

# Estado Actual y Perspectivas Futuras de la Energía Nuclear

**Viviana Ishida**

INGENIERÍA 2014 - Latinoamérica y El Caribe  
4-6 de noviembre de 2014

Buenos Aires, ARGENTINA



## Índice

- **Situación Internacional de la Energía Nuclear**
- **Situación de la Energía Nuclear en la Argentina**
- **Perspectivas Futuras**
- **Conclusiones**

**Situación Internacional  
de la  
Energía Nuclear**

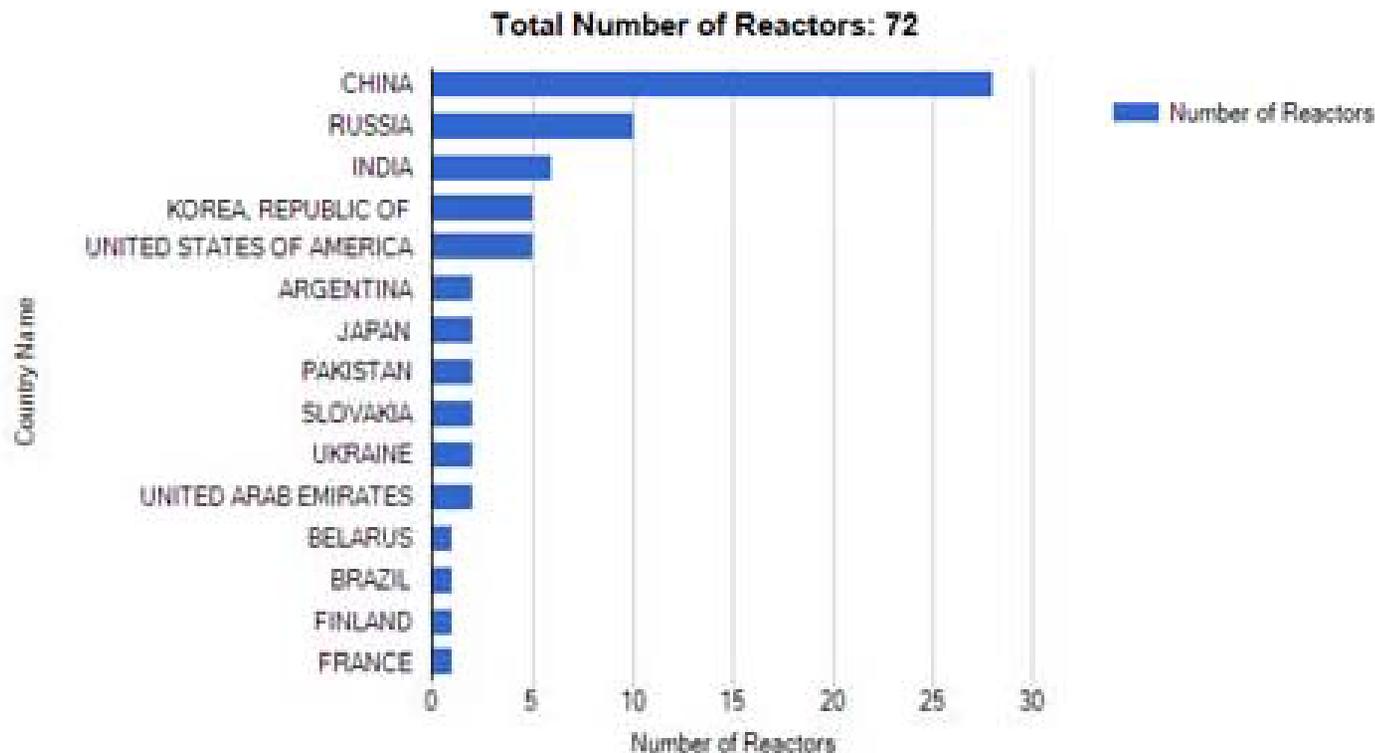
## Centrales Nucleares en Operación

- 435 centrales nucleares en operación en 30 países
- 2359 TW-h, 11% de la producción mundial de electricidad
- 3% al 75% de la matriz energética según el país



## Centrales Nucleares en Construcción

- 72 centrales nucleares en construcción en 15 países
- 71% en Asia y Europa del Este
- Emiratos Árabes y Bielorrusia están construyendo su primera central nuclear



# Diseñadores de las Centrales Nucleares

7 Países construyendo sus diseños en sus países con fines de generación de electricidad:

EE.UU.: AP1000



AP1000

Rusia: VVER 1200  
KLT-40



VVER1200

Francia: EPR



KLT-40

China: CNP 600,  
CPR1000  
(EPR, AP1000, VVER 1000)



EPR

Japón: ABWR



CNP 600

India: PHWR 700  
(VVER 1000)



ABWR

Corea: ORP-1000  
APR 1400



PHWR-700



APR-1400

# Exportación de Centrales Nucleares

## 5 Diseños construyendo en 7 países

- EE.UU.: 4 AP1000 en China
- Corea: 3 APR1400 en EAU
- Rusia: 7 VVER(440-1000-1200) en China / India / Eslovaquia / Ucrania
- Francia: 3 EPR en Finlandia y China
- China: 2 CNP300 en Pakistán



# **Situación de la Energía Nuclear en la Argentina**

## Estructura del Sistema Nuclear



**CNEA**  
Educación  
Investigación &  
Desarrollo

**NA-SA**  
Operador de  
Centrales  
Nucleares



**CONUAR**  
Elementos  
Combustibles

**FAESA**  
Aleaciones  
Especiales



**ARN**  
Autoridad  
Regulatoria  
Nuclear

**ENSI**  
Agua Pesada

**FUESMEN**  
Medicina  
Nuclear



**INVAP**  
Desarrollo de  
Tecnología

**DIOXITEK**  
Uranio  
Co-60

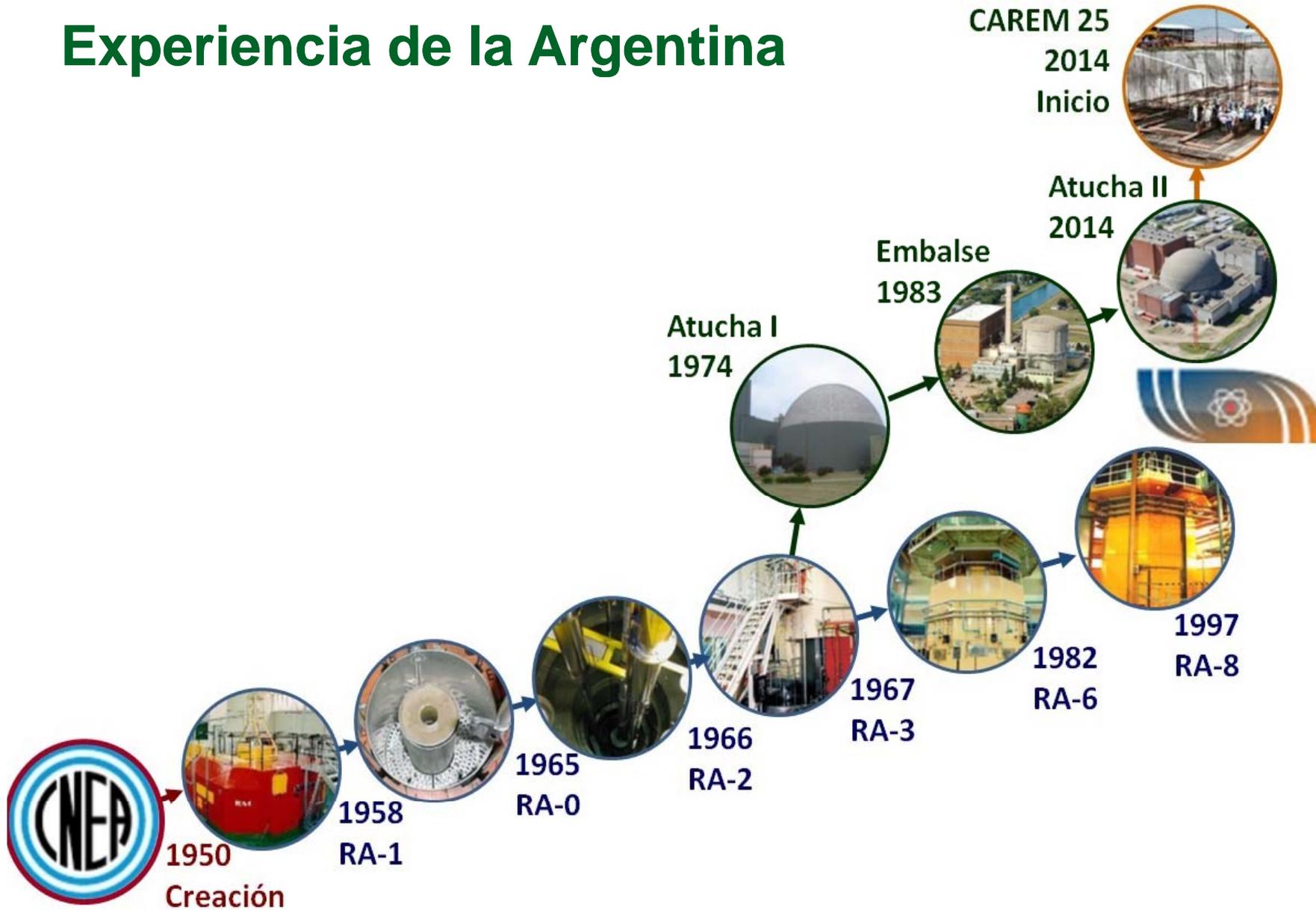


# Utilización de la Tecnología Nuclear de la Argentina

- 3 Centrales Nucleares en Operación
- 6 Reactores de Investigación
- 4 Aceleradores de Partículas
- 3 Centros Atómicos
- 1 Complejo Tecnológico
- 1 Planta de Producción D2O
- 2 Instalación de Irradiación
- 2 Complejos Mineros
- 1 Planta de Purificación
- 376 Usos Industriales
- 890 Aplicaciones Médicas

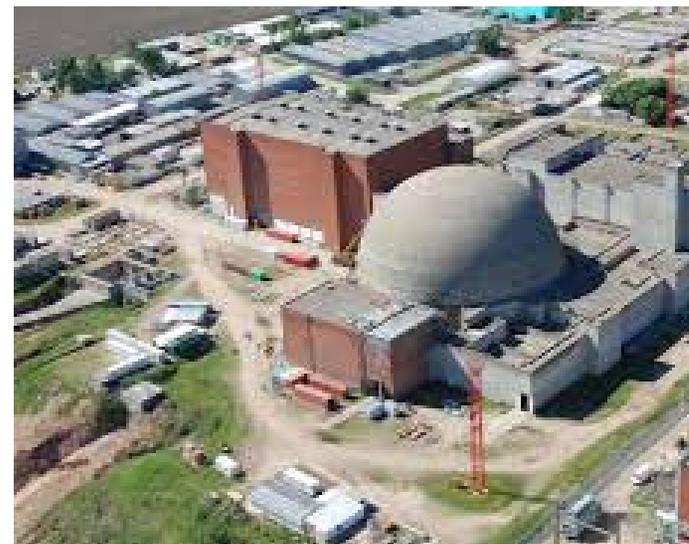


# Experiencia de la Argentina



## Atucha-II (NA-SA)

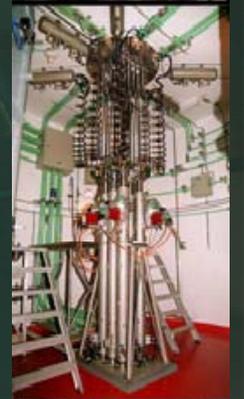
- Caso único en la historia:
  - 1980: Firma del Contrato
  - 1994: Detención de la Obra
  - 2000: Abandono de la línea de agua pesada del diseñador
  - 2006: Decisión de terminación, sin **diseñador original**
  - 2014: Criticidad, generación eléctrica



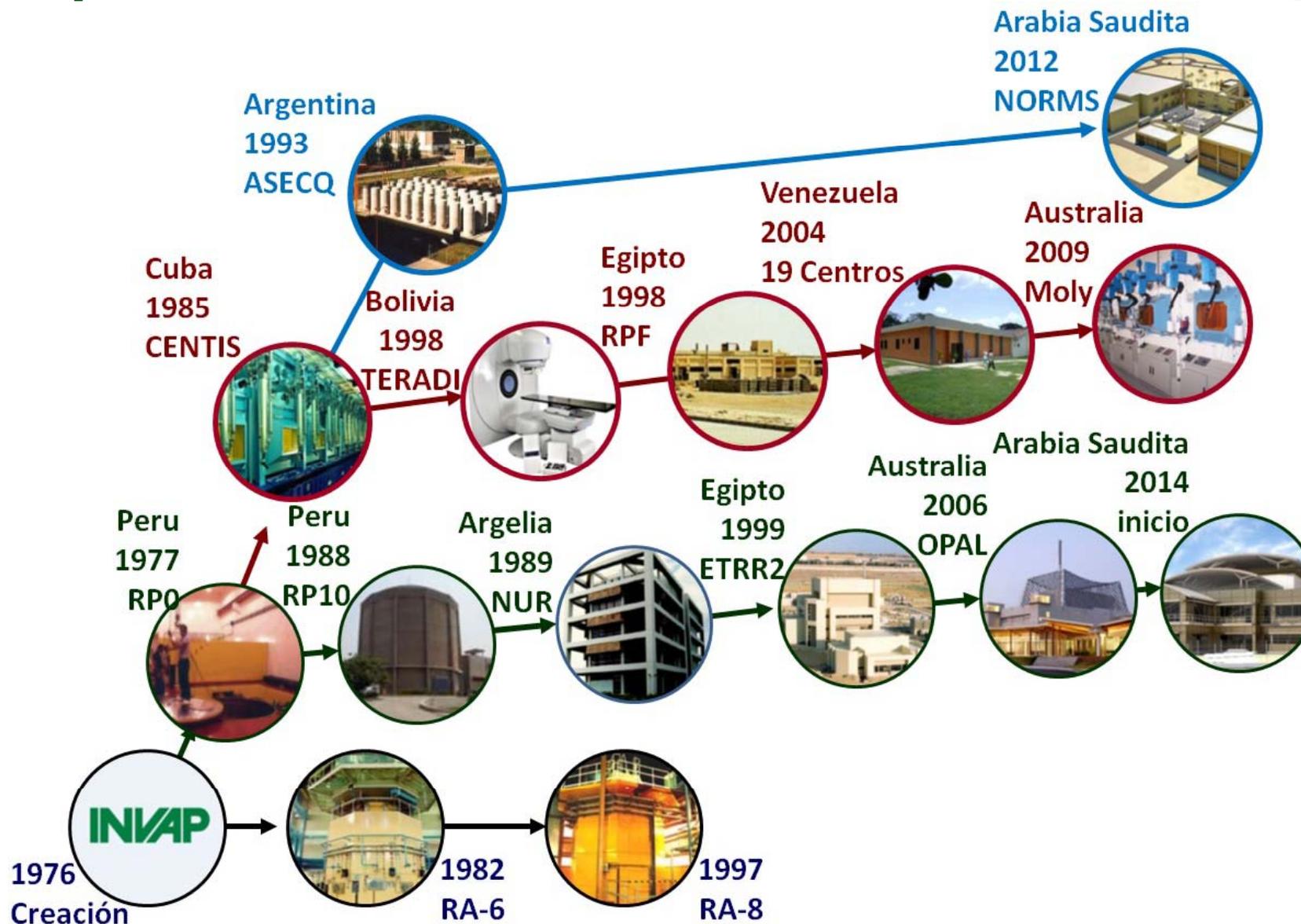
# INVAP

## CAPACIDADES NUCLEARES

1. *Estudios de Emplazamiento*
2. *Reactores Multipropósito*
3. *Plantas del Ciclo Combustible*
  - a. *Plantas de Enriquecimiento*
  - b. *Fabricación de Elementos Combustibles*
  - c. *Conversión de Uranio*
  - d. *Tratamiento de Residuos Radiactivos*
4. *Plantas de Producción de Radioisótopos*
5. ***Servicios a Centrales Nucleares de Potencia***
6. *Instrumentación, Robótica y Control*
7. *Consultorías en Sistemas de Emergencias Radiológicas y Nucleares*
8. *Materiales Radiactivos Presentes en la Naturaleza (NORMs)*



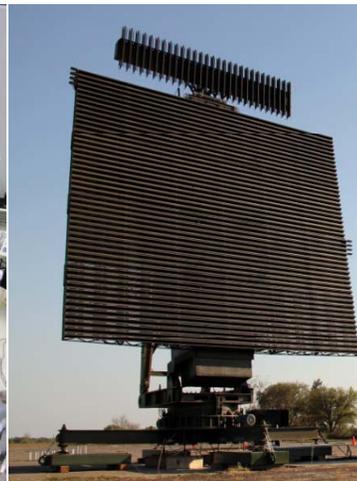
# Experiencia Nuclear de INVAP



# Experiencia de INVAP

## DIVERSIDAD

De la tecnología nuclear a la aeroespacial, defensa y la industria



## EXPORTACIÓN

Tecnología argentina al mundo



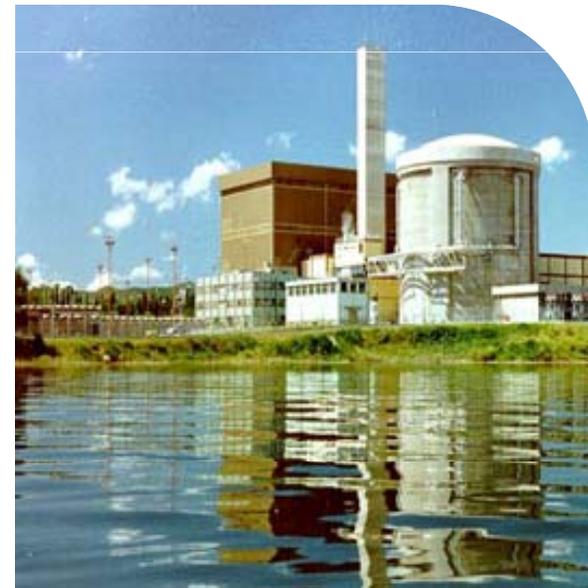
## **Perspectivas Futuras**

## Perspectiva Argentina (Ley 26.566)

- Lanzar la extensión de vida de la Central Nuclear Embalse
- Construir una o dos centrales nucleares más
  - Potencia y tipo a determinar
- Comenzar la construcción de un prototipo CAREM

## Extensión de Vida de Embalse

- El objetivo es extender la central nuclear por 30 años más
  - Estudios de factibilidad y envejecimiento de los sistemas
  - Principales actividades:
    - cambio de los tubos de presión
    - cambio de los generadores de vapor
    - cambio del computador de proceso
    - repotenciación de la planta.



Una vez terminados los trabajos:

- Podrá operar por 30 años más
- Tendrá una 6% más que la capacidad actual

# Cuarta Central Nuclear

- **CANDU-6** (NA-SA Arquitecto Ingeniero – Financiación China)
  - Utilizando transferencia de tecnología de Embalse
  - Maximizando la participación nacional
  - Usando CNNC como proveedor de componentes críticos
  - Usando Qinshan-III como diseño de referencia
  - Incorporando cambios post-Fukushima
  - Incorporando lecciones de NA-SA de Atucha II



## Perspectivas Argentinas

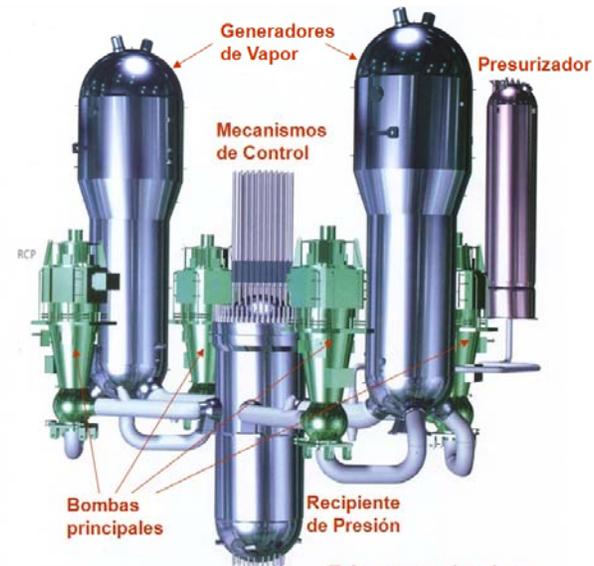
- Falta tomar decisión sobre la quinta central nuclear: ¿PHWR o PWR?
  - Depende de las posibilidades comerciales
  - Depende de las posibilidades financieras
  - Depende de las opciones tecnológicas
- Mas allá de la quinta central nuclear
  - ¿Rol de los SMR en la Argentina (Tecnología CAREM)?

# Prototipo CAREM (1/2)

- **Diseño avanzado desarrollado en Argentina**
  - PWR con primario integrado (i-PWR)
  - Sistema primario: circulación natural, auto-presurizado
  - Mecanismos de Control internos
  - Sistema de Seguridad pasivos



**CAREM:**  
Reactor Integrado



Diseño clásico

## Prototipo CAREM (2/2)

- Referente internacional
- Trabajos en el sitio iniciados



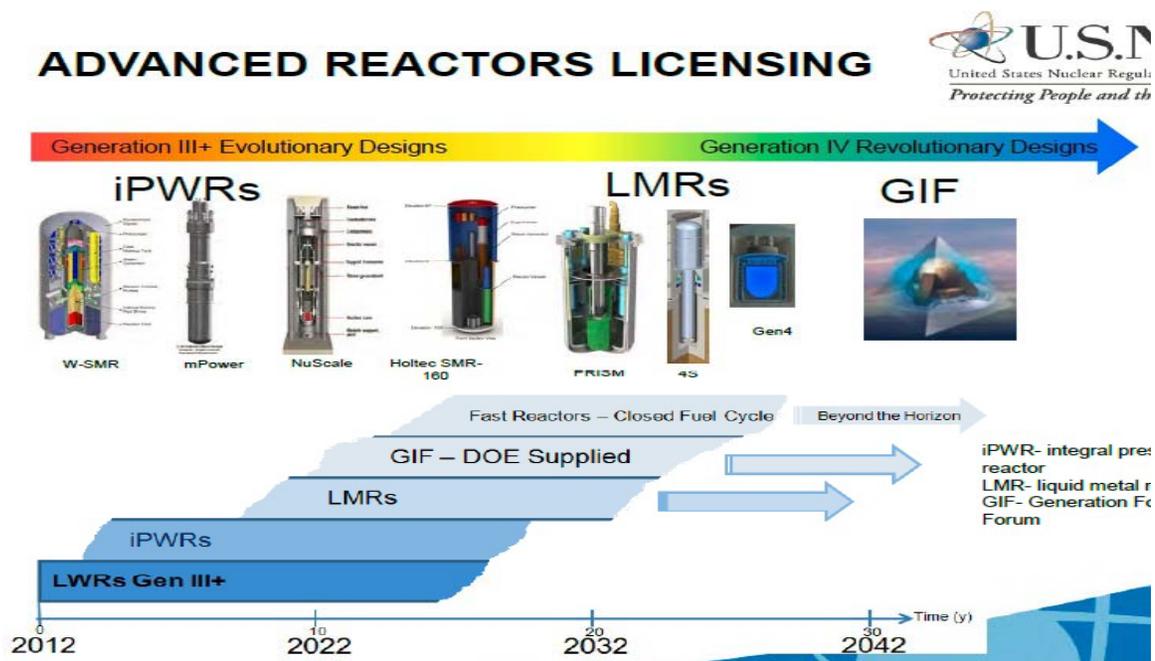
### *International Near-Term Deployment*

ABWR II  
ACR-700  
AP600  
AP1000  
APR1400  
APWR+  
**CAREM**  
EPR  
ESBWR  
GT-MHR  
HC-BWR  
IMR  
IRIS  
PBMR  
SMART  
SWR-1000

# Perspectivas Internacionales

- Tendencia hacia sistemas pasivos: existen 12 reactores en construcción (AP1000 – APR-1400)
- SMR: los i-PWR son considerado como concepto líder en el corto y mediano plazos

NRC



## **Conclusiones**

## Conclusiones

- **Crecimiento de la Energía Nuclear por Regiones**  
Empujada por las economías en crecimiento para disminuir demanda de energía fósiles
- **Crecimiento de la Energía Nuclear en la Argentina**
  - Apoyado por política de Estado y para disminuir la demanda de energías fósiles
  - Terminación de Atucha-II, Extensión de Vida de Embalse, IV Central, CAREM
- **Perspectivas Futuras**
  - Decidir qué tipo de reactor (¿PWR o PHWR?)
  - Decidir con qué tipo de tecnología (¿SMR?)



**MUCHAS GRACIAS**