

Perspectiva nuclear en Estados Unidos

Daniel S. Lipman

Si los dos últimos años son representativos, el futuro de la energía nuclear debería ser brillante.

Por todo el mundo, la opinión pública y la política perciben favorablemente el uso de la energía nuclear como fuente productora de electricidad.

La cobertura mediática internacional se muestra a favor de la energía nuclear y la percibe cada vez más como una energía verde avalada por notables defensores del medio ambiente como James Lovelock, en el Reino Unido y Patrick Moore, uno de los fundadores de Greenpeace.

Estas perspectivas halagüeñas para la energía nuclear se basan en tres factores importantes: el aumento repentino de los precios del petróleo y la seguridad de suministro, el número de centrales en operación que han consumido una parte significativa de su vida útil, y la preocupación creciente por el cambio climático y el calentamiento del planeta.

Además la flota mundial de centrales nucleares ha estado produciendo electricidad de forma segura, fiable y económica durante muchos años.

En Estados Unidos hay un interés general en la construcción de nuevas centrales nucleares y especialmente en el sudeste, desde Maryland a Florida y hasta Texas. En estos estados, las compañías eléctricas han seleccionado preferentemente centrales con tecnología pasiva. Doce de las aplicaciones para obtener una licencia combinada de construcción y operación de la *US Nuclear Regulatory Commission* (NRC) se relacionan con el reactor AP1000™ de Westinghouse, el único de la Generación III+ que ha recibido la certificación de diseño otorgada por la NRC. Compañías eléctricas como Duke Power, Progress Energy, SCANA, Southern Company y Tennessee Valley Authority han seleccionado el reactor AP1000™ como la tecnología preferida en sus iniciativas para la posible construcción de nuevas centrales nucleares. No obstante existen muchos retos para un programa de construcción de nuevas centrales en Estados Unidos.

Estos retos, tanto en EE.UU. como en el resto del mundo, incluyen la estandarización, licenciamiento, residuos, competición con otras fuentes energéticas, restablecimiento de suministradores, obtención de recursos humanos para la construcción y operación de las nuevas centrales, así como la eficiente y segura operación del actual parque de centrales. Mientras que la simplificación, modularización y estandarización

son facetas novedosas en la construcción de reactores pasivos avanzados, el encontrar una solución aceptable para el almacenamiento de combustible irradiado, relanzar la cadena de suministro, y obtener los recursos humanos necesarios para construir y operar las nuevas centrales, son aspectos cruciales para el renacimiento de la energía nuclear.

Además la construcción de nuevas plantas en otros países complementará o dificultará los esfuerzos en Estados Unidos, pero lo que es extremadamente importante es la segura y continua operación del parque nuclear mundial, sin la que el renacimiento nuclear sería fugaz en vez de llegar a ser una realidad.

SIMPLIFICACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN

La simplificación y estandarización son fundamentales para la construcción de centrales nucleares en el futuro.

La simplificación en el conjunto de los sistemas de seguridad, sistemas de operación, sala de control, técnicas constructivas y sistemas de instrumentación y control, que proporcionan una central de más fácil construcción, operación y mantenimiento y económicamente más atractiva.

La simplificación del diseño da lugar a una central con menos componentes activos, longitud de cables y volumen de edificios calificados sísmicamente, contribuyendo a ahorros significativos en la inversión de capital, así como a la reducción de los costes de operación y mantenimiento. Además la estandarización del diseño y componentes facilitan el proceso de acopio y por último, la simplificación y estandarización contribuyen a reducir las etapas y costes asociados al licenciamiento.

Los sistemas pasivos y las técnicas de construcción modular son dos características fundamentales para que las nuevas centrales sean más seguras, sencillas, y más fáciles y económicas de construir. Una ventaja significativa en la seguridad de las centrales con diseños pasivos, como el AP-1000™, comparada con los diseños evolutivos actuales de reactores de agua ligera, es la menor importancia de las acciones del operador en caso de accidente y la no dependencia de la corriente alterna. Los sistemas pasivos dependen de las leyes y fuerzas naturales como la gravedad, circulación natural, convección y compresión de gases para operar en el



DANIEL S. LIPMAN Senior Vice President, Nuclear Power Plants. Westinghouse Electric Company

caso altamente improbable de un accidente. Los diseños pasivos no necesitan bombas, ventiladores, equipos diesel, enfriadores u otro tipo de componentes activos, salvo un número reducido de válvulas que automáticamente alinean y actúan los sistemas pasivos de seguridad.

Como consecuencia, estos sistemas pasivos de seguridad no requieren una red de apoyo de sistemas activos de seguridad como los que necesita una central nuclear típica. En el AP-1000™ estos sistemas activos de apoyo no necesitan ser clasificados como de seguridad y son más simples o totalmente innecesarios. Con menos componentes de seguridad requeridos, los volúmenes de edificación clasificados como categoría sísmica 1 son reducidos hasta aproximadamente un 45% con respecto a una central típica, ya que la mayoría de los sistemas de seguridad pueden emplazarse dentro de la contención con los consecuentes ahorros en los costes de construcción.

Las técnicas de construcción modular reducen también los costes de construcción. La mayoría de las actividades pueden realizarse en taller con un mejor control de la calidad y costes con mano de obra más económica que en el emplazamiento. Además, con las nuevas técnicas de modelización en el ordenador, Westinghouse puede optimizar y representar por anticipado el programa de construcción de un reactor AP-1000™ con métodos de simulación avanzados. El resultado es la confianza en los programas de construcción reduciendo el riesgo asociado a los costes de capital por demora en la construcción.

Por otra parte el programa de construcción reducido, una planta más segura, la simplicidad del diseño y la estandarización, contribuyen a reducir el tiempo requerido en el proceso de licenciamiento. En cumplimiento del *Energy Policy Act* de 1992, las compañías eléctricas americanas deben referenciar o usar un diseño que haya sido certificado por la US NRC. Una vez que un diseño ha sido certificado la compañía eléctrica puede utilizarlo para



la obtención de una licencia combinada de construcción y operación, a diferencia del pasado cuando la NRC daba por separado aprobación para un emplazamiento y un diseño.

También, la NRC puede emitir un permiso previo para emplazamiento (ESP) aprobando uno o más emplazamientos para una o más centrales nucleares, independientemente de la aplicación para una licencia combinada de construcción y operación (COL). Los permisos previos pueden tener una vigencia entre diez y veinte años y los aplicantes pueden renovarlos. El permiso previo contempla la seguridad del emplazamiento, protección medioambiental y planes de emergencia, independientemente de la aplicación de un diseño de reactor específico y su construcción. El proceso permite a una compañía eléctrica obtener una aprobación para un emplazamiento nuclear antes de tomar una decisión de construir una central específica.

Aunque estos nuevos procedimientos federales de licenciamiento, la simplicidad y la estandarización del diseño contribuirán a reducir las etapas y los costes asociados a la construcción de nuevos reactores, quedan otros retos importantes por resolver. Una solución para almacenar o disponer de forma segura del combustible irradiado continúa siendo asunto a debatir en Estados Unidos. El reconstituir y mantener una red de suministradores que aseguren un suministro de componentes y equipos es fundamental así como el encontrar el personal técnico cualificado para la operación y mantenimiento de los nuevos reactores.

COMBUSTIBLE IRRADIADO, SUMINISTROS Y RECURSOS HUMANOS

Las centrales nucleares en operación se diseñaron para poder almacenar al menos durante una década el combustible irradiado. El Gobierno Federal debería haber comenzado en el año 1998 a desplazar este combustible desde las centrales a un almacén centralizado de acuerdo con el *Nuclear Waste Policy Act* de 1982, pero el repositorio propuesto en Yucca Mountain

no está aún disponible. La legislación propuesta en marzo de 2007 debería facilitar su licenciamiento y construcción y conseguir así un seguro y permanente almacenamiento del combustible irradiado y los residuos de alta actividad.

La legislación propuesta conseguiría:

- Retirar permanentemente para uso público el terreno y alrededores del emplazamiento de Yucca Mountain, en Nevada.
- Facilitar al Congreso el destino de fondos adecuados para el proyecto de Yucca Mountain.
- Eliminar el tope actual de 70.000 toneladas métricas de capacidad de almacenamiento, para permitir utilizar el máximo de la capacidad técnica del emplazamiento, lo que supondría el seguro almacenamiento del inventario completo de combustible irradiado en las centrales en operación, incluyendo el generado en el periodo relativo a la extensión de la licencia de operación.
- Disponer de un proceso de licenciamiento definido e iniciar las infraestructuras necesarias.

Debido a la demora en la apertura de Yucca Mountain, las centrales en operación deben almacenar más combustible irradiado del esperado por un periodo de tiempo mayor del originalmente previsto. Para el año 2010, la fecha más próxima prevista para la apertura del repositorio, setenta y ocho centrales no tendrán espacio suficiente en sus piscinas para almacenar más combustible. El Departamento de Energía debería tomar las acciones pertinentes para cumplir el objetivo de remitir la documentación de licenciamiento de Yucca Mountain a la NRC en junio de 2008. Además, el Congreso ha asignado fondos suficientes en el presupuesto del 2007 y la Administración ha solicitado los fondos necesarios para el presupuesto 2008 para facilitar la puntual solicitud del licenciamiento.

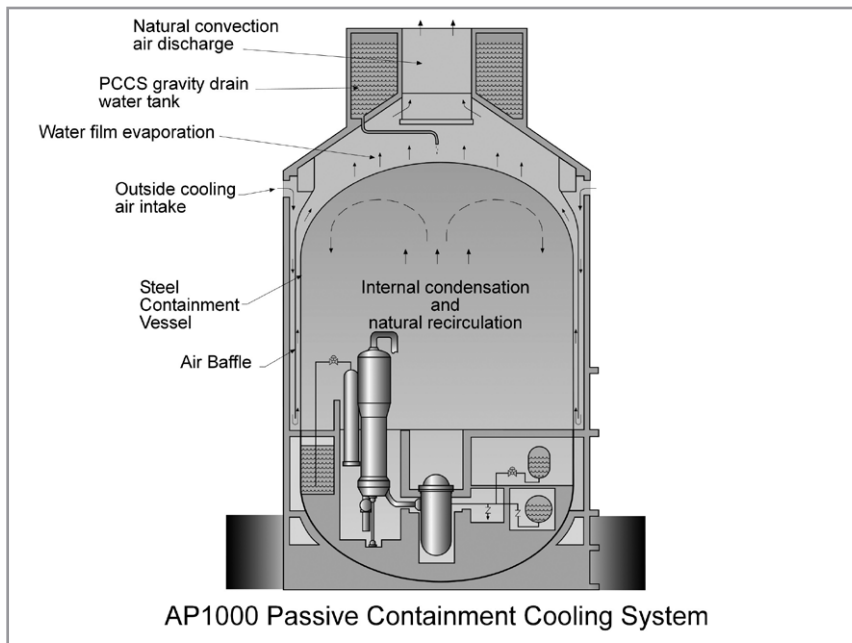
El reconstruir la cadena de suministro es un factor de oportunidad, puesto que una abrupta demanda de nuevas centra-

les puede resentir sus eslabones. También es necesario adjudicar con anticipación las compras de grandes componentes y tubos para generadores de vapor y su desplazamiento a través de largas rutas de transporte es una preocupación. La competencia con otras industrias y entre suministradores principales, así como el número limitado de suministradores con cualificación nuclear, son factores a gestionar en la cadena de suministro.

Aunque estos factores son importantes estamos llevando a cabo acciones para reducir sus consecuencias.

- Involucrar a los suministradores en el proceso de diseño para definir conjuntamente los materiales con plazos largos de suministro y los parámetros críticos de diseño.
- La estandarización del diseño y sus especificaciones, eliminando la necesidad de realizar actividades de diseño específicas para cada central, lo que redundará en eficiencia, reducción de costes y dará la oportunidad de establecer una línea de aprendizaje y grandes volúmenes de producción.
- Pronosticar la demanda y el plazo de entrega de material base para permitir la planificación de una demanda creciente.
- Coordinación entre los suministradores de sistemas nucleares de generación de vapor para solventar problemas comunes de suministro en beneficio de la industria.
- Incentivar a las empresas para el desarrollo y certificación de productos nucleares. Los beneficios en la mejora y los programas de garantía de calidad tendrán un impacto favorable también en los componentes que no requieran un grado nuclear.
- Creatividad en los incentivos que animen la expansión de la infraestructura nuclear, tales como riesgo compartido, incentivos financieros y compromiso de relación a largo plazo a través de asociaciones.
- Coordinación entre los suministradores de sistemas nucleares de generación de vapor, gobiernos y universidades para desarrollar programas de formación específicos para la industria nuclear.

Este último punto es vital puesto que es absolutamente necesario continuar con programas efectivos de transferencia de conocimientos de los científicos e ingenieros a punto de retirarse a las nuevas generaciones. Transfiriendo el conocimiento se conseguirá que el desarrollo de la tecnología nuclear siga avanzando a pesar del envejecimiento y reducción de los recursos humanos en activo. La competición para contratar nuevos recursos en todas las disciplinas, desde gestión de proyectos a mano de obra cualificada, requerirá inversión en la formación de personal como elemento distintivo de la industria nuclear, puesto



que de otra manera no seremos capaces de cumplir con los compromisos actuales de una operación segura y eficiente del actual parque nuclear, lo que repercutiría negativamente en los programas de nueva construcción.

PANORAMA EN ESTADOS UNIDOS Y EN EL MUNDO

En EE.UU., el Instituto de Energía Nuclear (NEI) estima que la media del factor de capacidad para el parque nuclear existente ha alcanzado el 94,3% en febrero de 2007, con un incremento del 1,1% sobre el mismo mes del año pasado. NEI estima la producción mensual de generación nuclear en 63,4 billones de kilovatios-hora en febrero de 2007 comparada con la producción de 62,6 en el mismo mes de 2006.

La misma tendencia se observa en la producción nuclear en otros países alcanzando nuevas marcas en los factores de carga y producción. A pesar de ello, el mundo necesita todavía más generación eléctrica de origen nuclear, especialmente en los países en desarrollo. Sudáfrica, que necesita desesperadamente generación eléctrica adicional, tiene previsto construir hasta doce GWe nucleares antes de la instalación del prototipo *Pebble Bed Modular Reactor*. China tiene un programa ambicioso de construcción de nuevas centrales nucleares y con Westinghouse y sus socios el consorcio está construyendo cuatro nuevos reactores AP-1000™, con el objetivo de tener el primer grupo en operación el año 2013.

Actualmente, no menos de veinticinco países en el mundo están considerando la construcción de nuevas centrales, incluyendo Australia y Nueva Zelanda, en otro tiempo inflexiblemente anti-nucleares. Incluso países que agresivamente promovían el cierre de centrales en operación, como Alemania o Suecia, están considerando la construcción

de nuevas centrales. En Europa, al menos diecisiete países están considerando la energía nuclear.

Francia continúa con su papel de liderazgo de país claramente nuclear con el desarrollo del reactor EPR en Flamanville; Finlandia 5 es una realidad y Finlandia 6 aparece en el horizonte. Por último, el Reino Unido actúa con celeridad para licenciar nuevos diseños con expectativas de adjudicaciones comenzando en el año 2012.

Westinghouse, como suministrador del reactor AP-1000™ está en disposición de ofertarlo en Europa. La organización Europea *Utility Requirements* (EUR) ha certificado el AP-1000™ tras superar con éxito todos los análisis para el cumplimiento con los requisitos EUR, confirmando que es un diseño licenciable en Europa. El proceso ha requerido satisfacer el cumplimiento con más de cinco mil requisitos con el resultado positivo de un alto cumplimiento (99%).

El grupo *European Passive Plant* (EPP), formado por Westinghouse y liderado por compañías eléctricas europeas y suministradores, está implementando un programa que se espera concluir en el próximo año para acometer el 1% restante, principalmente en las áreas de impacto de una aeronave, flexibilidad de operación en ciclos de 12-24 meses y detalles menores de disposición.

RETOS DE LA INDUSTRIA NUCLEAR

La construcción de nuevas centrales nucleares en Estados Unidos, Europa, China, Corea y Japón será un reto más para la actual industria nuclear, que prioritariamente debe continuar operando el parque actual de forma segura, fiable y competitiva con otras fuentes de

generación. Los costes de producción y generación eléctrica de origen nuclear tienen que ser comparables o mejores que los generados por el carbón, el gas natural, combustibles fósiles y energía renovables. Por otra parte, la industria debe reducir los riesgos asociados a la construcción consiguiendo plazos de construcción predecibles y simplificando el proceso de licenciamiento.

La simplificación y estandarización contribuirán a reducir los riesgos asociados a la construcción de nuevas centrales. Sencillez y estandarización en el diseño debido a la necesidad de menos componentes; simplicidad en la seguridad por medio de sistemas pasivos; simplicidad en la construcción a través de la modularización; simplicidad en el acopio de componentes estándares, y simplicidad en la operación y mantenimiento usando sistemas y componentes experimentados y desarrollos en la interfaz hombre-máquina. La simplificación y estandarización contribuirán significativamente a la seguridad y rendimiento de las centrales nucleares y las hará más competitivas.

Aunque la energía nuclear es la única fuente generadora de electricidad que contabiliza sus residuos, se debe concluir de una vez por todas el almacenamiento, no sólo en Estados Unidos, donde lo primero y más importante es inaugurar el emplazamiento de Yucca Mountain, el más estudiado y analizado en el mundo, para alojar el combustible irradiado. Los científicos están de acuerdo en que el almacenamiento profundo es la mejor forma de almacenarlo y Yucca Mountain es un emplazamiento adecuado debido a su lejanía, clima y geología estable.

Son necesarias iniciativas que contemplen el combustible nuclear en el futuro, como el *Global Nuclear Energy Partnership* (BNEP), que promueve un ciclo que mejore la seguridad el suministro y la no proliferación.

El GNEP conseguirá su objetivo con naciones con capacidades nucleares desarrolladas y que de forma segura suministren combustible nuevo y recuperado tras su uso a otras naciones que estén de acuerdo en emplear la energía nuclear para generación eléctrica solamente. El modelo de ciclo de combustible deseado en este esquema conjunto de colaboración, requiere el desarrollo e implementación de tecnologías que permitan el reciclado y consumo de residuos radiactivos de vida larga. Esta cooperación entre países demostrará las tecnologías necesarias para cambiar la forma de gestionar el combustible irradiado, con objeto de asegurar el suministro de forma segura y ambientalmente responsable al tiempo que promueve la no proliferación.

Colaborar como socios y compartir las mejores prácticas y lecciones aprendidas es fundamental a nivel global para el renacimiento nuclear. Si la industria nuclear tiene éxito, demostrará que la energía nuclear es vital para una economía mundial fuerte. ■