



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

**JORNADA SOBRE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN 2009
ASPECTOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS**

Madrid, 8 de abril de 2010

Nuevos Proyectos Nucleares

Antonio González Jiménez
Director de Estudios y Apoyo Técnico

Los mayores logros de la ingeniería en el siglo XX

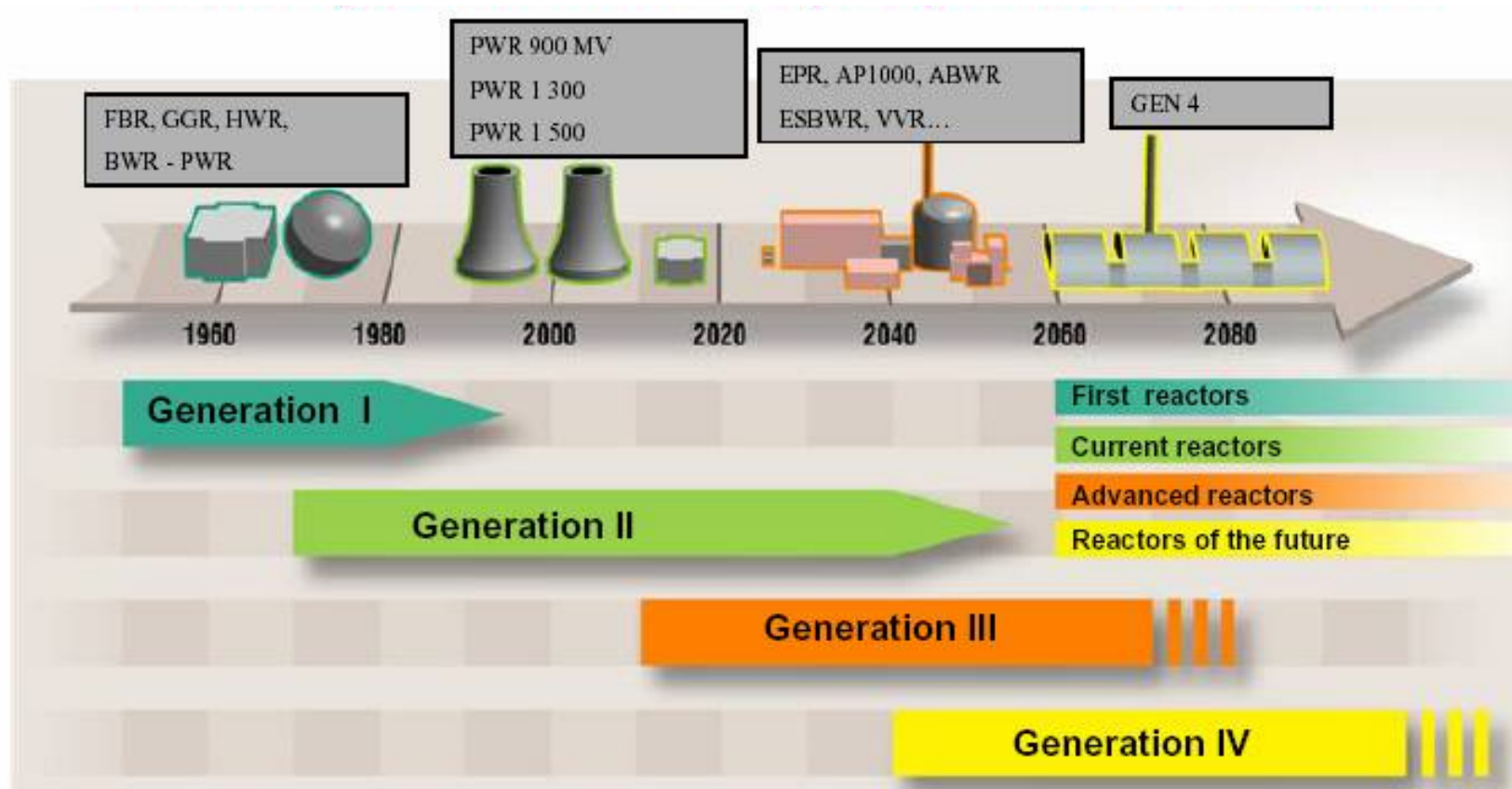
 **ELECTRIFICACIÓN** – La generalización de la electrificación proporcionó energía para nuestras ciudades, fábricas y hogares...
...y cambió nuestras vidas para siempre

 En el siglo XX, ningún otro logro de la ingeniería hubiese sido posible sin la generalización de la electrificación

 **1. Electrificación**, 2. Automóviles, 3. Aeronaves, 4. Suministro y distribución de agua, 5. Electrónica, 6. Radio y Televisión, 7. Mecanización de la agricultura, 8. Ordenadores, 9. Teléfono, 10. Aire acondicionado y refrigeración, 11. Autopistas, 12. Naves espaciales, 13. Internet, 14. Óptica, 15. Electrodomésticos, **16. Tecnologías de la salud**, 17. Petroquímica, 18. Láser y fibra óptica, **19. Tecnología nuclear**, 20. Materiales especiales

Fuente: NAE – National Academy of Engineering – Estados Unidos (www.greatachievements.org)

Evolución de los tipos de reactores nucleares



Perspectivas para la actual generación de reactores nucleares

Modernización

- Cambio de GVs
- Cambio de turbinas
- Sistemas de instrumentación y control

Mejora de prestaciones

- Optimización de recargas
- Aumentos de potencia nominal
- Mejora del foco frío – incremento de rendimientos

Programas de utilización extendida

- Operación a largo plazo
- Utilización de nuevos combustibles (alto grado de quemado – MOX)

Nuevos conceptos de reactores – Características generales

-  **Seguridad:** Reducción de la probabilidad de accidentes con daños severos
-  **Competitividad económica:** Disminución de los costes, tiempo de construcción, operación y mantenimiento, ciclo de combustible, fiabilidad y disponibilidad
-  **Dificultad de proliferación y refuerzo de las salvaguardias internacionales:** Reducción en la generación y transporte del Pu y del reprocesado del combustible gastado
-  **Gestión de residuos:** Acciones para la reducción de residuos y su manipulación
-  **Eficiencia en la utilización de combustibles nucleares:** Utilización de otros combustibles más eficientes, elevado “burn up”, reciclado de los materiales fisionables, incremento de la eficiencia térmica de las centrales
-  **Flexibilidad en la utilización diversificada de los reactores:** Posibilidad de otros usos de la energía nuclear: cogeneración, desalación, producción de hidrógeno...

Nuevos conceptos de reactores

Centrales Nucleares Avanzadas - Objetivos Globales

- 📄 **Simplicidad:** reducción de sistemas y construcción por módulos
 - 📄 **Reducción probabilidad fusión** del núcleo ($5 \cdot 10^{-5}$ año a $3 \cdot 10^{-7}$ año)
 - 📄 Utilización de tecnologías básicas probadas en las centrales nucleares actuales
 - 📄 Alto factor de **disponibilidad** y mínimo **60 años** de operación
 - 📄 **Alargamiento del ciclo de combustible**
 - 📄 **Licenciamiento combinado:** construcción + operación
- 📄 **Reducción del volumen de residuos**
 - 📄 **Reducción de dosis** en operación

Reactores avanzados – Generación III

Rasgos más relevantes

-  Aprovechamiento de la experiencia anterior (PWR – BWR)
-  Incorporación de sistemas pasivos de seguridad
-  Simplificación funcional: reducción de sistemas y construcción modular
-  APS previo como herramienta de diseño (redundancias, sistemas,...)
-  Fiabilidad – Reducción de costes
-  Minimización del impacto ambiental y radiológico

Clasificación

-  Evolutivos
-  Pasivos

Reactores avanzados – Generación III

Reactores Evolutivos – Características generales (I)

- ▀ Seguridad activa
- ▀ Aumento de disponibilidad
 - Generador de vapor sobredimensionado y mejorado
- ▀ Reducción del coste del combustible
 - Control con barras de desplazamiento del moderador
 - Alargamiento del ciclo del combustible
 - Nuevo reflector radial
 - Barras control poco absorbentes para variaciones de potencia
- ▀ Aumento de la duración de la vasija del reactor
- ▀ Reducción de la probabilidad de fusión del núcleo
 - Reducción de la potencia específica
 - Aumento de la fiabilidad de los sistemas
 - Vasija del reactor sobredimensionada

Reactores avanzados – Generación III

Reactores Evolutivos – Características generales (2)

 Reducción dosis colectiva

 Reducción volumen de residuos

- Minimizar fugas de refrigerante
- Minimizar efluentes líquidos con uso de barras de control grises
- Alto quemado del combustible

 Sistemas de seguridad sobredimensionados y mejorados

- Sistema integrado de salvaguardias para situaciones accidentales
- Sistemas de alimentación eléctrica y de agua de refrigeración de emergencia
- Diseño de sala de control de emergencia
- Doble contención con rociado de la contención interna en accidente
- Edificio con una única estructura sísmica

Reactores avanzados – Generación III

Reactores Evolutivos

 **EPR** – PWR 1600 MW – Areva NP

 **ABWR** – BWR 1350 MW – General Electric

 **System 80+** - PWR 1350 MW – ABB-Combustion Engineering

 **BWR 90/90+** - BWR 1400 MW – Westinghouse Atom

Reactores avanzados – Generación III

Reactores Pasivos – Características generales

- ▀ Menor importancia de las acciones del operador
- ▀ Seguridad basada en fenómenos físicos naturales
 - Llenado de refrigerante por gravedad
 - Refrigeración por circulación natural
 - Grandes volúmenes de agua en la contención
 - Condensación
- ▀ Sistemas de inyección de agua pasivos para:
 - Extracción de calor residual
 - Aporte de agua al primario para control del inventario de agua
 - Inyección de refrigeración de emergencia
 - Rociado de la contención para reducir presión en accidente
- ▀ Salvaguardias
 - Refrigeración adecuada en transitorios principales
 - Refrigeración indefinida de la contención por convección natural

Reactores avanzados – Generación III

Reactores Pasivos

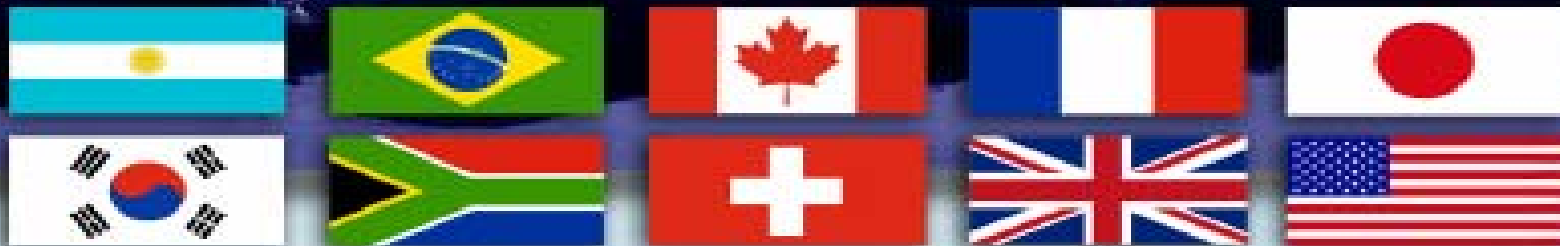
 **AP-1000** – PWR 1000 MW – Westinghouse

 **ESBWR** – BWR 1400 MW – General Electric

 **SBWR** - VWR 600 MW – General Electric

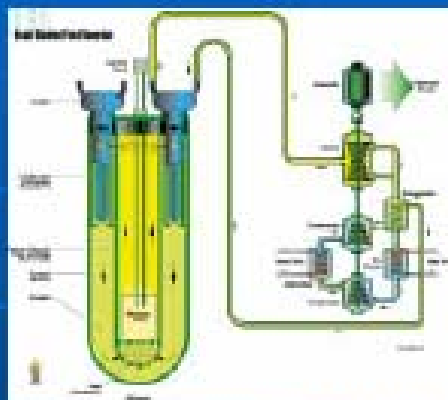
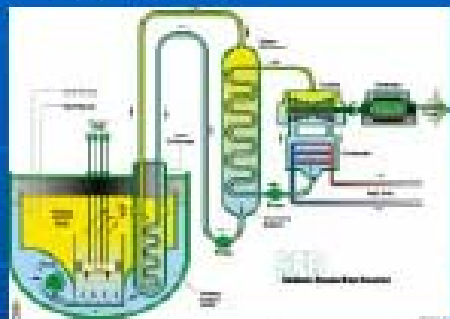
Reactores avanzados – Generación IV

- ▶ Por iniciativa del DOE estadounidense en enero de 2000 se crea el GIF (Generation IV International Forum) con la participación de 10 países y el objetivo principal de alcanzar a medio plazo una nueva etapa en el desarrollo de la generación nuclear basada en conceptos innovadores
- ▶ Se pretendía en una primera fase seleccionar y experimentar nuevos conceptos de centrales nucleares con criterios de sostenibilidad, desde una base multinacional pero conservando los objetivos y preferencias nacionales
- ▶ En diciembre de 2002 se aprueba una hoja de ruta con la selección de seis modelos de reactor y un plan de investigación que el DOE fija en un período de 10 años

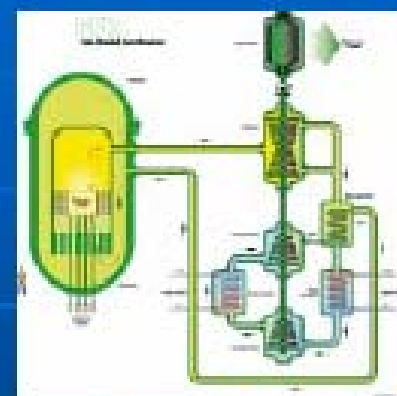


Generación IV: los seis sistemas seleccionados

SODIUM FAST

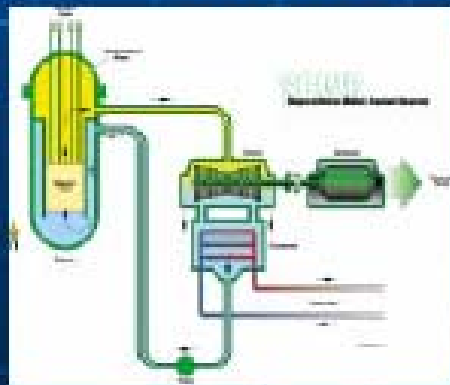


LEAD FAST

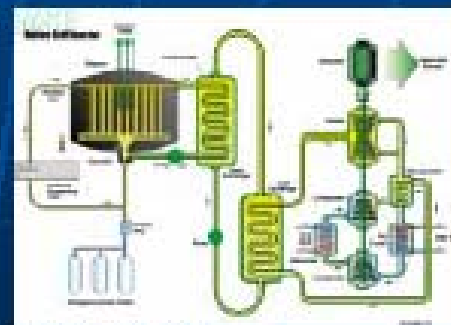
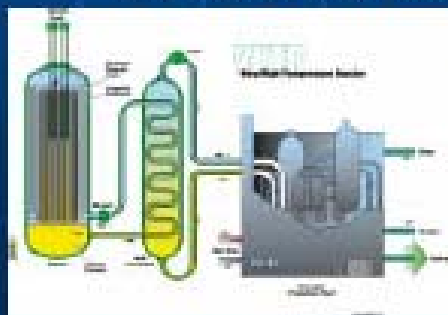


GAS FAST

SUPER CRITICAL WATER



VERY HIGH TEMPERATURE



MOLTEN SALT

Objetivos de los sistemas de Generación IV

Sostenibilidad

- emisiones cero
- disponibilidad a largo plazo
- utilización eficaz del combustible
- minimización y gestión de los residuos radiactivos
- niveles de protección aumentados para salud pública y medio ambiente

Seguridad y fiabilidad

- excelencia en seguridad y fiabilidad
- reducción de la probabilidad y severidad de daño al núcleo, y retorno rápido a la operación de la planta
- eliminación de la necesidad de respuesta en el entorno en caso de emergencia

No proliferación y protección física

- no desviación o robo de materiales utilizable bélicamente
- protección física aumentada frente al terrorismo

Muchas gracias



www.foronuclear.org