

La implantación del EPR avanzado en los Estados Unidos

Cassie Hagan y Fernando Micó

El continuo aumento de la demanda de electricidad, la preocupación por los temas medioambientales y el preocupante aumento de los precios de la energía han traído como consecuencia un renovado interés en la construcción de nuevos reactores nucleares también en los Estados Unidos. Este interés se sustenta en décadas de funcionamiento excepcional de la actual flota de centrales nucleares en operación en el país. Este artículo presenta unas reflexiones sobre la situación del mercado de nuevas centrales y la respuesta que propone AREVA a las empresas eléctricas norteamericanas, materializada en el EPR

As electricity demand, clean air concerns and energy prices increase in the U.S., interest in the new nuclear reactors is also on the rise. These factors, along with decades of outstanding performance of the nation's existing fleet, have contributed to a favourable market of new nuclear power in the U.S. This article presents some reflexions about the new situation of the market and the response that AREVA offers to the North American electric utilities: The EPR.

LA NUEVA SITUACIÓN DEL MERCADO DE LOS ESTADOS UNIDOS PARA LA ENERGÍA NUCLEAR

Con el aumento de la demanda de electricidad, de las preocupaciones por la limpieza del aire y del precio de la energía en los Estados Unidos, ha aumentado también el interés en los nuevos reactores nucleares. Estos factores – conjuntamente con décadas de un funcionamiento extraordinario de la flota nuclear existente de la nación – han contribuido al desarrollo de un mercado favorable de nuevo a la energía nuclear en los Estados Unidos.

Aunque no hay ninguna empresa americana que haya declarado que vaya a comprar y a construir nuevos reactores, muchas han expresado activamente su interés a través de la interacción de inversiones y regulatoria. Hasta agosto de 2007, un total de 19 empresas habían notificado a la Comisión Reguladora Nuclear de Estados Unidos (U.S. Nuclear Regulatory Commission, NRC) su interés por presentar una solicitud de licencia combinada de construcción y operación (COL) en los próximos dos años, para un total de 29 nuevas unidades nucleares. La NRC de los Estados Unidos ha aprobado también los dos primeros permisos iniciales de instalación, ambos en emplazamientos ya existentes en Grand Gulf, Mississippi, y Clinton, Illinois.

Estas 19 empresas han adjudicado también diversos contratos de apoyo a COL y estudios medioambientales de

instalación, lo que representa una inversión importante como apoyo a la nueva construcción de plantas que deben comenzar a proporcionar electricidad en el período 2015-18. Dos compañías eléctricas han incluso contratado grandes componentes para proyectos potenciales de nuevas plantas nucleares utilizando el diseño AREVA EPR™.

Constellation Energy y AREVA, anunciaron en el otoño del 2006 que habían firmado un acuerdo para contratar los materiales de largo plazo de entrega necesarios para construir la primera nueva central nuclear de los Estados Unidos de la flota prevista de EPR. Constellation Energy y AREVA, utilizando un modelo de negocio llamado UniStar Nuclear y desarrollado conjuntamente, fueron los primeros en contratar las materias primas necesarias.

“Este contrato demuestra de forma palpable nuestro pleno compromiso para construir y desarrollar la siguiente generación de centrales nucleares en los Estados Unidos”, comentó Michael J. Wallace, co-director general (co-CEO) de UniStar Nuclear, y vicepresidente ejecutivo de Constellation Energy.

Y, en julio de 2007, AREVA anunció un acuerdo con la empresa con sede en Missouri AmerenUE para contratar el segundo conjunto de forjas pesadas que podría ser utilizado para otra de las primeras unidades del EPR en los Estados Unidos, en el caso de que AmerenUE decidiera construir una nueva central nuclear.

Las cifras que reflejan la opinión pública quizás son igual de significativas. Un



CASSIE HAGAN es periodista “Cum Laude” por el Lynchburg College en Virginia.

Actualmente trabaja en AREVA directora de imagen corporativa en la Unidad de Negocio de Nuevas Plantas y en concreto, en apoyo del despliegue del EPR en los Estados Unidos.



FERNANDO MICÓ es Ingeniero Naval y Diplomado en Garantía de Calidad por la Universidad Politécnica de Madrid. Master en Negocio Energético por la Universidad de Comillas. Desde 2001 desempeña la labor de director de la oficina de Framatome ANP, ahora AREVA NP, en España.

reciente estudio para el Instituto de Energía Nuclear (NEI) concluye que el 67% de los americanos cree que el calentamiento global se convertirá, o es ya, un problema serio y que deberían tomarse medidas de forma inmediata para atajarlo. Con ese fin, el 80% de los americanos cree que los Estados Unidos deberían emplear todas las fuentes de energía con bajo nivel de carbono, incluyendo la energía nuclear, para producir electricidad, y que la energía nuclear jugará un importante papel para colmar las necesidades de electricidad de la nación en el futuro. Dos tercios aceptarían añadir un nuevo reactor a la planta nuclear existente más cercana para cubrir las nuevas necesidades de electricidad. No obstante, sólo el 10% del público sabe que la energía nuclear, que supone el 20% del

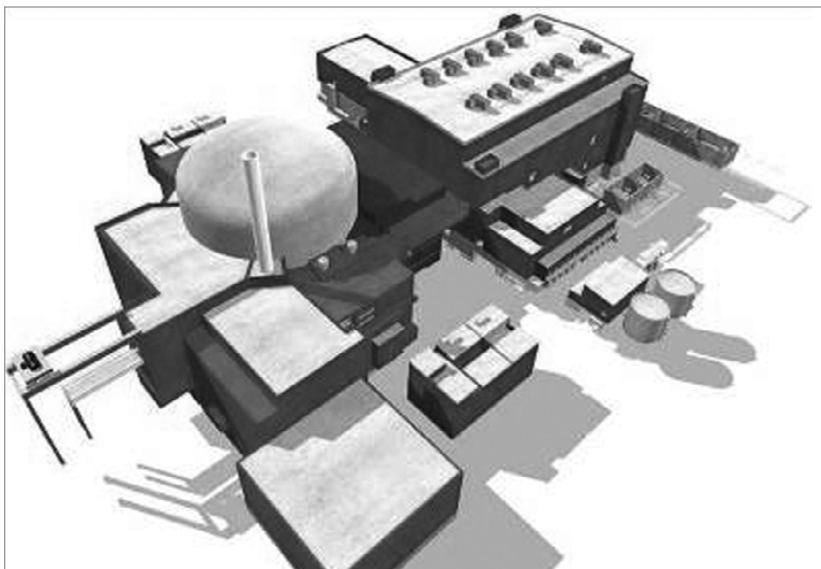


Figura 1: Representación artística del diseño de planta estándar EPR.

suministro de electricidad de la nación, es una fuente importante de electricidad en la actualidad.

La comunidad de inversores también parece susceptible al resurgimiento de la energía nuclear. *Nuclear News*, una revista comercial del sector nuclear de los Estados Unidos, ha estado siguiendo

la tendencia del precio de las acciones de las empresas que han anunciado públicamente su interés por añadir nuevos reactores. Y, hasta abril de 2007, "en ningún caso ha existido ninguna indicación de que el interés en los nuevos reactores haya afectado de forma importante para bien o para mal".

De hecho, la mayoría de las acciones que se han estudiado han presentado ganancias en los últimos meses.

El momento es adecuado también para los nuevos reactores en lo que se refiere a directivas gubernamentales. El Acta de Directivas Energéticas (Energy Policy Act) de 2005 proporciona una serie de incentivos para estimular la construcción de nuevas plantas nucleares, incluyendo garantías de préstamos, créditos en impuestos a la producción, y garantía de protección contra retrasos en la construcción debido a factores tales como la concesión de licencias o retrasos por litigios.

LA VISIÓN GENERAL DEL PROYECTO U.S. EPR

Aunque es cierto que el interés por instalar la nueva generación nuclear en los Estados Unidos es reciente, en el resto del mundo ha continuado la construcción de nuevas plantas nucleares. AREVA, cuyos análisis actuales del mercado global indicaban la necesidad de disponer de generación nuclear de carga base adicional en los Estados Uni-

dos, decidió licenciar su proyecto EPR para cubrir dichas necesidades. El U.S. EPR es un reactor avanzado y evolutivo de agua a presión de 1.600 MW basado en la experiencia operativa de varios miles de años de reactor obtenida en reactores de agua ligera a nivel mundial. (figura 1)

Constellation seleccionó la tecnología U.S. EPR por su capacidad de licenciarlo y por los márgenes del diseño, y porque el proyecto ya se estaba construyendo. El U.S. EPR es un diseño de planta estándar basado en el proyecto Olkiluoto 3 (OL-3), en construcción en Finlandia y programado para su puesta en funcionamiento en 2011, y en el proyecto francés Flamanville 3 (FA-3), ya en construcción y que se espera que entre en funcionamiento en 2012. Cuando el primer EPR comience a funcionar en los Estados Unidos

en 2015, habrá al menos dos unidades EPR funcionando. AREVA ha comprometido 250 millones de dólares y casi 400 ingenieros y personal de apoyo para lograr que el diseño de planta de referencia europea cumpla los códigos, estándares, requisitos regulatorios, climáticos, y la frecuencia de ciclo de 60 Hz y el voltaje de la red de Estados Unidos. (figura 2)

"Hemos seleccionado específicamente esta tecnología porque creemos que es el diseño existente más seguro, más eficaz y porque ya se está construyendo," comentó Wallace a *Nuclear Plant Journal*. "No podemos predecir el futuro, pero podemos seleccionar la mejor tecnología, con los márgenes de seguridad y de diseño mas amplios disponibles, que reducirán la incertidumbre en asuntos de licencia y regulatorios tanto inicialmente como en el futuro."

El U.S. EPR proporciona robustos márgenes de seguridad con funciones de seguridad incorporadas diseñadas para cumplir los rigurosos requisitos europeos y post 9/11. En lo referente a la protección frente a peligros externos tales como caída de aviones, se han realizado muchos avances innovadores. Edificios de protección de hormigón de "Doble-casco" protegen al edificio que contiene el reactor, el edificio de combustible, dos de los cuatro edificios de salvaguardias, la sala de control principal y la estación de apagado remoto. El grosor (cada pared tiene un grosor de 1,3 a 1,75 metros) y el refuerzo de la protección exterior por sí misma tiene suficiente resistencia para absorber el impacto de un avión comercial grande o militar. El EPR está equipado con cuatro subsistemas o "trenes", cada uno capaz de ejercer individualmente todas las funciones de seguridad y físicamen-



Figura 2: Tecnología evolutiva y demostrada.

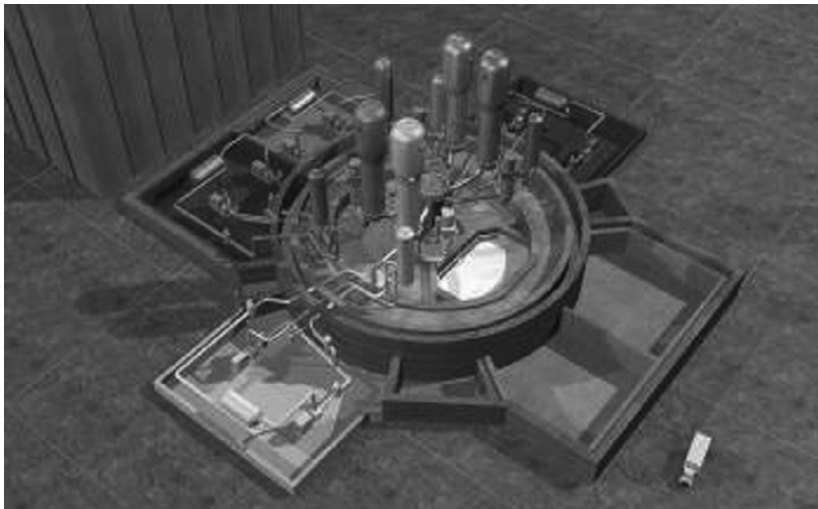


Figura 2: Tecnología evolutiva y demostrada.

te ubicados en edificios separados. El sistema de retención del núcleo fundido proporciona la captura y estabilización rápida de corio evitando la propagación y produciendo el enfriamiento efectivo y pasivo en la altamente improbable situación de que se produjera un accidente de fundición del núcleo. (figura 3)

“Utilizando los análisis estructurales y sísmicos más sofisticados que se hayan realizado para una central nuclear en los Estados Unidos, se ha analizado la resistencia al choque de aviones y la mitigación de accidentes severos del diseño base de U.S. EPR”, comenta Tom Christopher, CEO de AREVA Inc. “En este mundo post-9/11, el mercado de los Estados Unidos puede beneficiarse enormemente de un diseño de central nuclear que incorpora importantes mejoras de seguridad física y nuclear que proporciona el U.S. EPR”.

En el U.S. EPR se incluyen mejoras de seguridad a todos los niveles, y el interfaz hombre-maquina es un ejemplo importante. Para automatizar la mayoría de las funciones de la planta y reducir la carga de los operadores de la planta se utilizan sistemas digitales avanzados de instrumentación y control (I&C). El diseño de los sistemas de control y protección son tales que no requieren intervención del operador antes de 30 minutos para mitigar ninguna alteración de la planta. Además, los componentes de la planta se han dimensionado para retardar la respuesta a las condiciones de alteración, apoyando este objetivo del proyecto. Aliviar a los operadores de la presión del tiempo mejora significativamente la seguridad general de la planta al reducir situaciones en la que puedan producirse errores. No obstante, al contrario que otros reactores Gen III que utilizan funciones de seguridad pasiva que no pueden desactivarse una vez que se ponen en marcha, en el caso

del U.S. EPR, el operador mantiene un cierto nivel de control para recuperar la planta de los eventos complejos mediante el uso de procedimientos operativos de emergencia (EOPs). Al contrario que en muchas plantas en funcionamiento, los EOPs del U.S. EPR se basan en síntomas, lo que es coherente con permitir que los operadores mitiguen de forma sistemática cualquier evento sin tener que precipitarse al identificar el tipo de incidente para poner en marcha el procedimiento adecuado basado en los eventos. Los procedimientos operativos de emergencia (EOPs) y otros procedimientos de la planta están disponibles electrónicamente en las pantallas de la sala de control. El diseño de la sala de control principal se ha optimizado para incorporar las lecciones aprendidas en la generación N4 de plantas en Francia y en la implantación por parte de AREVA de controles digitales en todo el mundo, cumpliendo siempre con los requisitos de la NRC y de las instalaciones de los Estados Unidos. La participación de los operadores de planta ha sido fundamental en la elaboración de un diseño eficiente. (figura 4).

Los operadores de plantas nucleares han participado en la mayoría de las fases del diseño conceptual en el que está basado el U.S. EPR. Los futuros propietarios exigían la incorporación de las lecciones aprendidas en la flota operativa. Por ejemplo, utilizando las últimas tecnologías se han resuelto temas de degradación de componentes y materiales, como demuestra la operación de las plantas actuales. Se han conseguido eliminar zonas problemáticas del diseño con gran mantenimiento, como en las turbobombas de vapor y relacionadas con la seguridad, como los enfriadores de la ventilación de la contención que son componentes relacionados con la seguridad. Se han eliminado vulnera-

bilidades puntuales, asegurando que el reactor sigue funcionando mientras se realizan labores de mantenimiento o reparación en los sistemas auxiliares o de vapor. Igualmente, el equipo de mantenimiento del turno de día puede realizar actividades planificadas de mantenimiento preventivo y de vigilancia de los sistemas principales de seguridad con la planta en marcha. De hecho, el U.S. EPR tiene menos componentes sobre los que realizar mantenimiento que cualquier planta existente con una potencia comparable. La instrumentación y los controles digitales proporcionarán indicadores on-line de los equipos electrónicos a través del ordenador de la planta, lo que garantiza la seguridad de los trabajadores mientras realizan el mantenimiento. Además, los equipos digitales de I&C relacionados y no relacionados con la seguridad son de autocomprobación, lo que reduce las pruebas manuales de vigilancia. Estos son sólo algunos ejemplos de cómo la experiencia operativa se ha incorporado al diseño para reducir los costes operativos y de mantenimiento, para simplificar las operaciones, y reducir el personal del U.S. EPR si se compara con plantas existentes de capacidad comparable.

La economía de las nuevas plantas nucleares es otra de las consideraciones claves para el mercado de los Estados Unidos. Existen diversos costes de los proyectos de plantas nucleares avanzadas, que reconocen que las empresas crearán estimaciones de costes que reflejen sus proyectos, inversiones y factores regulatorios particulares. En el caso del U.S. EPR, AREVA cuenta con una base realde costes para disponer de una previsión fiable de los costes de construcción y de operación y mantenimiento porque ya se está construyendo en Europa y estará funcionando antes de que comience a construirse la primera planta en los Estados Unidos. Pero la verdadera clave de la competitividad económica del EPR descansa en los menores costes totales del ciclo de vida. El U.S. EPR utiliza un 7% menos uranio/MWh, lo que supone un ahorro total del ciclo de vida de \$400-\$700 millones, dependiendo del precio del uranio. Su sistema de seguridad de cuatro trenes permite el mantenimiento en línea, lo que permite un acortamiento de las paradas para recarga hasta los 16 días, reduciendo enormemente los costes de recarga y aumentando la disponibilidad de la planta. El factor medio de disponibilidad es de hasta el 95% para un objetivo de diseño de vida útil de 60 años. El factor de disponibilidad tan elevado y las características de ahorro de costes del U.S. EPR significan que los costes de operación y mantenimiento serán más



Figura 4: Los sistemas avanzados de I&C digitales representan una mejora de la seguridad.

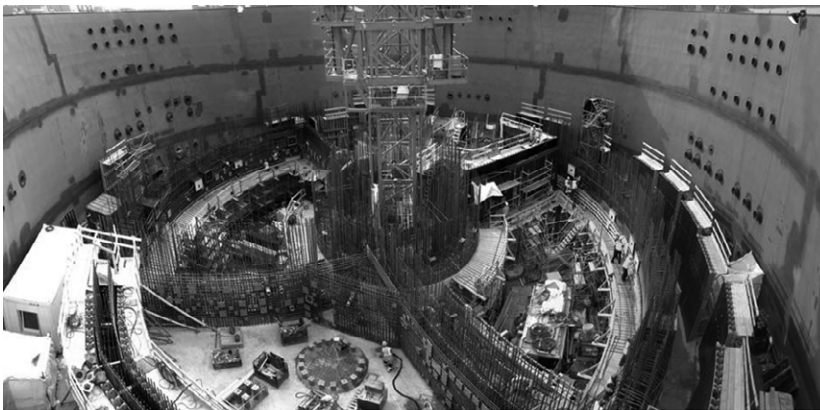


Figura 5: Olkiluoto 3: Agosto de 2007. Placa base dentro del edificio de contención del reactor.

del 10% inferiores por cada dólar por MW-hr que el cuartil superior de las plantas americanas en funcionamiento. Y, finalmente, el U.S. EPR es parte de una flota estandarizada global, lo que ofrece enormes ahorros de costes en formación, fabricación de componentes, piezas de recambio y otras áreas.

CERTIFICACIÓN DEL DISEÑO Y CALENDARIO DE DESPLIEGUE

Además de proporcionar una base de coste para los proyectos de los Estados Unidos, los proyectos EPR francés y finlandés proporcionan también un grado de certeza regulatoria debido a que los procesos de licencia y certificación del diseño del U.S. EPR se apoyan en el trabajo de diseño ya realizado para las unidades europeas. "Tenemos gran confianza en que nuestra propuesta de certificación del diseño la documentación de acompañamiento serán completas y de gran calidad", comenta Christopher. (figura 5)

AREVA inició el proceso de presolicitud en febrero de 2005 para familiarizar al personal de la NRC con el diseño de la planta. La fase 1 del proceso de presolicitud del U.S. EPR finalizó a comienzos de 2006. Dichas interacciones incluían varias reuniones y entregas de informes específicos, así como una visita del personal de la NRC a las ins-

talaciones de AREVA en Europa. La fase 2 de la revisión de la presolicitud del U.S. EPR se inició a comienzos de 2006 y concluirá con la entrega de la solicitud de Certificación del Diseño en diciembre de 2007. La certificación se espera para 2010.

La solicitud de la Licencia Combinada de Construcción y Operación (COL) de la primera unidad del U.S. EPR se está realizando en paralelo con la solicitud de certificación del diseño, lo que no sólo acelera el calendario de obtención de licencia, sino que también facilita la continuidad de la documentación y finalización de ambas solicitudes. La sección de Informe Ambiental de la COLA del U.S. EPR #1 se presentó en julio de 2007 y la solicitud completa sigue su curso previsto para su presentación el 15 de marzo de 2008.

Junto a la revisión de la NRC, el U.S. EPR está sirviendo también como la primera planta del Programa Multinacional de Evaluación de Proyectos (Multinational Design Evaluation Program, MDEP) de la NRC, un nuevo modelo de cooperación internacional para la licencia de reactores. El MDEP es importante para el éxito del despliegue de nuevas plantas nucleares en el mundo debido a que potenciará los recursos y aumentará el alineamiento entre los distintos organismos regulatorios naciona-

les, optimizando de esta forma la eficacia de licencias, los costes, y se centrará en temas de seguridad, al tiempo que se acomodan las diferencias en las condiciones y requisitos locales.

EL MODELO DE NEGOCIO UNISTAR NUCLEAR

UniStar Nuclear, la empresa conjunta de Constellation Energy y AREVA lanzada en septiembre de 2005, es un modelo único de negocio habilitado por la actual legislación sobre energía. UniStar Nuclear ofrece un marco de negocio que conduce al desarrollo de futuras empresas de proyectos que obtengan licencia, construyan, sean propietarios y operen plantas de energía nuclear como parte de una flota estandarizada. Dicho marco proporciona un "todo en uno" que incluye al fabricante del reactor y la cadena de suministro (AREVA); un arquitecto-ingeniero/constructor (Bechtel); un operador experimentado de flotas nucleares (Constellation Energy); contratos estandarizados de ingeniería, aprovisionamiento y construcción; licencias estandarizadas; y una diversidad de opciones de propiedad con compartición de riesgos. El objetivo de UniStar Nuclear es desplegar una flota de al menos cuatro unidades U.S. EPR idénticas a través de empresas de proyecto cuyos socios participen en el COL y en el desarrollo, construcción, propiedad, funcionamiento y mantenimiento de cada proyecto de planta. La ventaja principal del modelo de negocio UniStar Nuclear es la flexibilidad de los términos comerciales en el contexto de proyectos altamente estandarizados que cumplan las necesidades diversas de los socios potenciales – lo que incluye a una nueva clase emergente de participantes no nucleares, para la que es ideal el modelo de negocio "todo en uno" de UniStar Nuclear.

Además, UniStar Nuclear ha entrado recientemente en un acuerdo con AmerenUE, para ayudar a preparar una solicitud combinada de licencia de construcción y operación. Este acuerdo se añade a la creciente lista de potenciales proyectos de desarrollo nuclear de UniStar Nuclear que hay ahora en consideración en todo el país.

El interés de estos grupos por trabajar con UniStar Nuclear demuestra la flexibilidad del modelo de negocio UniStar Nuclear y da validez a la idoneidad de la tecnología del U.S. EPR para el mercado norteamericano, que, indudablemente, continúa evolucionando mientras cambia hacia un portafolio más diversificado de fuentes eléctricas para asegurar la seguridad energética de los Estados Unidos en décadas venideras. ■