

Incorporación de la clausura en el diseño

Cómo se diseñan reactores avanzados teniendo en mente la disposición final

Joanne Liou

Quizá planificar desde buen comienzo el final de la vida no resulte algo especialmente atractivo o prioritario. Sin embargo, tratándose del ciclo de vida de una instalación nuclear, la utilidad de tener en cuenta el término de este ciclo está llevando a los diseñadores, proveedores y órganos reguladores a pensar anticipadamente en la clausura. Esta lógica proactiva, denominada “incorporación de la clausura en el diseño”, es tributaria de las prácticas óptimas y las lecciones extraídas de la experiencia del pasado y recoge el concepto de “incorporación en el diseño” que también se aplica en los ámbitos de la seguridad tecnológica, la seguridad física y las salvaguardias. Si piensan en la clausura desde buen principio, los desarrolladores de una instalación pueden tomar decisiones relativas al diseño que, llegado el momento, hagan más segura, eficiente y económica la clausura.

“Teniendo en cuenta la clausura desde la fase de diseño de una instalación nuclear es posible optimizar su fase final, la clausura, que es obligatoria en el ciclo de vida de un reactor”, señala Helena Mrazova, Especialista en Tecnologías de Clausura del OIEA. Al diseñar las primeras generaciones de centrales nucleares se prestaba atención sobre todo a su comportamiento operacional, dejando para más adelante la cuestión de la clausura. El diseño de algunos reactores de grafito refrigerados por gas construidos en Francia en la década de 1970, por ejemplo, no incorporaba procedimiento alguno para su desmantelamiento, cosa que ahora está resultando difícil llevar a cabo.

“Tenemos instalaciones de más de 60 metros de altura y 30 metros de diámetro, con paredes de hormigón de más de 5 metros de espesor que albergan toneladas de grafito en el núcleo del reactor. El desmantelamiento de estos reactores está resultando muy complicado sencillamente porque no fueron diseñados para ser clausurados. La compañía eléctrica francesa EDF (Électricité de France) creó hace poco un centro de demostración sobre la clausura de reactores de grafito (que ha pasado a ser también centro colaborador del OIEA) para ensayar, mejorar y optimizar innovadoras herramientas y tecnologías de manipulación a distancia con modelos a escala real y modelos digitales en 3D que permiten comprobar la viabilidad de las hipótesis de clausura y optimizar el proceso en estos reactores”, explica la Sra. Mrazova.

Grandes esperanzas y posibilidades

La incorporación de la clausura en el diseño persigue varios objetivos: planificar mejor la secuencia de las actividades de clausura, reducir la eventual exposición de los trabajadores a la radiación y rebajar la cantidad de desechos radiactivos, aligerando con ello la carga impuesta a las instalaciones de tratamiento de desechos y también a las generaciones futuras. “La incorporación de la clausura en el diseño tiene que ver no solo con las características de diseño físicas, sino también con el modo en que están organizadas las empresas para planificar y llevar a cabo las actividades de clausura,” dice Marcel Devos, Director de Asuntos Reglamentarios de Prodigy Clean Energy, empresa que se dedica a la creación de centrales nucleares transportables marinas (en plataforma flotante) o terrestres. Según explica el Sr. Devos, exdirector del programa de examen de diseños de proveedores (*Vendor Design Review*, VDR) de la Comisión Canadiense de Seguridad Nuclear (CCSN): “para que el proceso del final de su vida útil discorra satisfactoriamente es indispensable determinar los mecanismos de financiación y definir las responsabilidades ligadas a la clausura”.

Aunque la incorporación de la clausura en el diseño no ha sido adoptada por todos los países, el Canadá es uno de los países que han dado pasos para integrar esta previsora práctica. En el análisis que efectúa de los proveedores de reactores, la CCSN tiene en cuenta la cuestión de la incorporación de la clausura en el diseño, para lo cual aplica las enseñanzas extraídas de la experiencia que van recogiendo tanto el OIEA como la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. “Los futuros propietarios y explotadores de centrales nucleares del Canadá esperan cada vez más de los proveedores que superen el proceso VDR y dispongan de un plan para subsanar las deficiencias que se hayan detectado. El sector empieza a ser consciente de que las consideraciones relativas al final de la vida útil son una de las prioridades en los procesos de concesión de licencia y evaluación del impacto ambiental”, explica el Sr. Devos.

Existe un creciente interés por los reactores modulares pequeños (SMR), que son un tipo de reactor nuclear avanzado con menor capacidad nucleoelectrónica (de hasta 300 MW(e))

por reactor, generalmente). “Los creadores de la nueva generación de centrales nucleares, incluidos los SMR, tienen una magnífica oportunidad para abordar, a través del proceso de diseño y despliegue, los interrogantes sociales que se plantean en relación con el final de la vida útil de una instalación nuclear, a la vez que aceleran la clausura y reducen la carga que supone la gestión de los desechos para las futuras generaciones”, señala el Sr. Devos.

Clausura de los SMR

Hay en todo el mundo más de 80 diseños y conceptos de SMR que se encuentran en diferentes fases de desarrollo. Dado que los distintos tipos y modelos de SMR difieren en tamaño, material y tecnología utilizada, también será distinta la lógica que rija la clausura de estos reactores avanzados. “El proceso de clausura dependerá del diseño y la accesibilidad de la instalación, de cuán compacta sea esta y también de los planes y la praxis del país en cuanto a gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos”, señala la Sra. Mrazova.

El carácter modular y la diversidad de modelos de despliegue de los SMR podrían traer consigo una redefinición de los procedimientos convencionales de clausura. Algunos SMR más pequeños, habitualmente llamados microrreactores, están diseñados para ser ensamblados en la propia fábrica y transportados como una sola unidad hasta el lugar donde serán instalados. Al final de su vida útil, el módulo sería devuelto a la fábrica de origen para que esta proceda a la recarga de combustible o lo lleve a una instalación de clausura. “Semejante solución podría reducir el costo y la escala de las actividades que tienen lugar en el emplazamiento de la central nuclear, reforzar la seguridad nuclear y radiológica e inducir mayores niveles de aceptación del despliegue de SMR”, dice la Sra. Mrazova. “También hay posibilidades de normalizar algunas de las actividades de clausura, como la descontaminación o el desmantelamiento del equipo primario”. Tal planteamiento, sin embargo, deja ciertas tareas desatendidas, como la creación de equipo de manipulación a distancia y herramientas que se destinen específicamente al desmantelamiento.



Muchos SMR están diseñados con un tamaño lo suficientemente pequeño para poder ser trasladados en camión o contenedores de transporte.

(Fotografía: Laboratorio Nacional de Oak Ridge, Departamento de Energía de los Estados Unidos)

El conocimiento de los materiales utilizados, como el tipo de acero, y de las normas que deben cumplir los productores de acero, entre ellas la de que haya un nivel ínfimo de impurezas para reducir al mínimo la activación, influirá positivamente en la gestión de los desechos resultantes de la clausura. El hecho de incorporar la clausura en el diseño permitiría limitar los niveles de impureza y su consiguiente influencia en el costo del desmantelamiento al final de la vida útil, pues se habría tenido en cuenta de antemano la composición de los materiales.

“La regla general que rige para la clausura de instalaciones nucleares, incluidos los SMR, es que su diseño facilite la clausura y, sobre todo, que esta sea tenida en cuenta desde las fases iniciales”, observa la Sra. Mrazova. “Las características distintivas de los SMR, como su diseño modular y los materiales utilizados en ellos, deberían deparar un proceso de clausura más eficaz y menos costoso y reducir la tasa de dosis diaria recibida por trabajadores de todo el mundo que intervienen en la clausura”.

El OIEA está preparando una publicación dedicada a los aspectos de diseño de los SMR, que en principio ha de ver la luz en 2024.