

EL RESURGIMIENTO DE LA ENERGÍA NUCLEAR

INNOVACIÓN EN MÉXICO



Héctor Cuapio Ortiz

INTRODUCCIÓN

- Análisis de las razones que sustentan el resurgimiento de la energía nuclear.
- **Aplicación en México**

TEMAS DE DISCUSIÓN

- ¿Por qué la industria nuclear de EU está a punto de iniciar su mayor expansión en más de una generación?
- ¿Influirá esto en la política energética del mundo?

PROPÓSITO

- El propósito puede lograrse desde varios puntos de vista:
 1. Descripción científico técnica tanto de los fenómenos nucleares básicos como de la estructura de la materia.
 2. Mediante una exposición de las tecnologías que han hecho posible su uso.
 3. Mediante una evaluación de las oportunidades energéticas actuales o futuras, hasta una estimación de sus riesgos.
 4. Mediante el estudio de su impacto socioeconómico, consecuencia de su grado de uso y hasta las consideraciones políticas asociadas a su beneficio.

ELECCIÓN

- Si aceptamos el hecho de que hablar de energía es hablar de política, entonces he preferido presentar un panorama de las condiciones económicas y políticas en que respaldan el resurgimiento de la energía nuclear.

PROGRAMA NACIONAL NUCLEOLÉCTRICO (PNN)

- Importancia: Incidencia en la industria del país.
Recursos humanos
Equipos y proyectos de I+D



Afección de todas las ramas de la economía.

- Sólo los países más industrializados pueden ser autónomos.
- La creación de una industria nuclear propia es un lento proceso de transferencia de tecnología que depende de la entidad del programa nacional y de la capacidad interna de asimilación tecnológica.

CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA NUCLEAR (IN)

1. **Pesada.** Definida por su gran tamaño.
2. Requiere de un **tamaño mínimo** de mercado interno y oportunidades claras de explotación.
3. Requiere de un **alto número de subcontratantes y suministradores** que permiten activar sectores diversos como el metalúrgico, el mecánico, el electrónico, etc., obligándolos a trabajar en estrecha coordinación con objeto de **garantizar un producto final de calidad.**
4. Necesita de **ingenieros altamente calificados** que permitan una integración y optimización de todos los aspectos técnicos y económicos. La IN ha permitido la promoción de expertos.
5. Cataliza el **desarrollo de nuevas y avanzadas tecnologías:** materiales sometidos a altos flujos de radiación y a situaciones excepcionales de presión, temperatura, radiación, corrosión, envejecimiento, etc.

CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA NUCLEAR (IN)

1. Montajes precisos
2. Automatización
3. Alineamientos por láser e inteligencia artificial
4. Soldadura por haz de electrones, etc
5. Implica la existencia de controles en todos los niveles operativos
6. Requiere disponer de reactores nucleares experimentales para prueba de materiales o circuitos de experimentación.
7. Control de calidad muy estricto.
8. Lo anterior es posible si se dispone de un entramado industrial suficientemente desarrollado en el que sea factible llevar a la práctica una normalización muy estricta de la producción.
9. Aspecto importante lo constituye el disponer de combustible nuclear. (18,000 ton) (URAMEX) (Centro y norte del país) (enriquecimiento bajo contrato con EU) (Fábrica de elementos combustibles)

SEMINARIO INTERNACIONAL

- El 19 y 20 de abril de 2006, se realizó un Seminario Internacional denominado “El resurgimiento de la energía nuclear” ¿Una opción para el cambio climático y para los países emergentes?

- Los temas fueron:
 1. Los países emergentes y la opción nuclear.
 2. La nucleoelectricidad como respuesta al cambio climático y a la necesidad de diversificar las fuentes de energía.
 3. La opción nuclear en el contexto de las reformas de los mercados energéticos
 4. ¿Cuál es la situación de la energía nuclear en algunos países desarrollados? Inglaterra, Francia, Japón, EU, México

CONCLUSIONES DEL SEMINARIO INTERNACIONAL

- Habrá nuevas centrales nucleares en México
- México combatirá el cambio climático mediante centrales nucleares.
- El desarrollo sustentable de México requiere de centrales nucleares.
- Un programa de energía nuclear en México, permitirá reducir los precios de la electricidad.
- Se propuso que los nuevos reactores fueran como los que ya existen en la CNLV.

DATOS GENERALES

- De septiembre a diciembre de 2007, la Comisión Reguladora Nuclear (NRC) de Estados Unidos recibirá 12 solicitudes de construcción de reactores nucleares para siete sitios diferentes.
- Al mismo tiempo se prepara para considerar otras 15 solicitudes en 11 emplazamientos el próximo año.
- Si tienen éxito, el número de reactores en el país aumentará en un tercio. Actualmente EU cuenta con 104 reactores y una potencia nuclear instalada de 98298 MW.
- Los nuevos reactores serán más poderosos que los antiguos. El reciente entusiasmo para construir reactores significa que el “renacimiento nuclear” de EU está a punto de convertirse en realidad.

DATOS GENERALES

- Desde los años 70, lejos de ser “demasiado barata” –, la energía nuclear ha resultado muy cara para tener relevancia. El problema ha sido y es **financiero**: construir reactores nucleares cuesta mucho, pero su funcionamiento es relativamente barato.
- Para ser redituables, deben construirse con **rapidez** para minimizar el periodo en el que no hay ingresos y se acumulan los pagos de intereses sobre préstamos de construcción.
- La generación anterior de reactores nucleares estadounidenses tuvo problemas con alarmas de seguridad, revisiones de diseño y lentos procedimientos regulatorios que redundaron en construcciones prolongadas de manera ruinosa.

DATOS GENERALES

- El reactor nuclear más reciente de Estados Unidos (EU), en Watts Bar, Tennessee, comenzó operaciones en 1996. Se necesitaron 6 mil 900 millones de dólares (mdd) y 23 años para terminarlo.
- Otra planta, en Shoreham, Nueva York, fue terminada y probada, pero no le han permitido iniciar operaciones comerciales debido a la oposición local. Cuando se canceló, en 1994 –21 años después del inicio de la construcción–, los gastos se habían disparado de 70 mdd a 6 mil mdd.
- Con respecto a la **Seguridad nuclear**, la energía nuclear no tiene expediente limpio.
- Nunca ha habido una liberación catastrófica de radiaciones en países de Occidente, pero en 1986 ocurrió una en Chernobil.

ASPECTOS REALES

- EU estuvo cerca de un desastre similar en 1979, cuando un reactor en Three Mile Island, Pensilvania, se sobrecalentó y comenzó a fundirse.
- Después ha habido pánicos menores de seguridad y escándalos en muchos países, incluyendo Gran Bretaña, Alemania y Suecia.
- En agosto, un terremoto causó varios pequeños escapes radiactivos en un reactor nuclear de Japón.
- Es posible que la siguiente generación de reactores nucleares sea muy diferente. Las empresas constructoras, como General Electric (GE) y Westinghouse de EU, y fabricantes extranjeros como Areva, de Francia, insisten en que esos episodios serán cosa del pasado. Sus modelos recientes, afirman, son más simples y seguros que los reactores nucleares actuales.
- Esto debería facilitar la obtención de permisos de funcionamiento, construir con mayor rapidez, abaratar la operación y disminuir el riesgo económico.

¿QUÉ SIGNIFICADO TIENE ESTO?

- Es probable que los contratistas mejoren la construcción, la NRC su supervisión y las empresas su operación.
- El Congreso de EU aprobó nuevos subsidios para fomentar la industria.
- Existe un proceso de consolidación: Con el tiempo que ha transcurrido, las empresas estadounidenses (también México) se han acostumbrado a sus actuales plantas nucleares ahora que funcionan de manera más eficiente.
- Al mismo tiempo, la NRC ha acordado ampliar la vida laboral de casi la mitad de los reactores nucleares de EU por 20 años más.

PRECIOS

- En casi todo EU, el precio de la **energía** al mayoreo está estrechamente unido al precio del **gas natural**, ya que las plantas que utilizan gas son las que proporcionan la energía adicional que se requiere en momentos de demanda máxima. Así que, durante los años pasados, **el precio de la energía se ha elevado cuando se elevaba el del gas**, mientras que los gastos de operación de los reactores nucleares han permanecido más o menos estables.
- De acuerdo con la Administración de Información Energética del Gobierno, en 2005 el precio promedio de la **energía** al mayoreo era de **5 centavos por kilovatio/hora (kwh)**; el Instituto de Energía Nuclear calcula que el **gasto promedio de explotación de los reactores nucleares** de EU era de **1.7 centavos por kwh** ese año. Así que sus márgenes de ganancia eran de casi **200%**.

NUEVOS PROYECTOS

- Con las ganancias anteriores: No es de asombrar que las empresas apresuren ante la NRC la licitación de sus proyectos de nuevos reactores. Pero para lograr que cualquiera de ellos se ponga en marcha no sólo deben persuadir a la NRC de la seguridad de sus diseños, sino también a los banqueros de que no se repetirán las catástrofes financieras de los años 70 y 80. Anotan tres motivos para el optimismo: a) han cambiado las condiciones del mercado de energía, b) se ha vuelto más eficiente el proceso de la NRC para obtener permisos y c) se han revisado las técnicas de construcción.
- Hasta hace poco, las plantas que utilizan carbón parecían ser las inversiones más seguras. Pero hoy día la mayor parte de las empresas esperan –y en algunos casos exigen– que el Congreso limite, en un futuro próximo, las emisiones de gases de efecto invernadero para moderar el cambio climático. Las plantas a base de carbón que tienen una vida laboral de 40 años o más, expelen el tipo de contaminación que causa el calentamiento global, en tanto que **las nucleares casi no producen gases de efecto invernadero.**

EFEECTO INVERNADERO

- El **carbón** es objeto de un masivo “**riesgo regulador**” por sí mismo. Las empresas acuden en masa a **tecnologías verdes**, como turbinas de viento y paneles solares. Pero para una fuente constante de poder limpio tienen pocas opciones diferentes a la nuclear. (Densidad de Flujo de Energía).
- La NRC ha simplificado sus procedimientos. La comisión acostumbraba solicitar que las empresas obtuvieran **dos licencias diferentes**, la primera para **construir el reactor nuclear** y la segunda para **echarlo a andar**. Ambas solicitudes implicaban largas revisiones que culminaban en interminables audiencias públicas. Nuevos reactores, como el de **Shoreham**, podrían terminarse a gran costo y no obtener nunca licencia de operación. Así que hoy la NRC combina las dos etapas: **las empresas pueden solicitar ahora una “licencia combinada para construcción y operación”**. La construcción no puede comenzar –y la mayoría de las partes de la planta tampoco– hasta que la licencia se emita.

ACTIVO PAPEL DE LA NRC

- Para acelerar más las cosas, la comisión permite que las empresas vendan **reactores nucleares para obtener por adelantado diseños aprobados**. Así, cuando una empresa solicite construir un reactor sobre un diseño aprobado, la NRC sólo tendrá que revisar las modificaciones relativas al sitio.
- Westinghouse ha logrado que su modelo AP-1000 (Advanced Passive) sea aprobado; la comisión está en proceso de certificar el último modelo de GE, denominado ESBWR (Economic Simplified Boiling Water Reactor) y Areva está a punto de presentar una solicitud para su nueva oferta, el EPR (European Pressurized Reactor). Todos de la generación III+

ACTIVO PAPEL DE LA NRC

- Las empresas pueden pedir ahora que la NRC apruebe un emplazamiento como conveniente para estación nuclear antes de embarcarse en los gastos y molestias de solicitar una licencia combinada. Cuatro compañías han solicitado estos “**permisos preliminares de sitio**” y dos los han recibido ya.
- Otra pequeña reducción implica presentar la parte ambiental de una licencia combinada antes de la parte que se refiere al diseño.
- UniStar, operación conjunta entre Constellation de EU y Électricité de Francia, presentó en julio la documentación necesaria para un nuevo reactor en Maryland

ACTIVO PAPEL DE LA NRC

- La comisión se ha encargado también de inquirir a las empresas sobre sus proyectos nucleares antes de que llegue cualquier solicitud. Así puede asegurarse de contar con el personal suficiente para manejarlos, y saber cuántas nuevas plantas están en proceso. La NRC contrata cerca de 200 nuevos empleados al año, y como la mayoría de las empresas que piensan instalar reactores nucleares están en el sur, ha establecido una oficina regional en Georgia para coordinarse con ellas de manera directa.
- La NRC calcula que necesitará dos años y medio para revisar cada solicitud y un año más para realizar audiencias sobre sus conclusiones. La certificación de nuevos diseños de reactor podría tomar no menos de cuatro años: Areva dice que su solicitud para el EPR llega a 17 mil páginas y llena un pequeño estante. Sin embargo, la comisión espera emitir sus primeras nuevas licencias en 2011.

PRECAUCIONES

- Fue la oposición de funcionarios locales y estatales, lo que evitó el funcionamiento de la planta Shoreham. Aunque no tienen autoridad explícita para obstruir los nuevos reactores, los funcionarios locales pueden negar permisos de uso de aguas fluviales para el enfriamiento, por ejemplo, o negarse a cooperar sobre planes de emergencia.
- Las empresas esperan evitar esos escollos al ubicar sus nuevos reactores sólo en jurisdicciones amigables y preferentemente al lado de los ya existentes. Los vecinos de esos enclaves saben que la ampliación de las actuales instalaciones nucleares generará empleos y producirá más ingreso fiscal. Además, se han acostumbrado a tener reactores nucleares cerca y no encuentran la idea aterradora en particular.

PREOCUPACIONES

- A los banqueros les preocupa que cuando los nuevos diseños y los nuevos procedimientos de la NRC se pongan a prueba, surjan **defectos ocultos**.
- NRG Energy, empresa generadora que está solicitando **construir dos nuevos reactores en Texas**, ha optado por uno de los diseños más viejos y ya probados de GE, aun cuando esa compañía insiste en que su ESBWR es más barato de construir y operar. (Idem con la posición de México).
- Las empresas confían también en poder construir los nuevos reactores más rápido que antes. Muchas ya han ordenado las partes que tardan mucho en construirse. Y han buscado socios que concluyeron, a tiempo y dentro del presupuesto, proyectos nucleares en otros países. Westinghouse, por ejemplo, señala el historial ejemplar de su casa matriz, Toshiba, en Japón. De manera similar, GE ha hecho equipo con Hitachi, otro respetado contratista nuclear japonés. Areva, mientras tanto, observa la serie de plantas exitosas que ha construido en unión con EDF de Francia.

PREOCUPACIONES

- Los tres vendedores afirman que planean ahorrar tiempo y dinero al usar tantas partes idénticas como sea posible para los diversos reactores nucleares que ellos construyen en EU, a diferencia de los diseños hechos a la medida del pasado. Todo esto, dicen, debería reducir a cuatro años el tiempo requerido para construir, lo que permitiría que los primeros reactores nuevos estuvieran en servicio en 2015 o 2016.

- El presidente de NRG, dice **que los bancos no están preparados para prestar dinero para construir reactores nucleares en EU sin alguna seguridad complementaria.**
- La seguridad que buscan la proporciona la Ley de Política Energética que el Congreso aprobó en 2005, la cual ofrece cuatro diferentes subsidios para nuevos reactores:
 1. Concede hasta 2 mil millones de dólares en seguros contra retrasos reguladores y demandas a los seis primeros reactores que reciban licencias y comiencen la construcción.
 2. Extiende una vieja ley que limitaba la responsabilidad de una empresa a 10 mil mdd en caso de accidente nuclear.
 3. Proporciona un crédito fiscal de 1.8 centavos por kwh para los primeros 6 mil megavattios generados por las nuevas plantas.
 4. **Ofrece garantías para un número indeterminado de préstamos para financiar nuevos reactores nucleares y otros tipos de centrales eléctricas que usen tecnología “innovadora”.**

- El alcance de estas garantías es objeto de gran controversia. Algunos políticos dicen que los gastos pudieran agigantarse; otros se quejan de que el Departamento de Energía, que lo administrará, cuida mucho el dinero. Algunos expertos financieros argumentan que las reglas, no permiten que los bancos emisores reempaqueten y vendan los préstamos en cuestión, lo que los hace menos atractivos. Hay también debate sobre la proporción de la deuda que debería ser cubierta: la ley dice que hasta 80% de los gastos de construcción, pero eso podría ser suficiente para cubrir el total del préstamo, con lo que los bancos no correrían ningún riesgo. **Hasta que todo esto se resuelva, insisten los directivos de las empresas, no se construirán nuevos reactores nucleares.**

DESECHOS NUCLEARES

- El destino de los desechos nucleares estadounidenses, que el gobierno ha prometido retirar y almacenar durante un millón de años, es otro asunto sin resolver.
- Se necesita que las empresas aporten la **décima parte de un centavo por cada kilovatio hora de energía nuclear** que generan para ayudar a sufragar los gastos de transportación de los desechos nucleares a un depósito seguro y almacenarlo allí de manera permanente. La única dificultad es que no existe aún ningún depósito así.
- La mayoría de los países con programa nuclear han decidido que el modo más seguro de almacenar sus desechos es el **subterráneo, enterrándolos en contenedores herméticos**. Pero nadie en realidad ha construido instalaciones así.
- EU ha seleccionado el sitio para uno en la montaña Yucca (Yucca Mountain), cerca de Nevada.

DESECHOS NUCLEARES

- El Departamento de Energía presentará una solicitud a la NRC el año próximo para construir allí un depósito. La comisión, piensa que revisar la solicitud llevará aproximadamente tres años. Los funcionarios afirman que la instalación estará en operación en 2017.
- Pero Harry Reid, senador por Nevada, ha jurado desbaratar el proyecto. De esa manera, el Congreso ha estado recortando el financiamiento para el proyecto de Yucca, el cual se propuso primero en 1978 y desde entonces ha sido objeto de varias demandas. Ahora que Reid es el líder de la mayoría en el Senado, las probabilidades de que alguna vez se construya el depósito han disminuido.
- Mientras, los desechos nucleares siguen amontonándose en estanques y contenedores en los reactores nucleares de todo el país. La comisión los supervisa y sostiene que son seguros en el futuro inmediato. Pero Klein, su presidente, insinúa con discreción que sería prudente que el gobierno encontrara una solución más duradera, en especial porque esto alentaría una expansión espectacular de la energía nuclear.

CONCLUSIÓN

- A pesar de todo, se piensa que esa expansión está en marcha y no es probable que disminuya por las preocupaciones relativas a los desechos.
- Lo único que podría detener un renacimiento nuclear, sería un gran accidente en una de las plantas existentes... Pero ese es un aspecto casi imposible ????

AP-1000 Design Certification Status

Final Design Approved in September 2004
(AP-600 Final Design Approved in Sep 1998)

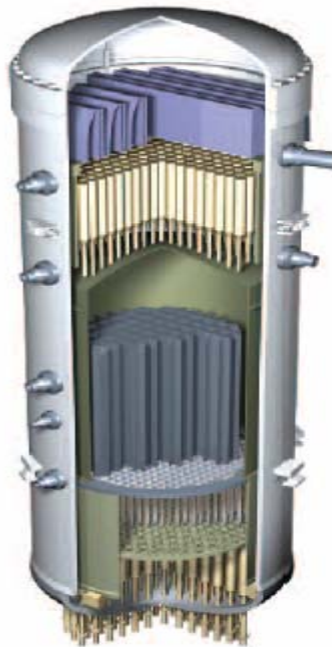
Design Certification Issued January 27, 2006
10 CFR 52 Appendix D
(AP-600 Design Certification Issued in Dec 1999)
10 CFR 52 Appendix C

January 20, 2006 (Nuclear Energy Institute Release)

The Nuclear Regulatory Commission (NRC) approved the final design certification for the Westinghouse Electric Co. AP1000 advanced design reactor. The rule certifying the reactor, which will **remain valid for 15 years**, will be published in the Federal Register in mid-to-late January and become effective 30 days later.

Elegantly Simple, Standardized, Flexible and Economical

GE's next evolution of advanced Boiling Water Reactor (BWR) technology is the ESBWR. This simplified design provides improved safety; excellent economics; better plant security; a broad seismic design envelope; and operational flexibility that increases plant availability.



ESBWR is the latest in a long line of proven GE BWR reactors. ESBWR employs passive safety design features. It is a simplified reactor design, allowing faster construction and lower costs.

A GE-designed Gen III+ reactor, ESBWR is currently in the U.S. Design Certification process. The Design Control Document was docketed by the NRC in 2005, which along with Construction and Operating License (COL) submissions in 2007 will support the commercial operation of new ESBWRs by 2015.

GE is ready to support utilities looking to build an ESBWR nuclear power plant, with a well-established global supply chain.

Benefits and Features of the ESBWR

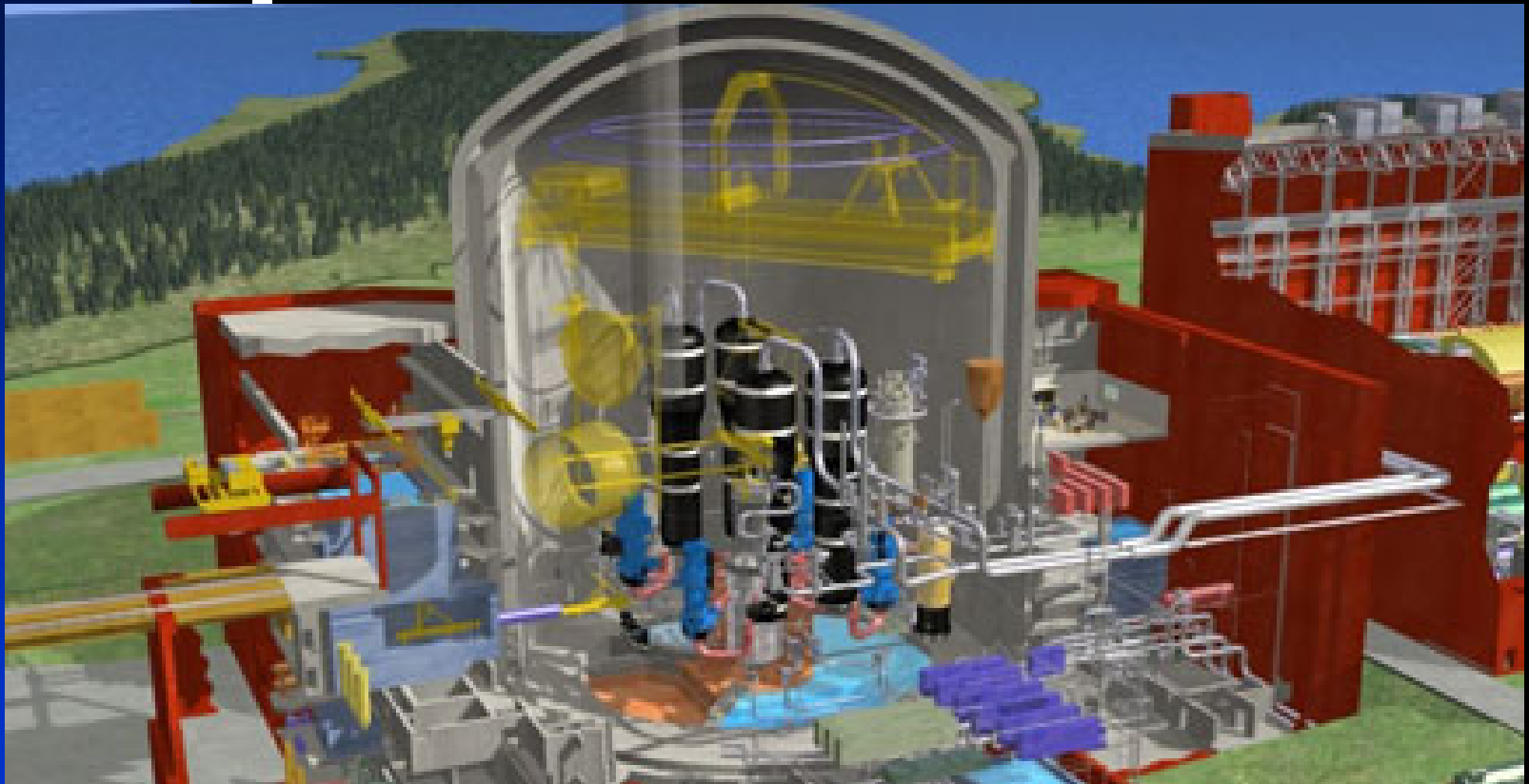
- Simplified design
 - Residual heat transferred to the atmosphere
 - 11 systems eliminated from previous designs
 - 25 percent pumps, valves and motors eliminated from previous designs
- Passive design features reduce the number of active systems, increasing safety
- Incorporation of features used in other operationally-proven BWRs, including passive containment cooling, isolation condensers, natural circulation, and debris-resistant fuel
- Expedited construction schedule due to pre-licensed design and standardized modules
- GE offers an experienced team that is supply chain qualified, with a referenced construction schedule (first concrete to first load) of 36 months

ESBWR Quick Facts

- COD – 2015
- Referenced construction schedule of 36 months
- One ESBWR, replacing the same amount of electricity generated in the U.S. through traditional sources, would reduce green-house gas emissions by an amount equivalent to taking 1.5 million cars off the road

European Pressurized Reactor

The EPR's key assets to support a strategic choice



ACTA DE POLÍTICA DE LA ENERGÍA 2005

- El acta, firmada por el Presidente el 8 de agosto de 2005, contiene un número de artículos relacionados con la energía nuclear, y tres específicamente al Programa 2010.
- En primer lugar, el Acta Price Anderson de Indemnidad de las Industrias Nucleares fue ampliada para amparar las plantas privadas y del Departamento de Energía autorizadas durante el 2005
- Igualmente, el gobierno cubrirá los incrementos de costos debido a demoras de las reglamentaciones, hasta 500 millones de dólares por cada uno de los dos primeros nuevos reactores nucleares, y la mitad de los incrementos debidos a tales demoras (hasta 250 millones de dólares por cada uno) de los siguientes cuatro reactores. Las demoras en la construcción debidos a reglamentaciones enormemente ampliadas, fueron una de los primeros motivos de los altos costos de algunas plantas anteriores.

- Finalmente, "Un crédito del impuesto de producción de 1,8 cents por kilowatio-hora para las primeras 6.000 megawatio-hora de las nuevas plantas de energía nuclear durante los ocho primeros años de su funcionamiento, con un límite anual de 125 millones de dólares. El crédito del impuesto de producción sitúa a la energía nuclear en pie de igualdad con otras fuentes de energía libres de emisiones, incluyendo las eólicas y las de biomasa de circuito cerrado."
- El acta también dota un proyecto de Planta de Energía Nuclear de Nueva Generación en INEEL para producir tanto electricidad como hidrógeno. Esta planta será un proyecto del Departamento de Energía de los Estados Unidos y no está en el ámbito del Programa 2010

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

- **Planeación del Sistema Eléctrico Nacional**
- El Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) es el resultado de estudios coordinados dentro de la planificación integral del sistema eléctrico del país.
- El POISE describe la evolución del mercado eléctrico, así como la expansión de la capacidad de generación y transmisión del Sistema Eléctrico Nacional para satisfacer la demanda de electricidad en los próximos diez años.
- En el capítulo B.4.1 Posibilidades de diversificar las fuentes de generación, constituido por:
 - B.4.1.1 Centrales nucleoelectricas
 - B.4.1.2 Perspectivas de centrales carboelectricas
 - B.4.1.3 Continuidad de la tecnología de ciclo combinado
 - B.4.1.4 Grandes centrales hidroelectricas
 - B.4.1.5 Fuentes renovables

- **Centrales nucleoléctricas:**

En los últimos años, el desarrollo de esta tecnología ha permitido una reducción de sus costos nivelados y un incremento importante en la seguridad de su operación. Además, esta puede ser una solución para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, lo que las hace competitivas en escenarios con restricciones en el suministro y altos precios de gas natural.

B.4.1.1 Centrales nucleoléctricas

Con base en el escenario de referencia de precios de combustibles, la evolución correspondiente al gas natural presenta un incremento considerable de 47% respecto al reportado en 2005. Los estudios de planeación recientes muestran que la expansión de costo mínimo se obtiene mediante una participación importante de proyectos de generación con centrales nucleares.

Si fuera posible iniciar la construcción inmediata con este tipo de tecnología, tales plantas serían seleccionadas en el mediano plazo. Sin embargo, en un plan de expansión factible, se considera la participación de centrales de este tipo hacia la parte final del horizonte de estudio, con unidades de 1356 MW de capacidad bruta. En los análisis de largo plazo, se ha considerado la posibilidad de instalar 8 centrales nucleoléctricas, lo que representaría un total de 10,800 MW.



Gracias