

# **Particularidades de las facilidades de disposición final de residuos radiactivos y su potencial impacto en el proceso de licenciamiento**

**H. Lee Gonzales, M. A. Medici, D. E. Alvarez, A. L. Biaggio**

Gerencia de Apoyo Científico y Técnico,  
Subgerencia Evaluaciones de Seguridad Radiológica,  
Autoridad Regulatoria Nuclear,  
Argentina

## **Resumen:**

Las etapas que componen el proyecto de una instalación de disposición final de residuos radiactivos (RR) son: diseño, construcción, operación, cierre y post-cierre. Mientras que las etapas de diseño y pre-operación tienen características similares a las de otros tipos de facilidades nucleares o que trabajan con material radiactivo, las etapas de construcción, operación, cierre y post-cierre tienen un significado especial en el caso de las facilidades de disposición final de RR.

Consecuentemente el proceso de licenciamiento, que acompaña las distintas etapas del desarrollo del proyecto, puede verse afectado por las particularidades de las facilidades de disposición final (o repositorios) de RR, apartándose de lo que sería el procedimiento “standard” de licenciamiento para otro tipo de instalación.

En este trabajo se describen las características particulares de las etapas de un sistema de disposición final de RR y se indica que debería preverse un sistema de licenciamiento específico para este tipo de instalación.

## **1. Introducción**

El licenciamiento de una instalación nuclear es un proceso gradual que acompaña las diferentes etapas de su vida. Para la mayoría de las instalaciones, diseño, construcción, operación, cierre y desmantelamiento (post-cierre cuando se trata de sistemas de disposición final) tienen un significado claro y directo. No ocurre lo mismo en el caso particular de facilidades para disposición final de RR, donde construcción, operación, cierre y post-cierre tienen significados especiales que deben ser considerados en el proceso de licenciamiento.

## **2. Características relacionadas con el licenciamiento de las facilidades de disposición final de RR**

Mientras que las etapas de diseño y pre-operación son, en cierta medida, similares a las de otro tipo de facilidades nucleares o que trabajan con material radiactivo, las etapas de construcción, operación, cierre y post-cierre tienen un significado especial en el caso de facilidades para disposición final de RR lo cual podría impactar en el proceso de licenciamiento. Al respecto, se pueden identificar las siguientes particularidades:

- (a) La etapa de “construcción” de un sistema de disposición concluye sólo después que todos los RR han sido colocados definitivamente en el repositorio (es decir durante la etapa denominada como “cierre”).
- (b) Lo que normalmente se denomina como “operación” es el período de tiempo durante el cual los RR están siendo colocados en el repositorio.

- (c) En muchos casos es esperable que el período de tiempo entre el comienzo y fin de la “operación” sea bastante prolongado, del orden de varias décadas o incluso sobrepasar el siglo.
- (d) Como fue indicado anteriormente, la etapa de “cierre” es aquella en la cual, después de haber colocado en su lugar todos los RR a disponer, los estudios finales confirman que el nivel de seguridad es apropiado y la construcción es finalizada (es posible que, además, se introduzcan modificaciones al diseño original). En cierto sentido, es similar a la etapa de puesta en marcha de un reactor de potencia.
- (e) En lugar de desmantelamiento (“decommissioning”) la etapa final en el caso de facilidades para disposición final de RR es la de post-cierre, que en realidad es la etapa en la cual el sistema de disposición comienza a operar como tal.
- (f) Dependiendo del tipo de instalación (residuos de bajo, medio o alto nivel) el período de post-cierre (que es la real etapa de operación de estas instalaciones), puede abarcar desde siglos a miles de años.
- (g) Por último, pero no menos importante, la responsabilidad del operador es transferida al estado nacional inmediatamente después de la etapa de cierre o al comienzo de la etapa de post-cierre.

Debido a estas particularidades, en el caso de disposición final la licencia para cada etapa deberá tener características y limitaciones singulares como se explica a continuación.

### ***2.1. Construcción***

La licencia de construcción es otorgada cuando las características del sitio y del diseño son considerados satisfactorios. No obstante, solo una parte de la construcción será efectuada antes de que la etapa denominada normalmente como “operación” comience. La etapa de construcción en realidad finalizará después que todos los RR a disponer hayan sido colocados en la facilidad, lo cual puede ocurrir varias décadas o incluso más de un siglo después del inicio. Obviamente al momento de finalizar la construcción las reglas del arte y el conocimiento científico pueden haber cambiado y eso debe ser tenido en cuenta tanto por el operador como por la Autoridad Regulatoria. Es posible entonces que en esta etapa se introduzcan modificaciones al diseño original.

### ***2.2 Operación***

Para la mayoría de las facilidades del ciclo combustible nuclear está muy claro qué significa la etapa de operación. Por ejemplo, para una planta nuclear de potencia operación implica que el reactor nuclear está en marcha entregando energía, que es su finalidad.

El objetivo en el caso de un repositorio es colocar los RR en una facilidad específica sin intención de recuperarlos [1]. Entonces, ¿cuál es el significado de “operación” en este contexto? Normalmente se asocia el comienzo del período operacional de un repositorio al momento cuando se reciben por primera vez RR. En realidad, operativamente podría considerarse esta etapa como el comienzo de una especie de “almacenamiento prolongado”. Pero teniendo en cuenta cuál es su objetivo final, parece apropiado considerar que la “operación como repositorio” comienza una vez que se a llenado con los RR y el período de cierre ha finalizado, lo cual, como se indicó anteriormente, puede ocurrir varias décadas

después de comenzado el “almacenamiento”. Asimismo, el significado de “licencia de operación” también podría tener distintas interpretaciones en el caso de instalaciones de disposición final.

Existe consenso sobre la conveniencia de implementar “paso a paso” el proyecto de un sistema de disposición final, incorporando en cada etapa las mejoras en el estado del arte que se vayan produciendo para mejorar la seguridad, considerando también los conceptos de reversibilidad y la posibilidad de recuperar el material como parte de la gestión de los RR [2, 3]. Paralelamente, el licenciamiento de dichas instalaciones debería ser un proceso gradual que acompañe las diferentes etapas del proyecto. Esto podría asimilarse al proceso de licenciamiento de un reactor de potencia, donde inicialmente se presenta un informe preliminar de seguridad, que se completa luego con un informe final de seguridad adecuado que permita otorgar la licencia de operación.

### ***2.3 Cierre***

Una instalación de disposición final de RR se considera “cerrada” cuando todos los RR previstos fueron colocados, la evaluación final confirma que el sistema de disposición es seguro y la construcción está terminada [4]. En otras palabras, la etapa de “cierre” del repositorio sería equivalente a la etapa de “puesta en servicio” (“commissioning”) de una instalación nuclear o radiactiva convencional; es decir, aquella en la que se han efectuado todas las pruebas y evaluaciones que indican que la instalación puede operar en forma segura, quedando habilitada para pasar a la siguiente etapa del proyecto.

La fase operativa de la instalación de disposición final comienza cuando el sistema está cerrado y comienza la “digestión” de los RR. El objetivo fundamental es la protección de las personas y el medio ambiente contra sus efectos, permitiendo el decaimiento en un sistema aislado de aquellos nucleidos cuya vida media lo permita y asegurando una baja tasa de liberación de RR para nucleidos de vida media extremadamente largo, donde no es físicamente posible considerar que el decaimiento cumplirá un rol relevante.

### ***2.4. Post-cierre y Control Institucional***

El período de post-cierre implica que el sistema de disposición está totalmente operativo. Como la seguridad de una facilidad de disposición final de RR está basada exclusivamente en sistemas “pasivos”, no tiene sentido hablar de “programa operacional” como en otras facilidades nucleares. No obstante, usualmente se prevén algunas actividades de post-cierre, como por ejemplo el “control institucional” que se establece durante un cierto período para instalaciones de disposición final cercanas a la superficie (“near surface”).

Obviamente, cuando se aplica control institucional u otra medida que abarque un período extenso (un siglo o más), el control debería ser asumido por el Estado, y en ese caso es muy importante asegurar el compromiso a nivel local y nacional así como la infraestructura necesaria, y los recursos humanos para la preservación y transferencia del conocimiento. Es importante destacar que, entre otras cosas, una licencia para post-cierre normalmente implica que el operador es liberado de su responsabilidad en relación a la seguridad del sistema de disposición.

## **3. Períodos de tiempo asociados a la disposición de RR**

Cuando se piensa en la disposición final de RR es muy posible que la primera idea que venga a nuestras mentes sea “tiempo”. Largos períodos de tiempo (posiblemente varias décadas) son asociados normalmente a la etapa de llenado de la instalación y períodos de tiempo aún más

largos son asociados a la etapa de post-cierre. Esta situación particular implica que las condiciones de seguridad así como el contexto socio político existentes al inicio del proyecto pueden ser diferentes de las condiciones relevantes existentes al momento del cierre del repositorio, posiblemente más de un siglo después de comenzado el llenado. Esta particularidad debería ser tenida en cuenta en el proceso de licenciamiento, sobretodo en repositorios a gran escala donde el período de tiempo entre el comienzo de la “operación” (en realidad almacenamiento) y cierre puede ser considerable (por ejemplo el caso disposición a gran profundidad en formaciones geológicas).

#### **4. Licenciamiento y sus particularidades**

Considerando los períodos de tiempo asociados a las etapas de una facilidad de disposición final, es conveniente que el proyecto sea implementado en un proceso “paso a paso”, suficientemente flexible como para adaptarse a nuevos requerimientos que podrían surgir como consecuencia del progreso tecnológico y/o variaciones en las condiciones socio-económicas o del contexto político. Esto implica que los conceptos de reversibilidad y posibilidad de recuperación de los RR (“retrievability”) deberían ser tenidos en cuenta y considerados aplicables incluso después de que el repositorio sea cerrado [2].

Una de las mayores preocupaciones del regulador se debe a que una vez otorgada la licencia de operación de una instalación de disposición final podría interpretarse que automáticamente se está garantizando la autorización para el cierre de la misma. Además, el regulador debe tener presente que después del cierre la responsabilidad por la seguridad pasa al Estado.

Un modelo de licenciamiento razonable para este tipo de instalación debería tener cierta flexibilidad como para facilitar el desarrollo del proyecto (especialmente en su etapa inicial), dejando abierta la posibilidad de incorporar cambios en los requerimientos regulatorios acordes con la evolución del estado del arte a lo largo de la vida del repositorio.

En Argentina, la Norma AR 0.0.1 establece los lineamientos generales para el “Licenciamiento de Instalaciones Clase I”. No obstante, en el caso de instalaciones de disposición final de RR debería desarrollarse un procedimiento especial adicional que contemple las particularidades de las mismas.

#### **4. Conclusión**

El proceso de licenciamiento que se aplica a la mayoría de las facilidades nucleares o que trabajan con materiales radiactivos no es extrapolable a las instalaciones de disposición final de RR. En estas facilidades debería aplicarse un sistema de licenciamiento que se ajuste a sus características particulares.

## REFERENCIAS

[1] IAEA Safety Glossary - Terminology used in Nuclear Safety and Radiation Protection - 2007 Edition

[2] Reversibility and Retrievalability in Geologic Disposal of Radioactive Waste. Reflections at the International Level - NEA.

[3] Moving Forward with Geological Disposal of Radioactive Waste. A Collective Statement by the NEA Radioactive Waste Management Committee (RWMC). ISBN 978-92-64-99057-9

[4] IAEA Safety Standards Series – Near Surface Disposal of Radioactive Waste, N<sup>0</sup> WS-R-1, 1999.

**Abstract.** During the lifetime of a radioactive waste disposal facility it is possible to identify five stages: design, construction, operation, closure and post-closure. While the design, and pre-operation stages are, to some extent, similar to other kind of nuclear or radioactive facilities; construction, operation, closure and post-closure have quite special meanings in the case of radioactive waste disposal systems. For instance, the “closure” stage of a final disposal facility seems to be equivalent to the commissioning stage of a conventional nuclear or radioactive facility

This paper describes the unique characteristics of these stages of final disposal systems, that lead to concluded that their licensing procedure can not be assimilated to the standard licensing procedures in use for other nuclear or radioactive facilities, making it necessary to develop a tailored license system.

*radioactive waste; final disposal, licensing procedure*