
EMPRESARIOS AGRUPADOS

Referencias – Centrales Nucleares



EMPRESARIOS AGRUPADOS

Perfil de la Empresa

Empresarios Agrupados (EA) es una organización de ingeniería, líder en su campo en España y con una notable experiencia internacional. EA ofrece una gama completa de servicios que incluye consultoría, dirección de proyecto, ingeniería y diseño, suministros, dirección de construcción, pruebas de instalaciones, análisis de seguridad, garantía de calidad, pruebas y apoyo a la explotación y al mantenimiento de instalaciones de generación de energía eléctrica.

Fundada en 1971, tiene en la actualidad una plantilla permanente de unas 1000 personas, de las que un 65% son titulados universitarios, que participa en proyectos de ingeniería y servicios al sector eléctrico y que abarca un amplio espectro de disciplinas de ingeniería.

EA ha prestado servicios de consultoría e ingeniería y ha llevado a cabo proyectos en España y en unos 35 países más. La compañía ha sido clasificada por la revista *Engineering News Record* (ENR) entre las 200 Principales Empresas Internacionales de Ingeniería ("Top 200 International Design Firms").

Generación de energía eléctrica

Uno de los principales objetivos de EA como organización de ingeniería es la prestación de servicios al sector eléctrico. EA presta servicios en el ámbito del diseño, la dirección de la construcción y el apoyo a la explotación de centrales térmicas (ciclos simples y combinados, y cogeneración), centrales nucleares y centrales hidroeléctricas.

Ayudamos a nuestros clientes a aplicar de forma eficaz soluciones óptimas para sus nuevos de centrales de generación, así como de análisis de seguridad, modernización, repotenciación y alargamiento de vida de las existentes, y colaboramos con nuestros servicios en la mejora del funcionamiento y mantenimiento de sus instalaciones.

Los servicios prestados en el área de la generación eléctrica son los siguientes:

- Estudios de viabilidad
- Selección y desarrollo de emplazamientos
- Preparación de especificaciones para peticiones de ofertas y evaluación de ofertas para centrales nucleares
- Dirección de proyecto
- Ingeniería y diseño de proyecto

- Dirección de aprovisionamiento de equipos y materiales
- Dirección de construcción
- Pruebas y puesta en marcha de las instalaciones
- Explotación y mantenimiento de las instalaciones
- Garantía de calidad / control de calidad

EA ha realizado la ingeniería y construcción de proyectos de centrales de generación eléctrica con una potencia instalada en conjunto de más de 44.000 MWe.

En el campo de las centrales nucleares nuestra compañía proporciona servicios de arquitectura e ingeniería y consultoría a centrales nucleares y compañías eléctricas en España y en países como Argentina, Brasil, Bulgaria, Chile, EE.UU., Eslovaquia, Irán, Italia, México, República Checa, Rusia, Taiwan, Turquía, Ucrania, Yugoslavia, etc.

La amplia experiencia de EA en el área de la generación eléctrica abarca las siguientes áreas:

- Estudios de mercado, estudios preliminares y de emplazamientos para proyectos de centrales eléctricas
- Preparación de especificaciones para petición de oferta, evaluación de ofertas y apoyo al Cliente en la negociación de contratos
- Dirección de proyecto y organización de equipos técnicos para llevar a cabo proyectos de ingeniería que abarcan todas las áreas de planificación, gestión de recursos, evaluación económica, financiación de proyectos, control de costos, etc.
- Ingeniería y diseño básico y detallado de centrales nucleares con distintos tipos de reactor, cubriendo el espectro completo de disciplinas de diseño e ingeniería de proyecto (p.ej.: civil-estructural, mecánico, eléctrico, I&C, tratamiento de residuos, disposición de la planta, diseño de tuberías, análisis de tensiones de tuberías y diseño de apoyo, protección radiológica, seguridad nuclear, análisis termo-hidráulico, etc.)
- Elaboración de documentación de proyectos como los criterios de diseño técnico, planos de diseño, especificaciones de los equipos, evaluaciones y seguimiento de contratos, informes de análisis de seguridad, documentación de apoyo al licenciamiento, etc.
- Servicios de suministro, dirección de la construcción, pruebas preoperacionales y arranque
- Modificaciones, modernización, mejoras y aumento de la capacidad de centrales nucleares

- Ingeniería y apoyo a la operación y el mantenimiento de plantas en funcionamiento
- Desarrollo de programas informáticos propios y de aplicaciones específicas basadas en software comercial para realizar análisis termodinámicos y simulación de centrales eléctricas modernas

Servicios de ingeniería y arquitectura en proyectos nucleares

EA ofrece una gama completa de servicios de arquitectura-ingeniería para proyectos nucleares, tal y como se muestra a continuación.

En el sector de generación eléctrica de origen nuclear, EA ha sido la ingeniería principal o única en los proyectos de ocho grupos de 1000 MWe en España, tanto de tipo PWR como BWR, con un amplio alcance de trabajos en las áreas de dirección de proyecto, ingeniería, diseño, aprovisionamiento y dirección de construcción, pruebas preoperacionales y arranque. EA suministra también ingeniería y servicios de apoyo a la explotación a los nueve grupos nucleares actualmente en operación en España. En la actualidad EA participa en actividades relacionadas con modernización, repotenciación y puesta al día en prácticamente la totalidad de las centrales nucleares españolas.

Nuestra experiencia incluye la realización o participación en diversos tipos de reactores: a) de agua de diseño norteamericano y europeo (PWR y BWR) y diseño ruso (VVER); b) de agua pesada (PHWR); c) de grafito-gas (GCR) y grafito-agua en ebullición de diseño ruso (RBMK) y d) reactores avanzados (ABWR, SBWR, WSBWR, AP600 y EPP, SPWR y preparación de documentación EUR) y, más recientemente, el reactor de lecho de bolas (PBMR), integrando así la experiencia en la gran mayoría de las tecnologías nucleares y convencionales, suministradores principales de NSSS, así como los códigos, normas y requisitos reguladores asociados actualmente en vigor.

Los trabajos más recientes de EA en el área nuclear incluyen:

- Servicios de ingeniería y diseño en la CN Lungmen 1 y 2 (Taiwan), por contrato con General Electric (USA). Esta central cuenta con dos reactores avanzados de agua en ebullición (ABWR) de 1350 MWe cada unidad. El trabajo realizado para GE en este proyecto incluye el diseño de revestimientos metálicos de contención, diseño de la piscina de contención de combustible, el revestimiento y la puerta de la piscina de contención de combustible; ingeniería de factores humanos (HFE) para el sistema de control de la planta y diseño de la sala de control; cargas sumergidas de la piscina de supresión y rotura de tuberías de alta

energía en la contención secundaria; análisis de rotura de tuberías de agua de alimentación; análisis de presurización del túnel de vapor; análisis de grandes tuberías y de sus soportes; diseño y análisis de pequeñas tuberías y de sus soportes; servicios de verificación de diseño, cálculo de los valores de consigna de los instrumentos; desarrollo de diagramas lógicos y esquemáticos, especificaciones de instalación del panel de instrumentos, procedimientos para la supervisión periódica de los equipos, procedimientos de emergencia, análisis probabilístico de riesgos en condiciones de parada, ingeniería y procedimientos del sistema de alarma, informes de diseño de sobrepresión ASME, cálculos de condiciones radiológicas en aire, etc.

- EA suministra ingeniería y servicios de apoyo continuo a la explotación a los nueve grupos nucleares actualmente en operación en España, incluyendo el diseño completo de los proyectos de modificaciones requeridos en las centrales para hacer frente a las actualizaciones tecnológicas (por ejemplo, modernización de I&C), los nuevos requisitos de las autoridades que proporcionan la licencia, las mejoras en la operación y el mantenimiento, la resolución de problemas operacionales, etc.
- Servicios de dirección de ingeniería, diseño y construcción para las instalaciones de almacenamiento de combustible gastado en la central nuclear de Trillo (PWR, 1066 MWe, Siemens). Los servicios de ingeniería incluidos en este proyecto comprenden la ingeniería básica y de detalle del almacenamiento de combustible gastado, de una capacidad de 80 contenedores ampliable a 128, con el desarrollo completo de las áreas mecánica, eléctrica, seguridad física, blindajes y protección radiológica del nuevo edificio, y preparación del Informe Final de Seguridad.
- Participación en todos los Análisis Probabilísticos de Seguridad (APS) desarrollados o en desarrollo en las centrales nucleares españolas, que incluyen 2 reactores del tipo BWR, 6 reactores del tipo PWR de diseño americano y 1 reactor PWR de diseño alemán.
- Análisis Probabilísticos de Seguridad (APS) en modo de parada para la central nuclear de Leibstadt, Suiza, de 1220 MWe, BWR 6 y contención Mark II.
- Proyecto de cualificación experimental del condensador de burbujas para plantas de tipo VVER. Este proyecto, desarrollado en el marco del Programa Phare de la Comisión Europea, incluye la definición y ejecución de dos campañas de ensayos de evaluación de los fenómenos termohidráulicos y de interacción fluido-estructura, en un prototipo de contención con condensador de burbujas para plantas de tipo VVER en la central nuclear de Paks, en Hungría, y la verificación de la integridad estructural de la contención metálica en su

aplicación a las centrales nucleares de Dukovany (República Checa) y Bohunice (Eslovaquia) en los primeros instantes de un accidente base de diseño.

- Desarrollo del análisis del sector nuclear en la República Argentina solicitado por el Secretario de la Energía del Ministerio de Economía para la elaboración de la estrategia futura del sector nuclear.
- Servicios de consultoría para Eletronuclear S.A., en Brasil, para evaluar la viabilidad técnico-económica de la central nuclear de Angra 3 (Reactor PWR, Siemens, 1300 MWe). Con anterioridad EA había participado en la evaluación del estado de la ingeniería y continuación de la central nuclear de Angra 2 (Reactor PWR, Siemens, 1300 MWe) para proporcionar un presupuesto estimativo para la finalización de la central.
- Análisis Probabilístico de Seguridad (APS) de la central nuclear de Novovoronezh (VVER 440/230, Rusia), en el que EA ha actuado como líder de un consorcio internacional adjudicatario del proyecto financiado con fondos de la Comisión Europea.
- Participación en el APS de las centrales nucleares de Balakovo, Rusia (VVER 1000/380 de 1000 MWe) y Kozloduy 3 y 4, Bulgaria (VVER 440/230 de 440 MWe cada unidad), formando parte de consorcios internacionales adjudicatario del proyecto.
- Proyecto de apoyo a Energoproject (Ucrania) en la ingeniería de reactores VVER 1000, financiado por la Comunidad Europea, en el que EA actuó como líder de un consorcio internacional. El principal objetivo del proyecto era la transferencia tecnológica necesaria para estudios y cálculos de seguridad, y consistía en apoyo a la ingeniería, formación y asistencia en la implantación del Programa de Garantía de Calidad y de procedimientos de ingeniería. Este proyecto es la prolongación, de un proyecto anterior cuyo objetivo había sido el establecimiento de procedimientos de ingeniería nuclear, de garantía de calidad y uso de códigos de cálculo dentro de la organización de Energoproject.
- Apoyo a la dirección del proyecto de modernización de la central nuclear de Kozloduy, unidades 5 y 6, en Bulgaria, desarrollado dentro del Programa Phare de la Comisión Europea y cuyo objetivo es el apoyo y formación de la dirección del proyecto de NEK (*Bulgarian Electricity Board*) para la creación, coordinación y operación integrada de un Grupo de Dirección de Proyecto que proporcione asistencia efectiva a las unidades 5 y 6 de Kozloduy para la dirección integrada de los diversos Programas de Modernización.
- EA está colaborando con ENRESA (Empresa Nacional de Residuos S.A.) en la selección de emplazamientos en España para el almacenamiento geológico profundo de residuos de alta actividad. Se trata de un proyecto de 10 años de duración en varias fases, consistente en la

elección sistemática sucesiva de formaciones, regiones, áreas o zonas favorables (basada a su vez en estudios geológicos, hidrológicos y socio-económicos), centrándose en áreas cada vez más pequeñas con mayor nivel de detalle.

- Servicio de supervisión del desmantelamiento de la central nuclear Vandellós 1, central de tipo GCR de diseño francés y de 500 MWe.
- Servicios de ingeniería y desmantelamiento para el cierre de las instalaciones nucleares del CIEMAT, un centro de investigación nuclear estatal con sede en Madrid.

Reactores avanzados

EA está participando activamente en diversos proyectos internacionales que tienen por objeto el desarrollo de la futura generación de centrales nucleares avanzadas. Estos proyectos incluyen la preparación de los “European Utility Requirements” (EUR), documentos de requisitos para las centrales nucleares futuras actualmente en preparación por un grupo de las más importantes empresas eléctricas europeas. EA también ha colaborado con Westinghouse en los proyectos AP-600, EPP, AP-1000 y SPWR así como con General Electric en los proyectos ABWR, SBWR y ESBWR de reactores avanzados.

Dentro de la participación de EA en proyectos avanzados de energía nuclear, cabe destacar el trabajo que actualmente desarrolla para el proyecto de la central nuclear de Lungmen, como subcontratista de GE (ABWR, GE, 2 x 1.350 MWe, Taiwan). EA también tiene un contrato con PBMR plc (Eskom/BNFL, Sudáfrica) para llevar a cabo la ingeniería estructural-mecánica completa y el diseño de los componentes del envoltorio a presión primario del reactor de lecho de bolas (PBMR), así como el diseño básico del sistema de protección contra incendios de esta central.

Preparación de especificaciones para peticiones de ofertas y evaluación de ofertas para centrales nucleares

EA ha llevado a cabo la preparación de especificaciones para peticiones de ofertas y la evaluación técnica y económica de ofertas. También ha proporcionado servicios de apoyo al Propietario durante la negociación del contrato en varias centrales nucleares.

Los trabajos más recientes en este área incluyen el suministro de servicios de consultoría a Teollisuuden Voima Oy (TVO) en Finlandia para la preparación de la especificación para peticiones de oferta y la evaluación de las ofertas técnicas para el proyecto de la central nuclear Olkiluoto 3.

Dicha especificación constituye la base de las propuestas transmitidas por los licitantes; en este proyecto, la especificación admitía todas las tecnologías para reactores de agua ligera, ya sea de tipo PWR, BWR, VVER (diseño ruso), así como reactores avanzados o reactores pasivos.

Dentro del ya citado proyecto de la CN Olkiluoto 3 llevado a cabo para TVO en Finlandia, destaca particularmente la preparación de las especificaciones para petición de ofertas, en el marco de la cual fueron redactados un conjunto completo de especificaciones para petición de ofertas: 1) Instrucciones para Licitantes; 2) Bases de Contratación (contrato preliminar); 3) Alcance de los servicios y suministros; 4) Especificaciones técnicas de funcionamiento; 5) Requisitos de implantación del proyecto (garantía de la calidad, requisitos de planificación y programación, centros de costes del proceso de acopio, informática y estructuración de la base de datos del proyecto, y documentación de proyecto y de Operación y Mantenimiento (O&M) para sumisión).

Las especificaciones de la petición de oferta para Olkiluoto 3 contemplan tres posibilidades: ofertar la central completa (isla nuclear + isla de potencia), ofertar únicamente la isla nuclear, o ofertar únicamente la isla de potencia.

Otro ejemplo de este tipo de trabajos son los servicios de consultoría suministrados a la *Turkish Electricity Generation & Transmission Corporation* (TEAS) para la evaluación de las ofertas técnicas de tres consorcios internacionales liderados por AECL, NPI y Westinghouse respectivamente, para el suministro completo “llave en mano” de una central nuclear de aproximadamente 1300 MWe que se prevé construir en Akkuyu, en la costa mediterránea de Turquía. Los servicios incluyen a su vez el apoyo técnico a TEAS en las negociaciones para establecer el contrato.

Proyectos de modernización

Un aspecto a destacar de nuestra experiencia es la ingeniería para ejecución de proyectos de modernización de centrales nucleares antiguas, con el objetivo de que cumplan con los estándares de seguridad actuales. Nuestra participación en el Programa de Evaluación Sistemática de la Seguridad (SEP) en la central nuclear de José Cabrera (reactor tipo PWR de Westinghouse) es una buena muestra. La experiencia obtenida en este proyecto ha sido de vital importancia en nuestra participación, entre otros, en el Programa de Cualificación Sísmica de Sistemas Relacionados con la Seguridad de la central nuclear de Kozloduy 1 y 2, Bulgaria (reactor de agua a presión de diseño ruso, modelo VVER 440/220), en la Evaluación de Seguridad de las centrales nucleares de Dukovany (República Checa), de Paks (Hungría) y de Bohunice (Eslovaquia) y en la Evaluación de

Seguridad de la Contención de la central nuclear de Rovno, en Ucrania, desarrollados con fondos de la Comunidad Europea.

Licenciamiento y seguridad

En el área de licencia y seguridad Empresarios Agrupados ha obtenido una amplia experiencia en base a su participación en el programa nuclear español y en proyectos de cooperación internacional en apoyo de organizaciones extranjeras relacionadas con este área. EA ha participado directamente y en apoyo del sector eléctrico español, en el proceso completo de licencia de 4 de las 7 centrales nucleares actualmente en operación en España y en otras 2 clausuradas recientemente. En todas ellas EA ha suministrado servicios de ingeniería de seguridad, participando en todas las disciplinas asociadas como son: análisis de seguridad y de riesgos, estudios medioambientales, estudios de fiabilidad y disponibilidad, preparación de procedimientos y desarrollo de herramientas informáticas en apoyo a situaciones de emergencia.

EA ha desarrollado estudios y proyectos para una gran variedad de organizaciones oficiales españolas (Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA), etc.), así como extranjeras (Comunidad Europea, Organización Internacional para la Energía Atómica, etc). Por otro lado hemos colaborado con diversas asociaciones profesionales y oficiales españolas en la preparación de normativa medioambiental y de seguridad, participando en comités que revisan y comentan la legislación española en temas medioambientales y de seguridad, como son el Plan Básico de Emergencia Nuclear y los diferentes planes sectoriales asociados.

Gestión y almacenamiento de residuos radiactivos

EA está trabajando en el área de tratamiento, acondicionamiento, gestión y almacenamiento de residuos radiactivos de baja y alta actividad en el emplazamiento de centrales nucleares o en instalaciones centralizadas fuera del emplazamiento de la central.

EA ha sido responsable del diseño para ENRESA de una instalación de almacenamiento temporal centralizado para combustible gastado en España, utilizando técnicas de almacenamiento en piscina y en seco. En la actualidad estamos trabajando en un programa de largo alcance para la selección y el diseño de emplazamientos para un almacenamiento geológico profundo (AGP) de residuos de alta actividad.

En el área de diseño de almacenamiento temporal de combustible (ATC) en España y el extranjero, hemos tomado parte en proyectos de almacenamiento en seco en contenedores metálicos y en bóvedas, así como en procesos de selección de la mejor tecnología aplicable a cada caso particular.

Como ya se ha mencionado, hemos completado recientemente el diseño y la dirección de construcción de unas instalaciones de almacenamiento de combustible gastado en la central nuclear de Trillo (PWR, 1066 MWe, Siemens), empleando para ello contenedores metálicos de doble uso.

También hemos participado en estudios preliminares de desmantelamiento tanto para las centrales nucleares españolas como en el caso de la central nuclear de Bohunice A1, en Eslovaquia, con financiación del proyecto Phare, formando parte de un consorcio internacional con otros dos países europeos.

Finalmente, el Banco Europeo de Reconstrucción y Fomento (BERD, Londres) ha adjudicado a EA, en consorcio con otros países europeos, un contrato para la gestión del proyecto de desmantelamiento de las Unidades 1 y 2 de la central nuclear de Bohunice (VVER, Eslovaquia). También han sido adjudicados a EA otros proyectos de tratamiento y almacenamiento de residuos radiactivos de origen institucional o producido por centrales nucleares, en el marco del Programa Phare.

Países de Europa Central, Este y CEI

Empresarios Agrupados mantiene una fuerte presencia en los países de Europa Central, Este y CEI en los cuales ha obtenido numerosos contratos directamente bajo contrato en compañías eléctricas, a través de fondos bilaterales desde España o dentro del marco de los programas Phare y Tacis de la Comisión Europea, según el proyecto. Estamos llevando a cabo diversos servicios de ingeniería y de suministro de equipos con relación a centrales nucleares de los tipos VVER (440/230, 440/213 y 1000) y RBMK, e instalaciones de almacenamiento de residuos radiactivos. La actividad de EA se está desarrollando en Bulgaria, Eslovaquia, Hungría, Lituania, Polonia, República Checa, Rumania, Rusia y Ucrania.

Organización Internacional para la Energía Atómica (OIEA)

EA colabora desde hace muchos años en misiones internacionales de la OIEA. Recientemente EA ha intervenido en programa de la OIEA para la Revisión de la Seguridad de centrales nucleares de diseño ruso (VVER 440/230, 440/213 y 1000, y RBMK), proporcionando expertos en numerosas misiones a Bulgaria (CN Kozloduy), República Checa (CCNN Temelin y Dukovany), Rusia (CCNN Kola y Smolensk), Ucrania (CCNN Rovno y Zaporozhye), Eslovaquia (CN Bohunice) y Cuba (CN Juraguá). A su vez EA ha colaborado activamente en seminarios, talleres y cursos de la OIEA en diversos temas relacionados con reactores VVER, tales como *Gestión y organización de proyectos de CCNN*, *Procesos de petición de oferta CCNN*, *Garantía de Calidad*, *Análisis*

probabilístico de seguridad, Formación y entrenamiento, Gestión de residuos, Estudios sísmicos de equipos y emplazamiento, Análisis de sistemas de seguridad, Mantenimiento, Protección contra incendios, Análisis de seguridad, etc.

Proyectos I+D en energía nuclear

EA participa de forma activa en la ingeniería y el diseño de proyectos nucleares internacionales de I+D. Por ejemplo, en los programas Euratom de la Unión Europea para las tecnologías de fisión y fusión (5º y 6º Programas Marco de la UE), EA lleva a cabo varios trabajos de ingeniería y diseño para distintos proyectos clave, como: HTR, dedicado al desarrollo de la tecnología del reactor de alta temperatura; ADS, que se centra en el desarrollo del sistema impulsado por acelerador (Accelerator Driven System) para la transmutación de residuos de alto nivel (transmutación de actínidos); ATHERMIP, sobre el comportamiento de las penetraciones de gran tamaño en la contención bajo condiciones de accidente grave; EVITA, validación de código termohidráulico; y THINCAT, sistemas de control de hidrógeno después de accidentes.

Tecnología de fusión

EA lleva diez años trabajando en el desarrollo de la tecnología de fusión, mediante la realización de una amplia variedad de actividades de ingeniería y diseño para el proyecto internacional de reactor termonuclear experimental (ITER). EA forma parte de EFET (European Fusion Engineering and Technology), una agrupación de interés económico formada por las principales compañías de ingeniería nuclear de seis países europeos, creada para el desarrollo de la ingeniería y diseño completos del ITER y de los principales componentes de la tecnología de fusión. Dentro de las áreas de participación de EA se encuentran la disposición general de la planta, el diseño de los sistemas y equipos del resto de la planta (BOP), el diseño del sistema eléctrico, los sistemas de manipulación remota, el tratamiento de residuos radiactivos, etc.

Protección medioambiental

Estamos participando en proyectos de protección medioambiental y de tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos asociados a la construcción y operación de centrales nucleares y térmicas convencionales en las que la compañía ha participado como ingeniería principal o única o en consorcios internacionales. En la mayoría de los proyectos desarrollados, EA ha preparado los correspondientes informes medioambientales y de seguridad y ha sido responsable en ellos del diseño de sistemas de seguridad nuclear y de protección medioambiental.

Certificación del sistema de calidad

EA cuenta con el certificado de calidad ISO-9001, concedido por AENOR (Asociación Española de Normalización), miembro de EQNet, la Red Europea para la Evaluación y Certificación de Sistemas de Calidad. Este certificado aprueba el sistema de calidad de EA y reconoce nuestro continuo compromiso con la ingeniería y los servicios de calidad.

EA también trabaja de acuerdo con las siguientes normas para proyectos nucleares:

- US 10 CFR 50, Appendix B
- ASME NQA-1
- IAEA 50-C-QA

Una compañía independiente

Cabe mencionar que como organización independiente de ingeniería y consultoría, los servicios de ingeniería que presta EA no dependen de ningún proveedor o distribuidor de equipos en particular. Las soluciones de gestión y las soluciones técnicas que recomienda son, por tanto, óptimas y se basan en la mejor tecnología disponible en la industria, sin comprometerse con ningún producto o diseño en particular.

REFERENCIAS DE EMPRESARIOS AGRUPADOS EN PROYECTOS NUCLEARES

Las tablas adjuntas resumen las principales referencias en proyectos de generación eléctrica nuclear en España y el extranjero, en los que EA ha actuado como ingeniería así como a las centrales a quién presta servicios de apoyo a la explotación:

- **Resumen de las principales experiencias de EA en proyectos de centrales nucleares como ingeniería principal de alcance total**
(Experiencia global de EA en proyectos de centrales nucleares)
- **Centrales nucleares**
 - EN1 Ref. de EA en procesos de evaluación de ofertas en CN e instalaciones nucleares
 - EN2 Ref. de EA en CN en España
 - EN3 Ref. de EA en CN en otros países occidentales
 - IN4 *EA References in the CIS and in Eastern and Central Europe* (disponible sólo en inglés)
 - IN6-1 *EA Main References in PWR NPPs* (disponible sólo en inglés)
 - IN6-2 *EA Main References in BWR NPPs* (disponible sólo en inglés)
- **Gestión de residuos radiactivos, descontaminación y desmantelamiento**
 - EN6 Ref. de EA en gestión de residuos radiactivos, descontaminación y desmantelamiento
- **Proceso de Licencia y Seguridad**
 - EZ1 Ref. de EA en Análisis probabilístico de Seguridad
 - EZ2 Ref. de EA en Protección radiológica

**RESUMEN DE LA EXPERIENCIA DE EA
EN PROYECTOS DE CENTRALES ELÉCTRICAS
COMO EMPRESA DE INGENIERÍA**

ALCANCE DE SUMINISTRO DE EA:

**Ingeniería y Diseño (todas) + Suministros (algunas) + Dirección de construcción (algunas)
+ Pruebas y puesta en servicio (algunas)
+ Contrato EPC (llave en mano) de ingeniería, suministros y construcción (algunas)**

• Centrales de Ciclo Combinado:	58 unidades	-	24.218 MWe
• Centrales Térmicas de Carbón y/o Petróleo:	34 unidades	-	11.300 MWe
• Centrales Nucleares:	8 unidades	-	8.717 MWe
• Centrales Hidroeléctricas:	2 unidades	-	250 MWe
	102 Unidades	Total	44,485 MWe

Tabla EN1 (1/2)
**Referencias de Empresarios Agrupados en Procesos de Evaluación
de Ofertas de Centrales e Instalaciones Nucleares**

Proyecto	Tipo/ Potencia MWe	Ofertantes	Ofertante seleccionado	Fecha de puesta en operación comercial	Alcance de servicios				
					1	2	3	4	5
Temelín 3 y 4 (Rep. Checa) (Petición de ofertas)	PWR 2 x 1000 a 1700	Por determinar	--	2018	♦				
Proyecto CN avanzada (<i>Next NPP</i>) en Beznau (Suiza) (Estudio de viabilidad)	LWR 1000 to 1700	Por determinar	--	2019	♦	♦			
Proyecto CN avanzada (<i>Next NPP</i>) (Lituania)	TBD	Por determinar	--	TBD					♦
Proyecto CN avanzada (<i>Next NPP</i>) (Rep. checa) (Estudio de viabilidad)	PWR 2 x 1000 a 1700	Westinghouse, Atomstroyexport, AREVA	--	2018	♦	♦		♦	♦
CN Olkiluoto 3 (Finlandia)	LWR/1000- 1600	--	--	--	♦	♦			
CN Akkuyu (Turquía)	--	AECL, NPI, W	--	Cancelado después de la evaluación preliminar		♦		♦	♦
Proyecto CN avanzada (<i>Next NPP</i>) (Rep. Checa y Eslovaca)	LWR/1000- 1400	<i>Diseños probados:</i> W, ABB-CE, Siemens NPI, Framatome NPI, Mitsubishi, Atomenergoexport <i>Diseño reactor avanzado:</i> W: AP-600 Mitsubishi: APWR		Cancelado después de la evaluación preliminar	♦	♦			♦
Valdecaballeros 1 & 2	BWR/2x975	General Electric	General Electric	Construcción al 60% Proyecto anulado	♦	♦	♦	♦	
Trillo 1	PWR/1066	Siemens, Westinghouse, General Electric, Babcock & Wilcox	Siemens	1988	♦	♦	♦	♦	
Trillo 2	PWR/1040	Siemens	Siemens	Pospuesto después de adjudicado	♦	♦	♦	♦	
Regodola	PWR/1040	Siemens, Westinghouse, General Electric, Framatome	Siemens	Pospuesto después de la presentación del SAR	♦	♦	♦	♦	
Santillán	PWR/1000	Westinghouse, General Electric, Siemens, Combustion Engineering	Westinghouse	Cancelado después de la presentación del PSAR	♦	♦	♦	♦	
Aragón	LWR/1000	Westinghouse General Electric		Cancelado durante el proceso de evaluación	♦	♦	♦		
Sayago	LWR/1000	Siemens, Westinghouse, General Electric, Combustion Engineering	--	Cancelado durante el proceso de evaluación	♦	♦			
Tarifa	LWR/1000	Westinghouse General Electric		Cancelado durante el proceso de evaluación	♦	♦	♦	♦	
Prevlaka (Yugoslavia)	LWR & HWR	Westinghouse General Electric Combustion Engineering Siemens		Cancelado antes de finalizar la evaluación	♦	♦ ^a			
Almacenamiento temporal de combustible gastado (ISFS) Dukovany (Rep. Checa)		NAC, GEC Alstom, Skoda, GNS/Nukem	GNS/Nukem	1996	♦	♦	♦	♦	♦
Sustitución del Sistema de I&C, Temelin (Rep. Checa)	VVER/2x981	ABB Westinghouse	Westinghouse	En construcción		♦		♦	

Tabla EN1 (2/2)
**Referencias de Empresarios Agrupados en Procesos de Evaluación
de Ofertas de Centrales e Instalaciones Nucleares**

Proyecto	Tipo/ Potencia MWe	Ofertantes	Ofertante seleccionado	Fecha de puesta en operación comercial	Alcance de servicios				
					1	2	3	4	5
Modernización del condensador Dukovany (Rep. Checa)	VVER/4x440	--	--	--	♦	♦	♦ ^b		
OIEA. Cursos de entrenamiento (varios)	--	--	--	--					♦

Clave del alcance de servicios

1. Preparación de la Especificación de Petición de Ofertas (*BIS*) o preparación de petición de información de suministradores para estudios de viabilidad
2. Evaluación técnica de ofertas o de expedientes informativos de los suministradores, según el caso
3. Evaluación económica y financiera de ofertas o de expedientes informativos de los suministradores, según el caso
4. Apoyo al Cliente durante la evaluación de expedientes informativos o de ofertas y negociación del contrato (cuando aplica)
5. Formación y entrenamiento en procesos de evaluación de ofertas

BWR
HWR
LWR
PWR
PSAR
SAR
TBD
VVER

Otras claves

Reactor de agua ligera en ebullición
Reactor de agua pesada
Reactor de agua ligera
Reactor de agua ligera a presión
Informe de análisis probabilista de seguridad
Informe de análisis de seguridad
To be determined (Por determinar)
Reactor de agua ligera a presión (Diseño ruso)

Tabla EN2
Referencias de Empresarios Agrupados en Centrales Nucleares en España

Proyecto	Tipo /Suministrador principal /Potencia (MWe)	Alcance de Servicios														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Almaraz 1	PWR - W - 1035	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Almaraz 2	PWR - W - 1045	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Ascó 1	PWR - W - 1032			◆				◆	◆		◆		◆			◆
Ascó 2	PWR - W - 1027			◆				◆	◆		◆		◆	◆		◆
José Cabrera	PWR - W - 160			◆	◆			◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Cofrentes	BWR - GE - 1095	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Santa María Garoña	BWR - GE - 466			◆				◆		◆	◆		◆	◆		◆
Trillo 1	PWR - Siemens - 1066	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Trillo 2	PWR - Siemens - 1040	◆	◆	◆												◆
Valdecaballeros 1 y 2	BWR - GE - 2x975	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆					◆		◆
Vandellós 1	GCR - CEA - 500															◆
Vandellós 2	PWR - W - 1087			◆	◆			◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Aragón	1000	◆														
Regodola	1040	◆		◆												◆
Sayago	1000	◆														
Santillán	1000	◆														
Tarifa	1000	◆														
Consejo de Seguridad Nuclear de España							◆	◆	◆		◆			◆	◆	◆
UNESA (Unidad Eléctrica Española, S.A.)															◆	
CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)															◆	

Clave del alcance de servicios

- Estudios de viabilidad, preliminares y de emplazamiento
 - Estudios preliminares
 - Selección y desarrollo de emplazamientos
 - Preparación de especificaciones de petición de oferta de equipo principal (BIS)
 - Organización de procesos de petición de oferta de CN y evaluación técnica y económica de ofertas.
 - Preparación, negociación y evaluación financiera de contratos
 - Estudios e informes de impacto ambiental
- Dirección de proyecto
- Ingeniería y diseño
 - Preparación de criterios de proyecto, especificaciones, planos, cálculos, análisis, informes, etc., en todas las especialidades del proyecto (p. ej. mecánica, eléctrica, I&C, civil, seguridad, protección radiológica, ventilación y aire acondicionado, protección contra incendios, tratamiento de residuos radiactivos, química, etc.)
- Aprovisionamiento e inspección de suministradores
 - Evaluación de ofertas
 - Compras y activación
 - Inspección de suministradores y supervisión de la garantía y control de calidad
 - Transporte de equipos especiales
- Supervisión de construcción y montaje
- Puesta en servicio
 - Pruebas preoperacionales y arranque de la Central
 - Preparación de procedimientos de prueba preoperación y de operación
- Análisis de seguridad y accidentes/Revisión de Seguridad
 - Análisis termohidráulico
 - Análisis probabilista de seguridad (APS)
- Protección radiológica
- Programas de alargamiento de vida
- Proyectos de modificaciones de la central y aumento de potencia
- Programas de mantenimiento
 - Procedimientos de mantenimiento
 - Repuestos y programas de homologación de piezas normalizadas para uso nuclear
 - Sistemas informáticos de gestión del mantenimiento
- Apoyo a la operación de la Central
 - Apoyo de ingeniería a la operación
 - Paradas para recarga de combustible
 - Programas de radioprotección
 - Diagramas y esquemas de equipos y sistemas
- Programas y procedimientos de garantía de la calidad
- Formación y entrenamiento
- Proceso de licencia
 - Códigos y normas
 - Informes de seguridad (elaboración y puesta al día)
 - Especificaciones técnicas de funcionamiento
 - Evaluaciones de seguridad
 - Reconstitución de base de diseño
 - Reconstitución de base de licencia

Otras claves

PWR Reactor de agua ligera a presión
 BWR Reactor de agua ligera en ebullición
 GCR Reactor refrigerado por gas

Tabla EN3
Referencias de Empresarios Agrupados en Centrales Nucleares en otros países occidentales

Proyecto	Tipo / Suministrador principal/ Potencia (MWe)	Alcance de Servicios												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Temelín 3 & 4 (Rep. checa)	PWR/ TBD /2X1000 a 1700	♦												
Nueva CN en Beznau (Suiza)	LWR/TBD/1000 a 1700	♦												
Lungmen 1 y 2 (Taiwan)	ABWR / GE / 2x1350		♦							♦				
GE ESBWR	BWR / GE / 1500	♦	♦				♦	♦						♦
W / AP-1000	PWR / W / 1000	♦	♦				♦	♦						♦
Proyecto RJH -CEA Centro de Cadarache (Francia)	Reactor de investigación 110 MWt						♦							
Proyecto PBMR (Sudáfrica)	PBMR/ESKOM/Demo		♦											
CN Olkiluoto 3 (Finlandia)	TBD/TBD/1000-1600	♦												
Akkuyu (Turquía)	- / 1300	♦												
KEDO (Corea del Norte)	LWR/1000	♦												
Reactor avanzado GE ABWR	BWR / GE / 1350		♦							♦				
Proyecto EUR	--	♦	♦											
Reactor avanzado GE SBWR	BWR / GE / 600		♦				♦			♦				♦
EPP (EE.-UU.)	PWR / W / 1000		♦				♦							
Reactor avanzado AP-600	PWR / W / 600		♦				♦			♦				♦
Angra 1 y 2 (Brasil)	PWR - W(1) Siemens(2) - 657/1300	♦			♦	♦ ²		♦			♦			
Angra 3 (Brasil)	PWR - Siemens 1300	♦												
Atucha 1 (Argentina)	PHWR - Siemens - 350												♦	
Atucha 2 (Argentina)	PHWR - Siemens - 745		♦	♦										
Laguna Verde 1 y 2 (México)	BWR - GE -2x654		♦			♦					♦	♦	♦	
CN No. 2 (México)	BWR - GE - 970	♦												
Alto Lazio (Italia)	BWR - GE- 2x1010		♦											
Trino Vercellese 1 y 2 (Italia)	PWR - W - 2x960		♦						♦					
Progetto Unificato (Italia)	PWR - -- - 1200		♦											
Proyecto PEC(Italia)	Reactor Centro Investigación --		♦											
Sinop (Turquía)	--	♦												
Isla de turbina de referencia, GE (USA)	BWR - GE - 1260		♦											
Isla de turbina de referencia, GE (USA)	PWR - GE - 1260		♦											
Comanche Peak 1 y 2 (USA)	PWR - W - 2x1150		♦											

Clave del alcance de servicios

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Estudios de viabilidad, preliminares y de emplazamiento <ul style="list-style-type: none"> - Estudios preliminares - Selección y desarrollo de emplazamientos - Preparación de especificaciones de petición de oferta de equipo principal (BIS) - Organización de procesos de petición de oferta de CN y evaluación técnica y económica de ofertas - Preparación, negociación y evaluación financiera de contratos - Estudios e informes de impacto ambiental 2. Ingeniería y diseño <ul style="list-style-type: none"> - Preparación de criterios de proyecto, especificaciones, planos, cálculos, análisis, informes, etc., en todas las especialidades del proyecto (p. ej. mecánica, eléctrica, I&C, civil, seguridad, protección radiológica, ventilación y aire acondicionado, protección contra incendios, tratamiento de residuos radiactivos, química, etc.) 3. Aprovisionamiento e inspección de suministradores: <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de ofertas - Compras y activación - Inspección de suministradores y supervisión de aseguramiento y control de calidad - Transporte de equipos pesados 4. Supervisión y servicios de construcción y montaje | <ol style="list-style-type: none"> 5. Puesta en servicio <ul style="list-style-type: none"> - Pruebas preoperacionales y arranque de la central - Preparación de procedimientos de prueba/preoperación y de operación 6. Análisis de seguridad y accidentes <ul style="list-style-type: none"> - Análisis termohidráulico - Análisis probabilista de seguridad (APS) 7. Protección radiológica 8. Proyectos de modificaciones de la central y mejora de la seguridad 9. Ingeniería de Factores Humanos (IFH). Interfase hombre-máquina (IHM): <ul style="list-style-type: none"> - Diseño funcional, atribución de funciones y análisis de tareas del operador - Diseño de pantallas 10. Apoyo a la operación <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo de ingeniería a la operación - Paradas para recarga de combustible - Programas de radioprotección - Diagramas y esquemas de equipos y sistemas 11. Programas y procedimientos de garantía de calidad 12. Formación y entrenamiento 13. Proceso de licencia <ul style="list-style-type: none"> - Códigos y normas - Informes de seguridad - Especificaciones técnicas de funcionamiento (ETF) - Evaluaciones de seguridad |
|--|---|

Otras claves

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%;">ABWR</td> <td>Reactor avanzado de agua en ebullición</td> </tr> <tr> <td>BWR</td> <td>Reactor de agua en ebullición</td> </tr> <tr> <td>CN</td> <td>Central nuclear</td> </tr> <tr> <td>EUR</td> <td>Requisitos de Operadores Nucleares Europeos</td> </tr> <tr> <td>ESKOM</td> <td>Compañía eléctrica de Sur-Africa</td> </tr> <tr> <td>GE</td> <td>General Electric</td> </tr> <tr> <td>KEDO</td> <td>Korean Peninsula Energy Development Organization</td> </tr> </table>	ABWR	Reactor avanzado de agua en ebullición	BWR	Reactor de agua en ebullición	CN	Central nuclear	EUR	Requisitos de Operadores Nucleares Europeos	ESKOM	Compañía eléctrica de Sur-Africa	GE	General Electric	KEDO	Korean Peninsula Energy Development Organization	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%;">PBMR</td> <td><i>Pebble Bed Modular Reactor</i> (prototipo de reactor de lecho de bolas)</td> </tr> <tr> <td>PHWR</td> <td>Reactor de agua pesada a presión</td> </tr> <tr> <td>PWR</td> <td>Reactor de agua ligera a presión</td> </tr> <tr> <td>SBWR</td> <td>Reactor simplificado de agua en ebullición</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>Westinghouse</td> </tr> </table>	PBMR	<i>Pebble Bed Modular Reactor</i> (prototipo de reactor de lecho de bolas)	PHWR	Reactor de agua pesada a presión	PWR	Reactor de agua ligera a presión	SBWR	Reactor simplificado de agua en ebullición	W	Westinghouse
ABWR	Reactor avanzado de agua en ebullición																								
BWR	Reactor de agua en ebullición																								
CN	Central nuclear																								
EUR	Requisitos de Operadores Nucleares Europeos																								
ESKOM	Compañía eléctrica de Sur-Africa																								
GE	General Electric																								
KEDO	Korean Peninsula Energy Development Organization																								
PBMR	<i>Pebble Bed Modular Reactor</i> (prototipo de reactor de lecho de bolas)																								
PHWR	Reactor de agua pesada a presión																								
PWR	Reactor de agua ligera a presión																								
SBWR	Reactor simplificado de agua en ebullición																								
W	Westinghouse																								

Table IN4 (1/5)
Empresarios Agrupados' References in CIS, Eastern and Central Europe and Cuba

Country/Plant/ Beneficiary	Plant/Reactor Type/Facility	Programme/Contractor Project No.	Project Title
Armenia			
Medsamor NPP	VVER 440/230	• Tacis	• Leak Before Break
Bulgaria			
Kozloduy NPP	VVER 440/230	<ul style="list-style-type: none"> • Phare 91-SMWP Item D • Phare 91-SMWP Item E • Phare 91-SMWP Item HB • Phare ZZ-9217-01-04 • Phare BG-9512-02-01 • Phare BG-9512-02-03 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualification of Confinement • Qualification of Safety-Related Equipment under Accident Conditions • Seismic Upgrading • PSA for Units 3 and 4 at Kozloduy NPP • Seismic Upgrading Kozloduy 1 to 4 • Prototype Test of Safety-Related Equipment under Accident Conditions
	VVER 1000	<ul style="list-style-type: none"> • KNP • Phare BG-9512-04-01 	<ul style="list-style-type: none"> • Jet Vortex Condenser Analysis • Project Management Support for Kozloduy NPP Units 5 & 6 Modernisation Programme
Committee of Energy	Institutional and Residential Buildings	• Phare BG-9307-01-05	• Demonstration Project on Energy Management
Ministry of Environment	Laboratory	• Phare 92	• Supply of Radiation Monitoring Equipment
SERAW	Novi Han Repository	• Phare BG-632.01.01.01	• Design of Waste Processing and Storage Facilities, and Safety Analysis
SERAW	National Disposal Facility for Low and Intermediate Level Radwaste	• EBRD Project No 17.149	• Project Management Unit for the Site Selection, Licensing, Design and Construction of the Facility (PMU Leader)
Central, East European and CIS Countries			
All VVER NPPs	All VVER	• Tacis 91-6.2	• Analysis of Western VVER Safety Projects Documentation
Paks/Dukovany/Bohunice 3 & 4	VVER 440/213	<ul style="list-style-type: none"> • Phare 92- 4.2.8 • Phare 2.06/95 	<ul style="list-style-type: none"> • Bubble Condenser Qualification Feasibility • Monitoring Ageing of Electrical Cables in Containment
All Countries	All Reactors	• DG-XI (EC)	• Survey of European Leak-Before-Break Procedures and Requirements Related to the Structural Integrity of NPP Components
	Offsite Facilities	• Phare PH REG 6.04/97	• Training on Offsite Emergency Management in Central and Eastern Europe

Table IN4 (2/5)
Empresarios Agrupados' References in CIS, Eastern and Central Europe and Cuba

Czech Republic			
Country/Plant/ Beneficiary	Plant/Reactor Type/Facility	Programme/Contractor Project No.	Project Title
Temelin NPP (U1&2)	VVER 1000	<ul style="list-style-type: none"> • Phare 90/ENE 16 • 3E Praha Engineering 	<ul style="list-style-type: none"> • Basic Engineering for I&C System Replacement • Training and Support in Use of PRAC Cable Routing Program
Temelin NPP (U3&4)	PWR, Supplier tbd	• CEZ	<ul style="list-style-type: none"> • Preparation of RFI Document • Preparation of Feasibility Study • Preparation of Complete BIS
Dukovany NPP	Interim Spent Fuel Storage Facility	• CEZ	<ul style="list-style-type: none"> • Preparation of Bid Invitation Specifications • Evaluation and Technical Assistance for Bidding and Contracting Process
Dukovany NPP	VVER 440/213	• CEZ	<ul style="list-style-type: none"> • Consultancy Services for Modernisation of Condenser
All NPPs	VVER 440/213 & 1000	• CEZ	<ul style="list-style-type: none"> • Consultancy on Preliminary Bid Evaluation for the Centralised Spent Fuel Storage Facility <ol style="list-style-type: none"> 1. Public information centre 2. Site selection criteria 3. Tendering process and bid evaluation 4. Environmental assessment
Slovak Republic			
Bohunice 1 & 2 NPP (V1)	VVER 440/230	• Phare NS 91/01	• Confinement and ECCS Analysis
Bohunice A1 NPP	Gas-cooled (HW moderated)	• Phare 4.05/94	• Reactor Radiological Safety (Pre-decommissioning)
Bohunice 1 & 2 NPP (V1)	VVER 440/230	• EBRD	• Project Management for Plant Decommissioning – PMU
Czech and Slovak Republics			
VVER plants	All VVER	• Phare	• Terms of Reference for various I&C projects
Dukovany and Bohunice 3 & 4 NPPs	VVER 440/213	<ul style="list-style-type: none"> • Phare 4.2.9/92 • Phare 4.2.3/93 	<ul style="list-style-type: none"> • Engineering Safety Evaluation • Qualification of Leak Detection System
Hungary			
All NPPs	VVER 440/213	• Phare & Tacis 95-2.13	• Bubble Condenser Experimental Qualification
Lithuania			
Ignalina NPP	RBMK	• Tacis	<ul style="list-style-type: none"> • Human Factors • PSA (mainly focused on a pilot study for Smolensk 3 NPP)

Table IN4 (3/5)
Empresarios Agrupados' References in CIS, Eastern and Central Europe and Cuba

Country/Plant/ Beneficiary	Plant/Reactor Type/Facility	Programme/Contractor Project No.	Project Title
Poland			
Ministry of Environmental Protection	of All industrial facilities	• Phare	• Mitigation of Environmental Threats Study. Master Plan
		•	•
National Atomic Energy Agency	LLW/ILW Repository	• Phare 4.0.7/94	• Closing of the Rozan Repository
Romania			
CEEC	Cogeneration Plants	• Phare Multicountry Programme	• Promotion of Small Scale Cogeneration Solutions in CEEC
Russia			
Novovoronezh and Kola NPPs	VVER 440/230	<ul style="list-style-type: none"> • Taxis 91-1.4 • Taxis 91-1.5 • Taxis 91-1.7 • Taxis 91-1.8 • Taxis 91-1.9 • Taxis 91-1.10 • Taxis 91-1.14 	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilistic Safety Analysis • Modernisation of VVER 440 • VVER Simulator • Training Procedures and Material • Operating Procedures • Confinement • Residual Lifetime Evaluation
Novovoronezh and Kola NPPs	VVER 440/230	<ul style="list-style-type: none"> • NSA (EBRD) • Taxis R2.04/96 • Taxis R2.02/96 	<ul style="list-style-type: none"> • Project Management Unit • Guideline Documents for Residual Lifetime Assessment of NPP Mechanical Components (Except RPV) • Emergency Protection Signal Effectiveness Evaluation for VVER 230
All VVER NPPs	VVER 440 & 1000	<ul style="list-style-type: none"> • Taxis 91-3.1 • Taxis 91-3.2 • Taxis R2.03/96 	<ul style="list-style-type: none"> • PSA Support Data • Quality Assurance • Quality Assurance System Finalisation and Implementation on NPP Site
Future NPPs in Europe and Russia	VVER 1000, RBMK & FBR	• DG-XI (EC)	• Joint EC-Russian Federation Analysis of Nuclear Challenges and Solutions for the Next Generation of NPPs
All Reactors	VVER and RBMK	• Taxis R2.07/96	• Classification and Qualification of Actuators and I&C
Kalinin NPP	VVER 1000	• Taxis R1.03/92	<ul style="list-style-type: none"> • On-Site Assistance Programme • Deputy Manager Position for this Programme • Erosion-Corrosion Programme

Table IN4 (4/5)
Empresarios Agrupados' References in CIS, Eastern and Central Europe and Cuba

Country/Plant/ Beneficiary	Plant/Reactor Type/Facility	Programme/Contractor Project No.	Project Title
Russia (Cont)			
Smolensk 3, Sosnovy Bor 1 and Kursk NPPs	RBMK	• Tacis (EC)	<ul style="list-style-type: none"> • Human Factors • PSA (mainly focused on a pilot study for Smolensk 3 NPP) • Quality Systems • Flooding and Explosions • Code Validation and Verification • Configuration and Evaluation of Safety Systems • Fire Protection
All VVER NPPs	All VVERs	<ul style="list-style-type: none"> • Tacis R2.10/92 • Tacis R2.02/93 	<ul style="list-style-type: none"> • Russian Documentation Analysis • Upgrade of a Service Maintenance Centre for Diagnostic System
Rostovenergo	Fossil-Fired Plants	Power	• Tacis (EC)
Russian Institutions and Companies	All types	• BISTRO (EC)	• Training of experts in classification, qualification and certification of I&C and electrical equipment for nuclear power plants
All NPPs in Russia	All VVER	• Phare-EC/90/ENE/17	• Upgrading of Management Knowledge in the Field of Nuclear Power Technology Use
Ukraine			
Rovno NPP	VVER 440/213 & 1000	• Tacis (EC)	<ul style="list-style-type: none"> • Safety Evaluation of confinement and site conditions for VVER 440/213 • Safety Evaluation of confinement and site conditions for VVER 1000
Energatom	All VVERs	• UK DTI	• Configuration Management and Safety Assurance
Rovno 4 and Khmelnitski 2 NPPs	VVER 1000	• Tacis (EC)	• Plant Completion and Design Upgrading
South Ukraine NPP	VVER 1000	• Tacis U1.02/92	• On-Site Assistance Programme: 1. Feasibility Study for I&C Modernisation 2. Documentation Management Plan
Zaporozhye NPP	VVER 1000	<ul style="list-style-type: none"> • Tacis U1.02/96B • Tacis 94B-1.03 	<ul style="list-style-type: none"> • Review of Normal and Emergency Operating Procedures • On-Site Assistance Programme. Tender Evaluation for Hydrogen Monitors
All VVER NPPs	All VVERs	• Tacis 93B-2.01	• Engineering Procedures, QA and use of Codes at Energoprojekt - Kiev
Energoprojekt (Kiev)	VVER 1000	<ul style="list-style-type: none"> • Tacis U2.01/94A • Tacis U2.01/94B 	<ul style="list-style-type: none"> • Engineering for VVER 1000 (Part 1) • Engineering for VVER 1000 (Part 2)
Minchernoobl	All reactors and industrial radwaste	• Tacis 93-4.02	• Scheme for Safe Management of Radioactive Waste in Ukraine

Table IN4 (5/5)
Empresarios Agrupados' References in CIS, Eastern and Central Europe and Cuba

Country/Plant/ Beneficiary	Plant/Reactor Type/Facility	Programme/Contractor Project No.	Project Title
Ukraine (Cont)			
Chernobyl	RBMK	<ul style="list-style-type: none"> • EBRD-C11126 • EBRD-C12367 	<ul style="list-style-type: none"> • SIP. Licensing Consultant Evaluation • SIP. PMU Management Audit
Burshtyn Thermal Power Station	Coal-fired (12'200 MW)	• Tacis 91-WW91.03/04.01/ B012	• Plan to Increase Availability, Reliability and Ecological Safety of the Plant
Minenergo	Energy Sector	<ul style="list-style-type: none"> • Tacis (EC) • Tacis EUK-9502 	<ul style="list-style-type: none"> • Project Identification Mission • Transfer of Know-How in Economic Analysis of Modern Combustion Technologies
Cuba			
Juragua NPP	VVER 440/318B	• Atomenergoexport (USSR)	• Seismic Qualification of HVAC Equipment

Note: In some of the above references, Empresarios Agrupados acted as subcontractor or as member of a consortium

Key:

SMWP: Six-Month WANO Project
 CEZ: Ceske Energeticke Zavody
 NSA: Nuclear Safety Account
 EBRD: European Bank for Reconstruction and Development

Table IN6-1 (1/2)
Empresarios Agrupados' Main References in PWR NPPs

Project/ Reactor Type, Manufacturer / Capacity / Country	Work Performed
José Cabrera / PWR, W / 160 MWe / Spain	<p>Engineering and design as subcontractor to the turnkey contractor (Westinghouse) for the original project</p> <p>Systematic Evaluation Programme (SEP) to bring plant design up to date with regulatory requirements</p> <p>Engineering support to the plant, including plant design modifications, systems upgrading and optimisation, evaluation of operating experience, general technical support, etc</p> <p>Licensing support: FSAR updating. Support to the Owner before the Regulatory Authorities (CSN)</p> <p>Refuelling outage support</p> <p>Preparation and optimisation of Plant Technical Specifications</p> <p>I&C upgrading and human factors engineering</p> <p>Participation in the PSA</p>
Almaraz 1&2 / PWR, W / 974 MWe (Unit 1) & 982 MWe (Unit 2) / Spain	<p>Main Architect-Engineer for the complete project (See EA References in NPP Projects in Spain, Table IN1)</p> <p>Engineering support to the plant, including plant design modifications, systems upgrading and optimisation, evaluation of operating experience, general technical support, etc</p> <p>Power up-rating engineering</p> <p>Preparation and updating of safety & accident analysis reports. Participation in the PSA</p> <p>Severe Accidents programme: preparation of guides</p> <p>Licensing support: FSAR updating. Relationships with Regulatory Body</p> <p>Refuelling outage support</p> <p>Plant life extension programme</p> <p>I&C upgrading by implementing a DC system</p> <p>Configuration management services</p> <p>Steam generator replacement</p> <p>Design of essential service water spray pond system</p> <p>Snubber reduction programme</p> <p>Individual Plant Examination for External Events (IPEEE)</p>
Trillo 1 / PWR, Siemens / 1066 MWe / Spain	<p>Main Architect-Engineer for the complete project (See EA References in NPP Projects in Spain, Table IN1)</p> <p>Engineering support to the plant, including plant design modifications, systems upgrading and optimisation, evaluation of operating experience, general technical support, etc</p> <p>Preparation and updating of safety & accident analysis reports. Participation in the PSA</p> <p>Severe Accidents programme: secondary side feed and bleed</p> <p>Licensing support: FSAR updating. Support to the Owner before the Regulatory Body</p> <p>Preparation and optimisation of Plant Technical Specifications</p> <p>Refuelling outage support</p> <p>Plant life extension programme</p> <p>Configuration management services</p> <p>Feedwater piping fatigue analysis</p> <p>Pressuriser head replacement</p> <p>Improvement of offsite power supply system</p>

Table IN6-1 (2/2)
Empresarios Agrupados' Main References in PWR NPPs

Project/ Reactor Type, Manufacturer / Capacity / Country	Work Performed
Ascó 1&2 / PWR, W / 1027 MWe (Unit 1) & 1028 MWe (Unit 2) / Spain	Engineering support to plant operation and maintenance PSA Level 1 and 2 Backfitting of condenser circulating water system with a new, wet type, natural draft cooling tower Design and construction supervision of the steam generator storage building and waste treatment plant during the steam generator replacement phase Safe shutdown capability analysis
Vandellós 2 / PWR, W / 1082 MWe / Spain	Engineering support to plant operation and maintenance PSA Level 1 and 2
PWR Reference Turbine Island Design / 1300 MWe / USA	Development of a Reference Turbine Island design using a 1300-MWe GE steam turbine to match a generic PWR Nuclear Island of the same capacity for GE LSTGD (Schenectady, NY, USA)
Progetto Unificato Nucleare / PWR, W & Ansaldo Nucleare / 1200 MWe / Italy	Engineering and design of the heating, ventilating and air conditioning (HVAC) system for the Standardised Nuclear Project (PUN) in Italy (Client: Ansaldo Nucleare)
AP-600 / Passive type PWR, W / 600 MWe / USA	First Of A Kind Engineering (FOAKE) Design of the mechanical, electrical and I&C systems for the nuclear and turbine islands of the Westinghouse AP-600 passive type plant, as part of the EPRI Advanced Reactor Programme
EPP / Passive type PWR, W / 1000 MWe / USA	Engineering and design activities as part of Westinghouse's effort to develop a 1000-MWe European Passive Plant (EPP) in compliance with EUR documents
AP-1000 // Passive type PWR, W / 1000 MWe / USA	Participation in the engineering and design activities necessary for the design certification of Westinghouse's AP-1000 passive type plant
Angra 2 / PWR, Siemens / 1300 MWe / Brazil	Engineering support during the commissioning phase Operating procedures Support during refuelling outage
Angra 1 / PWR, W / 657 MWe / Brazil	Refuelling outage support Radiation protection procedures for plant refuelling operations
Comanche Peak 1&2 / PWR, W / 2 x 1150 MWe / USA	During the final phase of construction, detail design verification and completion on plant site for the mechanical, electrical and I&C systems
Atucha 1 / PHWR, Siemens / 350 MWe / Argentina	Support for the PSA
Atucha 2 / PHWR, Siemens / 745 MWe / Argentina	Supply of an engineered equipment package estimated at USD 30,000,000

Table IN6-2
Empresarios Agrupados' Main References in BWR NPPs

Project / Reactor Type, Manufacturer / Capacity / Country	Work Performed
Lungmen 1 & 2 / ABWR, GE / 2 x 1350 MWe / Taiwan	Engineering and design services to GE Nuclear Energy in the mechanical, civil-structural, piping design, stress analysis and support design, thermal-hydraulic analysis, Low Power & Shutdown PSA, Human Factors Engineering (HFE) and I&C areas,
Cofrentes / BWR-6, Mark III, GE / 1081 MWe / Spain	Main Architect-Engineer for the complete project (See EA References in NPP Projects in Spain, Table IN1) Engineering support to the plant, including plant design modifications, systems upgrading and optimisation, evaluation of operating experience, general technical support, etc Power up-rating engineering Preparation and updating of safety & accident analysis reports. Participation in the PSA. H ₂ Water Chemistry and IGSCC programmes Severe Accidents programme: containment venting systems, Mark III containment ultimate capacity Licensing support: FSAR updating. Relationships with Regulatory Body Technical operating specifications preparation, optimisation and improvement Refuelling outage support Plant life extension programme I&C upgrading by implementing a DC system and human factors engineering Configuration management services
Valdecaballeros 1 & 2 / BWR-6, GE / 2 x 975 MWe / Spain	Main Architect Engineer (See EA References in NPP Projects in Spain, Table IN1)
Santa M ^a de Garoña / BWR, Mark I, GE / 466 MWe / Spain	Engineering support to plant operations, including plant design modifications Mark I containment reevaluation programme Participation in the Systematic Evaluation Programme (SEP) Recirculation Loops Modification Programme Engineering services for Plant Life Extension Updating of FSAR Technical operating specifications preparation, optimisation and improvement
BWR Reference Turbine Island Design / GE / 1300 MWe / USA	Development of a reference Turbine Island design to match a 1260-MWe BWR-NSSS Nuclear Island for GE LSTGD (Schenectady)
GE Advanced BWR (ABWR) / 1360 MWe / USA	First-of-a-kind engineering (FOAKE). Design of nuclear island and turbine island mechanical, electrical and I&C systems, and of man-machine interface (MMI)
GE Simplified BWR (SBWR) / Passive type BWR / 65 MWe / USA	Initial certification phase of the passive-type SBWR. Engineering of mechanical, electrical and I&C systems. Design of man-machine interface. Studies on severe accidents. PRA studies. Optimisation of technical specifications. Civil design
Laguna Verde 1 & 2 / BWR, GE / 2 x 654 MWe / Mexico	Technical support on piping engineering: piping stress analysis, Class I piping analysis, jet impingement, piping vibration and thermal expansion tests
Número 2 NPP / BWR, GE / 970 MWe / Mexico	Preliminary engineering and design of the Balance Of Nuclear Island (BONI) and Balance of Plant (BOP) BONI Cost Evaluation
Alto Lazio / BWR-6, GE / 2 x 1010 MWe / Italy	HVAC systems engineering & cable trays support design EA expert missions under IAEA PRE-OSART programme
Leibstadt / GE BWR-6, Mk III / 1220 MWe / Switzerland	Shutdown Probabilistic Safety Analysis (PSA), Integrated Reliability Analysis (IRA)
GE ESBWR / Passive type SBWR, GE / 1500 MWe / USA	Collaboration with GE Nuclear Energy in the engineering and design for the development of the passive-type ESBWR

Tabla EN6
**Referencias de Empresarios Agrupados en Gestión de Residuos Radiactivos,
Descontaminación y Desmantelamiento**

Proyecto	Alcance de Servicios														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Manejo y eliminación residuos NORM Takreer (UEA)	♦	♦	♦				♦	♦					♦		♦
Almacenamiento de Novi Han (Bulgaria)	♦	♦	♦				♦	♦					♦	♦	♦
Desmantelamiento de CN Bohunice V-1 (Eslovaquia)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦			♦	♦	♦
ENRESA – Desmantelamiento laboratorios CIEMAT	♦		♦				♦								
ENRESA – Desmantelamiento de CN Vandellós 1					♦										
CN Trillo – almacenamiento del combustible gastado en al emplazamiento del reactor	♦	♦	♦		♦	♦	♦	♦					♦		♦
Almacenamiento de Rozan (Polonia)									♦						
CN Bohunice A-1 (Eslovaquia)									♦						
CN Almaraz 1 & 2	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦	♦
CN Angra	♦							♦							
CN Ascó 1 & 2	♦							♦		♦					♦
CN José Cabrera	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦	♦		♦	♦	♦
CN Cofrentes	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦			♦	♦	♦
CN Santa María de Garoña	♦						♦	♦	♦						♦
CN Trillo	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦	♦		♦	♦	♦
CN Valdecaballeros 1 & 2	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦							
CN Vandellós 1	♦		♦					♦							♦
CN Vandellós 2	♦							♦							♦
Celdas Calientes Cinso	♦	♦	♦				♦	♦							♦
Celdas Calientes ENRESA	♦	♦	♦				♦								
ENRESA Residuos alta actividad y combustible gastado	♦	♦	♦	♦				♦						♦	♦
ENRESA Almacenamiento definitivo	♦	♦						♦							
ENRESA – Residuos baja actividad	♦						♦	♦						♦	
CN Dukovany (Rep. Checa)	♦	♦													
CN Kozloduy (Bulgaria)	♦														
Almacenamiento de combustible gastado checo y eslovaco	♦	♦													
ENRESA Genérico	♦								♦					♦	

Clave del alcance de servicios

- Estudios de viabilidad, preliminares y de emplazamientos:
 - Selección de emplazamientos
 - Diseño conceptual
 - Estudios preliminares técnicos y económicos
 - Especificación de petición de ofertas y evaluación de ofertas
- Gestión de proyectos
- Ingeniería y diseño:
 - Instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado
 - Tratamiento y acondicionamiento residuos baja actividad
 - Almacenamiento definitivo residuos alta actividad
 - Descontaminación y almacén caliente
 - Almacenamiento temporal de residuos baja actividad
 - Manipulación y transporte de combustible gastado
- Aprovisionamiento e inspección de suministradores:
 - Equipo de manipulación y transporte combustible gastado
 - Cofres de almacenamiento de combustible gastado
 - Equipo para tratamiento de residuos gaseosos, líquidos y sólidos
- Supervisión de construcción y montaje
 - Sistemas de tratamiento de residuos activos
- Puesta en servicio de sistemas e instalaciones
- Análisis de seguridad:
 - Principios y criterios para instalaciones residuos de alta y baja actividad
 - Exenciones y desclasificación de residuos de muy baja actividad
- Protección radiológica:
 - Evaluación de dosis
 - Blindaje de sistemas de residuos activos
 - Vigilancia radiológica
- Desmantelamiento de instalaciones nucleares:
 - Diseño conceptual
 - Inventarios de residuos activos
 - Evaluación de costes
 - Planes
 - Gestión de proyectos de desmantelamiento
- Modificaciones de planta
 - Sistemas de residuos de baja actividad
 - Talleres calientes e instalaciones de descontaminación
 - Piscinas de almacenamiento de combustible gastado
- Programas de mantenimiento
- Apoyo a la central para sistemas de residuos activos:
 - Paradas para recarga de combustible
- Programas y procedimientos de garantía de calidad
- Formación y entrenamiento
- Proceso de licencia

Otras claves

CN Central Nuclear

ENRESA Empresa Nacional de Residuos S.A. (España)

Tabla EZ1
Referencias de Empresarios Agrupados en Análisis Probabilista de Seguridad, APS

Clase de trabajo realizado	Proyecto													
	LNPP	KKL	CNA	CNC	CNS	CNZ	CNV	CNT	CNG	IAEA	VVER	RBMK	SBWR	ESBWR
Consultoría y soporte técnico			♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Dirección del proyecto														
Dirección del proyecto y control	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦			♦
Procedimientos administrativos y técnicos	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦			
Planificación y programación	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦			
Análisis de la documentación técnica	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦	♦			
Software del APS														
Desarrollo y mantenimiento del software			♦	♦	♦	♦		♦						
Documentación del hardware y software			♦	♦	♦	♦	♦	♦			♦			
Garantía de Calidad	♦	♦			♦	♦		♦	♦	♦				
APS Nivel 1														
Criterios de éxito – sucesos iniciadores	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦			♦
Delineación de secuencias de accidente	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦			♦
Manejo y análisis de bancos de datos	♦	♦	♦		♦	♦		♦		♦	♦			♦
Análisis de sistemas	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
Fiabilidad humana	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦
Cuantificación (sistemas y accidentes)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦	♦		♦
Análisis de fallos de causa común	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦	♦	♦	♦	♦		♦
APS fuera de operación a potencia	♦	♦			♦		♦		♦		♦		♦	♦
Mantenimiento del APS (<i>living PSA</i>)			♦	♦	♦	♦								♦
Interpretación de resultados	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
APS Nivel 2														
Fichero de parámetros para MAAP			♦		♦			♦						
Análisis de árboles de fallo en contención			♦		♦				♦	♦				
Análisis de APS nivel 2			♦		♦	♦			♦	♦				
Evaluación de sucesos externos														
Inundaciones		♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦		
Incendios		♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦	♦	♦		♦	
Evaluación del margen sísmico			♦		♦						♦			
Tornado											♦			
Análisis determinista de sucesos de incendio		♦	♦	♦	♦	♦		♦		♦	♦			
Análisis de fiabilidad de sistemas	♦		♦			♦		♦					♦	
Cursos y seminarios		♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦				

Clave del proyecto

LNPP:	Central nuclear Lungmen, 1350 MWe, GE	ARS nivel 3 finalizado
KKL:	Central nuclear Leibstadt, 1220 MWe, GE	APS nivel 2 finalizado
CNA:	Central nuclear Almaraz 1&2, 1035 & 1045 MWe, W	APS nivel 2 finalizado
CNC:	Central nuclear Cofrentes, 1095 MWe, GE	APS nivel 2 finalizado
CNS:	Central nuclear Ascó 1&2, 1032 & 1027 MWe, W	APS nivel 2 finalizado
CNZ:	Central nuclear José Cabrera, 160 MWe, W	APS nivel 2 finalizado
CNV:	Central nuclear Vandellós 2, 1087 MWe, W	APS nivel 2 finalizado
CNT:	Central nuclear Trillo 1, 1066 MWe, Siemens	APS nivel 2 finalizado
CNG:	Central nuclear Sta Mª de Garoña, 466 MWe, GE	APS nivel 3 finalizado

OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
VVER:	Reactor de agua a presión de diseño ruso. Programas Tacis y Phare (VVER 440-213, 440-230, 440-318B & 1000)
RBMK:	Revisión internacional de seguridad RBMK (reactor de agua en ebullición de diseño ruso)
SBWR	Reactor avanzado de agua en ebullición, diseño pasivo simplificado
ESBWR	Reactor avanzado de agua en ebullición, diseño económico simplificado

Tabla EZ2
Referencias de Empresarios Agrupados en Protección Radiológica

Alcance de Servicios	Proyecto									
	CNA	CNC	CNV	CNT	CNZ	ENRESA	CIEMAT	CSN	CE	DGPC
Blindajes										
Definición de blindajes y zonas de radiación	♦	♦	♦	♦	♦		♦			
Cálculo dosis por neutrones en piscina	♦									
Cálculo radiación dispersa en aire (efecto de cielo)			♦			♦				
Cualificación ambiental de equipos	♦	♦	♦	♦						
Contenedores de almacenamiento de combustible gastado						♦				
Proyecto ALARA (criterios y aplicación)			♦	♦						
Seguridad operacional del anteproyecto de ATC						♦				
Dosis en accidente										
Análisis de consecuencias radiológicas de accidentes	♦			♦	♦	♦				♦
Anteproyecto de la Red de Alerta a la radiactividad										♦
Habitabilidad de la sala control	♦		♦	♦	♦					
Base de datos para gestión del PVRA						♦				
Participación en simulacros de emergencia	♦			♦	♦					
Especificación de equipos										
Equipo de medida de radiación y contaminación				♦						
Sistema de vigilancia de radiación de área				♦						
Sistemas de dosimetría (DLD, TLD interna)				♦						
Dosis por efluentes en operación normal										
Dosis por efluentes líquidos y gaseosos	♦			♦	♦	♦				
Dosis por vertidos de centrales nucleares Españolas								♦		
Estudio analítico radiológico					♦					
Gestión de efluentes y cálculo de dosis al exterior	♦									
Base de datos: Residuos sólidos y combustibles irradiados						♦		♦		
Informes meteorológicos y validación de datos					♦					
Manual de cálculo dosis al exterior (MCDE) y especificaciones técnicas de vertidos	♦	♦		♦	♦					
Procedimientos aplicables a efluentes radiactivos	♦			♦	♦					
Protección radiológica durante recargas										
Cursos de formación de técnicos en PR	♦			♦						
Gestión de dosis operacionales en la parada	♦									
Grupo ALARA en paradas para recarga	♦									
Procedimientos de protección radiológica	♦			♦						
Residuos con muy baja actividad										
Gestión de bidones de residuos	♦									
Gestión de residuos y materiales de muy baja actividad (Viabilidad de exención del Control Regulador)						♦			♦	
Combustible gastado										
Estudios de criticidad	♦					♦				
Piscinas almacenamiento de combustible gastado						♦				

Clave del proyecto

CNA CN Almaraz, 1&2; 1035/1045 MWe, PWR-W
 CNC CN Cofrentes, 1095 MWe, BWR-GE
 CNV CN Vandellós 2, 1087 MWe, PWR-W
 CNT CN Trillo 1, 1066 MWe, PWR-Siemens
 CNZ CN José Cabrera, 160 MWe, PWR-W

ENRESA Empresa Nacional de Residuos Radiactivos
 CIEMAT Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
 CSN: Consejo de Seguridad Nuclear
 CE Comisión Europea
 DGPC Dirección General de Protección Civil

Otras claves

PVRA Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental
 ATC Almacenamiento Temporal de Combustible gastado