

EVOLUCIÓN, NO REVOLUCIÓN

J. SEGARRA - C. MASLAK

El artículo analiza el entorno que rodea el proceso de creciente aceptación de la energía nuclear como una de las alternativas disponibles para mitigar los efectos de la emisión de gases tipo invernadero y facilitar el cumplimiento de los objetivos del tratado de Kyoto al tiempo que se satisfacen las necesidades de carga base para cubrir la creciente demanda eléctrica y mantener la estabilidad de los sistemas. Se exponen los avances en el programa 2010 del Departamento de Energía de EE.UU, tanto en cuanto a la certificación del diseño del reactor pasivo avanzado de GE, ESBWR y su posible aplicación a proyectos concretos, como en lo que respecta a operación y programas de construcción del reactor avanzado ABWR. Ambos diseños son perfectamente aplicables a posibles proyectos en Europa.

The article reviews the environment surrounding the process of increasing acceptance for nuclear power as one of the available alternatives to mitigate the effects of greenhouse gases emission and facilitate compliance with Kyoto Treaty goals. It discusses also the value of nuclear power to meet the base load requirements to meet growing electric demand while maintaining grid stability. Mention is made of the progress in DOE 2010 Program, as well in regard to Design Certification of GE's advanced passive reactor ESBWR and its possible application to specific projects, as for the operation and construction progress of the ABWR. Both designs are perfectly applicable to possible European projects.

EL DISEÑO DE CENTRALES NUCLEARES SE ENCUENTRA EN EVOLUCIÓN

En algunos países, la combinación del coste creciente de los combustibles basados en hidrocarburos y la inquietud por los cambios climáticos causados por los gases de efecto invernadero ha desembocado en una **revolución** en la demanda de energía nuclear. Por otro lado, otros países han seguido construyendo centrales nucleares y GE está aprovechando esa experiencia de ingeniería y construcción en la **evolución** y la mejora constante del diseño de las centrales.

El ESBWR, el diseño mejorado de GE, se presentará este verano ante la Nuclear Regulatory Commission (NRC) de los EE.UU. para que dé el vis-

to bueno a su diseño, lo cual será un avance considerable hacia el comienzo de la construcción de una nueva central en los Estados Unidos. Se espera que la NRC dé el visto bueno definitivo a la central ESBWR en 2007 otorgándole la Certificación Final del Diseño. Un diseño aprobado por anticipado hará posible completar la construcción en un máximo de 36 meses, desde el primer hormigón hasta la carga de combustible, de manera que, suponiendo que el proyecto se iniciara en 2010, la central estaría en funcionamiento comercial en 2014.

En EE.UU., el proceso de aprobación y concesión de permisos de una central nuclear es exigente y riguroso. Una vez GE, con el apoyo de sus socios, presente la solicitud de certificación del diseño, la NRC dará comienzo a un proceso metódico donde se distinguen tres actividades principales: el informe de evaluación de la seguridad (*Safety Evaluation Report*), la aprobación del diseño definitivo (*Final Design Approval*) y la certificación del diseño (*Design Certification*). Las actividades previas a la certificación ya aprobadas por la NRC son los programas de prueba de las características de seguridad pasiva y los métodos de análisis de accidentes por pérdida de refrigerante (*Loss of Coolant Accident*). La cantidad de tiempo necesaria para completar esas tareas se verá reducida por la ingente experiencia que atesora GE en diseños similares. La construcción de la central se iniciará cuando se obtenga la "licencia combinada de construcción y funcionamiento" (*combined operating license*), previsiblemente en 2010.

GE está respaldada por cuatro décadas de experiencia en la construcción

de centrales nucleares en Europa, Norteamérica y Asia. La central ABWR de GE (que significa *Advanced Boiling Water Reactor*, o reactor avanzado de agua en ebullición), construida por primera vez en Japón en 1996, era un modelo evolucionado del modelo anterior de GE (BWR/6). En la actualidad hay tres centrales en funcionamiento en Japón, se están construyendo otras tres en Taiwán y Japón y ya hay planeadas nueve más para Japón. La experiencia acumulada recientemente con las centrales ABWR ha contado con aportaciones fundamentales de cuatro empresas españolas (Inabensa, del Grupo Abengoa; Empresarios Agrupados; Tecnatom; y ENSA (Equipos Nucleares)) así como de otras siete empresas europeas (Skoda; Weir Clear Liquid y Weir Valves and Controls; KSB; Inven-sys; Rheinmetall Defense Electronics; y CCI). La construcción de una central ABWR o ESBWR en España o en Europa se beneficiaría directamente de la experiencia acumulada por esas empresas.

Las centrales construidas en Japón se finalizaron a tiempo y cumpliendo sus presupuestos. En su empeño por seguir consolidando aún más la seguridad, GE consiguió reducir la frecuencia de daños calculados al núcleo en un caso hipotético de accidente severo en un orden de magnitud mediante la instalación de bombas internas en el reactor y la mejora de los sistemas de refrigeración de emergencia del núcleo. Estas bombas, que van montadas en las vasijas, eliminan la necesidad de un gran número de tuberías de recirculación, sobre todo en lo relativo a penetraciones por debajo de la vasija. También se ha mejorado la respuesta frente a eventuales osci-



Figura 1. Instalación de la Vasija de Presión del Reactor en la Unidad nº 1 de la central de Lungmen en Taiwan (Marzo de 2005).

laciones transitorias evitando disparos automáticos del reactor. Gracias a la pasivación con nitrógeno se han eliminado los riesgos para la integridad de la contención que supone la generación de hidrógeno. Se cumplieron todos los objetivos del diseño del ABWR, entre ellos: diseño para una vida de 60 años, menos de un disparo automático no planeado al año, un intervalo de recarga de combustible de 18 a 24 meses y un periodo de construcción de 39 meses.

Las centrales ABWR de Japón y Taiwán tienen una potencia de 1.350 MWe que emplean una combinación de circulación natural y forzada. La experiencia de GE en el acopio de equipos, construcción y diseño detallado de centrales, ABWR se puede aplicar directamente a las centrales ESBWR. El diseño ESBWR es la prolongación de esta evolución; es una central de 1.550 MWe que emplea sólo circulación natural y proporciona una solución económica en plazos más cortos. La circulación natural ha eliminado los sistemas de recirculación y de apoyo que se encuentran en el diseño ABWR. Además, los sistemas de inundación de alta y baja presión se han combinado para dar lugar a un único sistema de refrigeración de emergencia del núcleo que carece de bombas y se sustenta en la gravedad (mejorando cuatro divisiones separadas). La simplificación del diseño reduce el volumen del sistema de seguridad y mejora la economía global en la generación de electricidad.

Tanto el diseño de la central ESBWR como el de la ABWR son válidos para Europa, si bien la elección última queda pendiente de los criterios del cliente. La central ABWR, que puede llegar a potencias de 1.600 Mwe cuenta con las licencias correspondientes y un historial de funcionamiento probado, lo que la convierte en la mejor opción para clientes que exigen experiencia de funcionamiento previa al contrato. Por su parte, la central ESBWR es la mejor opción para aquellos clientes que no exigen tal experiencia de funcionamiento, prefieren una producción mayor sin limitaciones en las líneas de transmisión y buscan los beneficios económicos derivados de la simplicidad de la instalación y el diseño operativo. GE ofrece y apoya ambos diseños.

Ambos diseños de GE están siendo estudiados por el Departamento de Energía de los EE.UU., en concreto por el Programa Energía Nuclear 2010, cuyo propósito es avanzar en el desarrollo, la concesión de licencias y la construcción de reactores nucleares de tecnología avanzada. Dicho programa requiere que el Dpto. de Energía de los EE.UU., las empresas energéticas y los fabricantes de reactores se repartan los costes de investigación, certificación y concesión de licencias del diseño de todo reactor avanzado. Hay tres contratos basados en el Programa 2010: dos estudian exclusivamente la tecnología de GE y el tercero estudia tanto la de GE como el diseño de otro fabricante de reactores.

En virtud de uno de los contratos,

TVA estudia el coste y los plazos asociados a instalar un ABWR de diseño GE en la central de Bellefonte que tiene en servicio un reactor de agua presurizada. Por el segundo contrato, Dominion colabora con GE para obtener la aprobación de una central ESBWR (situada en North Anna, en el estado de Virginia) y la concesión de la correspondiente licencia combinada de construcción y funcionamiento por parte de la NRC de los EE.UU. Por último, conforme al tercer contrato, NuStart Energy Development LLC, que es un consorcio estadounidense formado por nueve destacadas empresas eléctricas y dos suministradores de centrales nucleares, están probando el nuevo proceso racionalizado de la NRC para obtener licencias combinadas de construcción y funcionamiento para construir centrales nucleares nuevas en determinados emplazamientos.

La Ley de Política Energética (*Energy Policy Act*) de 1992 cambió el proceso de tramitación de licencias para centrales de energía nuclear. Sin embargo, el nuevo proceso aún no se ha llevado a la práctica y se probará en el marco del Programa 2010 del Departamento de Energía. Conforme al procedimiento ideado en los años 60, las diversas empresas recibían un permiso para construir determinada unidad y, a continuación, solicitaban la aprobación de la NRC para ponerla en funcionamiento (cuando ya estaba construida), con lo que la inversión en la central era incierta. En cambio, con el nuevo proceso de concesión de licencias combinadas de construcción y funcionamiento, se concede simultáneamente el permiso para construir la central y para ponerla en funcionamiento. Además, la comunicación con las autoridades públicas tiene lugar al principio del proceso, antes de iniciar la construcción. También cabe agregar que, dada la naturaleza del procedimiento original de concesión de licencias, los diseños de muchos de los reactores que existen hoy día no fueron homogéneos. Ahora, el proceso de certificación del diseño permite a los fabricantes de reactores asegurarse por adelantado la aprobación del NRC del diseño básico y del enfoque seguido para tratar diversas consideraciones específicas de la central. Si se mantiene el diseño básico que fue aprobado, se reduce el riesgo de exceder el presupuesto o los plazos de tiempo.

La campaña de ecomagination de GE para Europa se lanzó el 29 de junio de 2005, en el Global Research Center de Garching, Munich. Esta iniciativa constituye la respuesta de GE

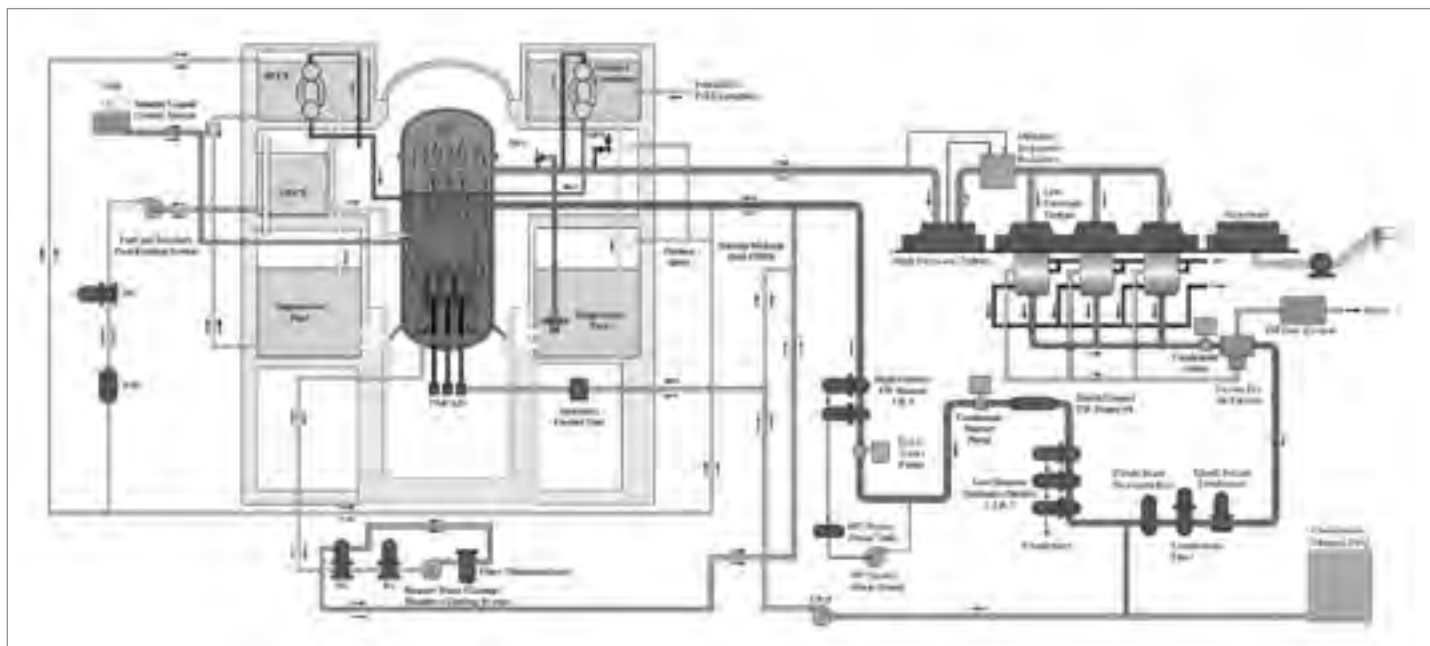


Figura 2. El diseño de la central ESBWR reduce los retos del operador – Ciclo directo con simplificaciones importantes.

a la creciente inquietud y a los retos medioambientales a los que se enfrenta nuestro planeta en la actualidad. La ecomagination es una destacada iniciativa de GE que se centra en el desarrollo de nueva tecnología, soluciones nuevas para el cliente, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la eficiencia en el consumo de energía. Asistieron al lanzamiento de esta campaña más de 125 invitados externos, entre ellos clientes, políticos de la zona y miembros de la comunidad científica. Entre sus observaciones, Jeff Immelt, Presidente y Director Ejecutivo de GE, apuntó que los distintos países, en un contexto caracterizado por la reducción de las reservas de petróleo y gas natural, una persistente dependencia de fuentes de energía importadas y a veces inestables, junto con la volatilidad de precios y la inquietud por el clima del planeta, aún no han llegado a comprender las oportunidades que ofrecen las energías eólica, solar, nuclear, el carbón limpio y otros recursos renovables.

Desde ahora hasta el 2010, GE invertirá 1.250 millones de euros al año en la investigación de tecnologías más limpias de generación, transporte y consumo de energía. Se espera que este aumento de las inversiones permita doblar los ingresos provenientes de productos y servicios que proporcionen a los clientes ventajas cuantificables en cuanto a rendimiento medioambiental: de 8.300

millones de euros en 2004 hasta al menos 16.600 millones de euros en 2010. La energía nuclear puede desempeñar un papel fundamental a la hora de cubrir la demanda futura de energía de una manera responsable con el medio ambiente. A través de la ecomagination, GE está invirtiendo en sus personas, su infraestructura y su tecnología con el fin de asegurarse el posicionamiento correcto, de modo que pueda apoyar los avances tecnológicos que impulsarán nuevas soluciones globales en la energía,

incluyendo a la industria nuclear y a sus clientes.

GE Energy está invirtiendo en una nueva generación de tecnologías de energía nuclear que brinden apoyo a las centrales ya existentes y a la **revolución** de la industria nuclear de todo el mundo. Desde el uso de tecnología de seguridad pasiva en el reactor ESBWR de nueva generación hasta diseños con combustible avanzado, pasando por soluciones de control digital, GE Energy está mejorando las tecnologías del diseño nuclear



Figura 3. Simulador de la Sala de Control de Lungmen (alcance de Inabensa, RDE, y Tecnomat).

del mañana. Nuestra empresa cree firmemente que las tecnologías de la energía nuclear deberían desempeñar un papel fundamental a la hora de proporcionar tecnología que nos ofrezca energía más limpia, más segura, fiable y económica, y los valores de la ecomagination guiarán este desarrollo.

En efecto, mediante su **evolución** en el diseño, en los procesos y en las personas, GE Energy contribuye a mantener la esencia del capital intelectual y los recursos humanos que serán necesarios para construir nuevas centrales en Europa y en todo el mundo.



Jaime SEGARRA CULILLA es Doctor Ingeniero Industrial por la ETSII de Barcelona. Siguió cursos de Física e Ingeniería Nuclear y Electrónica en la JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR, y cursó asimismo estudios de Administración de Empresas, para postgraduados, en España y Suiza. Comenzó a prestar sus servicios en IGE-Spain en 1964 y pasó posteriormente a GENERAL ELECTRIC TECHNICAL SERVICES COMPANY, donde ha desempeñado diversos cargos, que incluyen el de Director de Sistemas Eléctricos, dentro del Distrito Sur de Europa y Director de Servicios Nucleares para C.N. Cofrentes. En Enero de 1992, fue nombrado Director de Energía Nuclear para España, con las de Director de Marketing de GENUSA. En Octubre de 1998 fue nombrado Director de Energía Nuclear para Europa.

En el desempeño de las citadas funciones ha participado en las áreas técnicas, comerciales y contractuales de numerosos Proyectos en Centrales Térmicas, Nucleares y de Turbinas de Gas, así como Acuerdos de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología. Es miembro del Colegio de Ingenieros Industriales de Madrid y de la SNE desde su fundación.



Chris MASLAK es el responsable de Marketing para las Centrales Nucleares de GE Energy. Ha acumulado 23 años de experiencia técnica y comercial en GE. Ha ocupado puestos de ingeniería en el diseño de sistemas, rendimiento termodinámico y gestión de ingeniería de aplicaciones, así como puestos comerciales en ofertas globales, desarrollo del mercado de combustión por gas y de ciclo combinado integrado de gasificación, y gestión de la línea de productos de turbinas avanzadas de gas. El Sr. Maslak es licenciado en ingeniería mecánica de la Academia de la Marina Mercante de USA en Kings Point.