



# CAREM25

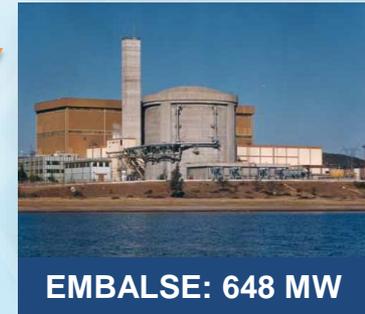
## PROYECTO CAREM

Alfredo Boselli  
Gabinete de Presidencia



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

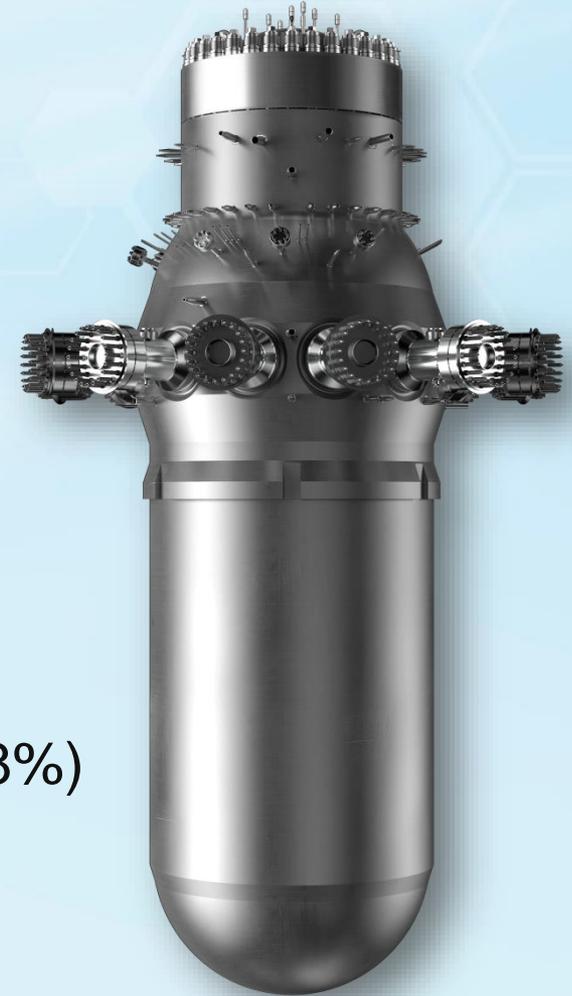
# GENERACIÓN NUCLEOELÉCTRICA EN ARGENTINA



# CAREM25 - PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

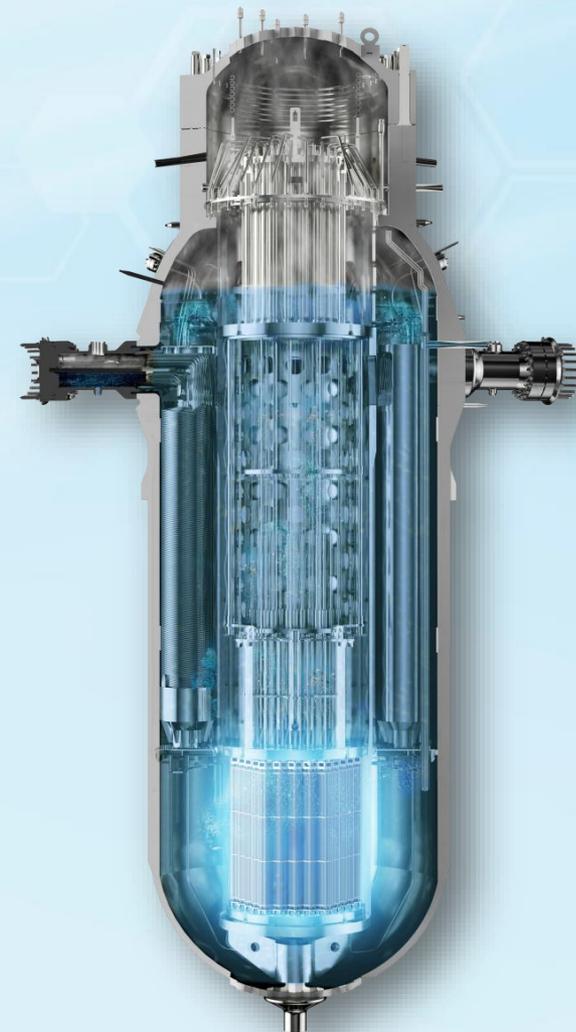
- **Primera central nucleoelectrónica completamente diseñada en Argentina**

- ✓ Tipo PWR
- ✓ Potencia eléctrica: 32 MW
- ✓ Potencia térmica: 100 MW
- ✓ Sistema Primario Integrado
- ✓ Circulación natural
- ✓ Autopresurizado
- ✓ Combustible:  $\text{UO}_2$  enriquecido (3,1 y 1,8%)
- ✓ Sistemas pasivos de seguridad
- ✓ Ciclo operativo de 18 meses



## OBJETIVOS DEL PROTOTIPO

- ✓ Calificar el concepto, en una escala menor a la proyectada para los módulos comerciales
- ✓ Generar capacidades para el desarrollo de grandes proyectos nucleares dentro de la CNEA, sus empresas asociadas y la industria privada argentina (desarrollo de proveedores)
- ✓ Repetir el éxito obtenido con la exportación de Reactores de Investigación
- ✓ Consolidar al país como un referente mundial de la nueva generación de reactores nucleares
- ✓ Incorporar centrales nucleoelectricas de diseño propio al Sistema Interconectado Nacional



# OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Concluir el diseño, construir y poner en marcha el Prototipo de Reactor CAREM25.
- Recuperar y poner en servicio el *Predio CAREM* como sitio de emplazamiento del Prototipo de Reactor CAREM25 y como sede de la CNEA en Lima, Buenos Aires.
- Crear las bases para el desarrollo de futuras centrales CAREM. Colaborar en la recuperación de la capacidad de la CNEA para el desarrollo de grandes proyectos.
- Proporcionar al personal *capacitación* y entrenamiento, herramientas, técnicas y métodos apropiados.
- Generar *infraestructura e instalaciones* que favorezcan el desarrollo del Prototipo de Reactor CAREM25, como también la evolución y especialización de distintos sectores de la CNEA (*Combustibles, Robótica, Simulador, etc.*)



Ed. Simuladores / CAB



Oficina Gerencia / Sede



Remodelaciones / Predio



Ed. Ingeniería / CAB



Oficinas I&C / CAC

# RELANZAMIENTO DEL PROYECTO

**Decreto PEN 1.107 / 2006**

**>> 28/08/2006**

Se declara de Interés Nacional “la construcción y puesta en marcha del Prototipo de Reactor CAREM para la generación nucleoelectrónica de energía”.

**Disposición  
Gerencia General CNEA 17/06**

**>> 01/12/2006**

Se crea la Gerencia CAREM dentro de la esfera de la Gerencia de Área Energía Nuclear (GAEN).

**Resolución  
Presidencia CNEA 84/08**

**>> 18/04/2008**

La Gerencia CAREM sale de la órbita de la GAEN para pasar a depender directamente de la Presidencia de la CNEA.

**Resolución  
Presidencia CNEA 175/12**

**>> 01/06/2012**

La Gerencia CAREM pasa a ser Gerencia de Área CAREM, jerarquizando su posición dentro de la estructura de la CNEA.

# RELANZAMIENTO DEL PROYECTO

## Ley 26.566 / 2009

El **25 de noviembre de 2009** el Honorable Senado de la Nación aprobó la Ley N° 26.566, que entre otros proyectos vinculados a la actividad nuclear argentina establece:

**Art. 16.** - Declárase de interés nacional y encomiéndase a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) el diseño, ejecución y puesta en marcha del Prototipo de Reactor CAREM a construirse en la República Argentina. Asimismo se encomienda a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) realizar todo el apoyo científico y técnico, y los desarrollos e innovaciones tecnológicas estratégicas requeridas para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el artículo 1º de la presente ley.

**Art. 17.** - Extiéndese el régimen instaurado por la presente ley y los beneficios que otorga la misma a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) para la construcción y ejecución del proyecto CAREM en tanto dicho proyecto se mantenga bajo la órbita del citado organismo, facultándose a esta última a celebrar los contratos que resulten necesarios con Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima (NA-SA).



## Sitio de emplazamiento de la ex Planta Experimental de Agua Pesada (PEAP)



## PROYECTO DesPEAP (1998 / 2003)

- Desmantelamiento y remate de las instalaciones de procesos y servicios.
- Remanentes:
  - Instalaciones → *eléctrica, incendio, agua, cloacal, pluvial*
  - Bases y fundaciones
  - Edificaciones diversas



## RECUPERACIÓN DEL PREDIO

### PRINCIPALES OBJETIVOS

- Restablecimiento de las condiciones ambientales
- Recuperación y puesta en servicio de las instalaciones de infraestructura y servicios
- Adaptación y remodelación de las edificaciones existentes para la asistencia en cuestiones de seguridad del CAREM25 y en la creación del Centro de Servicios a las Centrales Nucleares.
- Cumplimiento de la normativa referida a las condiciones ambientales, de aplicación en la provincia (OPDS) y en la Nación (Sec. de MA y DS)



## PASIVOS AMBIENTALES:

Fueron identificados diversos pasivos ambientales:



**PCB's en transformadores**



**Residuos varios (especiales y domiciliarios)**



**Existencia de depósito fiscal de automotores**



**Acumuladores de electricidad de Ni-Cd**



**Tambores con aceites y etilenglicol llenos**



**Presencia masiva de asbestos (incluso en estado friable)**



**Productos químicos sueltos y fijados en construcciones**



## TAREAS DE REMEDIACIÓN, RECUPERACIÓN, LIMPIEZA:



Eliminación PCBs



Remoción de asbestos



Recuperación cañerías



Recuperación galpones



Recolección residuos



Remoción Cloruro de Calcio

# LICENCIAMIENTO

## ORGANISMO PROVINCIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (OPDS)

### → Certificado de Aptitud Ambiental

\* Basado en el *Plan de Gestión Ambiental* presentado por la CNEA.



Establece condiciones para aspectos como:

- **Uso del suelo.**
- **Gestión de distintos tipos de residuos (no nucleares).**
- **Monitoreo de las condiciones ambientales.**
- **No abarca aspectos nucleares y radiológicos. (exclusivo de la ARN)**

# LICENCIAMIENTO

**13 de septiembre de 2013**

**ARN otorga a la CNEA:**

- ➔ **Autorización de Práctica No Rutinaria**  
(Resolución N° 351)
- ➔ **Autorización para la Utilización del Sitio y Construcción del Reactor CAREM-25**

**8 de febrero  
de 2014**

io a las obras civiles, mientras que a  
erimiento Regulatorio RQ-CAREM-003, la  
a ampliación de documentación  
la construcción del Módulo Nuclear.

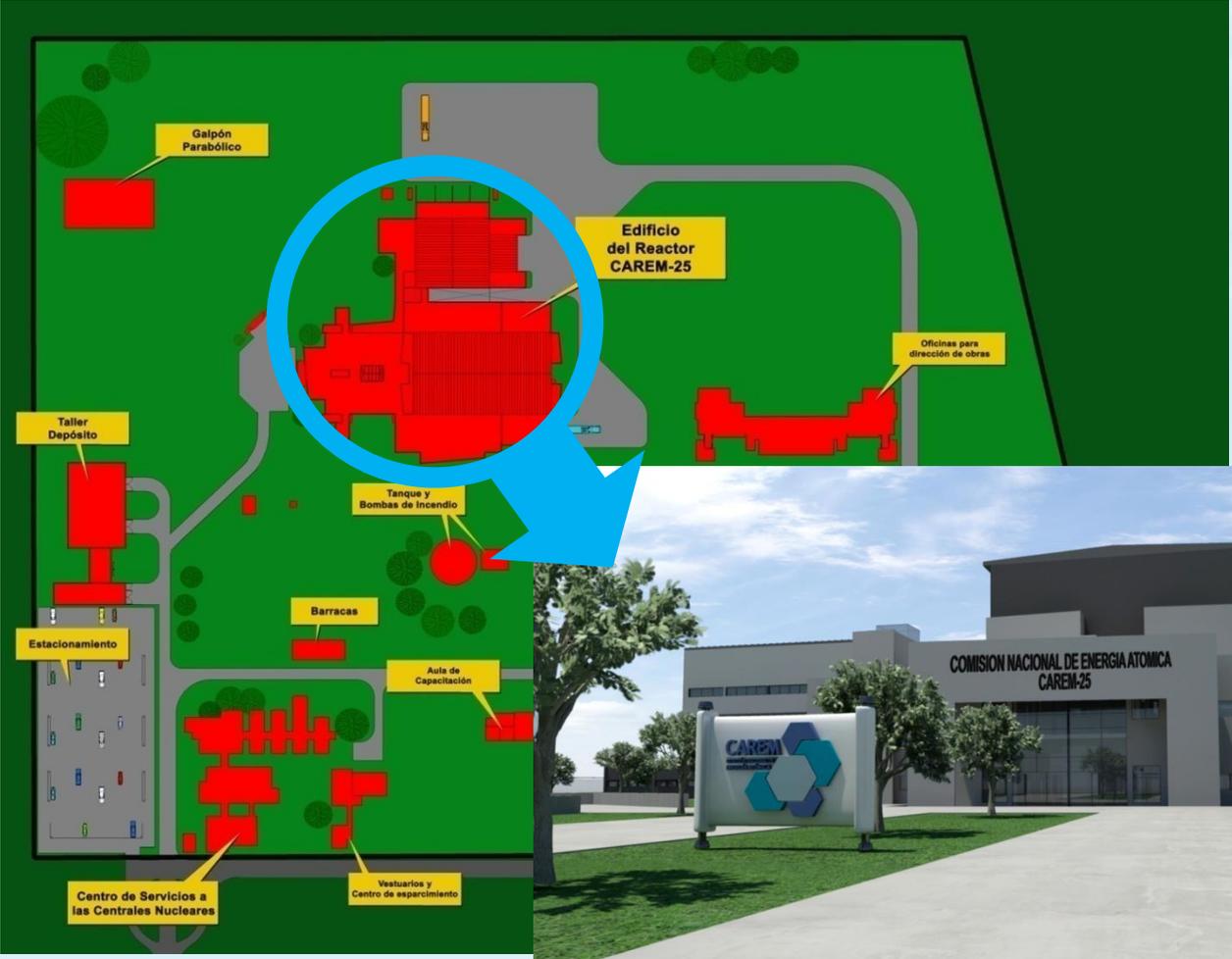
**ido el RQ-CAREM-003**

EM25 (incluye la Contención del Reactor, la  
demás equipos y sistemas vinculados a la

**Primer hormigón del Módulo Nuclear:  
25 de agosto de 2015**



# EDIFICIO DEL REACTOR

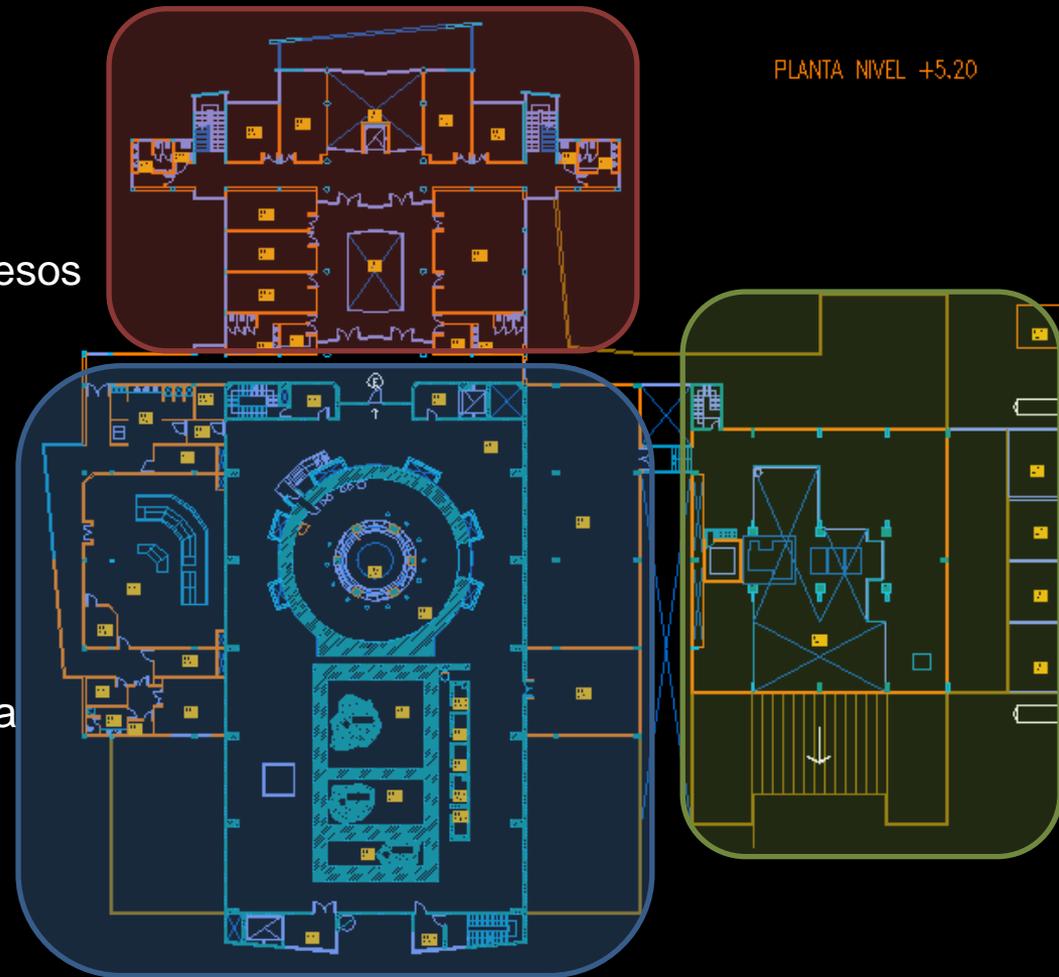


**PROYECTO CAREM**  
Gerencia de Área CAREM

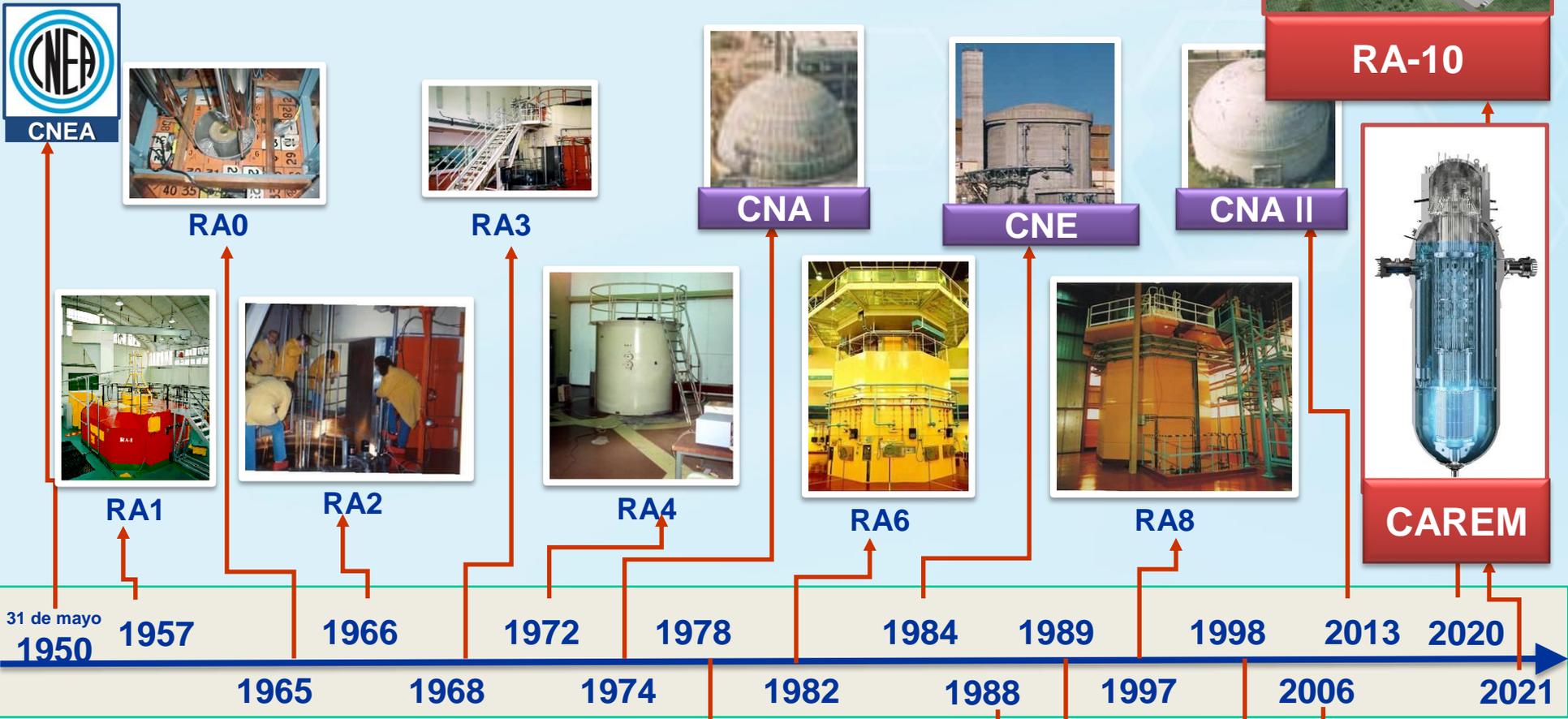
**SUPERFICIE TOTAL: 18.500 m2**  
**SUPERFICIE ÁREA NUCLEAR: 14.000 m2**  
**SUPERFICIE ÁREA CONVENCIONAL : 1.800 m2**  
**SUPERFICIE EDIFICIO BOP: 2.500 m2**

## CAREM25 - LAY OUT

- **Edificio del Reactor**
  - Contención
  - Pileta de EECC gastados
  - Sistemas de seguridad y procesos
  - Sala de Control
- **Edificio del Turbogruppo**
- **Edificio de Servicios**
  - Oficinas
  - Vestuarios
  - Sala de Control de emergencia



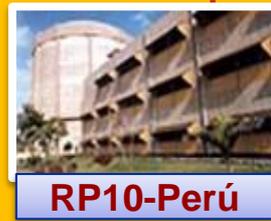
# EXPERIENCIA ARGENTINA EN REACTORES NU



**RA-10**



**RP0-Perú**



**RP10-Perú**



**NUR-Argelia**



**ETRR-Egipto**



**OPAL-Australia**

# EXPERIENCIA ARGENTINA EN REACTORES NUCLEARES

**Experimentales**



Experiencia en diseño,  
construcción, operación y  
exportación



**Centrales Nucleares**



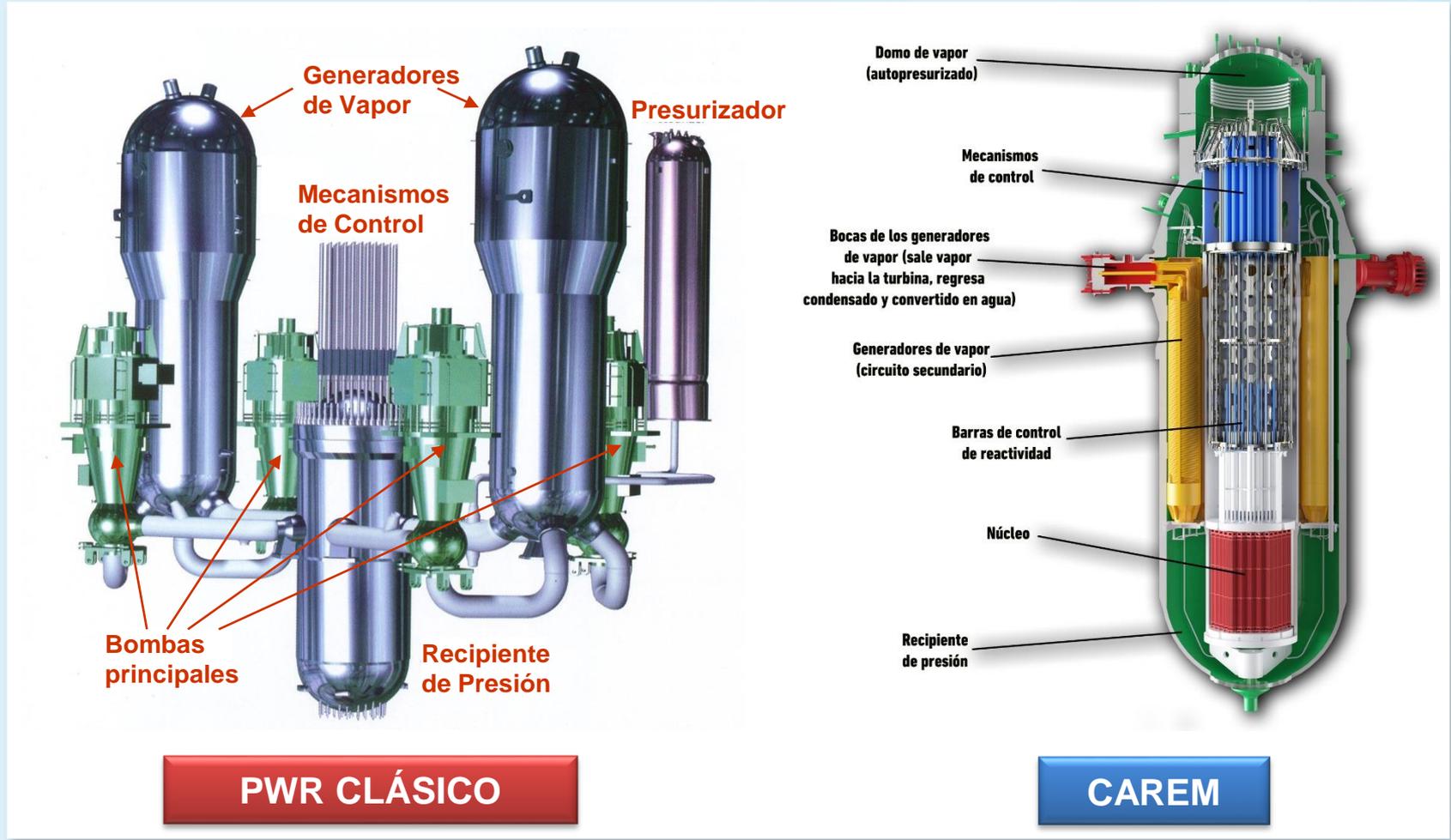
Experiencia en operación y  
mantenimiento.  
Participación en la  
construcción



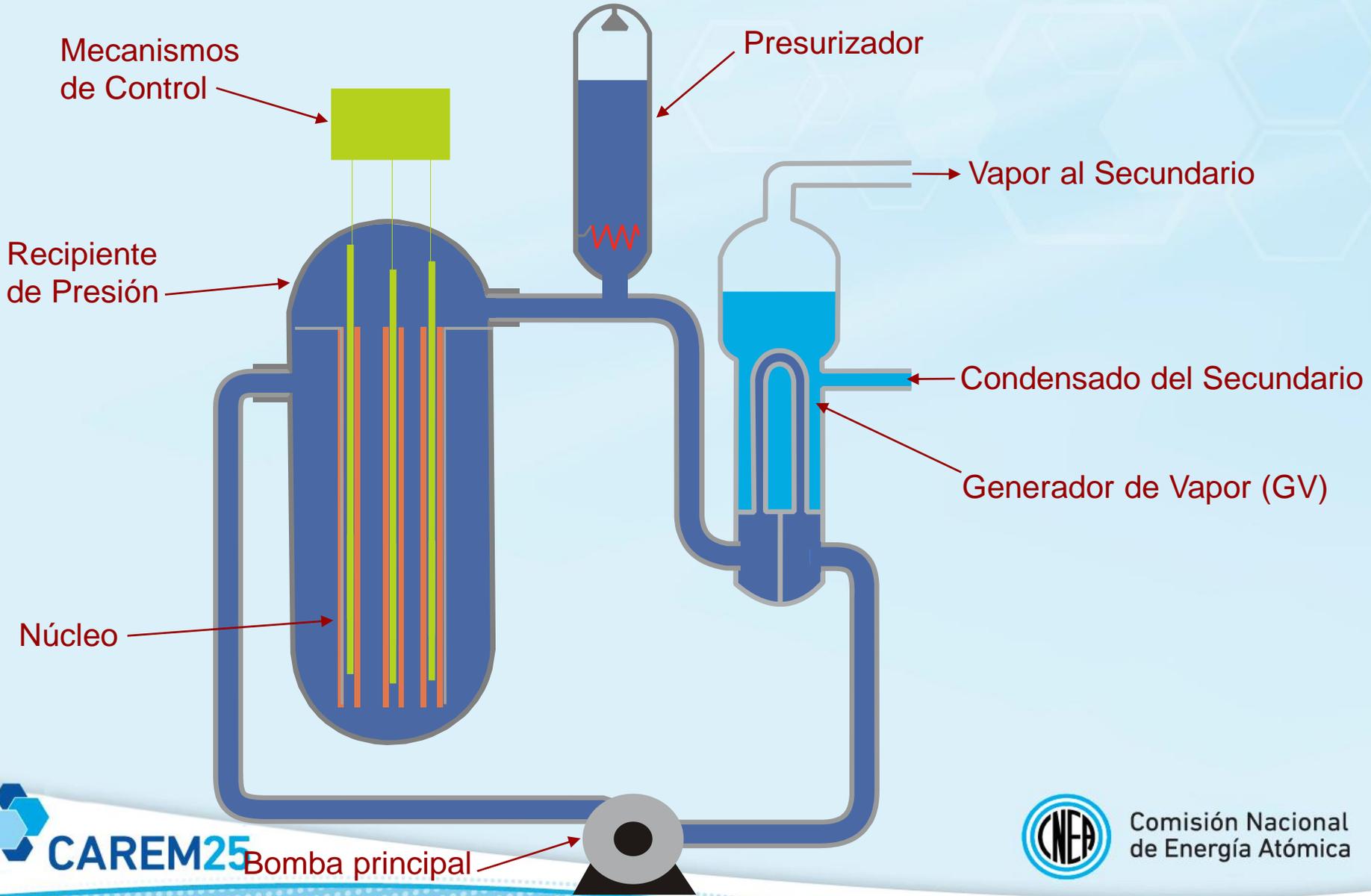
**CAREM**

**PRIMER REACTOR DE  
POTENCIA DE DISEÑO 100%  
ARGENTINO**

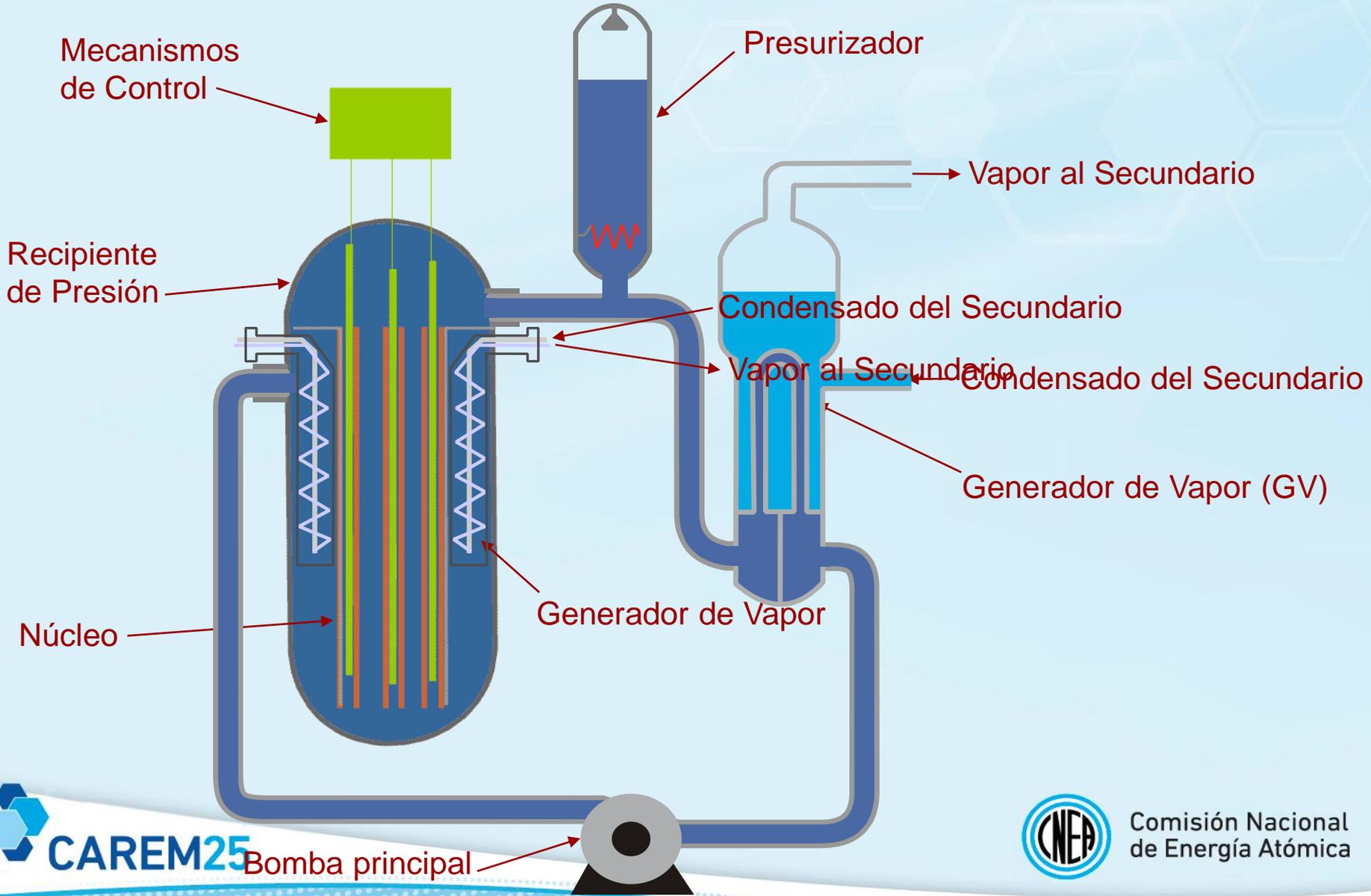
# COMPARACIÓN CAREM / PWR CLÁSICO



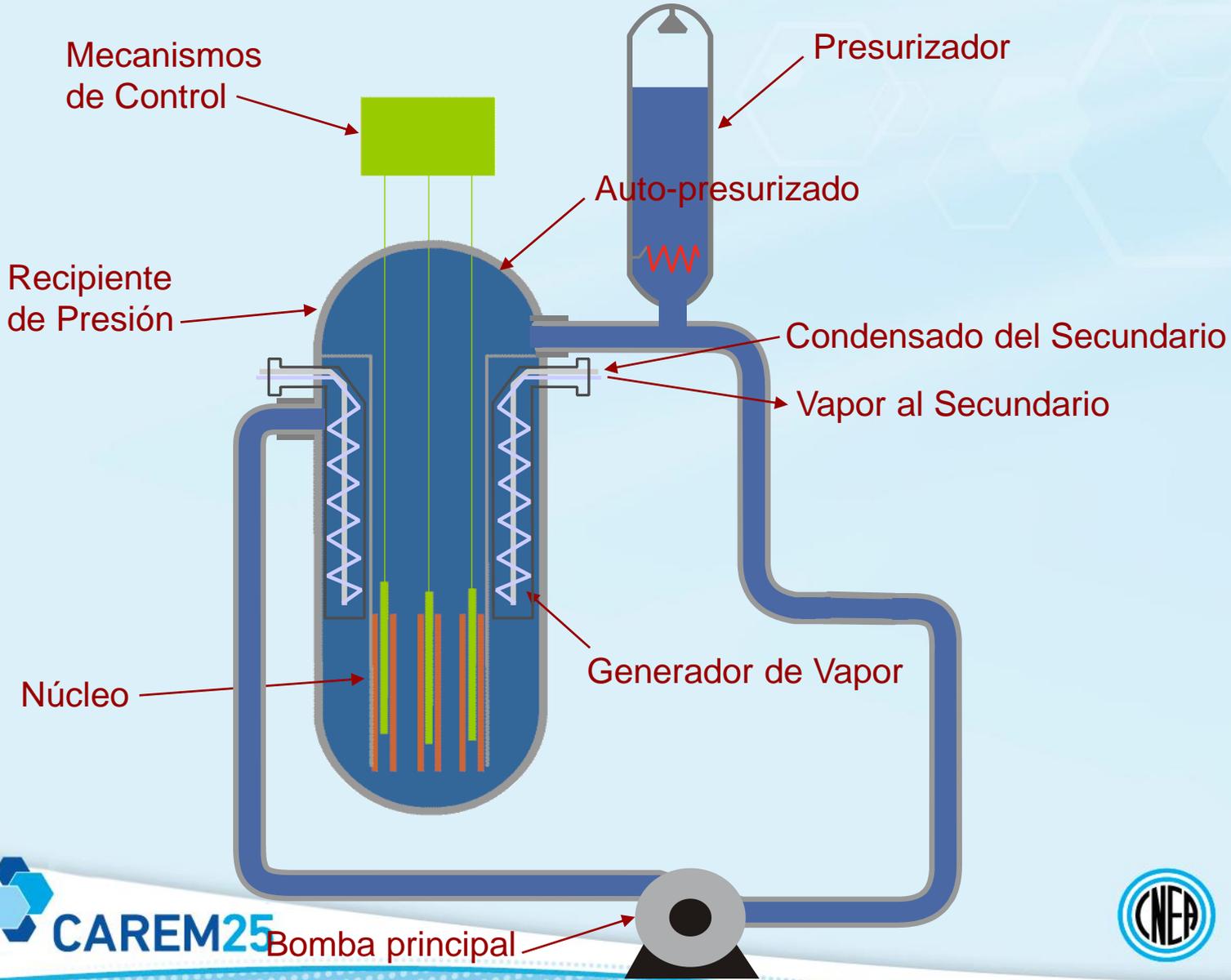
# DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN PWR CLÁSICO



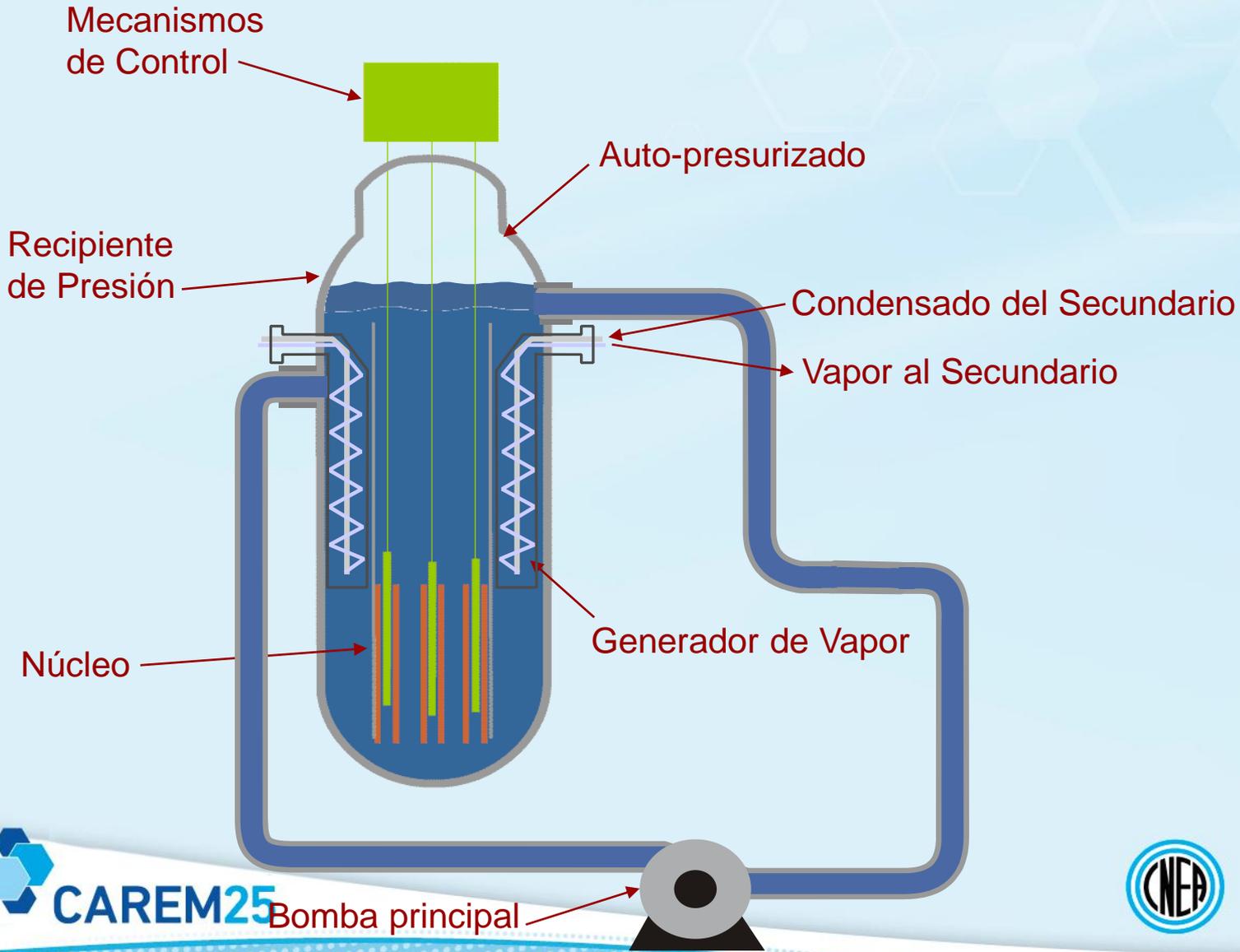
# TRANSFORMACIÓN: INTEGRACIÓN DE LOS GV



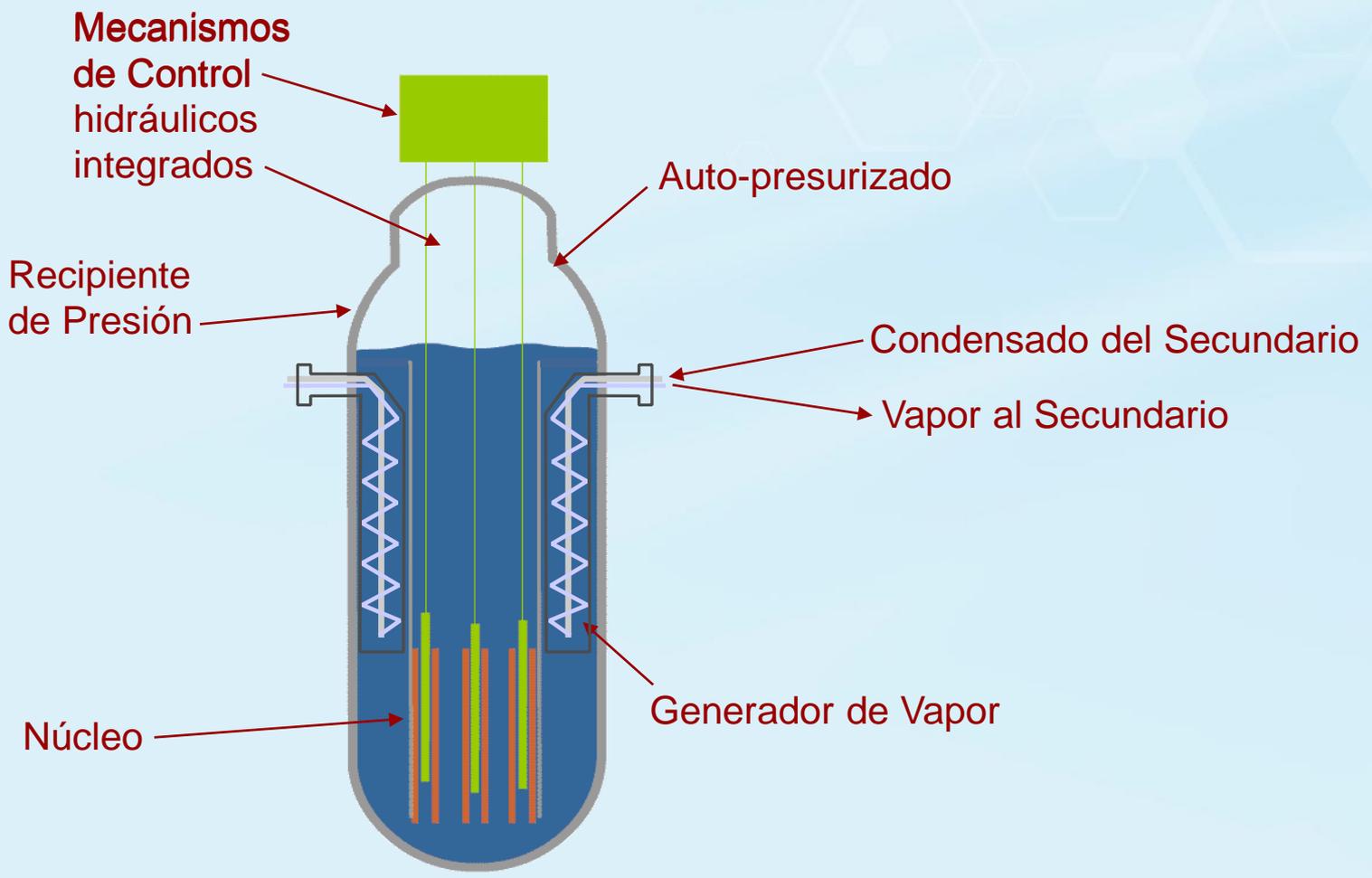
# TRANSFORMACIÓN: ELIMINACIÓN DEL PRESURIZADOR



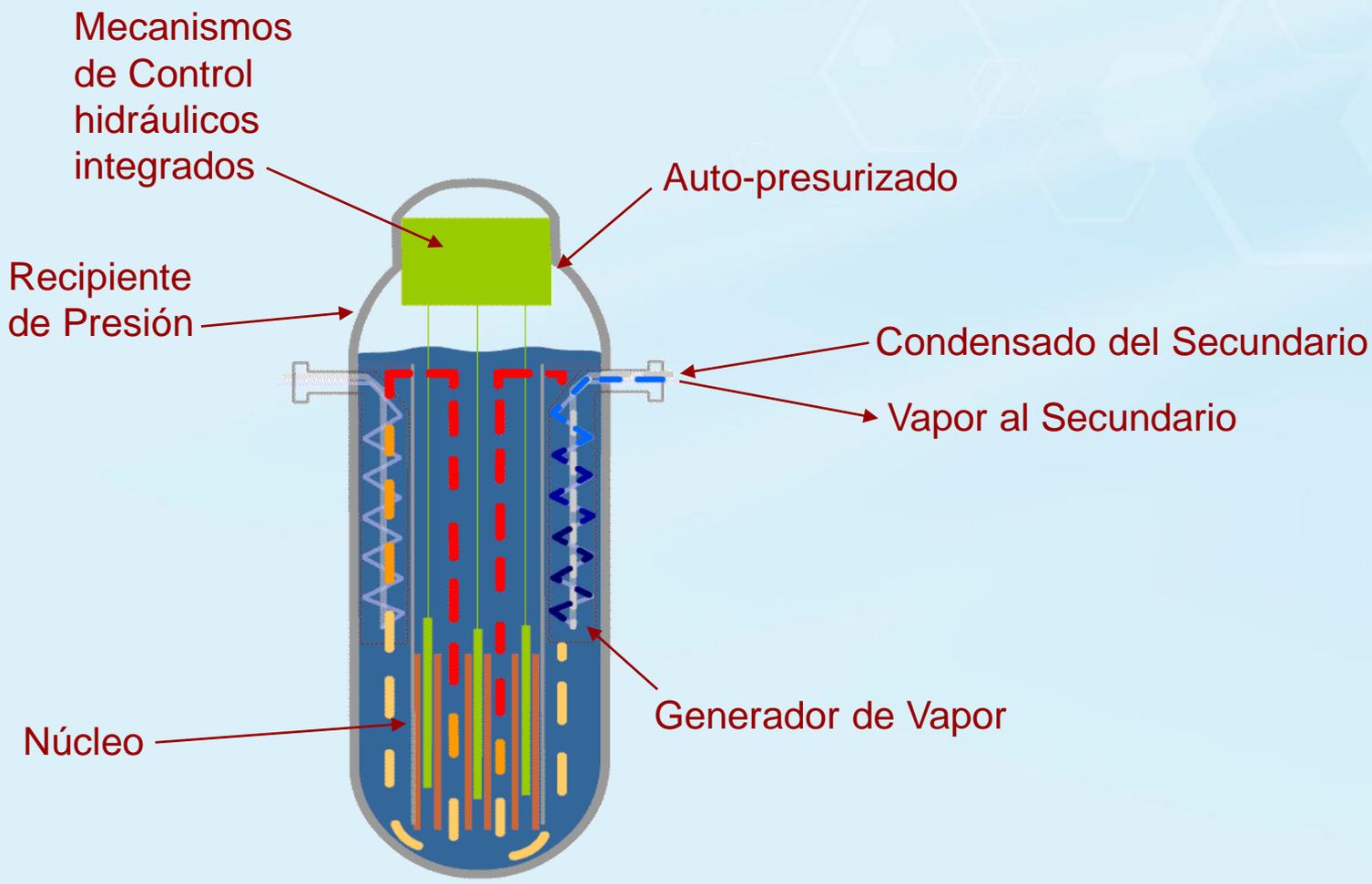
# TRANSFORMACIÓN: ELIMINACIÓN BOMBAS



# TRANSFORMACIÓN: INTEGRACIÓN DE LOS MECANISMOS DE CONTROL

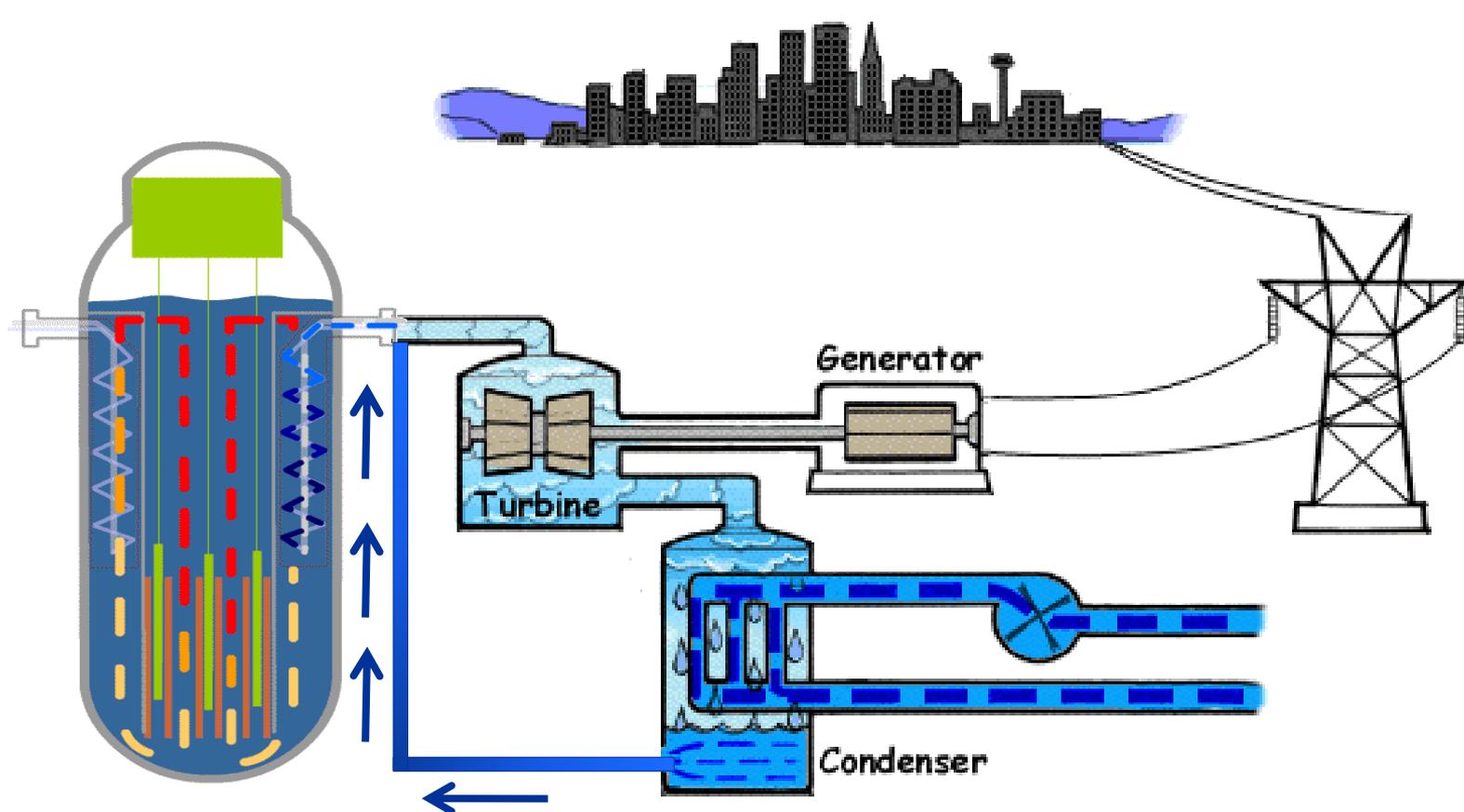


# FUNCIONAMIENTO DEL CAREM



# FUNCIONAMIENTO DEL CAREM

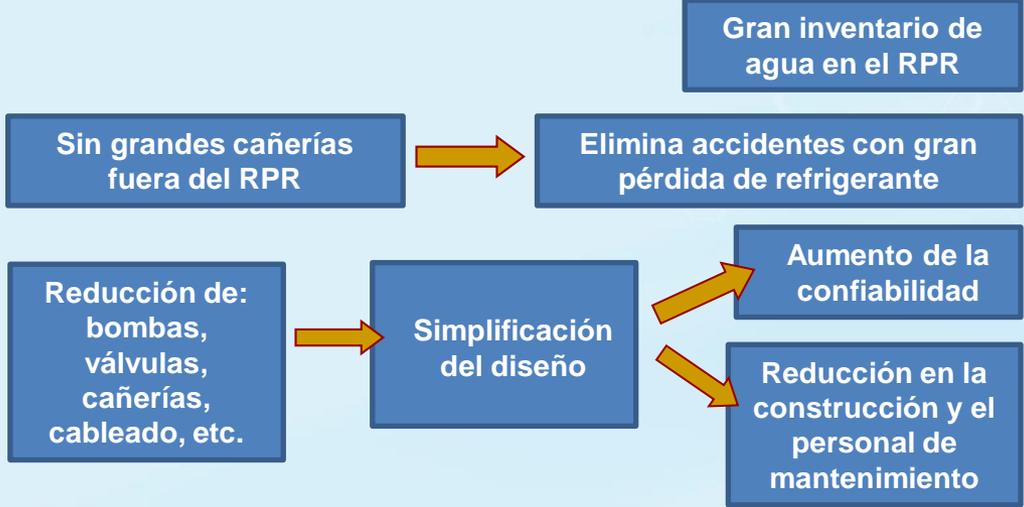
## Esquema básico de generación eléctrica



# COMPARACIÓN CAREM / PWR CLÁSICO

	<b>CAREM</b>	<b>PWR CONVENCIONAL</b>
Circuito Primario	<b>Integrado</b>	<b>Externo (Loop)</b>
Presurizador	<b>No (Autopresurizado)</b>	<b>Si</b>
Circulación del Primario	<b>Natural</b>	<b>Forzada</b>
Mecanismos de Control	<b>Hidráulicos (internos)</b>	<b>Magnéticos (externos)</b>
Sistemas de Seguridad	<b>Pasivos</b>	<b>Activos</b>

**CIRCUITO PRIMARIO INTEGRADO**



**Mayor Seguridad**

**Menor Costo**

**AUTOPRESURIZADO**



**Mayor seguridad  
Menor Costo**

**CIRCULACIÓN DEL PRIMARIO: CONVECCIÓN NATURAL**



**MECANISMOS DE CONTROL HIDRÁULICOS - INTERNOS**

Se elimina la posibilidad de accidente por eyección de barra

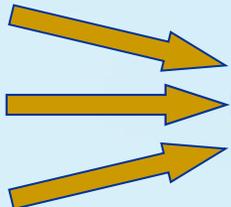


**SISTEMAS DE SEGURIDAD PASIVOS**

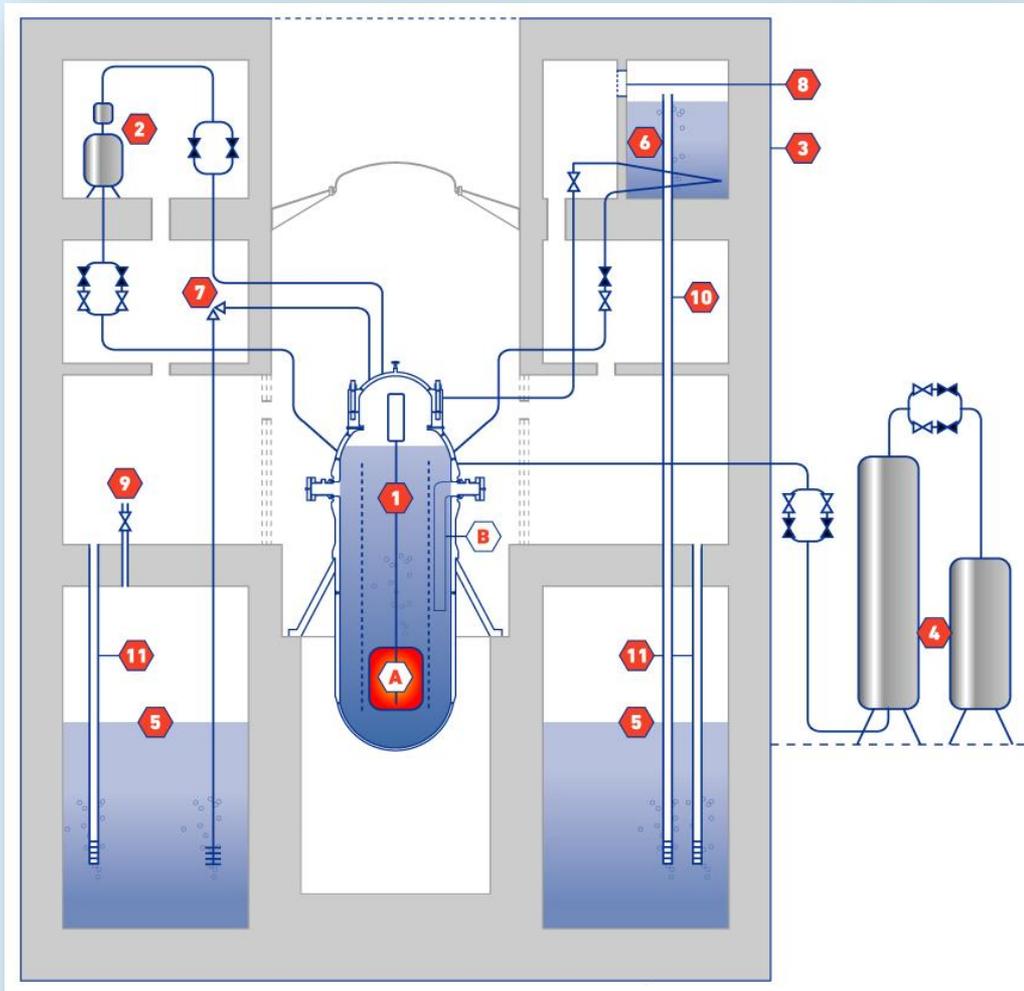
Independencia de Sistemas Activos

Independencia de la acción de operadores

Independencia de energía eléctrica externa

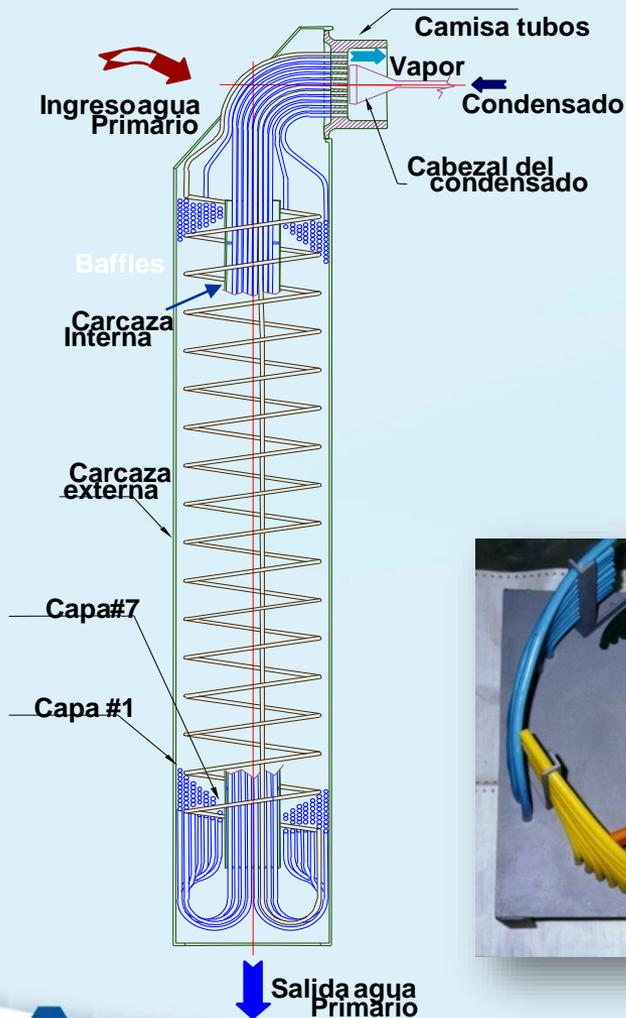


## SISTEMAS PASIVOS DE SEGURIDAD

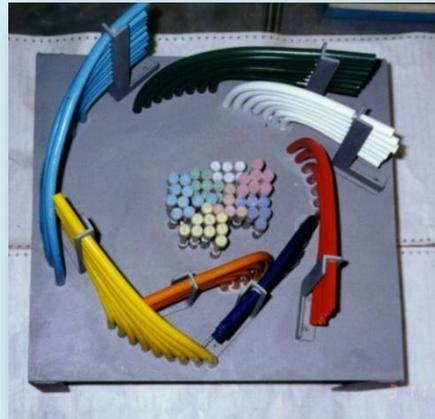


- A) Núcleo (fuente caliente)
- B) Generadores de vapor (fuente fría)
- 1) Sistema de extinción rápida
- 2) Sistema de extinción diverso
- 3) Edificio de la contención
- 4) Sistema de Inyección de Seguridad
- 5) Piletta supresora de presión
- 6) Sistema de Seguridad de Extracción de Calor Residual (SSECR)
- 7-11) Ductos y válvulas de alivio de presión del edificio de la contención

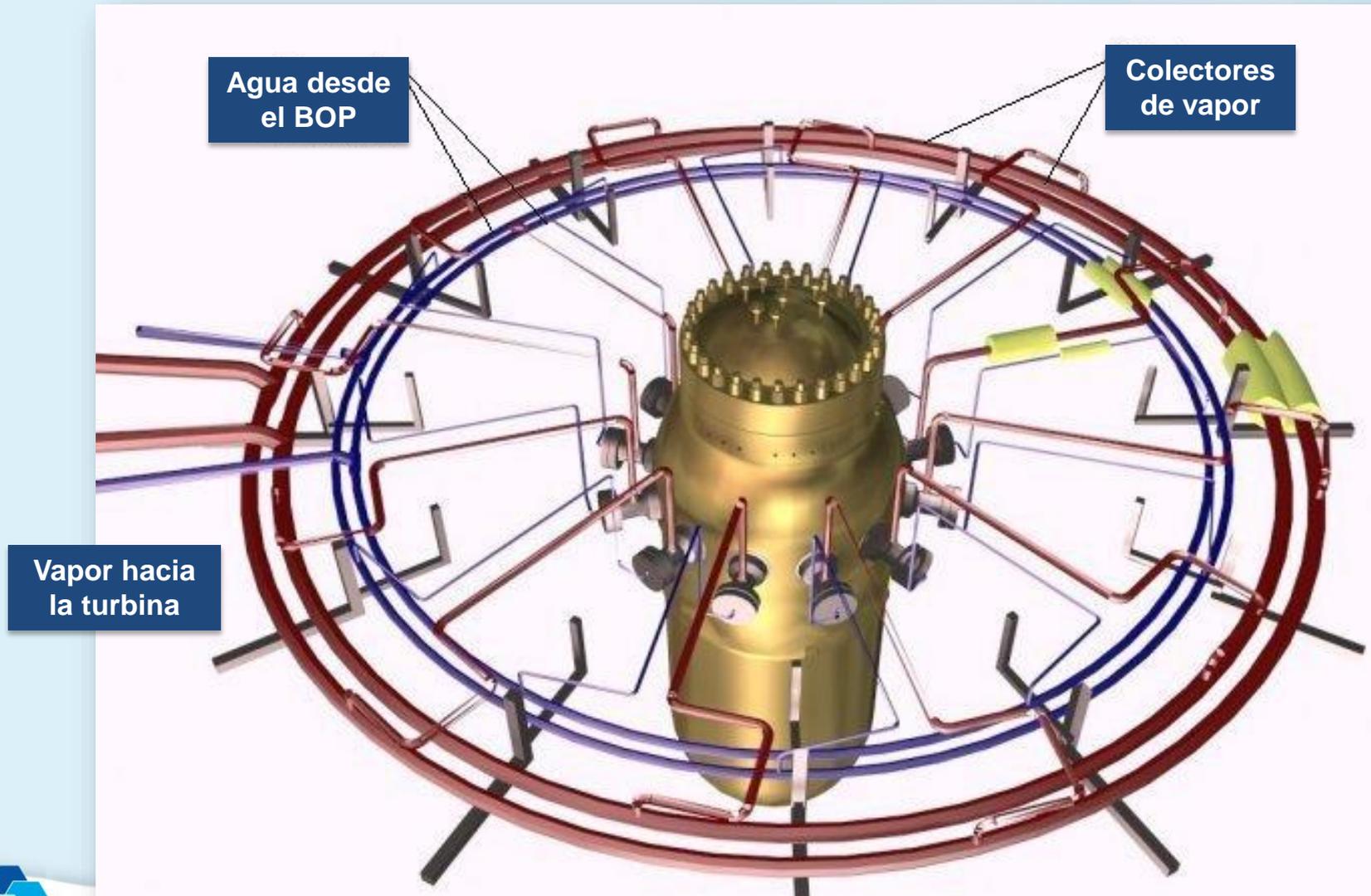
# GENERADORES DE VAPOR



- 12 módulos en paralelo, divididos en 2 subsistemas independientes
- Cada uno de ellos consiste en un sistema de 52 tubos helicoidales de 35 m de longitud aprox., agrupados en 6 camisas concéntricas

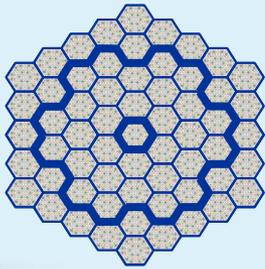
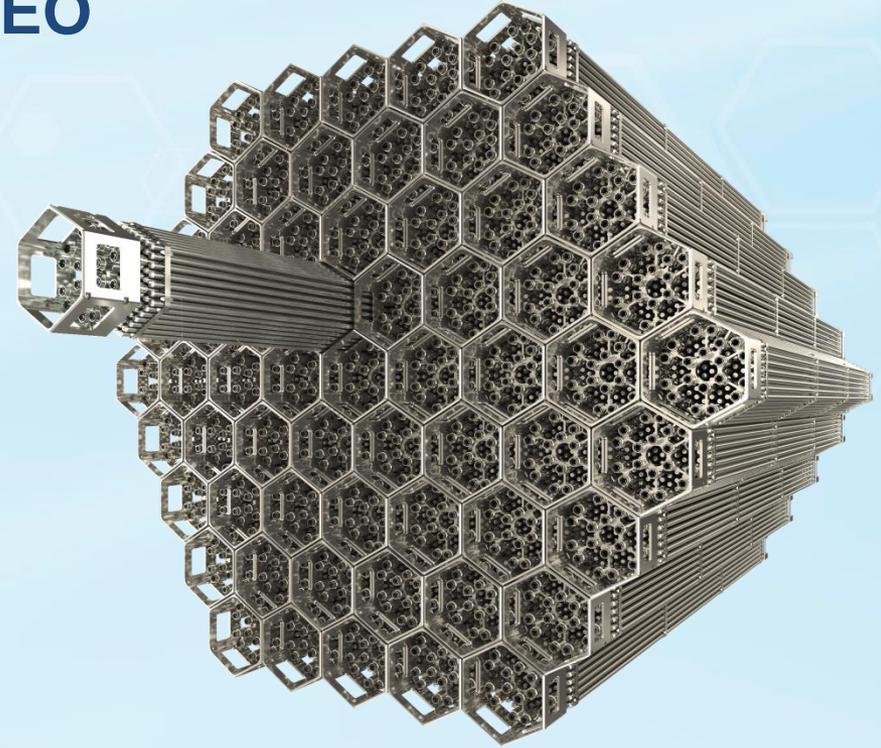
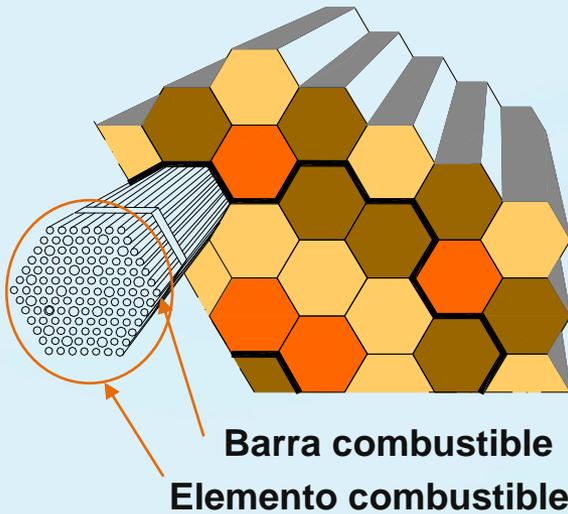


# GENERADORES DE VAPOR



# NÚCLEO

- ✓ Potencia térmica = **100 MW**
- ✓ Masa total de uranio = **3812.5 kg**



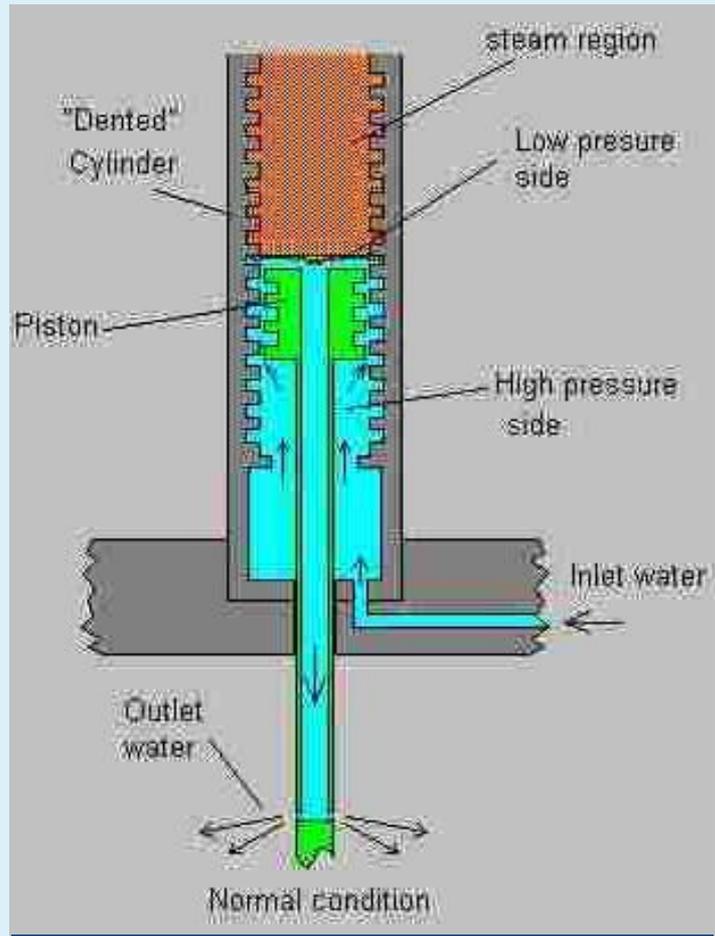
**61 elementos combustibles:**  
• Máximo enriquecimiento → 3,1%

## ELEMENTOS COMBUSTIBLES

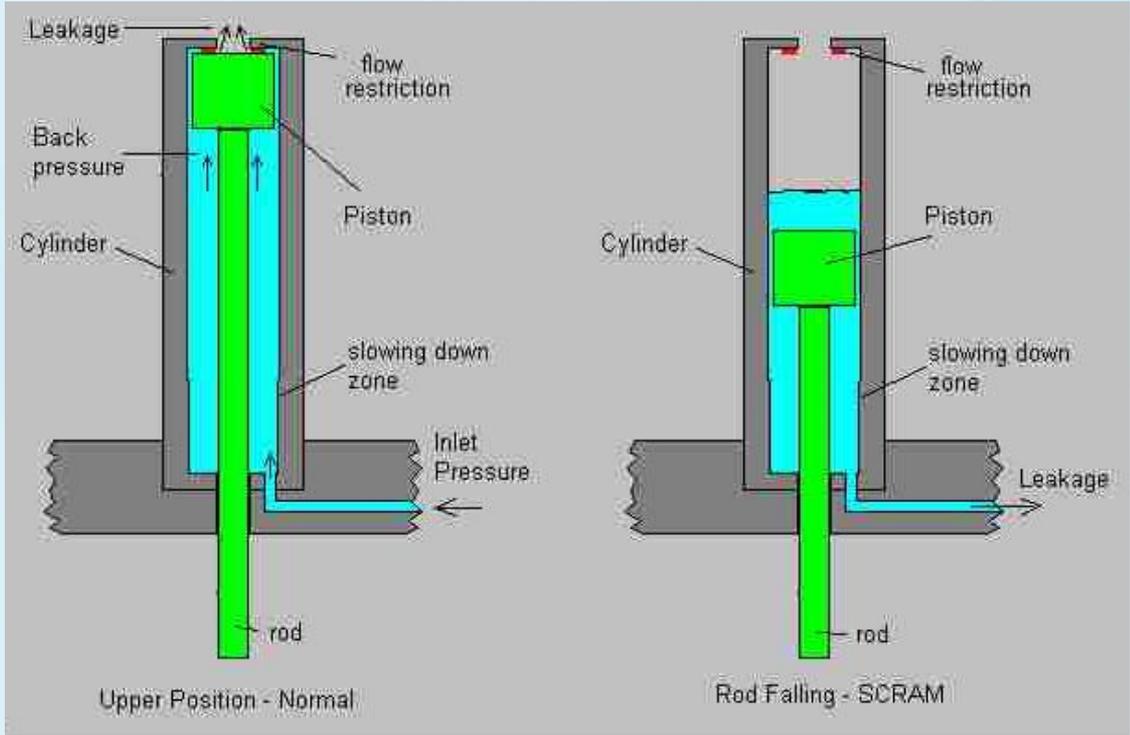


- ✓ Longitud activa EECC = **140 cm**
- ✓ Diámetro del combustible ( $\text{UO}_2$ ) = **0.76 cm**
- ✓ Diámetro del revestimiento externo (Zry-4) = **0.90 cm**
- ✓ Espacio entre barras = **1.38 cm**

# MECANISMOS DE CONTROL



**Sistema de Ajuste y Control**



**Sistema de Extinción Rápida**

## CONTRATISTAS PRINCIPALES



**TECHINT**  
Ingeniería y Construcción

### SEGUNDA ETAPA DE LA CONSTRUCCIÓN:

En septiembre de 2016 se convocó a una licitación pública para el ingreso de un nuevo contratista que lleve adelante la construcción del edificio civil del CAREM hasta su finalización. El proceso comenzó con 8 empresas y consorcios interesados, y tras un exhaustivo análisis de las propuestas técnicas y económicas, fue adjudicada la empresa **TECHINT INGENIERÍA** (la firma del contrato tuvo lugar el 10 de julio de 2017).

### RECIPIENTE DE PRESIÓN

Diciembre 2013: Luego de un extenso proceso de licitación, se firma el contrato de



### 7 de noviembre 2016:

**IMPSA recibió en su planta de Mendoza los forjados enviados desde Italia por la empresa Forge Monchieri S.P.A. Desde ese momento la empresa trabaja en el armado del recipiente.**

# CONTRATISTAS PRINCIPALES



Lunes 30 de abril de 2018: los equipos principales del BOP arriban al Predio



EE.CC.



G.V.



LINER

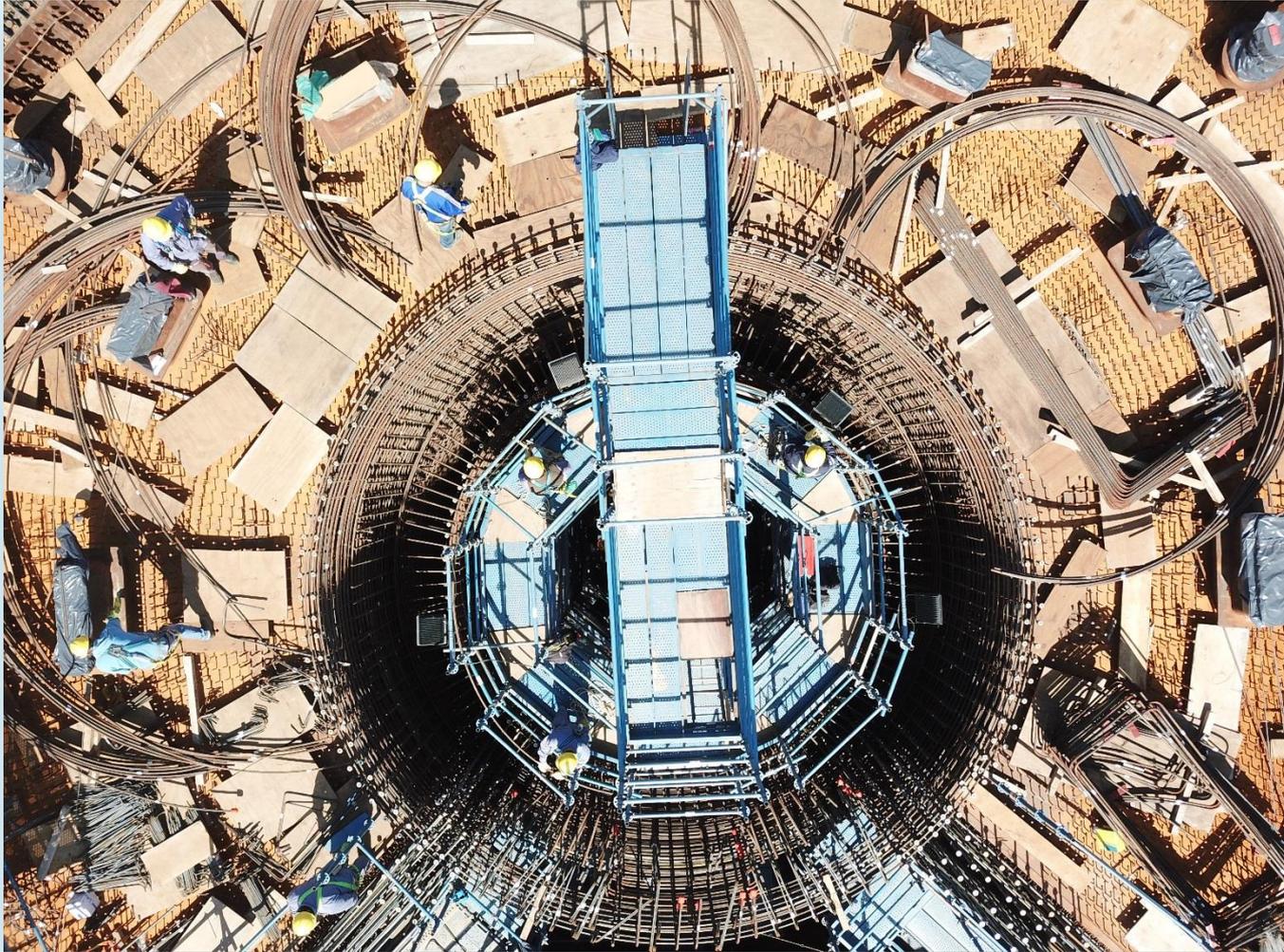


TUBOS GV

# ESTADO DE LOS TRABAJOS



# ESTADO DE LOS TRABAJOS



# ESTADO DE LOS TRABAJOS



# ESTADO DE LOS TRABAJOS

## RECIPIENTE DE PRESIÓN



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**



**Comisión Nacional  
de Energía Atómica**

**Alfredo Boselli**  
[boselli@cnea.gov.ar](mailto:boselli@cnea.gov.ar)