

Jornada de la Plataforma CEIDEN  
Madrid, 29 Septiembre 2014

## Participación de UNESA/CC.NN. españolas en el Programa Nuclear de EPRI

**(UNESA-EPRI Membership and its  
Application to Spanish NPPs)**

Lorenzo Francia  
UNESA – Asociación Española de la Industria  
Eléctrica  
Dirección Nuclear



# Índice

- Antecedentes
- Historia de la participación de UNESA/CC.NN. en programas nucleares de EPRI.
- Marco y alcance de la participación actual:
  - Acuerdos EPRI-UNESA de participación en:
    - Programa Nuclear (actividades “base”).
    - Programas suplementarios en 2014.
  - Acuerdos de licencia EPRI-CC.NN./EE.EE. (MILAs):
    - Condiciones de confidencialidad y uso de los productos de EPRI.
- Asimilación/aplicación de la tecnología de EPRI por las Centrales.
- Modelo sectorial de I+D+i nuclear basado en Centros de Referencia.

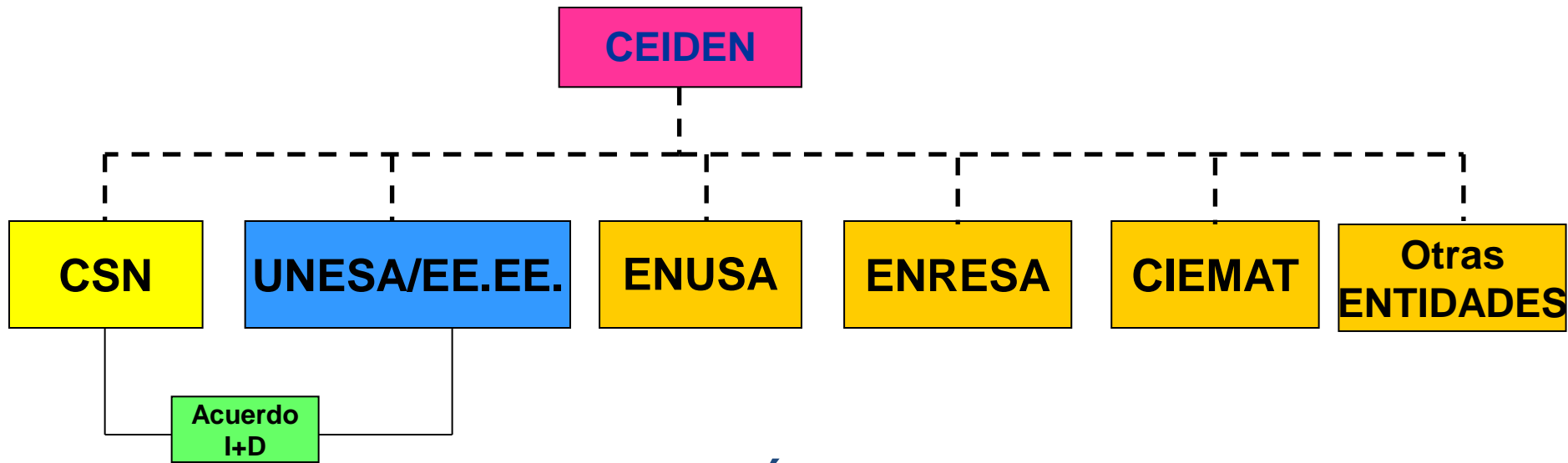
## Antecedentes

- En Ene-2003 se editó el informe UNESA CEN-8: “Situación actual de los programas de I+D+i nuclear en el sector eléctrico español y estrategias futuras”.
- Este informe recogía un catalogo de proyectos en los que participaba el Sector y recomendaciones para mejorar la efectividad de la I+D+i sectorial.
- La puesta en marcha de estas recomendaciones dio lugar, en el año 2006, a:
  - la revisión del PCI
  - la incorporación de UNESA al programa nuclear de EPRI
  - la implantación del modelo de Centros de Referencia.
- Revisión del informe UNESA CEN-8 en Nov-2008.

## Acuerdos con el CSN

- ✦ Plan Coordinado de Investigación (PCI) entre CSN y UNESA (Sep-1997).
- ✦ Hasta el año 2006 su funcionamiento se basaba en la firma de convenios individuales para cada Proyecto de I+D, recogiendo una financiación al 50% por cada una de las partes.
- ✦ A partir del año 2006 se sustituyó este procedimiento por el de financiación individual por cada parte de proyectos de interés común, y uso compartido de los resultados.
- ✦ En Nov-2009 se firmó un nuevo Acuerdo de Colaboración CSN-UNESA en materia de I+D, que sustituye al del PCI.

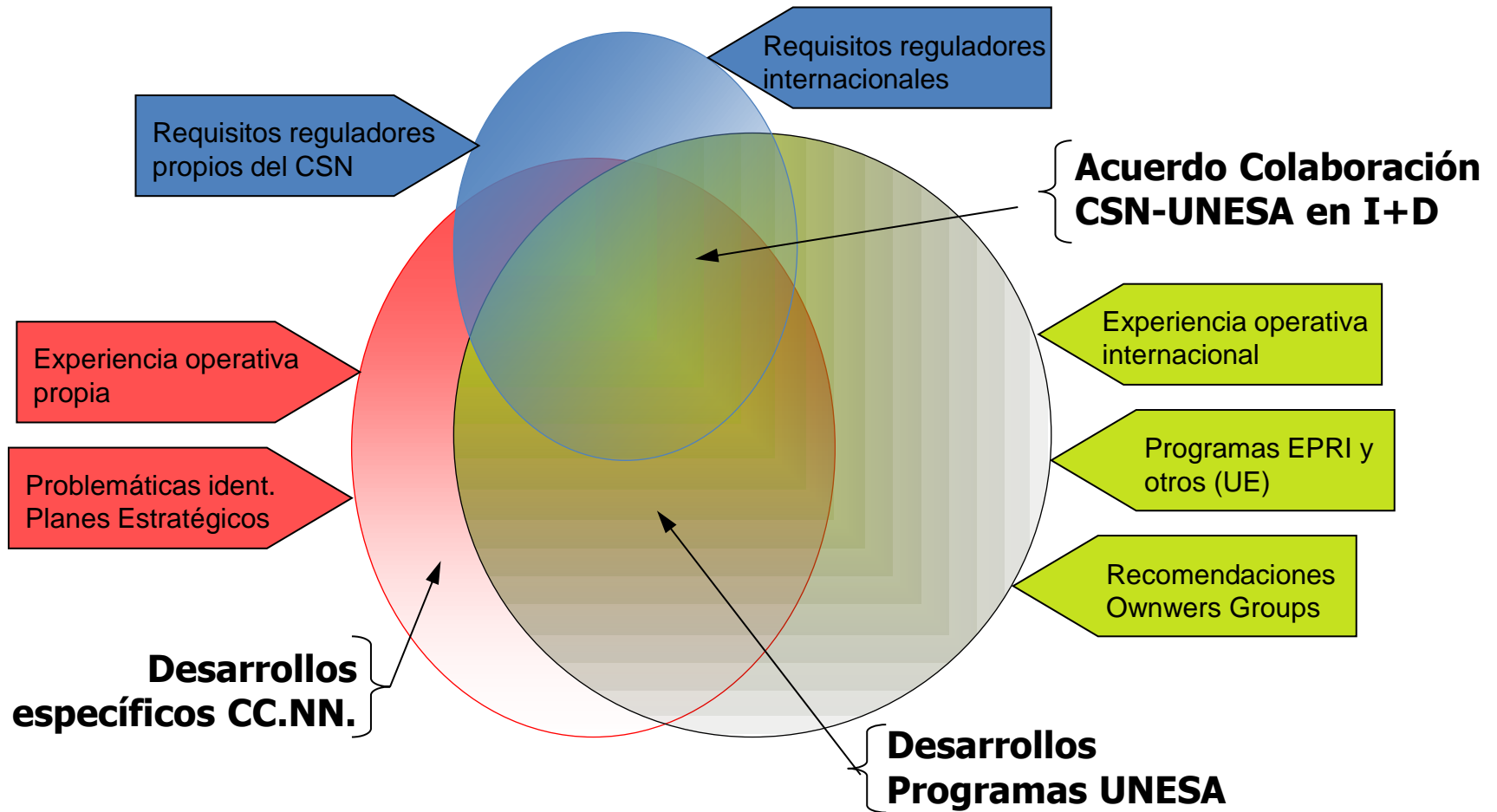
# Coordinación de la I+D+i nuclear española



## Áreas de I+D+i

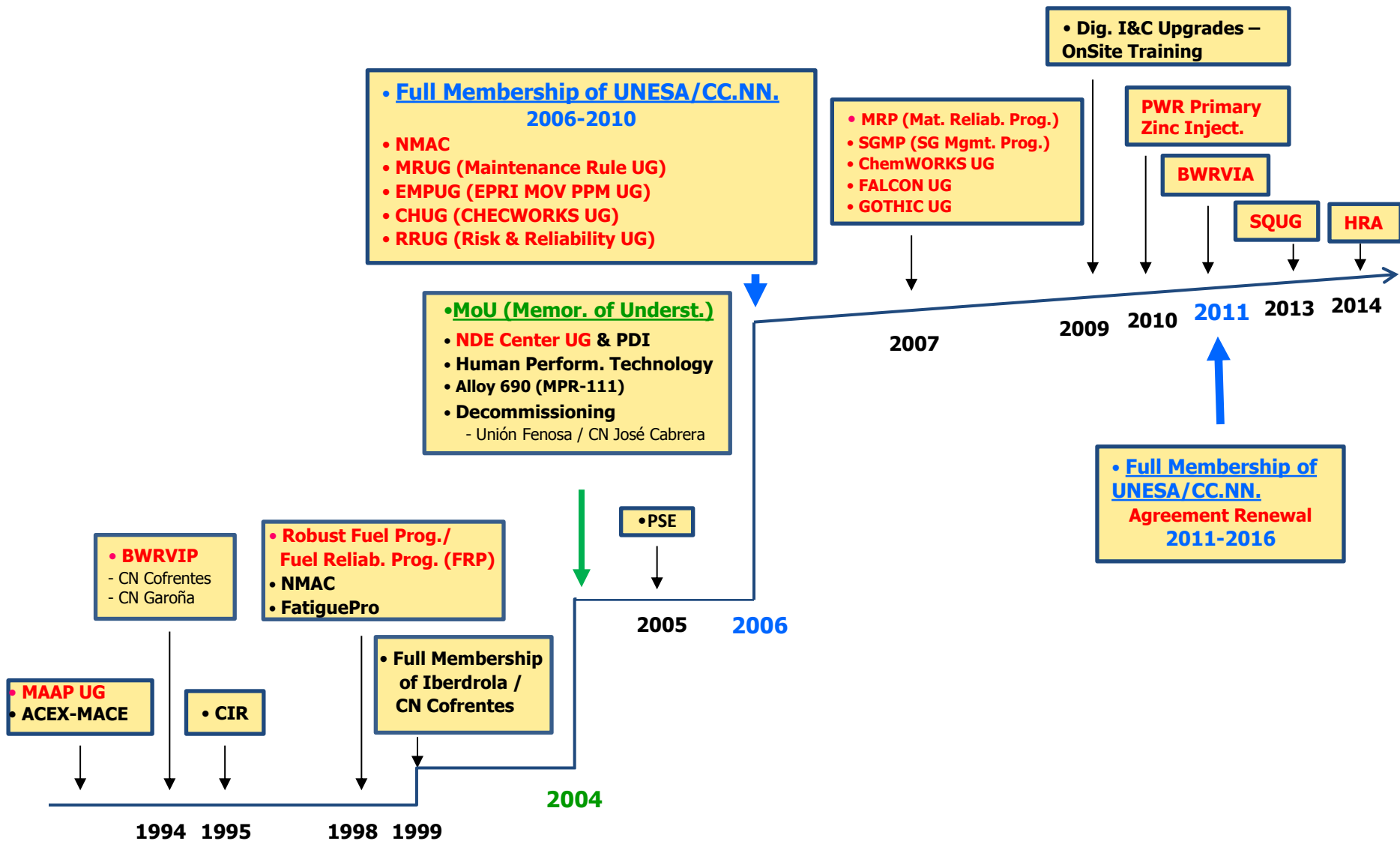
1	Comportamiento de materiales
2	Eficiencia del Combustible Nuclear
3	Gestión de residuos de alta actividad y de combustible usado
4	Ensayos no destructivos (END)
5	Fiabilidad de equipos y gestión de activos
6	Instrumentación y control
7	Tecnología de Seguridad y del riesgo y sus aplicaciones
8	Residuos de baja actividad y Protección Radiológica
9	Desarrollo de nuevas plantas nucleares

# Modelo de gestión de la I+D+i sectorial



- Aspectos específicos de las CC.CC.
- Aspectos identificados en el ámbito internacional.
- Aspectos comunes con el organismo regulador

# Historia de la participación de UNESA/CC.NN. en programas nucleares de EPRI



- "Master Agreement for EPRI Member Participation"
- "2011 Nuclear Research Portfolio Agreement" (Prog. Nuclear)
- "20xx Nuclear Supplemental Program Funding Allocations" (Programas Suplementarios)

**EPRI**

**UNESA**

"Master International License Agreements (MILAs)"

Acuerdos de Colaboración UNESA-CdR

- Propietarios/Operadores de las Centrales Nucleares Españolas**
1. **ENDESA GENERACIÓN** para Ascó I y II, Vandellós II, Sta. M<sup>a</sup> de Garoña, Almaraz I y II y Trillo.
  2. **IBERDROLA GENERACIÓN NUC.** para Cofrentes, Almaraz I y II, Trillo, Sta. M<sup>a</sup> de Garoña, Vandellós II y Ascó II.
  3. **GAS NATURAL SDG** para Trillo y Almaraz I y II.
  4. **EDP ENERGÍA (HC)** para Trillo.
  5. **NUCLENOR** para Sta. M<sup>a</sup> de Garoña y Trillo.
  6. **ANAV** para Vandellós II y Ascó I y II.
  7. **CNAT** para Trillo y Almaraz I y II.

- Centros de Referencia**
1. CIEMAT
  2. ENUSA
  3. IBERDROLA ING.
  4. GNF eng.
  5. TECNATOM
  6. EE.AA.

**Consultores/Contratistas**

**CSN**

- Flujo **permitido** de productos EPRI
- .....▶ Flujo **posible** (previa firma de acuerdo)

# “Master Agreement for EPRI Member Participation” + “2011 Nuclear Research Portfolio Agreement” (1/2)

 Partes: EPRI y UNESA

 Vigencia: 2011-2016

 Alcance:

- Programa “41 Nuclear Power” del sector “Nuclear” (Programa Nuclear)
- Programa “Technology Innovation”

# “Master Agreement for EPRI Member Participation” + “2011 Nuclear Research Portfolio Agreement” (2/2)

 **Programa Nuclear:** Participación en las actividades “base”, con acceso a los **productos existentes y previstos**, de los **10 Planes de Acción** que lo integran:

- **41.01 Degradación/envejecimiento de materiales**  
*Materials Degradation/Aging*
- **41.02 Fiabilidad de combustible**  
*Fuel Reliability*
- **41.03 Gestión de combustible usado y residuos de alta actividad**  
*Used Fuel & High-Level Waste Management*
- **41.04 Ensayos no destructivos (END) y caracterización de materiales**  
*Nondestructive Evaluation (NDE) and Material Characterization*
- **41.05 Fiabilidad de equipos**  
*Equipment Reliability*
- **41.06 Instrumentación y control**  
*Instrumentation and Control*
- **41.07 Gestión de riesgos y de la seguridad**  
*Risk & Safety Management*
- **41.08 Nuevas centrales nucleares**  
*Advanced Nuclear Technology*
- **41.09 Química, Gestión de residuos de baja actividad y de la radiación**  
*Chemistry, Low-Level Waste and Radiation Management*
- **41.10 Operación a largo plazo**  
*Long-Term Operations (LTO)*

# “2014 Nuclear Supplemental Program Funding Allocations” (1/2)

- ✧ Partes: EPRI y UNESA
- ✧ Vigencia: Anual
- ✧ Alcance: Los programas “suplementarios” en que se participa cada año.
- ✧ 2014: Se participa en los 17 siguientes:
  - **41.01 Degradación/envejecimiento de materiales:**
    - *PWR Steam Generator Management (SGMP)*
    - *PWR Materials Management (MRP)*
    - *BWR Materials Management (BWRVIP)*
    - *BWRVIA-RAD/ECP Users Group*
  - **41.02 Fiabilidad de combustible:**
    - *Fuel Reliability Program (FRP)*
    - *FALCON Users Group*

# “2014 Nuclear Supplemental Program Funding Allocations” (2/2)

## 2014 (cont.):

- **41.04 Ensayos no destructivos (END) y caracterización de materiales:**
  - *NDE Characterization*
- **41.05 Fiabilidad de equipos:**
  - *Nuclear Maintenance Applications Center (NMAC) + Maintenance Rule UG (MRUG)*
  - *EPRI MOV Performance Prediction Methodology Users Group (EMPUG)*
  - *CHECWORKS Users Group (CHUG)*
- **41.07 Gestión de riesgos y de la seguridad:**
  - *MAAP Users Group*
  - *Risk and Reliability Users Group (RRUG)*
  - *GOTHIC Users Group*
  - *Seismic Qualification Users Group (SQUG)*
  - *HRA Calculator UG*
- **41.09 Química, Gestión de residuos de baja actividad y de la radiación:**
  - *ChemWORKS Users Group*
  - *PWR Primary Zinc Application Users Group*

# Vías disponibles por las CC.NN. para la asimilación/aplicación de la tecnología de EPRI (1/2)

## Directa:

- Contacto directo Central-EPRI para temas específicos de la Central
  - Personas de contacto de EPRI para cada programa
- Descarga de nuevos productos EPRI (alertas, comunicaciones,....).
- Descarga/solicitud de productos EPRI desde la página web de EPRI ([www.epri.com](http://www.epri.com)).

## Sectorial:

- Consultas a EPRI, a través de UNESA, para temas de interés común a todas o varias Centrales.
- Consultas entre expertos de las distintas Centrales o planteamiento en el Grupo de UNESA correspondiente.

## Vías disponibles por las CC.NN. para asimilación/aplicación de la tecnología de EPRI (2/2)

- ✈ Organización y celebración en España de reuniones bilaterales, workshops, cursos, etc. sobre programas de EPRI específicos y de interés.
- ✈ Investigador Residente (*Resident Researcher*) en sede de EPRI.
- ✈ A través de los Centros de Referencia:
  - Consultas/solicitudes a los Centros de Referencia en las Áreas de I+D+i de su especialidad, en particular, en relación con los productos EPRI transferidos a los mismos por UNESA.
    - Personas de contacto de los CdR para las distintas Áreas de I+D+i
- ✈ Adicionalmente, acceso público (parte no restringida) a la página Web-EPRI.

# Modelo de I+D+i basado en Centros de Referencia: - Acuerdos de Colaboración UNESA-CdR (1/4)

## Entidades españolas:

- con capacidad científico-técnica y voluntad de colaboración;
- promovidas como Centros de Referencia (CdR) en una serie de áreas de I+D+i, por su liderazgo y capacitación en ellas;
- que mantengan, en dichas áreas, capacidad para proporcionar a las Centrales y a las EE.EE. el soporte requerido en sus objetivos de:
  - operación segura, fiable y competitiva;
  - mantener abierta la opción nuclear.

## Modelo de I+D+i basado en Centros de Referencia: - Acuerdos de Colaboración UNESA-CdR (2/4)

### Compromisos del Sector Eléctrico:

- Participar en programas de I+D+i de interés para las CC.NN.
  - Transferir la tecnología a los CdR.
  - Propiciar la participación de los CdR.
- Propiciar la coordinación/colaboración con otros promotores de I+D+i y promover que dichos promotores apoyen el modelo de I+D+i basado en CdR.
- Estudiar las propuestas de los CdR.

## **Modelo de I+D+i basado en Centros de Referencia: - Acuerdos de Colaboración UNESA-CdR (3/4)**

### Compromisos de los Centros de Referencia:

- Mantener actualizada su capacidad para responder a las necesidades de las Centrales.
- Asimilar la tecnología, identificando las aplicaciones a las Centrales.
- Apoyar y asesorar al Sector Eléctrico.
- Participar en los programas.
- Coordinarse con otros CdR.
- Informar sobre otros programas de posible interés para las Centrales.

## Modelo de I+D+i basado en Centros de Referencia: - Acuerdos de Colaboración UNESA-CdR (4/4)

Acuerdos firmados actualmente entre UNESA y los siguientes Centros de Referencia:

- CIEMAT
- ENUSA Industrias Avanzadas
- IBERDROLA Ingeniería y Construcción
- GAS NATURAL FENOSA engineering
- TECNATOM
- EMPRESARIOS AGRUPADOS

	Área	CIEMAT	TECNATOM	IIC	GNFeng	ENUSA	EE.AA
1	Comportamiento de materiales	X	X	X			
2	Eficiencia del Combustible Nuclear			X		X	
3	Gestión de residuos de alta actividad y de combustible gastado					X	
4	Ensayos no destructivos (END)		X				
5	Fiabilidad de equipos y gestión de activos	X	X	X	X		X
6	Instrumentación y control		X				X
7	Tecnología de Seguridad y del riesgo y sus aplicaciones		X	X	X		X
8	Residuos de baja actividad y Protección Radiológica		X	X	X		X
9	Desarrollo de nuevas plantas nucleares		X	X			

## Interacciones de los Centros de Referencia en la participación UNESA/CC.NN.-EPRI

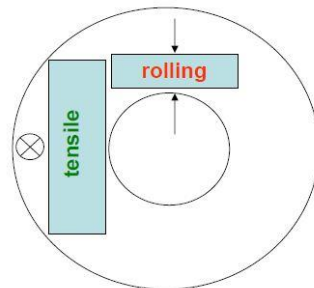
- Acceso a documentación de EPRI.
- Orientación a los Centros de Referencia sobre la tecnología de EPRI de mayor interés para las CC.NN.
- Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i:
  - contratados por EPRI;
  - cofinanciados por EPRI-UNESA/Sector;
  - contratados por UNESA/Sector.
- Apoyo a UNESA/CC.NN. en reuniones de grupos técnicos de Programas de EPRI.
- Orientación y aprovechamiento hacia productos EPRI categorizados (Cat. 1).

# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## UNESA-EPRI-CIEMAT Project:

### CGR Testing of Alloy 690 and weld metals 52 and 152

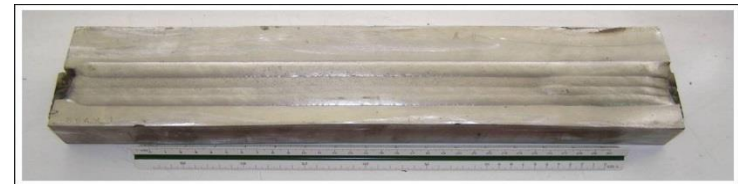
- To obtain CGR data of 20 % cold worked Alloy 690TT, from CRDM, deformed by rolling and tensile.



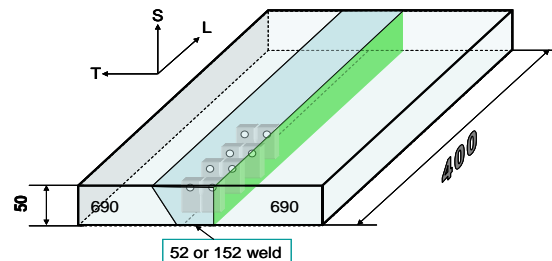
- Orientation of specimens: T-L

CRDM tube from Valinox

- To obtain CGR data of Alloy 152 and 52 weld metal



- Orientation of specimens: T-S

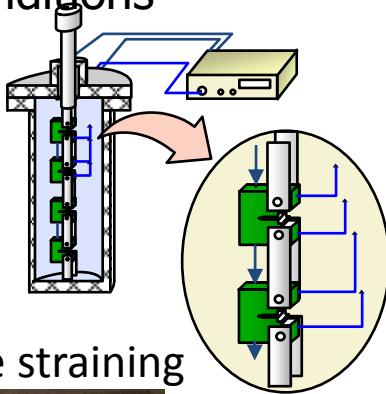


Weld Materials from Special Metals and coupons performed by ENSA

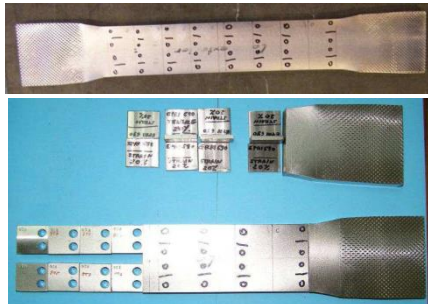
# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## UNESA-EPRI-CIEMAT Project: CGR testing of Alloy 690 and weld metals 52 and 152

Tests conditions



CW by tensile straining



CW by rolling



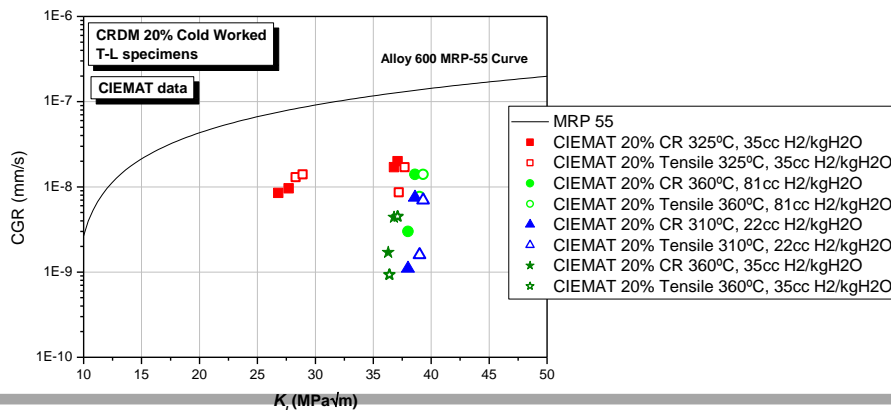
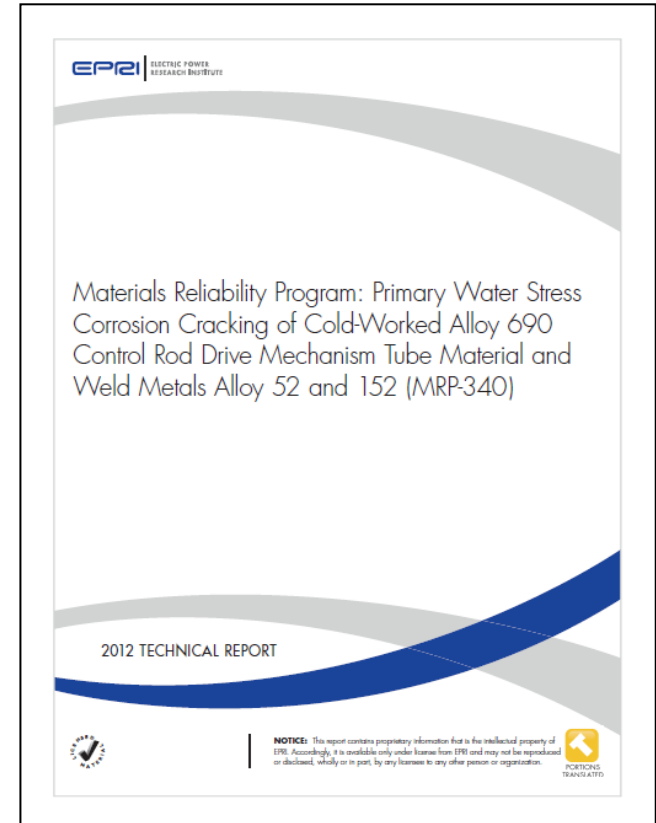
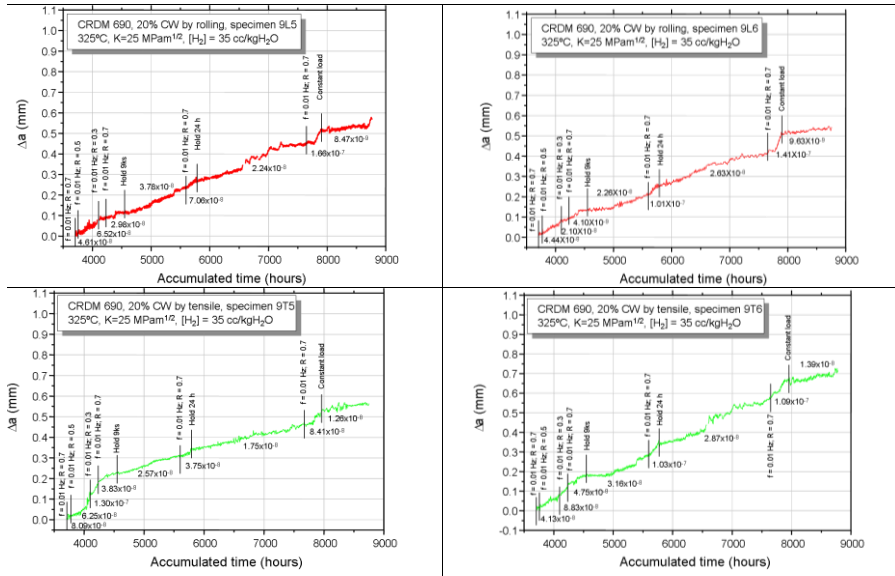
Test Matrix

Test	CGR at 325°C		
	Material	$K_I$ (35 MPa $\sqrt{m}$ )	$K_I$ (25 MPa $\sqrt{m}$ )
1	690TT	2 specimens 20%CW tensile pre-strained	
		2 specimens 20%CW unidirectional rolled	
2	690TT		2 specimens 20%CW tensile pre-strained
			2 specimens 20%CW unidirectional rolled
5	152/52	2 specimens of 152	
		2 specimens of 52	

Test	CGR at 360°C → 310°C		
	Material	$K_I$ (35 MPa $\sqrt{m}$ )	$K_I$ (25 MPa $\sqrt{m}$ )
3	690TT	2 specimens 20%CW tensile pre-strained.	
		2 specimens 20%CW unidirectional rolled	
4	690TT		2 specimens 20%CW tensile pre-strained
			2 specimens 20%CW unidirectional rolled
6	152/52	2 specimens of 152	
		2 specimens of 52	

# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## UNESA-EPRI-CIEMAT Project: CGR testing of Alloy 690 and weld metals 52 and 152

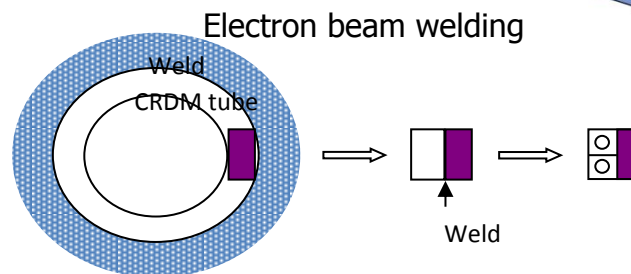
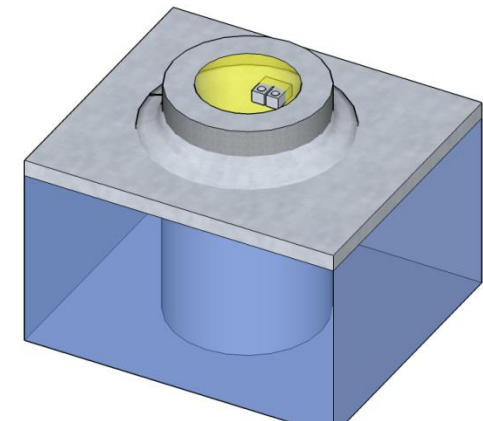
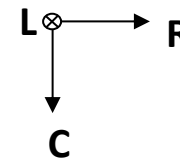
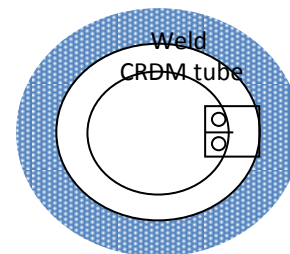
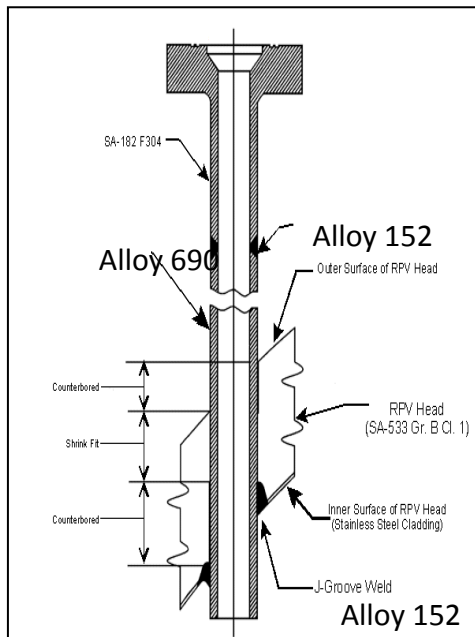


# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## CSN-CIEMAT Project, in EPRI A690 Expert Panel Group: SCC of Alloy 690 TT in PWR primary water conditions

- Fabrication of one CRDM "mock-up"
- Characterization of "mock-up"
- CT specimens machined
- CGR tests in PWR primary water
- Destructive examination

CRDM mock-up fabricated by ENSA

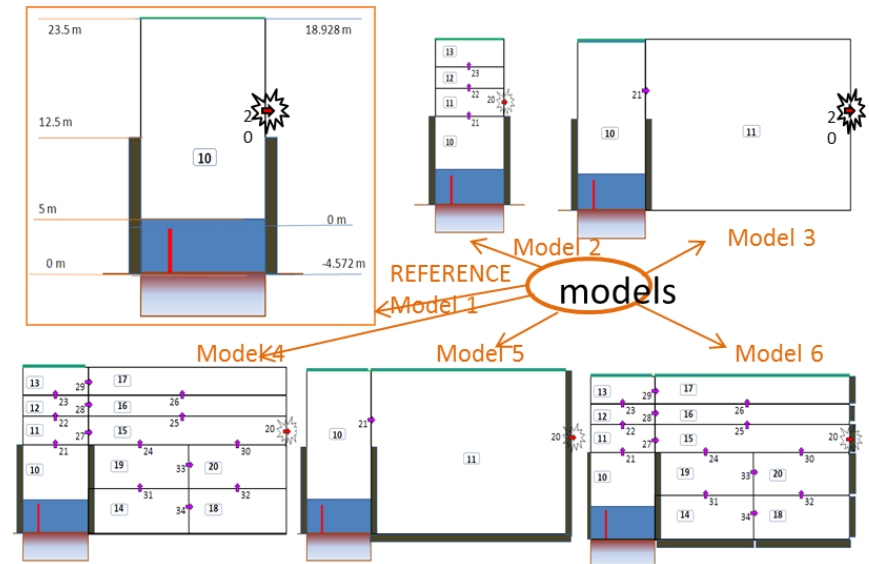


# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## Use of MAAP5 in Spanish Spent Fuel Pool Analysis

### Objetivos

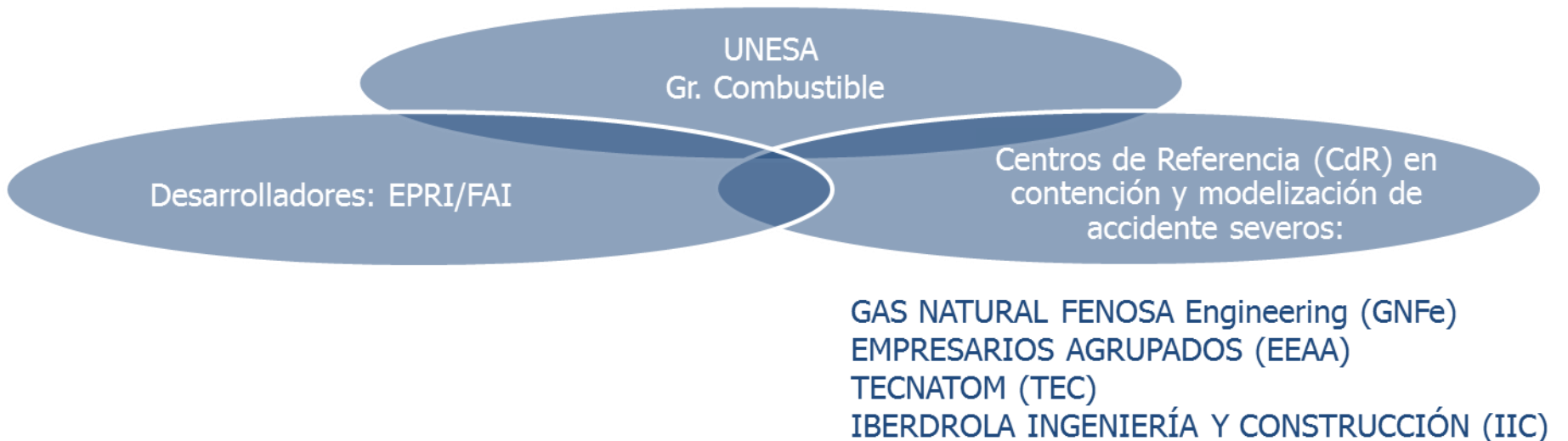
- Mejorar el conocimiento sobre posibles escenarios accidentales en Piscinas de Combustible Gastado (PCG).
- Definir el mejor modo para simular mediante el Módulo SFP del código MAAP5 las PCG en condiciones de accidente.
- Difundir el conocimiento entre los Centros de Referencia/Ingenierías de UNESA/CC.NN. españolas.
- Cumplir con el compromiso con el CSN sobre actuaciones de I+D+i en materia de análisis de degradación de PCG (actuación post-Fukushima).



# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## Use of MAAP5 in Spanish Spent Fuel Pool Analysis

### Marco colaborativo de I+D+i para el desarrollo del Proyecto



**GNFe:** Guía para la selección de lotes de elementos combustibles.

**EEAA:** Guía para la subdivisión de la PCG.

**TEC:** Guía para la configuración y uso de los modelos de transferencia de calor.

**IIC:** Guía para la simulación del edificio que contiene la PCG y de los sistemas de mitigación.

# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## Use of MAAP5 in Spanish Spent Fuel Pool Analysis

### Alcance

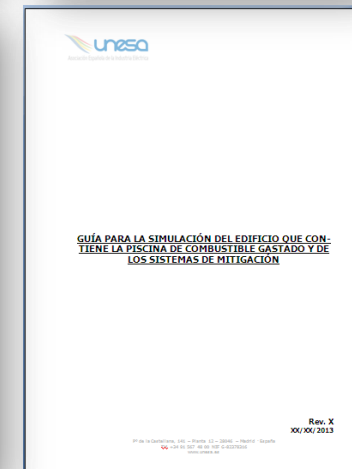
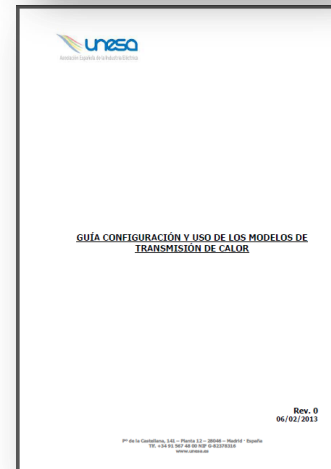
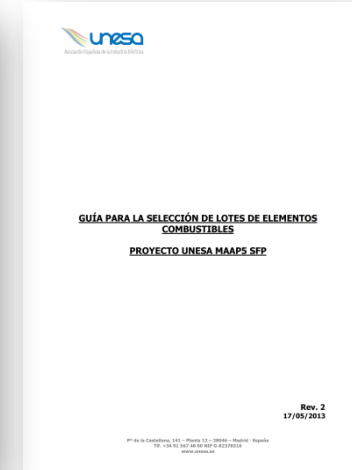
- Analizar las características y capacidades del Módulo SFP.
- Definir recomendaciones para la modelización de las PCG mediante el Módulo SFP.
- Facilitar la modelización de las PCG de las CC.NN. españolas.

### Escenarios analizados

- Pérdida de refrigeración de PCG.
- Pérdida instantánea del refrigerante de PCG.

### Productos

- Guías para la modelización de las PCG.



# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## ZIRP – Zorita Internals Research Project

**Objective:** Characterize the effects of neutron irradiation on the mechanical and microscopic properties of stainless steel materials irradiated under service conditions to increase the understanding of fluence effects at end of service life (40, 60 years and beyond)



### Current Participants:

- EPRI - MRP
- U.S. NRC
- CSN (Spanish regulator)
- SSM (Swedish regulator)
- Tractebel (Belgium)
- AXPO (Switzerland)
- Additional in-kind contribution from Japanese utilities/MHI

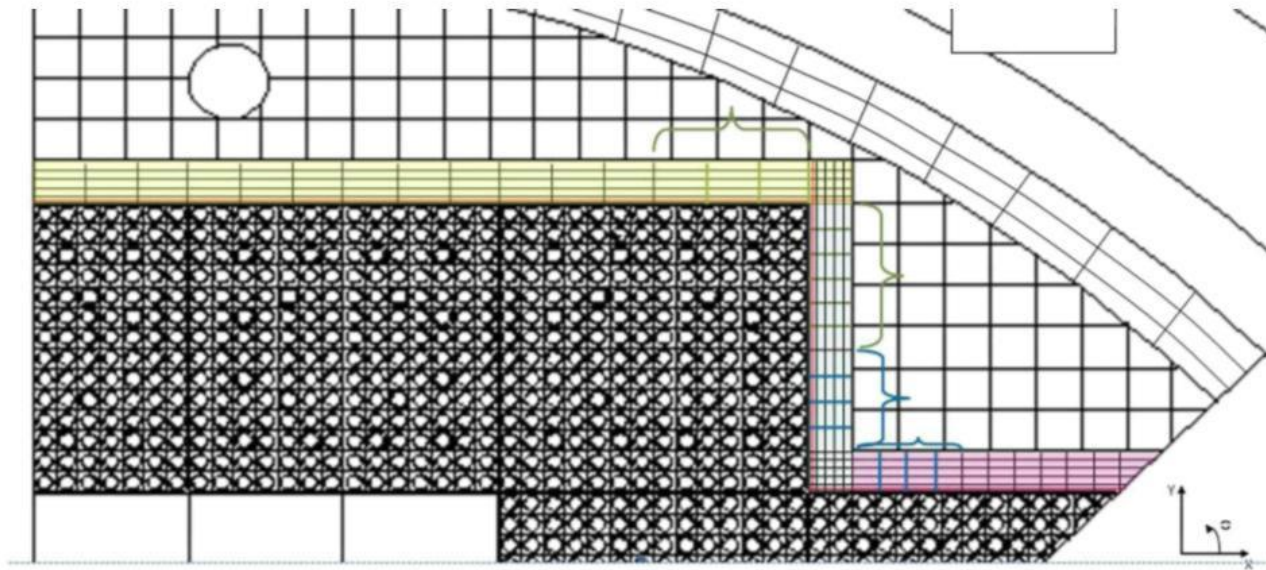
# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## ZIRP – Zorita Internals Research Project

### Computational analyses

- Irradiation (fluence) profiles.
- Temperature profiles.
- Critical operational history.

Performed by GNF Engineering supported by ENUSA and TECNATOM



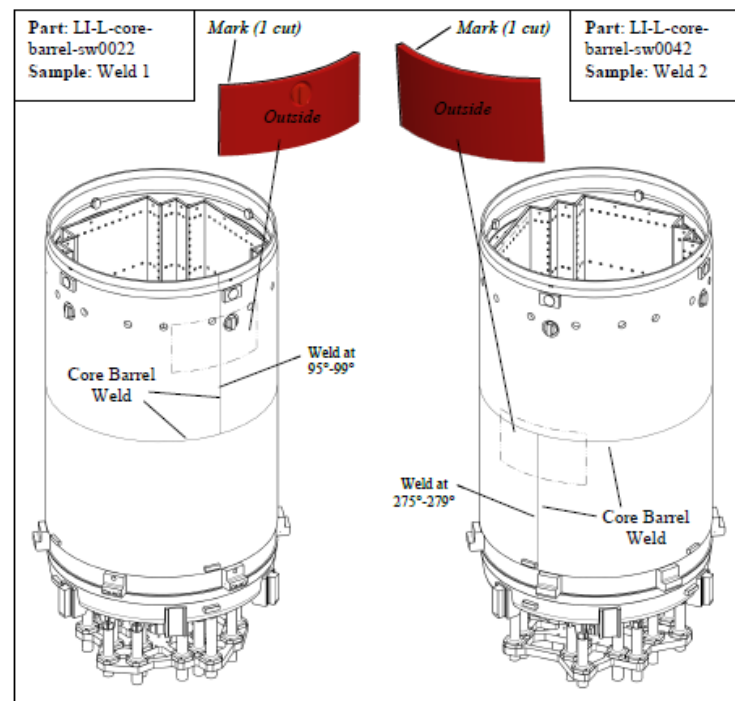
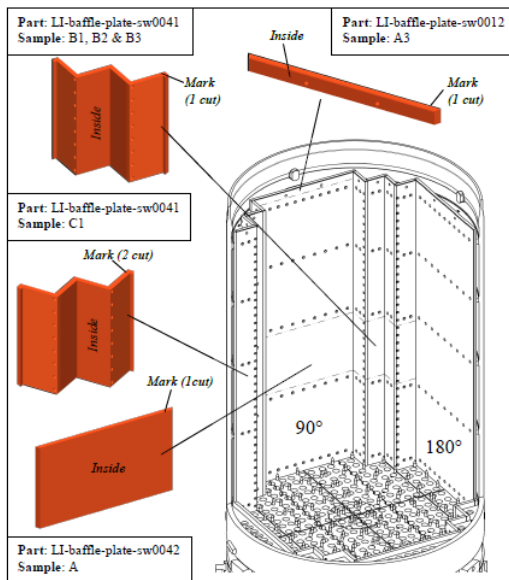
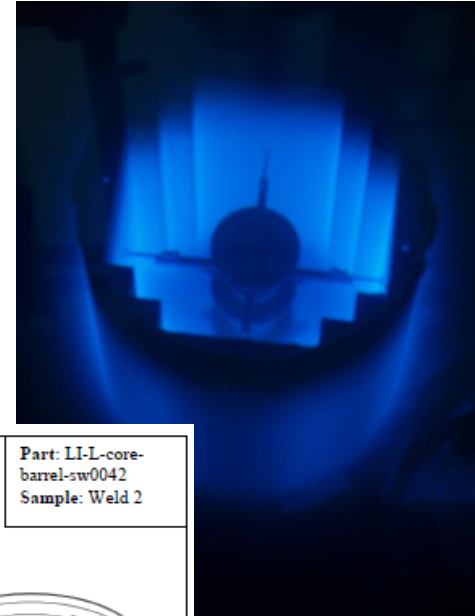
Computation mesh for baffle plate material radiation analysis

# Participación de los CdR en el desarrollo de proyectos de I+D+i

## ZIRP – Zorita Internals Research Project

8 samples extracted from the Reactor Internals:

- 6 pieces of baffle plates
- 2 core barrel weld pieces (including heat affected zone (HAZ) and base material)



## Aplicaciones de tecnología de EPRI en las CC.NN.

### Ejemplos de aplicaciones de la tecnología de EPRI realizadas en las CC.NN. españolas:

- Descontaminación Química del Primario (*Jose Cabrera Nuclear Power Plant Full System Chemical Decontamination Experience Report, 1019230*).
- Validación de sistemas de Ensayos No Destructivos (END) para la Inspección en Servicio (ISI) de las CC.NN. Españolas, por UNESA/CC.NN.
- Análisis de Gestión de Vida del Generador en 2006 y otros apoyos (vida útil de Baterías de las UPS y recomendación de soporte técnico para las válvulas de alivio/seguridad Target Rock).
- Soporte específico para la problemática de los Generadores de Vapor.
- Apoyo técnico en los problemas con el sistema de PCI y en el Sistema EJ.
- Evaluación de la problemática de las Válvulas de Alivio y Seguridad (SRVs), y PSVs.
- Aportaciones al programa de Distorsión de Canales de Combustible BWR.

# Valoración del aprovechamiento por las Centrales de los programas de EPRI en el periodo 2006-2010

- Las CC.NN. califican la participación en EPRI como:
  - “positiva” y de “claros beneficios”:
    - atiende problemas reales de las centrales nucleares españolas, ayudando a entenderlos y a solucionarlos;
    - posibilita el intercambio de experiencia operativa con otras centrales nucleares de la misma tecnología;
    - genera guías, métodos, procedimientos, técnicas, herramientas y conocimientos de aplicación;
    - es, en algunos casos, soporte de la estrategia o desarrollo de programas de la planta;
  - “estratégica” / “imprescindible”:
    - importante para evitar problemas con potencial alto impacto en la seguridad y/o económico para la planta;
    - proporciona soporte técnico ante problemas y necesidades emergentes que se les han planteado a las CC.NN. o en aspectos reguladores.
  - relaciones reguladoras:
    - soporte para requerimientos del organismo regulador;
    - aporte de información para proyectos comunes de I+D+i.