

Gestión del combustible gastado de las centrales nucleares

E. García Espejo; A.M. Hidalgo Montesinos; M. Gómez Gómez y M.D. Murcia Almagro

Introducción

La producción de energía eléctrica a partir de reacciones de fisión nuclear es cada vez mayor a nivel mundial. Un 12% de la electricidad consumida en el mundo es de origen nuclear y un 20% a nivel nacional.

La radioactividad es la propiedad que tienen ciertos elementos de modificar su estructura nuclear mediante la emisión de radiaciones, de modo que van perdiendo su actividad radiactiva hasta convertirse en elementos estables. Estos elementos son llamados radionucleidos. Las radiaciones emitidas pueden suponer un riesgo para el ser humano y el medio ambiente.

El uranio enriquecido empleado como combustible genera residuos radiactivos de difícil gestión, que pueden tardar cientos o miles de años en perder su radiactividad y transformarse en elementos químicos estables.

Objetivo

Evaluar la situación de los residuos de combustible gastado de las centrales nucleares, estudiando su gestión y alternativas de tratamiento y eliminación.

Residuos radiactivos de Centrales Nucleares

	Residuos de baja y media actividad (RBMA)	Residuos de alta actividad (RAA)
Origen	Limpieza, desmantelamiento, minería, fabricación combustible nuclear, centros de investigación, servicios de medicina nuclear, etc.	Combustible gastado y actividades de reprocesamiento.
Características	- Baja actividad específica por elemento radiactivo. - No generan calor.	- Elevadas concentraciones de radionucleidos de vida corta y media y radionucleidos emisores alfa - 10.000 y 100.000 años de actividad. - Desprenden calor
Almacenamiento	En El Cabril, a poca profundidad	o Piscinas de las CN o Requieren 500m de profundidad

Clasificación de RRRR

Gestión del combustible gastado

El UO_2 de los elementos combustibles se va agotando cada 3 o 4 años por lo que es necesario sustituirlo por nuevo material.

Elementos	Peso
Uranio	956 kg
Plutonio	9,7 kg
Actínidos minoritarios: neptunio, americio y curio	0,78 kg
Productos de fisión	34,3 kg
Productos de activación	0,180 g

Componentes de 1 t de combustible gastado a los 3 años de operación en un PWR. [Fuente: CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica)]

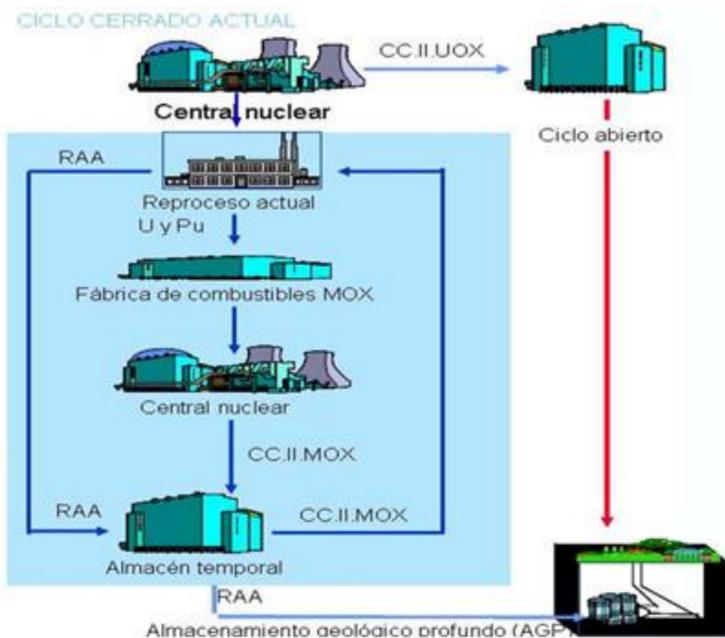
El combustible irradiado alberga todavía gran capacidad energética (sólo se ha utilizado el 5% de la energía inicial), en base a esto, la gestión puede abordarse bajo dos perspectivas: ciclo abierto o ciclo cerrado.

• **Ciclo abierto:** el combustible irradiado se almacena temporalmente en piscinas de agua para su enfriamiento y aislamiento. España lleva a cabo esta técnica.



Almacenamiento en la Piscina de la central nuclear de Trillo (izquierda) y de Santa María de Garoña (derecha) [Fuente: Enresa y CSN]

• **Ciclo cerrado:** el combustible gastado es considerado de nuevo como combustible nuclear. Para ello se lleva a cabo una operación llamada reprocesado, donde se separa el ^{235}U y el ^{239}Pu , que se añaden en un nuevo combustible (MOX o Mezcla de Óxidos).



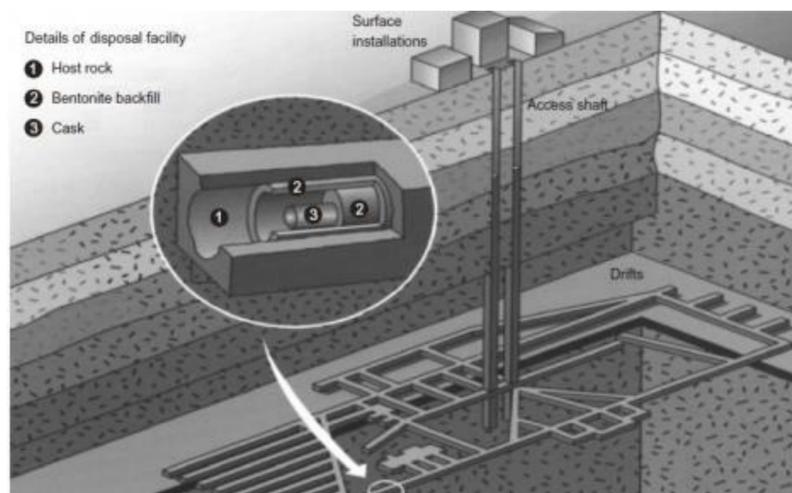
Esquema de gestión del combustible gastado [Fuente: Minetur]

Investigación y desarrollo en la gestión del combustible gastado

Los principales temas de investigación se basan en el almacenamiento de residuos y tecnologías de separación y transmutación.

• Almacenamiento geológico profundo

Es aceptada internacionalmente como la solución más segura y factible para la disposición final de dichos residuos. Se utilizan laboratorios convencionales y radioquímicos, celdas calientes y laboratorios subterráneos para demostrar su viabilidad. Sólo existe un AGP en Nuevo México, la Waste Isolation Pilot Plant (WIPP). En Europa los proyectos de construcción mas inmediatos son los de Finlandia y Suecia, previstos para 2020. España posee un Plan de Búsqueda de Emplazamientos (PBE), que ha permitido descubrir formaciones graníticas, arcillosas y salinas, susceptibles de albergar un AGP.



Esquema de un posible AGP [Fuente: Imperial College London]

• Separación y transmutación

Objetivo: transformar los residuos de periodo largo, reduciendo su toxicidad y riesgo radiológico. Es una gestión complementaria al reprocesado.

> Separación: conjunto de operaciones químicas para extraer Pu, actínidos minoritarios y productos de fisión de vida larga.

> Transmutación: la transmutación de los actínidos transuránicos se lleva a cabo a través de reacciones de fisión, mientras que la de los productos de fisión se realiza por reacciones de captura neutrónica. Son necesarios neutrones de alta energía, por lo que los estudios se están centrando en uso de reactores rápidos y en sistemas accionados por aceleradores de partículas de alta energía (ADS).

Sin embargo, los residuos de las actividades de reprocesado y de la separación y transmutación que serían menos radiactivos, también deberían ir a parar a un almacenamiento en profundidad, por lo que la construcción de AGP es necesaria.

Otros estudios

Se han llevado a cabo otras investigaciones para mejorar la gestión del combustible nuclear gastado, pero todavía es necesario seguir avanzando en las técnicas de reciclado, hasta alcanzar aquellas que reduzcan lo máximo posible el peligro que estos residuos suponen.