



Gestión de los residuos radiactivos y desmantelamiento

España es Parte contratante de la *Convención Conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de residuos radiactivos* (OIEA 5 de septiembre de 1997), y que fue firmada por España el 30 de junio de 1998 y ratificada con fecha 30 de abril de 1999.

La Convención se aplica al combustible gastado, a los residuos radiactivos derivados de la operación y el desmantelamiento de los reactores nucleares y a los efluentes radiactivos líquidos o gaseosos liberados al medio ambiente de forma planificada y controlada, procedentes de instalaciones nucleares. Además de esto y al margen del interés que nos ocupa, la Convención aborda el caso del combustible y los residuos radiactivos procedentes de los programas militares de defensa.

Los propósitos de la citada Convención son:

- Lograr y mantener en todo el mundo un alto grado de seguridad en la gestión del combustible gastado y de los residuos radiactivos
- Asegurar que en todas las etapas de la gestión del combustible gastado y de los residuos radiactivos haya medidas eficaces contra los riesgos radiológicos potenciales
- Prevenir los accidentes con consecuencias radiológicas, así como mitigar sus consecuencias, en caso de que se produjesen durante cualquier etapa de esa gestión

Las obligaciones de las partes contratantes se basan sustancialmente en los principios fundamentales sobre gestión de residuos radiactivos establecidos por el OIEA ("*IAEA Safety Fundamentals: the Principles of Radioactive Waste Management*", de 1995). Estos Principios incluyen la obligación de establecer y mantener un marco legislativo y reglamentario que regule la seguridad del combustible gastado y los residuos radiactivos, así como la obligación de garantizar que las personas, la sociedad y el medio ambiente estén adecuadamente protegidos contra los riesgos radiológicos u otros riesgos, garantizando la seguridad de las instalaciones a lo largo de toda su vida; otras cuestiones que ese marco debe abordar son el movimiento transfronterizo de combustible y la gestión segura de las fuentes radiactivas en desuso.

Endesa está firmemente comprometida con la seguridad de todas las etapas de la gestión de los residuos radiactivos y del combustible gastado que se llevan a cabo en cada emplazamiento. En ese sentido, fomenta la aplicación de medidas eficaces para proteger a los trabajadores, al público y al medio ambiente de cualquier riesgo o efecto perjudicial derivado de las radiaciones ionizantes, teniendo en cuenta tanto a las generaciones presentes como a las futuras.

Endesa fomenta, así mismo, un control adecuado de la generación y las corrientes de residuos radiactivos, abordando los siguientes objetivos:

- Minimizar la cantidad de residuos generados
- Reclasificación de materiales residuales
- Garantizar la interdependencia entre las diferentes etapas de su generación y gestión

Todo ello debe hacerse de tal manera que los principios de seguridad y protección radiológica se cumplan en el paso a las siguientes etapas de la gestión y el impacto ambiental se mantenga en el nivel más bajo posible.

- **Marco legal:**

La siguientes normas nacionales e internacionales establecen el marco para la gestión de los residuos radiactivos en las centrales nucleares españolas:

- ✓ Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre energía nuclear, donde se establecen las bases del desarrollo nuclear en España.
- ✓ 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).
- ✓ Convención sobre Seguridad en la gestión de combustible gastado y residuos radiactivos, firmada en Viena el 5 de septiembre de 1997 y ratificada por España el 23 de abril de 2001.
- ✓ Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, posteriormente modificado por el RD 35/2008
- ✓ Real Decreto 1349/2003, de 31 de octubre, sobre ordenación de las actividades de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A. (ENRESA), y su financiación.
- ✓ Real Decreto 5/2005, que modificó el sistema de financiación de Enresa, estableciendo que los propietarios de las centrales nucleares españolas fueran responsables de la financiación de todas las actividades relacionadas con la gestión de residuos, el combustible gastado y el desmantelamiento de las centrales nucleares españolas desde el 1 de abril de 2005. Este decreto establecía, de modo relevante, que los compromisos a largo plazo corresponden al Estado.
- ✓ Ley 24/2005 de 18 de noviembre, para el impulso de la productividad, en la que se confirma el papel de ENRESA en la gestión de residuos radiactivos, combustible nuclear gastado y desmantelamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas.
- ✓ Ley 11/2009, de 26 de octubre, que estableció la internalización de todos los costes de gestión de residuos radiactivos.
- ✓ Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y la Gestión de los Residuos Radiactivos, fue firmada en Viena el 5 de octubre de 1997 y ratificado por España en abril de 1999.
- ✓ Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y los residuos radiactivos, que establece la internalización de los costes de la gestión de residuos radiactivos.

- **Sistema de Gestión de los Residuos Radiactivos**

En España, la gestión final de los residuos radiactivos de baja, media y alta actividad, así como el desmantelamiento de las instalaciones nucleares es, por ley, responsabilidad del Estado español. Para este fin, el Estado ha creado una empresa



ENRESA que es 100% estatal y es la responsable de estas actividades. Los objetivos de ENRESA están definidos en el Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR). El PGRR es un documento oficial elaborado por Enresa y aprobado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), y es presentado al Parlamento. Este documento es revisado periódicamente teniendo en cuenta los nuevos escenarios y los desarrollos tecnológicos relacionados con estos temas. En estas revisiones también se consideran aspectos financieros.

Para el desarrollo del PGRR en 1989 ENRESA y las empresas eléctricas firmaron un contrato que fue aprobado por el Ministerio de Industria data de 1989. Este Contrato, que se denomina *Contrato Tipo*, especifica el alcance de los servicios que debe proporcionar Enresa para la gestión de los residuos radiactivos, el combustible gastado y el desmantelamiento de las centrales nucleares españolas y las responsabilidades de cada parte. Sobre la base de este *Contrato Tipo*, existe un Contrato específico entre ENRESA y cada una de las centrales nucleares.

Los servicios proporcionados por Enresa incluyen lo siguiente:

- Enresa define los criterios para la caracterización de los residuos y el acondicionamiento previos a la evacuación del emplazamiento y promueve, conjuntamente con cada central, las acciones conducentes a la reducción del volumen de los residuos o a su desclasificación, con el objetivo de optimizar la utilización de El Cabril, que es el almacén centralizado existente en España para el almacenamiento de los residuos de media, baja y muy baja actividad.
- Enresa es la encargada de definir las condiciones para el desmantelamiento y clausura de las instalaciones. Los titulares son partícipes, junto con Enresa, de los planes para el desmantelamiento y clausura de sus instalaciones, definiéndose las responsabilidades de las partes en el Apéndice J del Contrato Tipo, que también establece el calendario de referencia para la transferencia de las instalaciones del titular a Enresa, una vez se produzca el cese definitivo de la operación.

Cada central nuclear dispone de un "Plan de Gestión de Residuos Radiactivos" específico para el emplazamiento, documento que define el marco para la gestión de los residuos y el combustible gastado durante toda la vida de la central, incluyendo la fase de desmantelamiento y clausura.

El Plan de Gestión de Residuos Radiactivos aborda la producción, manejo, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento temporal y, en su caso, las provisiones para la gestión de las etapas futuras. Se realiza una actualización del inventario los residuos generados en los diferentes sistemas de la central y se definición del estándar de gestión aplicable a las operaciones antes mencionadas. La minimización del volumen de residuos radiactivos, así como la protección de la salud y seguridad de los trabajadores, público y medioambiente de los efectos dañinos de la radiación durante toda la vida de la central, incluyendo la fase de desmantelamiento y clausura, están entre los objetivos perseguidos por este Plan.

El RD 5/2005, relativo al sistema de financiación de ENRESA, establece que las centrales nucleares españolas son responsables de la provisión de la financiación de

todas las actividades relacionadas con la gestión de residuos, el combustible gastado y el desmantelamiento de las mismas desde el 1 de abril de 2005. Esta provisión debe cubrir las actividades de ENRESA hasta el año 2080. Pasada esta fecha, responsabilidades a más largo plazo corresponden al Estado. El total del fondo del PGRR asciende a 13.000 millones de €. La distribución de estos fondos es la siguiente:

- Gestión de residuos de media y baja actividad 12%
- Gestión de combustible gastado y residuos de alta actividad 45%
- Desmantelamiento de instalaciones nucleares 26%
- Estructura de ENRESA y otros costes 17%

Para este propósito se ha creado una tasa específica, que pagan las empresas eléctricas propietarias de centrales nucleares. Esta tasa aplica a la energía producida en casa central y es diferente para cada tipo de reactor. Se paga mensualmente.

Gestión de residuos radiactivos de media y baja actividad

En el Contrato Tipo entre ENRESA y las Empresas Eléctricas mencionado anteriormente, existe un anexo específico relacionado con este tipo de residuos radiactivos. En este anexo, se definen las responsabilidades y actividades de cada parte.

Las centrales nucleares caracterizan y acondicionan los residuos radiactivos sólidos en contenedores estandarizados, habitualmente bidones de 220 litros, de acuerdo con los requisitos definidos por ENRESA. Estos bidones se almacenan en la instalación de almacenamiento temporal dentro del sitio NPP. Estos son naves diseñados específicamente, controlados radiológicamente, donde los bidones acondicionados se clasifican y preparan para su envío al almacenamiento central de El Cabril. Mientras se almacena, la responsabilidad de este material radiactivo es de las centrales nucleares.

Tal como se establece en el Contrato Tipo, los residuos acondicionados se transportan al depósito nacional de residuos de media y baja actividad ubicado en "El Cabril" (Córdoba), al sur de España. El transporte se realiza en camiones acondicionados pertenecientes a una empresa autorizada para este tipo de transportes y es responsabilidad de ENRESA. Esta estrategia evita que los desechos se acumulen en el sitio, facilitando actividades futuras de desmantelamiento y reduciendo la cantidad de desechos que se tratarán durante esa fase de la vida vegetal.

El Plan Estratégico de cada central también aborda la minimización de residuos radiactivos, donde se establecen objetivos específicos retadores basados en las mejores prácticas de la industria. Los objetivos se revisan periódicamente y, en consecuencia, se definen e implementan planes de acción para alcanzar los objetivos.

Según el Plan de Gestión de Residuos Radiactivos, se utilizan diversas técnicas de minimización de residuos radiactivos para minimizar el volumen de desechos radiactivos durante todo el ciclo de vida de la instalación, incluida la fase de desmantelamiento. Las corrientes de desechos se clasifican según el origen, la naturaleza, la radioactividad, las características físicas y químicas, el peligro y la ruta de gestión definida para cada flujo de desechos.

La desclasificación de materiales de desecho, para permitir su procesamiento a través de rutas convencionales, también se lleva a cabo en aplicación de varios proyectos de remoción desarrollados en el marco sectorial.

El Plan de Gestión de Residuos Radiactivos también se ocupa del uso de equipos de vanguardia, segregación in situ de residuos, reutilización de materiales, reciclado y descontaminación para minimizar los volúmenes de residuos radiactivos. En consecuencia, las actividades laborales se planifican y llevan a cabo para minimizar la generación de residuos radiactivos.

Gestión de combustible gastado y de residuos radiactivos de alta actividad

En el Contrato Tipo mencionado anteriormente, también hay un anexo específico relacionado con este tipo de residuos radiactivos. En este anexo, se definen las responsabilidades y actividades de cada parte.

El combustible gastado y otros residuos de alta actividad se almacenan bajo agua en la piscina de combustible gastado de cada central. Esta es una piscina especialmente diseñada de agua borada que se encuentra en el edificio de combustible gastado en el diseño de Westinghouse y dentro de la contención en el diseño de KWU. Dentro de la piscina hay estructuras metálicas donde se insertan las barras de combustible extraídas del núcleo del reactor y cestas que contienen los otros residuos de alta actividad. La misión del agua es tanto en la extracción del calor residual del combustible gastado, como en el blindaje de la radiación generada por la desintegración de los productos de fisión. Todo el edificio se considera área radiactiva con vigilancia especial y ventilación filtrada.

Para una posterior gestión del combustible nuclear gastado, España ha optado por el "ciclo abierto", es decir, sin reprocesamiento. Por lo tanto, después de enfriarse y decaer en la piscina de combustible gastado, las barras de combustible gastado deben transferirse a ENRESA para su custodia y almacenamiento seguro. Para ello, en el PGRR ENRESA planifica una instalación centralizada intermedia (ATC) capaz de almacenar todos los elementos combustibles gastados de todas las centrales nucleares españolas y una instalación geológica profunda (AGP) para el almacenamiento definitivo de todos los residuos de alta actividad.

En el PGRR, estaba previsto que las instalaciones de ATC estuvieran listas en 2018. Desde esta fecha, los elementos combustible almacenados en las piscinas de combustible gastado deberían transferirse a contenedores de almacenamiento en seco en los emplazamientos y transportarse al ATC. Esto liberará posiciones de almacenamiento para nuevas barras de combustible gastadas. Sin embargo, el ATC se ha retrasado, principalmente debido a problemas administrativos asociados con la aceptación pública de este tipo de instalaciones. La nueva fecha para el ATC es 2024.

Debido a este retraso y para optimizar la logística del transporte de los contenedores de combustible gastado de la central nuclear al ATC, se han previsto almacenamientos en seco en los emplazamientos de las centrales nucleares: Almacenes Temporales Individualizados (ATI). Ascó 1 y 2, Almaraz y Trillo NPP ya disponen de ATI en operación.

Por lo tanto, el procedimiento actual es que los elementos combustibles gastados se almacenan inicialmente bajo el agua en la piscina de combustible gastado, hasta que las características térmicas y radiactivas del combustible gastado permitan su almacenamiento en seco en contenedores de combustible gastado. Los elementos combustibles gastados son luego introducidos en los contenedores y llevados al ATI en el emplazamiento. Más tarde, cuando el ATC esté listo (a partir de 2024), estos contenedores se transportarán al ATC y los elementos combustibles gastados se alojarán en las celdas diseñadas para este fin. Los contenedores pueden ser reutilizados para transportar nuevos elementos combustibles gastados. Todos estos procesos están sujetos a las normas de seguridad y, además de las autoevaluaciones internas, se realizan evaluaciones periódicas por parte del organismo regulador, auditorías y evaluaciones por parte de organizaciones independientes de supervisión nuclear. El proceso de gestión de residuos radiactivos también es evaluado por WANO cada cuatro años, comparando las prácticas de la planta con los mejores estándares de la industria. Las deficiencias se informan para mejorar el proceso (modelo de mejora continua).

Desmantelamiento de la instalación nuclear

En el Contrato Tipo mencionado anteriormente, también hay un anexo específico relacionado con el desmantelamiento de las instalaciones nucleares. En este anexo, las responsabilidades y actividades de cada parte están bien definidas.

El esquema establecido es tras la parada definitiva de la central nuclear, esta es responsable de acondicionar y entregar a ENRESA todos los residuos radiactivos operacionales y estructurales producidos en el período de operación y aún almacenados en el emplazamiento. La central nuclear también es responsable de vaciar la piscina de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad producidos en el período de operación. Este tipo de residuo no necesita ser transportado a corto plazo fuera del emplazamiento de la central nuclear, pero debe acondicionarse en contenedores de combustible gastado listos para ser eventualmente transportados a las instalaciones de ENRESA (ATC o AGP).

Después de que se cumplan estas condiciones, ENRESA asumirá la responsabilidad de la instalación y emprenderá todas las actividades de desmantelamiento para llevar el emplazamiento a una condición de green field. Entonces dicho emplazamiento será devuelto al propietario inicial.

Los proyectos actuales para estas operaciones son de 3 años para acondicionar los residuos radiactivos y el combustible gastado y 7 años para el proceso de desmantelamiento.

Según la legislación española, el proyecto de desmantelamiento está sujeto a una evaluación ambiental, que incluye la participación pública y está aprobado por el Gobierno. Como resultado de la evaluación, se pueden implementar medidas correctivas y preventivas para minimizar el impacto de estas actividades