

CEIDEN: La plataforma tecnológica de I+D de tecnología nuclear de fisión

*José Manuel Alonso, Pío Carmena, Enrique M. González,
Pablo T. León, Paloma Marchena y Pedro Ortega*

La Plataforma tecnológica CEIDEN es un organismo de coordinación de las necesidades y esfuerzos de I+D en el campo de la tecnología nuclear de fisión. Su labor permite plantear y abordar proyectos de forma conjunta por parte de las entidades que están afectadas por la problemática que pretenden resolver, y presentar una posición nacional única frente a las propuestas o los compromisos internacionales. En la Plataforma CEIDEN están representados todos los sectores relacionados con la I+D nuclear en España y su ámbito de actuación comprende tanto las centrales actualmente en operación como los diseños de reactores futuros.

The technological platform CEIDEN is an organism to coordinate the R&D needs and efforts in the field of fission nuclear technology. Its objective is to develop joint projects that affect different entities with similar problems and to present a single position to the international proposals or compromises. In the CEIDEN Platform all the sectors related to the Spanish nuclear R&D are represented and its aim includes both nuclear power plants currently in operation and design of future reactors.

Introducción

A finales del año 1999, el Ministerio de Industria y Energía, en colaboración con el Consejo de Seguridad Nuclear, el Sector Eléctrico y los principales agentes implicados en el sector nuclear, decidieron constituir el denominado Comité Estratégico de I+D Nuclear (CEIDEN). Su objetivo era coordinar los diferentes planes y programas nacionales de I+D, así como la participación en los programas internacionales, para evitar duplicidades o carencias y optimizar la aplicación de los recursos disponibles, procurando orientar de forma coherente los esfuerzos de las entidades implicadas.

El CEIDEN quedó integrado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, el Ministerio de Educación y Ciencia, el Consejo Seguridad Nuclear, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), ENRESA, ENUSA y el Sector Eléctrico. Como soporte a este Comité, se creó una Comisión de I+D nuclear coordinada por la Subdirección General de Energía Nuclear e integrada por representantes de las distintas instituciones participantes en el CEIDEN.

Durante la primera etapa, la labor del Comité se centro en identificar las necesidades de I+D relacionadas con la energía nuclear de fisión y buscar modelos de financiación común para su desarrollo. Como fruto de estos trabajos se elaboró un documento denominado "Actividades

de I+D Nuclear 2002-2004" en el que se concretaban ocho programas de I+D de interés común que deberían promocionarse, justificando la importancia de los mismos, haciendo un breve diagnóstico

de la situación actual y estableciendo las necesidades económicas para su desarrollo.

La falta de materialización de un modelo de financiación común por parte de

Endesa Generación SAU	Iberdrola Ingeniería y Construcción
Iberdrola Generación, S.A.U.	Socoin Ingeniería y Construcción, S.A.
Unión Fenosa Generación, S.A.	Sener Ingeniería y Sistemas, S.A.
Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA)	Ingeniería IDOM internacional, S.A.
ENUSA Industrias Avanzadas, S.A.	Acciona Infraestructuras
ENRESA Soluciones ambientales	Iberinsa
Universidad Politécnica de Madrid	Instalaciones Inanbensa, S.A.
Universidad Politécnica de Cataluña	Analisis-dsc
Universidad Politécnica de Valencia	Initec Nuclear SAU
Universidad Autónoma de Madrid	Ciemat
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)	Inasmet-Tecnalia
Universidad del País Vasco	Instituto Catalán de Investigación Química
Tecnatom, S.A.	Equipos Nucleares, S.A. (ENSA)
Logística y acondicionamiento industriales, S.A. (LAINSA)	Suministros y Planificación Industriales
Desarrollo y Aplicación de Sistemas (DAS)	Sociedad Nuclear Española (SNE)
Geocisa	Foro de la Industria Nuclear
Medidas Ambientales	Consejo de Seguridad Nuclear
Cluster de energía del País Vasco	Ministerio de Industria, Comercio y Turismo
Empresarios Agrupados	Ministerio de Educación y Ciencia

Tabla 1 Miembros de la Plataforma tecnológica CEIDEN (1 junio 2007)

los miembros del CEIDEN y la carencia o insuficiencia de vías de financiación de la Administración en sus Planes Nacionales de I+D obligo a reorientar los cometidos de este Comité hacia un foro de intercambio de información sobre todas las actividades de I+D que desarrollaban sus miembros, al objeto de propiciar la coparticipación en los proyectos que determinados promotores estén interesados en desarrollar. Con esta formula se han puesto en marcha diversos programas o proyectos, que se describen mas adelante.

Al objeto de ampliar esta colaboración a todos los actores implicados en la I+D nuclear, el 24 de abril del 2007 se creó la "Plataforma Tecnológica de I+D de energía nuclear de fisión CEIDEN". Esta abre la participación en esta Plataforma a todas aquellas entidades nacionales que estén interesadas y puedan aportar sus conocimientos y experiencia a la I+D de la energía nuclear de fisión. Hasta la fecha se han incorporado a esta Plataforma nacional 39 Miembros (ver tabla 1) incluyendo los miembros fundadores del CEIDEN inicial, universidades, empresas de servicios, empresas de ingeniería y construcción y empresas de bienes de equipo.

Objetivos del CEIDEN

La plataforma tecnológica El CEIDEN tiene como objetivo general desarrollar actividades de I+D+i orientadas a la operación segura, fiable y económica de las instalaciones nucleares actuales y del ciclo de combustible nuclear, y al desarrollo de posibles nuevos proyectos nucleares.

Los objetivos específicos, recogidos en el documento de Visión de la Plataforma, son:

a) Impulsar el crecimiento de la base científica y tecnológica de la energía nuclear de fisión, mediante el fomento de la participación de Empresas, Organismos y Grupos de investigación en este campo y el impulso a la formación.

b) Formar una entidad de coordinación de iniciativas de I+D+i a nivel nacional, que permita fomentar la colaboración entre los diferentes actores: Empresas, Administración, Centros de investigación y Universidades, en el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a la utilización de la energía nuclear de fisión.

c) Asesorar al Plan nacional de I+D sobre las preferencias tecnológicas del Sector.

d) Formar una entidad de asesoramiento y coordinación a nivel nacional que permita afrontar proyectos internacionales de modo coherente, incrementando las oportunidades para las empresas e instituciones de I+D+i españolas en pro-

yectos internacionales mediante estrategias comunes

e) Detectar los órganos de decisión o comités de proyectos internacionales para sugerir la participación institucional española en dichos órganos.

f) Promoción de la tecnología española en los foros que corresponda.

¿Cómo funciona la Plataforma CEIDEN?

La Plataforma Tecnológica CEIDEN es un foro de encuentro de los representantes más relevantes de la I+D+i nuclear española: Universidades, Centros Tecnológicos, la industria, etc., para estimular la comunicación dentro de la comunidad de fisión nuclear mediante la elaboración o participación en programas o proyectos de I+D+i de interés común, promoción de reuniones de expertos, grupos de trabajo y la elaboración de documentación que pueda ser útil a toda esta comunidad y a los gestores de los Planes de I+D+i en todos los niveles de la Administración.

La participación en la Plataforma se hace a nivel de entidades (Miembros), no de personas individuales. Podrán ser Miembros del CEIDEN cualquier entidad española relacionada con la I+D+i del sector nuclear que desarrolle o tenga interés en desarrollar tareas de I+D+i en este campo o que pueda aportar capacidades tecnológicas a este colectivo. Cada Miembro estará representado en el CEIDEN, por una persona física.

Con el fin de estructurar la participación, se han identificado 7 Sectores, asignándose cada miembro a un Sector determinado. Los Sectores del CEIDEN se indican en la Tabla 2. Cada uno de estos Sectores están representados en el órgano de dirección del CEIDEN (Consejo Gestor) a través de uno o más Representantes. Cada uno de estos Sectores deberá contar un sistema propio de coordinación, que tendrá como objetivos básicos la transmisión de información del CEIDEN dentro de cada Sector y, cuando proceda, la renovación de los Representantes de dicho Sector en el Consejo Rector. En este sentido, cada uno de los Sectores será autónomo en el nombramiento, renovación o ratificación de sus Representantes, que debe hacerse también al menos cada dos años. Cada Sector podrá nombrar un representante titular y un suplente. Cuando proceda, cada Representante tendrá derecho a un voto.

Sector	Representantes C. Rector
Empresas eléctricas	3
Empresas del ciclo de combustible	2
Instituciones de investigación y desarrollo	2
Universidades	1
Empresas de ingeniería y construcción	1
Empresas de bienes de equipo	1
Empresas de servicios	1
CSN	2
Ministerio de Industria, Turismo y Comercio	1
Ministerio de Educación y Ciencia	1
Total	15

Tabla 2 Sectores del CEIDEN y su representación en el Consejo Rector.

Así mismo formaran parte de la Plataforma con voz y voto el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), así como otras entidades de la Administración que pudieran estar relacionadas con el tema. La admisión de un Miembro en la Plataforma CEIDEN, se hará previa solicitud de la persona o entidad interesada, comunicándolo por escrito al Secretario General y debe ser aprobado por el Consejo Gestor de la Plataforma.

Una vez admitidos, los Miembros tiene derecho a tomar parte con voz y voto en las sesiones de la Asamblea, ser elegibles como Representantes de su Sector en el Consejo Gestor y participar en las actividades de los Grupos de Trabajo del CEIDEN. Los deberes de los Miembros son trabajar y contribuir con sus conocimientos y trabajo a que el Grupo o Grupos de trabajo en los que colabora cumplan sus objetivos, así como a contribuir a los objetivos generales del CEIDEN. La participación en la Plataforma CEIDEN no implica cuotas para los Miembros

Los órganos colegiados de gobierno de la Plataforma CEIDEN son: la Asamblea y el Consejo Gestor. La Asamblea General es el órgano supremo de gobierno de la Plataforma CEIDEN y está integrada por todos los Miembros, reuniéndose al menos una vez al año.

El Consejo Gestor del CEIDEN es el órgano encargado de la gestión y coordinación del funcionamiento de la Plataforma, por delegación de la Asamblea. Estará formado los Representantes de los Sectores, que se distribuirán según se indica en la tabla 2. Adicionalmente a los 15 Representantes que forman el Consejo Gestor, este propondrá el nombramiento de un Presidente y un Secretario General entre las personas de reconocido prestigio en el tema de la I+D nuclear.

Esta propuesta deberá ser ratificada por la Asamblea.

La Asamblea y el Consejo Gestor del CEIDEN tendrán la facultad de estructurar la gestión de la misma mediante las Unidades Operativas convenientes para la consecución de sus fines. Estas Unidades Operativas pretenden desarrollar proyectos de interés común, así como ampliar las posibilidades de participación de los Miembros en las tareas del CEIDEN y se concretarán en Grupos de Trabajo temáticos. A cada una de ellos se les asignará un mandato concreto especificando sus funciones y objetivos, y una vez finalizada su función o conseguidos sus objetivos, se disolverá el mismo. El detalle del funcionamiento de la Plataforma CEIDEN está recogido en los Estatutos, aprobados en la Asamblea constituyente celebrada el 24 de abril del 2007.

Esta elaborándose una página Web, con diferentes niveles de acceso, que sirva de vehículo de comunicación de la Plataforma CEIDEN con la sociedad, con sus Miembros y como herramienta de trabajo de los Grupos que se creen en el marco de esta Plataforma.

Agenda estratégica de la Plataforma CEIDEN

Adicionalmente al modo de funcionamiento recogido en los Estatutos, la Plataforma también ha asumido una Agenda estratégica en la que se recogen las áreas de la tecnología de la energía nuclear de fisión que precisan desarrollo tecnológico. Las áreas identificadas son:

- Comportamiento de materiales
- Fiabilidad de combustible
- Gestión de residuos de alta actividad y de combustible gastado
- Ensayos no destructivos (END) y caracterización de materiales
- Fiabilidad de equipos y gestión de activos
- Instrumentación y control
- Tecnología de Seguridad y del riesgo y sus aplicaciones
- Residuos de baja actividad y Protección Radiológica
- Diseños de nuevas plantas nucleares

El contenido de esta Agenda se resume en el cuadro de la página siguiente. A propuesta de los Miembros que se han ido incorporando, esta Agenda se va enriqueciendo recogiendo sus comentarios o sugerencias.

La figura de Centros de Referencia nacionales

Teniendo en cuenta que las actividades de la I+D nuclear suelen ser multi-institucionales y muchas veces internacionales, es necesario mantener y fomentar la in-

terrelación entre las entidades con capacidades tecnológicas complementarias, lo que permitirá abordar de forma global los desarrollos necesarios para mantener el I+D+i nuclear al nivel adecuado. Un planteamiento de la I+D con proyectos relativamente pequeños, con ejecutores múltiples pero actuando aisladamente, no contribuye a cubrir esta necesidad. Por ello, dentro de la Plataforma tecnológica CEIDEN se pretende instar a la creación de redes temáticas mixtas industria-investigación, compuesta por los Miembros con determinadas habilidades en algunos aspectos de cada temática configurados alrededor de Miembros concretos que actúen de coordinadores de este área. Estos coordinadores se denominarán Centros de Referencia y estarán asociados a determinada línea de investigación.

Estos Centros de Referencia son entidades de carácter técnico o científico con capacidad de desarrollar y especializarse en una o varias líneas de investigación definida. Estos Centros de Referencia deben, aparte de disponer de capacidad técnica reconocida, estar dispuestos a incorporar esta línea en sus propios programas y darle una continuidad, en principio con sus propios recursos, esperando la recuperación de la inversión a través de trabajos de aplicación de sus conocimientos a los diferentes usuarios de la industria nuclear.

Para estructurar esta participación se estructurará la temática de la I+D nuclear en las 10 Áreas de la Agenda Estratégica, desarrollándose cada una de ellas en diferentes Subáreas y Líneas. Asociada a cada Línea se identificarán los Centros de Referencia. La relación completa de Áreas, Subáreas y Líneas con sus Centros de Referencia y Redes temáticas asociadas será una información de referencia para todos los Miembros de la Plataforma CEIDEN.

Coordinación de relaciones Internacionales en el área de I+D nuclear

Como se ha indicado anteriormente, la dimensión internacional de la I+D en tecnología nuclear es muy significativa. Desde el CEIDEN se pretende tener una visión global de las diferentes relaciones de sus Miembros con entidades internacionales (OIEA, NEA, UE, EPRI, etc.) para optimizar esta representación y que todos los Miembros puedan aprovechar las oportunidades que se planteen en estos foros. Ya se ha elaborado un primer "mapa" de representaciones internacionales en el campo nuclear y específicamente en los temas de I+D. Este se incluirá en la página Web de la Plataforma. La Plataforma tecnológica CEIDEN también está coordinada con la futura Plataforma eu-

ropea de energía nuclear sostenible, que está en proceso de creación.

Participación en la elaboración del Plan Nacional de I+D 2008-2012

Como Plataforma tecnológica, representante de las entidades de I+D de tecnología nuclear de fisión, se está colaborando con el Ministerio de Educación y Ciencia en la definición de las áreas específicas de esta temática en el nuevo Programa nacional de I+D.

Programas y Actividades en curso

La Plataforma CEIDEN tiene actualmente varios programas o proyectos en curso. Muchos de estos se iniciaron en la etapa anterior, cuando el CEIDEN era un Comité con un número limitado de miembros, y siguen su curso enriquecidos por las incorporaciones de nuevas entidades. Las líneas y actividades de investigación activas son las que se citan a continuación:

- **Comportamiento de materiales:** Proyecto de extracción de materiales de los internos de la vasija de C.N. José Cabrera para su estudio.
- **Gestión de residuos de alta actividad y de combustible gastado:** Criterios de diseño y seguridad para el almacenamiento y transporte del combustible gastado
- **Residuos de baja actividad y Protección Radiológica:** Proyecto de mejora de las capacidades nacionales en dosimetría interna in vitro.
- **Desarrollo de nuevas plantas nucleares:** Programa de Reactores Avanzados.

Adicionalmente, en el área de infraestructuras se ha coordinado de la participación española en el **proyecto de reactor de investigación Jules Horowitz**, promocionado por el CEA francés.

Mención especial merece una actividad llevada a cabo en el marco del CEIDEN encaminada a Proyecto para **coordinación de la comunicación exterior en incidentes** (crisis, emergencias, etc.) y la participación en un Grupo de la Agencia de Energía Nuclear (NEA) para analizar los diferentes **modelos de I+D sobre energía nuclear** en los países de la OCDE y sus resultados.

Comportamiento de materiales: Proyecto de extracción de materiales de los internos de la vasija de C.N. José Cabrera para su estudio

Este proyecto se inició en el año 2005, considerando la parada definitiva de la central nuclear de José Cabrera prevista

CONTENIDO DE LA AGENDA ESTRATÉGICA ACTUAL DE LA PLATAFORMA CEIDEN

Área	Contenido
Comportamiento de materiales	Se ha avanzado significativamente bastante en los temas de comportamiento de materiales sometidos a condiciones de altas presiones, temperaturas y radiación ionizante, identificando causas de aparición de grietas y conociendo sus mecanismos de crecimiento. Se está en proceso de concretar y conocer con precisión las acciones correctoras: nuevos aleaciones, técnicas de inspección, condiciones de operación del primario . Por ello hay que seguir investigando en estos temas, que por su dimensión y coste precisan de una intensa colaboración internacional , y de donde se podrán obtener entre otros retornos, el desarrollo de programas de inspección específicos para las materiales susceptibles y el consecuente desarrollo de actuaciones de mitigación y/o reparación de las problemáticas asociadas
Eficiencia del Combustible Nuclear	Se ha consolidado la participación española en programas de I+D internacionales sobre combustible nuclear, así como el fomento regular de programas propios orientados hacia la optimización de la utilización del combustible , a preservar la máxima fiabilidad durante la operación y a la caracterización de las propiedades del combustible irradiado . La capacidad española de fabricación y la gestión integrada del combustible nuclear fresco y gastado, reconocida internacionalmente, inciden sobre el interés y vigencia de estos programas para nuestro país. El conjunto de ellos constituyen un pilar primordial para garantizar la operación segura de los reactores, la reducción de los costes asociados a dicha operación y la disminución progresiva de los residuos que se generan.
Gestión de residuos de alta actividad y de combustible gastado	El desarrollo de capacidades tecnológicas y conocimientos para la gestión final del combustible gastado y los residuos de alta actividad han progresado notablemente, si bien será necesario continuar la mejora de la seguridad a largo plazo de los sistemas de almacenamiento, en conexión con la reducción de volumen y de la radiotoxicidad de los residuos a almacenar a través de su separación y transmutación.
Ensayos no destructivos (END) y caracterización de materiales	Esta área está íntimamente ligada a la de comportamiento de materiales y persigue el desarrollo de técnicas de caracterización de materiales para conocer con precisión su estado, los posibles procesos de deterioro asociados a su operación y sus capacidades residuales. Además, las empresas españolas también tienen reconocido prestigio internacional en este campo. Todo ello obliga a tener que disponer de tecnologías punteras en este campo, que puedan ser además validadas de acuerdo con las normativas vigentes con el fin de alcanzar su automática aceptación y calificación en el entorno internacional.
Fiabilidad de equipos y gestión de activos	La búsqueda de mayores niveles de eficiencia de las instalaciones actuales están ligadas a mejores técnicas de diagnóstico y mantenimiento de los equipos de la misma. Hay diversas metodologías en desarrollo para incrementar esta eficacia, que también tienen relación con la de operación a largo plazo de las instalaciones y que pueda contribuir a soslayar los problemas crecientes de obsolescencia de equipos clase , que se consideran críticos para la operación de las actuales plantas.
Instrumentación y control	La instrumentación y control afecta a todas las facetas de la operación de las centrales. Los actuales diseños y componentes de los sistemas de I&C están siendo superados por nuevas tecnologías y por la obsolescencia de los repuestos . Los esfuerzos actuales están dirigidos a desarrollar técnicas para el mantenimiento y, en su caso, actualización de los sistemas actuales.
Tecnología de Seguridad y del riesgo y sus aplicaciones	Actualmente se consideran adecuados los proyectos en curso relativos a accidentes severos y técnicas probabilísticas de seguridad. Habría que trabajar en los temas de efectos en las instalaciones de riesgos asociados a su entorno eléctrico (capacidad de transmisión, estabilidad de las redes, etc.). Los temas de los factores humanos y la influencia de la organización en la seguridad han sido suficientemente cubiertos en cuanto al diagnóstico de situaciones, pero quedaría por completar el desarrollo de técnicas de mejora de las organizaciones.
Residuos de baja actividad y Protección Radiológica	La gestión de los residuos de baja y media actividad, pese a estar tecnológicamente resuelta debe incorporar los nuevos desarrollos relacionados con la caracterización de los residuos y la reducción del volumen . La tecnología para optimizar los desmantelamientos, en lo referente tanto a volumen y tipo de residuos a generar como a protección radiológica operacional será fruto también de actividades de I+D. En el área de la Protección Radiológica operacional está bien desarrollada la tecnología de dosimetría externa con diferentes opciones de dosímetros de estado sólido, y queda por finalizar algunos aspectos relacionados con la dosimetría interna así como en las dosimetrías especiales tales como la de extremidades. Así mismo están en desarrollo técnicas de ayuda para la gestión de los trabajos con radiaciones . La vigilancia radiológica ambiental ha avanzado mucho con las redes de medida existentes, habiéndose cubierto adecuadamente algunos temas como la exposición al radón con los proyectos actuales. Están en curso los estudios sobre protección radiológica en instalaciones cuyos proceso intensifican las concentraciones de materiales radiactivos naturales (NORM), con objeto de evaluar si hay necesidad de tomar medidas regulatorias en los mismos.
Diseños de nuevas plantas nucleares	La generación eléctrica mediante fuentes libres de CO ₂ ha dado un impulso mundial a la energía nuclear, por lo que resulta interesante mantenerse actualizado sobre las aplicaciones tecnológicas de la Generación III y III plus que algunos países (USA, Francia, Finlandia, Japón y China están realizando. En este mismo sentido, la Generación IV incorpora, además, a los diseños nuevos el concepto de sostenibilidad mediante una utilización mucho más eficiente del combustible nuclear . El conocimiento de la evolución de la tecnología en ambos casos parece útil para un país como España, que tiene una parte de su generación de origen nuclear. Debe ser objeto de la plataforma tecnológica de fisión el seguimiento de los nuevos desarrollos nucleares. Estos nuevos desarrollos se pueden dividir en dos horizontes temporales: 1.- En el corto plazo de implementación, los reactores de Generación III y III+ , actualmente en el mercado (algunos de ellos ya en construcción). Dentro de estos diseños, los hay evolutivos y pasivos. La línea de trabajo se basa en el apoyo al licenciamiento mediante la incorporación de los conocimientos de las tecnologías, y la normativa asociada, tanto de nuestro país, como la de los países de origen de las tecnologías. 2.- En el medio plazo de implementación, los reactores de Generación IV y sistemas de transmutación. La línea de trabajo debe centrarse en los desarrollos de las tecnologías asociadas a estos reactores, incluyendo aspectos normativos. Los marcos de desarrollo iniciales son los proyectos europeos y la iniciativa INPRO.

para el año 2006. Su objetivo era identificar que materiales de esta central podrían ser de interés para el estudio de la evolución de las características de estos materiales en condiciones reales de temperatura, humedad e irradiación del núcleo de los reactores comerciales. Para la gestión de este proyecto se creó un Grupo de Trabajo con representantes de las entidades interesadas en el mismo: Empresas Eléctricas, representadas por Unión Fenosa, Ascó-Vandellós II y Almaraz-Trillo, CIEMAT, CSN y TECNATOM, con las recientes incorporaciones de SOCOIN (antigua Soluziona) y ENSA. Este Grupo está actualmente liderado por SOCOIN.

En una primera fase de este proyecto, previa al desmantelamiento de la instalación, éste se concentrará en los materiales de internos del núcleo del reactor de la central. Estos han recibido una dosis neutrónica equivalente a aproximadamente 32 Effective Full Power Years (EFPY), lo que en el caso de los internos supone una tasa de dosis acumulada entre 1 y 60 desplazamientos por átomo (dpa), superior a la recibida por los materiales que se están utilizando en los diferentes programas de investigación que actualmente están en marcha.

Los materiales más interesantes a priori son los materiales de los internos del reactor (AISI-304, 316 y 347, Inconel 600, Inconel X-750 y CF8); material base de la vasija del reactor (A302 modificado con níquel); y toberas del reactor (CF8). Los fenómenos a analizar son principalmente:

- Corrosión bajo tensión asistida por irradiación.
- Cambios en la resistencia mecánica (J1c, J-R Curves, Master Curve).

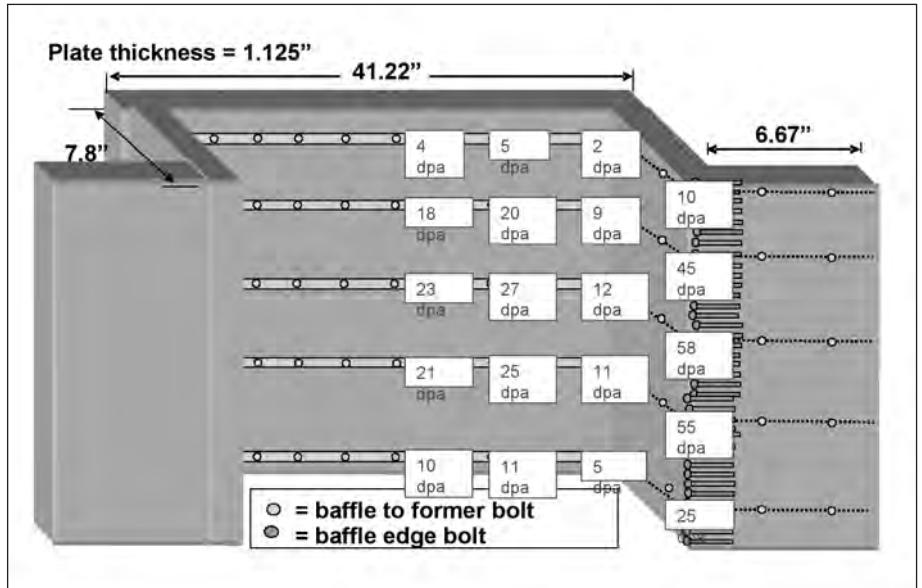


Figura 1. Esquema de ejemplos de las localizaciones de las probetas a extraer de los internos de la central nuclear José Cabrera.

- Crecimiento de grietas.
- Daño al material, crecimiento de huecos.
- Envejecimiento térmico del material.
- Atenuación neutrónica a través de pared.

La aplicación de las conclusiones de estos estudios se centra en los siguientes aspectos:

- Criterios y bases para cálculo de gestión de vida.
- Potencial de minimización de inspección y mantenimiento de estos internos.
- Ampliar datos de las bases de datos sobre J1c y K1c de materiales irradiados.
- Reducir el conservadurismo en las

curvas de operación Presión-Temperatura del reactor.

- Impacto en las condiciones de operación y puesta en marcha.
- Criterios de selección de materiales para nuevas plantas.

En la Tabla 3 se muestra la aplicabilidad del estudio de materiales de C.N. José Cabrera al resto de las centrales nucleares españolas.

En una segunda fase del proyecto se analizará el interés de otros materiales procedentes del desmantelamiento: vasija, generador de vapor, cables, etc.

La carencia actual de infraestructuras adecuadas para la manipulación y rea-

Material J. Cabrera	Almaraz	Ascó	Vandellós II	Trillo	S.M. Garoña	Cofrentes
INTERNOS						
AISI-304	SI	SI	SI	NO	SI	SI
AISI-316	SI	SI	SI	SI	SI	NO
AISI-347	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Inconel 600	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Inconel X-750	SI	SI	SI	SI	NO	NO
CF8	SI	SI	NO	SI	SI	SI
VASIJA						
A-302, Ni mod. (A-533)	SI A-533 Gr. B Cl1	SI A-533	SI A-533	SI A-533 20MnMoNi55	SI A-302	SI A-533
TOBERAS DEL REACTOR						
CF8	NO SA-508 Cl.2	NO SA-508 Cl.2	NO SA-508 Cl.2	NO A-533 20MnMoNi55	NO	NO SA-508 SA-182 F304

Tabla 3. Aplicabilidad del estudio de materiales de C.N. José Cabrera al resto de las centrales nucleares españolas.

lización de ensayos y pruebas de estos materiales en nuestro país y la dimensión internacional de este tipo de trabajos, obligó al Grupo de Trabajo a buscar colaboraciones internacionales con las que compartir esto materiales y su estudio. En esta línea se han establecido varios contactos, alcanzándose acuerdos iniciales de colaboración a corto plazo con:

- Programa Internacional sobre corrosión bajo tensión (IASCC Program) en el que participan EPRI, las empresas eléctricas japonesas, Ringhals (Suecia), Tractabel (Bélgica), EDF (Francia), así como Mitsubishi Heavy Industries, Westinghouse y Framatome como miembros asociados.;

- Grupo de IAGE de la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE (NEA) en el que está montando un proyecto colaborativo con diversas entidades, en el ámbito de los Organismos Reguladores.

Así mismo hay otros proyecto internacionales que pueden tener interés en estas muestras a mas largo plazo, como el programa PERFECT de la UE, liderado por AREVA y en el que participa CIEMAT; el programa HALDEN, en el que participa también CIEMAT, ENUSA y TECNATOM; el Instituto de envejecimiento de materiales, que esta montando EDF; etc.

En todos estos Programas el esquema de partida de la propuesta española es la de aportación de diferentes tipos de muestras de diferentes aceros con diferen-

tes grados de irradiación, condiciones de operación, etc. junto con la estimación precisa del valor de estos parámetros, y la posterior recepción de los resultados de los diferentes ensayos o estudios para su integración por parte de las entidades españolas. Este esquema puede variar en función de la disposición y gestión de cada uno de los programas mencionados, y de una eventual dotación a los centros españoles de infraestructuras adecuadas para realizar ensayos con este tipo de muestras activadas.

Actualmente esta en marcha el proyecto de extracción de muestras, liderado por SOCOIN y con una previsión de extracción de las muestras d ellos internos a p`rimeros del año 2008. El presupuesto estimado de estas actuaciones: extracción y documentación de las probetas, es de 1,8 M€.

Gestión de residuos de alta actividad y de combustible gastado: Criterios de diseño y seguridad para el almacenamiento y transporte del combustible gastado

El almacenamiento en seco del combustible gastado constituye una barrera radiológica eficaz que por diseño debe garantizar que el material se mantiene sub-crítico y que permite una posterior recuperación y manejo de los elementos almacenados. Para ello, además de los

requisitos propios del contenedor, es necesario asegurar la integridad estructural del combustible.

El objetivo de este Programa, iniciado en el año 2004, es el desarrollo de distintos proyectos que permitan profundizar en los criterios de diseño y seguridad que aseguren la integridad estructural del combustible gastado durante su almacenamiento en seco y transporte, con el fin de optimizar la gestión y disposición del combustible atendiendo a sus particulares características y al proceso de almacenamiento y transporte seleccionado.

Como se cuenta con importante experiencia internacional al respecto, en primer lugar el Programa contempla la asimilación y el aprovechamiento de esa experiencia, sobre todo en lo que respecta a la definición y bases de los criterios de diseño. En segundo lugar, el Programa se centra en la investigación de propiedades y características significativas en especímenes de combustible gastado de interés singular por los materiales avanzados de vaina que emplea o por las condiciones particularmente envolventes de operación bajo las que ha sido irradiado. Finalmente, el Programa también considera la investigación de ciertos mecanismos primarios de fallo en el combustible gastado, así como el desarrollo de herramientas analíticas que permitan su simulación.

Para la gestión de este programa se creó un Comité de Dirección del Progra-

Tipo de Proyecto	Proyecto	Estado		Comentarios
Proyectos Generales	Criterios para la clasificación del combustible gastado	En curso	Grupo de trabajo constituido	
	Caracterización del combustible gastado	En preparación	Proyecto pospuesto hasta que se haya avanzado significativamente en el de Criterios de Clasificación	
Proyectos sobre Propiedades de los Materiales	Isotopía de pastillas con alto quemado	Finalizado		
	Extensión de la Caracterización isotópica de pastillas con elevado quemado	En curso	Nuevas determinaciones isotópicas casi completadas	Financiado con fondos del ORNL obtenidos a cambios de los datos del programa previo de Isotopía
	Zirlo 1: Ensayos de Fluencia	En curso	Realizados los cinco ensayos	Posible intercambio de datos con entidades de otros países
	Criterios de fallo del material de vaina	En curso	En validación del dispositivo de preparación de especímenes y de ensayo. Modelización de los mecanismos de fallo.	
	Modelización del efecto del hidrógeno en la vaina	En curso	Modelo matemático 1D en curso. Especificación de requisitos y casos de validación.	
	Zirlo 2: Ductilidad	En preparación	Propuesta preliminar	
	Zirlo 3: Secado extremo	En preparación	Propuesta preliminar	

Tabla 4. Proyectos previstos en el Programa de Criterios de diseño y seguridad para el almacenamiento y transporte del combustible gastado.

ma con representantes de las siguientes entidades: Empresas Eléctricas a través de UNESA y representadas por Endesa y Almaraz-Trillo, ENUSA, ENRESA, CIEMAT y CSN. Estos participantes han firmado un Acuerdo Marco para el desarrollo del Programa, al se incorporarán ENSA y SOCOIN.

El Acuerdo Marco define los campos de investigación del Programa, establece las bases para coordinar las iniciativas en curso de cada entidad y fija los mecanismos para promover Proyectos individuales de investigación. La realización de cada uno de esos Proyectos individuales así como los derechos sobre la propiedad intelectual de los resultados de la investigación se regularán por acuerdos particulares entre las entidades que estén interesadas y contribuyan a su ejecución.

La tabla 4 refleja la cartera actual de Proyectos individuales del Programa.

Esta previsto que las actividades de este Programa se extienda hasta el año 2009, con un presupuesto global de la cartera actual de aproximadamente 1,5 millones de euros.

Residuos de baja actividad y Protección Radiológica: Proyecto de mejora de las capacidades nacionales en dosimetría interna in vitro

Las radiaciones ionizantes son un fenómeno intrínsecamente unido a la utilización de la energía nuclear, en sus múltiples aplicaciones. La protección de las personas y el medio ambiente a los efectos de estas radiaciones deben ser una actividad objeto de mejora permanente en el colectivo científico. Un aspecto particular de esta problemática está relacionado con la cuantificación del riesgo asociado al uso de estas radiaciones mediante la dosimetría.

Uno de los riesgos de interacción de los isótopos radiactivos con las personas es la incorporación accidental de los mismos por vía respiratoria, digestiva o por heridas. Esto hace necesario disponer de métodos adecuados de medida y modelos matemáticos de los procesos biológicos para predecir la evolución de estos radioisótopos en el cuerpo humano, la eficacia de las medidas de eliminación que se puedan prescribir y las dosis comprometidas por este proceso. Esta metodología está suficientemente desarrollada en nuestro país para radioisótopos emisores gamma, que por su mayor grado de penetración son detectables desde fuera del cuerpo humano (dosimetría interna in vivo). En efecto, estos radioisótopos son los mas frecuentes en las centrales nucleares, existiendo uno o dos contadores de radiactividad corporal en cada central, así como un Servicio de Dosimetría inter-



Figura 2

na centralizado en Tecnatom dotado de contadores de radiactividad corporal instalados en unidades móviles y el Servicio de Dosimetría interna de referencia del CIEMAT. Sin embargo, los radioisótopos emisores alfa o beta no son detectables desde fuera del cuerpo humano por lo se utilizan técnicas indirectas basadas en el radioanálisis de excretas de las personas afectadas (dosimetría interna in vitro). Estas capacidades, sin embargo no están suficientemente desarrolladas en nuestro país, contándose actualmente solo con el Servicio de Dosimetría interna de referencia del CIEMAT, con una capacidad limitada respecto al número de muestras a analizar y de personas a asignar dosis.

El objetivo de este Grupo consiste en potenciar estas capacidades en nuestro país, mediante la colaboración de todas las entidades relacionadas con el tema para asimilación de los conocimientos

desarrollados por CIEMAT y el desarrollo común de la tecnología adicional que sea necesaria, de manera que las entidades participantes en este proyecto que estén interesadas, puedan solicitar al CSN su autorización, total o parcial, como Servicio de Dosimetría in vitro.

En este Grupo participan las Empresas Eléctricas, a través de UNESA y representadas por C.N. Cofrentes, TECNATOM (como Centro de Dosimetría interna del Sector Eléctrico), ENUSA, ENRESA, CIEMAT, CSN, IBERINCO, SOCOIN, GEOCISA Y MEDIDAS AMBIENTALES. Este Grupo esta liderado por TECNATOM. El proyecto comprende dos fases:

- **Puesta a punto de capacidades para el radioanálisis de muestras de excretas.**

Esta actividad esta centrada básicamente en los participantes con capacidades de análisis radioquímico, que deberán poner a punto sus capacidades para este tipo de muestras (orina y heces) y contrastarlas con las del CIEMAT, como Centro de referencia en el tema. Con ello de debe conseguir una validación de los métodos de análisis de cada laboratorio participante.

- **Adaptación de los modelos de cálculo para el análisis dosimétrico a partir de los datos de concentración de radioisótopos en las excretas.**

Los Servicios de Dosimetría de nuestro país disponen de varios modelos de calculo de dosimetría interna. UNESA y el CSN han desarrollado conjuntamente dentro del Plan Coordinado de Investigación (PCI) el código INDAC, orientado básicamente hacia su utilización en dosimetría in vivo. ENUSA ha desarrollado el código BLOKMOD con un gran espectro de capacidades y amplio reconocimiento internacional. Por otra parte existen en el mercado códigos internacionales como el IMBA (Código generado por el antiguo NRPB ingles de difícil manejo, pero muy implantado en Europa), IMIE (Código ruso de fácil utilización) y AIDE (Código desarrollado

Endesa Generación SAU	Ingeniería IDOM internacional, S.A.
Iberdrola Generación, S.A.U.	Análisis-dsc
Unión Fenosa Generación, S.A.	Tecnatom, S.A.
UNESA	Equipos Nucleares, S.A. (ENSA)
ENUSA Industrias Avanzadas, S.A.	Universidad Politécnica de Madrid
CIEMAT	Universidad Politécnica de Cataluña
Empresarios Agrupados	Universidad Politécnica de Valencia
Iberinco	UNED
Socoin Ingeniería y Construcción, S.A.	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)
Sener Ingeniería y Sistemas, S.A.	MITYC
INITEC NUCLEAR. S.A.U	

Tabla 5. Miembros de la plataforma CEIDEN.

por el Laboratorio norteamericano de Los Álamos), que pueden ser adquiridos. CIEMAT tiene amplia experiencia en la utilización de los mismos. Adicionalmente se ha desarrollado una metodología dentro del proyecto IDEAS del OIEA, con apoyo de IMBA del Health Protection Agency del RU, para la ayuda a la toma de decisiones para la interpretación de resultados de dosimetría interna.

Con todas estas herramientas de partida, se trata de valorar la adaptación de los códigos de desarrollo propio (INDAC y BIOKMOD) para que sean capaces de hacer cálculos de dosimetría interna in vitro, o por lo contrario adquirir y profundizar en el conocimiento de los códigos del mercado. El objetivo es finalmente de disponer de unas metodologías de cálculo y de análisis dosimétrico autorizadas por el CSN.

Finalmente, como ya se ha indicado, el objetivo es que las entidades participantes en este proyecto dispongan de herramientas suficientes para, que si estan interesadas, se capaciten y puedan solicitar al CSN su autorización como Servicio de Dosimetría in vitro. Debido a la próxima demanda de estos servicios a partir del año 2009, prevista en el desmantelamiento de C.N. José Cabrera, estas capacidades deben estar suficientemente desarrolladas para que cada entidad pueda solicitar su autorización ante el CSN antes del final del año 2007.

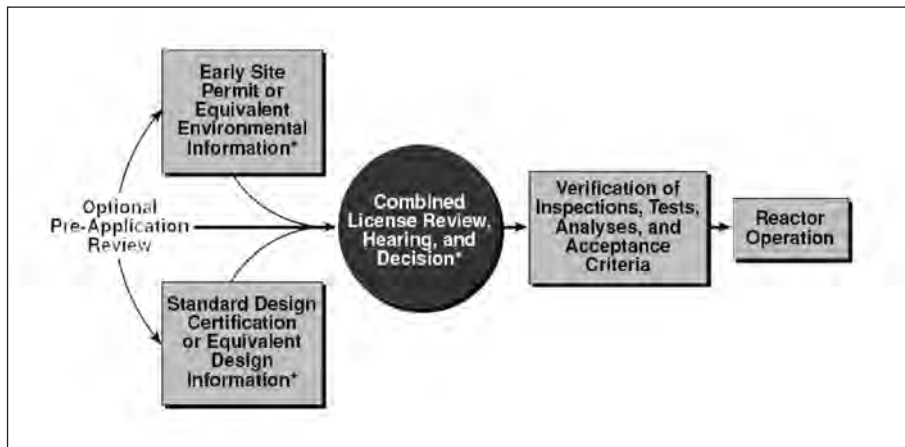


Figura 3. Proceso de Licenciamiento en EEUU (COL).

Desarrollo de nuevas plantas nucleares: Programa de Reactores Avanzados

Ante el problema energético al que se enfrenta la sociedad, se vislumbra un consenso entre los expertos energéticos mundiales sobre la importancia de contar con todas las fuentes de energía a nuestro alcance. La situación de las fuentes primarias de energía, en más de un 80% combustibles fósiles, está dando lugar a un renacimiento a nivel mundial de la energía nuclear.

Dentro de la Unión Europea, se debate el mantener abierta la opción nuclear para la lucha contra el cambio climático. En España, existen en operación 8

reactores nucleares, que produjeron en el año 2006 el 20% de la energía eléctrica. Existen empresas españolas que exportan tecnología nuclear, y una comunidad de científicos con peso internacional. España posee por lo tanto el conocimiento para contribuir en un alto porcentaje en futuros desarrollos nucleares.

El propósito de este Grupo es estructurar un programa nacional de reactores avanzados con los siguientes objetivos:

1. Análisis de las nuevas tecnologías para identificar los desarrollos adicionales necesarios para el licenciamiento de los nuevos diseños de reactores avanzados y proponer mecanismos que agilicen los plazos de tramitación de los diferen-

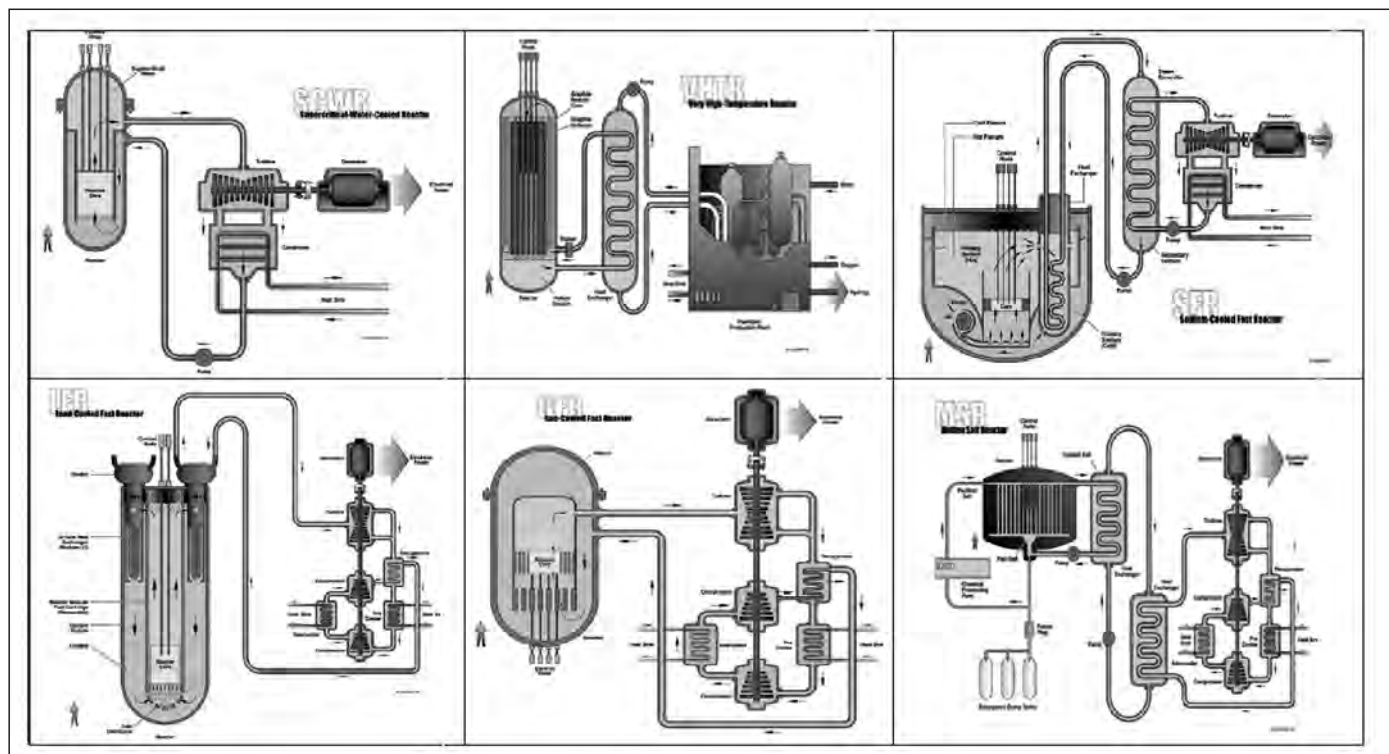


Figura 4. Reactores del GIV en estudio.

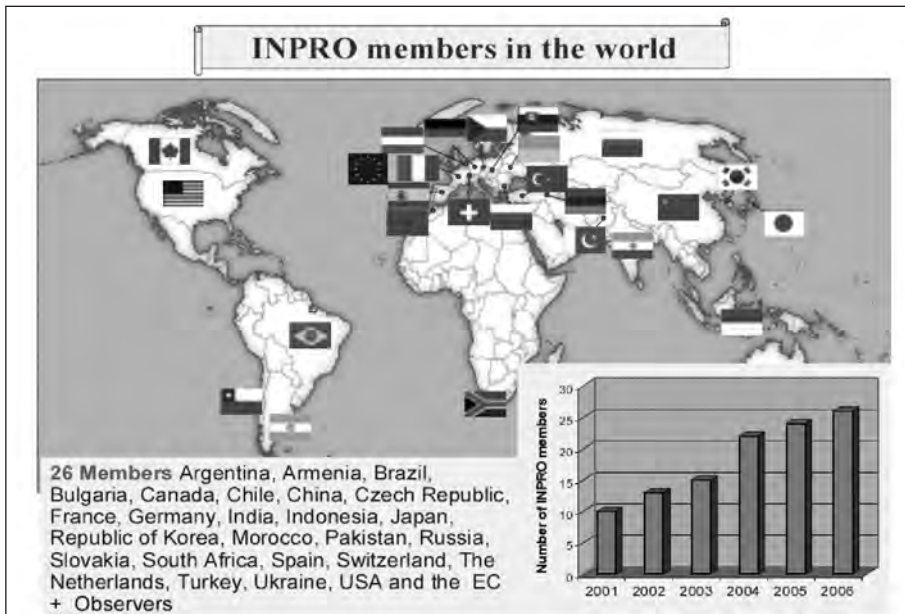


Figura 5. Miembros de la iniciativa INPRO de la IAEA.

tes permisos. Para ello se puede tomar como referencia la actual normativa de Estados Unidos (Combined Construction and Operation License) y de países europeos que están construyendo este tipo de reactores (Finlandia y Francia).

2. Estudio de las necesidades para la identificación de oportunidades de participación de la industria nuclear española en el diseño y construcción de futuras unidades nucleares de GIII y GIII+ dentro y fuera de nuestro país, haciendo hincapié en aquellas actividades que dan mayor valor añadido al proceso y sirvan para aportar nuevas tecnologías al sector industrial español.

3. Participación estructurada y organizada en Proyectos Europeos de GIV relevantes.

4. Participación en proyectos INPRO de la AIEA de interés para los grupos participantes.

En este Grupo participan bastantes Miembros de la Plataforma CEIDEN de diferentes Sectores interesados en el tema. En el momento actual estos son los que aparecen en la tabla 5.

Este Grupo está actualmente liderado por ENDESA.

El Grupo se constituyó en mayo de 2006, y se encuentra en proceso de identificación

de proyectos de interés para los participantes. Como punto de partida se han planteado 4 áreas de trabajo concretas:

Reactores de Generación III y III+.

- Proceso de licenciamiento de estos reactores, tanto desde el punto de vista tecnológico, como permisos de emplazamiento, de construcción y operación.

- Proceso de licenciamiento en otros países (EEUU, etc).

- Capacidades tecnológicas en España para abordar la construcción de un nuevo reactor nuclear (en este sentido, el FORO NUCLEAR está preparando un estudio denominado "Capacidades españolas, prospectiva y líneas de desarrollo".)

- Herramientas de simulación.

Reactores de Generación IV.

- Tecnologías en estudio en GIV.

- Reactores de alta temperatura. Reactor de Lecho de Bolas PBMR.

- Proyectos europeos en EURATOM relacionados con GIV.

- Herramientas de simulación.

Proyecto INPRO (AIEA).

- Participación en alguno de los proyectos definidos en INPRO o proponer un proyecto de interés a INPRO.

Transmutación.

- Sistemas transmutadores. Capacidades.

- Proyectos europeos relacionados con la Transmutación.

- Herramientas de simulación.

Coordinación de la participación española en el proyecto de reactor de investigación Jules Horowitz

El proyecto del reactor Jules Horowitz (JHR) es una iniciativa del CEA francés, que tiene como objetivo disponer en el año 2013 de un reactor experimental que sustituya a los reactores experimentales actuales (HALDEN, OSIRES, R2, etc.), que se encuentran en una fase final de su explotación. Este proyecto está promocionado por las instituciones francesas CEA, EDF y AREVA, que aportarían aproximadamente el 85% de la inversión necesaria, precisándose participaciones de otras instituciones para cubrir el 15% restante del proyecto. El presupuesto del proyecto era de 500 M€ y el programa previsto es el siguiente:

Programa de construcción del reactor experimental Jules Horowitz

- Opciones preliminares de Seguridad: 2003
- Estudios de definición: 2003-2005
- Consulta pública: 2005
- Decisión de construcción: 2ª mitad de 2005
- Informe preliminar de seguridad: 2006
- Estudios de desarrollo: 2006-2007
- Proyecto de ingeniería: 2008-2013
- Permiso de construcción: 2007
- Construcción: 2008-2013
- Primera criticidad: Final 2013
- Inicio de operación: 2014

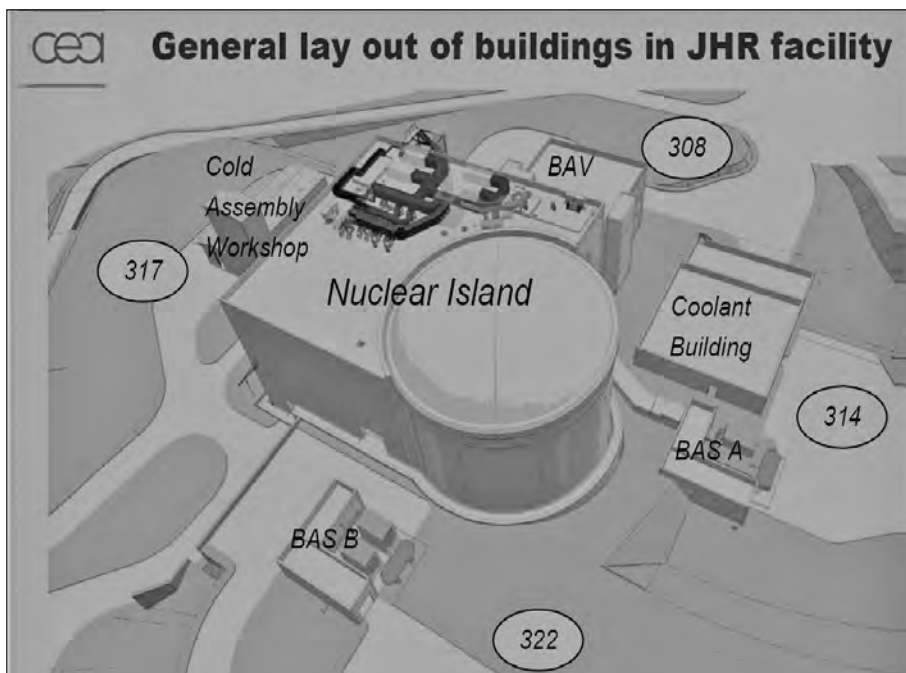


Figura 6.

La propuesta inicial del CEA para una participación española en el proyecto, del año 2004, fue replanteada a finales del 2005 con una nueva perspectiva englobando esta participación en un acuerdo de colaboración más amplio entre CEA y CIEMAT y aceptando que esta participación pudiera ser, tanto en forma de aportación financiera, como en forma de bienes o servicios a proporcionar por las empresas españolas participantes. Esta fórmula se consideró de interés en el CEIDEN, creándose un Consorcio español JHR liderado por CIEMAT y constituido por las entidades interesadas en el proyecto: CSN, ENUSA, ENSA, Empresarios Agrupados y el Sector Eléctrico, a través de sus empresas Tecnatom y Socoin. La aportación total del Consorcio español al proyecto será de unos 9M€ (del orden del 2% de la participación) en los 6 años de la construcción del proyecto y se materializará básicamente en el suministro de importantes componentes del circuito primario por parte de Empresarios (diseño) y ENSA (fabricación) y de un simulador para la preparación de los experimentos de irradiación (Tecnatom y Socoin), así como otras actividades adicionales a realizar por CIEMAT y el CSN.

El Convenio Internacional con el CEA francés fue firmado por CIEMAT, en representación del Consorcio español a finales del año 2006, y está en sus últimos trámites de firma en Acuerdo del Consorcio español.

Otras actividades ya realizadas

Grupo de comunicación a la Sociedad

En la etapa anterior, en el CEIDEN se identificó como un área de interés común de todos los entonces miembros de este Comité, la comunicación hacia la Sociedad relativa a las actividades relacionadas con la energía nuclear, y en concreto la manera incrementar la credibilidad de las entidades del sector nuclear ante la sociedad.

Para ello se creó un Grupo *ad-hoc* formado por los responsables de comunicación de las entidades representadas en el CEIDEN con el fin de poner en común los mecanismos de comunicación utilizados y los resultados obtenidos hasta la fecha en cada entidad y, a partir de ahí, deducir si se deben proponer otros nuevos mecanismos no utilizados hasta ahora. Este Grupo recopiló información sobre las prácticas de relaciones con los medios y las instituciones de cada entidad, tanto en el ámbito local como en el nacional. Del análisis de este cuestionario se concluyó el interés de profundizar en los mecanismos de comunicación en situaciones de crisis, así como la coordinación entre las entidades involucradas,

y hacer una propuesta de actuación para mejorarlos. En este trabajo participaron representantes del CSN, ENRESA, ENUSA, CIEMAT y Sector Eléctrico, a través del Foro Nuclear.

Se revisaron las actividades de comunicación de los incidentes del Incendio de turbina en Vandellós I (1989); Exportación no declarada de material nuclear de la fábrica de Juzbado (1997); Fusión de una fuente de Cesio-137 en la planta de producción de acero ACERINOX (1998); Entrada de Greenpeace en C.N. J. Cabrera (2002); Aparición de material radiactivo en la zona deportiva, dentro del CIEMAT (2000); e Incidente del EF de Vandellós II (2004-2005), analizado su efectividad y consecuencias, extrayendo una serie de lecciones aprendidas de estas experiencias y preparado un cuestionario aplicable a las organizaciones y estrategias de comunicación de entidades potencialmente relacionadas con este tipo de sucesos, que permite identificar áreas de mejora potencial.

En este trabajo no se ha incluido un análisis crítico de cada una de las organizaciones participantes en el Grupo frente a las recomendaciones generadas, pero sí se ha establecido un patrón con el que puede medirse cada organización de forma individual y adoptar, si lo considera oportuno, las medidas necesarias para mejorar estos aspectos.

Grupo de Trabajo sobre innovación en tecnología nuclear (NEA-OCDE)

El Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE (NEA) es un organismo internacional fundado en 1958, que tiene como misión la asistencia a los países miembros de la OCDE en el mantenimiento y desarrollo del uso pacífico de la energía nuclear, y el asesoramiento y puesta en común de políticas en temas clave relacionados con este tipo de energía.

Dentro de la NEA existen varios Comités permanentes, siendo uno de ellos el denominado "Nuclear Development Committee" en el que España esta representada a través de la Subdirección de Energía Nuclear del Ministerio de Industria. En el año 2004 este Comité acordó la creación de un Grupo *ad-hoc*

de expertos nacionales para elaborar un informe sobre las diferentes maneras de abordar la innovación tecnológica de la tecnología nuclear, extrayendo unas recomendaciones para trasladar a los países miembros de la NEA. La representación española se hizo desde el CEIDEN.

Las líneas de trabajo concretas del Grupo fueron:

- Examinar las características especiales de los sistemas de innovación en tecnología nuclear, especialmente su estructura y dinámica.

- Investigar la experiencia y los resultados en los diferentes países, incluyendo la identificación de buenas prácticas y barreras.

- Concluir unas recomendaciones encaminadas para mejorar el funcionamiento de los sistemas de innovación en tecnología nuclear, teniendo en cuenta el punto anterior y las conclusiones y recomendaciones aplicables de estudios semejantes en otros sectores.

Ya existen estudios similares de estudios similares en los campos de la Energía (Celdas de combustible), Biotecnología farmacéutica, y Servicios de alta tecnologías (informática, asistencia médica y actividades alternativas).

Los resultados de este estudio se han publicado en el informe de la NEA titulado: *Innovation in Nuclear Energy Technology* (21-feb-07; NEA#06103; ISBN: 978-92-64-00644-7; número de pedido: 662007011P1). El pedido de este documento se puede hacer a través de la página web de la NEA www.nea.fr

Conclusiones

A la vista de lo expuesto anteriormente, se puede concluir que el CEIDEN representa un organismo de coordinación de las necesidades y esfuerzos de I+D en el campo de la energía nuclear. Su labor permite plantear y abordar proyectos de forma conjunta por parte de las entidades que están afectadas por la problemática que pretenden resolver y aquellas que pueden aportar las soluciones, y presentar una posición nacional única frente a las propuestas o los compromisos internacionales.

- **Juan Manuel Alonso** (ENUSA - Coordinador del Programa de Criterios de diseño y seguridad para el almacenamiento y transporte del combustible gastado) - jap@enusa.es
- **Pío Carmena** (Secretario General de la Plataforma Tecnológica CEIDEN) - pcarmena@endesa.es
- **Enrique M. González** (CIEMAT - Coordinador de la participación española en proyecto del Jules Horowitz Reactor) - enrique.gonzalez@ciemat.es
- **Pablo T. León** (Endesa - Coordinador del Programa de Reactores Avanzados) - ptleon@endesa.es
- **Paloma Marchena** (Tecnatom - Coordinadora Proyecto de mejora de las capacidades nacionales en dosimetría interna *in vitro*) - pmarchena@tecnatom.es
- **Pedro Ortega** (SOCOIN - Coordinador del Proyecto de extracción de materiales de los internos de la vasija de C.N. José Cabrera para su estudio) - portega@socoin.es