDICE II: GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS . . . . .	59



# O. RESUMEN

El presente Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR) ha sido elaborado de acuerdo con lo indicado en el artículo 4º del Real Decreto 1522/1984 de 4 de julio por el que se autoriza la constitución de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. (ENRESA), y en él se incluye una revisión de todas las actuaciones necesarias y soluciones técnicas aplicables durante el horizonte temporal de actividad de los residuos radiactivos, comprendiendo el estudio económico-financiero actualizado del coste de dichas actuaciones.

Desde la aprobación del 4º PGRR (diciembre 1994) hasta el momento presente se han producido algunos hechos relevantes, con incidencia en determinados aspectos de la gestión de los residuos radiactivos, que han conducido al replanteamiento de los mismos, tal como se contempla en este nuevo Plan y que a continuación se resumen.

Con *carácter general* puede decirse que, aún siendo conscientes de las dificultades exis-

tentes para la consecución de algunos de los objetivos planteados, fundamentalmente en temas relacionados con el combustible gastado y los residuos de alta actividad (RAA), España dispone de una notable infraestructura para llevar a cabo una gestión segura y eficaz de los residuos radiactivos, desde los puntos de vista administrativo, técnico y económico-financiero.

Desde el punto de vista administrativo, existe una organización, apoyada en un desarrollo legislativo relativamente amplio, acorde con la evolución de la regulación internacional, que contempla y conjuga adecuadamente las principales responsabilidades de las partes implicadas en el proceso: el Gobierno, a través del Ministerio de Industria y Energía (MINER), que define las políticas y otorga los permisos y licencias correspondientes; el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), como único responsable en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, que rinde cuentas al Parlamento; ENRESA como empre-

sa responsable de la gestión de los residuos radiactivos; y los productores de residuos, entre los que destacan 7 centrales nucleares (CC.NN.) con 9 reactores, la Fábrica de Combustible de Juzbado y unas 1.300 instalaciones radiactivas (II.RR.) autorizadas.

Desde el punto de vista técnico, las estrategias y acciones a desarrollar en las distintas áreas de actuación de los residuos radiactivos, están recogidas en los PGRR que anualmente revisa ENRESA y, en su caso, aprueba el Gobierno en Consejo de Ministros.

Desde el punto de vista económico-financiero se dispone de un sistema que garantiza la financiación de los costes de la gestión de los residuos radiactivos, cuya base principal radica en la generación de unos fondos por anticipado, durante la vida operativa de las CC.NN., que se recaudan a través de una cuota porcentual sobre el total de la facturación por venta de energía eléctrica.

Se dispone, pues, de un sistema consolidado mediante el cual se ha ido acumulando una gran capacidad de gestión en nuestro país, con la dotación de los recursos necesarios.

La *gestión de los residuos de baja y media actividad (RBMA)* tiene como base fundamental el centro de El Cabril. En torno a él se dispone de un sistema integrado de gestión que incluye la retirada, transporte, tratamiento y acondicionamiento de los residuos, así como una información precisa de su inventario, caracterización radiológica y verificación de la calidad, todo ello compatible con el tipo de almacenamiento utilizado.

Con las actuales instalaciones de El Cabril y los almacenes temporales de los productores, existe capacidad suficiente para almacenar todos los residuos de operación procedentes de las centrales nucleares y los derivados del desmantelamiento en curso de C.N. Vandellós I, así como los generados por las II.RR., de acuerdo con las actuales estimaciones de producción.

La racionalización y posible mejora de los distintos procesos implicados en la gestión de los RBMA y su adecuación a situaciones futuras, así como los proyectos y actividades de I+D asociadas (durabilidad de hormigones, capas de cobertura definitivas, etc.) y el análisis de otros aspectos tales como la reducción de volumen en las CC.NN., sobre el que ya se han obtenido resultados muy satisfactorios, serán el eje de las actuaciones fundamentales en este campo en los próximos años. A medio plazo, con vistas básicamente al desmantelamiento futuro de las CC.NN., deberán analizarse también las necesidades de capacidad adicional para este tipo de residuos, que surgirían hacia mediados de la década de los 2010, de acuerdo con las previsiones de retiradas de residuos y capacidad actual de El Cabril.

La *gestión del combustible gastado y residuos de alta actividad (RAA)*, presenta distintas alternativas. En primer lugar, para el combustible gastado, hay que referirse a las posibilidades existentes de su gestión directa como tal (ciclo abierto) o su reproceso para recuperar el material fisiónable (U y Pu) y reutilizarlo como nuevo combustible (ciclo cerrado).

En España sólo se ha reprocesado el combustible gastado de C.N. Vandellós I y el producido por José Cabrera y Sta. M<sup>a</sup> de Garoña antes del año 1983. En el caso de Vandellós I, se han utilizado los servicios de COGEMA (Francia), existiendo cláusulas contractuales que incluyen, con acuerdo previo, la devolución de RAA resultantes del reprocesado a partir del año 2010 y con elevadas penalizaciones económicas por incumplimiento de tal fecha. Para las otras dos centrales se utilizaron los servicios de BNFL (Reino Unido), contemplándose en los contratos relativos a Sta. M<sup>a</sup> de Garoña la devolución de pequeñas cantidades de materiales fisiónables, aunque con fechas aún pendientes de confirmación.

El reproceso en el extranjero es una opción que puede considerarse abierta, aunque con un coste elevado y con el problema añadido del retorno a España de los residuos y otros materiales derivados de dicho tratamiento.

Respecto a la gestión directa del combustible gastado hay que diferenciar, a su vez, dos aspectos: el almacenamiento temporal y la gestión final a muy largo plazo.

La disponibilidad de sistemas seguros de almacenamiento temporal del combustible gastado en base a distintas técnicas (seco, húmedo), de los cuales existe experiencia en el mundo de instalaciones en funcionamiento, permite abordar con tiempo las posibles alternativas de gestión final.

En España se han llevado a cabo actuaciones para aumentar la capacidad de almacenamiento temporal del combustible gastado, como ha sido la

operación del cambio de bastidores en todas las piscinas de las centrales nucleares, completada en el año 1998. También se han desarrollado contenedores metálicos aptos para el transporte y almacenamiento en seco del combustible gastado.

No obstante, a pesar de tal aumento de la capacidad de las piscinas, éstas se saturarán en algunas centrales nucleares con anterioridad a la finalización de su vida útil. Este problema se presenta de forma más inmediata en C.N. Trillo, por lo que, al objeto de que pueda continuar su explotación tras dicha saturación, está prevista la construcción de un almacenamiento temporal para su combustible gastado, ubicado en el propio emplazamiento de la central, en contenedores metálicos del tipo de los anteriormente citados, que para el caso de esta central ya han sido licenciados y están en fase de fabricación. La fecha objetivo para su puesta en marcha es el año 2002.

A medio plazo, y dado que el resto de las centrales empiezan a saturar sus piscinas de forma progresiva a partir del año 2013, se contemplan distintas opciones para el almacenamiento temporal de su combustible gastado. Estas opciones se basan en la construcción de almacenes temporales individualizados (ATI) en las propias centrales, como en el mencionado caso de Trillo, a medida que se vaya produciendo dicha saturación, y en la construcción de uno o más almacenes temporales centralizados (ATC) que den servicio a varias centrales, preferiblemente si éstas se encuentran en emplazamientos próximos, lo que permite operaciones de

transporte de combustible gastado más simples.

Asimismo, y con independencia de la gestión del combustible gastado, es preciso dar solución a la gestión de residuos de alta actividad y larga vida de distintas procedencias, tales como el reproceso, desmantelamiento, instalaciones radiactivas, etc. que no son susceptibles de almacenarse en El Cabril, para lo cual es necesario disponer, en todo caso, de un ATC. La fecha objetivo prevista en este Plan para su puesta en marcha es el año 2010.

Respecto a la gestión final del combustible gastado y RAA, puede constatarse en el mundo un cierto retraso de los programas de almacenamiento geológico profundo (AGP), así como una atención creciente a las nuevas tecnologías como la Separación y Transmutación (ST), mediante las que se podría llegar a conseguir la disminución de las cantidades o inventarios radiológicos de los residuos a almacenar.

No obstante, aunque estas nuevas tecnologías se desarrollen con éxito en el futuro, hoy en día existe cierto consenso en los distintos foros internacionales de que las mismas deben considerarse como soluciones complementarias, y no como una alternativa al AGP, que siempre será necesario para gestionar los residuos de alta actividad remanentes.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores respecto de soluciones definitivas, simultáneamente con la actual disponibilidad de tecnologías seguras de almacenamiento temporal, se considera conveniente en nuestro país posponer cualquier decisión respecto a la gestión final de estos re-

siduos hasta, aproximadamente, el año 2010 y, entretanto, conjugar las dos líneas de progreso citadas, el AGP y la Separación-Transmutación, impulsando el seguimiento y la proporcionada participación en los principales programas internacionales, de forma que, a la luz de los resultados en los desarrollos tecnológicos, se pueda ofrecer al Gobierno en esa fecha la información necesaria para la toma de decisiones y la capacidad básica para llevarlas a cabo.

En consecuencia, se ha decidido paralizar las actividades relacionadas con la búsqueda de emplazamientos para un futuro AGP en España, mantener las capacidades tecnológicas desarrolladas hasta la fecha y adecuar las actividades de I+D a los nuevos planteamientos.

Hay que indicar que para cualquier actuación en este ámbito será imprescindible la realización de campañas de comunicación lo más amplias posible, con objeto de facilitar al público cuanta información sea necesaria, dada la gran sensibilidad social ante los temas relacionados con los residuos radiactivos.

En el campo de la *clausura de instalaciones*, España se encuentra en una posición muy destacada dentro del panorama internacional, ya que al desarrollo de proyectos de clausura relativos a fábricas de concentrados de uranio (Andújar y La Haba), ya culminados, y a la rehabilitación de antiguas minas de uranio, en fase de finalización, se une ahora el desmantelamiento en curso de la Central Nuclear de Vandellós I.

El proyecto de desmantelamiento de C.N. Vandellós I pretende liberar en una primera fa-

se el 80% del emplazamiento (Nivel 2). Tras un período de espera de unos 30 años, que permita una reducción significativa de los niveles radiológicos, se abordará en condiciones más favorables el desmantelamiento de las partes remanentes, básicamente la estructura de hormigón o cajón que alberga el reactor (Nivel 3).

Para el resto de las centrales nucleares españolas actualmente en funcionamiento, a efectos de cálculo y planificación, se considera la alternativa de desmantelamiento total (Nivel 3), a iniciar 3 años después de la parada definitiva de los reactores, una vez evacuado el combustible gastado de la piscina y los RBMA de operación.

De acuerdo con la hipótesis de 40 años de vida útil prevista en este Plan para estas centrales, igualmente a efectos de cálculo y planificación, no será necesario acometer su desmantelamiento en un futuro próximo. Entretanto, se realizarán estudios y trabajos de investigación específicos tendentes al mejor conocimiento de estas actividades, siendo de gran interés a este respecto la experiencia adquirida en C.N. Vandellós I. Asimismo, será necesario avanzar en el establecimiento de los criterios de desclasificación de ciertos materiales residuales con contenido radiactivo para su posterior gestión como residuos convencionales.

En cualquier caso hay que indicar que sólo los países con recursos tecnológicos y capacidad para acometer adecuadamente la gestión de los residuos de baja y media actividad, y la gestión, al menos temporal, de su combustible gasta-

do, están en disposición de abordar con garantías el desmantelamiento de sus centrales nucleares.

Por último, desde el *punto de vista económico-financiero*, y en base al escenario e hipótesis contempladas en el presente PGRR, el coste total de la gestión hasta el año 2070 se eleva a unos 1.630.000 Millones de pesetas de 1999 (MPT99), siendo los conceptos más significativos los corres-

pondientes a la gestión del combustible gastado y al desmantelamiento de las centrales nucleares. Los costes incurridos hasta finales de 1998 representan un 17% del coste total.

Teniendo en cuenta los costes futuros y el Fondo disponible en la actualidad, la cuota que habría que aplicar a la facturación por venta de energía eléctrica durante la vida operativa de las CC.NN., sería similar a la

actualmente vigente (0,8%), considerando una tasa de descuento del 2,5%. Con los ingresos obtenidos a través de la cuota y los rendimientos financieros generados por los excedentes del Fondo, se garantiza en cada momento la financiación de los costes de la gestión. No obstante, dicha cuota es revisada anualmente para tener en cuenta las posibles variaciones derivadas de nuevas estimaciones de los costes futuros o tasa de descuento.

# I. INTRODUCCIÓN

Aunque a lo largo del documento se revisan las actuaciones y etapas que componen el proceso global de gestión de los residuos radiactivos, en base a la propia experiencia española y a la evolución y tendencias en otros países, se ha creído conveniente presentar en esta introducción una información preliminar que permita al lector conocer de forma resumida la situación actual de dicha gestión, tras una breve reseña del marco legal de referencia.

## 1.1. MARCO LEGAL DE REFERENCIA

El marco legal de referencia de las actividades de ENRESA se ha visto complementado en estos últimos años por una serie de normas de distinto rango entre las que destacan las siguientes:

✓ Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico, cuyo fin básico es establecer la regulación del sector eléctrico.

En lo que respecta a la gestión de los residuos radiactivos, además de incluir el término "residuo radiactivo", considera los costes de dicha gestión como costes de seguridad y diversificación de abastecimiento que se financian mediante cuotas con destinos específicos. También tiene un efecto importante en relación con el Fondo para la 2ª parte del Ciclo del Combustible Nuclear, al considerarse dicha partida deducible en el Impuesto de Sociedades.

✓ Ley 13/1996 de 30 de diciembre de Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social, que establece en su artículo 172 que los costes de la gestión de los pararrayos radiactivos se financiarán con cargo a los rendimientos financieros del Fondo.

✓ Ley 14/1999, de 4 de mayo, de Tasas y precios públicos por servicios prestados por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Establece, en su Disposición Adicional Segunda, que la gestión de los residuos radiactivos generados en supuestos excepcionales, podrá ser autorizada con cargo a los rendimientos financieros del Fondo, cuando el coste de esta gestión no pueda repercutirse de conformidad con la normativa vigente y así lo determine el Ministerio de Industria y Energía.

Asimismo, incluye nuevas funciones del CSN, algunas de las cuales afectan a la gestión de los residuos radiactivos.

✓ Real Decreto 404/1996 de 1 de marzo por el que se desarrolla la Ley 40/1994 de 30 de diciembre de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y se modifica el Real Decreto 1522/1984 por el que se autoriza la constitución de ENRESA, contemplándose, entre otros aspectos, la creación de un Comité de Seguimiento y Control de las inversiones transitorias relativas a la gestión financiera del fondo para la financiación de la gestión de los residuos radiactivos.

✓ Orden de 13 de julio de 1998 por la que se modifica la de 20 de diciembre de 1994 de desarrollo del Real Decreto 1522/1984, de 14 de julio, por el que se autoriza la constitución de ENRESA.

Autoriza a ENRESA a la asignación de fondos con destino a los Ayuntamientos en cuyo término municipal se ubiquen centrales nucleares que almacenen el combustible gastado generado por ellas mismas en su pro-

pio emplazamiento, instalaciones centralizadas específicamente concebidas para el almacenamiento de combustible gastado o residuos radiactivos, centrales nucleares en fase de desmantelamiento y a aquellos otros municipios que queden definidos como consecuencia de la aplicación de esta Orden.

- ✓ Convención Conjunta sobre la seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos. Aunque aún no ha entrado en vigor, ya fue ratificada por España el 11 de mayo de 1999.

Sus principales objetivos son lograr y mantener un alto grado de seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos, asegurar en todas las etapas de dicha gestión medidas eficaces contra los potenciales riesgos radiológicos, así como prevenir los accidentes con consecuencias radiológicas y mitigar sus consecuencias, si éstos se produjesen.

En el Apéndice I se presentan, por orden cronológico, las disposiciones legales más relevantes relacionadas con la gestión de los residuos radiactivos en España. Aunque el desarrollo normativo en este campo es relativamente completo, será necesaria su adecuación al ritmo que requieran los nuevos planteamientos estratégicos y soluciones tecnológicas y que la propia evolución de la regulación internacional aconseje.

## 1.2. RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

A continuación se resumen aquellos aspectos o circunstancias que configuran la situación actual de la gestión del combustible gastado y de los residuos radiactivos, tanto en España como en el mundo.

### 1.2.1. SITUACIÓN ACTUAL EN ESPAÑA

En términos generales puede decirse que ENRESA ha ido acumulando una gran capacidad técnica y de gestión, dotándose de los recursos económicos, humanos y técnicos precisos. Adicionalmente, se ha generado una importante capacidad tecnológica en empresas españolas de ingeniería y de servicios, así como en organismos de investigación y universidades para apoyar las actividades de ENRESA de forma especializada y selectiva.

La Calidad de la Gestión y una decidida vocación medioambiental son otros aspectos importantes en el desarrollo de los cometidos de ENRESA, pudiendo señalarse a este respecto el reciente Plan General de Medio Ambiente en el que se encuadran las diversas actuaciones medioambientales de la Empresa, incluyendo las del Sistema de Gestión Medioambiental de Centros, Proyectos y Actividades. Con esta actuación se generaliza y extiende a todo el ámbito de ENRESA, la actividad ya reali-

zada en El Cabril y que culminó con la Certificación de su Sistema de Gestión Medioambiental por AENOR, de acuerdo con la norma ISO-14001.

Específicamente, por áreas de actividad, puede destacarse lo siguiente:

#### ***Gestión de los Residuos de Baja y Media Actividad (RBMA)***

En el campo de los RBMA, se dispone de un sistema de gestión consolidado que, apoyándose en las instalaciones de El Cabril, incluye todas las etapas necesarias para la misma, siendo importante resaltar a este respecto los acuerdos existentes entre los productores de los residuos y ENRESA, donde se establecen las bases de actuación y obligaciones de las partes en relación con la gestión de dichos residuos.

Cabe mencionar, por otra parte, las actuaciones llevadas a cabo para la resolución de problemas específicos como la gestión de los pararrayos radiactivos, fuentes de cobaltoterapia, etc., así como aquellas otras de carácter especial como la derivada del incidente de contaminación acaecido recientemente en una instalación siderúrgica española.

#### ***Almacenamiento Temporal del Combustible Gastado***

Se han adoptado medidas para aumentar la capacidad de almacenamiento temporal del combustible gastado, como son el cambio de bastidores en todas las piscinas de las centrales nucleares y el desarrollo de contenedores metálicos para transporte y almacenamiento, que ya han sido licenciados para su utilización con el combustible de C.N. Trillo y están actualmente en fase de fabricación.

### ***Reproceso del Combustible Gastado***

Ha finalizado el reproceso del combustible gastado de C.N. Vandellós I que, por razones tecnológicas, fue enviado a Francia, quedando pendiente el retorno a España de los residuos radiactivos derivados de dicho tratamiento, a partir del año 2010. Asimismo, está pendiente el retorno de pequeñas cantidades de materiales fisio-nables, en fecha aún no concretada, resultantes del reproceso del combustible gastado de Sta. M<sup>a</sup> de Garoña, enviado al Reino Unido antes de 1983.

### ***Gestión Final del Combustible Gastado y Residuos de Alta Actividad (RAA)***

Se ha acumulado experiencia para esta gestión en distintos campos de la misma. Así, por ejemplo, se ha mejorado el conocimiento de la geología española, disponiéndose de abundante información relativa a emplazamientos que pudiera ser de utilidad en el futuro con vistas a la ubicación de un almacenamiento definitivo (AGP) del combustible gastado y RAA.

También se ha avanzado en la realización de diseños genéricos sobre un AGP en granito, arcilla y sal, así como en la evaluación del comportamiento y seguridad a largo plazo de tales sistemas, siendo una pieza clave para todo ello la I+D asociada.

### ***Clausura de Instalaciones***

Se cuenta con experiencia real en proyectos de clausura, siendo destacable a este respecto el inicio de los trabajos correspondientes al Nivel 2 de desmantelamiento de C.N. Vandellós I, cuyo plan fue aprobado por el MINER a principios de 1998.

Otra importante experiencia adquirida ha sido el desmantelamiento de la antigua Fábrica de Uranio de Andújar (FUA) y el acondicionamiento de sus diques de estériles, trabajo ya finalizado, al igual que la restauración de la antigua mina de La Haba (Badajoz) y el desmantelamiento de sus instalaciones asociadas.

En la actualidad está en marcha el proyecto de restauración de antiguas minas de uranio en las Comunidades Autónomas de Extremadura y Andalucía.

### ***Participación Internacional***

La necesidad de disponer de soluciones técnicas y socialmente aceptables requiere la dedicación de unos esfuerzos de investigación, desarrollo y comunicación, que no serían asumibles en su totalidad por los países de forma individual, incluso por aquellos que disponen de una capacidad tecnológica contrastada. En este sentido, la cooperación internacional se presenta, cada vez con mayor intensidad, como un elemento fundamental en el planteamiento de los distintos programas nacionales.

ENRESA, obviamente, no puede ser ajena a esta situación, y consecuentemente participa de forma muy activa, tanto en los programas de cooperación desarrollados en el marco de organizaciones internacionales, como en lo que se refiere a contactos y actuaciones con empresas y organismos de otros países, en función de sus necesidades. Las actividades de ENRESA en el contexto internacional tienen como objetivo fundamental el facilitar el cumplimiento de sus tareas, accediendo a un amplio marco de información, compartiendo expe-

riencias, desarrollos y costes y contribuyendo a la armonización de criterios, normas y prácticas.

En el marco de los organismos internacionales ENRESA participa en los programas de la Unión Europea (UE), de la Agencia para la Energía Nuclear (AEN/OCDE) y del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), mientras que las relaciones bilaterales se desarrollan principalmente a través de acuerdos de colaboración o proyectos de cooperación. También se participa en la Asociación Internacional para la Gestión Ambiental y Seguridad de los Materiales Radiactivos (EDRAM), constituida por las Agencias de Residuos Radiactivos de los países que tienen establecido un plan para el combustible gastado y los RAA.

En los programas de la UE cabe señalar el alto grado de involucración en el Programa Marco de I+D y en el Plan de Acción Comunitario en los temas relativos a la gestión de los residuos radiactivos, así como en los programas de asistencia técnica a los países del Este.

Los programas de la AEN están orientados fundamentalmente al intercambio de información, a la coordinación de actividades específicas de I+D y al desarrollo de estudios genéricos y bases de datos, en los que ENRESA participa directamente junto a otras entidades españolas.

En el marco del OIEA cabe destacar, además de la participación en proyectos de cooperación técnica y misiones científicas, la participación y seguimiento en las actividades de desarrollo reglamentario y nor-

mativo, con especial énfasis en el programa RADWASS, dedicado a la gestión de residuos radiactivos.

### ***Comunicación Social***

Dada la relevancia creciente de las acciones de comunicación en las actividades de gestión de los residuos radiactivos, ENRESA ha desempeñado y debe seguir desempeñando un papel importante de cara a la opinión pública, con la consideración de las estrategias de comunicación adecuadas.

Dentro de las actividades de información a la sociedad sobre la marcha de los distintos proyectos de ENRESA, hay que señalar los centros de información en funcionamiento de Madrid, El Cabril y la antigua Fábrica de Uranio de Andújar, en servicio desde comienzos de los años noventa, y los más recientes de Córdoba y Vandellós I (móvil), que han recibido un número total de visitantes próximo a los 100.000.

También hay que mencionar los trabajos dirigidos a la edición de soportes de comunicación explicativos de las actividades de la Empresa tales como revistas, publicaciones, videos, etc.

### ***Planes de Investigación y Desarrollo***

Se han venido desarrollando las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), integrándose como un elemento más dentro de la gestión de ENRESA, pudiendo hablarse desde el punto de vista técnico-organizativo y estructural, del asentamiento definitivo de dichas actividades a través de la puesta en marcha de los sucesivos Planes de I+D. Actualmente está finalizándose el 3<sup>er</sup> Plan de I+D (1995-1999) y en

preparación el 4<sup>o</sup> Plan de I+D que cubrirá el período 1999-2003, en línea con los postulados del presente PGRR y el 5<sup>o</sup> Programa Marco de la UE.

ENRESA cuenta con el apoyo de importantes grupos de investigación en el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), otros Organismos Públicos de Investigación (CSIC, ITGE), Universidades y empresas, integrando los esfuerzos de estos grupos en los Programas Marco de la UE, en los que se ha conseguido un nivel homologable con el de los países más avanzados en la materia.

### **1.2.2. PANORAMA INTERNACIONAL**

A modo de resumen pueden destacarse los puntos que a continuación se indican, los cuales son analizados con mayor detalle en los respectivos apartados específicos del presente documento.

#### ***Gestión de los RBMA***

En líneas generales, puede hablarse de una consolidación e implantación de soluciones para la gestión de este tipo de residuos, existiendo actualmente en el mundo diversas instalaciones en funcionamiento y con experiencia operativa durante muchos años en algunas de ellas (ver **cuadro 3.1** en página 21). Se considera, pues, un problema resuelto satisfactoriamente a nivel industrial, orientándose las actividades de investigación a la introducción de mejoras para la optimización de las distintas etapas que integran su gestión.

#### ***Almacenamiento Temporal del Combustible Gastado y RAA***

De forma análoga al caso anterior de los RBMA, puede decirse que desde el punto de vista tecnológico este tipo de almacenamiento se considera resuelto a satisfacción en base a la utilización de distintas técnicas, existiendo en el mundo instalaciones independientes o centralizadas con experiencia de funcionamiento (ver **cuadro 4.1**).

#### ***Gestión Final del Combustible Gastado y RAA***

En líneas generales, puede hablarse de la existencia de un progreso gradual de las distintas áreas de investigación y desarrollo, no exento de algunas dificultades e incertidumbres de diversa índole.

Aunque es constatable un cierto consenso internacional sobre la viabilidad técnica y la seguridad del concepto de almacenamiento geológico profundo para este tipo de residuos, y son muchos los países que han alcanzado un alto grado de desarrollo en sus programas, el proceso de implantación de dicha solución está siendo más lento de lo previsto. Actualmente no hay ninguna instalación en operación para el almacenamiento definitivo de estos residuos, quedando por desarrollar actividades que confirmen su viabilidad práctica. No obstante, hay que indicar que en EE.UU. existe una instalación de almacenamiento geológico profundo denominada WIPP (Waste Isolation Pilot Plant), para residuos transuránicos de larga vida del programa de defensa de dicho país, que ha obtenido la licencia de operación en mayo de 1998.

Asimismo, cabe señalar que durante 1998 se han producido dos hitos importantes en los programas de almacenamien-

to geológico profundo de EE.UU. y Francia. En EE.UU., el Departamento de Energía ha presentado al Presidente el informe de Evaluación de Viabilidad del emplazamiento de Yucca Mountain, recomendando la continuación de los trabajos al objeto de tomar una decisión final en el año 2001. En Francia, el Gobierno ha aprobado la construcción de dos laboratorios subterráneos.

Por otra parte, se han intensificado en los últimos años las investigaciones sobre Separación y Transmutación, promovidas a través de organismos internacionales (AEN, OIEA y UE) y especialmente por algunos países, como Francia y Japón, al objeto de valorar la viabilidad de este método de tratamiento para minimizar el volumen y radiotoxicidad de los residuos.

#### ***Clausura de Instalaciones***

Respecto a la clausura de CC.NN., que es el aspecto más importante en este campo, hay que indicar que algunos países están desarrollando procesos a distintos niveles de los cuales se está extrayendo una experiencia fundamental para el futuro. En otros países los trabajos se encuentran en fase de estudio y planificación.

No obstante, la mayor parte de los proyectos de desmantelamiento abordados son de reactores de pequeña o mediana potencia, teniendo todos los trabajos una gran componente de investigación de métodos y técnicas.

#### ***Marco Internacional***

Cabe resaltar el alto consenso internacional conseguido en el aspecto normativo, fundamentalmente a través del desarrollo del programa del OIEA rela-

tivo a la seguridad básica (RADWASS) y de la Convención sobre la Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y en la Gestión de los Residuos Radiactivos, abierta a la firma de los países durante la Conferencia General del OIEA en septiembre de 1997. Esta Convención, junto con la colección de normas de seguridad del OIEA en la gestión de residuos radiactivos, puede decirse que configuran el esquema normativo internacional que regula esta actividad.

En el seno de la UE destaca la aprobación de la Directiva del Consejo por la cual se modifican las Normas Básicas para la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes, que actualmente está siendo incorporada a la normativa de los Estados Miembros. Como aspectos destacables de dicho texto cabe citar la introducción de los conceptos de "exención" y "desclasificación", así como la creación de un marco adecuado para la gestión de la radiactividad natural y materiales residuales emergentes de tratamiento de minerales u otros procesos.

Asimismo, cabe señalar la aprobación de la Directiva del Consejo 97/II/EC de 3 de marzo de 1997 sobre la evaluación de los efectos en el medio ambiente de ciertos proyectos públicos y privados que incluye las instalaciones para el almacenamiento definitivo de residuos radiactivos, entre otras. También, continúan los trabajos para el desarrollo de la estrategia comunitaria en materia de gestión de residuos radiactivos dentro de los Planes de Acción, que cubren períodos de 7 años.

## **1.3.**

### **ESCENARIO DE REFERENCIA**

A efectos de planificación y cálculos económicos, en la elaboración del presente PGRR se parte de un escenario básico de referencia que contempla las siguientes hipótesis:

#### ***Parque nuclear***

Es el constituido por las 7 centrales nucleares actualmente en funcionamiento (9 reactores), con una potencia eléctrica instalada de 7,6 Gwe, no considerándose la incorporación de nuevos reactores en el futuro.

#### ***Vida útil de las CC.NN.***

Se establece el valor de 40 años.

#### ***Ciclo del combustible***

Se mantiene como opción básica el denominado ciclo abierto; es decir, no se contempla la opción del reproceso.

#### ***Clausura de las CC.NN. en operación***

Se supone que todas las CC.NN. actualmente en operación serán desmanteladas totalmente (Nivel 3) cuando finalicen su vida útil, iniciándose las operaciones 3 años después de su parada definitiva, una vez evacuado el combustible de la piscina y acondicionados los RBMA de operación.

Lógicamente, cualquier modificación del escenario de referencia, tendría el correspondiente efecto en las cantidades de residuos a generar, en los planteamientos estratégicos y acciones a desarrollar, así como en los aspectos económico-financieros de la gestión.

Página en blanco

## 2. GENERACIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS Y COMBUSTIBLE GASTADO EN ESPAÑA

### 2.1. SITUACIÓN ACTUAL

En el **cuadro 2.1** se muestra el estado, a 31 de diciembre de 1998, de los recintos de almacenamiento existentes en España. Se diferencia entre residuos de baja y media actividad - cuya procedencia son las centrales nucleares, fábrica de elementos combustibles de Juzbado e instalaciones radiactivas -, y combustible gastado generado por las centrales nucleares.

Los RBMA son acondicionados por quienes los generan, excepto en el supuesto de las II.RR. cuyo acondicionamiento se realiza en las instalaciones de El Cabril, debiéndose cumplir en todos los casos los criterios de aceptación establecidos para dicho centro. Los generados en las centrales nucleares y en Juzbado se almacenan temporalmente en las propias instalaciones productoras, teniendo como destino final su traslado a El Cabril.

Respecto al combustible gastado de las centrales nucleares, en el **cuadro 2.1** se muestran también las cantidades al-

macenadas en las piscinas de las centrales junto con su grado de ocupación, considerando una reserva de capacidad igual a un núcleo.

A finales de 1998 había almacenados en España un total de 25.435 m<sup>3</sup> de residuos de baja y media actividad acondicionados y 2.249 tU de combustible gastado.

### 2.2. PREVISIONES DE GENERACIÓN

Para hacer una estimación de las cantidades de residuos que se van a generar en el futuro, además de los productores anteriormente citados, hay que tener en cuenta otras actividades o instalaciones no existentes en el momento actual y utilizar en todos los casos las hipótesis de cálculo disponibles que sean más fiables.

En el **cuadro 2.2** se resumen las cantidades totales de combustible gastado y de residuos ya producidos y a producir, tanto de baja y media actividad como de alta, que será necesario gestionar en España bajo la hipótesis ya indicada de 40 años de vida útil para el parque actual de

instalaciones de generación nuclear, factor importante a la hora de realizar las estimaciones.

En el caso de los RBMA derivados de la operación de las CC.NN. hay que destacar la significativa reducción de los mismos que viene produciéndose en el tiempo como consecuencia, fundamentalmente, de las medidas adoptadas por las empresas eléctricas propietarias de las centrales, con el apoyo y colaboración de ENRESA, tendentes a la reducción de este tipo de residuos.

Sirvan como referencia, las estimaciones efectuadas en los sucesivos PGRR, donde la generación anual media de dichos residuos por unidad de potencia ha pasado de 440 m<sup>3</sup>/Gwe en el Primer Plan a 270 m<sup>3</sup>/Gwe en el Segundo, 250 m<sup>3</sup>/Gwe en el Tercero, 190 m<sup>3</sup>/Gwe en el Cuarto y 140 m<sup>3</sup>/Gwe en el presente Quinto PGRR.

En relación con los *estériles de la minería y fabricación de concentrados de Uranio*, hay que indicar que, una vez finalizados los proyectos de clausura de la Fábrica de Uranio de Andújar (FUA) y de La Haba (Badajoz), únicamente quedan en explotación las instalaciones de Saelices el Chico (Salamanca), cuya Planta QUERCUS se puso en marcha en julio de 1993, coincidiendo prácticamente en el tiempo con la paralización de las actividades productivas de la Planta Elefante, situada en el mismo emplazamiento.

En el **cuadro 2.3** se presentan los valores acumulados de los estériles producidos a 31-12-98, junto con una estimación de las cantidades anuales esperadas para las instalaciones de Saelices el Chico, cuya gestión está previsto que sea realizada por los actuales explotadores.

CUADRO 2.1  
RESIDUOS RADIATIVOS Y COMBUSTIBLE GASTADO ALMACENADOS A 31-12-98

INSTALACIÓN	RBMA ACONDICIONADOS		COMBUSTIBLE GASTADO			
	m <sup>3</sup>	GRADO DE OCUPACIÓN (%) (3)	tU	GRADO DE OCUPACIÓN (%) (4)	FECHA SATURACIÓN PREVISTA (4)	
JOSÉ CABRERA	1.865	64	55	43		
STA. M <sup>ª</sup> DE GAROÑA	1.221	79	229	58		
CENTRALES NUCLEARES LWR (1)	ALMARAZ 1		318	42	2020	
	ALMARAZ 2	1.957	36	314	41	2022
	ASCÓ 1		297	51	2013	
	ASCÓ 2	1.002	52	258	44	2016
	COFRENTES	2.148	49	364	50	2014
	VANDELLÓS 2	162	6	210	32	2021
	TRILLO	348	15	204	69	2003
	JUZBADO (ENUSA)	453	61			
CABRIL (2)	16.279	28				
TOTAL	25.435		2.249			

RBMA=Residuos de Baja y Media Actividad

- (1) No se considera la central de Vandellós I, de tipo grafito-gas, en fase de desmantelamiento. El combustible gastado se ha enviado a Francia para reprocesar y los RBMA de operación (2.000 m<sup>3</sup>) se almacenan en El Cabril, excepto algunas corrientes (grafitos, estribos, etc.) que de momento se mantienen en la central.
- (2) El volumen almacenado en El Cabril es la suma de los residuos existentes en los almacenes temporales (4.471 m<sup>3</sup>) y los depositados en las celdas de almacenamiento definitivo (11.808 m<sup>3</sup>). Estos últimos corresponden a 2.478 contenedores de hormigón, cuyo volumen unitario es 11,14 m<sup>3</sup>, que suponen un grado de ocupación del 28% respecto a los 8.960 contenedores totales, que es la capacidad actual de almacenamiento en celdas de la Instalación.
- (3) Grado de ocupación de los almacenes temporales de residuos de que disponen estas instalaciones, hasta su retirada por ENRESA, considerando, en el caso de las CC.NN., las posibles pérdidas de disponibilidad de huecos en sus almacenes, por albergarse en ellos determinados materiales distintos de los bultos de RBMA.
- (4) Grado de ocupación de las piscinas de las CC.NN. y fechas de saturación previstas, considerando una reserva de capacidad igual a un núcleo, así como el cambio de bastidores ya efectuado en todas ellas. La ausencia de fechas para José Cabrera y Santa María de Garoña, indica que sus piscinas no se saturarán durante la vida útil supuesta para las mismas (40 años) en este Plan.

## CUADRO 2.2.

### CANTIDADES TOTALES ESTIMADAS DE RESIDUOS RADIACTIVOS Y COMBUSTIBLE GASTADO A GESTIONAR EN ESPAÑA

RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD ACONDICIONADOS	(m <sup>3</sup> )
-Fabricación de Elementos Combustibles	1.400
-Operación de Centrales Nucleares	43.800
-Actividades Investigación y Aplicación de Radisótopos (1)	8.300
-Desmantelamiento de Centrales Nucleares	135.100
-Desmantelamiento de Otras Instalaciones (2)	1.100
Otros (3)	3.900
TOTAL (m <sup>3</sup> )	193.600

(1) II.RR. y residuos diversos (pararrayos radiactivos, detectores iónicos de humo, fuentes, etc). Los valores se refieren, al igual que para el resto de productores, al volumen de entrada a las instalaciones de almacenamiento de ENRESA.

(2) Incluye la fábrica de elementos combustibles, la futura planta de encapsulado y la adecuación y mejora de instalaciones en el CIEMAT.

(3) Incluye como más significativos la operación de las instalaciones de almacenamiento, así como chatarras contaminadas y otros residuos derivados de eventuales incidentes de contaminación.

COMBUSTIBLE GASTADO Y RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD (4)	
-Combustible Gastado (tU)	6.750
-Combustible Gastado (nº elementos)	19.680 (5)
-Vitrificados Vandellós I (m <sup>3</sup> )	80

(4) El volumen total equivalente, en base al tipo de cápsula supuesto para su almacenamiento definitivo, sería de unos 10.000 m<sup>3</sup>. A dicha cantidad habría que añadir, en una aproximación conservadora, los residuos tecnológicos derivados del desmantelamiento de las centrales nucleares y otros que, por sus características, no serían susceptibles de almacenarse junto con los RBMA, como los de media actividad procedentes del reproceso de C.N. Vandellós I, algunas fuentes, etc. También habría que tener en cuenta las pequeñas cantidades de materiales fisionables recuperados en el reproceso del combustible de C.N. Santa María de Garoña enviado al Reino Unido con anterioridad al año 1983. El volumen total estimado de estos otros residuos, a efectos de cálculos, se ha supuesto en unos 5.000 m<sup>3</sup>.

(5) 59% elementos combustibles tipo PWR y 41% tipo BWR.

## CUADRO 2.3.

### ESTÉRILES DE MINERÍA Y DE PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS DE URANIO

	INSTALACIÓN		ESTÉRILES DE PLANTA			
			ESTÉRILES DE MINA (x 10 <sup>6</sup> t)	PROCEDENTES DE ERAS (x 10 <sup>6</sup> t)	PROCEDENTES DE LODOS (x 10 <sup>6</sup> t)	PROCEDENTES DE CLASIFICACIÓN (x 10 <sup>6</sup> t)
SITUACIÓN ACTUAL (31-12-98)	SAELICES	P. ELEFANTE (1)	47,8	7,2	0,31	—
	EL CHICO	P. QUERCUS (2)	15,9	0,84	0,68	1,92
	LA HABA	P. LOBO-G (3)	6,3	—	0,28	—
	ANDÚJAR	FUA (4)	—	—	1,20	—
PRODUCCIÓN PREVISTA	SAELICES	ACUMULADO 1999-2000	6,11	0,25	0,18	0,73
	EL CHICO	AÑO 2001 (5)	—	—	0,01	—

(1) Paralizadas las actividades productivas en junio' 93. En fase de Parada Definitiva

(2) En fase de operación.

(3) En fase de Vigilancia y Control, tras finalizar las operaciones de Clausura en 1997

(4) En fase de Vigilancia y Mantenimiento, tras la finalización en 1994 del proyecto de Clausura

(5) Parada de las actividades extractivas y de tratamiento de minerales y comienzo de las operaciones de Clausura, previstas hasta el año 2008. Los lodos generados a partir del año 2001 serán debidos a la producción residual de concentrados (descontaminación de aguas) que se mantendrá durante el período de clausura.



# 3. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD (RBMA)

En el presente capítulo se hace una revisión de las principales acciones y etapas técnicas que componen el proceso global de la gestión de los RBMA en España, teniendo en cuenta la propia experiencia de ENRESA y la evolución y tendencias en otros países, donde la situación podría resumirse en los siguientes puntos:

- Con carácter general, continúan desarrollándose a nivel industrial las actividades relativas a la gestión de este tipo de residuos, orientándose la investigación a la introducción de mejoras para la optimización de las mismas. También se está realizando un esfuerzo importante en la armonización de políticas de exención y desclasificación de prácticas que utilizan materiales radiactivos, fundamentalmente en la definición de criterios comunes y en el desarrollo de valores de actividad específicos de uso directo para dichos fines.
- Específicamente en lo que se refiere al almacenamiento de los RBMA convenientemente

acondicionados, pueden destacarse las instalaciones que se muestran en el **cuadro 3.1** junto con sus características principales.

## 3.1. ASPECTOS DESTACABLES DE LA GESTIÓN

La gestión de los RBMA comprende una serie de etapas que van desde el tratamiento y acondicionamiento previos hasta su almacenamiento definitivo, a las que habría que añadir la recogida, el transporte, el almacenamiento temporal y la verificación de la calidad.

El conjunto de actuaciones a realizar en cada una de dichas etapas, dependiendo del origen y características de los residuos, es lo que configura la gestión de los mismos.

El **tratamiento y acondicionamiento** previo de los residuos de baja y media actividad, excepto en el caso de las II.RR., es responsabilidad del productor, el cual debe generar unos bultos que satisfagan los crite-

rios de aceptación definidos por ENRESA para su posterior acondicionamiento y almacenamiento definitivo en El Cabril.

Para las **II.RR.**, el tratamiento y acondicionamiento de los residuos se lleva a cabo en las instalaciones de El Cabril, ya que dado el pequeño volumen generado, el elevado número de productores y sus diferentes características, no justifica que dispongan cada uno de ellos de tales instalaciones. Pese a las dificultades derivadas de la dispersión de estos productos, el problema de la gestión de sus residuos se puede considerar básicamente resuelto, siendo necesario, no obstante, la formación y entrenamiento continuo de los mismos con objeto de optimizar la gestión posterior.

En el caso de las **centrales nucleares** hay que destacar el esfuerzo que se viene realizando en el tratamiento de los RBMA con objeto de reducir su volumen final con vistas a la optimización de la capacidad del Centro de El Cabril. Los operadores de las centrales deben seguir trabajando en esta línea con la colaboración de ENRESA.

El **transporte** de los residuos lo realiza ENRESA, como explotador responsable, bien con me-

Fuentes radiactivas:  
Medidor de espesores en una industria.



Fuentes radiactivas:  
Medidor de nivel de llenado  
de botellas en una fábrica.



Fuentes radiactivas:  
Equipo de medición de densidad  
y humedad de suelos.



Fuentes radiactivas:  
Equipo portátil de gammagrafía  
industrial.



dios propios en el caso de la retirada de los generados por las II.RR. o bien a través de compañías especializadas en el caso de los residuos acondicionados.

Por otra parte, hasta que los residuos se trasladen a El Cabril, se **almacenan temporalmente** en las instalaciones que los productores tienen autorizadas en sus emplazamientos.

En los Contratos firmados entre ENRESA y los productores de residuos se han recogido los criterios y especificaciones técnicas a considerar en relación con la **caracterización y aceptación de residuos** para su posterior almacenamiento en El Cabril. La caracterización de los residuos es una etapa importante de la gestión por cuanto permite la verificación de su calidad, a través de los correspondientes ensayos, de-

Medida de tasa de dosis de un  
contenedor con una fuente radiactiva.



biendo ser objeto de investigación y desarrollo la mejora de las técnicas utilizadas.

Aparte de lo anterior, hay una serie de **residuos especiales**, tales como los pararrayos radiactivos, detectores de humo, algunas fuentes, etc., que por sus características requieren una gestión especial, así como aquellos otros procedentes de chatarras contaminadas, residuos sin propietario, etc., cuya gestión se realiza fuera del marco contractual indicado anteriormente.

En el caso más significativo de los **pararrayos radiactivos**, la estrategia quedó definida por el envío masivo de los mismos al Reino Unido y el reciclado en dicho país del isótopo radiactivo correspondiente. A finales de 1996 se dio por terminada la retirada masiva programada de aquellos pararrayos radiactivos cuyos propietarios la habían solicitado de ENRESA; a partir de 1997, ENRESA comenzó a atender las solicitudes que iba recibiendo, pero ya de forma puntual y específica para cada caso, manteniendo para ello las capacidades necesarias de gestión. Las previsiones para los próximos años en cuanto a retiradas son de unas 800 unidades/año, contándose con la colaboración de los Ayunta-

mientos en la activación del proceso de solicitudes.

### 3.2. EL CABRIL

El Cabril fue una antigua propiedad del Estado en la provincia de Córdoba en la que se explotó mineral de uranio hasta finales de los años 1950. En los años 1960, en que se inició la generación de residuos radiactivos en España, la estrategia internacional era almacenar los residuos en las minas de las que salió el uranio que los generó. Siguiendo esta práctica, en El Cabril se estuvieron almacenando residuos de las II.RR. y la JEN (actual CIEMAT) en una mina y otros almacenes temporales hasta el año 1985, en que tras construirse 3 módulos de almacenamiento prefabricados de hormigón, con capacidad para 15.000 bido-

Retirada de una fuente de neutrones  
en un centro de investigación.



**CUADRO 3.1.**  
**PRINCIPALES INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO RBMA EN EL MUNDO**

País	Instalación	Tecnología	Año inicio operación	Capacidad (m <sup>3</sup> )
ALEMANIA	Morsleben	Subterráneo (sal – 500 m)	1981	(1) 54.500
	Konrad	Subterráneo (hierro – 1.000 m)	(2)	650.000
EE.UU. (3)	Barnwell	Superficial	1971	700.000
	Richland	Superficial	1965	360.000
	Beatty (4)	Superficial	1962	130.000
ESPAÑA	El Cabril	Superficial con barreras de ingeniería	1992	50.000
FINLANDIA	VLJ	Subterráneo (granito – 100 m)	1992	8.500
	Loviisa	Subterráneo (granito - 110 m)	1995	7.800
FRANCIA	La Manche (5)	Superficial	1969	517.425
	L'Aube	Superficial con barreras de ingeniería	1992	1.000.000
JAPÓN	Rokkasho-Mura	Superficial con barreras de ingeniería	1992	(6) 40.000
REINO UNIDO	Drigg	Trincheras	1959	800.000
		Superficial con barreras de ingeniería	1988	800.000
SUECIA	SFR	Subterráneo (granito – 50 m)	1988	(7) 60.000

(1) Hasta 30 de junio 2000 (final de la licencia de operación).

(2) Se encuentra en proceso de licenciamiento.

(3) Las enmiendas a la Ley sobre política de residuos radiactivos estipula que a partir del 1/1/93 cada Estado, solo o en asociación con otros estados debe proporcionar capacidad para almacenar sus propios residuos de baja actividad. En la actualidad están en fase de licencia de construcción las siguientes instalaciones para almacenamiento definitivo: Ward Valley (California), Boyol County (Nebraska), Wake County (North Carolina) y Fackin Ranch (Texas).

(4) Cerrada a finales de 1992.

(5) Cerrada en julio de 1994. Durante 1996 se han llevado a cabo trabajos de cobertura del emplazamiento.

(6) Ampliable a 600.000 en sucesivas etapas.

(7) Prevista ampliación de capacidad (30.000 m<sup>3</sup>) hacia el año 2000.

Vista aérea de las instalaciones de El Cabril.



Introducción de bidones acondicionados en un contenedor de almacenamiento.



Unidades de almacenamiento en el interior de una celda.



nes de 220 l, se fueron trasladando a ellos los residuos ubicados en las antiguas instalaciones y recepcionando nuevas expediciones.

Tras la creación de ENRESA, bajo cuya responsabilidad ya fueron llevadas a cabo las últimas operaciones anteriormente descritas, una de las actuaciones prioritarias de esta Empresa fue la mejora y ampliación de las instalaciones de El Cabril, adaptándolas a los nuevos requisitos de seguridad impuestos. Fruto de todo ello fue la realización del denominado Proyecto Cabril que culminó en octubre de 1992, con la concesión del primer Permiso de Explotación Provisional (PEP) de la "Ampliación de la Instalación Nuclear de Almacenamiento de Residuos Radiactivos Sólidos de Sierra Albarrana (El Cabril)", inicián-

dose de esta forma una nueva etapa de especial relevancia en nuestro país en el campo de la gestión de los RBMA, al llevarse a cabo en dicha Instalación el tratamiento, acondicionamiento, caracterización y almacenamiento de este tipo de residuos, junto con otras actividades, tal como a continuación se describen brevemente.

**Tratamiento:** Incluye una línea de compactación completa, todo lo relativo a incineración e inmovilización de residuos sólidos de pequeños productores y los secundarios generados en la instalación.

**Acondicionamiento:** Se refiere a los bultos irradiantes y débilmente irradiantes, al bloqueo y sellado de contenedores, así como su manejo en el edificio de acondicionamiento.

**Caracterización de residuos:** Incluye todo lo relacionado con la operación y mantenimiento de los Laboratorios de Verificación de la Calidad.

**Almacenamiento:** Incluye las actividades de mantenimiento, materiales, etc., relacionadas con los antiguos módulos de almacenamiento, plataformas, celdas, techados móviles, red de control de infiltraciones, balsa de pluviales, losas de cierre y coberturas provisional y

definitiva, así como el transporte de los contenedores tanto desde la planta de fabricación al edificio de acondicionamiento como desde éste hasta las plataformas de almacenamiento definitivo.

**Contenedores:** Se denomina así a la actividad que incluye todo lo relacionado con la planta de fabricación de contenedores de hormigón, el laboratorio de hormigones, silos, etc.

**Estudios y caracterización del emplazamiento:** Comprende estudios hidrogeológicos del emplazamiento, mantenimiento de la torre meteorológica, etc.

**Administración:** Se incluye por último con esta denominación, todo lo que no es imputable específicamente a las otras actividades y que es común a todas o algunas de ellas, destacando los conceptos de servicios exteriores, personal, comunicación social y planes de vigilancia ambientales.

La instalación de El Cabril ha sido diseñada y construida de forma que se garantice el cumplimiento de unos objetivos y criterios de seguridad de ausencia de impacto significativo sobre el hombre o medio ambiente durante el tiempo requerido. Está integrada, básicamente, por un edificio de

Concepto de clausura de un almacenamiento de residuos de baja y media actividad.



acondicionamiento de RBMA, un Laboratorio de Verificación de la Calidad, otras instalaciones auxiliares y unas estructuras de almacenamiento, formadas por celdas alineadas.

Desde finales de 1992, los RBMA generados por las centrales nucleares y otros productores están siendo almacenados en las nuevas instalaciones de El Cabril, de acuerdo con los límites y condiciones establecidas en el permiso de explotación provisional de la instalación (PEP).

En base a la experiencia de funcionamiento adquirida, las producciones previstas de RBMA y la capacidad del Centro de El Cabril, se elaboran los programas correspondientes a su retirada y transporte, como etapas previas a las anteriormente indicadas, completándose de dicha forma la gestión para este tipo de residuos.

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta, además, la capacidad de los propios almacenes temporales de las centrales nucleares, se dispone de margen suficiente para garantizar el almacenamiento de todos los RBMA procedentes de la operación de dichas centrales a lo largo de su vida útil, los RBMA del desmantelamiento de C.N. Vandellós I (Nivel 2), así como los generados por las II.RR. En estas condiciones, la capacidad actual de El Cabril cubre las necesidades españolas hasta, aproximadamente, el año 2016.

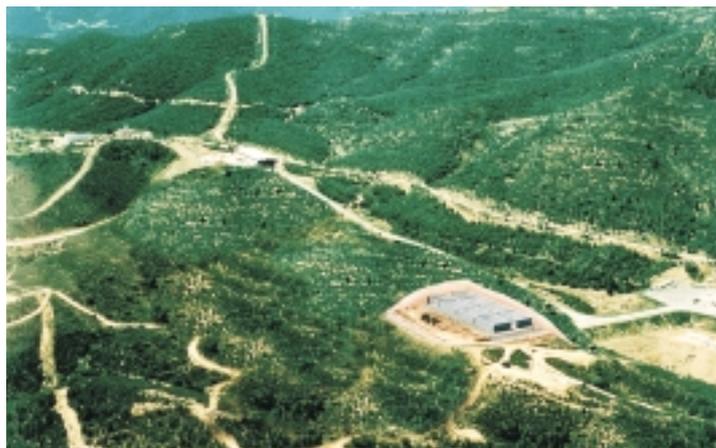
La racionalización y posible mejora de los distintos procesos implicados en la gestión de los RBMA y su adecuación a situaciones futuras, así como los proyectos y actividades de I+D asociadas (durabilidad de hormigones, capas de cobertura definitivas, etc.) y el análisis de otros aspectos tales como la reducción de volumen en las CC.NN., sobre el que ya se han obtenido resultados

muy satisfactorios, y la gestión de los residuos de muy baja actividad al objeto de optimizar las capacidades disponibles, serán el eje de las actuaciones fundamentales en este campo en los próximos años. A largo plazo, con vistas básicamente al desmantelamiento futuro de las CC.NN., deberá analizarse también las necesidades de capacidad adicional para este tipo de residuos.

*Vista general de la plataforma norte donde actualmente se están almacenando los residuos.*



*Simulación de la situación final de El Cabril, donde puede observarse cómo las celdas de almacenamiento quedarían bajo las capas de cobertura.*





# 4. PLANTEAMIENTO DE UNA POLÍTICA DE GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD (RAA)

La problemática que se presenta en este campo, no sólo en España sino en el resto del mundo, al existir distintas posibilidades de gestión y requerir aún, ciertos aspectos de la misma, algún tipo de desarrollo o demostración, hace necesario el planteamiento previo de una política de gestión que partiendo del análisis de la situación actual y las alternativas existentes facilite el posterior establecimiento de las estrategias y acciones a desarrollar en nuestro país.

## 4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Antes de entrar en la descripción más detallada del planteamiento estratégico en este campo, conviene hacer una serie de consideraciones generales respecto a la panorámica internacional y española, que completen la información suministrada en el capítulo de Introducción y enmarquen el posterior análisis y propuesta de actuaciones específicas.

### 4.1.1. PANORAMA INTERNACIONAL

Actualmente, el combustible gastado descargado de los reactores admite dos posibilidades básicas de gestión: ser enviado a una planta para su reproceso o ser almacenado hasta que se determine su destino final. En la primera de ellas, el combustible se considera un recurso útil al aprovecharse el potencial energético del U y Pu recuperados mediante dicho tratamiento, mientras que en la segunda queda a la espera bien de su almacenamiento definitivo, en cuyo caso es tratado como un residuo, o bien de un posterior reprocesado.

La diferencia, pues, entre las dos posibilidades desde el punto de vista de los residuos de alta actividad está en que en el reproceso se obtienen unos productos solidificados (vidrios), en vez del propio combustible gastado, con requisitos similares para su gestión a pesar de la reducción de volumen y radiotoxicidad conseguida.

En el momento actual hay países como Francia, Reino Unido y Japón que siguen la estrategia del reproceso (ciclo cerrado del combustible), otros como EE.UU. y Suecia que han optado por almacenarlo directamente (ciclo abierto del combustible), existiendo algunos países como Alemania, Suiza y Finlandia, que se encuentran en una situación intermedia y tienen que gestionar combustible gastado y RAA procedentes del reproceso.

Respecto a la gestión final, entre las diferentes soluciones propuestas y analizadas en foros nacionales e internacionales, la respuesta que actualmente cuenta con el mayor consenso, tanto desde el punto de vista técnico como de seguridad, es su almacenamiento en formaciones geológicas profundas. Esta posición quedó claramente establecida en el documento del Comité de Gestión de Residuos Radiactivos de la AEN/OCDE sobre bases éticas y medioambientales del almacenamiento geológico de los RAA, publicado en el año 1995, donde, entre otras cosas, se califica como éticamente importante la capacidad de recuperar los residuos, ya que un AGP no debe considerarse necesariamente un proceso irreversible que impida totalmente la respuesta a posibles cambios futuros. Asimismo, en el cuarto informe de la Comisión sobre la situación actual y las perspectivas de la gestión de residuos radiactivos en la UE, publicado en enero de 1999, se recomienda a los Estados Miembros que continúen con las actividades relacionadas con el AGP.

En fechas recientes, países como EE.UU., Francia, Suecia y Alemania han dado pasos im-

portantes hacia la implantación de un almacenamiento definitivo, tal como se manifiesta a continuación.

En EE.UU. el Departamento de Energía ha finalizado con fecha 18 de diciembre de 1998 el Estudio de Viabilidad del almacenamiento previsto en las tobas volcánicas de Yucca Mountain (Nevada), y en base a las investigaciones realizadas en los últimos 15 años, concluye que no se han identificado aspectos tecnológicos negativos que hagan inviable la construcción del citado almacenamiento. El programa de Yucca Mountain progresa, por tanto, hacia el objetivo inmediato de solicitar la autorización de construcción en el año 2001. Es importante constatar también la reciente certificación de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EE.UU. para almacenar los residuos transuránicos de larga vida procedentes del programa de defensa, en la instalación de WIPP en Carlsbad (Nuevo Méjico) construida en una formación salina.

En Alemania el nuevo Gobierno, que está reconsiderando la estrategia sobre el reproceso del combustible gastado, parece reafirmarse en el programa

de almacenamiento definitivo en formaciones geológicas, extendiendo su alcance a las formaciones graníticas además de las salinas, como el domo de Gorleben que se encuentra en fase avanzada de caracterización.

En el caso de Francia, cabe reseñar el proceso iniciado con la aprobación a finales de 1991 de la ley que regula la investigación sobre este tipo de residuos hasta el año 2006. Destacan, fundamentalmente, el relanzamiento de estudios sobre separación y transmutación de actínidos, la construcción de 2 ó 3 laboratorios subterráneos y la necesidad de una nueva ley para la elección del emplazamiento definitivo, tras el período de investigación en aquellos. En línea con este objetivo, el Gobierno francés, con fecha 9 de diciembre de 1998, ha decidido llevar a cabo la construcción de dos laboratorios subterráneos que permitan continuar in situ las investigaciones sobre el almacenamiento definitivo de los RAA, en dos formaciones geológicas diferentes: granito y arcilla. El laboratorio en arcilla será construido en el Este de Francia, en Bure (Meuse) y el de granito se efectuará en un nuevo emplazamiento a seleccionar a lo largo

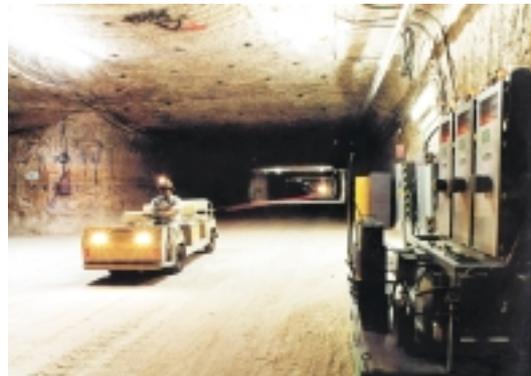
de 1999. El programa francés da así un paso decisivo a fin de disponer en el 2006 de los resultados de las investigaciones que permitan al Parlamento pronunciarse sobre la opción finalmente a desarrollar.

En Suecia se están llevando a cabo estudios preliminares de viabilidad en 5 municipios, con el consentimiento de las poblaciones afectadas. El primer Ministro sueco ha inaugurado, a finales de noviembre de 1998, una planta piloto de encapsulado, construida por SKB, en el municipio de Oskarshamn. Esta planta, que supone una inversión de 3.000 MPT, permitirá investigar y poner a punto los métodos de soldadura de la cápsula de almacenamiento final y constituirá, junto con el laboratorio subterráneo de Äspö, el elemento básico del programa de investigación y desarrollo de SKB hacia el almacenamiento definitivo, cuyo hito más importante será la propuesta de dos emplazamientos candidatos a investigar en el año 2001. Una vez obtenida la licencia, el repositorio se construirá en distintas etapas, la primera de las cuales se espera entre en funcionamiento en el 2008. Durante esta etapa de demostración, se almacenará aproximadamente entre

*Vista general de la instalación de almacenamiento geológico profundo (WIPP) en Carlsbad, Nuevo Méjico, EE.UU.*



*Vista interior de las galerías principales del WIPP.*



un 5 y un 10% del combustible gastado con posibilidad de recuperación. Antes de continuar explotando y ampliando el repositorio, se evaluará el comportamiento de éste durante los 20 años que durará la primera etapa.

El programa de Finlandia continúa avanzando de manera importante con el objetivo de seleccionar un emplazamiento para el almacenamiento definitivo a finales del año 2000. Actualmente se encuentran en la etapa de información pública dentro del proceso de Evaluación del Impacto Ambiental para los cuatro emplazamientos candidatos.

Los progresos científicos y tecnológicos que se han realizado a lo largo de las últimas décadas hacia el almacenamiento definitivo no han estado exentos de dificultades de aceptación social que reclaman un retraso en la toma de decisiones y una apertura hacia otras alternativas de gestión.

Ello, unido al desarrollo tecnológico, ha reactivado en los últimos años la investigación en nuevas tecnologías de disminución de la actividad y el volumen de dichos residuos, como la Separación y Transmutación de actínidos y otros productos de fisión. Francia y Japón vienen desarrollando los programas más importantes en esta materia, si bien no existe por el momento una posición firme acerca de su viabilidad. En estos países se espera disponer de conclusiones preliminares en un período de unos diez años.

No obstante, aunque se llegara a desarrollar con éxito la Separación y Transmutación, según opinión generalizada,

sería una solución complementaria y no alternativa del AGP, que reduciría el volumen y radiotoxicidad de las sustancias a almacenar, ya que siempre existirían residuos de alta actividad y/o larga vida al no ser posible una separación total de los actínidos y productos de fisión más críticos, así como residuos de actividad intermedia y larga vida no susceptibles de ser almacenados en instalaciones superficiales.

En cualquier caso, resulta necesario un almacenamiento temporal del combustible gastado y RAA antes de su gestión final, no sólo por el hecho de no existir instalaciones para su almacenamiento definitivo u otras tecnologías operativas, sino también al objeto de que decaiga su radiactividad y potencia calorífica. Desde el punto de vista tecnológico este tipo de almacenamiento se considera resuelto a satisfacción en base a la utilización de técnicas en seco (contenedores, bóvedas) o en húmedo (piscinas), bien en el propio emplazamiento de las centrales o en instalaciones centralizadas que den servicio a varias o a todas las CC.NN., existiendo en el mundo experiencias válidas de todas ellas, tal como puede verse en el [cuadro 4.1](#).

#### 4.1.2. PANORAMA NACIONAL

En España hay que gestionar, básicamente: el combustible gastado generado por las centrales nucleares y, por razones históricas, los residuos de alta actividad vitrificados procedentes del reproceso en Francia del combustible de C.N. Vandellós I, así como pequeñas cantidades de materiales

*Elemento combustible antes de introducirlo en el núcleo del reactor.*



fisionables recuperados en el reproceso en el Reino Unido de combustible de C.N. Santa María de Garoña anterior al año 1983. Además, deben tenerse en cuenta otros residuos que por sus características, en cuanto a actividad y período de semidesintegración, no se almacenan en El Cabril.

La situación actual en nuestro país, junto con las consideraciones generales relativas a la panorámica internacional anteriormente expuestas, han conducido al planteamiento de la política de gestión del combustible gastado y los RAA en España que se expone en los siguientes apartados, donde se diferencian las soluciones tecnológicas a aplicar en los ámbitos temporal y definitivo, y que, en algunos aspectos, supone un cambio de enfoque significativo respecto a lo indicado en el Plan anterior, al estimarse necesario en el momento actual un período de análisis previo al establecimiento detallado de las estrategias y actuaciones necesarias en este campo.

**CUADRO 4.1**  
OPCIONES ALMACENAMIENTO INTERMEDIO DEL COMBUSTIBLE GASTADO  
Y RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD

PAÍS	CICLO	INCREMENTO CAPACIDAD PISCINA DE COMBUSTIBLE		ALMACENAMIENTO ADICIONAL EN RECINTO DE LA CENTRAL			ALMACENAMIENTO CENTRALIZADO				
		CAMBIO BASTIDORES	CONSOLIDACIÓN	PISCINA	CONTENEDORES METÁLICOS	CONTENEDORES HORMIGÓN	MÓDULOS HORMIGÓN	PISCINA	CONTENEDORES METÁLICOS	CONTENEDORES HORMIGÓN	CÁMARA
USA (1)	A	SÍ	En estudio		SURRY	PALSADES	ROBINSON Y OCONEE	Ant. Planta Reproceso Morris	En estudio	En estudio	En estudio
JAPÓN	C	SÍ			En estudio		En estudio	En estudio	En estudio		En estudio
FRANCIA	C							Planta Reproceso La Hague			La Hague Marcoule
UK	C							Planta Reproceso Sellafield			WILFA Combust. GCR
ALEMANIA	C/A	SÍ							GORLEBEN Y AHAUS		
SUECIA	A								CLAB		
SUIZA	C/A				En estudio				En construcción		
FINLANDIA	C/A					TVO-KPA					

A: Ciclo abierto (No reproceso)      C: Ciclo cerrado (Reproceso)

(1) En EE.UU., debido al retraso en la definición del proyecto MRS (Monitored Retrievable Storage) de almacenamiento centralizado del CG, así como de los trabajos relativos a la potencial instalación de almacenamiento definitivo en el emplazamiento de Yucca Mountain, ha sido preciso aumentar la capacidad de almacenamiento temporal del CG en las CC.NN. Además de las CC.NN. citadas, otras como Brunswick, Calvert Cliffs y Fort St. Vrain también disponen de licencia para almacenamiento en seco en base a distintos conceptos. Según un estudio del DOE, unas 24 centrales nucleares necesitarán capacidad adicional de almacenamiento para el año 2000.

## 4.2. SOLUCIONES TEMPORALES

Partiendo de la necesidad ya comentada de un almacenamiento intermedio del combustible gastado antes de su gestión final, a continuación se analizan las posibles alternativas existentes para la resolución de dicha problemática.

Ante la limitada capacidad de almacenamiento del combustible gastado en las piscinas de las CC.NN. se ha procedido a la ampliación de dicha capacidad, mediante el cambio de los bastidores existentes por otros nuevos construidos con materiales cuya capacidad de absorción neutrónica es superior

y que permiten disminuir la distancia entre los elementos combustibles. Esta operación ha sido realizada en todas las centrales nucleares españolas.

Una vez concluida dicha operación, la situación es la siguiente: 2 CC.NN. disponen de capacidad de almacenamiento hasta el final de su vida útil, sujeta ésta en 40 años, otras 2 hasta un año antes de su cierre y de las 5 restantes, Trillo saturará su capacidad tras la recarga del año 2002 y el resto progresivamente a partir del 2013 (ver cuadro 2.1).

Otro factor adicional a tomar en consideración es el retorno de Francia, a partir del año 2010, de los vidrios de alta actividad y otros residuos de vida

larga procedentes del reproceso del combustible de C.N. Vandellós I, existiendo una elevada penalidad económica en el caso de incumplimiento de tal fecha, así como el retorno, en fecha aún no determinada, de las pequeñas cantidades de materiales fisionables recuperados en el reproceso del combustible gastado de C.N. Santa María de Garoña enviado al Reino Unido antes del año 1983.

También hay que tener en cuenta la existencia de otro tipo de residuos, como por ejemplo algunos procedentes del desmantelamiento de CC.NN. y otras instalaciones, así como determinadas fuentes gastadas procedentes de

aplicaciones de radisótopos en la medicina, industria, etc., que, por sus características, no pueden ser almacenados en El Cabril y para los cuales se requeriría un almacenamiento temporal adecuado durante el tiempo que fuese necesario.

Teniendo en cuenta lo anterior, al analizar las posibles alternativas de gestión, se podrían diferenciar dos fases: una primera, que abarcaría hasta el año 2010 y donde el problema puntual que aparece es C.N. Trillo y una segunda, a partir del 2010, año en que está previsto el retorno de residuos del reproceso y a partir del cual secuencialmente empiezan a saturarse las piscinas de las restantes centrales. También sobre esta fecha comenzaría el desmantelamiento de las centrales más antiguas, por lo que habría que tener en cuenta la necesidad de almacenamiento temporal del combustible gastado.

La estrategia básica que se contempla para la gestión del combustible gastado y RAA en estas fases es la siguiente:

## FASE I. HASTA EL AÑO 2010

Para solucionar el problema de C.N. Trillo, está prevista la construcción de un almacén temporal individualizado en el propio emplazamiento, donde albergar su combustible gastado en contenedores metálicos de doble uso (transporte y almacenamiento temporal), que deberá estar disponible en el año 2002. Dicho almacén ya ha sido diseñado, y el contenedor ha sido licenciado por las autoridades españolas, habiéndose iniciado la fabricación de las primeras unidades en el año 1998.

## FASE 2. A PARTIR DEL AÑO 2010

Como estrategia para esta fase se contempla el disponer en ese año de un almacenamiento temporal centralizado, al objeto de dar solución al problema del almacenamiento de los vidrios y los materiales fisiónables procedentes del reproceso. Esta instalación también deberá albergar otros residuos, que sin ser el combustible gastado o RAA, no son almacenados en El Cabril (algunos procedentes de desmantelamientos, determinadas fuentes gastadas, etc.), así como el combustible gastado, a medida que se vaya agotando la capacidad de almacenamiento en las centrales nucleares o se vaya acometiendo el desmantelamiento de las mismas.

Las principales características de una instalación de este tipo se podrían resumir en los siguientes puntos:

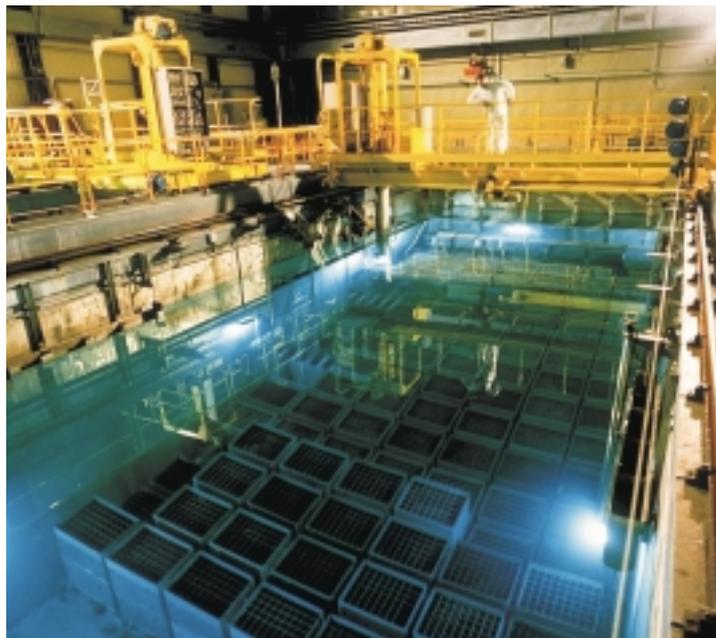
- Tecnología de construcción modular.

- Disponibilidad de una celda caliente para el manejo del CG y RAA.
- Funcionamiento autónomo (independiente del AGP).
- Simplificación del manejo y vigilancia del CG y RAA.
- El terreno no requiere características específicas relevantes.
- Facilita el desmantelamiento de las centrales nucleares.

Para ello se considera fundamental la toma de decisiones respecto a la ubicación del almacén temporal centralizado con la antelación suficiente para garantizar su puesta en marcha en el año 2010. No obstante, cualquier adelanto de dicha fecha proporcionaría una mejor capacidad de respuesta ante eventualidades que pudieran presentarse en un futuro próximo.

Aunque la anterior estrategia es la considerada como básica a efectos de cálculos económicos y de planificación, esta ins-

*Piscina de una central nuclear para el almacenamiento temporal del combustible gastado descargado del reactor.*



talación podría verse complementada con la construcción de almacenes temporales individualizados en algunas centrales nucleares o con otro almacén temporal centralizado que dé servicio a varias centrales nucleares.

Una alternativa a lo anterior, en lo que afecta a la gestión del combustible gastado, sería enviarlo a reprocesar al extranjero, con el inconveniente de su alto coste económico y de la gestión posterior de los residuos de alta, media y baja actividad, así como de los materiales fisionables recuperados, que retornarían a España. Por tanto, en todo caso sería necesario disponer de un ATC para dar solución a dicha gestión, así como a la de aquellos otros residuos generados en nuestro país que por sus caracterís-

ticas no son almacenados en El Cabril.

En consecuencia, podría concluirse que existe una serie de soluciones tecnológicas disponibles para ser implementadas en las fechas previstas, que garantizan el almacenamiento seguro del CG y RAA durante largos períodos de tiempo, a la espera de las decisiones que pudieran tomarse respecto a su gestión final, tal como a continuación se expone.

### 4.3. GESTIÓN FINAL DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD

La estrategia desarrollada hasta la fecha por ENRESA para la gestión final del combustible

gastado y RAA ha estado basada exclusivamente en disponer de los conocimientos y capacidades científicas y tecnológicas necesarios para su almacenamiento definitivo en formaciones geológicas profundas (AGP), al considerarse esta opción como la única viable.

Los trabajos realizados han conducido a:

- La identificación de un amplio número de zonas de la geografía nacional que, desde el punto de vista geológico, pudieran ser válidas a falta de confirmación "in situ".
- Un avance significativo en los diseños genéricos y específicos del sistema de almacenamiento en cada medio geológico estudiado (granito, sales y arcillas), así como en el desarrollo y aplicación preliminar de las herramientas y me-

---

*Medios de comunicación españoles durante la visita al almacén de contenedores de combustible gastado de Surry (EE.UU.) que, como se observa, se encuentran al aire libre.*



metodologías para llevar a cabo la evaluación del comportamiento y seguridad a largo plazo.

- El desarrollo parcial, mediante los planes de I+D, de las tecnologías básicas para la caracterización del emplazamiento y de la modelización de los procesos más relevantes de las diferentes barreras de confinamiento, para su aplicación en la evaluación de la seguridad.

Teniendo en cuenta el retraso generalizado de los programas en otros países, las incertidumbres respecto de soluciones definitivas y la disponibilidad de soluciones temporales, se ha considerado adecuado posponer cualquier decisión sobre las soluciones finales hasta el año 2010, lo que permite también estudiar la viabilidad e interés de nuevas tecnologías como la Separación y Transmutación, que están siendo objeto de atención creciente por la mayoría de los países.

Lógicamente, la conveniencia de posponer las decisiones más cruciales sobre el AGP relacionadas con la selección del emplazamiento candidato o con posibles laboratorios experimentales subterráneos, junto con el análisis de la viabilidad y posible influencia de las nuevas tecnologías de separación y transmutación en la gestión final de los residuos de alta actividad y larga vida y, en general, la apertura a cualquier opción que pueda contribuir a una gestión más adecuada y aceptada por la sociedad, tiene consecuencias importantes en las áreas de trabajo de ENRESA, tal como más adelante se expone.

El Plan que se propone realizar pretende, pues, conjugar las dos líneas de progreso citadas,

*Proceso de fabricación del contenedor para el combustible gastado de Trillo (DPT) en la factoría de ENSA (Santander).*



el AGP y la Separación-Transmutación, permitiendo el análisis de opciones que combinen estas técnicas, para ofrecer al Gobierno en el año 2010 la información necesaria para la toma de decisiones y la capacidad básica para llevarlas a cabo; todo ello en congruencia con los programas internacionales, particularmente de la UE e iniciativas de los países canalizadas a través de la AEN/OCDE y el OIEA.

A efectos de cálculos económicos y planificación a largo plazo se va a suponer que el desarrollo de las líneas de actuación genéricas que se exponen a continuación, podrían conducir a disponer en el futuro de un AGP en nuestro país, cuya operatividad se retrasaría, en cualquier caso, un mínimo de 10 años respecto a lo previsto en Planes anteriores, de acuerdo con la metodología entonces establecida. Estos períodos adicionales de tiempo quedarían cubiertos con las soluciones temporales contempladas en el apartado 4.2.

Por último, conviene indicar que ante la existencia de una evidente sensibilización social

sobre los temas relacionados con la radiactividad, fundamentada, entre otras razones, en el desconocimiento por parte de la población de la naturaleza real de las soluciones técnicas que se plantean, será necesario la realización de campañas de información/formación lo más amplias posibles con objeto de facilitar el mejor conocimiento y comprensión tanto del problema que se va a solucionar como de la tecnología que se quiere utilizar para conseguir esa solución.

El establecimiento de planes de comunicación específicos para cada una de las actuaciones previstas como, por ejemplo, el elaborado para el proyecto de desmantelamiento de C.N. Vandellós I, contribuyen a que los sectores de población más cercanos al emplazamiento donde se va a actuar comprendan mejor la necesidad y conveniencia de las actuaciones técnicas que se proponen.

#### 4.3.1. ALMACENAMIENTO DEFINITIVO

El almacenamiento definitivo incluye el desarrollo de proyec-

tos de investigación y actividades técnicas necesarias para definir las características y condiciones de contorno que deba reunir un potencial almacenamiento en una formación geológica profunda (AGP), para garantizar la seguridad de las personas y el medio ambiente durante el período en el cual la radiotoxicidad de los residuos de alta actividad y larga vida es significativa.

El nuevo planteamiento estratégico sobre la gestión del combustible gastado y RAA exige, como se ha comentado anteriormente, la reconsideración de las actividades relacionadas con el almacenamiento geológico profundo, para adecuarlas al nuevo horizonte temporal, caracterizado por el traslado de la toma de decisiones definitivas hasta finales de la próxima década. En este sentido, las líneas de actuación futuras se orientarán en base a las siguientes consideraciones:

- Los estudios geológicos realizados desde 1986 han conseguido generar un importante volumen de información en gran parte del territorio nacional, de la que se deduce una amplia disponibilidad en zonas potencialmente adecuadas, principalmente en granitos y arcillas. Progresar más en este conocimiento sin ningún tipo de focalización requeriría fuertes inversiones poco justificadas. En tanto no se establezcan las formas de gestión definitiva y el proceso que regularía la elección de un emplazamiento candidato, se suspenden las actividades de focalización o de selección de emplazamientos concretos. El trabajo se limitará a mantener y poner en valor la información existente para hacerla útil al

eventual proceso de selección, cuando se decida, así como a la evaluación del comportamiento y seguridad.

- ENRESA ha realizado diseños genéricos del almacenamiento profundo en granito, arcilla y sal, gracias a los cuales se han podido iniciar las actividades de evaluación de la seguridad y orientar la investigación y desarrollo. En el futuro, y hasta que se decida sobre la forma de gestión definitiva, se congelan estos diseños, salvo las modificaciones mínimas necesarias para introducir criterios de recuperabilidad, cuya importancia está resaltándose cada vez más en el contexto internacional.

- La evaluación de la seguridad, como actividad sustancial para demostrar que no se producen daños a la población ni al medio ambiente y como elemento aglutinador y orientador del resto de actividades relacionadas con el almacenamiento profundo, ha jugado un papel importante en el programa de gestión definitiva del combustible gastado y RAA de todos los países. ENRESA comenzó con esta técnica en 1996, habiendo desarrollado hasta la fecha una metodología básica para llevarla a cabo y un ejercicio preliminar de su concepto en granito y arcilla.

En el futuro es conveniente mantener la capacidad desarrollada para la evaluación de seguridad, mediante ejercicios que incorporen los modelos y datos experimentales de los grupos de investigación y sean objeto de homologación a nivel internacional, entre los que tiene una importancia especial el próximo, denominado ENRESA-2000. Es,

asimismo, importante en estos ejercicios considerar la evolución del grado de quemado del combustible y la influencia de los nuevos ciclos de combustible, relacionados con las tecnologías de separación y transmutación, que pueden producir cambios en las cantidades, composición y forma física del residuo a almacenar.

- A través de los sucesivos planes de I+D se han desarrollado parcialmente las tecnologías necesarias para la caracterización geofísica, hidrogeológica e hidrogeoquímica de la barrera geológica de un emplazamiento, habiéndose probado en ejercicios experimentales de alcance parcial. Estas técnicas, que tienen un alto valor estratégico al poder ser aplicadas a otros campos de gestión de residuos en los que esté implicada la migración de sustancias radiotóxicas en el medio geológico, deberán mantenerse en el futuro, ajustando su presupuesto al nuevo horizonte temporal.

Es importante resaltar en este punto la conveniencia de completar en el próximo quinquenio el esfuerzo iniciado en años anteriores, tanto en recursos como infraestructuras, para el desarrollo de las técnicas y metodologías de caracterización. Para ello se participará en los proyectos en laboratorios subterráneos extranjeros en el marco del programa de I+D de la UE (1999-2003), aprovechando su infraestructura y la consiguiente reducción de costes.

Los Planes de I+D han contribuido, asimismo, al desarrollo preliminar de los modelos y a la obtención de los pará-

metros de los procesos relevantes que afectan a la evaluación de la seguridad. Es por ello importante incorporar en el futuro sus resultados, particularmente en el ejercicio ENRESA-2000, comprometiéndose a los grupos de investigación nacionales con los modelos y parámetros utilizados.

A la vista de lo anterior, el nuevo horizonte temporal aconseja una adaptación de las actividades de I+D, que debe afectar a los diferentes temas de investigación en este campo, en función de su valor estratégico, su importancia para el cumplimiento de los objetivos, su estado de desarrollo y su oportunidad de acuerdo con los programas europeos.

Así pues, dentro del horizonte temporal definido por el Gobierno para estudiar las opciones de gestión previamente a la toma de decisiones, se destacan básicamente dos períodos:

- Un primer período hasta el año 2003, coincidente con el 5º Programa Marco de la UE, en el que se culminará el ejercicio genérico de evaluación ENRESA-2000, integrando los resultados de los grupos de I+D, y comprometiéndose a estos en el ejercicio.
- Un segundo período, hasta el año 2010, en el que deberá realizarse un esfuerzo especial de concentración en las investigaciones de modelos y parámetros especialmente relevantes, en concordancia con las líneas que entonces se definan en la UE cerrando de forma progresiva aquellas que vayan culminando sus objetivos.

En ambos períodos se procurará conservar las capacidades que sean estratégicas para la gestión del combustible gastado y de los RAA, manteniéndolas operativas en ejercicios de evaluación de la seguridad y experimentación promovidos por la UE. Para contribuir a este mantenimiento pudiera ser de interés el aprovechar las oportunidades de transferir los conocimientos tecnológicos a países que estén en fases anteriores en sus programas de gestión definitiva.

#### 4.3.2. INVESTIGACIÓN EN OTRAS TECNOLOGÍAS

También con vistas a la gestión definitiva del combustible gastado y de los RAA, a nivel internacional se está prestando una creciente atención a la investigación en tecnologías de Separación y Transmutación de actínidos minoritarios y productos de fisión de larga vida.

Iniciativas como la de Japón que ha puesto en marcha un ambicioso programa de separación y transmutación, con el que pretende además, incentivar el interés de los jóvenes científicos en la tecnología nuclear, o como la de Francia que ha introducido estas investigaciones como uno de los ejes principales de su Ley de 1991, están contribuyendo a incrementar el interés sobre estos temas, al igual que en los organismos internacionales AEN/OCDE, OIEA y UE. A ello también están contribuyendo los recientes avances en el campo de la tecnología nuclear, particularmente en los aceleradores de partículas, y la necesidad de buscar fórmulas de gestión adecuadas para los materiales

*Reproducción de un vidrio procedente del combustible gastado.*



estratégicos cuyo inventario se ha decidido reducir.

Básicamente, se pretende la transformación de elementos radiactivos de vida larga en elementos estables o en radionucleidos de vida corta y, en consecuencia, una reducción cualitativa y cuantitativa de los residuos radiactivos a gestionar.

La transmutación requiere la realización de unas actividades previas, conocidas como separación, que están basadas en una compleja serie de operaciones químicas y/o metalúrgicas realizadas sobre el combustible gastado, cuyo objetivo es separar de forma selectiva, individualmente o por grupos, los diversos radionucleidos de vida larga.

La Separación y Transmutación es un reto tecnológico de gran envergadura que solo se concibe en un contexto de colaboración internacional, con participación de los países más avanzados.

Conscientes de la importancia de estas tecnologías, se considera necesario que ENRESA

ponga en marcha un programa de investigación y desarrollo en estrecha colaboración con el CIEMAT, que ya ha iniciado actuaciones en estos campos. Este programa de investigación debe estar íntimamente ligado a los de otros países europeos, colaborando con ellos en la realización de experiencias, única forma que se considera válida para asimilar las tecnologías y valorar su posible influencia en nuestra gestión.

Para ello es importante considerar que en nuestro país existen carencias básicas para

abordar este tipo de proyectos, por lo que se hace necesario acometer acciones para la creación de nuevas infraestructuras, particularmente en el campo de la separación de radionucleidos, los cuales, por otra parte, podrían tener un valor estratégico adicional en otros campos de la gestión de ENRESA.

Se deberá analizar periódicamente el efecto de las nuevas tecnologías en la gestión final, estudiando las entradas y salidas de radionucleidos de los procesos, rendimientos esperables, volúmenes de residuos de

todo tipo, efectos sobre el almacenamiento profundo, riesgos comparados, costes, etc. Asimismo, se participará activamente en los foros de la UE, AEN/OCDE y OIEA en los que se debaten las ventajas, inconvenientes y viabilidad de estas nuevas tecnologías.

Con todo ello se espera disponer de la experiencia adecuada para informar al Gobierno sobre la posible influencia de la Separación y Transmutación en la gestión definitiva del combustible gastado y RAA, así como sobre la mejor forma de implementar las soluciones que se consideren adecuadas.

## 5. CLAUSURA DE INSTALACIONES

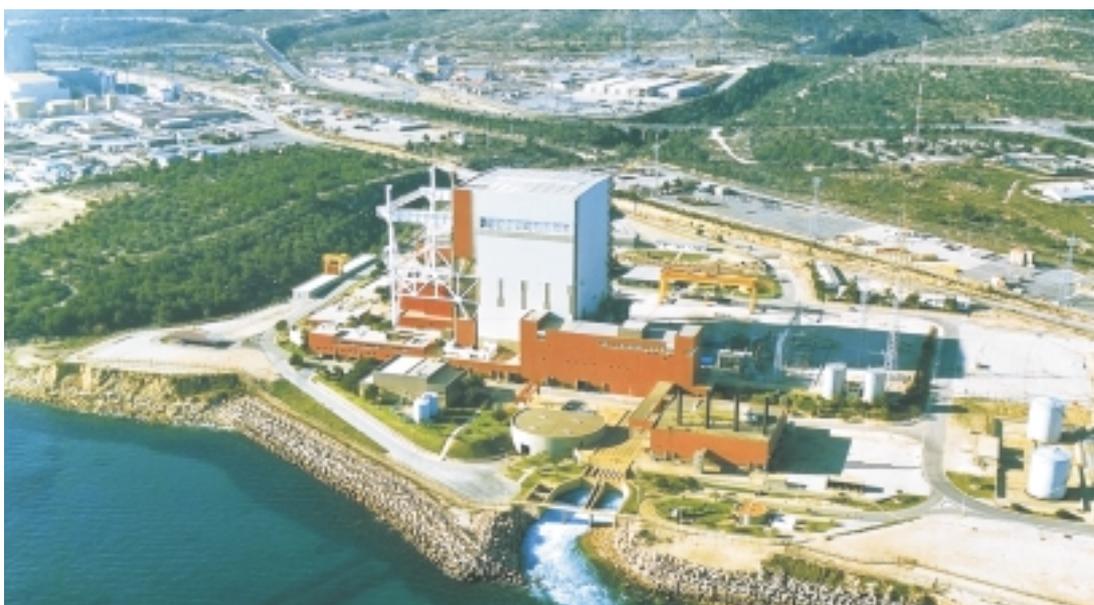
Desde el punto de vista tecnológico y de producción de residuos, este importante aspecto de la gestión tiene como exponente más significativo en la problemática española, la clausura de las centrales nucleares, destacando por su actualidad el cierre de C.N. Vandellós I y como actividad a largo plazo el resto de las centrales actualmente en funcionamiento.

No obstante, existen otras instalaciones relacionadas con la primera fase del ciclo del combustible nuclear, tales como antiguas minas de Uranio, Fábrica de concentrados de Uranio de Andújar (FUA) e instalaciones de producción de concentrados de Uranio de La Haba (Badajoz), que se encuentran en diferentes fases de actuación, como a continuación se describe.

Además, hay que considerar el desmantelamiento de instalaciones, como los reactores experimentales Argos, Arbi y JEN-1 u otras instalaciones de investigación entre las que podrían señalarse algunas de las existentes en CIEMAT. Actualmente se encuentra en fase de ejecución por dicho Organismo un programa de investigación y desarrollo sobre estos temas, en el que participan instituciones españolas y extranjeras y que cuenta con financiación de la UE.

Merece destacarse por su importancia, especialmente en este campo del desmantelamiento, el tema de la desclasificación de ciertos materiales residuales con contenido radiactivo, por cuanto supone la eliminación total o parcial de los sistemas de control posterior al que quedan sometidos dichos materiales, facilitándose de esta forma su gestión por métodos convencionales. Se trabaja a fuerte ritmo, tanto a nivel nacional como internacional, para completar el desarrollo detallado de los criterios

*Desmantelamiento Vandellós I (Nivel 2). Vista general de la central antes del inicio de los trabajos de desmantelamiento.*



y de los métodos concretos para la aplicación de estas prácticas en nuestro país.

## 5.1. CLAUSURA DE CENTRALES NUCLEARES

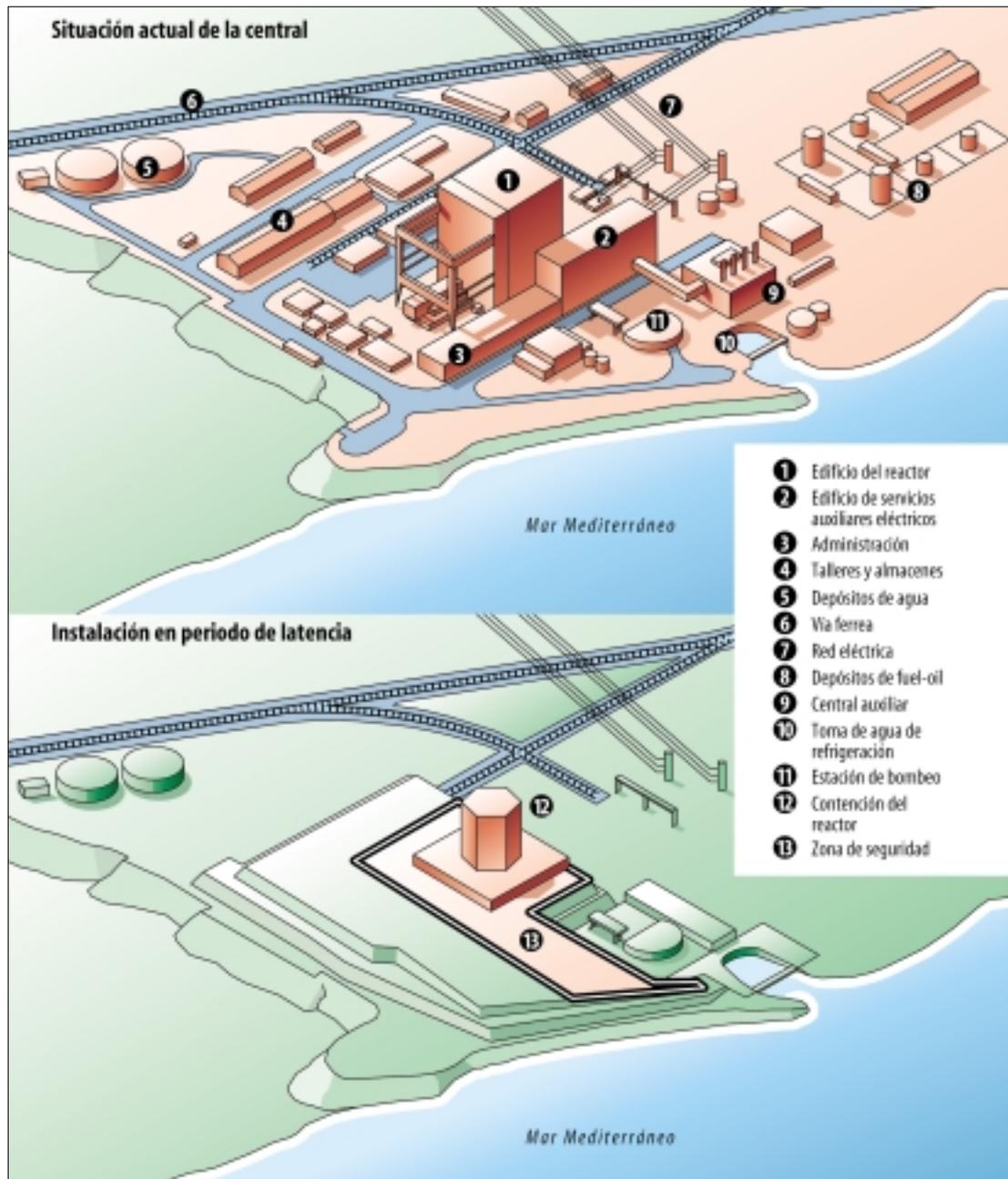
Tras la retirada definitiva del servicio de C.N. Vandellós I, el desarrollo de estrategias y acti-

vidades técnicas en este campo de la gestión hubo de ser ajustado respecto a lo indicado en los primeros PGRR, donde se incidía en el hecho de que se trataba de un problema planteado a largo plazo y se contemplaba para todas las centrales nucleares españolas, el inicio del desmantelamiento total (Nivel 3), unos años des-

pués de la parada definitiva del reactor, una vez retirados el combustible gastado y los residuos de operación.

Antes de analizar las estrategias propuestas para el caso de C.N. Vandellós I y el resto de centrales españolas de agua ligera conviene hacer una serie de consideraciones ge-

*Situación inicial y en periodo de latencia de la central Vandellós I.*



nerales respecto a las actuaciones en otros países.

En algunos de los países occidentales se han planificado y desarrollado procesos de clausura a diversos niveles (ver glosario de términos), de los cuales se ha extraído o se está extrayendo una experiencia fundamental para el futuro, mientras que en otros países los trabajos se encuentran en fase de estudio y planificación.

Las principales conclusiones extraídas de las experiencias analizadas, que reflejan la estrategia mundial en materia de desmantelamiento, son las siguientes:

La práctica totalidad de los reactores desmantelados o en fase de desmantelamiento son de pequeña o mediana potencia. No se ha completado ningún desmantelamiento total (Nivel 3) de reactores comerciales de gran potencia, si bien se ha avanzado en este sentido sobre aspectos parciales en proyectos europeos y americanos. La mayor parte de los trabajos de desmantelamiento tienen o han tenido un gran componente de investigación de métodos y técnicas.

En el marco de la UE hay que reseñar el programa específico de I+D en el ámbito de la clausura de instalaciones nucleares (1989-1993), que fue desarrollado con un presupuesto de 31,5 Mecu, de los cuales, aproximadamente, la mitad estuvo destinado a los cuatro proyectos piloto de clausura siguientes: WAGR (Windscale Advance Gas-cooled Reactor), en Sellafield (Reino Unido); KRB-A (reactor de agua en ebullición), en Gundremmingen (Alemania); BR3 (reactor de agua a presión), en Mol (Bélgica); y

*Desmantelamiento Vandellós I (Nivel 2). Desmantelamiento de instalaciones auxiliares.*



AT-1 (celdas de reprocesamiento de combustible), en la Hague (Francia). Dicho programa completó líneas de investigación que se habían iniciado en programas anteriores y proporcionó un volumen importante de información, a partir de la cual se confeccionaron bases de datos durante el cuarto Programa Marco (1994-98). El quinto Programa Marco (1999-2003) prevé también actuaciones relevantes en este campo.

En el marco de la AEN/OCDE cabe destacar la existencia de un programa de cooperación para el intercambio de información científica y técnica en el ámbito de la clausura de instalaciones nucleares. Este programa, seguido a través de un Comité de Enlace, en el que participan ENRESA y el CIEMAT, cuenta en la actualidad con 30 proyectos de clausura, de los cuales 20 son reactores, 9 instalaciones del ciclo del combustible y una planta de proceso de radisótopos.

En la mayoría de los casos se ha optado, o está previsto, llegar al Nivel 3 de desmantela-

miento de forma inmediata o pasando por niveles intermedios con períodos de espera.

Es de destacar, que en los reactores tipo MAGNOX/AGR (Reino Unido), la estrategia adoptada es iniciar el Nivel 2 y posteriormente el Nivel 3 con un período de espera, entre ambos, del orden de 100 años.

En Francia para los reactores tipo grafito-gas, se está siguiendo una estrategia de desmantelamiento a Nivel 2, con un período de vigilancia posterior del orden de 30 años hasta acometer el desmantelamiento total.

En EE.UU. hay actualmente tres centrales en vías de iniciar procesos de desmantelamiento; dos de ellas pretenden acometer de forma inmediata el Nivel 3 y la otra está optando por el Nivel 2 seguido del 3, tras un período de espera, todavía no definido.

Las estrategias en cada caso están influenciadas por sus condiciones específicas y responden a las conclusiones de análisis particulares realizados



al efecto. En general, es necesario valorar distintos aspectos relacionados con los inventarios de materiales radiactivos, reglamentarios y de licenciamiento, consideraciones técnicas y económicas, etc., así como la posible reutilización del emplazamiento.

En cualquier caso hay que indicar que sólo los países con recursos tecnológicos y capacidad para acometer adecuadamente la gestión de los residuos de baja y media actividad, y la gestión, al menos temporal, de su combustible gastado y residuos de alta actividad, están en disposición de abordar con garantías el desmantelamiento de las centrales nucleares.

### 5.1.1. DESMANTELAMIENTO DE C.N. VANDELLÓS I

Apoyándose en las experiencias habidas en otros países y especialmente en Francia, país origen de la tecnología, y teniendo en cuenta la casuística particular de C.N. Vandellós I, ENRESA llevó a cabo estudios

para definir la estrategia más viable desde el punto de vista técnico-económico, considerando como posibles alternativas las denominadas Nivel 1, 2 y 3 de desmantelamiento.

La alternativa elegida fue el desmantelamiento inmediato a Nivel 2, seguido de un período de espera, para completar el desmantelamiento total de las partes remanentes (Nivel 3). Dicha alternativa, además de representar una aproximación más viable tanto de ejecución como en su impacto sobre la gestión de los residuos generados, venía avalada por la estrategia francesa en el desmantelamiento de las dos unidades de la central de Saint Laurent des Eaux (SLA-1 y 2), gemelas de Vandellós I.

En mayo de 1994, ENRESA presentó al MINER para su aprobación el proyecto de Desmantelamiento y Clausura al Nivel 2, que permitirá liberar más del 80% del emplazamiento y determinar el plazo de espera más adecuado para el inicio del Nivel 3.

Durante los años 1995 y 1996 se procedió a realizar el proyecto de ingeniería de detalle, continuando el proceso de licenciamiento. En 1997, se culminó todo un proceso administrativo, obteniéndose a lo largo del año, el informe favorable del CSN y la Declaración de Impacto Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente. Finalmente, el 28 de enero de 1998, el MINER otorgó la autorización para la ejecución de las actividades de desmantelamiento de la central y la transferencia de su titularidad de HIFRENSA a ENRESA, comenzándose los primeros trabajos en febrero de dicho año. El período necesario para completar el desmantelamiento previsto en dicho proyecto se estima en 5 años contados a partir de su inicio.

Hasta el momento se ha completado la dotación de los equipos y materiales necesarios, las actividades preparatorias (modificaciones y montaje de instalaciones, infraestructuras, etc.) y se está procediendo al desmontaje de componentes

convencionales y partes activas, así como al desarrollo del plan de gestión de residuos y materiales, actuaciones que se prolongarán hasta la conclusión del Nivel 2, prevista para finales del año 2002. Durante dicha fase se realizará el confinamiento del cajón, las demoliciones, rellenos, etc., se preparará la instalación para latencia y se procederá a la desclasificación de una gran parte del emplazamiento.

Tras el desmantelamiento a Nivel 2 vendrá un período de espera a definir, que se estima en unos 30 años, para, a continuación, completar el desmantelamiento total de las partes remanentes (Nivel 3), de forma que el emplazamiento quede libre en su totalidad para cualquier uso posterior sin ningún tipo de restricción.

### 5.1.2. CLAUSURA RESTO CENTRALES NUCLEARES

Para el resto de las centrales nucleares españolas, actualmente en funcionamiento, se va a considerar, a efectos de cálculo y planificación, la alternativa de desmantelamiento total (Nivel 3), a iniciar 3 años después de la parada definitiva de los reactores, una vez evacuado el combustible gastado de la piscina.

De acuerdo con las hipótesis contempladas en el PGRR respecto a la vida útil prevista de estas centrales (40 años), no será necesario abordar su desmantelamiento en un futuro próximo. Hasta entonces, se realizarán estudios y trabajos de investigación específicos tendentes al mejor conocimiento de estas actividades. Asimismo, está previsto siste-

matizar los procesos de transferencia de titularidad de las instalaciones y articular las actividades previas a la misma, siendo muy importante a este respecto la experiencia adquirida en C.N. Vandellós I.

## 5.2. CLAUSURA DE OTRAS INSTALACIONES

Se incluye en este apartado la clausura de otras instalaciones, distintas a centrales nucleares, que por sus características específicas merecen destacarse por cuanto de ellas se deriva una experiencia de gran valor tecnológico y contribuyen a poner de manifiesto el carácter medioambiental de tales actuaciones. Todas ellas están relacionadas con las primeras fases del ciclo del combustible nuclear como son la minería y fabricación de concentrados de uranio, sin olvidar que, también, a más largo plazo, será necesario clausurar la Fábrica de elementos combustibles de Juzbado (Salamanca).

### ANTIGUAS MINAS DE URANIO

El objetivo de este proyecto es la restauración del terreno alterado en algunas minas antiguas de uranio, explotadas en su momento por la Junta de Energía Nuclear (actualmente CIEMAT), eliminando escombreras, rellenando canteras y pozos, etc., efectuando las correcciones necesarias para que las explotaciones queden integradas en el entorno natural.

Como continuación de las actividades iniciadas en años anteriores para la restauración de estas minas de uranio, que ali-

mentaron de mineral a la Fábrica de Uranio de Andújar, ENRESA, tras el informe favorable del CSN al Plan de Restauración presentado, terminó durante el año 1997 el proyecto de detalle con la toma de datos en campo necesarios, definiendo los trabajos a realizar, los cuales fueron presentados a las autoridades autonómicas correspondientes antes de proceder a su ejecución.

Los trabajos se iniciaron en octubre de 1997 en la Comunidad Autónoma de Extremadura (13 minas), para proseguir a partir del año 1998 con los correspondientes a la Comunidad Autónoma de Andalucía (6 minas). Dichos trabajos de restauración se desarrollarán en su conjunto a lo largo de tres años, estimándose su finalización no más tarde del año 2000.

Conviene indicar en este apartado, el cese de las explotaciones mineras que alimentan la planta Quercus de ENUSA en Saelices el Chico, provincia de Salamanca, prevista a principios del año 2001, fecha a partir de la cual se acometerán las actividades de restauración correspondientes, cuya finalización se estima hacia el año 2008.

### FÁBRICA DE URANIO DE ANDÚJAR (FUA)

Con fecha 17 de marzo de 1995, la DGE del MINER emitió la Resolución por la que se daba por finalizado el período de ejecución de las actividades de desmantelamiento y restauración del emplazamiento de la FUA, iniciándose el denominado período de vigilancia, con una duración mínima de 10

años y supeditado al cumplimiento de unos límites y condiciones de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica. Asimismo, la Dirección General de Política Ambiental comunicó el cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental.

Dicho período de vigilancia, previo a la declaración de clausura, se está desarrollando a través de un Plan de Vigilancia y Mantenimiento, que hasta el momento actual viene confirmando el cumplimiento de los criterios de diseño.

## CLAUSURA DE LA HABA

Los trabajos de restauración de la antigua mina de La Haba (Badajoz), así como los relativos al desmantelamiento de las instalaciones asociadas, han venido ejecutándose por la Empresa Nacional del Uranio (ENUSA) a lo largo de los últimos años, habiéndose finalizado en los primeros meses de 1998, tras lo cual la instalación ha quedado en fase de vigilancia y control, dentro del denominado período post-clausura, cuya duración mínima fue establecida por el CSN en 5 años.

*Fábrica de Uranio de Andújar. Situación de las antiguas instalaciones antes de su desmantelamiento.*



*Fábrica de Uranio de Andújar. Estado final del emplazamiento después de las labores de desmantelamiento realizadas por ENRESA.*



## 6. ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

De acuerdo con el Real Decreto 1522/1984 por el que se autoriza la constitución de ENRESA, los costes de las actividades derivadas de la gestión de los residuos radiactivos deben ser financiados por los agentes generadores de dichos residuos.

El sistema establecido para las centrales nucleares es la fijación de una cuota porcentual sobre la facturación por venta de energía eléctrica de todo el sector eléctrico, en tanto que para los otros productores la contraprestación económica de los servicios adopta la forma de tarifas, a facturar en el momento de la recogida de los residuos.

En este capítulo se presenta la revisión de los costes de la gestión de los residuos radiactivos, de acuerdo con el escenario de referencia y con las estrategias descritas anteriormente, considerando la denominada básica para el caso del combustible gastado y RAA, así como las hipótesis de cálculo que se mencionan en el apartado 6.1. Se imputan dichos costes a las centrales nu-

cleares mediante la aplicación de los correspondientes criterios de reparto, se establecen las dotaciones al fondo para el año 2000 y, por último, se calcula la cuota teórica a aplicar para dicho año y su evolución futura hasta el final del período recaudatorio que viene determinado por el cierre de la última central nuclear, analizándose su sensibilidad en función de determinados parámetros.

Conviene resaltar que dicho cálculo de la cuota lleva intrínseco una serie de incertidumbres derivadas, tanto de las hipótesis de partida establecidas, como de las estimaciones de los costes realizadas, tal como se indica a lo largo de este capítulo. Es por ello que los valores de las cuotas resultantes deben entenderse únicamente a efectos de planificación económica, de forma que el valor concreto que se aplica cada año, reflejado en el Real Decreto por el que se establece la tarifa eléctrica, es el derivado de los estudios y análisis presentados en el PGRR a este respecto, los cuales se revisan y

actualizan con periodicidad anual.

### 6.1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

A efectos de la elaboración del Plan y de la realización de los cálculos económicos correspondientes es necesario el establecimiento de una serie de hipótesis, cuya variación lógicamente afecta a los resultados obtenidos. Las hipótesis generales utilizadas son las siguientes:

- Se considera, de acuerdo con el escenario de referencia, el parque nuclear actualmente en funcionamiento, cuya potencia eléctrica instalada es de 7.6 Gwe, suponiéndose el valor de 40 años como vida útil de las centrales, a efectos de cálculo y planificación.
- Se emplea un valor medio de funcionamiento de 7.000 horas/año para el cálculo de la producción de energía eléctrica de las CC.NN.
- En cuanto a las hipótesis de carácter económico-financiero, los valores de base utilizados son: 2,0% para la tasa de inflación, 2,5% para la tasa de descuento, 3,0% para el incremento anual medio de la demanda de energía eléctrica y la evolución de las tarifas contemplada en el Protocolo Eléctrico para los años 2000 y 2001, que es el -1% anual, tomándose para 1999 el valor aprobado por el Gobierno en el Decreto 2821/98, que establece la tarifa eléctrica para dicho año, así como lo establecido en el R.D-Ley 6/99, de medidas urgentes de liberalización e incremento de la competencia.

**CUADRO 6.1**  
**COSTE DE LA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y LOS RESIDUOS**  
**RADIATIVOS (MPT99)**

CONCEPTO	COSTE HASTA 31-12-99		COSTE DESDE 2000 HASTA 2070	COSTE TOTAL
	REAL HASTA 31-12-98	ESTIMADO AÑO 1999		
COSTES DE ESTRUCTURA (1)	30.662	3.169	158.204	192.035
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	14.812	1.577	32.860	49.249
TRANSPORTE	2.120	211	33.540	35.871
ALMACENAMIENTO RBMA	49.667	3.402	123.880	176.949
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DEL CG Y RAA	15.508	1.123	97.790	114.421
GESTIÓN FINAL DEL CG Y RAA (2)	80.269	661	445.831	526.761
CLAUSURA DE CENTRALES NUCLEARES	6.408	4.642	316.664	327.714
CLAUSURA DE OTRAS INSTALACIONES (3)	11.058	564	3.374	14.996
GESTIÓN RESIDUOS ESPECIALES (4)	2.234	421	2.694	5.348
SISTEMA OPERATIVO EMERGENCIAS (5)	418	23	1.610	2.051
ASIGNACIONES A AYUNTAMIENTOS	28.594	3.183	115.176	146.953
SUBTOTAL	241.749	18.977	1.331.623	1.592.349
IMPUESTO SOBRE SOCIEDADES (6)	36.411	-707	-538	35.166
TOTAL	278.160	18.270	1.331.085	1.627.515

(1) *Inversiones, gastos generales y comunicación social sede central ENRESA. Incluye también Fundación ENRESA y la retribución al capital social.*

(2) *Incluye el coste derivado del reproceso del combustible gastado, el almacenamiento definitivo del combustible gastado y RAA (AGP), así como la parte correspondiente al desarrollo de otras tecnologías (Separación-Transmutación).*

(3) *Rehabilitación Minas de Uranio, Clausura de la FUA y La Haba, Clausura Reactores Experimentales y adecuación y mejora de diversas instalaciones del CIEMAT.*

(4) *Incluye pararrayos radiactivos, detectores de humo, fuentes especiales, chatarras contaminadas, etc.*

(5) *Actividad de acuerdo con el Decreto de creación de ENRESA.*

(6) *No tributación, a partir del año 1995, de los rendimientos financieros del fondo para la 2ª Parte del Ciclo del Combustible Nuclear. Los valores negativos son los correspondientes a las liquidaciones definitivas de dicho Impuesto.*

## 6.2. ESTIMACIÓN DE COSTES

Las hipótesis utilizadas para la estimación de los costes de los distintos conceptos que componen la gestión del combustible gastado y residuos radiactivos son las siguientes:

- En el caso de las instalaciones y actividades sobre las que existe experiencia, proyectos o informaciones basadas en estudios específicos de ENRESA como El Cabril,

FUA, almacenamiento intermedio del combustible gastado, recogida y transporte de RBMA, pararrayos, clausura de C.N. Vandellós I, etc., se utilizan los datos propios de referencia.

- Las estimaciones de los costes relativos al AGP tienen su base, en cuanto a las instalaciones, en el proyecto de ingeniería de diseño conceptual desarrollado por ENRESA, al disponerse de información relevante al respecto. El resto

de los conceptos provienen de estimaciones propias.

- Para el desmantelamiento de las CC.NN. de agua ligera, se han conjugado los resultados de los estudios realizados por ENRESA con las estimaciones de otros países u organismos internacionales, extrapoladas en lo posible al caso español.

Como puede verse en el **cuadro 6.1**, el coste total de la gestión del combustible gastado y de los residuos ra-

diactivos por todos los conceptos, incluyendo gastos e inversiones, asciende a 1.627.515 MPT99. El coste hasta el 31 de diciembre de 1998 ha sido de 278.160 MPT99, estimándose en 18.270 MPT99 el relativo al año 1999.

Los costes hasta el año 1998 son los reflejados en la contabilidad de ENRESA, en tanto que para la gestión a partir del año 1999, los costes por los distintos conceptos considerados se han evaluado para el medio plazo en base a los presupuestos de la Empresa y para el largo plazo, en función de las hipótesis anteriormente descritas, las cuales conducen, en unos casos, a estimaciones cada vez más precisas y, en otros, llevan asociados un cierto componente de incertidumbre.

Al igual que en el Cuarto PGRR, en este Plan se presentan indi-

### COSTES TOTALES DE LA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO

LÍNEA	COSTE	
	MPT99	%
RBMA	259.520	15,9
CG Y RAA	930.515	57,2
CLAUSURA	390.034	24,0
OTROS	47.446	2,9
TOTAL	1.627.515	100

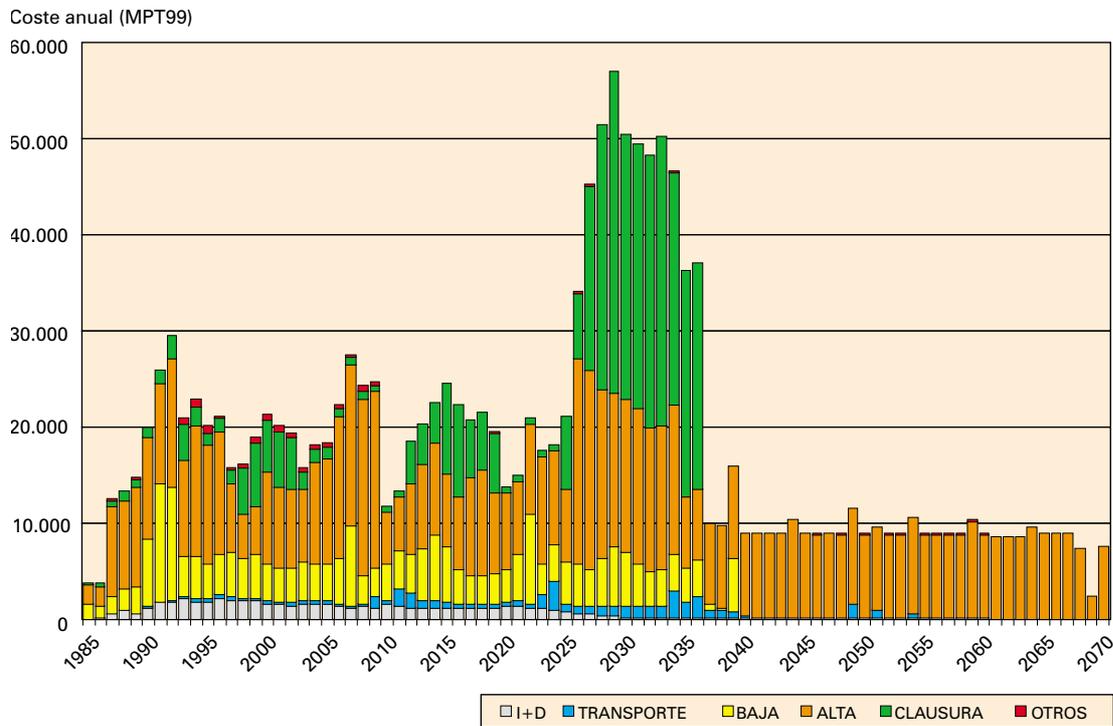
vidualizados los denominados costes de estructura y las asignaciones a Ayuntamientos, las cuales tienen un efecto significativo sobre el aspecto económico de la gestión y repercuten en el coste del almacenamiento tanto de RBMA, como del combustible gastado y RAA y, en menor medida, en el desmantelamiento de CC.NN.

Los costes totales de la gestión del combustible gastado y los residuos radiactivos, repar-

tidos los costes de estructura, I+D, asignaciones a Ayuntamientos, etc., por grandes líneas de actuación, quedarían agrupados de la forma que se expone en el cuadro superior.

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 404/1996 de 1 de marzo, se ha incluido en las previsiones de costes, la retribución a los accionistas, calculada mediante la aplicación de un porcentaje sobre el capital social, coincidente con el ti-

Figura 6.1. Distribución de costes en el tiempo por grandes conceptos.



**CUADRO 6.2**  
**COMPARACIÓN DE LOS PRINCIPALES CONCEPTOS CONTEMPLADOS**  
**EN EL 4º PGRR Y 5º PGRR**

CONCEPTO	4º PGRR		5º PGRR	VARIACIÓN
PRODUCCIÓN RBMA (m³)	203.600		193.600	-4,9%
PRODUCCIÓN COMBUSTIBLE GASTADO (tU)	6.693		6.750	0,9%
	MPT94	MPT99	MPT99	
COSTE ALMACENAMIENTO RBMA	141.742	164.583	176.949	7,5%
COSTE ALMACENAMIENTO INTERMEDIO CG Y RAA	162.866	189.111	114.421	-39,5%
COSTE ALMACENAMIENTO DEFINITIVO CG Y RAA	390.500	453.427	466.916	3,0%
COSTE TOTAL DE LA GESTIÓN	1.341.546	1.557.729	1.625.076*	4,3%
COSTE TOTAL ACTUALIZADO A 1-1-1985**	624.293	724.894	715.889	-1,3%

\* A efectos comparativos se ha deducido la retribución del capital social no incluida en el 4º PGRR.

\*\* Coste total actualizado o capitalizado a la fecha de inicio de la gestión (1-1-85) aplicando la tasa de descuento (2,5%) al flujo de costes hasta el año 2070.

po de interés medio obtenido de las inversiones financieras del fondo y que se fija anualmente en cada revisión del PGRR. Para el ejercicio 1998 dicha retribución se obtendrá aplicando el 8,67% al capital social.

En la [figura 6.1](#) realizada en función de las producciones estimadas de residuos y de las fechas previstas en los programas, se muestra la distribución del coste en el tiempo desde el año 1985 hasta el 2070, final del período de gestión condicionado por la operación y cierre de las instalaciones de almacenamiento definitivo del combustible gastado y RAA.

Los costes totales de la gestión del combustible gastado y los residuos radiactivos contemplados en el Cuarto PGRR y el Quinto PGRR no son directamente comparables al ser distinto el escenario base de referencia (30-40 años de vida útil para las centrales nucleares), la tasa de descuento utilizada (3,5%-2,5%) y alguna de las so-

luciones técnicas adoptadas. No obstante, se ha considerado interesante mostrar agrupados los valores ahora obtenidos de los conceptos más destacables y compararlos con los correspondientes al 4º PGRR que, de forma resumida, se presentaron en dicho documento para el supuesto de 40 años de vida. (Ver [cuadro 6.2](#)).

Del análisis comparativo de dichos valores, puede decirse que, en general, no existen grandes diferencias, observándose dentro de esta coincidencia, un aumento global en los costes totales contemplados en el 5º PGRR del 4,3% y una disminución de los valores actualizados del 1,3%. En el primer caso es debido básicamente al incremento de las asignaciones a Ayuntamientos, como consecuencia de la aplicación de la nueva Orden Ministerial de 13-7-98 y de la prolongación de los períodos de imputación a las instalaciones de almacenamiento, compensado en parte por la dismi-

nución del coste de otros conceptos de la gestión. Respecto a los valores actualizados, la disminución es consecuencia de los ajustes estratégicos efectuados en el campo de los RAA y, en particular, por el retraso en la puesta en marcha de las soluciones definitivas.

Las partidas que más incertidumbre conllevan continúan siendo las referentes a la gestión final del combustible gastado y RAA y a la clausura de centrales nucleares, al tratarse de actividades a más largo plazo, cuya evolución y desarrollo futuro irán conduciendo progresivamente a la utilización de datos más precisos.

En todo caso, es importante resaltar el hecho de que la magnitud e incertidumbre actuales sobre los costes de determinadas soluciones tecnológicas y las posibles aplicaciones temporales de los excedentes monetarios, dificultan el establecimiento de previsiones de los ingresos y gastos de ENRESA en un horizonte superior a los 70

años. El propio Real Decreto 1522/1984, prevé un mecanismo corrector al tener que presentar anualmente al MINER “una revisión de todas las actuaciones necesarias y soluciones técnicas aplicables durante el horizonte temporal de actividad de los residuos radiactivos, comprendiendo el estudio económico-financiero actualizado del coste de dichas actuaciones”.

### 6.3. FINANCIACIÓN DE LOS COSTES DE LA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

#### 6.3.1. SECTOR NUCLEOELÉCTRICO

Tal como se indicó en anteriores Planes, se establece un sistema de pagos a cuenta de forma que los ingresos percibidos a través de la recaudación resultante de la aplicación de la cuota porcentual se acumulen para financiar los costes que se producirán, normalmente, años después. A fin de asegurar la financiación de una forma automatizada y en concordancia con el sistema establecido, ENRESA dotará una provisión con los fondos que se recaudarán a través de la facturación por venta de energía eléctrica, durante la vida operativa de las centrales nucleares.

Conviene destacar, por otra parte, que el balance económico final de la gestión de ENRESA debe ser cero. Tanto los ingresos obtenidos mediante la cuota como los rendimientos financieros de los ex-

cedentes netos, deben destinarse a la creación de un fondo especial del que sólo podrá disponerse para el cumplimiento del objetivo para el que ha sido creada ENRESA y, por tanto, a soportar el coste de la gestión de los residuos.

La supervisión, control y calificación de las inversiones financieras del fondo corresponde al Comité de Seguimiento y Control adscrito al MINER, de acuerdo con el Real Decreto 404/1996 de 1 de marzo.

En el Plan se determina la imputación a cada una de las centrales nucleares de la recaudación anual, vía cuota, destinada a la financiación de la 2ª Parte del Ciclo del Combustible Nuclear.

La sistemática seguida para individualizar los costes de las centrales nucleares supone dos pasos: segregar de los distintos conceptos en que existan costes de otros productores, obteniendo el monto total a ellas imputable y posteriormente repartir éste entre cada una de las centrales.

Los criterios de imputación utilizados se basan en el empleo de unos coeficientes de participación que derivan del “uso” de las instalaciones, definido éste en función de unidades básicas de los residuos involucrados y del calendario previsto de su retirada. En el caso de las actividades de tipo general donde no existe un parámetro de la medida del “uso”, éste se obtiene a través del porcentaje de cada central sobre el coste de los conceptos en que el uso está definido.

Una vez calculados dichos coeficientes se obtiene la distribución en el tiempo de los costes, por conceptos, de la ges-

ción imputables a cada una de las centrales y en base a dicha distribución se calcula el coste actualizado al año de referencia en función de las hipótesis de partida establecidas en el apartado 6.1. Deduciendo a estos valores la fracción del fondo disponible imputado a cada central se obtendría el coste pendiente de financiar que, dividido por la energía eléctrica descontada prevista a generar para cada central, daría el valor unitario de dicho coste pendiente (Pts/kWh).

El producto de este coste unitario y la energía prevista a producir en un año determinado reflejaría la dotación teórica a recaudar en dicho período. El porcentaje de cada central respecto a la recaudación real se deduciría del cociente entre la dotación teórica de una central y la suma de los correspondientes al conjunto de ellas.

En el **cuadro 6.3** se indican los porcentajes correspondientes al año 2000 por aplicación de las nuevas estimaciones realizadas en el presente Plan.

El coeficiente o coste unitario pendiente de financiar indica la repercusión de los costes futuros de la gestión de los residuos radiactivos de una central sobre la energía eléctrica a producir. Dicho coeficiente es lógicamente mayor para las centrales más antiguas, debido al desfase temporal entre el origen y la aplicación de los fondos; o lo que es equivalente, entre la producción eléctrica futura y el coste pendiente de la gestión de sus residuos. Al incorporarse con más años de funcionamiento al sistema de financiación actual les quedan menos de recuperación. En el caso de C.N. José Cabrera y C.N. Santa María de Garoña es-

CUADRO 6.3  
COEFICIENTES DE REPARTO DEL FONDO PARA EL AÑO 2000

CC.NN.	COSTE ACTUALIZADO (MPT99) (1)	FONDO IMPUTADO (MPT99)	RECAUDACIÓN PENDIENTE (MPT99) (1)	ENERGÍA ACTUALIZADA (Gwh)	COEFICIENTE (PT99/kWh)	PRODUCCIÓN 2000 PREVISTA (Gwh)	DOTACIÓN TEÓRICA PARA 2000	
							MPT99	%
J. CABRERA	36.616	19.077	17.538	8.927	1,965	1.120	2.200	8,59
STA. M <sup>a</sup> DE GAROÑA	58.456	37.715	20.741	31.928	0,650	3.542	2.301	8.98
ALMARAZ 1	77.937	37.362	40.575	109.919	0,369	6.425	2.372	9,26
ALMARAZ 2	78.108	34.378	43.730	120.552	0,363	7.271	2.638	10,30
ASCÓ 1	78.784	30.965	47.819	120.040	0,398	7.200	2.868	11,20
ASCÓ 2	77.870	23.455	54.415	126.414	0,430	6.443	2.773	10,83
COFRENTES	101.893	36.835	65.058	129.337	0,503	6.768	3.404	13,29
VANDELLÓS 2	77.991	11.064	66.927	139.097	0,481	6.659	3.204	12,51
TRILLO	91.975	13.776	78.199	151.416	0,516	7.462	3.854	15,04
TOTAL	679.630	244.627	435.003	937.631	0,464	52.890		100,00

(1) En los conceptos Coste Actualizado (coste previsto desde 1-1-2000 hasta el 31-12- 2070, actualizado a 1-1-2000 con la tasa de descuento supuesta del 2,5%, que equivale a la cifra de 1.331.085 MPT99, que figura en cuadro 6.1, descontando el coste de la gestión de los residuos generados en las actividades no financiadas por la cuota) y Recaudación Pendiente se incluyen los costes derivados de C.N. Vandellós I, Clausuras de la FUA, La Haba, Minas de Uranio y reactores Experimentales, Sistema Operativo en Emergencias y la gestión remanente de los pararrayos radiactivos.

te efecto es aún mayor por su menor potencia (economía de escala).

Para el cálculo de la cuota a aplicar en el año 2000 se procede de forma análoga a lo indicado en anteriores planes (ver figura 6.2.). En el cuadro

6.4 se resumen los valores utilizados para dicho cálculo.

De acuerdo con todo ello, la cuota teórica a aplicar en el año 2000 resulta ser de 1,17%, siendo 0,464 Pts/kWh nuclear el valor del coeficiente global, que servirá de base para el

cálculo de la cuota teórica en años siguientes.

En la figura 6.3 se muestra la evolución de la cuota en el período recaudatorio 2000-2029, es decir, mientras exista generación nuclear, distinguiéndose 2 alternativas: La corres-

CUADRO 6.4.  
CÁLCULO DE LA CUOTA TEÓRICA PARA EL AÑO 2000

CONCEPTO	TD 2,5%
-Coste previsto de la gestión desde 2000 actualizado a 1-1-2000 (MPT99)	679.630
-Fondo neto existente a 1-1-2000 (MPT99)	244.627
-Requisitos globales de financiación (MPT99)	435.033
-Energía prevista a generar desde 2000 por las CC.NN. actualizada a 1-1- 2000 (GWh)	937.631
-Coste unitario pendiente de financiar (PT99/kWh)	0,464
-Previsión de energía a generar por las CC.NN. en 2000 (GWh)	52.890
-Recaudación requerida en el año 2000 (MPT99)	24.538
-Facturación por venta de energía eléctrica prevista en 2000 (MPT99)	2.088.362
-Cuota teórica aplicable en 2000 (%)	1,17

pondiente a la cuota teórica, que experimenta variaciones anuales debidas al incremento de la facturación por venta de energía eléctrica y a la diferente producción de energía nuclear durante dicho período, al ir finalizando la vida útil de las centrales nucleares; y la equivalente a la cuota media para todo el período considerado, con un valor del 0,80%, igual al actualmente vigente.

Todos los valores presentados en este capítulo se han obtenido para un escenario determinado y de acuerdo con unas hipótesis de partida que conlleven, mediante los cálculos correspondientes, a unos resultados concretos.

Lógicamente, cualquier variación de dichas hipótesis conduciría a otros valores distintos y a la modificación última de la cuota a aplicar. Teniendo en cuenta la gran cantidad de variables que intervienen en el proceso (tasa de descuento, consumos y precios de energía eléctrica, vida de las centrales, incertidumbres en la estimación de costes, etc.), se va a presentar únicamente, como ejemplo ilustrativo, un análisis de sensibilidad de la cuota media en función de la tasa de descuento y de las posibles variaciones de los costes estimados, por el notable efecto que ambos factores tienen sobre la misma.

En la **figura 6.4** se ha representado la variación anual que experimentarían las cuotas teórica y media en función de la tasa de descuento. Del análisis de este estudio se puede concluir que al aumentar la tasa de descuento disminuye el valor de la cuota resultante y viceversa. No obstante, este efecto es progresivamente menor (o mayor) al ir aumentando (o disminuyendo) la tasa de des-

Figura 6.2. Fijación de la cuota porcentual del año N.

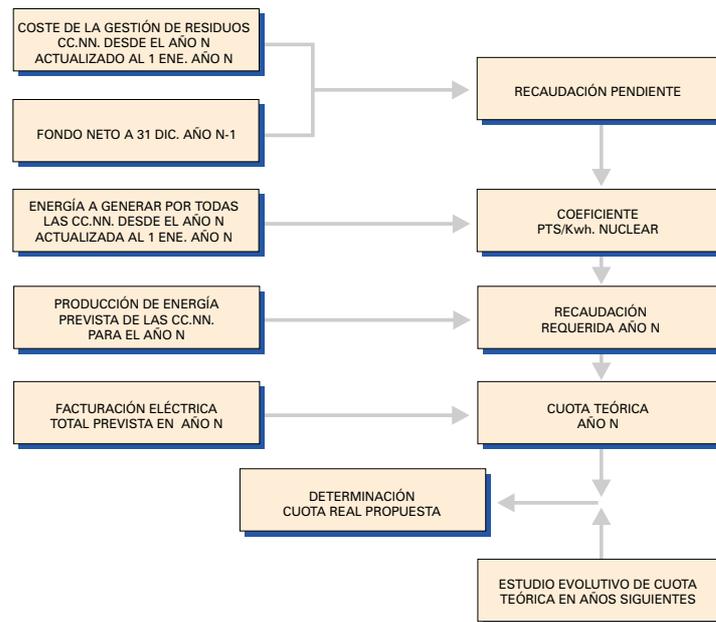


Figura 6.3. Evolución de la cuota.



cuento. Así, por ejemplo, un aumento de la tasa de descuento del 2,5% al 4% supondría una disminución de la cuota media respecto al caso base de, aproximadamente, un 30%. Por el contrario una reducción de la tasa de descuento del 2,5% al 1% significaría un incremento de la cuota media de aproximadamente un 37%.

Por otra parte, en la **figura 6.5** se representa la variación que sufriría la cuota media en función de los posibles cambios de los costes de gestión considerados, pudiendo destacarse, a título de ejemplo, que un in-

cremento de los costes totales actualizados del 30%, elevaría la cuota media del valor 0,8% obtenido en el caso base, hasta el valor del 1,2%, superior al actualmente vigente (0,8%).

### 6.3.2. OTROS PRODUCTORES DE RESIDUOS RADIATIVOS

Para los restantes productores de residuos radiactivos distintos a centrales nucleares (CIEMAT, ENUSA, hospitales, industrias, etc.), el sistema de financiación se basa en la contrapres-

tación económica de los servicios prestados mediante el pago de la tarifa correspondiente. La formación de dichos precios se realiza de acuerdo con los criterios establecidos en el Contrato-Tipo aprobado por el MINER.

En el caso de los pararrayos radiactivos, la Ley 13/1996 de 30 de diciembre de Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social, establece en su artículo 172 que los costes derivados de la retirada y gestión de los cabezales de aquellos pararrayos que no hayan sido satisfechos a ENRESA con cargo al presupuesto de gastos del MINER, así como aquellos gastos que se generen por este concepto con posterioridad a la entrada en vigor de dicha Ley, se financiarán con cargo a los rendimientos financieros integrados en el fondo para la 2ª parte del ciclo de combustible nuclear y gestión de residuos radiactivos producidos por el sector eléctrico.

Figura 6.4. Variación anual de las cuotas teórica y media con la tasa de descuento.

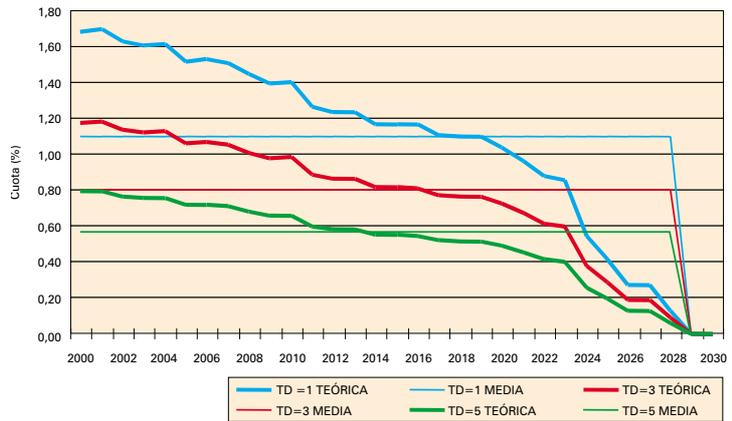
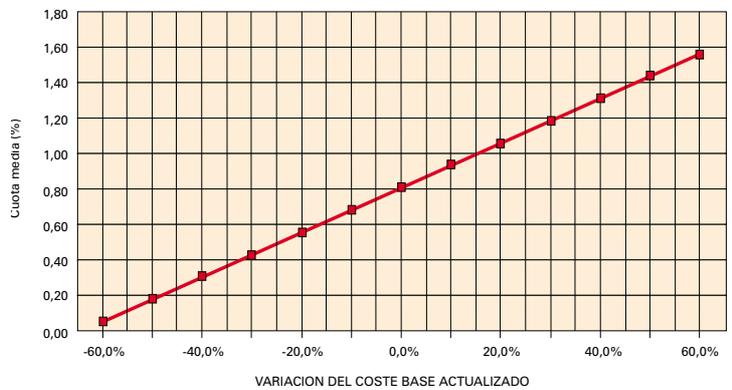


Figura 6.5. Variación de la cuota media en función de los costes.



# APÉNDICE I

## DISPOSICIONES LEGALES

Se presentan, por orden cronológico, como disposiciones legales más relevantes relacionadas con la gestión de los residuos radiactivos, las siguientes:

- ✓ ORDEN de 12 de mayo de 1983 por la que se dictan normas complementarias al Real Decreto 2967/1979 de 7 de diciembre sobre ordenación de actividades y ciclo del combustible nuclear.
- ✓ REAL DECRETO 1522/1984, de 4 de julio, por el que se autoriza la constitución de ENRESA.
- ✓ REAL DECRETO 1899/1984, de 1 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 2967/1979, de 7 de diciembre, sobre ordenación de

actividades en el ciclo del combustible nuclear.

- ✓ REAL DECRETO 404/1996, de 1 de marzo, por el que se desarrolla la Ley 40/1994 de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y se modifica el Real Decreto 1522/1984 por el que se autoriza la constitución de ENRESA.
- ✓ LEY 13/1996, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social, que establece (Art.172) la financiación de los costes de la gestión de los pararrayos radiactivos con cargo a los rendimientos financieros del Fondo de la 2ª parte del ciclo del combustible nuclear.
- ✓ LEY 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

- Disposición adicional cuarta, Artículo 2: Definición de residuo radiactivo y cobertura.

- Disposición adicional sexta sobre la consideración de las cantidades recaudadas a través de las tarifas eléctricas y de los rendimientos financieros generados por éstas como partidas deducibles en el Impuesto sobre Sociedades.

- ✓ ORDEN de 13 de julio de 1998, por la que se modifica la de 20 de diciembre de 1994, de desarrollo del Real Decreto 1522/1984, de 14 de julio, por el que se autoriza la constitución de ENRESA, relativa a la asignación de fondos con destino a los Ayuntamientos en cuyo término municipal se ubiquen centrales nucleares que almacenen el combustible gastado generado por ellas mismas en su propio emplazamiento, instalaciones centralizadas específicamente concebidas para el almacenamiento de combustible gastado o residuos radiactivos, centrales nucleares en fase de desmantelamiento y a aquellos otros municipios que queden definidos como consecuencia de la aplicación de esta Orden.
- ✓ LEY 14/99, de 4 de mayo, de Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el Consejo de Seguridad Nuclear.

*Orden 12 de mayo 1983 (M.º Industria y Energía). ENREGÍA NUCLEAR. Complementa R.D. 7-XII-1979 (R. 1980, 82), sobre ordenación de actividades en el ciclo del combustible.*

1.º Las Empresas eléctricas acogidas al Sistema Integrado de Facturación de Energía Eléctrica, entregarán a la Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica, OFICO, el importe de una cuota porcentual aplicada sobre la recaudación por venta de energía eléctrica, equivalente al importe que se haya repercutido en las tarifas eléctricas de los costes de los trabajos correspondientes a la segunda parte del ciclo del combustible nuclear -almacenamiento en seco, reprocesamiento y almacenamiento definitivo de residuos- que deban llevar a cabo la "Empresa Nacional del Uranio" (ENUSA) y la Junta de Energía Nuclear.

Las condiciones de aplicación y entrega de la nueva cuota serán iguales a las ya vigentes para la de participación de OFICO y para la establecida por el artículo 5.º del Real Decreto 69/1983 de 19 de enero (R.141), en sustitución de los recargos establecidos por el Real Decreto 2346/1976, de 8 de octubre (R. 1934 y 2021). OFICO contabilizará, separadamente, las cantidades correspondientes a la nueva cuota y las pondrá a disposición de la Junta de Energía Nuclear y de ENUSA, en la cuantía y forma que disponga la Dirección General de la Energía.

2.º La parte de los fondos procedentes de la nueva cuota que no tenga aplicación inmediata al pago de los trabajos correspondientes a la segunda parte del ciclo del combustible nuclear, por aplazamiento de los mismos, se pondrá a disposición de ENUSA para su inversión en una fracción del "stock" básico de uranio, que se definirá exactamente y se contabilizará por separado. El importe de la venta de este combustible nuclear, que se hará cuando

sea preciso, será aplicado al pago de los gastos correspondientes a la segunda parte del ciclo.

3.º Los gastos de financiación del "stock" básico que no sean compensados por OFICO, por insuficiencia de los fondos acumulados procedentes de los antiguos recargos, y los de la actual cuota destinados a este fin, se incorporarán al fin de cada semestre al valor del "stock" básico que quede sin cubrir por los fondos procedentes de la nueva cuota a que se refieren los apartados primero y segundo anteriores.

4.º La repercusión en el precio del combustible nuclear de las cantidades que ENUSA deba abonar por la rescisión o reducción de contratos de aprovisionamiento, como consecuencia de la demora y limitación del programa de construcción de centrales nucleares, será considerada como un coste de la primera parte del ciclo del combustible nuclear.

5.º El Comité de Seguimiento y Vigilancia de la Gestión del "Stock" Básico de Uranio, creado por la Orden de 29 de diciembre de 1980, tendrá encomendada la supervisión de la disposición de todos los fondos a que se refiere la presente Orden ministerial.

6.º La Dirección General de la Energía dictará las disposiciones que sean precisas para la ejecución y el desarrollo de lo dispuesto en la presente Orden ministerial, y para la ejecución de los acuerdos del Comité de Seguimiento y Vigilancia. Asimismo, fijará y revisará periódicamente la nueva cuota porcentual a que se refiere el apartado primero de la presente Orden Ministerial, para ajustarla mejor a la equivalencia expresada en el mismo.

7.º La presente Orden ministerial entrará en vigor al día siguiente a su publicación en el "Boletín Oficial del Estado" y la cuota creada por ella será de aplicación sobre la recaudación correspondiente a los consumos de energía eléctrica efectuados a partir del día de entrada en vigor del Real Decreto 69/1983, de 19 de enero.

*Real Decreto 4 julio 1984, núm. 1522/84 (M.º Industria y Energía). EMPRESA NACIONAL DE RESIDUOS RADIATIVOS S.A., Creación.*

Artículo 1.º 1. Se autoriza la constitución de la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A." (ENRESA), con el objetivo de llevar a cabo la gestión de los residuos radiactivos.

2. La constitución de la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A." se llevará a cabo dentro de un plazo no superior a noventa días, a partir de la entrada en vigor de la presente disposición.

Art. 2.º Serán cometidos de la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.:

a) Tratar y acondicionar los residuos radiactivos en los casos y circunstancias que se determinen.

b) Buscar emplazamientos, concebir, construir y operar los centros para el almacenamiento temporal y definitivo de los residuos de alta, baja y media radiactividad.

c) Gestionar las operaciones derivadas de la clausura de las instalaciones nucleares y radiactivas.

d) Establecer sistemas para la recogida, transferencia y transporte de los residuos radiactivos.

e) Actuar, en caso de emergencias nucleares, como apoyo a los servicios de protección civil, en la forma y circunstancias que se requieran.

f) Acondicionar de forma definitiva y segura los estériles originados en la minería y fabricación de concentrados, cuando se requiera.

g) Asegurar la gestión a largo plazo de toda instalación que sirva como almacenamiento de residuos.

h) Efectuar los estudios técnicos y económico-financieros necesarios que tengan en cuenta los costos diferidos derivados de la gestión de los residuos radiactivos, al objeto de establecer la política económica adecuada.

i) Cualquier otra actividad necesaria para el desempeño de su objeto social.

Art. 3.º El capital social de la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A." será aportado por la Junta de Energía Nuclear y el Instituto Nacional de Industria. La determinación del capital social se realizará una vez valoradas las aportaciones no dinerarias de la Junta de Energía Nuclear.

Art. 4.º Sin perjuicio del Programa de Actuación de Inversiones y Financiación que prescribe la Ley General Presupuestaria, la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A.", elaborará, dentro del primer semestre de cada año, una Memoria, que contendrá, al menos, los siguientes extremos:

- Actuaciones en el ejercicio anterior.

- Plan general de residuos radiactivos, que incluirá una revisión de todas las actuaciones necesarias y soluciones técnicas aplicables durante el horizonte temporal de actividad de los residuos radiactivos, comprendiendo el estudio económico-financiero actualizado del coste de dichas actuaciones.

Esta Memoria será elevada por el Ministro de Industria y Energía al Gobierno para su aprobación, en su caso, dándose posteriormente cuenta de la misma a las Cortes Generales.

Art. 5.º 1. Se establecerá una Delegación del Gobierno en ENRESA, a fin de llevar a cabo un control sobre las actuaciones y planes, tanto técnicos como económicos y financieros, de la gestión de residuos radiactivos.

2. La Delegación del Gobierno en ENRESA dependerá del Gobierno, a través del Ministro de Industria y Energía, de quien lo hará de un modo inmediato.

3. Todas las resoluciones del Gobierno o del Ministro de Industria y Energía, relativas a ENRESA, serán trasladadas a su Consejo de Administración por medio de la Delegación del Gobierno.

4. El Delegado del Gobierno en ENRESA será nombrado por Real Decreto, a propuesta del Ministro de Industria y Energía, y sus funciones específicas serán desarrolladas reglamentariamente.

Art. 6.º La "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.", mantendrá permanentemente inventario de las instalaciones de almacenamiento de residuos radiactivos, donde consten las vicisitudes de las instalaciones. Tal inventario se mantendrá aun cuando la instalación haya sido clausurada.

Art. 7.º La "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.", tendrá la consideración de explotador de las instalaciones necesarias para la gestión final de los residuos radiactivos a los efectos previstos en la vigente legislación, aplicable a las instalaciones nucleares y radiactivas.

Art. 8.º Por los Ministerios de Economía y Hacienda y de Industria y Energía se determinarán reglamentariamente los activos financieros en que podrá materializarse el exceso de ingresos que se produzcan como consecuencia del desfase temporal entre la generación de los recursos económicos de ENRESA y la aplicación de sus fondos, de forma que, garantizándose su seguridad, rentabilidad y disponibilidad, puedan dedicarse, en la forma que autorice la Dirección General de la Energía, a promover una política de conservación y desarrollo de energías renovables y nuevas fuentes de energía menos contaminantes.

Art. 9.º La Junta de Energía Nuclear propondrá al Ministerio de Industria y Energía las instalaciones que hayan de transferirse y el personal que pueda pasar a prestar servicios a la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A.", procedente de otras Entidades. En cuanto al régimen de su personal, se estará a lo que prescriba la legislación aplicable, según la materia.

Art. 10.º La "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.", recibirá asesoramiento y soporte tecnológico de la Junta de Energía Nuclear en materias que sean de su competencia. Estas actividades se institucionalizarán mediante la firma de los correspondientes acuerdos de colaboración y prestación de servicios.

#### Disposiciones transitorias.

1.º En tanto se constituye la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A.", la JEN, previa autorización de la Dirección General de la Energía, podrá disponer de fondos con cargo a la cuota a que se refiere la Orden de 12 de mayo de 1983 (R. 1018), por la que se dictan normas referentes a la segunda parte del combustible nuclear.

2.º Una vez constituida la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A.", las cantidades recaudadas por OFICO, al amparo de la Orden de 12 de mayo de 1983, destinadas a la financiación de la segunda parte del ciclo del combustible nuclear, se aplicarán a la financiación de ENRESA.

#### Disposición adicional.

Por los Ministerios de la Presidencia y de Industria y Energía se dictarán las disposiciones precisas para el desarrollo del presente Real Decreto.

#### Disposición final.

El presente Real Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

*Real Decreto 1 de agosto 1984, núm. 1899/84 (M.º Industria y Energía). ENERGÍA NUCLEAR. Modifica R. D. 7-XII-1979 (R. 1980, 82) de ordenación de actividades en el ciclo del combustible.*

Artículo 1.º 1. Las Empresas propietarias de reactores de producción de energía eléctrica, y en general las titulares de instalaciones nucleares y radiactivas que trabajen con sustancias radiactivas, quedan obligadas a contar con instalaciones especiales para almacenamiento, transporte y manipulación de residuos radiactivos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 38 de la Ley 25/1964, de 29 de abril (R. 988, 1406 y N. Dicc.10290), sobre Energía Nuclear.

2. Se entienden comprendidas en el apartado anterior las fases del ciclo del combustible nuclear recogidas en los apartados e) y f) del artículo 2.º del Real Decreto 2967/1979, de 7 de diciembre (R. 1980, 82), considerándose, a estos efectos, tratamiento del combustible irradiado el necesario para su almacenamiento definitivo como residuos radiactivos desde el momento de su descarga del núcleo del reactor.

Art. 2.º A los efectos del presente Real Decreto se considera que las Empresas titulares de instalaciones nucleares y radiactivas cuentan, asimismo, con las instalaciones a que se refiere el apartado 1 del artículo 1.º cuando mediante contratos o cualquier título válido en Derecho puedan utilizar instalaciones especiales de Empresas debidamente autorizadas para el almacenamiento, transporte y manipulación de residuos radiactivos, aunque las mismas sean propiedad o titularidad de terceros.

Art. 3.º Las condiciones en que las Entidades o Empresas titulares de instalaciones especiales prestarán los servicios que requiera la realización de las actividades de los apartados e) y f) del artículo 2.º del Real Decreto 2967/1979, de 7 de diciembre (citado), se ajustarán a las necesidades derivadas del interés público y de la garantía de prestación del servicio, y habrán de ser objeto de autorización administrativa, de acuerdo con las disposiciones aplicables.

Art 4.º Se autoriza a la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A." (ENRESA), a realizar las actividades a que se refieren el artículo 38 de la Ley 25/1964, de 29 de abril (citada), sobre Energía Nuclear, y el artículo 1.º de este Real Decreto.

Art. 5.º El Ministerio de Industria y Energía dictará los términos y condiciones en que la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A.", desarrollará su actividad, de acuerdo con criterios de publicidad y racionalidad. A tal fin, los contratos que "ENRESA" lleve a cabo con las Empresas titulares de instalaciones nucleares y radiactivas se realizarán en base a los siguientes principios:

a) El plazo del contrato se extenderá hasta el final de la vida de las instalaciones, incluyendo su desmantelamiento.

b) La contraprestación económica de los servicios realizados adoptará alguna de las siguientes modalidades:

1. Precio, que se expresará mediante un porcentaje sobre el valor de las producciones de contratos de uranio y de elementos combustibles.

Estos precios cubrirán todos los gastos de la gestión final de los residuos radiactivos generados como consecuencia de ambas actividades, incluyendo el desmantelamiento de las instalaciones.

Los precios se calcularán teniendo en cuenta la previsión de los gastos citados en el párrafo anterior, de acuerdo con las estimaciones del Plan General de Residuos, de forma que los ingresos a que dé lugar su aplicación, en un período de tiempo considerable, sean proporcionales a las producciones de concentrados y de elementos combustibles.

2. Precios que se expresarán mediante un porcentaje sobre la recaudación por venta de energía eléctrica.

Este precio deberá cubrir todos los gastos de la gestión final de los residuos radiactivos generados en la producción de energía nucleoelectrónica, incluyendo la gestión del combustible irradiado y los del desmantelamiento de las instalaciones productoras de energía. Asimismo incluirá los gastos a que den lugar las operaciones de clausura que deban realizarse como consecuencia de las producciones de concentrados de uranio efectuados hasta la entrada en vigor de esta disposición.

Este precio se calculará teniendo en cuenta la previsión de todos los gastos citados en el párrafo anterior, de acuerdo con las estimaciones del Plan General de Residuos, de forma que los ingresos a que dé lugar su aplicación en un período de tiempo determinado sean proporcionales a los Kw/h de origen nuclear producidos en dicho período.

La cuantía de los porcentajes que se citan en los apartados 1 y 2 de este artículo se revisará anualmente y será autorizada por el Gobierno al aprobar la Memoria de actividades que elaborará "ENRESA".

3. Facturación a los generadores de residuos radiactivos en la utilización de radisótopos en la medicina, industria, agricultura e investigación.

#### DISPOSICION DEROGATORIA

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo establecido en este Real Decreto y en particular:

- El artículo 1.º del Decreto 3322/1971, de 23 de diciembre (R. 1972, 66 y N. Dicc.10304), en lo relativo al tratamiento de los combustibles irradiados, así como el punto f) del artículo 3.º de la misma disposición.

- El artículo 3.º, regla segunda, y el artículo 10 del Real Decreto 2697/1979, de 7 de diciembre (R. 1980, 82).

#### DISPOSICION FINAL

Por el Ministerio de Industria y Energía se dictarán las disposiciones que sean necesarias para el desarrollo y ejecución del presente Real Decreto.

## MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

**6481** REAL DECRETO 404/1996, de 1 de marzo, por el que se desarrolla la Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional, y se modifica el Real Decreto 1522/1984, de 4 de julio, por el que se autoriza la constitución de la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, Sociedad Anónima". (ENRESA).

La disposición adicional séptima de la Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional, establece que las cantidades recaudadas a través de las tarifas eléctricas, así como los rendimientos financieros generados por éstas, destinadas a hacer frente a los costes de la gestión de los residuos radiactivos producidos por el sector eléctrico, se destinarán a dotar una provisión que tendrá la consideración de partida deducible del Impuesto de Sociedades y que dichas cantidades sólo podrán ser invertidas en gastos, trabajos, proyectos e inmovilizados derivados de actuaciones previstas en el Plan General de Residuos Radiactivos. Dado que la recaudación de los recursos económicos necesarios para la gestión de los residuos radiactivos se lleva a cabo durante la operación de las centrales nucleares que los generan, se produce un desfase temporal entre dicha recaudación y su aplicación, generándose unos fondos.

Asimismo, el artículo 8 del Real Decreto 1522/1984, de 4 de julio, por el que se autoriza la constitución de ENRESA, establece que se determinarán reglamentariamente los activos financieros en que podrán materializarse los fondos citados anteriormente, de forma que se garantice su seguridad, rentabilidad y disponibilidad. A ese objeto, en el presente Real Decreto se crea un Comité de Seguimiento y Control de las inversiones de gestión del fondo para la financiación de la gestión de los residuos radiactivos.

Por otro lado, se suprime la Delegación del Gobierno en ENRESA, prevista en el artículo 5 del citado Real Decreto, en el que se decía que se establecerá una Delegación del Gobierno a fin de llevar a cabo un control sobre las actuaciones y planes tanto técnicos como económicos y financieros de la gestión de los residuos radiactivos, dado que parte de sus funciones las asume el citado Comité, adscribiéndose al Ministerio de Industria y Energía las restantes funciones que le confería dicho artículo.

En su virtud, a propuesta conjunta de los Ministros de Economía y Hacienda y de Industria y Energía, previo informe de la Comisión del Sistema Eléctrico Nacional, con la aprobación del Ministerio para las Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 1 de marzo de 1996,

## DISPONGO:

Artículo 1. *Aprobación y contenido del Plan General de Residuos Radiactivos.*

1. Corresponde al Gobierno la aprobación del Plan General de Residuos Radiactivos.

2. El Plan General de Residuos Radiactivos comprenderá:

a) Las actuaciones necesarias y soluciones técnicas a desarrollar en el período de vigencia del Plan, encaminadas a la adecuada gestión de los residuos radiactivos.

b) El volumen de inversiones a realizar para las finalidades y objetivos de gestión de residuos radiactivos y desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas.

c) Las previsiones de costes, incluida la retribución de la actividad gestora del Plan, de acuerdo con lo establecido en este Real Decreto.

d) La definición y cuantificación, en su caso, de las aplicaciones a los fines del Plan, del fondo para la financiación, objeto del presente Real Decreto.

Artículo 2. *Constitución y aplicación del fondo.*

1. De conformidad con lo establecido en la disposición adicional séptima de la Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional, el fondo para la financiación de las actividades incluidas en el Plan General de Residuos Radiactivos estará constituido por las cantidades recaudadas a través de la tarifa eléctrica que recibe la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, Sociedad Anónima" (ENRESA), por los rendimientos financieros generados por aquéllas y por otras fuentes de financiación.

2. Los ingresos del fondo se destinarán a dotar una provisión especial en la contabilidad de la empresa, dotación que será deducible en el Impuesto sobre Sociedades, a tenor de la disposición adicional séptima de la Ley 40/1994.

3. El fondo se aplicará a los gastos, trabajos, proyectos e inmovilizaciones derivados de las actuaciones previstas en el Plan General de Residuos Radiactivos, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 3 de este Real Decreto.

Artículo 3. *Gestión del fondo.*

1. Las inversiones y aplicaciones del fondo serán determinadas por ENRESA. Las relacionadas de forma directa con la gestión se registrarán por lo establecido en el Plan General de Residuos Radiactivos. Las de carácter transitorio que no se refieran de manera directa a la gestión de residuos radiactivos, sino a la gestión financiera del fondo, se registrarán por los principios de seguridad, rentabilidad y liquidez y se podrán materializar en:

a) Valores mobiliarios de renta fija o variable con cotización en Bolsa en un mercado organizado reconocido oficialmente y de funcionamiento regular abierto al público o, al menos, a entidades financieras, Deuda del Estado, títulos del mercado hipotecario y otros activos e instrumentos financieros.

b) Instrumentos derivados para tipos de interés y tipos de cambio, como cobertura de riesgos contraídos en el activo, consecuencia de las colocaciones en títulos en divisas y en títulos a interés flotante o fijo, así como para operaciones de cobertura de tipos de interés y de cambio relacionadas con los flujos de ingresos que en el futuro generará ENRESA.

c) Créditos y préstamos que deberán formalizarse siempre en documento público o mediante póliza intervenida por federatario público.

d) Bienes inmuebles.

e) Valores extranjeros admitidos a cotización en Bolsas extranjeras o en mercados organizados.

2. La supervisión, control y calificación de las inversiones transitorias relativas a la gestión financiera del fondo corresponderá a un Comité de Seguimiento y Control. Este Comité queda adscrito al Ministerio de Industria y Energía a través de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales y, bajo la presidencia del Secretario general de la Energía y Recursos Minerales, estará constituido por el Interventor general de la Administración del Estado, el Director general del Tesoro y Política Financiera y el Director general de la Energía, actuando como Secretario el Subdirector general de Energía Nuclear.

3. El Comité de Seguimiento y Control tendrá las siguientes funciones:

a) Desarrollo de los criterios sobre la composición de los activos del fondo.

b) Realizar el seguimiento de las inversiones financieras, comprobando la aplicación de los principios establecidos en el apartado 1 de este artículo.

c) Formular informes con periodicidad semestral, comprensivos de la situación del fondo y de las inversiones correspondientes a la gestión financiera del mismo, así como de la calificación que merezca al Comité, exponiendo las observaciones que considere adecuadas. Dicho informe se entregará a los Ministros de Economía y Hacienda y de Industria y Energía.

4. Sin perjuicio de lo establecido en el presente Real Decreto, el funcionamiento del Comité se ajustará a lo previsto en el capítulo II del Título II de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

*Artículo 4. Control técnico y económico de la gestión de los residuos radiactivos.*

Corresponde al Ministerio de Industria y Energía el control sobre las actuaciones y planes, tanto técnicos como económicos, en relación con la gestión de los residuos radiactivos encomendados a ENRESA.

*Disposición adicional primera. Supresión de la Delegación del Gobierno.*

Queda suprimida la Delegación del Gobierno en ENRESA establecida en el Real Decreto 1522/1984, de 4 de julio.

*Disposición adicional segunda. Régimen impositivo de las inversiones del fondo.*

A los efectos de lo establecido en el artículo 52 de la Ley 18/1991, de 6 de junio, de Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas, cuando las inversiones de gestión del fondo se materialicen en activos financieros, se considerarán poseídos por ENRESA para dar cumplimiento a obligaciones legales y reglamentarias.

*Disposición adicional tercera. Ingresos y abonos en la cuenta bancaria.*

El porcentaje de la facturación por venta de energía eléctrica destinado a financiar la segunda parte del ciclo de combustible nuclear se establecerá anualmente en el Real

Decreto por el que se fije la tarifa eléctrica para cada año. Dicho porcentaje deberá ser ingresado por las empresas distribuidoras antes del día 10 del mes inmediato al siguiente al correspondiente a la facturación, en una cuenta que la Comisión del Sistema Eléctrico Nacional abrirá en régimen de depósito en una institución bancaria de reconocido prestigio. La Comisión del Sistema Eléctrico Nacional será titular de la cuenta en interés y representación de ENRESA y ordenará el abono a dicha compañía de las cantidades que le correspondan. Dicho abono se realizará en las mismas fechas en las que tengan lugar los ingresos mediante transferencia con valor de tales fechas.

*Disposición transitoria primera. Retribución de la actividad gestora del vigente Plan General de Residuos Radiactivos.*

Hasta tanto no se apruebe por el Gobierno el Plan General de Residuos Radiactivos con el contenido que establece el artículo 1 del presente Real Decreto, la retribución de la actividad gestora del vigente Plan consistirá en una remuneración del capital de la empresa que la realiza equivalente a la rentabilidad media de los activos financieros integrados en el fondo.

*Disposición transitoria segunda. Porcentaje de la facturación aplicable en 1996.*

Durante el año 1996, el porcentaje de la facturación por venta de energía eléctrica destinado a financiar la segunda parte del ciclo de combustible nuclear se regirá por lo establecido en el Real Decreto 2204/1995, de 28 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para dicho año.

*Disposición derogatoria única. Derogación normativa.*

Quedan derogados los artículos 5 y 8 del Real Decreto 1522/1984, de 4 de julio.

*Disposición final única. Entrada en vigor.*

El presente Real Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

Dado en Madrid a 1 de marzo de 1996.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de la Presidencia,  
ALFREDO PEREZ RUBALCABA

**29117** LEY 13/1996, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.

\* \* \* \* \*

Artículo 172.

Los costes derivados de la retirada y gestión de los cabezales de pararrayos radiactivos que no hayan sido satis-

fechos a la "Empresa Nacional de Residuos Radioactivos, Sociedad Anónima" (ENRESA) con cargo al presupuesto de gastos del Ministerio de Industria y Energía, así como aquellos gastos que se generen por este concepto con posterioridad a la entrada en vigor de la presente Ley, se financiarán con cargo a los rendimientos financieros integrados en el fondo a que se refiere la disposición adicional séptima de la Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.

\* \* \* \* \*

**25340** Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico

JUAN CARLOS I  
REY DE ESPAÑA

\* \* \* \* \*

Disposición adicional cuarta. *Modificación de los artículos 2 y 57 de la Ley de Energía Nuclear.*

1. El apartado 9 del artículo 2 de la Ley 25/1964, de 29 de abril, reguladora de la Energía Nuclear, queda redactado de la siguiente forma:

«Artículo 2. *Definiciones.*

9. "Residuo radiactivo" es cualquier material o producto de desecho, para el cual no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por el Ministerio de Industria y Energía, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear.»

2. El primer párrafo del artículo 57 de la Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear, queda redactado en la forma siguiente:

«En el caso de instalaciones nucleares, la cobertura exigible, de acuerdo con el artículo 55 de la presente Ley, será de 25.000 millones de pesetas. No obstante, el Ministerio de Industria y Energía podrá imponer otro límite, no inferior a 1.000 millones de pesetas, cuando se trate de transportes de sustancias nucleares o de cualquier otra actividad, cuyo riesgo, a juicio del Consejo de Seguridad

Nuclear, no requiera una cobertura superior. Estas cifras serán elevadas por el Gobierno, a propuesta del Ministerio de Industria y Energía, cuando los compromisos internacionales aceptados por el Estado español lo hagan necesario o cuando el transcurso del tiempo o la variación del índice de precios al consumo lo impongan para mantener el mismo nivel de cobertura.»

\* \* \* \* \*

Disposición adicional sexta. *Fondo para la financiación del segundo ciclo del combustible nuclear.*

Las cantidades ingresadas por tarifa, peajes o precios, así como los rendimientos financieros generados por éstas, destinadas a hacer frente a los costes de los trabajos correspondientes a la segunda parte del ciclo del combustible nuclear y gestión de residuos radiactivos producidos por el sector eléctrico, se destinarán a dotar una provisión, teniendo dicha dotación la consideración de partida deducible en el Impuesto sobre Sociedades.

Igual tratamiento resultará aplicable a otras formas de financiación de los costes de gestión de los residuos radiactivos.

Las cantidades recogidas en la provisión sólo podrán ser invertidas en gastos, trabajos, proyectos e inmovilizaciones derivados de actuaciones previstas en el Plan general de residuos radiactivos aprobado por el Gobierno.

Las cantidades destinadas a dotar la provisión a que se refiere la presente disposición tendrán la consideración de coste de diversificación y seguridad de abastecimiento a los efectos de lo previsto en el artículo 16.6 de la presente Ley.

**17168** ORDEN de 13 de julio de 1998 por la que se modifica la de 20 de diciembre de 1994, de desarrollo del Real Decreto 1522/1984, de 14 de julio, por el que se autoriza la constitución de la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, Sociedad Anónima (ENRESA)"

Por Orden de 20 de diciembre de 1994 se autorizó a ENRESA a la asignación de fondos con destino a los Ayuntamientos en cuyo término municipal se ubicasen instalaciones específicamente concebidas para el almacenamiento de residuos radiactivos, o centrales nucleares que almacenasen el combustible gastado generado por ellas mismas en sus propias instalaciones, y a aquellos otros municipios que quedaban definidos como afectados en la misma.

Dicha Orden sustituyó, a su vez, a las Órdenes de 30 de diciembre de 1988 y de 1 de diciembre de 1989, en cumplimiento de la Sentencia de la Sala de lo Contencioso-Administrativo de la Audiencia Nacional, de fecha 6 de julio de 1993, sobre un recurso interpuesto contra la Orden de 1 de diciembre de 1989 por una serie de Ayuntamientos. En dicha Sentencia se declaró no ser ajustada a derecho dicha Orden y se anuló en lo que se refería al criterio de núcleo principal de población como determinante del derecho a percibir los fondos previstos, ordenándose a la Administración demandada a adoptar un criterio conforme al ordenamiento jurídico.

Teniendo en cuenta la conveniencia de garantizar la percepción de unos ingresos mínimos para aquellos municipios que, bien por encontrarse más próximos a instalaciones nucleares, o bien por tener su población más cercana a éstas, deben soportar en mayor medida su existencia y la infraestructura correspondiente, así como la necesidad de contemplar nuevas situaciones, tales como el desmantelamiento de centrales nucleares, se procede a la elaboración de la presente Orden.

Por otra parte, cabe indicar que las asignaciones derivadas de la aplicación de la presente Orden deben entenderse sin perjuicio de las cantidades que puedan corresponder a los municipios como consecuencia de sus acuerdos internos.

En su virtud, este Ministerio ha tenido a bien disponer lo siguiente:

Primero.- Se autoriza a ENRESA a la asignación de fondos con destino a los Ayuntamientos en cuyo término municipal se ubiquen centrales nucleares que almacenen el combustible gastado generado por ellas mismas en su propio emplazamiento, instalaciones centralizadas específicamente concebidas para el almacenamiento de combustible gastado o residuos radiactivos, centrales nucleares en fase de desmantelamiento y a aquellos otros municipios que queden definidos como consecuencia de la aplicación de la presente Orden.

Segundo.- Dentro de las instalaciones consideradas a efectos del punto primero se establecen las siguientes categorías:

1. Centrales nucleares que almacenen el combustible gastado generado por ellas mismas en su propio emplazamiento, bien en la piscina, o en seco mediante el uso de contenedores.

2. Almacenes temporales centralizados, entendiendo como tales aquellas instalaciones que almacenen el combustible gastado de varias centrales nucleares y permitan, asimismo, el almacenamiento de residuos radiactivos de alta actividad o vida larga.

3. Centrales nucleares que no almacenen el combustible gastado generado por ellas mismas en su propio emplazamiento y se encuentren en fase de desmantelamiento.

4. Almacenes centralizados de residuos de media y baja actividad.

Tercero.- Municipios con derecho a la asignación establecida en el punto primero, según la categoría de las instalaciones.

Categorías 1 y 2

1. Los que tienen su territorio, o parte del mismo, incluido en el área definida por un círculo de radio 10 kilómetros con centro en la instalación.

2. Los no considerados en el apartado anterior, siempre que tengan algún núcleo de población, sea o no principal, cuya distancia al centro de la instalación no supere los 20 kilómetros.

Categorías 3 y 4:

1. Los que tienen su territorio, o parte del mismo, incluido en el área definida por un círculo de radio de 8 kilómetros con centro en la instalación.

2. Los no considerados en el apartado anterior, siempre que tengan algún núcleo de población, sea principal o no, cuya distancia al centro de la instalación no supere los 16 kilómetros.

A los efectos anteriores se considera núcleo de población el definido en el Nomenclátor de las ciudades, villas, lugares, aldeas y demás entidades de población con especificación de sus núcleos, del Instituto Nacional de Estadística.

Cuatro.- El fondo correspondiente a cada instalación se repartirá entre los municipios con derecho a asignación, según los criterios de distribución y cuantías que se indican a continuación.

a) Distribución del fondo

1. Al municipio en cuyo término radique la instalación se asignará el siguiente porcentaje del fondo: El 5 por 100 para instalaciones de categoría 1, el 10 por 100 para las de categoría 2 y 4 y el 25 por 100 para las de categoría 3.

2. El resto del fondo se distribuirá entre todos los municipios con derecho a la asignación, incluido aquel en que radica la instalación, proporcionalmente al coeficiente:

$$C_i = 0,6 \times S_i + 0,4 \times (h / d^2)_i$$

donde:

$S_i$  = Porcentaje de superficie ocupada por el municipio  $i$  en el círculo definido en el apartado 1, para cada categoría, del punto tercero.

Y,

$$(h / d^2)_i = \frac{H_i D_i^2}{(H_i / D_i^2)}$$

siendo:

$H_i$  =  $H_j$  = Número de habitantes del municipio  $i$  pertenecientes a aquellos núcleos de población  $j$  cuya distancia al centro de la instalación no supere los 20 ó 16 kilómetros, según se trate de las categorías 1 y 2 ó categorías 3 y 4, respectivamente, del punto tercero.

$H_j$  = Número total de habitantes del núcleo de población  $j$ . A estos efectos, el número de habitantes de un núcleo de población incluirá los del diseminado asociado al mismo en el Nomenclátor. Cuando el diseminado esté asociado en el Nomenclátor a varios núcleos de población, el número de habitantes de dicho diseminado se distribuirá entre los mismos proporcionalmente a los habitantes de cada uno.

$$D_i = \frac{H_i D_i}{H_j} = \text{Distancia media ponderada de dichos núcleos de población, del municipio } i, \text{ a la instalación.}$$

siendo  $D_j$  = Distancia del núcleo de población  $j$  al centro de la instalación.

3. Ningún municipio recibirá más del 20, 40 ó 50 por 100 del fondo, según que la instalación sea de categoría 1, categoría 2 ó categorías 3 y 4, respectivamente.

b) Importe del fondo devengado cada año, según la categoría de la instalación.

Categoría 1:

Término fijo,  $T_f = 284.848.018$  pesetas.

Término variable,  $T_v = 3.524.000$  pesetas por tonelada métrica de metal pesado en que se incremente ese año el almacenamiento de combustible gastado.

Categoría 2:

Término fijo,  $T_f = 284.848.018$  pesetas.

Término variable,  $T_{v,1} = 3.524.000$  pesetas por tonelada métrica de metal pesado en que se incremente ese año el almacenamiento de combustible gastado, y  $T_{v,2} = 500.000$  pesetas por metro cúbico de residuos radiactivos en que se incremente ese año el volumen de residuos almacenados.

Categoría 3:

Término fijo,  $T_f = 80.000.000$  pesetas

Categoría 4:

Término fijo,  $T_f = 102.545.286$  pesetas

Término variable,  $T_v = 111.589$  pesetas por metro cúbico de residuos radiactivos que se introduzcan ese año en la instalación.

c) Importe mínimo garantizado: Para las instalaciones de categorías 1 y 2, mientras exista combustible gastado en el emplazamiento, se garantizará la percepción de un importe mínimo de 10.000 pesetas por habitante y año para los municipios correspondientes al apartado 1 del punto tercero, relativo a dichas categorías, y de un importe mínimo de 5.000 pesetas por habitante y año para aquellos municipios en que, no cumpliendo con el requisito anterior, la distancia media ponderada de todos sus núcleos de población al centro de la instalación sea menor de 15 kilómetros. La cantidad destinada a garantizar estos mínimos no podrá ser superior a 35.000.000 de pesetas anuales por municipio, respetando los límites establecidos en el apartado a).3 de este punto cuarto.

Quinto.- La asignación de fondos comenzará:

1. Para las instalaciones de categorías 1, 2 y 4, a partir de la concesión de la autorización de explotación.

2. Para las instalaciones de categoría 3, a partir de la concesión de la autorización de desmantelamiento.

Sexto.- 1. Instalaciones de categoría 1:

En caso de traslado de combustible gastado fuera del emplazamiento, el peso correspondiente al metal pesado del combustible evacuado contabilizará como negativo a efectos del cálculo del término variable, para cada año.

Una vez se declare el cese de la explotación de la instalación, en el caso de que se haya evacuado el combustible gastado fuera del emplazamiento, a partir de ese momento, la instalación tendrá tratamiento análogo a la de categoría 3 a todos los efectos, hasta el desmantelamiento final de la instalación.

Mientras se mantenga combustible gastado en el emplazamiento, incluso tras el desmantelamiento de la cen-

tral, se mantendrá el término fijo del fondo correspondiente a las instalaciones de categoría 1.

2. Instalaciones de categoría 2:

En caso de traslado de combustible gastado o de residuos fuera del emplazamiento, el peso correspondiente al metal pesado del combustible o el volumen de residuos evacuado, contabilizará como negativo a efectos del cálculo del término variable, para cada año.

Una vez se declare el cese de la explotación de la instalación, en el caso de que se haya evacuado el combustible gastado y los residuos fuera del emplazamiento, a partir de ese momento, la instalación tendrá un tratamiento análogo a la de categoría 3 a todos los efectos, hasta el desmantelamiento final de la instalación.

Séptimo.- La asignación de fondos cesará:

1. Para las instalaciones de categoría 1, una vez que se haya procedido al desmantelamiento final de la instalación y trasladado todo el combustible fuera del emplazamiento. Para las restantes instalaciones, una vez se haya alcanzado el desmantelamiento final de la instalación.

2. Por la interrupción de la actividad para la cual fue concebida la instalación por tiempo superior a un año, y siempre que sea debido a causas diferentes a:

a) Las previstas en el artículo 2.2.d) de la Ley 15/1980, de fecha 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear.

b) La voluntad de la empresa explotadora de la instalación.

Octavo.- Anualmente la Dirección General de la Energía fijará, mediante Resolución, las asignaciones a distribuir para cada instalación en función de los criterios establecidos en la presente Orden, y revisará las cantidades establecidas en los apartados b) y c) del punto cuarto, en función de la variación que experimente durante el año anterior el IPC, que haga público el Instituto Nacional de Estadística, menos un punto, siempre que dicho IPC sea mayor o igual que 1. En caso contrario se mantendrán los valores correspondientes al año anterior.

Noveno.- Dado que la asignación para cada año consta del término fijo del fondo correspondiente a ese año y del término variable correspondiente al año anterior, los importes a que se refiere el punto cuarto, se aplicarán al cálculo del término variable para 1997, y del fijo para 1998.

Décimo.- La Dirección General de la Energía, de acuerdo con los criterios establecidos en la presente Orden, dictará las normas necesarias de ejecución de desarrollo de lo dispuesto en la misma.

Undécimo.- Queda derogada la Orden 20 de diciembre de 1994, que sustituye a las Órdenes de 30 de diciembre de 1988 y 1 de diciembre e 1989, de desarrollo del Real Decreto 1522/1984, de 14 de julio, por el que se autoriza la constitución de la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, Sociedad Anónima" (ENRESA).

Duodécimo.- La presente disposición entrará en vigor el día de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

Madrid, 13 de julio de 1998

PIQUÉ I CAMPS

Excmo. Sr. Secretario de Energía y Recursos Minerales.

**10035** *Ley 14/1999, de 4 de mayo, de Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el Consejo de Seguridad Nuclear.*

JUAN CARLOS I  
REY DE ESPAÑA

Disposición adicional segunda.

La gestión de los residuos radiactivos generados en los

supuestos excepcionales previstos en el artículo 2 de la Ley 15/1980, de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, por la entidad autorizada para ello, podrá ser efectuada con cargo a los rendimientos financieros integrados en el fondo a que se refiere la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, cuando el coste de esta gestión no pueda repercutirse de conformidad con la normativa vigente y así lo determine el Ministerio de Industria y Energía.

# APÉNDICE II

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

Se presenta a continuación un glosario de los términos más frecuentemente utilizados en el presente documento que tienen una aceptación especializada en la esfera de la gestión de los residuos radiactivos.

Dado que el objetivo fundamental de este glosario es contribuir a mejorar la comprensión del texto, se ha considerado necesario conceder especial importancia a los criterios de claridad y utilidad general más que intentar presentar definiciones excesivamente técnicas y que pudieran escapar al ámbito único y exclusivo del documento específico a que se refieren.

Se incluye, conjuntamente, una lista de las abreviaturas más comúnmente utilizadas y su significado, todo ello por orden alfabético.

**Acondicionamiento e inmovilización:** Tratamiento especial para preparar un residuo radiactivo, introducirlo en contenedores y estabilizarlo para su almacenamiento y/o evacuación.

**AEN:** Agencia de la Energía Nuclear de la OCDE.

**AENOR:** Asociación Española de Normalización.

**AGP:** Almacenamiento Geológico Profundo para el combustible gastado y los residuos de alta actividad.

**AGR:** "Advanced gas-cooled reactor". Reactores avanzados refrigerados por gas.

**ALARA:** "As Low As Reasonable Achievable". Principio básico de protección radiológica en el que se fundamenta la recomendación de que todas las exposiciones se mantengan tan bajas como sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores sociales y económicos.

**Almacenamiento:** Última fase de la gestión consistente, en general, en la colocación de los residuos radiactivos en una instalación que proporciona adecuada protección ambiental, térmica, química y física, con inclusión de disposiciones para la vigilancia. En función del período puede ser a corto o a largo plazo.

**Almacenamiento geológico:** Almacenamiento de combustible gastado y otros residuos radiactivos en una formación geológica que se considera posee la estabilidad y las propiedades requeridas para satisfacer los criterios de almacenamiento.

**Almacenamiento intermedio del combustible gastado:** Almacenamiento en el que se establece el aislamiento, la vigilancia radiológica, la protección ambiental y el control humano, previéndose medidas ulteriores de tratamiento, transporte y evacuación (o en su caso reproceso). Puede ser en seco (contenedores con gas, etc.), en húmedo (bajo agua en piscinas), en el reactor (dentro del perímetro del emplazamiento de una central nuclear) y fuera del reactor (centralizado).

**Almacenamiento subterráneo:** Almacenamiento en una instalación tecnológica bajo la superficie de la tierra.

**Almacenamiento superficial:** Almacenamiento en una instalación tecnológica en la superficie de la tierra.

**ANDRA:** Agencia Nacional para los Residuos Radiactivos, encargada de su gestión en Francia.

**Barreras:** Característica natural o artificial que se interpone entre los residuos y el hombre para impedir o retardar la llegada de los radionucleidos al medio ambiente, hasta que hayan perdido su actividad. Comúnmente se habla de barrera química - física (inmovilizado del residuo y confinamiento en contenedores), barrera de ingeniería (instalación donde se colocan los residuos) y barrera geológica (el medio de la corteza terrestre).

en el que se sitúan los residuos).

**Bastidor de almacenamiento de combustible:** Estructura de almacenamiento que mantiene los conjuntos combustibles irradiados en una determinada configuración para facilitar la eliminación del calor y la manipulación del combustible y evitar la criticidad y los daños ocasionados por los sismos.

**BNFL:** "British Nuclear Fuel, Ltd.". Sociedad británica cuyo objeto es llevar a cabo las actividades del Ciclo del Combustible (1ª Parte del Ciclo y Reprocesamiento).

**Bulto de residuos:** La forma de residuo y cualquier contenedor o contenedores preparados para su manipulación, transporte, almacenamiento y evacuación. Conjunto de residuo acondicionado más su embalaje correspondiente.

**BWR:** "Boiling water reactor". Reactores de agua ligera en ebullición.

**CABRIL:** Nombre con el que se conoce a la Instalación de Sierra Albarrana (Córdoba), autorizada para el almacenamiento de residuos sólidos de baja y media actividad debidamente acondicionados, así como al Proyecto de aumento de capacidad de almacenamiento en dicho emplazamiento.

**Caliente:** En el mundo nuclear se usa este término, normalmente, para identificar o definir zonas y recintos en los que se trabaja con materiales altamente radiactivos. En general se asocia con niveles altos de radiación.

**Cambio de bastidores:** Del inglés "reracking". Operación consistente en incrementar la capacidad de las

piscinas de los reactores disminuyendo la distancia entre elementos combustibles mediante la instalación de nuevos bastidores contruidos con materiales cuya capacidad de absorción neutrónica es superior a los existentes (densificación).

**CCN:** Ciclo del Combustible Nuclear

**CEA:** Comisariado de la Energía Atómica (Francia).

**Celda caliente:** Instalación para manipular, procesar y/o investigar materiales irradiados que proporciona contención, blindaje radiológico y manipulación a distancia, y tiene ventanas de observación.

**CG:** Combustible Gastado.

**Ciclo del combustible nuclear:** Procesos relacionados con la producción de energía nuclear que comprenden en su primera parte la obtención y utilización de los materiales nucleares utilizados en la explotación de reactores nucleares y, en su segunda parte, el almacenamiento, reproceso y evacuación de los mismos.

**CIEMAT:** Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, antiguamente denominado JEN (Junta de Energía Nuclear).

**C.N.:** Central Nuclear.

**COGEMA:** "Compagnie Generale des Matières Nucleaires", sociedad perteneciente al Comisariado francés de Energía Atómica (CEA) dedicada a la fabricación y comercialización de combustible nuclear.

**Contenedor:** Recipiente diseñado para contener combustible irradiado o material radiactivo con el fin de

facilitar su desplazamiento y/o almacenamiento.

**CSEN:** Comisión del Sistema Eléctrico Nacional. Desde el año 1997 es la encargada de la recaudación del porcentaje de la facturación por venta de energía eléctrica, destinado a la financiación de la 2ª parte del ciclo del combustible nuclear y su posterior transferencia a ENRESA. (Hasta dicha fecha esta función fue ejercida por OFICO).

**CSIC:** Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

**CSN:** Consejo de Seguridad Nuclear. Creado por Ley 22 de abril 1.980, como Ente de Derecho Público, independiente de la Administración Central del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propio e independiente de los del Estado y como único competente en España en materia de seguridad nuclear y protección radiológica.

**CUE:** Comisión de la Unión Europea.

**Cuota:** Porcentaje que se fija sobre la recaudación por venta de energía eléctrica de todo el sector eléctrico, destinado a la financiación de la segunda parte del ciclo del combustible nuclear.

**DGE:** Dirección General de la Energía, del Ministerio de Industria y Energía.

**DOE:** Departamento de Energía (USA).

**DPT:** Denominación del contenedor metálico para el almacenamiento del combustible gastado específico para C.N. Trillo basado en el diseño del STC.

**ECU:** "European Currency Unit". Antigua unidad de cambio europea. Actualmente euro.

**EE.UU.:** Estados Unidos de Norte América.

**ENRESA:** Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A., constituida según Real Decreto 1522/1984 de 4 de julio, con el objetivo de llevar a cabo la gestión de los residuos radiactivos en España y participa en un 80% por el CIEMAT y en un 20% por SEPI.

**ENUSA:** Empresa Nacional del Uranio, S.A., responsable de garantizar el abastecimiento de combustible a las centrales nucleares en España, y único explotador de minas de uranio españolas, así como de la Fábrica de Combustible de Juzbado (Salamanca).

**EPA:** "Environmental Protection Agency". Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.

**Estériles:** Rechazos de la minería y fabricación de concentrados de uranio que requieren una gestión especial ya que si bien su radiactividad específica es muy baja y de origen natural, se trata de grandes volúmenes.

**EURATOM:** Tratado de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (CEE).

**Evacuación:** Colocación de los residuos radiactivos en instalaciones que proporcionan protección ambiental adecuada, sin intención de recuperarlos.

**Factor de carga:** Es la relación entre la energía eléctrica bruta producida en el período considerado y la que hubiera podido ser producida a la potencia reconocida.

**FEBEX:** "Full-Scale Engineered Barriers Experiment in Crystalline Host Rock". Denominación de un experimento sobre el comporta-

miento y viabilidad del sistema de barreras de ingeniería para el almacenamiento de residuos de alta actividad en formaciones graníticas, a realizar en el laboratorio subterráneo de Grimsel (Suiza), en base al acuerdo específico firmado entre ENRESA y su homóloga suiza NAGRA.

**Fondo:** En términos económico-financieros del PGR, se refiere al excedente monetario existente como consecuencia del desfase temporal entre los ingresos de ENRESA y los costes futuros a financiar. (Al final del período de gestión el fondo debe ser nulo).

**FUA:** Fábrica de Uranio de Andújar. Antigua instalación, en explotación comercial entre los años 1959-1981, diseñada para beneficiar mineral de baja ley y obtener un concentrado de uranio de elevada riqueza. Actualmente en fase de vigilancia y mantenimiento, una vez finalizado su desmantelamiento y restauración del emplazamiento.

**Gestión de Residuos Radiactivos:** Conjunto de actividades técnicas y administrativas necesarias para la manipulación, tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y evacuación de residuos radiactivos, cuyo 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.

**GWe:** Giga-watios eléctricos. Unidad de potencia =  $10^6$  vatios.

**HIFRENSA:** Compañía Hispano-Francesa de Energía

Nuclear, S.A., propietaria de la C.N. Vandellós I.

**ICRP:** Comisión Internacional de Protección Radiológica. Cuerpo de expertos independientes no gubernamental que establece periódicamente recomendaciones, o principios fundamentales, sobre la forma segura de trabajo con radiaciones.

**I+D:** Investigación y Desarrollo.

**II.RR.:** Instalaciones Radiactivas.

**IPC:** Índice de Precios al Consumo.

**ITGE:** Instituto Tecnológico Geominero de España, antes denominado IGME (Instituto Geológico y Minero de España).

**ITU:** "Institute for Transuranium Elements". Instituto alemán perteneciente a la UE para la investigación de elementos transuránicos.

**JEN:** Antigua Junta de Energía Nuclear. Actualmente CIEMAT.

**JRC:** Joint Research Centre. Centro de Investigación Comunitario en Karlsruhe (Alemania).

**LOSEN:** Ley 40/1994 de 30 de diciembre de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional, derogada por la Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.

**LWR:** "Light Water Reactor". Reactores de agua ligera.

**m<sup>3</sup>:** metros cúbicos. Unidad de volumen = 1.000 litros.

**MIMA:** Ministerio de Medio Ambiente.

**MINER:** Ministerio de Industria y Energía.

**MPTXX:** Millones de pesetas constantes del año XX.

**MRS:** "Monitored Retrievable Storage". Proyecto de EE.UU. para el almacenamiento

temporal centralizado del combustible gastado.

**NAC:** "Nuclear Assurance Corporation". Compañía americana de ingeniería, diseñadora de los contenedores para combustible gastado.

**Nivel 1:** Define el período inmediatamente posterior a la parada final de una central nuclear y cubre el proceso de dejar la planta en condiciones seguras, retirar el combustible gastado, los residuos de operación y aquellos edificios auxiliares que no se necesitan en adelante.

**Nivel 2:** Tiene el objeto de dismantelar los edificios y plantas exteriores al blindaje biológico de una central nuclear. Los residuos radiactivos resultantes se almacenan fuera del emplazamiento y el reactor se sella hasta que comience la etapa 3.

**Nivel 3:** Comprende la retirada del reactor de una central nuclear con su blindaje biológico y la rehabilitación final del emplazamiento, dejándolo en condiciones seguras para un futuro uso.

**OCDE:** Organización de Cooperación y Desarrollo Económico.

**OIEA:** Organismo Internacional de la Energía Atómica. Es una agencia intergubernamental de las Naciones Unidas.

**PEP:** Permiso de Explotación Provisional.

**PGRR:** Plan General de Residuos Radiactivos.

**PP:** Pequeños productores de residuos radiactivos. Aplicaciones de los radisótopos a la medicina, agricultura, industria, etc.

**PSAC:** "Probabilistic Safety Analysis Codes Users Group".

Grupo de la AEN/OCDE de usuarios de códigos de análisis probabilísticos de seguridad.

**Pu:** Plutonio.

**PWR:** "Pressurized Water Reactor". Reactores de agua ligera a presión.

**RAA:** Residuos de Alta Actividad.

**RADWASS:** "Radioactive Waste Safety Standards". Programa normativo a través del cual el OIEA contribuye al establecimiento y promoción, de forma coherente y comprensiva, de la filosofía de seguridad básica para la gestión de los residuos radiactivos y los pasos necesarios para asegurar su cumplimentación.

**RBMA:** Residuos de Baja y Media Actividad.

**Residuo Radiactivo:** Cualquier material o producto de desecho, para el cual no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por el Ministerio de Industria y Energía, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear.

**Residuos de alta actividad:** Los que tienen una elevada actividad específica en emisores de vida corta, contienen radionucleidos emisores alfa de vida larga en concentraciones apreciables y son grandes productores de calor.

**Residuos de baja y media actividad:** Los que tienen una actividad específica baja, radionucleidos emisores beta-gamma con períodos de semidesintegración inferiores a 30 años y contenido limitado en emisores alfa de vida larga (períodos

de semidesintegración de varios miles de años).

**Repositorio:** Instalación o emplazamiento destinado al almacenamiento o evacuación de residuos radiactivos.

**Reproceso:** Del Inglés "reprocessing". Se refiere a la reelaboración del combustible o recuperación del material fisionable y fértil del combustible irradiado, mediante separación química de los productos de fisión y de otros radionucleidos (pe. productos de activación, actínidos).

**Reracking:** (Ver cambio de bastidores)

**SKB:** "Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co.", compañía sueca para la gestión del combustible y residuos nucleares.

**ST:** Separación y Transmutación.

**STC:** Denominación del contenedor metálico para almacenamiento y transporte de combustible gastado para su licenciamiento en USA y España con destino a las CC.NN. de Almaraz, Ascó, y Vandellós II.

**Sv:** "Sievert". Unidad usada para medir la "dosis" o efecto de las radiaciones en la materia, que equivale a un depósito de energía en el organismo de 1 Julio por cada kilogramo de masa. Para medir la "tasa de dosis" se usa el Sievert/h o los submúltiplos correspondientes.

**Tasa de Descuento:** Tipo de interés real o diferencia entre el tipo de interés nominal y la tasa de inflación. Aún cuando estos dos últimos parámetros pueden variar en el corto plazo su diferencial tiende a ser estable en el largo plazo. La tasa de descuento se utiliza para hacer comparables flujos de costes o ingresos,

expresados en moneda constante, mediante el cálculo de valores actualizados. Por ejemplo si hay que realizar un pago de 100 pesetas dentro de diez años, considerando una tasa de descuento del 3%, en el momento presente habría que disponer de 74,4 pesetas que sería el denominado valor actualizado ( $100/1,03^{10}$ ). Es decir,

con un capital inicial de 74,4 pesetas y los rendimientos financieros acumulados durante diez años, el capital final será 100 pesetas.

**TD:** Tasa de Descuento.

**tU:** Toneladas de Uranio.

**U:** Uranio.

**UE:** Unión Europea

**UK:** Reino Unido.

**UNESA:** Unidad Eléctrica S.A.

**USA:** "United States of América". Estados Unidos de Norteamérica.

**Vitrificados:** Producto final resultante de la inmovilización en vidrios de los residuos líquidos de alta actividad, procedentes del re-proceso del combustible gastado, una vez separados el U y el Pu.



Ministerio de Industria  
y Energía



Miner