

CAPACIDADES
ESPAÑOLAS PARA
AFRONTAR UN NUEVO
PROYECTO NUCLEAR



CEIDEN
Plataforma Tecnológica de
Energía Nuclear de Fisión

PLATAFORMA TECNOLÓGICA CEIDEN

La Plataforma 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.

El objetivo general de la Plataforma CEIDEN es coordinar y desarrollar actividades de I+D orientadas a la operación segura, fiable y económica de las centrales nucleares actuales, y al desarrollo del conocimiento tecnológico de los nuevos diseños en desarrollo.

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 nuevos diseños de reactores.

Las entidades integrantes abarcan todos los ámbitos del sector nuclear: Administración, Organismo Regulador, Centros de Investigación, Universidades, empresas eléctricas, de bienes de equipo, de ingeniería, consultoría, de servicios, etc.

MIEMBROS DEL CEIDEN

Empresas Eléctricas

- Asociación Cluster de la Energía de Extremadura
- Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA)
- Endesa
- Gas Natural Fenosa
- Iberdrola

Empresas de Ingeniería

- Acciona Infraestructuras
- Análisis-dsc
- AQUAGEO
- ARRAELA
- Chemtrol Proyectos y Sistemas
- Coapsa Control
- Empresarios Agrupados
- Iberdrola Ingeniería y Construcción
- Iberinsa
- INDRA
- INESCO Ingenieros
- Ingeniería IDOM Internacional
- INITEC Nuclear
- Intecsa. Inarsa
- Sener Ingeniería y Sistemas
- Socoin Ingeniería y Construcción
- SynerPlus
- Técnicas Reunidas

Empresas de bienes de equipo

- Equipos Nucleares
- Ingeniería y Diseño Europeo
- Leading Enterprises Group
- OBEKI Electric Machines
- Vector & Wellheads Engineering

Ciclo del combustible

- ENRESA Soluciones Ambientales
- Enusa Industrias Avanzadas

Universidades

- Universidad Autónoma de Madrid
- Universidad de Cantabria
- Universidad de Murcia
- Universidad de Zaragoza
- Universidad del País Vasco
- Universidad Nacional de Educación a Distancia

- Universidad Politécnica de Cataluña
- Universidad Politécnica de Madrid
- Universidad Politécnica de Valencia

Empresas de Servicios

- Cluster de Energía del País Vasco
- Cometec
- Construcciones Técnicas de Radioterapia
- Desarrollo y Aplicación de Sistemas
- Geotecnia y Cimientos
- InnoBAN Red de Inversores Ángel para la Innovación
- Instalaciones Inabensa S.A.
- Jesús Gil Yenes
- Logística y Acondicionamiento Industriales
- Medidas Ambientales.
- Suministros y Planificación Industriales
- Tecnatom
- Tecnologías Asociadas Tecnasa
- Thunder España Simulación

Instituciones de I+D

- AIMPLAS
- Centro de Estudios e Investigaciones Técnicas de Guipuzkoa (CEIT)
- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)
- Centro Tecnológico AIMEN (Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste)
- CIEMAT
- Fundació CTM Centre Tecnològic
- Fundación Centro Tecnológico de Componentes
- INASMET - TECNALIA
- INNOBE AIE Centro Tecnológico
- Instituto Catalán de Investigación Química
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja
- INTE
- María Teresa Pérez Prado

Organismos Institucionales

- Consejo de Seguridad Nuclear
- Ministerio de Ciencia e Innovación
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

Otros

- Foro de la Industria Nuclear
- Sociedad Nuclear Española

CAPACIDADES
ESPAÑOLAS PARA
AFRONTAR UN NUEVO
PROYECTO NUCLEAR



CEIDEN



CRÉDITOS

©Copyright. CEIDEN 2011

Autores:

Laura Gala Delgado

Pablo Teófilo León López

Pilar López Fernández

Pedro Ortega Prieto

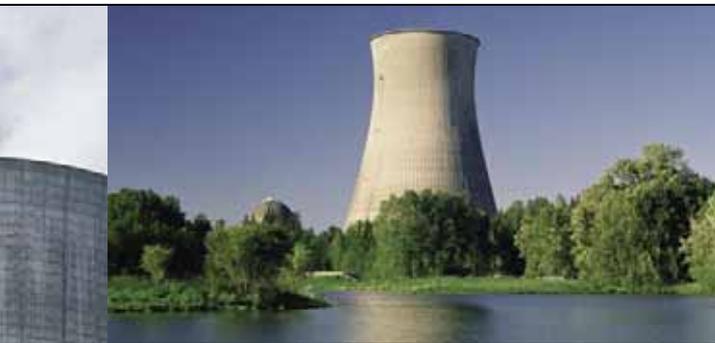
Antonio Peñarrubia Ibáñez

Eduardo Serra Sintes

Diseño y Realización: Grupo SENDA

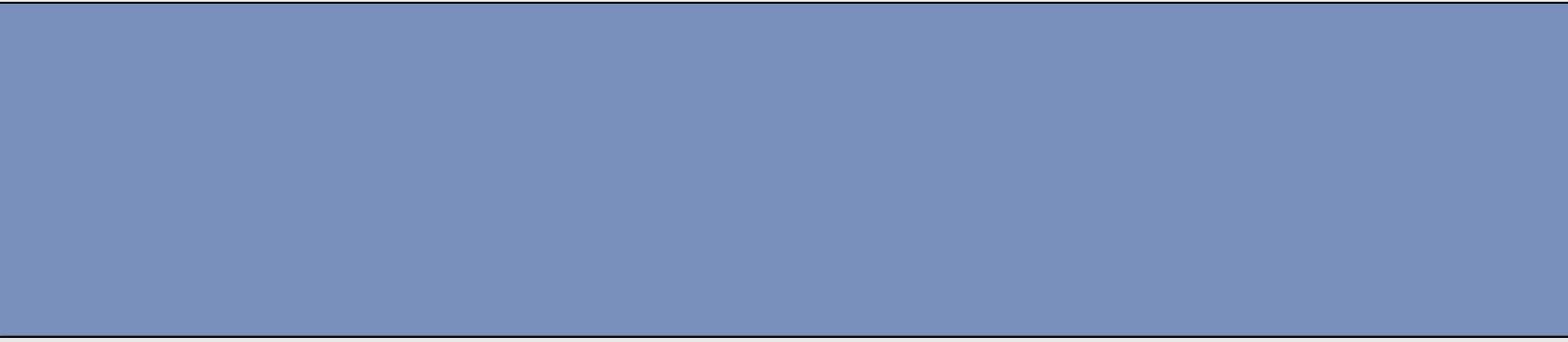
ISBN: 978-84-694-7100-5

Depósito Legal: M-35768-2011



Índice

PRÓLOGO	5
1. OBJETIVO DEL ESTUDIO	6
2. PRECEDENTES	8
2.1. Planteamiento Histórico e Institucional del Desarrollo de la Energía Nuclear en España	8
2.2. Participación de las Empresas Españolas en la Construcción de las Centrales Nucleares en España	14
3. ACTIVIDADES DE UN NUEVO PROYECTO NUCLEAR DE GENERACIÓN III	20
4. LISTADO DE EMPRESAS DEL SECTOR NUCLEAR	26
5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS	28
6. EL ENFOQUE DEL ORGANISMO REGULADOR	30
7. CONCLUSIONES	34
8. ACRÓNIMOS	36
9. AGRADECIMIENTOS	38
ANEXO I. Cuestionario de las capacidades de la Industria Nuclear	40
ANEXO II. Respuestas al cuestionario	44





Prólogo

Es para mí un honor y también una gran satisfacción presentar este trabajo, fruto del esfuerzo colectivo de un numeroso grupo de personas e instituciones del sector nuclear.

Primero, porque este estudio simboliza en buena medida el espíritu y la historia misma de la plataforma tecnológica CEIDEN. De entrada, trata de integrar a todos los actores del sector en una actuación colaborativa, en la que el objetivo es buscar sinergias y un posicionamiento común. Al igual que CEIDEN, este proyecto ha ido avanzando gradualmente, de forma pausada, no exento de altibajos, debates y replanteamientos. Y, de la misma manera, está sustentado en la aportación voluntarista de cuantos han participado; en una visión del sector en su conjunto, independiente de los inevitables intereses individuales; en la responsabilidad de cada entidad; y, en definitiva, en la confianza mutua.

En segundo lugar, por la necesidad y oportunidad de realizar un análisis que, de manera sólida y creíble, muestre y cuantifique las capacidades del sector nacional para llevar a cabo un nuevo proyecto nuclear en el momento actual. Sin entrar en la cuestión sobre la necesidad o conveniencia de un relanzamiento del programa nuclear en nuestro país, estoy convencido de que un elemento crucial para informar ese debate es disponer de un estudio como el que se presenta en este libro.

En la discusión sobre el futuro de la energía nuclear, tanto a escala mundial como en el contexto de cada país, es evidente que hay un antes y un después del accidente de Fukushima. La coincidencia de la conclusión de este trabajo con las primeras reacciones tras el accidente, llevó a discutir sobre la conveniencia de publicar sus resultados en el contexto actual. En mi opinión, está claro que el momento adecuado para difundir el estudio de capacidades de la industria nuclear española es el actual, no solo porque posponer su publicación supondría una cierta pérdida de vigencia de la información recopilada, sino sobre todo porque es precisamente en las épocas de encrucijada como la que ahora se está viviendo cuando es más necesario disponer de los mejores elementos y herramientas para sustentar con seriedad el debate y la toma de decisiones.

Otro aspecto que justifica mi satisfacción es que creo que puede asegurarse que este estudio ha sido realizado con una metodología y un rigor que avalan la credibilidad de sus resultados. Y por último, no cabe más que afirmar que dichos resultados, a nivel global, son sorprendentes y altamente gratificantes. A lo largo de los últimos años, he escuchado con demasiada frecuencia afirmaciones gratuitas sobre la escasa importancia y capacidad de la industria y las compañías de servicios del sector nuclear español, como resultado de un supuesto proceso de desmantelamiento ante la ausencia de nuevos proyectos de construcción. Confío en que este trabajo contribuya a matizar o revertir estas impresiones pesimistas, muchas veces interesadas.

En cualquier caso, desde mi punto de vista lo más satisfactorio del proceso que ahora culmina con la publicación de este libro ha sido tener la oportunidad de trabajar y discutir con un equipo de profesionales y personas excelentes, lo cual no ha sido sino la tónica general de mi etapa como presidente de CEIDEN.

En este contexto y para finalizar quiero expresar mi más profundo reconocimiento y gratitud a Javier Arana, impulsor de la creación de esta asociación y, dentro de ella, del inicio de este proyecto; a Pío Carmena, primer y actual secretario de CEIDEN, quien inició este esfuerzo; y, de manera muy especial, a Pablo León con quien he trabajado estrecha e intensamente durante los dos últimos años, principal responsable de la segunda fase y la finalización del estudio.

Y no quiero terminar este prólogo sin dar las gracias a todos cuantos contribuyen día a día con su aportación personal al fortalecimiento de esta plataforma tecnológica, cuyas actividades, resultados y capacidad de influencia van creciendo de forma palpable.

Francisco Fernández Moreno
Presidente de CEIDEN

1. Objetivo del estudio

El estudio de las capacidades de la industria española ante un nuevo proyecto nuclear tiene como objetivo la actualización del estado de estas capacidades, tras un programa nuclear español de construcción de nuevas centrales que acabó tras la entrada en operación de la central de Trillo en el año 1988 (hace 23 años).

El programa nuclear en España supuso la creación de una potente industria nuclear, que se desarrolló durante las diferentes etapas¹ de construcción de centrales nucleares, y que alcanzó una cuota de participación del 85% (en términos económicos) en la última central que entró en operación. Esto supuso la creación y potenciación de empresas que exportaron tecnología y conocimientos fuera de España, una vez implantada la moratoria en nuestro país.

Las actividades internacionales de estas empresas, junto con las actividades de apoyo a la operación de nuestras centrales, han mantenido el conocimiento nuclear estos 23 años en los que no ha habido nuevas construcciones nucleares en nuestro país. La pregunta a contestar, objetivo de este estudio, es la capacidad que ha conseguido mantener la industria para la construcción de nuevas centrales nucleares en la actualidad. Y también, en el caso de que nuestro país decidiese lanzar un nuevo programa nuclear, cómo podrían equiparse éstas y otras empresas para poder realizar nuevas actividades en un plazo de cinco años.

¹Se considera que las centrales nucleares españolas se construyeron en tres etapas, que tradicionalmente se han denominado generaciones. Para evitar confusiones con las generaciones tecnológicas de centrales nucleares en el mundo, en este trabajo se ha empleado el término etapa para referirse a las tres generaciones de centrales nucleares en España.

¿Por qué el realizar este estudio en este momento? Tras la paralización de la industria nuclear internacional tras el accidente de Chernobyl, en los últimos años la industria nuclear estaba renaciendo en numerosos países. La apuesta está siendo clara en los países en vías de desarrollo, como China e India, así como en los países industrializados, con nuevos programas nucleares en Europa con construcción de nuevas plantas en Finlandia y Francia, y planes en países como Reino Unido, Finlandia, Rusia, y países del Este de Europa (Chequia, Eslovaquia, etc.), en Estados Unidos, en Corea del Sur, etc. En total, según el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en agosto de 2011 había 66 reactores en construcción en el mundo. Este nuevo renacer nuclear tiene su origen en las propiedades intrínsecas de la energía nuclear: fuente de producción eléctrica masiva no emisora de CO₂, garantía de suministro, y producción eléctrica a costes competitivos.

A esto hay que sumar la situación económica del país. En la actualidad, España está inmersa en una grave crisis económica, que ha supuesto que el país alcance los niveles de paro más elevados de la historia. El lanzamiento de un nuevo programa nuclear en nuestro país supondría la creación de puestos de trabajo con alta capacitación técnica, y un alto porcentaje de la actividad económica de un nuevo proyecto (del orden de miles de millones de euros) gestionado por empresas españolas. Analizar este porcentaje es también objetivo de este estudio.

El accidente nuclear de Fukushima, el 11 de marzo de 2011, debido al terremoto y posterior tsunami, ha venido a ensombrecer parcialmente este panorama, aunque algunos países han declarado que seguirán con sus programas nucleares en marcha. Las lecciones aprendidas de este accidente serán tenidas en cuenta tanto en la operación de las cen-



Central Nuclear de José Cabrera



Central Nuclear de Trillo

trales actuales como en las nuevas construcciones. El desarrollo económico y social mundial no puede prescindir de la energía nuclear, por lo que deberá contar con esta fuente de energía en el presente y en el futuro.

Para determinar la capacidad de la industria en el campo nuclear en España, se ha realizado una revisión histórica del programa nuclear, y de la participación en la construcción de las centrales nucleares en nuestro país. A continuación, se han analizado las actividades de un nuevo proyecto nuclear para una planta de diseño de Generación III (GIII) genérica. Para cada una de estas actividades, se ha definido su porcentaje sobre el coste económico total del proyecto. El nivel de desglose ha sido suficiente para poder incluir las capacidades de las diferentes entidades del sector, pero sin llegar al extremo de que el desglose de subactividades hiciese el análisis inabordable.

Este desglose de actividades se ha llevado a cabo junto con los tecnólogos Areva, General Electric Hitachi y Westinghouse. A partir de sus diseños de GIII en situación comercial, se ha realizado un promedio que ha dado lugar al listado de actividades de un reactor de GIII genérico.

Tras el listado de actividades, se ha contactado con diferentes empresas del sector nuclear español, que han completado un cuestionario enviado con el objetivo de que detallasen las capacidades de sus empresas para cada una de las actividades, justificando su experiencia.

Han colaborado 36 empresas, incluidas todas ellas en este estudio. Con estas respuestas se ha obtenido el porcentaje económico de un nuevo proyecto nuclear que puede ser realizado por la industria española en general y por el sector nuclear en particular, que se detalla en las conclusiones de este estudio.



2. Precedentes



Construcción de la Central Nuclear de José Cabrera

2.1. Planteamiento Histórico e Institucional del Desarrollo de la Energía Nuclear en España

El programa nuclear español comienza en el año **1945** al despertar el interés internacional por la energía nuclear, cuando el Gobierno se reserva a favor del Estado la explotación de los yacimientos de uranio, declarándolos de interés nacional. Tres años más tarde, en **1948**, José María Otero Navascués, impulsor de la energía nuclear en España, crea la “**Junta de Investigaciones Atómicas**”, cuyos primeros objetivos se orientaron a la formación de personal y al estudio de la explotación de los yacimientos de uranio, así como a las técnicas de extracción, metalurgia y física del material.

En el año **1951** se transforma la “**Junta de Investigaciones Atómicas**” en la “Junta de Energía Nuclear” (JEN), creada para coordinar el ejercicio de diversas actividades relacionadas con la energía nuclear. La JEN reunía entre otras las condiciones de centro de investigación, órgano asesor del Gobierno, órgano técnico encargado de la seguridad y protección contra las radiaciones ionizantes, órgano ocupado en la prospección y explotación de yacimientos de materias radiactivas y órgano para el fomento de las aplicaciones industriales de la energía nuclear.

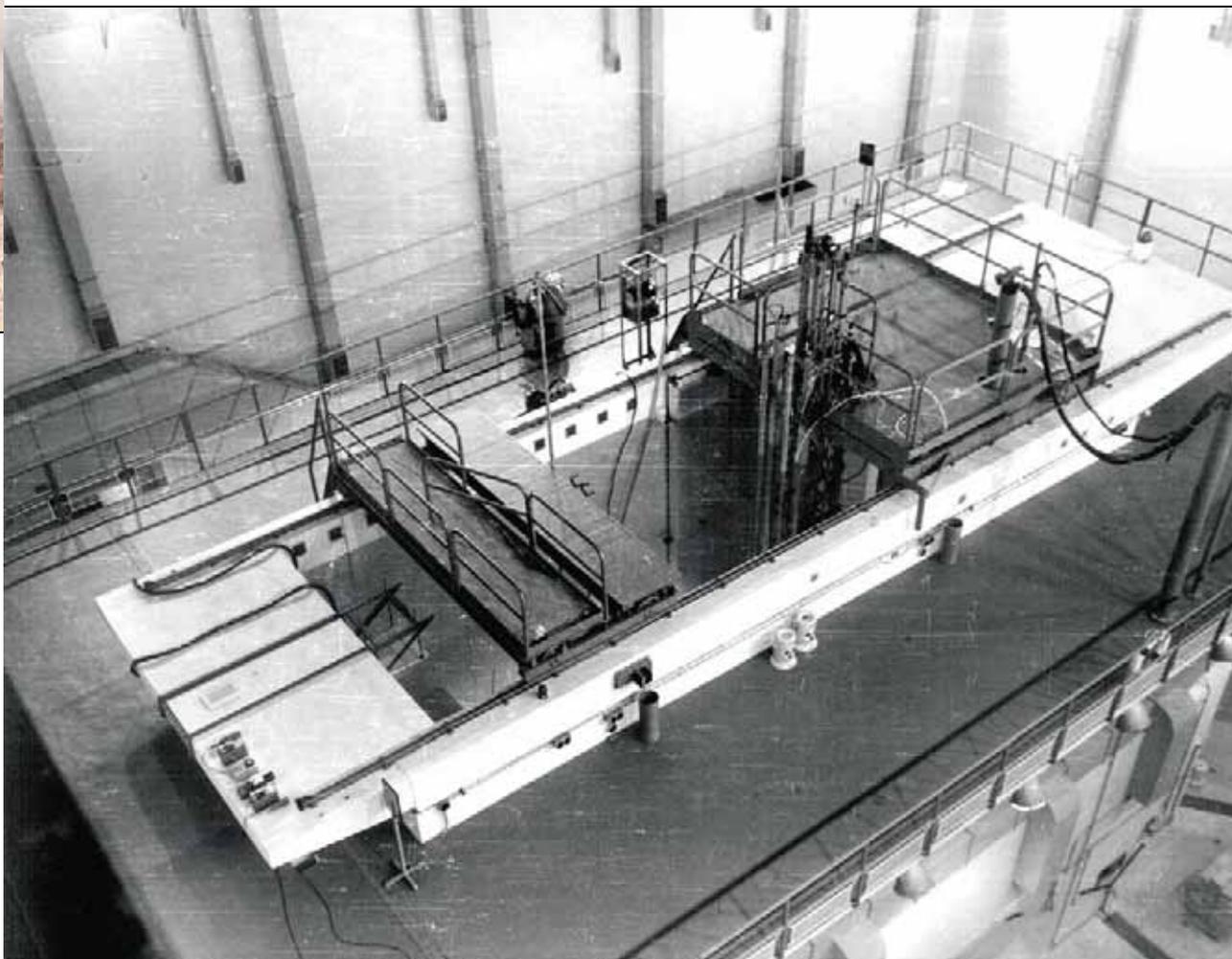
Entre las actividades de la JEN se incluye la construcción de varios reactores experimentales. Respecto a las actividades correspondientes al ciclo de combustible, se llevaron a cabo tareas relacionadas con la geología y minería de uranio, mediante estudios de prospección en Córdoba, Salamanca, Cáceres y Jaén, con la obtención de concentrados de uranio, desarrollando la transformación del concentrado has-

ta la obtención de óxido de uranio, y la fabricación de elementos combustibles. La JEN también puso en marcha más tarde una pequeña instalación piloto para el tratamiento de los primeros combustibles usados en España procedentes del reactor de investigación JEN-I y una reducida cantidad de combustibles procedentes del exterior.

En **1953** se produjo un acontecimiento que permitió un salto cualitativo en la situación nuclear mundial: el Presidente de los Estados Unidos, Dwight D. Eisenhower, pronunció su discurso “Átomos para la Paz” en el que expresaba su apoyo para el desarrollo de proyectos pacíficos de energía nuclear en los países aliados. Las compañías eléctricas comenzaron a considerar la energía nuclear como fuente de producción de energía eléctrica. Y más aún, posteriormente, en las décadas de los 60 y 70, en las que hubo crecimientos anuales del 8% en el consumo de energía eléctrica. Así, en **1955** España firmaba con Estados Unidos un acuerdo de cooperación nuclear, que hizo posible la construcción en España de su **primer reactor (José Cabrera)**, así como la adquisición de uranio enriquecido. Los estudios previos de la central, propiedad de una empresa privada, comenzaron en el año 1963, la construcción comenzó en el año **1964**, y la operación en el año 1968.

La estructura nuclear industrial civil en España comenzó a crearse en los años 60, con la decisión de promover el parque nuclear y construir las centrales de José Cabrera, Santa María de Garoña y Vandellós I, apoyadas desde la Administración por la JEN.

En paralelo a la explotación comercial de la primera etapa de centrales nucleares (José Cabrera, Santa María de Garoña y Vandellós I), se desarrollaron los proyectos integrados en las denominadas segunda y tercera etapas, con una participación modesta de la industria española.



Reactor experimental JEN

En la segunda etapa de construcción de centrales (unidades de Almaraz I y II, Ascó I y II y Cofrentes, además de las unidades de Lemóniz I y II, que no llegaron a entrar en operación comercial) tuvieron mayor protagonismo las empresas nacionales.

Progresivamente, las empresas españolas se fueron incorporando a las tecnologías nucleares, consolidándose en la década de los 80 durante la construcción de las centrales de la tercera etapa (Vandellós II y Trillo I), con la construcción de nuevas fábricas, tanto de equipos como de combustible, así como la provisión de servicios especializados. A esta tercera etapa pertenecen las unidades I y II de Valdecaballeros y Trillo II, que no llegaron a entrar en operación comercial.

En el momento de máxima actividad de la industria nuclear en España, ésta proporcionó empleo directo a más de 20.000 personas, entre ellas más de 5.000 técnicos de alta cualificación. Además, habría que añadir aproximadamente 40.000 a 50.000 personas más de empleo indirecto, en múltiples empresas suministradoras de bienes y servicios. Toda esta actividad implicó un importante esfuerzo de asimilación de tecnología y de formación en técnicos y especialistas

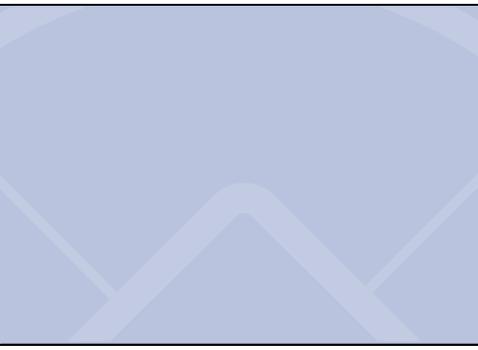
En **1962**, se crea el Forum Atómico Español, llamado actualmente **Foro de la Industria Nuclear Española**, asociación sin ánimo de lucro que agrupa a las

empresas españolas relacionadas con los usos pacíficos de la energía nuclear cuyo objetivo es informar, difundir, formar y potenciar la imagen pública de la energía nuclear. Actualmente cuenta con cincuenta y tres socios, clasificados en empresas eléctricas, centrales nucleares, empresas de explotación de instalaciones nucleares y radiactivas, fabricantes de componentes y suministradores de sistemas nucleares, empresas de ingeniería, de servicios nucleares y radiológicos, entidades para el desarrollo tecnológico nuclear y empresas de obra civil y montaje.

En el año **1964** se aprueba la **Ley 25/1964**, de 29 de abril, sobre **Energía Nuclear**. El objetivo de esta ley es establecer las bases de la energía nuclear en el país, y la definición y dependencias de las atribuciones de la Junta de Energía Nuclear.

Con el desarrollo de la energía nuclear en el país, las competencias que englobaba la Junta de Energía Nuclear se van desgajando en diferentes organismos, que recogen parte de estas competencias.

En **1972** fue constituida la **Empresa Nacional del Uranio (ENUSA)**, con una participación del Instituto Nacional de Industria (INI) del 60%, y un 40% de las empresas eléctricas españolas. En el año 1973, la primera crisis del petróleo puso al descubierto la vulnerabilidad energética de los países occidentales, de manera que el Gobierno español encomendó a



Saelices El Chico



CIEMAT

ENUSA la gestión del aprovisionamiento de concentrados de uranio, y de los servicios de conversión y enriquecimiento, con el objetivo de asegurar el suministro de combustible a las centrales en operación en España, y a las incluidas en los planes energéticos.

Inicialmente las actividades de la empresa en el campo de la explotación estuvieron centradas en zonas próximas a los yacimientos uraníferos existentes en la provincia de Salamanca. Desde 1972 hasta 2001 se explotó una mina de uranio en Saelices el Chico, en Salamanca, junto con una fábrica de concentrados de uranio. Esta fábrica se cerró cuando su explotación dejó de ser suficientemente rentable. Actualmente se importa el óxido de uranio enriquecido para los elementos combustibles que se fabrican en la fábrica de Juzbado (Salamanca), en funcionamiento desde 1985.

En **1974** ENUSA desarrolla el Plan Nacional de Exploración del Uranio (PNEU), que es actualizado en el año 1981 cuando el Gobierno encargó a ENUSA la responsabilidad de llevar a cabo el PNEIU (Plan Nacional de Exploración e Investigación del Uranio). En 1983, la JEN transfirió a ENUSA los yacimientos de uranio que poseía en La Haba (Badajoz), junto con una pequeña instalación experimental.

En 1974 se crea la **Sociedad Nuclear Española (SNE)**, asociación de profesionales sin ánimo de lucro cuyo objetivo principal es la creación de un foro de intercambio de opiniones entre los socios. Cuenta en la actualidad con cerca de mil socios individuales y colectivos. Entre los socios individuales se encuentran ingenieros, científicos, médicos, juristas, economistas, estudiantes, etc., tanto españoles como extranjeros.

En marzo de **1979** tuvo lugar el accidente de Three Mile Island (TMI-2) en los Estados Unidos. Este accidente evidenció la posibilidad de accidentes con deterioro del núcleo del reactor, descartada hasta entonces en la aproximación determinista. Como

resultado del análisis de lo ocurrido, se introdujo un importante número de mejoras en la normativa y requisitos de seguridad aplicados y en los mecanismos de supervisión realizados por los organismos reguladores, en especial en lo relativo a las interacciones entre el hombre y la máquina. También surgió la importancia de compartir experiencias operativas y conocimientos entre los explotadores de centrales. De esta idea surgió el Instituto de Operadores de Centrales Nucleares (INPO) de carácter internacional, al que España se afilió, de forma sectorial, a través de UNESA.

Debido al importante incremento del listado de requisitos de los organismos reguladores como consecuencia del accidente de TMI-2, se produjeron modificaciones de diseño en las plantas en operación. En los proyectos en construcción, el impacto de estos nuevos requisitos se tradujo en un alargamiento temporal de los proyectos, unido a un importante incremento de costes.

Fábrica de elementos combustibles en Juzbado





El Cabril

Se iniciaron programas de investigación para conocer mejor la fenomenología asociada a los accidentes nucleares severos y cómo mitigar sus consecuencias. España participó activamente, de forma sectorial, en proyectos de I+D.

Con la ley de **1980**, de “**Creación del Consejo de Seguridad Nuclear**” (CSN), la función reguladora se segregó de la JEN. El nuevo organismo se encargaría de las funciones reguladoras en materia de seguridad nuclear y protección radiológica. A raíz de la aprobación del Plan Energético Nacional PEN-83, se establecen nuevos objetivos energéticos, incluyendo el estudio de energías renovables, de forma que la JEN se transformó, en **1983**, en el **CIEMAT** (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), asignándole los proyectos de investigación y desarrollo en cuatro áreas diferenciadas: Investigación Básica, Tecnología Nuclear, Protección Radiológica y Medioambiente y Energías Renovables.

La gestión de los residuos radiactivos del país, durante el periodo 1975-1979, era responsabilidad de la JEN. A finales de 1979, el Decreto sobre Ordenación de Actividades en el Ciclo de Combustible Nuclear asignaba la responsabilidad de la gestión de residuos radiactivos a la JEN, y a ENUSA de los combustibles usados. Entre las resoluciones del mencionado PEN-83 figuraba la creación de una empresa pública para la gestión de los residuos radiactivos, su transporte, almacenamiento y vigilancia.

En **1984** se constituye la **Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA)**, con la obligación de elaborar, el primer trimestre de cada año, una Memoria de Actuaciones del ejercicio anterior, y una versión revisada del Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR). El primer PGRR fue aprobado en **1987**, y declara que los residuos de Baja y Media Actividad (RBMA), se almacenarán en instalaciones centralizadas propiedad de ENRESA, y que los residuos de alta actividad seguirán la política de almacenamiento intermedio, hasta el almacenamiento definitivo. El Plan preveía una instalación de almacenamiento intermedio en funcionamiento para 1993. Se establecen también los costes de la gestión de los residuos radiactivos, en función de la vida útil de las centrales.

El tercer PGRR, aprobado en **1991**, presenta la novedad de almacenar el combustible en las propias piscinas de combustible, y buscar soluciones técnicas cuando la capacidad de las mismas se vea limitada, abandonando temporalmente la posibilidad de un almacén centralizado. Establece además el programa de clausura de la Central Nuclear Vandellós I. En el año **1992** entró en funcionamiento el “Centro de Almacenamiento de Residuos de Baja y Media Actividad” de El Cabril, en la provincia de Córdoba. En el año **2003**, la central nuclear de Trillo I, limitada su capacidad de albergar el combustible usado en sus piscinas, comenzó a almacenar los residuos en un Almacén Temporal en seco. En 2006, el Gobierno





Entrada antigua JEN

aprobó, por consenso de todos los partidos, el último Plan General vigente, el VI PGRR y, entre otras medidas, anunció que España dispondría de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) en superficie para almacenar el combustible usado y los residuos radiactivos de alta actividad de todas las centrales nucleares españolas. En la actualidad, el proyecto está en fase de selección del emplazamiento del ATC.

En **1983** se suspendieron los ambiciosos programas de energía nuclear, siguiendo las directrices del Plan Energético Nacional PEN-83. La moratoria se aprobaría finalmente en **1984** (dos años antes por lo tanto del accidente de Chernóbil). La moratoria nuclear limitaba el parque nuclear español a 7.600 MWe, y se opta por un ciclo abierto para la gestión del combustible. Como consecuencia, se paralizaron las obras de cinco centrales nucleares proyectadas: Lemóniz I y II, perteneciente a la segunda etapa (que tenía en ese momento un grado de avance del 85%); y Valdecaballeros I y II (con un 90% de avance), y Trillo II (con un avance mucho menor), de la tercera.

En **1986** tiene lugar el accidente de **Chernóbil**, el accidente nuclear más grave en la historia de la energía nuclear en el mundo. Este accidente fue debido a errores en el diseño de la central (de tecnología soviética, muy diferente a la tecnología utilizada en el mundo occidental), junto con un comportamiento humano impropio, llevando la central a situaciones no contempladas en la correcta operación de la misma. A raíz del accidente de Chernóbil nace el concepto de “cultura de seguridad”, ampliamente utilizado desde entonces en las centrales en operación en España.

En **1992** se aprobó el Plan Energético Nacional 1991—2000, manteniéndose la moratoria nuclear, pero se potencia la investigación en esta tecnología y se resalta la contribución de este tipo de energía en la garantía del suministro. En **1994**, mediante la Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional (LOSEN), se produce la paralización definitiva de estos proyectos, anulando los permisos de construcción.

Un papel importante en la coordinación de las actividades nucleares se llevó a cabo en UNESA, patronal de las empresas eléctricas. La **Asociación Es-**

pañola de la Industria Eléctrica (UNESA) es una organización profesional de carácter sectorial, para la coordinación, representación, gestión, fomento y defensa de los intereses de las empresas eléctricas asociadas. Fue creada por iniciativa de 18 empresas eléctricas en el año 1944, bajo la denominación de Unidad Eléctrica, S.A., para hacer frente a las difíciles circunstancias por las que atravesaba el abastecimiento eléctrico español en aquella época.

UNESA ha desarrollado actividades en todas las vertientes de la actividad eléctrica, cumpliendo un papel fundamental en temas tales como los primeros proyectos de planificación energética, el establecimiento de un sistema nacional de tarifas, el intercambio de conocimientos y experiencias entre las empresas en todo lo que se refiere a los aspectos técnicos de la actividad eléctrica, el inicio del desarrollo electronuclear, etc.

Hasta la aprobación de la Ley del Sector Eléctrico de 1997 y la transformación institucional de UNESA en Asociación, la organización empresarial se centró durante los últimos años en diversas actividades de carácter sectorial: estudios y análisis sobre las diversas vertientes de la actividad eléctrica (transporte, distribución, regulación, planificación indicativa), precios y tarifas, aspectos económicos y financieros, relaciones internacionales e institucionales, calidad del servicio, medio ambiente, investigación, normalización y comunicación social, entre otras.

El 1 de enero de **1998** entró en vigor la vigente **Ley del Sector Eléctrico 54/1997** que introduce cambios normativos en el sector eléctrico. En concreto, se establece la liberalización del sector eléctrico, al abrir la competencia entre las empresas eléctricas y dotar a los consumidores de la capacidad de elegir suministrador.

La transformación institucional y el importante cambio en el enfoque de las diversas actividades de UNESA pueden considerarse como las consecuencias derivadas de la Ley del Sector Eléctrico, en la medida que supuso la adecuación del sector eléctrico a las nuevas exigencias del entorno competitivo y liberalizador contenidas en la misma.

En el seno de UNESA, se han coordinado importantes actividades del sector nuclear. A través de UNESA se ha gestionado la partición sectorial en



El Cabril

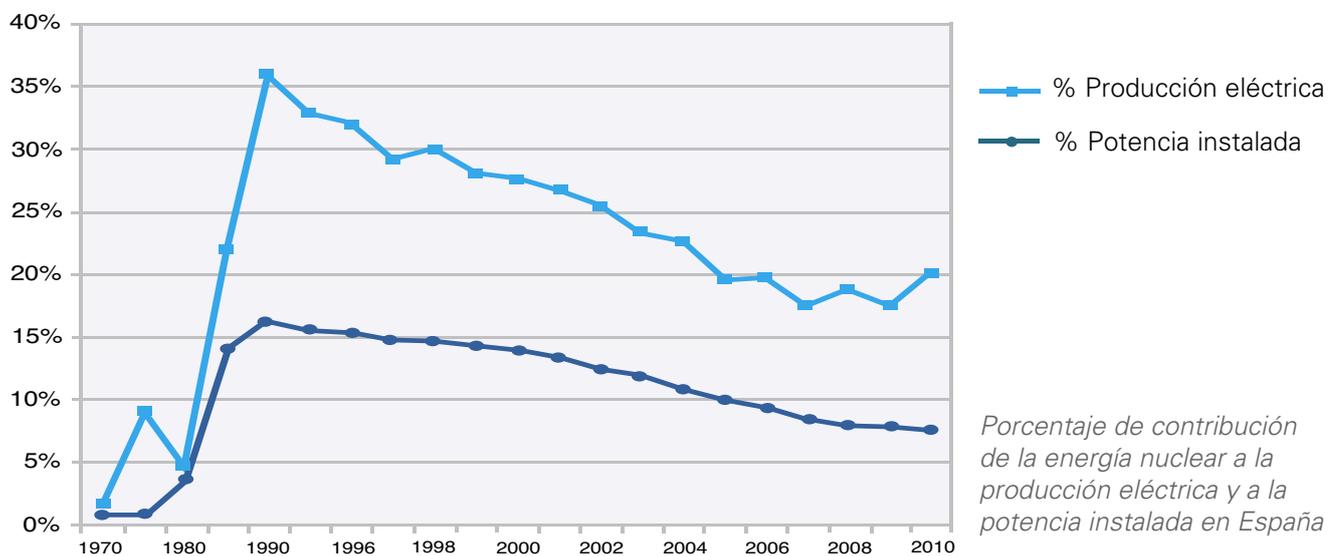


Transporte utilizado en la construcción de Zorita

entidades internacionales como INPO, World Association of Nuclear Operators (WANO), Electric Power Research Institute (EPRI), etc. Se han coordinado actividades de I+D, como los fondos del Plan de Investigación Electrotécnico (**PIE**), creado en **1983** y la Agrupación Eléctrica para el Desarrollo Tecnológico Nuclear (**DTN**), creado en **1994**. El objetivo de la DTN era que el sector mantuviese una cierta actividad en los programas de nuevos desarrollos nucleares internacionales, mientras durase la moratoria nuclear, participando activamente en foros y programas internacionales en los que se analizaban las nuevas tecnologías (AP600, ABWR, etc.).

En **1999**, se crea el Comité Estratégico de Investigación y Desarrollo Nuclear (**CEIDEN**), auspiciado por el Ministerio de Industria, con el objetivo de coordinar la I+D nuclear nacional. Este Comité ha derivado en la creación, en el año **2007**, de la **Plataforma Tecnológica de I+D de energía nuclear de fisión CEIDEN**, que actualmente agrupa a todo el sector nuclear.

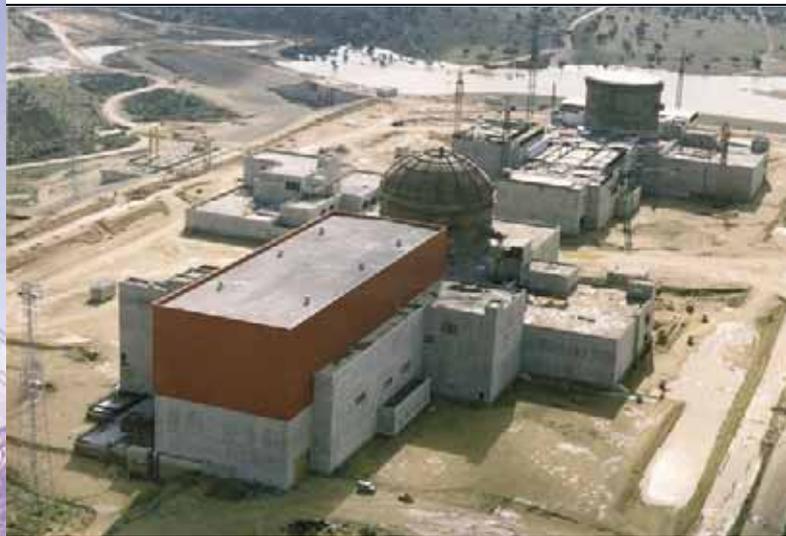
En la siguiente figura se representa, en porcentaje, la contribución de la energía nuclear tanto a la producción eléctrica, como a la potencia instalada en España. A principios de los años 90 se produjo el máximo de contribución de esta energía, con más de un 35% de la producción eléctrica de origen nuclear.



Porcentaje de contribución de la energía nuclear a la producción eléctrica y a la potencia instalada en España



Construcción de la Central Nuclear de Santa María de Garoña



Construcción de la Central Nuclear de Valdecaballeros I y II

2.2. Participación de las Empresas Españolas en la Construcción de las Centrales Nucleares en España

Introducción

Desde el inicio del programa nuclear español, la participación de la industria nacional en la implantación de las centrales nucleares, al igual que en la de otros sectores industriales, ha estado fomentada y apoyada por el Gobierno. La estimación del grado de participación nacional posible en la construcción de una central nuclear ha sido objeto de numerosos estudios desde los primeros momentos.

La participación nacional se determina a partir del porcentaje de intervención en las siguientes partidas, de entre las que componen el proyecto de una central nuclear:

1. Obra Civil
2. Bienes de Equipo
3. Montaje
4. Ingeniería
5. Formación de Personal
6. Transportes Especiales

Quedan excluidos, por tanto, las inversiones en terrenos, los costes financieros y otros tipos de inversiones.

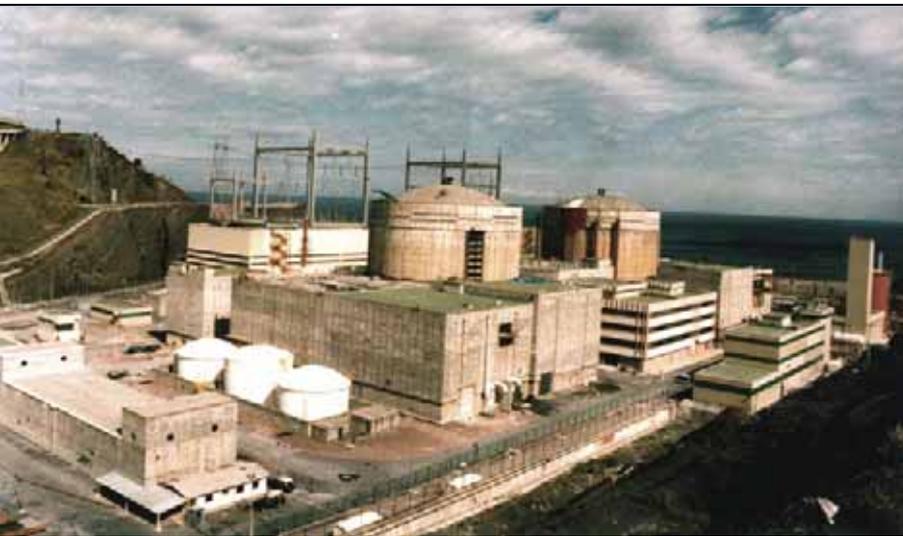
Primera Etapa de Centrales Nucleares Españolas

Cuando se empezó a planificar la construcción de centrales nucleares en España, la Administración disponía de la legislación adecuada para fomentar la contratación de productos nacionales y la fabricación local de componentes. Como los promotores de los proyectos eran empresas concesionarias de servicios públicos, tenían la obligación legal de adquirir productos nacionales, y en aquellos casos en que no fuera posible se requería la expedición, por el Ministerio de Industria, de Certificados de Excepción para formalizar la importación correspondiente.

El grado de nacionalización de una central nuclear se fijaba por un acuerdo entre los promotores y la Administración Pública, la cual establecía en la Autorización de Construcción correspondiente unos objetivos mínimos a cumplir para los distintos equipos, que fueran compatibles con la estructura industrial existente en el país. Para vigilar el seguimiento de estos objetivos se crearon Comités de Coordinación en cada proyecto.

Las tres centrales nucleares de la **Primera Etapa** (José Cabrera, Santa María de Garoña, Vandellós I) se contrataron "llave en mano" con tecnólogos internacionales, dada la falta de experiencia de la industria española en aquel momento. La tecnología de estas centrales es de la llamada Primera Generación de reactores nucleares.

La participación nacional en estos proyectos se fijó en un mínimo del 36%, aunque finalmente alcanzó cifras, en conjunto, del orden del **43%**: muy elevada en Obra Civil y en Montajes (del 70% al 80%); algo más del 60% en Ingeniería; bastante alta en Formación; y menor del 25% en Bienes de Equipo. La participación de la industria local en los sectores de tecnología más avanzada y más específicamente nuclear fue nula o muy escasa. Esta relativamente baja participación en el suministro de equipos nucleares sirvió, sin embargo, para que los técnicos españoles se familiarizaran con las especificaciones y requisitos de la industria nuclear.



Construcción de la Central Nuclear de Lemóniz I y II

Segunda Etapa de Centrales Nucleares Españolas

En el momento de acometer los proyectos de la siguiente generación de centrales nucleares, existía en España una nueva legislación que ya se había probado con éxito en la construcción de varias centrales térmicas de combustible fósil: el Régimen de Fabricación Mixta de equipos, que proporcionaba una serie de incentivos administrativos y ventajas fiscales. Los numerosos decretos de autorización de fabricaciones mixtas otorgados iban determinando los porcentajes de nacionalización que debían alcanzarse y su evolución en el futuro. De esta forma se ayudó a la industria nacional a reorganizarse y familiarizarse con los códigos y normas empleados en el mundo nuclear, y a adquirir una nueva mentalización sobre los requisitos de calidad que se exige a la industria nuclear.

Fue importante también la colaboración de las oficinas de los tecnólogos en España. Las empresas de ingeniería locales establecieron a su vez acuerdos con homólogos extranjeros encaminados a conseguir gradualmente la autosuficiencia. Como resultado de todo lo anterior se consiguió formar una

infraestructura periférica de industria auxiliar nacional, y consiguientemente un aumento del grado de participación en los proyectos.

En 1975 se publicó el primer Plan Energético Nacional, cuya planificación a largo plazo proporcionaba un conocimiento suficiente y fiable del horizonte y perspectivas del mercado energético local. Esta programación efectuada por la Administración logró que la industria española se preparase con antelación razonable para la participación en los proyectos de centrales nucleares. El importante mercado que se creó en España en los años 70 permitió un gran desarrollo de la industria nacional de fabricación nuclear.

Para las centrales de la **Segunda Etapa** (Almaraz I y II, Lemóniz I y II, Ascó I y II y Cofrentes) se fijaron, en las Autorizaciones Preliminares y de Construcción respectivas, unos grados de participación nacional superiores a los de la Etapa anterior. Así, por ejemplo, la Autorización Preliminar de la central nuclear Almaraz fijaba el porcentaje en un 50% como mínimo, de acuerdo con las directrices del Plan Eléctrico Nacional de 1969; y la Autorización de Construcción de la misma central lo elevaba al 60% como mínimo, siguiendo las pautas dictadas



Central Nuclear de Almaraz I y II



Elementos fabricados en Equipos Nucleares, SA (ENSA)



Construcción de la Central Nuclear de Ascó I y II

por la primera revisión del mencionado Plan Eléctrico Nacional, de 1972.

Este grupo de centrales, englobado en la llamada Generación II de reactores nucleares, se contrató por grandes paquetes, de manera que las compañías eléctricas asumieron la responsabilidad directa del proyecto, aunque contando con la asistencia de empresas de ingeniería españolas. Este esquema de contratación, junto a la experiencia adquirida por muchas empresas locales y a la aplicación del sistema de autorización de fabricaciones mixtas promovido por la Administración, hizo posible incrementar sustancialmente la participación nacional.

Los paquetes principales objeto de contratación eran el Sistema Nuclear de Generación de Vapor (NSSS) y el Turboalternador. El resto de la central o BOP (Balance of Plant) se dividió a su vez en sistemas o subsistemas, los cuales se contrataron con proveedores diversos.

Dado el enfoque contractual de estos proyectos, las empresas de ingeniería asumieron un protagonismo mayor, a excepción del diseño de la isla nuclear, y su actuación tuvo un efecto multiplicador que influyó en el aumento de la participación nacional en las restantes partidas que componen el coste de la central, especialmente en la de Bienes de Equipo.

En una central nuclear típica de la Segunda Etapa, el grado de participación nacional más elevado se consigue en las partidas de Obra Civil, Montaje y Formación, en las que alcanza prácticamente el 100%. La menor participación nacional se da en Bienes de Equipo, donde ronda el 50%, aunque con un salto tecnológico considerable respecto a la participación en la anterior Etapa. En Ingeniería del conjunto, la participación nacional fue del orden del 85%. El grado de participación nacional global conseguido en esta Etapa de centrales estuvo **entre el 65% y el 70%**. El rango entre estos dos valores se debe a las



Construcción de la Central Nuclear de Vandellós II con vista de Vandellós I al fondo

variaciones según el proyecto de que se tratara y la fuente consultada.

A principios de los años 70 del pasado siglo se comprendió que, para incrementar significativamente el grado de participación nacional en las siguientes Etapas (con el objetivo último de alcanzar el 80%), era imprescindible aumentar la participación en la partida de Bienes de Equipo, y más precisamente en el capítulo del Equipo Nuclear de Generación de Vapor. En consecuencia, se constituyó la empresa Equipos Nucleares, S.A. (ENSA), promovida por la Administración en 1973. Entre las condiciones que se le impusieron en el concurso público convocado para la ocasión, figuraba la de abordar al menos la fabricación de la vasija con sus componentes internos, generadores de vapor, presionador y tuberías del circuito primario. Sus instalaciones de fabricación se concibieron inicialmente para producir, al menos, tres Sistemas Nucleares de Generación de Vapor anuales.

Tercera Etapa de Centrales Nucleares Españolas

Las Autorizaciones Preliminares de las centrales de la **Tercera Etapa** (Sayago, Trillo I y II, Valdecaballeros I y II y Vandellós II y III) fijaban porcentajes mínimos de participación nacional del 65%. La tecnología utilizada en esta Etapa, al igual que en la anterior, es de la llamada Generación II de reactores nucleares.

En esta ocasión fue amplia, por primera vez, la participación nacional en componentes principales del circuito primario y también en el ciclo de combustible, gracias a la participación de la mencionada entidad ENSA y de la Empresa Nacional del Uranio (ENUSA), respectivamente. En el caso de los componentes pesados del circuito primario de las centrales de la Segunda Etapa, el porcentaje de fabricación nacional fue sólo del 8%; mientras que para las centrales de la Tercera Etapa se preveía llegar al 50% en los sistemas de agua a presión, y superar el 70% en los reactores de agua en ebullición.



Central Nuclear de Vandellós I



Construcción de la Central Nuclear de Trillo I

En las centrales de esta Etapa, el grado de participación nacional estimado se situó **entre el 80% y el 86%**, en función del proyecto concreto y del origen de la información. En las partidas de Obra Civil y Montaje, la participación fue prácticamente del 100%. En Ingeniería estuvo entre el 85% y el 95%, y en Otros Servicios por encima del 95%. La participación española en Bienes de Equipo fue de entre el 70% y el 78%.

La infraestructura de la industria nuclear nacional llegó a su madurez durante la implantación de este último grupo de centrales, completándose con la construcción de fábricas de componentes del circuito primario y de combustible, y mediante la creación de empresas de servicios especializados. El grado de

participación nacional alcanzó, en la partida de Bienes de Equipo, su máximo práctico, siendo difícil de superar al venir condicionado en gran medida por la necesidad de obtener en el mercado español bienes semielaborados intermedios cuya fabricación no se justificaba por razón de escala. No se planteó la fabricación local de elementos para los que no existía un mercado de dimensión suficiente, ni de equipos muy especializados.

En la tabla inferior no se han incluido algunas centrales que no llegaron a obtener la Autorización de Construcción, pero para las que se construyeron equipos y se hicieron trabajos de obra civil (Sayago, Cabo Cope o Regodola).

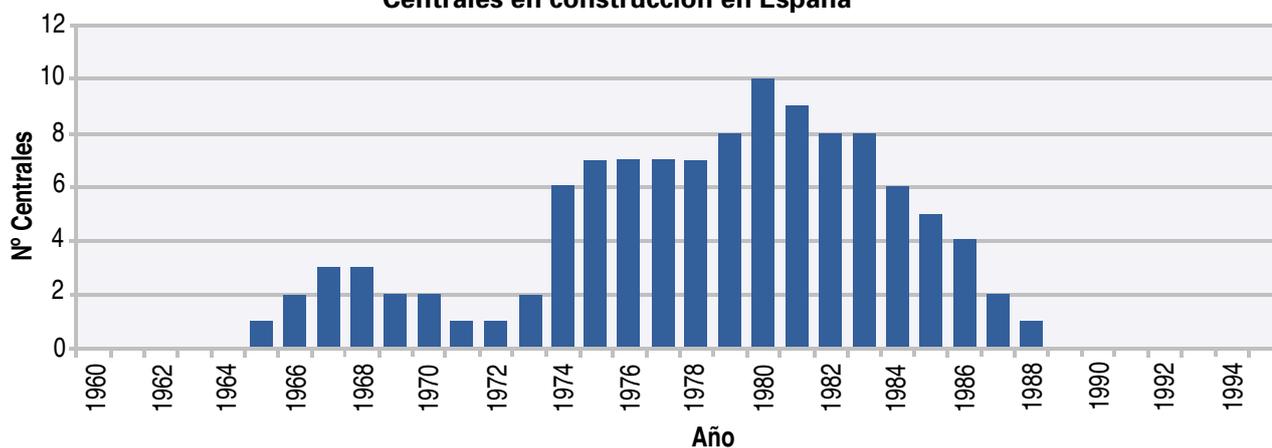
Proyectos de Centrales Nucleares en España

Nombre	Tipo	Potencia	Prev.	Const.	Oper.	Estado
1ª Etapa						
José Cabrera	W-PWR-1L	160	1963	1964	1968	Desmant.
Santa María de Garoña	GE-BWR/4	460/466	1963	1966	1971	Operación
Vandellós I	F-GCR	500	1967	1968	1972	Desmant.
2ª Etapa						
Almaraz I	W-PWR-3L	930/1035	1971	1973	1982	Operación
Almaraz II	W-PWR-3L	930/1045	1971	1973	1984	Operación
Lemóniz I	W-PWR-3L	930	1972	1974	-	Cancelado
Lemóniz II	W-PWR-3L	930	1972	1974	-	Cancelado
Ascó I	W-PWR-3L	930/1032,5	1972	1975	1985	Operación
Ascó II	W-PWR-3L	930/1027,2	1972	1975	1986	Operación
Cofrentes	GE-BWR/6	975/1092	1972	1975	1985	Operación
3ª Etapa						
Valdecaballeros I	GE-BWR/6	975	1975	1979	-	Cancelado
Valdecaballeros II	GE-BWR/6	975	1975	1979	-	Cancelado
Vandellós II	W-PWR-3L	930/1087	1976	1980	1988	Operación
Trillo I	KWU-PWR-3L	1030/1066	1975	1979	1988	Operación
Trillo II	KWU-PWR-3L	1030	1975	1979	-	Cancelado



Vasija de la Central Nuclear de Cofrentes

Centrales en construcción en España



Evolución por Partidas

Analizando partida a partida el grado de participación nacional en los proyectos de centrales nucleares españolas, se observa lo siguiente:

- La partida de **Obra Civil** siempre tuvo porcentajes muy elevados, casi del 100%, de participación española.
- En **Bienes de Equipo** se duplicó la participación en la Segunda Etapa con respecto a la Primera, dando además un salto tecnológico importante al participar en el suministro de componentes de elevado contenido tecnológico y alta calidad. En la Tercera Etapa se llegó al máximo práctico de participación española.
 - En el **Equipo Nuclear** la participación nacional fue prácticamente nula en un primer momento, pero creció espectacularmente hasta llegar a suministrar componentes del circuito primario y combustible en la última Etapa.
 - El suministro de **Equipos Mecánicos** por la industria nacional fue corto al comienzo, pero se fue incrementando con el tiempo.
 - El suministro de **Equipos Eléctricos** fue mayor comparativamente en el inicio, y alcanzó un grado muy elevado de producción nacional.
 - En el apartado de **Instrumentación y Control**, sin embargo, la aportación nacional fue bastante reducida.

A finales de los años 70 del pasado siglo, un estudio determinó que el 90% de los materiales empleados en la construcción de una central nuclear

eran españoles, así como el 80% de la maquinaria.

- La participación española en los **Montajes** (mecánico, eléctrico y de instrumentación y control) fue al principio algo menor que en Obra Civil, aunque muy elevada también, y aumentó con el tiempo.
- En **Ingeniería**, la contribución en los primeros proyectos no fue muy amplia, limitándose además a un papel de colaboración con empresas extranjeras. A partir de la Segunda Etapa las empresas nacionales adquirieron mayor importancia, y en los últimos proyectos la participación fue de gran entidad.
- La aportación española fue siempre bastante alta en el apartado de **Formación**.
- La participación nacional en **Garantía de Calidad** fue importante desde el principio y aumentó con el tiempo.



Central Nuclear de Cofrentes

3. Actividades de un nuevo proyecto nuclear de Generación III

El estudio analiza la capacidad de la industria española para hacer frente a un proyecto de construcción de una nueva central nuclear en España. Para ello se parte del caso base de la construcción de un reactor nuclear genérico de diseño avanzado, Generación III, y se define un conjunto de actividades básicas asociadas al proyecto, de manera que las empresas consultadas identifiquen aquellas actividades en las que tienen capacidades.

La construcción de una central nuclear es un proceso complejo que incluye multitud de actividades, que van desde los primeros estudios de viabilidad y selección del emplazamiento, hasta la puesta en marcha y posterior explotación, pasando por todo el desarrollo de ingeniería, licenciamiento, obtención de permisos administrativos, fabricación de equipos y la propia construcción y montaje.

Las actividades que componen un proyecto de construcción de una central nuclear pueden agruparse de múltiples maneras, a la vez que pueden detallarse hasta niveles de subactividades o tareas que pueden superar la cifra de 100.000.

Para el objetivo del presente estudio, se ha considerado oportuno realizar una clasificación de las actividades en un grupo reducido de grandes actividades. El listado definitivo de actividades de un proyecto nuclear se ha realizado en varias fases. Se partió de un listado inicial confeccionado en base a referencias internacionales y a la propia experiencia de la industria nuclear española, que fue distribuido a una serie de empresas en forma de cuestionario para probar la potencialidad del mismo y para identificar los puntos de mejora.

Como resultado de todo este proceso ha resultado una clasificación de las actividades en 14 grandes grupos, y un desglose de los mismos de no más de tres niveles.

Los 14 grupos de actividades en que se han agrupado las diversas actividades que son necesarias para llevar a cabo un proyecto nuclear son las siguientes:

1. Estudios de viabilidad y preliminares: incluye las actividades de desarrollo del plan de negocio para el nuevo proyecto, así como la configuración del equipo necesario para su gestión, con el soporte de la formación y entrenamiento necesarios.
2. Estudios de emplazamiento: abarca las actividades necesarias para la selección y licenciamiento del emplazamiento, incluyendo los estudios específicos necesarios: geológicos, geotécnicos, meteorológicos, etc.).
3. Selección de tecnología: esta fase engloba las actividades necesarias para la selección y contratación del suministrador principal de la planta (preparación de especificaciones para petición de oferta, evaluación técnica y económica de las ofertas recibidas, evaluación financiera y negociación del contrato).
4. Apoyo a licenciamiento y permisos de las administraciones públicas: esta fase se refiere a la preparación de la documentación y solicitud de permisos necesarios para el licenciamiento del proyecto, tanto desde el punto de vista nuclear, como medioambiental y administrativo.

En la parte propiamente nuclear abarca la realización del Estudio de Seguridad, con los análisis de seguridad nuclear necesarios, tanto deterministas como probabilistas, y el desarrollo de las especificaciones de funcionamiento y resto de documentación de autorizaciones y permisos, así como el soporte durante el proceso de licenciamiento con el CSN.

En la parte no nuclear, incluye el Estudio del Impacto Medioambiental y proceso de obtención de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA),



Central Nuclear de Olkiluoto, Finlandia

así como la obtención de los permisos autonómicos y municipales correspondientes.

5. Dirección de proyecto: se refiere a la dirección técnica del proyecto de construcción de la central. En esta actividad se pueden diferenciar dos subactividades básicas: isla nuclear, e isla de turbina y BOP.
6. Ingeniería y diseño: abarca dos grandes bloques, la ingeniería básica y de detalle del proyecto, incluyendo las áreas de ingeniería civil, mecánica, eléctrica y de instrumentación y control (I&C); y la ingeniería de factores humanos, que incluye el diseño y suministro de la sala de control.
7. Aprovisionamiento e inspección de suministradores: incluye el proceso de compras y seguimiento de suministradores, las inspecciones y auditorías de homologación y fabricación, y el transporte de equipos especiales.
8. Construcción y montaje: engloba la preparación del terreno, la supervisión de la construcción y la construcción en sí, incluyendo obra civil, montaje de equipos mecánicos, eléctricos y de I&C, así como la contratación de grúas para la construcción.
9. Elaboración de programas y procedimientos de garantía de calidad, para el adecuado control de la construcción.
10. Formación y entrenamiento: de operadores, para la obtención de la licencia de operación, y del resto de personal para la operación de la central.
11. Fabricación de grandes componentes: se divide en dos subactividades principales, fabricación de componentes del NSSS (Nuclear Steam Supply System) y fabricación del resto de equipos.

En la parte de isla nuclear (NSSS), se incluye la vasija del reactor y sus internos, generadores de vapor y presionador, tubería de primario y bombas primarias o de recirculación.

El resto de equipos incluye turbo-generador, vasija de contención, tuberías, bombas, válvulas, condensador, intercambiadores de calor, bastidores de almacenamiento de combustible en piscinas, grandes módulos, grúas de operación, sistema de tratamiento de residuos y transformadores.

12. Aprovisionamiento y fabricación de combustible: abarca el licenciamiento del combustible, el esquema de recarga, el aprovisionamiento del uranio enriquecido y la fabricación del combustible.
13. Puesta en marcha antes de la operación, incluyendo la elaboración de procedimientos para la puesta en marcha y la pre inspección en servicio.
14. Apoyo a operación: se consideran en esta actividad la protección radiológica, los procedimientos de operación y la inspección en servicio durante el inicio de la operación.

Para realizar un estudio de capacidades de la industria nuclear española, es necesario valorar económicamente las diferentes actividades del caso base. Dado que el caso base es un reactor nuclear genérico de diseño avanzado de GIII ó GIII+, no es posible manejar valores económicos absolutos, aunque de manera aproximada se puede estimar que el coste de uno de estos reactores sería del orden de los miles de millones de euros. Por ello se ha optado por asignar un peso económico porcentual a cada una de las actividades del proyecto sobre el global del mismo. Por otro lado, las actividades pueden tener distintos pesos en los diferentes posibles diseños. Por lo que ha sido necesario contar con la colaboración de los tecnólogos con presencia en España, y realizar un proceso iterativo para llevar a obtener unos pesos que pudiesen representar los diferentes posibles diseños. Adicionalmente dicho peso ha sido contrastado con la información de la experiencia constructiva española de los últimos reactores construidos en los años 80, disponible en las empresas eléctricas.

ACTIVIDAD	PESO ECONÓMICO
1 Estudios de viabilidad y preliminares	0,2%
2 Estudios de emplazamientos	1%
3 Selección de tecnología	0,3%
4 Apoyo a licenciamiento y permisos de las adm. públicas	7,5%
5 Dirección de proyecto	5%
6 Ingeniería y diseño	15%
7 Aprovisionamiento e inspección de suministradores	3%
8 Construcción y montaje	25%
9 Programas y procedimientos de garantía de la calidad	2%
10 Formación y entrenamiento	1%
11 Fabricación de componentes	30%
12 Aprovisionamiento y fabricación de combustible	5%
13 Puesta en marcha	4%
14 Apoyo a operación	1%
TOTAL	100%

Los pesos económicos reflejados en la tabla anterior son el resultado final del proceso de estimación seguido.

Como se ha mencionado con anterioridad para hacer el análisis de la capacidad de la industria española, se elaboró un primer listado detallado para enviar a las empresas, basado en las actividades identificadas.

La definición del listado definitivo de actividades del proyecto nuclear se ha hecho en varias fases. En la Fase Inicial del estudio, se acordó un primer listado entre las empresas participantes del Grupo de Reactores Avanzados (GRA) del CEIDEN, que incluía los 14 campos de actividad definidos desglosados en 54 actividades distribuidas en filas, de manera que resultara más sencillo a los participantes del estudio la selección de aquellas actividades en las que tuvieran experiencia.

En cada actividad se incluían 4 columnas a completar:

- Experiencia de la empresa en proyectos pasados o actuales dentro de dicho campo de actividad.
- Interés. Corresponde a campos de actividad en los

cuales la empresa, independientemente de tener o no experiencia, desea trabajar en proyectos de construcción de nuevas centrales nucleares en España.

- Referencias. Identifica los proyectos en los cuales ha participado la empresa, y que han sido señalados en el campo "Experiencia".
- Comentarios adicionales sobre cualquiera de las actividades.

Esta tabla inicial fue cumplimentada por gran parte de los participantes del GRA. Asimismo, se invitó a otras empresas del sector a participar en el estudio, recibiendo contestación favorable de la mayoría de ellas.

El conjunto de participantes en esta Fase Inicial del estudio fueron: Acciona, Coapsa, Empresarios Agrupados, Ensa, Enviros (ahora Amphos 21), Idom, Initec, Medidas Ambientales, Sener, Socoin, Tecnomat y Vector Valves.

Como resultado de la aportación del conjunto de los participantes, se obtuvo una visión inicial de la po-



Reactor Jules Horowitz

tencialidad del cuestionario, y puntos a mejorar para abordar la fase siguiente del estudio, con una participación más amplia del sector empresarial nuclear español.

Entre los puntos a mejorar se detectó la necesidad de modificar el listado, desglosando más alguna de las actividades, así como incrementando el nivel de justificación de la experiencia en los distintos campos.

La Segunda Fase del estudio ha sido coordinada por las empresas eléctricas, ENDESA, GAS NATURAL FENOSA e IBERDROLA, con el apoyo del Foro de la Industria Nuclear Española (FORO NUCLEAR), y con la colaboración de los principales tecnólogos, Areva, GE-Hitachi y Westinghouse.

El listado de actividades resultante de la fase anterior fue revisado y completado de forma conjunta por estas empresas.

Con el nuevo listado, a partir del mes de noviembre de 2009 se mantuvieron reuniones con algunas empresas representativas de distintas áreas del sector, para terminar de perfilar el cuestionario: Acciona, Dragados, Ensa, Enusa, Tecnatom.

Tras estas consultas, se elaboró la versión definitiva del cuestionario, que es la que se ha utilizado para la campaña.

El listado final desglosa las 14 grandes áreas de actividad en 92 actividades. Se incluye a continuación el listado completo de actividades del cuestionario.

1. ESTUDIOS DE VIABILIDAD Y PRELIMINARES

- 1.1. Estudios de viabilidad
- 1.2. Formación del personal de gestión de proyectos (eléctrica)
- 1.3. Formación del personal de construcción de la planta (eléctrica)
- 1.4. Otros (especificar)

2. ESTUDIOS DE EMPLAZAMIENTOS

- 2.1. Selección de emplazamientos
- 2.2. Estudios técnicos de emplazamientos
 - 2.2.1. Estudios geotécnicos
 - 2.2.2. Otros estudios relacionados con la seguridad del emplazamiento
- 2.3. Apoyo al licenciamiento del emplazamiento

3. SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

- 3.1. Preparación de especificaciones de petición de ofertas del suministrador principal
- 3.2. Evaluación técnica y económica de ofertas del suministrador principal
- 3.3. Negociación y evaluación financiera de ofertas del suministrador principal

4. APOYO A LICENCIAMIENTO Y PERMISOS DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

- 4.1. Generación de documentación de Licencia Nuclear
- 4.2. Estudios de Seguridad
 - 4.2.1. Aproximación determinista: Análisis de Accidentes y estimación radiológica
 - 4.2.1.1 Análisis de transitorios
 - 4.2.1.2 Análisis LOCA
 - 4.2.2. Análisis Probabilista de Seguridad
- 4.3. Especificaciones Técnicas de Funcionamiento
- 4.4. Estudio de Impacto Ambiental
- 4.5. Otros aspectos del licenciamiento de Instalaciones Nucleares o Radiactivas
- 4.6. Otros permisos administrativos



Central Nuclear de Lungmen



Central Nuclear de Flamanville

5. DIRECCIÓN DE PROYECTO

- 5.1. Isla Nuclear
- 5.2. Isla Turbina-BOP
- 5.3. Otros (especificar)

6. INGENIERÍA Y DISEÑO

- 6.1. Preparación de planos, especificaciones, cálculos, informes, etc.
 - 6.1.1. Ingeniería mecánica
 - 6.1.2. Ingeniería eléctrica
 - 6.1.3. I&C
 - 6.1.4. Obra civil
- 6.2. Ingeniería de factores humanos. Interfase Hombre-Máquina
 - 6.2.1. Diseño y suministro de Sala de Control e interfase hombre máquina
 - 6.2.2. Aprovisionamiento del simulador
 - 6.2.3. Suministro de sistemas de ayuda a la operación
 - 6.2.4. Diseño de pantallas y displays
 - 6.2.5. Otros (especificar)

7. APROVISIONAMIENTO E INSPECCIÓN DE SUMINISTRADORES

- 7.1. Evaluación de ofertas, compras y activación
- 7.2. Inspección de suministradores y supervisión de la garantía y control de la calidad
- 7.3. Transporte de equipos especiales

8. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

- 8.1. Preparación del terreno
- 8.2. Construcción de la planta
 - 8.2.1. Obra civil
 - 8.2.2. Montaje de equipos eléctricos
 - 8.2.3. Montaje de equipos mecánicos
 - 8.2.4. I&Cç
 - 8.2.5. Grúas para construcción de la central
 - 8.2.6. Otros (especificar)
- 8.3. Supervisión de construcción y montaje

9. PROGRAMAS Y PROCEDIMIENTOS DE GARANTÍA DE LA CALIDAD

10. FORMACION Y ENTRENAMIENTO

- 10.1. Formación de operadores (obtención licencia)
- 10.2. Formación de personal de la central
- 10.3. Formación de gestores y personal de construcción (proyecto)

11. FABRICACION DE COMPONENTES

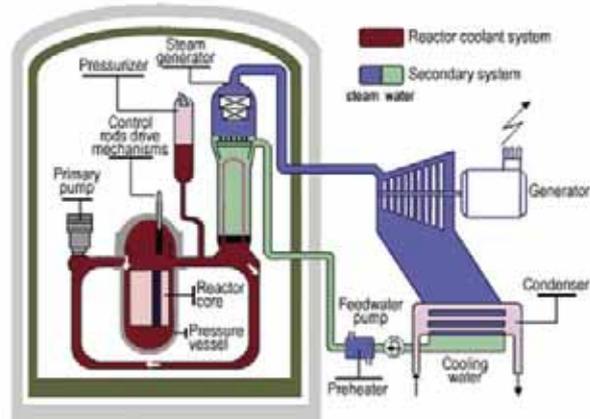
- 11.1. Fabricación componentes NSSS
 - 11.1.1. Vasija del reactor
 - 11.1.2. Internos del reactor
 - 11.1.3. Generadores de Vapor (PWR)
 - 11.1.4. Presionador (PWR)
 - 11.1.5. Tubería del primario
 - 11.1.6. Bombas del primario y de recirculación
- 11.2. Fabricación resto equipos
 - 11.2.1. Turbo-generator
 - 11.2.2. Válvulas
 - 11.2.3. Vasija de la contención
 - 11.2.4. Condensador
 - 11.2.5. Intercambiador de calor PRHR
 - 11.2.6. Intercambiadores de calor
 - 11.2.7. Bastidores de almacenamiento de combustible
 - 11.2.8. Grandes módulos
 - 11.2.9. Resto de componentes y módulos
 - 11.2.10. Grúas para la operación de la planta
 - 11.2.11. Sistemas de tratamiento de residuos
 - 11.2.12. Transformadores

12. APROVISIONAMIENTO Y FABRICACION DE COMBUSTIBLE

- 12.1. Licenciamiento del combustible
- 12.2. Esquema de recarga
- 12.3. Aprovisionamiento de uranio enriquecido

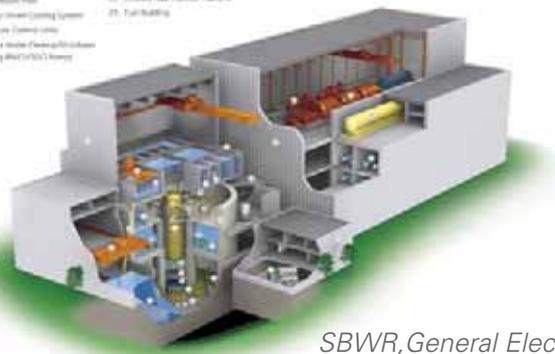


AP1000, Westinghouse



EPR, Areva

ESBWR			
1. Reactor Pressure Vessel	24. Westinghouse Head Bottoms	45. Fuel Transfer Machine	52. Turbine Building
2. Fuel Motion Control Rod Drive	25. Containment Head	46. Fuel Transfer Storage Pod	53. Turbine Controller
3. High Pressure Injection System	26. Injection Condensers	47. Control Building	54. Pressure Separator Header
4. Safety Relief Injection Valve	27. Pressure Components	48. Main Control Room	55. Mechanical Systems
5. SRS Condensers	28. Cooling System	49. Reactor Control Room	56. Clean Control Room
6. Decompression System	29. Pressure Separator	50. Reactor Vessel	57. Steam Generator
7. Core Flood Equipment Header	30. Boiler Feed Storage Pod	51. Steam Separator	58. Turbine Generator
8. BOPN Core Ejector	31. Refueling Machine	59. Steam Separator	59. Turbine Generator
9. Instrumentation	32. Reactor Building	60. Steam Separator	60. Turbine Generator
10. Suppression Head	33. Inboard Fuel Transfer Machine	61. Steam Separator	61. Turbine Generator
11. Gravity Steam Cooling System	34. Fuel Building	62. Steam Separator	62. Turbine Generator
12. Westinghouse Control Room		63. Steam Separator	63. Turbine Generator
13. Reactor Vessel Pressure Indicator		64. Steam Separator	64. Turbine Generator
14. Cooling Water System		65. Steam Separator	65. Turbine Generator



SBWR, General Electric

- 12.3.1. Aproveccionamiento de concentrados
- 12.3.2. Aproveccionamiento de servicios de conversión
- 12.3.3. Aproveccionamiento de servicios de enriquecimiento

12.4. Fabricación de combustible

13. PUESTA EN MARCHA

- 13.1. Preparación de procedimientos de puesta en marcha
- 13.2. Apoyo a puesta en marcha
- 13.3. Inspección en Servicio
 - 13.3.1. Programa de Inspección en servicio
 - 13.3.2. Estudio de accesibilidad
 - 13.3.3. Ejecución PSI

14. APOYO A OPERACIÓN

- 14.1. Protección Radiológica
 - 14.1.1. Códigos cálculo de dosis
 - 14.1.2. Procedimientos
- 14.2. Procedimientos de operación
- 14.3. Modificaciones de diseño
- 14.4. Códigos y normas aplicables a ISI
- 14.5. Ejecución ISI

El análisis se plantea con el objetivo de evaluar dos horizontes temporales. El primero, analizando la situación en el momento actual. El segundo, analizando la situación en el caso de que se tuviera un horizonte de unos 5 años para poder preparar la empresa ante el nuevo proyecto. Este último caso se correspondería con la situación en que existiera un compromiso político para lanzar el nuevo proyecto, pero se necesiten 5 años desde este compromiso, hasta el comienzo de construcción (petición de permisos, licenciamiento, etc.).

Tomando esto en consideración, en el cuestionario se incluyen 3 columnas a completar para cada actividad:

- **Situación actual:** señalando las actividades en las que la entidad tiene capacidades y experiencia en el momento actual.

- **Situación tras 5 años:** identificando las actividades en las que la empresa estaría interesada en capacitarse, en el caso de tener 5 años para poder prepararse.
- **Justificación de la experiencia:** En la columna correspondiente se debe incluir, para las actividades en las que se ha declarado tener capacidades, la experiencia de la entidad, mediante el nombre del proyecto, y una breve descripción del mismo (un proyecto o varios, dependiendo de cada una de las actividades).

El cuestionario se envió a las empresas el segundo semestre de 2010, en forma de hoja de archivo Excel para facilitar su cumplimentación (ver Anexo 1).

4. Listado de empresas del sector nuclear

Para realizar un análisis de las capacidades españolas para afrontar un futuro nuevo proyecto nuclear era necesario conocer las empresas que podían realizar una parte del proyecto. Teniendo en cuenta este parámetro se ha seleccionado empresas que realizan todas o parte de sus actividades en el sector nuclear. Para ello se tomó como base el listado de empresas que han mostrado intereses en el sector nuclear proporcionado por el Foro de la Industria Nuclear Española.

Se seleccionaron 181 empresas, asociaciones, centros tecnológicos y colegios oficiales (muestra representativa) de las casi 1.000 entidades que se ha localizado que pueden tener actividades en una central nuclear tipo. De este listado se ha obtenido respuesta de 36 empresas.

La clasificación de estas empresas, por sectores, es la siguiente:

CATEGORÍA		EMPRESAS
1. Ingenierías y Consultorías		Abengoa, Acciona, Amphos 21, Cespa Contem, CT3 Ingeniería, CTC, Empresarios Agrupados, Iberdrola Ingeniería y Construcción, Idom, Ingeciber, Proinsa, Sener, Siemsa, Socoin, Thunder España Simulación
2. Inspecciones y Servicios		Coapsa, Cobra, Iberdrola Ingeniería y Construcción, Medidas Ambientales, PGS Enrique M ^a Hierro, Siemsa, Tecnalia, Tecnatom
3. Constructores		Acciona, Dragados
4. Montaje		Abengoa, Acciona, Dragados, Duro Felguera, Tamoin
5. Equipos Eléctricos y de Control	Suministradores y Fabricantes	Abengoa, Amara, Cantarey Reinosa, Dragados, Electromediciones Kainos, PGS Enrique M ^a Hierro
6. Equipos Mecánicos		Alfa Laval, Dragados, Duro Felguera, Ensa, Mecanol, Navantia, PGS Enrique M ^a Hierro, Ringo Válvulas, Tubacex, Vector & Wellheads
7. Aislamientos y Pinturas		Revanti
8. Ciclo Combustible		Enusa
9. Laboratorio de Ensayos		Ensa, Medidas Ambientales, Navantia



5. Resultados del análisis

Las respuestas de las diferentes empresas que han participado en el estudio se han representado en forma de tabla, incluyendo las subactividades donde la empresa ha manifestado tener experiencia (en el momento actual, o tras cinco años del lanzamiento de un nuevo programa nuclear en nuestro país), un resumen de la experiencia aportada por las empresas para justificar estas capacidades, y datos de contacto de la misma. Las diferentes tablas se pueden consultar en el Anexo 2.

Tras el análisis de todas las respuestas, se han obtenido los siguientes resultados:

1. Todas las actividades, y las correspondientes subactividades, han sido cubiertas por las empresas españolas en el momento actual, demostrando experiencia en todos los campos.

2. En la elaboración de este informe no se ha alcanzado un mayor nivel de detalle en las subactividades, para hacer el estudio manejable. Sin embargo, el equipo que ha elaborado este estudio es consciente de que en algunos casos particulares, aunque se haya marcado la capacidad de realización de la subactividad correspondiente, y demostrado la experiencia asociada, esta experiencia no cubre toda la subactividad, sino parte de ella. Es por ello que el resultado final no supone un 100% del proyecto realizado por empresas españolas, sino un valor inferior.

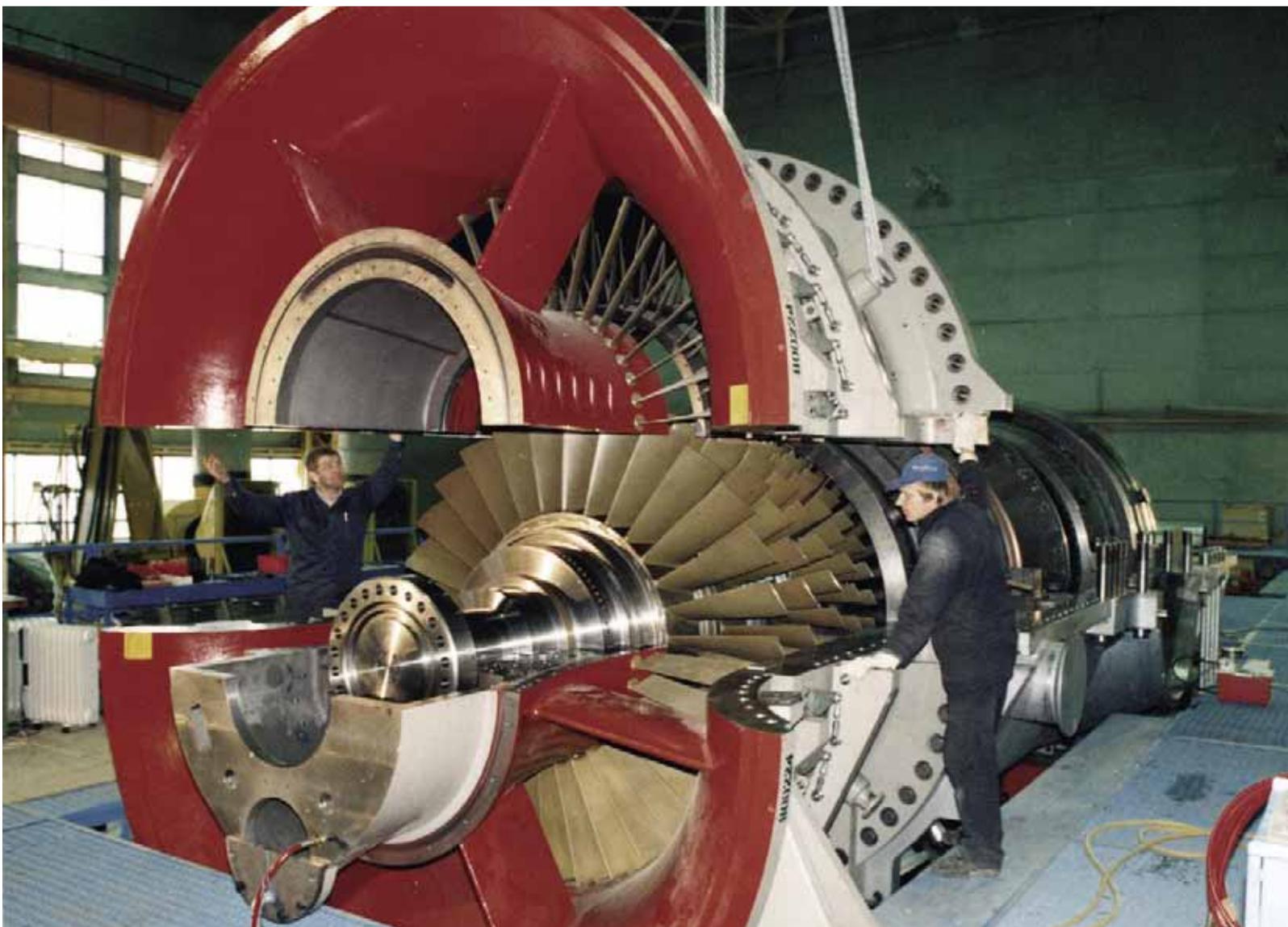
3. Teniendo en cuenta el comentario del apartado anterior, el resultado final del análisis es que:

- el sector nuclear español tiene capacidades para realizar **el 77% de un nuevo proyecto nuclear en el momento actual**, con experiencia contrastada,
- que aumentaría a **un 82% tras cinco años del lanzamiento** de un nuevo programa nuclear en nuestro país.



Sala de control

Turbina



6. El enfoque del organismo regulador

Para evaluar la viabilidad de acometer nuevos proyectos de centrales nucleares, es ineludible analizar lo esencial del proceso de licenciamiento, desde el punto de vista tanto del licenciataria como del sistema regulador. En este contexto, este apartado pretende aportar algunas consideraciones generales, de carácter cualitativo, que permitan valorar el impacto del proceso de licenciamiento, desde la perspectiva del organismo regulador, el CSN.

A nivel global, puede afirmarse que el licenciamiento de una nueva central nuclear en España constituiría un reto muy importante para el CSN, que implicaría la necesidad de reforzar notablemente los recursos y capacidades del organismo. No obstante, se considera factible su realización partiendo de los recursos, experiencia y capacidades actuales, siempre que sea posible dar los pasos necesarios para dotarse de la infraestructura adicional necesaria de manera programada.

A continuación se realiza un análisis general de la problemática asociada al licenciamiento de una nueva central, así como de los medios y recursos disponibles actualmente o alcanzables a medio plazo para afrontar dicha problemática, de donde cabe concluir que el CSN estaría en condiciones de abordar con garantías de éxito tal proceso de licenciamiento.

En primer lugar, cabe destacar que la estructura organizativa y los recursos de que actualmente dispone el CSN están diseñados y dimensionados para soportar las actividades de licenciamiento y supervisión del parque nuclear actualmente existente. El licenciamiento de nuevas centrales nucleares requeriría, necesariamente, una importante reestructuración del organismo y un notable incremento de sus recursos.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta el dilatado periodo transcurrido desde el licenciamiento de la última generación de centrales españolas (Cofrentes, Trillo y Vandellós II). En este intervalo de unos 25 años la evolución tecnológica ha sido notable, no solo en cuanto al diseño conceptual de los reactores y sus sistemas asociados, sino también en lo que concierne a los componentes, circuitos y sistemas auxiliares (especialmente los sistemas de I&C de tecnología digital, y las interfases hombre – máquina modernas, que difieren radicalmente de lo actualmente implantado en nuestras centrales).

De estas consideraciones se deduce que al CSN se le presentaría un doble reto, en este sentido. Por una parte, la falta de experiencia de la mayor parte del personal técnico del organismo en licenciamiento de nuevas centrales nucleares, dado que su incorporación al CSN es, en la gran mayoría, posterior a mediados de los años 80. Por otra parte, la necesidad de adquirir o incrementar el grado de conocimiento y experiencia en determinadas tecnologías aplicables a un nuevo proyecto.

No obstante, se considera que estos retos pueden afrontarse con garantía de éxito, siempre que se disponga de un plazo de adaptación adecuado. A lo largo de sus más de 30 años de historia, el CSN ha sido capaz de dotarse de infraestructuras y capacidades para desarrollar todas las nuevas actividades que ha tenido que acometer, algunas de gran alcance y complejidad.

En cuanto al incremento de recursos necesarios para afrontar el licenciamiento, el CSN dispone de la independencia y de las herramientas apropiadas para dotarse de nuevo personal y apoyos externos, en el supuesto que esté asumida, en el plano político, la posibilidad de construcción de nuevas centrales.

El modo natural de proveerse de nuevo personal es la incorporación de técnicos por oposición, mediante la cobertura de plazas provenientes de la oferta de empleo público. Hay que tener en cuenta, obviamente, que el personal de nueva incorporación no estará en disposición de realizar tareas de licenciamiento de nuevas centrales hasta transcurrido un periodo mínimo de formación y entrenamiento que puede situarse en torno a tres años; a este periodo hay que añadir entre 18 y 24 meses que transcurren desde la

solicitud de las nuevas plazas hasta la resolución del concurso oposición. Por ello, es crucial que la toma de decisión en cuanto a nuevos proyectos nucleares se realice de forma que permita desarrollar en paralelo este proceso de forma programada.

Un recurso adicional y complementario de que dispone el CSN es la contratación de apoyos externos para las tareas de evaluación. Existe experiencia abundante al respecto en los procesos de licenciamiento

Sede del Consejo de Seguridad Nuclear





Sala de operaciones de la sala de emergencias (SALEM)

de las centrales más modernas. No obstante, este recurso tiene limitaciones y plantea dificultades a la hora de disponer de empresas con las capacidades y experiencia requeridas y que puedan considerarse plenamente independientes de los licenciarios. En este sentido, hay que destacar el esfuerzo constante del CSN por mantener personal técnico altamente cualificado y especializado en instituciones públicas a través de los programas de I+D y otros instrumentos. Por todo ello, la contratación sería, en cualquier caso, un apoyo complementario a la incorporación de nuevo personal propio.

En cuanto a la capacidad técnica y preparación del CSN, deben hacerse algunas consideraciones. Si bien es cierto que, debido al lapso de 25 años sin realizar actividades de licenciamiento de nuevas plantas, el CSN no ha adquirido conocimientos profundos acerca de las nuevas tecnologías aplicables a las centrales de nueva generación, sí ha mantenido y mantiene un cierto seguimiento de la evolución de dichas tecnologías y de las implicaciones en el licenciamiento. Como ejemplo, el CSN ha participado activamente en los seminarios técnicos monográficos sobre nuevas tecnologías organizados por CEIDEN en España; así como en diversos cursos y reuniones internacionales sobre temas asociados a los nuevos diseños. Por otra parte, es también significativa la actividad desplegada desde hace años por el área de sistema eléctricos y de I&C en el campo de las aplicaciones de tecnología digital a las centrales españolas en operación, básicamente en colaboración con UNESA; ya hay cierta experiencia acumulada en el licenciamiento de este tipo de sistemas.

Merece la pena destacar, en este sentido, el seguimiento de los aspectos relacionados con el licenciamiento de nuevas centrales, a través de la participación del CSN en una iniciativa específica sobre el tema, enmarcada dentro del subgrupo de licenciamiento de UNESA. La participación en este grupo de trabajo está permitiendo al CSN mantener un seguimiento sistemático de los programas internacionales relacionados con el tema (básicamente, dentro de la OECD/NEA y el OIEA); y, sobre todo, la posibilidad de plantear y discutir con el sector las grandes cuestiones que surgirían en caso de construcción de nuevas centrales, tales como las características del proceso de licenciamiento a aplicar y el tiempo estimado para conceder la autorización. Asimismo, el CSN está participando en un programa de la OECD/NEA sobre reactores de nueva generación. En relación con esto, debe destacarse la importancia crucial que la cooperación internacional desempeñaría en la preparación del CSN para encarar el licenciamiento de una nueva central, tanto a nivel de organizaciones multinacionales (OECD/NEA, OIEA, WENRA, etc.) como a nivel bilateral, con el apoyo de reguladores de los países de origen de la tecnología o de países con experiencia previa en estos procesos (NRC, ASN, STUK, etc.).

Finalmente, un aspecto importante a tener en cuenta es la preparación técnica y la experiencia de la planti-

Sala de dirección de la sala de emergencias (SALEM)





Sede del OIEA en Viena, Austria

lla actual del CSN para acometer las actividades de evaluación e inspección asociadas al licenciamiento de una nueva central. En este sentido, cabe apuntar que el CSN mantiene un núcleo de expertos en diferentes disciplinas que han permanecido en el organismo prácticamente desde su constitución (muchos de ellos, además, provenientes de la antigua Junta de Energía Nuclear, JEN, predecesor del Ciemat, y por tanto, con experiencia previa en estos temas), y que, por tanto, poseen experiencia en licenciamiento y puesta en marcha de centrales nucleares, así como una visión general del proceso

y una trayectoria profesional dilatada en temas de licenciamiento e inspección; aunque una parte de este grupo de expertos ya no está en el organismo, por un motivo u otro, en el CSN puede contarse a medio plazo con un mínimo número de expertos de estas características. En todo caso, debe tenerse en cuenta que en los próximos años comenzará a jubilarse el personal de las primeras promociones de técnicos del CSN y habrá que prever medidas para su sustitución y el aprovechamiento de su experiencia, proceso que podría coincidir en el tiempo con la necesidad de personal para nuevos proyectos. Las actuaciones emprendidas o previstas en el CSN relacionadas con la gestión del conocimiento (aunque aún no se ha implantado un sistema de gestión del conocimiento como tal) ayudarán a mantener este know-how de la mejor forma posible.

A lo anterior debe añadirse que el actual cuerpo técnico, que cuenta con unos 220 expertos (de los cuales, aproximadamente la mitad están dedicados a seguridad nuclear, y cerca de 50 a actividades de protección radiológica relacionadas con centrales nucleares, si bien, en general, no a tiempo completo estos últimos), se ha ido dotando de conocimientos y experiencia en áreas técnicas y en metodologías de análisis y supervisión, lo cual garantiza una base con solvencia técnica a la hora de afrontar el licenciamiento de nuevas centrales. La capacidad técnica del CSN está en proceso de mejora continua y ha sido revisada y demostrada, por ejemplo, en la misión IRRS del OIEA realizada en 2008 ("follow up" en 2011).



7. Conclusiones

Tras el análisis de las capacidades de la industria nuclear española ante un nuevo proyecto nuclear en nuestro país, se obtienen las siguientes conclusiones:

1. Aunque han pasado 23 años desde la entrada en operación de la última central nuclear en nuestro país, el valor obtenido de las capacidades de la industria española para realizar un nuevo proyecto nuclear en nuestro país, el **77% de la actividad económica del nuevo proyecto**, es muy elevada. Claramente, la internacionalización de nuestras compañías debida a su competitividad en el mercado internacional, además del apoyo a la operación de las plantas nucleares en nuestro país, ha permitido mantener el conocimiento durante estos años.
2. En segundo lugar, es preciso destacar que el lanzamiento de un nuevo programa nuclear en nuestro país supondría incrementar el valor de la participación de la industria española **hasta el 82% de la actividad económica del nuevo proyecto, en un plazo de cinco años**. Esto claramente supone que las empresas están dispuestas a reforzar sus departamentos nucleares con el fin de participar en un nuevo proyecto, lo que contribuiría a la creación de empleo de alta capacitación técnica.
3. Puesto que el montante económico de un nuevo proyecto nuclear es del orden de los **miles de millones de euros**, la repercusión económica en el país sería enorme. Tanto por la creación de empleo de alta capacitación técnica mencionado en el apartado anterior, como por el impulso al sector nuclear como motor de la economía del país a través de efectos indirectos e inducidos. Estos aspectos son de alto interés, y deben ser tenidos en cuenta por nuestros gobernantes, especialmente en la situación actual del país.

4. Si en lugar de un único proyecto nuclear, se considera el desarrollo de un nuevo Programa Nuclear se obtendría un importante impacto de creación de empleo y de desarrollo económico en nuestro país.

5. La realización de este estudio ha tenido una gran acogida por parte de las empresas contactadas. Las respuestas de forma general han sido muy positivas a participar en el mismo, lo que demuestra el interés del sector en los nuevos proyectos nucleares.

Dos aspectos también muy interesantes y complementarios de este estudio, pero que han quedado fuera de su alcance, son el de la valoración del impacto económico, por un lado, y en la generación de empleo, por otro, de un proyecto nuclear. Desde el CEIDEN animamos a otras instituciones a profundizar en ellos.

Parque eléctrico de una Central Nuclear





Edificio de turbina de una Central Nuclear



8. Acrónimos

ABWR	Advanced Boiling Water Reactor.
ANSI	American National Standards Institute.
ASME	American Society of Mechanical Engineers.
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire. Autoridad francesa de seguridad nuclear.
ATC	Almacén Temporal Centralizado.
BOP	Balance of Plant.
BWR	Boiling Water Reactor.
CEIDEN	Comité Estratégico de Investigación y Desarrollo Nuclear, también conocido como Plataforma Tecnológica de I+D en energía nuclear de fisión.
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas.
CN	Central Nuclear.
CC.NN.	Centrales Nucleares.
CSN	Consejo de Seguridad Nuclear.
CTC	Centro Tecnológico de Componentes.
DIA	Declaración de Impacto Ambiental.
DTN	Desarrollo Tecnológico Nuclear.
ENRESA	Empresa Nacional de Residuos Radiactivos.
ENSA	Equipos Nucleares S.A.
ENUSA	Empresa Nacional del Uranio.
EPRI	Electric Power Research Institute.
GENE	General Electric Nuclear Energy.
GIII	Diseño de reactor de Generación III.
GRA	Grupo de Reactores Avanzados.
I&C	Instrumentación y Control.
I+D	Investigación y Desarrollo.
INI	Instituto Nacional de Industria.
INPO	Institute of Nuclear Power Operations.

IRRS	Integrated Regulatory Review Service.
ISI	In-Service Inspection.
ISO	International Organization for Standardization.
JEN	Junta de Energía Nuclear.
LOCA	Loss-Of-Coolant Accident.
LOSEN	Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.
NQA	Nuclear Quality Assurance.
NRC	Nuclear Regulatory Commission. Organismo regulador estadounidense.
NSSS	Nuclear Steam Supply System.
OECD/NEA	Organisation for Economic Cooperation and Development's Nuclear Energy Agency.
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica.
PEN	Plan Energético Nacional.
PGRR	Plan General de Residuos Radiactivos.
PIE	Plan de Investigación Electrotécnico.
PNEU	Plan Nacional de Explotación del Uranio.
PNEIU	Plan Nacional de Explotación e Investigación del Uranio.
PR	Protección Radiológica.
PRHR	Passive Residual Heat Removal.
PWR	Pressurized Water Reactor.
RBMA	Residuos de Baja y Media Actividad.
SNE	Sociedad Nuclear Española.
STUK	Säteilyturvakeskus. Autoridad finlandesa para la seguridad nuclear y radiactiva.
TMI	Three Mile Island.
UNESA	Asociación Española de la Industria Eléctrica.
WANO	World Association of Nuclear Operators.
WENRA	Western European Nuclear Regulator's Association.

9. Agradecimientos

La plataforma CEIDEN impulsora de este estudio a través de su Consejo Gestor, quiere mostrar su agradecimiento a todas las entidades y personas que han participado en el mismo.

En primer lugar, a los autores de este informe, que con su esfuerzo y dedicación han conseguido llevarlo a cabo y que finalmente salga a la luz. A las empresas Endesa, Gas Natural Fenosa e Iberdrola, que han facilitado la participación de dichos autores dándoles el apoyo necesario. En este sentido, cabe destacar la labor del personal del Foro de la Industria Nuclear Española, que ha recabado información de la historia nuclear española, y ha participado activamente en la coordinación y elaboración del mismo.

Asimismo, agradecimientos a los tecnólogos Areva, General Electric-Hitachi y Westinghouse por su inestimable colaboración en el planteamiento del estudio, en la definición de detalle de las actividades de un proyecto nuclear y de la importancia relativa de las mismas.

Finalmente, agradecer a todas las empresas que han contestado al cuestionario de capacidades y, de forma más especial a las que han colaborado en el diseño de detalle del mismo, sin cuya participación e implicación no hubiese sido posible llevar a cabo el presente estudio.



Piscina de combustible usado de una Central Nuclear

Anexo I. Cuestionario de las capacidades de la Industria Nuclear

 Cuestionario Capacidades Industria Nuclear CEIDEN

CUESTIONARIO CAPACIDADES INDUSTRIA NUCLEAR

Estimado compañero/a

Por la presente pedimos su colaboración para la iniciativa que le describimos a continuación, y que pensamos puede ser de gran interés para el sector nuclear de nuestro país.

Objetivo del análisis.

Dentro de la plataforma de fisión nuclear CEIDEN, se ha lanzado la iniciativa de evaluar las capacidades de la industria nuclear española ante un nuevo proyecto nuclear. Esta evaluación será cuantitativa, de forma que el resultado final del proyecto sea el porcentaje, en montante económico, que la industria española puede realizar de un nuevo proyecto nuclear.

Esta iniciativa está respaldada por las compañías eléctricas (Endesa, Gas Natural Fenosa e Iberdrola), el Foro Nuclear, y los tecnólogos Areva, Westinghouse y GE-Hitachi. El objetivo es contactar con las entidades del sector nuclear español, que pueden contribuir en un nuevo proyecto nuclear en nuestro país, para que nos hagan llegar sus capacidades y experiencias.

Horizonte temporal.

El análisis tiene como objeto evaluar dos horizontes temporales. El primero, analizando la situación en el momento actual. El segundo, analizando la situación en el caso de que se tenga un horizonte de unos 5 años para poder preparar la empresa ante el nuevo proyecto. Este último caso se corresponde con la situación en que exista un compromiso político para lanzar el nuevo proyecto, pero se necesiten 5 años desde este compromiso, hasta el comienzo de construcción (petición de permisos, licenciamiento, etc.)

Desglose de actividades del proyecto.

En este análisis, se ha escogido para el estudio un diseño genérico de reactor avanzado. El proyecto del alcance de construcción de este diseño se ha desglosado en un conjunto de actividades, con un porcentaje asociado al coste económico total del proyecto. Este desglose de actividades viene definido en el archivo Excel que se adjunta.

Actividades en las que la entidad tiene capacidades.

Dentro del desglose de actividades del proyecto del punto anterior, se debe señalar, en la tabla Excel que se adjunta, las actividades en las que la entidad tiene capacidades y experiencia, tanto para el momento actual, como en el caso de tener 5 años para poder prepararse.

Justificación de la experiencia de las diferentes actividades.

Una vez identificadas las actividades en las que se tiene capacidades, es necesario justificarlas. Para ello, se ha preparado, en la tabla Excel que se adjunta, una columna donde pedimos se complete, para las actividades en las que se ha declarado tener capacidades en la tabla anterior, la experiencia de la entidad, mediante el nombre del proyecto, y una breve descripción del mismo (un proyecto, o varios, dependiendo de cada una de las actividades). En la segunda hoja del archivo Excel, se ha incluido un ejemplo que sirve de guía.

Agradecerle su colaboración, con la seguridad de que este estudio permitirá un mayor conocimiento de su empresa dentro del sector nuclear, y evidenciará la importancia que tendría, en el sector productivo de este país, la realización de un nuevo proyecto nuclear.

Atentamente

 Pablo T. León Endesa S.A.	 Pedro Ortega Gas Natural Fenosa	 Antonio Peñarubia Iberdrola
---	---	---

Carta y cuestionario enviado a las empresas participantes en el estudio

Estimado compañero/a

Por la presente pedimos su colaboración para la iniciativa que le describimos a continuación, y que pensamos puede ser de gran interés para el sector nuclear de nuestro país.

Objetivo del análisis.

Dentro de la plataforma de fisión nuclear CEIDEN, se ha lanzado la iniciativa de evaluar las capacidades de la industria nuclear española ante un nuevo proyecto nuclear. Esta evaluación será cuantitativa, de forma que el resultado final del proyecto sea el porcentaje, en montante económico, que la industria española puede realizar de un nuevo proyecto nuclear.

Esta iniciativa está respaldada por las compañías eléctricas (Endesa, Gas Natural Fenosa e Iberdrola), el Foro Nuclear, y los tecnólogos Areva, Westinghouse y GE-Hitachi. El objetivo es contactar con las entidades del sector nuclear español, que pueden contribuir en un nuevo proyecto nuclear en nuestro país, para que nos hagan llegar sus capacidades y experiencias.

Horizonte temporal.

El análisis tiene como objeto evaluar dos horizontes temporales. El primero, analizando la situación en el momento actual. El segundo, analizando la situación en el caso de que se tenga un horizonte de unos 5 años para poder preparar la empresa ante el nuevo proyecto. Este último caso se corresponde con la situación en que exista un compromiso político para lanzar el nuevo proyecto, pero se necesiten 5 años desde este compromiso, hasta el comienzo de construcción (petición de permisos, licenciamiento, etc.)

Desglose de actividades del proyecto.

En este análisis, se ha escogido para el estudio un diseño genérico de reactor avanzado. El proyecto del alcance de construcción de este diseño se ha desglosado en un conjunto de actividades, con un porcentaje asociado al coste económico total del proyecto. Este desglose de actividades viene definido en el archivo Excel que se adjunta.

Actividades en las que la entidad tiene capacidades.

Dentro del desglose de actividades del proyecto del punto anterior, se debe señalar, en la tabla Excel que se adjunta, las actividades en las que la entidad tiene capacidades y experiencia, tanto para el momento actual, como en el caso de tener 5 años para poder prepararse.

Justificación de la experiencia de las diferentes actividades.

Una vez identificadas las actividades en las que se tiene capacidades, es necesario justificarlas. Para ello, se ha preparado, en la tabla Excel que se adjunta, una columna donde pedimos se complete, para las actividades en las que se ha declarado tener capacidades en la tabla anterior, la experiencia de la entidad, mediante el nombre del proyecto, y una breve descripción del mismo (un proyecto, o varios, dependiendo de cada una de las actividades). En la segunda hoja del archivo Excel, se ha incluido un ejemplo que sirve de guía.

Agradecerle su colaboración, con la seguridad de que este estudio permitirá un mayor conocimiento de su empresa dentro del sector nuclear, y evidenciará la importancia que tendría, en el sector productivo de este país, la realización de un nuevo proyecto nuclear,

Firmado

Pablo T. León
Endesa S.A.

Pedro Ortega
Gas Natural Fenosa

Antonio Peñarrubia
Iberdrola

LISTADO ACTIVIDADES NUEVO PROYECTO NUCLEAR

ENTIDAD

Incluir nombre de la entidad

	Situación Actual	Situación tras 5 años	Justificación experiencia
1. ESTUDIOS DE VIABILIDAD Y PRELIMINARES			
1.1. Estudios de viabilidad			
1.2. Formación del personal de gestión de proyectos (eléctrica)			
1.3. Formación del personal de construcción de la planta (eléctrica)			
1.4. Otros (especificar)			
2. ESTUDIOS DE EMPLAZAMIENTOS			
2.1. Selección de emplazamientos			
2.2. Estudios técnicos de emplazamientos			
2.2.1. Estudios geotécnicos			
2.2.2. Otros estudios relacionados con la seguridad del emplazamiento			
2.3. Apoyo al licenciamiento del emplazamiento			
3. SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA			
3.1. Preparación de especificaciones de petición de ofertas del suministrador principal			
3.2. Evaluación técnica y económica de ofertas del suministrador principal			
3.3. Negociación y evaluación financiera de ofertas del suministrador principal			
4. APOYO A LICENCIAMIENTO Y PERMISOS DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS			
4.1. Generación de documentación de Licencia Nuclear			
4.2. Estudios de Seguridad			
4.2.1. Aproximación determinista: Análisis de Accidentes y estimación radiológica			
4.2.1.1. Análisis de transitorios			
4.2.1.2. Análisis LOCA			
4.2.2. Análisis Probabilista de Seguridad			
4.3. Especificaciones Técnicas de Funcionamiento			
4.4. Estudio de Impacto Ambiental			
4.5. Otros aspectos del licenciamiento de Instalaciones Nucleares o Radiactivas			
4.6. Otros permisos administrativos			
5. DIRECCIÓN DE PROYECTO			
5.1. Isla Nuclear			
5.2. Isla Turbina-BOP			
5.3. Otros (especificar)			
6. INGENIERÍA Y DISEÑO			
6.1. Preparación de planos, especificaciones, cálculos, informes, etc.			
6.1.1. Ingeniería mecánica			
6.1.2. Ingeniería eléctrica			
6.1.3. I&C			
6.1.4. Obra civil			
6.2. Ingeniería de factores humanos. Interfase Hombre-Máquina			
6.2.1. Diseño y suministro de Sala de Control e interfase hombre máquina			
6.2.2. Aprovisionamiento del simulador			
6.2.3. Suministro de sistemas de ayuda a la operación			
6.2.4. Diseño de pantallas y displays			
6.2.5. Otros (especificar)			
7. APROVISIONAMIENTO E INSPECCIÓN DE SUMINISTRADORES			
7.1. Evaluación de ofertas, compras y activación			
7.2. Inspección de suministradores y supervisión de la garantía y control de la calidad			
7.3. Transporte de equipos especiales			
8. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE			
8.1. Preparación del terreno			
8.2. Construcción de la planta			
8.2.1. Obra civil			

LISTADO ACTIVIDADES NUEVO PROYECTO NUCLEAR

ENTIDAD

Incluir nombre de la entidad

	Situación Actual	Situación tras 5 años	Justificación experiencia
8.2.2. Montaje de equipos eléctricos			
8.2.3. Montaje de equipos mecánicos			
8.2.4. I&C			
8.2.5. Gruas para construcción de la central			
8.2.6. Otros (especificar)			
8.3. Supervisión de construcción y montaje			
9. PROGRAMAS Y PROCEDIMIENTOS DE GARANTÍA DE LA CALIDAD			
10. FORMACION Y ENTRENAMIENTO			
10.1. Formación de operadores (obtención licencia)			
10.2. Formación de personal de la central			
10.3. Formación de gestores y personal de construcción (proyecto)			
11. FABRICACION DE COMPONENTES			
11.1. Fabricación componentes NSSS			
11.1.1. Vasija del reactor			
11.1.2. Internos del reactor			
11.1.3. Generadores de Vapor (PWR)			
11.1.4. Presionador (PWR)			
11.1.5. Tubería del primario			
11.1.6. Bombas de recirculación			
11.2. Fabricación resto equipos			
11.2.1. Turbo-generador			
11.2.2. Válvulas			
11.2.3. Vasija de la contención			
11.2.4. Condensador			
11.2.5. Intercambiador de calor PRHR			
11.2.6. Intercambiadores de calor			
11.2.7. Racks de almacenamiento de combustible			
11.2.8. Grandes módulos			
11.2.9. Resto de componentes y módulos			
11.2.10. Gruas para la operación de la planta			
11.2.11. Sistemas de tratamiento de residuos			
11.2.12. Transformadores			
12. APROVISIONAMIENTO Y FABRICACION DE COMBUSTIBLE			
12.1. Licenciamiento del combustible			
12.2. Esquema de recarga			
12.3. Aprovisionamiento de uranio enriquecido			
12.3.1. Aprovisionamiento de concentrados			
12.3.2. Aprovisionamiento de servicios de conversión			
12.3.3. Aprovisionamiento de servicios de enriquecimiento			
12.4. Fabricación de combustible			
13. PUESTA EN MARCHA			
13.1. Preparación de procedimientos de puesta en marcha			
13.2. Apoyo a puesta en marcha			
13.3. Inspección en servicio			
13.3.1. Programa de Inspección en servicio			
13.3.2. Estudio de accesibilidad			
13.3.3. Ejecución PSI			
14. APOYO A OPERACIÓN			
14.1. Protección Radiológica			
14.1.1. Códigos cálculo de dosis			
14.1.2. Procedimientos			
14.2. Procedimientos de operación			
14.3. Modificaciones de diseño			
14.4. Códigos y normas aplicables a ISI			
14.5. Ejecución ISI			

Anexo II. Respuestas al cuestionario

ABENGOA

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1.1
2	Estudios de Emplazamientos	2.2.1, 2.2.2
3	Selección de Tecnología	3
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	5.2
6	Ingeniería y Diseño	6
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	8
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.1.5, 11.1.6, 11.2.2, 11.2.8, 11.2.9, 11.2.12
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.3.1, 13.3.2
14	Apoyo a Operación	14.4, 14.5

Experiencia

Certificaciones. Implantado un sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme a las normas NQA (Nuclear Quality Assurance)-1:1994, UNE 73401:1995, Normas ANSI y Códigos ASME el cual es auditado periódicamente permitiendo la homologación y acreditación como proveedor de equipos de Garantía Nuclear, tanto de seguridad (Clase 1E) como comerciales ante GENE (General Electric Nuclear Energy) y el Grupo de Propietarios de Centrales Nucleares Españolas.

Capacidades en fabricación auxiliar (Fabricación). Para la realización de las actividades de proyecto, construcción y pruebas de sus fabricados, la División Fabricación comprende el personal y medios necesarios. Cuenta para ello con tres Plantas, ubicadas en Sevilla (superficie cubierta de 12.000 m², parcela de 42.000 m²), Alcalá de Henares, Madrid (parcela de 25.000 m², superficie edificada de 4.000 m²) y en Tianjin, China (superficie edificada de 5.200 m²). Dilatada experiencia en las centrales de Almaraz, Trillo, Vandellós y Lugmen.

Capacidades en mantenimiento (Mel). Experiencia y personal cualificado para llevar a cabo trabajos de mantenimiento en centrales nucleares, habiendo desarrollado estas tareas en las centrales de Almaraz, Trillo, Cofrentes y Santa María de Garoña.

Gestión de suministros. Contratos puntuales en la Central Nuclear de Ascó.

CONTACTO

www.abeinsa.es / abeinsa@abengoa.com

Se incluyen a continuación fichas individuales para cada una de las empresas participantes en el estudio, con las respuestas enviadas al cuestionario.

En el primer apartado de cada ficha se incluyen las actividades y subactividades, numeradas según el listado del cuestionario, en las que la empresa señala que tiene capacidades y experiencia en el momento actual, y aquellas en las que la empresa tendría capacidades si tuviese un plazo de 5 años para poder prepararse (éstas últimas se indican entre paréntesis).

En el segundo apartado se incluye un resumen de las referencias enviadas por la empresa para corroborar las respuestas incluidas en el apartado anterior. Dada la amplitud y extensión de las referencias enviadas en general por las empresas, se ha optado por incluir un resumen de las mismas.

ACCIONA



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1.1, 1.3, 1.4
2	Estudios de Emplazamientos	2.1, 2.2
3	Selección de Tecnología	3.2, (3.3)
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	(4)
5	Dirección de Proyecto	(5.1), 5.2, 5.3
6	Ingeniería y Diseño	(6.1.1, 6.1.2, 6.1.3), 6.1.4
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	10.3
11	Fabricación de Componentes	(11.2.8, 11.2.9)
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	(13.1, 13.2)
14	Apoyo a Operación	14.3

Experiencia

Participación en distintas actividades relacionadas con los siguientes proyectos o centrales nucleares:

- C.N. Santa María de Garoña (1969)
- C.N. Vandellos II - Toma de Agua (1971)
- C.N. Sayago (1976)
- C.N. Lemoniz (1980)
- C.N. Almaraz (1981)
- C.N. Cofrentes (1985)
- Large Electron Positron Collider - Ginebra (1985)
- C.N. Valdecaballeros (1986)
- C.N. Trillo (1988)
- SGV C.N. Almaraz (1997)
- SGV C.N. Angra I - Brasil (2009)
- EJ C.N. Vandellos II (2009)

Además de participaciones en proyectos de centrales hidráulicas y térmicas, y amplia experiencia en proyectos de obra civil y concesiones.

CONTACTO

www.accionainfraestructuras.es / miguel.diazllanos.ros@accion.es

91 663 30 22

Centro Negocios Albatros, Calle Anabel Segura, 11 - 28108 Alcobendas, Madrid

ALFA LAVAL



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.2.6
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Suministro de intercambiadores de calor para diversos sistemas de centrales nucleares en varios países de Europa, Asia y América.

Cuenta con los certificados ISO 9001 para sus oficinas y talleres en España, y ASME N, ISO 9001 e ISO 14001 para sus fábricas en Suecia.

CONTACTO

www.alfalaval.es / info.spain@alfalaval.es

913 790 600

C/ San Rafael 1, 1º - Edif. Europa III - 28108 Alcobendas, Madrid

AMARA



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8.2.6
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Más de 30 años suministrando equipos, repuestos y servicios a todas las CCNN españolas. Suministra repuestos mecánicos y eléctricos, cables nucleares, material de PR, bajo su programa de garantía de calidad PCA-02. Es proveedor homologado para el suministro de equipos de calificación nuclear.

Colaboración con el Grupo de Propietarios representando a la organización ante NUPIC, así como realizando inspecciones con su personal especializado.

Departamento de logística especializado en el transporte de equipos especiales y despacho de aduanas.

Experiencia en la gestión de almacenes y almacenes de obra. Actualmente gestiona el almacén de CN Cofrentes, Elcogas, Repsol Química, CT Aceca, Red Eléctrica, Iberdrola Distribución y participa en los almacenes de obra para la construcción de los ciclos combinados adjudicados a Iberdrola Ingeniería.

CONTACTO

www.amara.com / atorralba@amara.es
 91 722 40 00 – 628 12 68 36
 Trespaderne 29, 2ª Planta - 28042 Madrid

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	2.1, 2.2.2, 2.3
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4.2.1, (4.2.2), 4.4
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	(6.1.4)
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	12.4
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Estudios (hidrológicos, geológicos, geoquímicos y sociológicos) y proyectos para la selección de emplazamientos de depósitos de alta, media y baja actividad desarrollados para agencias de gestión de residuos europeas y americanas (Enresa, Andra, Posiva, SKB, NWMO, NUMO...).

Estudios de seguridad y revisiones realizadas para Enresa (en el depósito de El Cabril) y para Andra (en el depósito de TFA). Participación en diversos estudios de seguridad y evaluaciones del comportamiento de depósitos de alta, media y baja actividad (SKB, Posiva, Andra, Enresa, EC).

Estudios de seguridad y análisis realizados para instalaciones de tratamiento del mineral previos a la fabricación del combustible (Areva).

Análisis de evaluación de probabilidad de riesgos de acontecimientos.

Estudios de impacto ambiental de instalaciones relacionadas con el ciclo del combustible previos a su construcción, o de potenciales liberaciones de radionucleidos a la biosfera.

Impacto hidrogeológico de la obra civil, en instalaciones no activas.

Estudios de impacto radiológico y ambiental de procesos relacionados con la fabricación del combustible. Estudio del comportamiento del combustible tras la descarga. Proyectos realizados para Enresa, Areva.

CONTACTO

www.amphos21.com / amphos@amphos21.com
 935 830 500
 Passeig de Garcia i Faria, 49-51, 1-1 - 08019 Barcelona

CANTAREY REINOSA (GAMESA)



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1.2
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	3
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4.2.1.2
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1.1, 6.1.2, 6.1.3
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8.2.2, 8.2.3, 8.2.4, 8.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.1.6, 11.2.9
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.2
14	Apoyo a Operación	14.3

Experiencia

Proyectos y fabricación de motores eléctricos convencionales y Clase 1E, entrega a todas las CC.NN. españolas y a C.N. Laguna Verde (Méjico).

CONTACTO

www.cantarey.com / comercial.cantarey@gamesacorp.com

942 77 41 12 – 670 48 16 08

Paseo de Alejandro Calonge, 3 - 39200 Reinosa, Cantabria

CESPA CONTEN

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	8.2.6
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	(11.2.11)
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.2
14	Apoyo a Operación	14.1, 14.2

Experiencia

Entre los servicios que actualmente realiza al sector nuclear están los siguientes:

- Limpieza Industrial y descontaminación, lavanderías caliente y fría, apoyo a química y gestión de residuos en CN Cofrentes.
- Tarado de válvulas SRV's en CN Cofrentes y apoyo al tarado de SRV's en CN Garoña.
- Gestión de Residuos Peligrosos y No Peligrosos en CN Almaraz.
- Gestión de Residuos No Peligrosos en CN Trillo.
- Descontaminaciones radiactivas en instalaciones siderúrgicas, tras accidentes por fundir fuentes en los hornos, en Acerinox, Siderúrgica Sevillana, CBC, etc.
- Decapado químico de instalaciones nucleares en Vandellós II, Lemóniz y Valdecaballeros, y limpiezas químicas en otras instalaciones nucleares durante puesta en marcha y operación.
- Trabajos de conservación en seco del secundario en CN Trillo y CN Vandellós II.
- Apoyo en el lancing, realizado por Siemens, en CN Almaraz, CN Trillo, etc.

CONTACTO

www.cespa.es / sugerenciasweb@cespa.es
San Cesáreo, 30 - 28021 Madrid

COAPSA



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1.2, 1.3
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.2.3, 6.2.4
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7.3
8	Construcción y Montaje	8.2.2, 8.2.3, 8.2.4, 8.2.5, 8.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	10.2
11	Fabricación de Componentes	11.2.10
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.1, 13.2
14	Apoyo a Operación	14.1.2, 14.3

Experiencia

Colaboración y asesoramiento al CIEMAT y CCNN de las características necesarias de las grúas y manipuladoras de la Central y del combustible. Formación del personal de planta CN Garoña, CN José Cabrera, CN Trillo.

Adaptación y remodelación de grúas polares y de puentes grúa de los edificios de combustible en varias Centrales, incluida puesta en marcha.

Modificación y mejora de sistemas existentes con nuevas tecnologías. Programación de PLC, SCADAS para la gestión de sistemas de planta.

Transporte especial de combustible dentro de la Central.

Diseño, documentación, construcción y homologación de equipos Clase 1E para el sistema EJ de CN Vandellós II.

Cambio de elementos mecánicos en grúas en las Centrales.

Diseño, documentación, construcción de equipos que mejoran la precisión en el posicionamiento de piezas que intervienen en el montaje y desmontaje del reactor.

Aportación de personal cualificado para trabajos de supervisión y mantenimiento, tanto en operación como durante paradas por recarga de combustible.

Contratos trianuales de mantenimiento de grúas en las principales CCNN españolas, con planificaciones anuales de mejora de sistemas.

CONTACTO

www.coapsa.com

Sant Miquel de Toudell, 7 - Nau 10, Pol. Ind. Can Mir - 08232 Viladecavalls, Barcelona

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	2.3
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4.4
5	Dirección de Proyecto	5.2, 5.3
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.1, 13.2
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Experiencia en legalización del emplazamiento y desarrollo de proyectos promovidos por Cobra (centrales termosolares, parques eólicos, almacenamientos de gas natural, etc.).

Experiencia en dirección de proyectos EPC, aprovisionamiento, construcción y montaje y apoyo a puesta en marcha de ciclos combinados. En carbón, experiencia en LT/ STONES/ y resto de instalaciones auxiliares.

ISO 9002 para actividades de plantas industriales y proyectos EPC.

CONTACTO

www.grupocobra.com / central@grupocobra.com

91 456 95 00

Cardenal Marcelo Spínola, 10 - 28016 Madrid

CT3 INGENIERÍA



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	8.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Actividades de ingeniería, diseño, supervisión de construcción y montaje y diseño de maniobras en modificaciones de diseño de centrales en operación, en las especialidades mecánica, I&C, eléctrica y obra civil en diversos proyectos de Centrales Nucleares extranjeras: Proyecto ITER, proyecto AP 1000, CN Cernavoda II (Rumanía), CN Laguna Verde (México), CN Bohunice (Eslovaquia), CN Angra (Brasil) y españolas: CN Almaraz, CN Trillo, CN Cofrentes, CN Ascó, CN Vandellós, Almacén Temporal de El Cabril y CN José Cabrera.

CONTACTO

www.ct3.es / info@ct3.es

91 634 06 01

Avda. Reyes Católicos 6, 3ª Planta - 28220 Majadahonda, Madrid

FUNDACIÓN CENTRO TECN. DE COMPONENTES



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1.1
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Cálculo térmico y estructural de vasija y toberas: PBMR (2006), ABWR (2007), ESBWR (2009). Análisis termohidráulicos CFD para licenciamiento de piscinas de almacenamiento de combustible CN Cofrentes y ESBWR (2009). Análisis CFD de instalaciones y lazos de recirculación BWR. Estudios del efecto ambiental en la vida a fatiga de componentes. Análisis del efecto de la irradiación neutrónica en la fragilización de los aceros de vasija. Análisis de fallo. Diseño de utillajes.

CONTACTO

www.ctcomponentes.es / info@ctcomponentes.com

942 76 69 76

Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, C/ Isabel Torres 1 - 39011 Santander, Cantabria

DRAGADOS



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1.4
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	8.1, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.5, 8.2.6, (8.3)
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	(9)
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.2.9
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.1, (13.2), (13.3)
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Ingeniería, diseño, construcción, montaje y puesta en marcha de la ampliación del sistema de refrigeración y descarga del agua de circulación de la CN Ascó, año 1985.

Construcción y montaje:

- CN Trillo I, años 1977 a 1988.
- Ampliación y Reforma CN Zorita, 1983.
- Montaje Turbo-Generador de 1.441 MW CN Trillo, 1984 a 1987.
- Diseño, suministro y montaje recubrimiento piscina de combustible CN Trillo, 1984 a 1986.
- Estructura metálica edificios de turbina y desmineralización CN Trillo, 1981 a 1983.

Servicios de mantenimiento y apoyo CN Ascó, 1988 a 1992.

Diseño, suministro y montaje recubrimiento de la piscina de combustible CN Trillo, 1984 a 1986.

Servicio de limpieza industrial, lavandería y manipulación de residuos CN Ascó, 1991 a 1995.

Mantenimiento durante operaciones normales y paradas CN Vandellós II, 1988 a 1991.

Diseño, fabricación, montaje y prueba de máquina semi-automática para recarga de combustible nuclear para las CC.NN. Doel IV (Bélgica), Sayago (España) y Tihange III (Bélgica) para Westinghouse Nuclear Española, 1986.

Diseño, fabricación, montaje y prueba de conjuntos funcionales para las CC.NN. Almaraz, Lemóniz, Sayago y Ascó para Westinghouse Nuclear Española, 1986.

Pruebas mecánicas y puesta en marcha de sistemas CN Trillo, 1985 a 1987

CONTACTO

www.grupoacs.com y www.dragados.com / epascual@dragados.com

91 703 84 99; 91 343 93 00

Avda. Camino de Santiago, 50 - 28050 Madrid

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1.3
2	Estudios de Emplazamientos	2.2.1, 2.3
3	Selección de Tecnología	3
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	5.2
6	Ingeniería y Diseño	6
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	10.2, 10.3
11	Fabricación de Componentes	11.1.1, 11.1.5, 11.2.1, 11.2.2, 11.2.4, 11.2.5, 11.2.6, (11.2.7), (11.2.8), 11.2.9, 11.2.10, 11.2.11, 11.2.12
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.1, 13.2
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Estudios, selección de tecnología, dirección de proyecto, ingeniería y diseño, aprovisionamientos e inspección de suministradores, construcción y montaje, garantía de calidad, formación, fabricación y puesta en marcha de 32 proyectos EPC de centrales de ciclo simple y combinado desde el año 2000.

Montaje estructura edificio de turbinas CN Almaraz, 1974.

Montaje de equipos mecánicos en casi todas las CCNN españolas, entre 1984 y 1997.

Revisiones periódicas y modernización en todas las CCNN españolas desde 1984.

Grúas para casi todas las CCNN españolas. Supervisión montaje grúas CN Cofrentes.

Fabricación de:

- Soporte de la vasija del reactor CN Trillo, 1983
- Empotramientos del pedestal del reactor CN Valdecaballeros, 1982.
- Tuberías de seguridad primarias y secundarias CN Trillo, 1983.
- Tubería refrigeración de las turbinas CN Ascó I y II, 1978.
- Intercambiadores H-1 y LP CN Vandellós II, 1980.
- Numerosos MSR, calentadores, enfriadores, evaporadores, haces tubulares, tanques, conductos y otros componentes para casi todas las CCNN españolas.

CONTACTO

www.durofelguera.com / dfe@durofelguera.com
98 517 94 95
C/ Rodríguez Sampedro, 5 - 33206 Gijón, Asturias

ELECTROMEDICIONES KAINOS



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	8.2.2
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Montaje de equipos eléctricos en todas las CC.NN. españolas.

CONTACTO

www.kainos.com.es / sballus@kainos.es

93 474 23 33

Energía, 56 - 08940 Cornellá, Barcelona



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1
2	Estudios de Emplazamientos	2
3	Selección de Tecnología	3
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4
5	Dirección de Proyecto	5
6	Ingeniería y Diseño	6
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8.1, 8.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	10
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13
14	Apoyo a Operación	14.1, 14.2, 14.3

Experiencia

Experiencia reciente en programas nucleares en lanzamiento: Suiza, República Checa, Finlandia, Eslovaquia.

Apoyo en actividades del OIEA.

Apoyo para la renovación de las licencias de todas las CCNN españolas.

Participación en la certificación del diseño del ESBWR.

Reconocida experiencia en Ingeniería de Diseño; recientemente: Lungmen y ESBWR.

Participación puntual en Formación.

Participación en la Puesta en Marcha de las CCNN españolas y de modificaciones de diseño muy importantes, como Power Upgrading.

Gran experiencia en Protección Radiológica, en todas las CCNN españolas y en la certificación del ESBWR.

Ejecución de aproximadamente 80 modificaciones de diseño al año por unidad, en apoyo a las CCNN españolas.

CONTACTO

www.empre.es / empresarios@empre.es
91 309 80 00
Magallanes, 3 - 28015 Madrid

ENSA



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1.1, 6.1.2, 6.1.3
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8.2.2, 8.2.3, 8.2.4, 8.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.1.1, 11.1.2, 11.1.3, 11.1.4, 11.1.5, 11.2.3, 11.2.4, 11.2.5, 11.2.6, 11.2.7, 11.2.8, 11.2.9, 11.2.11
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Diseño, fabricación y montaje de diversos componentes para numerosas centrales nucleares españolas y extranjeras.

CONTACTO

www.ensa.es / commercial@ensa.es
 915 553 617
 José Ortega y Gasset 20, 5º - 28006 Madrid

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4.2.1, 4.3
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	12
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Apoyo para estudios de licenciamiento, análisis de transitorios y LOCA, y Especificaciones Técnicas de Funcionamiento en CC.NN. españolas PWR Westinghouse y BWR.

Aprovisionamiento y fabricación de combustible nuclear en todas las CC.NN. españolas PWR Westinghouse y BWR, y en distintas plantas europeas PWR y BWR (Francia, Suecia, Finlandia y Bélgica).

CONTACTO

www.enusa.es / CVD@enusa.es
 913 474 200
 Santiago Rusiñol, 12 - 28040 Madrid

IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1
2	Estudios de Emplazamientos	2
3	Selección de Tecnología	3
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4
5	Dirección de Proyecto	(5.1), 5.2, 5.3
6	Ingeniería y Diseño	6.1, 6.2.2, 6.2.3
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	10.3
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	12.1, 12.2
13	Puesta en Marcha	13.1, 13.2, 13.3.1
14	Apoyo a Operación	14.1, 14.2, 14.3, 14.4

Experiencia

Estudios de viabilidad: Bulgaria (2010), UK (2008), CN Angra III (Brasil) y otros. Experiencia en proyectos llave en mano. CN Laguna Verde (México). Selección de emplazamiento UK (2009). Caracterización Sellafield. Selección de tecnología: Finlandia (2010), Rumanía (2010-2011), L. Verde (2007-2009), Eslovaquia (2008-2010), Brasil (2009). Apoyo a licenciamiento en CN Cofrentes (CNC). Metodología propia transitorios PWR y BWR: CNC, CN Almaraz (CNA), CN Trillo. Análisis de seguridad y probabilidad LOCA en CNC, CNA, Trillo, Sellafield. Apoyo y estudios protección radiológica: CN Zaporozhe, L.Verde, CNC, CN Ispra. Reemplazo de equipos: MSR, CN Bohunice (Eslovaquia); GGVV, Angra; incineradora, Bulgaria; EPC: L. Verde; CN Olkiluoto IV (Finlandia). Ingeniería de diseño: CNC, CN Flamanville (Francia), L. Verde, Bohunice, Angra, ITER. Ingeniería civil en Olkiluoto III; Olkiluoto IV, Sellafield, Rumanía: layout, maqueta 3D. Ingeniería FFHH y simuladores: Capricore, monitor de riesgo, guías accidentes severos. Selección y evaluación de suministradores, supervisión de construcción y montaje, elaboración de procedimientos de calidad, formación de personal, elaboración de procedimientos de puesta en marcha: Rumanía (2011), L. Verde (2008-2009), Bohunice (2008-2010), Angra (2009), Flamanville (2009-2010). Elaboración de procedimientos de calidad, apoyo y trabajos de ISI: CNC. Apoyo y estudios para licenciamiento de combustible en CNC, CNA. Apoyo a la operación: CNC, Ispra, L. Verde, Bohunice.

CONTACTO

www.iberdrolaingenieria.com / luisa.mayoral@iberdrola.es
91 713 20 30, 91 713 20 23
Avenida de Manoteras, 20. Edificio D. 28050 Madrid

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	2.2.1
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	5.2
6	Ingeniería y Diseño	6.1
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7.1, 7.2
8	Construcción y Montaje	8.1, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.4, 8.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13
14	Apoyo a Operación	14.3

Experiencia

Estudios geotécnicos, aprovisionamiento e inspección de suministradores, construcción, montaje y garantía de calidad de Modificaciones de Diseño en CC.NN.: nuevos edificios y nuevos sistemas.

Dirección de proyecto en centrales térmicas de gas.

Modificaciones de diseño en CC.NN. en operación.

Puesta en marcha de sistemas nuevos o modificados.

Desarrollo de nuevas Modificaciones de Diseño en CC.NN.

CONTACTO

www.idom.es / amorenog@idom.es
 91 444 11 50 / 52
 José Abascal, 4 - 28003 Madrid

INGECIBER



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1.1, 6.1.4
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Ingeniería, planos y especificaciones en CN Ascó y CN Vandellós. Desarrollo del Software de cálculo de Civil FEM NPP.

Posibilidad de impartir formación (tras cinco años).

CONTACTO

www.ingeciber.com / ma.moreno@ingeciber.com

91 386 22 22

Avda. Monforte de Lemos, 189 - 28035 Madrid

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7.1, 7.2
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

30 años de experiencia en el sector servicios y mantenimiento nuclear, realizando diversos trabajos de mecanizado, fabricación y montaje:

- Fabricación y suministro para repuestos (ejes, camisas, bulones, etc.).
- Fabricación culatas, compresores, gas head clase N3.
- Fabricación de placa portabujías y cangrejos para filtro precapa.
- Fabricantes de barras Blade Guides.
- Fabricación y montaje de blindajes permanentes de tubería y válvulas en Pozo Seco.
- Fabricación y montaje de puerta blindaje entrada Pozo Seco.
- Fabricación y montaje de puerta blindaje de acceso a Tubo Transferencia.
- Instalación guías de flujo en campanas de aspiración N71-CC101 A/B/C/D.

En la actualidad dispone de las siguientes certificaciones:

- Sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2008 certificado por Bureau Veritas.
- Registro empresa externa acreditado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).
- Registro de empresas acreditadas en el sector de la construcción (REA).
- Registro de proveedores REPRO.
- Certificación personal de ensayos no destructivos (AEND).
- Certificado de homologación de soldadores.
- Plan de gestión medioambiental.

CONTACTO

www.mecanol.com / mecanol@mecanol.com

96 23 00 507

Calle del Textil, 18 46340 - Requena, Valencia



MEDIDAS AMBIENTALES

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4.4
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	10.2
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.3.1
14	Apoyo a Operación	14.5

Experiencia

Plan de Vigilancia Radiológico Ambiental de las CC.NN. Santa María de Garoña, Cofrentes, Almaraz, Trillo, Ascó y Vandellós II.

Plan de Vigilancia de Aguas Subterráneas y Aguas de Vertido de José Cabrera.

Evaluación de impacto ambiental de planes y programas urbanísticos (Madrid 2012, soterramiento M-30 Madrid, Hospital Sanitas La Moraleja), plantas industriales (Casbega, Soto de Mozanaque, cementera Teruel).

Implantación y auditoría de Sistemas de Gestión de Calidad en CN Santa María de Garoña, Universidad de Córdoba.

Formación del personal.

CONTACTO

www.medidasambientales.com / amartinc@eulen.com

91 631 08 00 – 91 631 39 02 – 628 72 62 35

Gobelas, 25 - 28023 Madrid

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.2.1, 11.2.2
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.2
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Suministro turbinas CC.NN. españolas.

- 1975 – 1984: Almaraz 1 y 2, Lemoniz 1 y 2, Ascó 1 y 2, Sayago, Trillo, Vandellós
- 1995 – 1999: Retrofit Ascó 1 y 2, Almaraz 1 y 2, Vandellós 2.

CONTACTO

www.navantia.es / jmdiazb@navantia.es
 981 33 19 60
 Fábrica de Turbinas – Apartado nº 1 - 15480 Ferrol, A Coruña

PGS ENRIQUE MARÍA HIERRO

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

15 años de experiencia en el suministro de Equipos, Repuestos & Servicios a todas las C.N. españolas como Agente de Compras y Representante de los siguientes productos & compañías:

- Generadores Diesel de Emergencia, Engine Systems Inc. (ESI),
- Turbina Terry de alimentación de agua de emergencia, Dresser-Rand (D-R),
- Baterías de Enfriamiento, Aerofin,
- Cables Nucleares P/Fuerza e I&C, Rocbestos (RSCC),
- Válvulas Solenoide Piloto, Automatic Valves (AVCO),
- Actuadores P/Válvulas Hidráulicos, Neumáticos & Eléctricos (Rotork-R. A. Hiller),
- RTD s, Termopares & Transmisores de Ta, Weed Instrument, etc.

Desarrollo de un Programa Auditado de G.C., EMH 01, para el suministro de todo tipo de materiales Relacionados con la Seguridad.

Dispone de Forwarder Internacional para el transporte y suministro DDP de todo tipo de materiales.

CONTACTO

www.pgsemh.es / emh@pgsemh.es

91 87 33 564

Perdíz, 29 - 28510 Campo Real, Madrid

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	10.2
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	14.1

Experiencia

Cursos de formación en Protección Radiológica a distintos niveles en Centrales Nucleares e instalaciones radiactivas desde 1984 (U.T.P.R).

Servicios de apoyo en Protección Radiológica a Centrales Nucleares en operación normal y recargas de combustible desde 1984 (U.T.P.R).

Servicios de apoyo en Protección Radiológica en desmantelamientos (U.T.P.R.)

Emergencias nucleares y radiológicas.

CONTACTO

www.eulen.com/Apartados.aspx?hid=64 / proinsa@eulen.com
 91 631 04 33 – 902 355 366
 Gobelas, 25-27 - Urbanización La Florida - 28023 Madrid

REVESTIMIENTOS ANTICORROSIVOS INDUSTRIALES (REVANTI)



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	8.2.6, 8.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Trabajos de pintura y revestimientos especiales en todo tipo de superficies.

Mantenimiento en CC.NN.: Almaraz, Cofrentes, Zorita, Ascó y Vandellós (España); PE Civaux, PE Golfech (Francia); Laguna Verde (Méjico).

Rehabilitación de numerosas instalaciones no nucleares.

Tratamiento de hormigones.

Servicios especializados: shot peening, protección pasiva contra el fuego, metalización, recuperación de equipos y maquinaria, encintado de tuberías.

CONTACTO

www.revanti.com / info@revanti.com

963 540 300

Av. de las Cortes Valencianas, 58. Sorolla Center, local 10 - 46015 Valencia

RINGO VÁLVULAS



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	8.2.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.2.2
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

- Suministrador actual de válvulas nucleares a todas las CC. NN. españolas (desde 2001 hasta 2010).
- CN Ringhals. Suministrador válvulas activas clase I, II y III (años desde 2005 hasta 2010).
- CN Koeberg. Suministrador válvulas clase II. Años 2008 y 2010.
- CN OKG. Suministrador válvulas clase II y III. Años 2005 a 2010.
- CN Forsmark. Suministrador válvulas clase II y III.
- CN Doel. Suministrador válvulas clase II. Año 2009.
- CN Tihange. Suministrador válvulas clase II. Año 2011.
- CN Atucha III. Suministrador válvulas clase. Año 2011.
- Suministrador a CN Laguna Verde, Mochovce IV, Qinshan II, Atucha. Años 2002 al 2010.

CONTACTO

www.ringospain.com

976 45 49 40

Romero, 6 – Polígono Industrial Empresarium - 50720 Zaragoza

SENER INGENIERÍA Y SISTEMAS **SENER**

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1.1
2	Estudios de Emplazamientos	2.1, 2.2, 2.2.1, (2.2.2), 2.3
3	Selección de Tecnología	3
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	(4.1), (4.2.1), (4.2.2), 4.4, (4.6)
5	Dirección de Proyecto	(5.1), 5.2
6	Ingeniería y Diseño	6.1, (6.2.1)
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7.1, 7.2
8	Construcción y Montaje	(8.1), (8.3)
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	(13.1), (13.2)
14	Apoyo a Operación	(14.2), (14.3)

Experiencia

Participación en el proyecto ESS: estudios de viabilidad, emplazamiento, ingeniería y diseño.

Participación en el proyecto ITER: estudios de emplazamiento, ingeniería y diseño.

Participación en la construcción de las centrales nucleares de Lemóniz, Cofrentes, Garoña.

Para centrales de ciclo combinado, experiencia en estudios de emplazamiento, ingeniería y diseño, aprovisionamiento e inspección de suministradores.

Participación en el diseño del European Sodium Fast reactor (ESFR) para la Comisión Europea dentro del VII Programa Marco. Actividades del BOP. Estudio de sistemas de conversión de energía innovadores, robótica, optimización del sistema de evacuación de calor en el circuito primario.

CONTACTO

www.sener.es

91 807 7000

Severo Ochoa, 4-PTM - 28760 Tres Cantos, Madrid

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1.2, 6.1.3
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	8.2.2, 8.2.4, 8.2.6
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.1, 13.2
14	Apoyo a Operación	14.1.2, 14.3

Experiencia

Apoyo en la ingeniería de las Centrales para las modificaciones de diseño y/o mejoras, en CN Cofrentes, Almaraz, Trillo.

Diferentes trabajos de montaje en todas las recargas de CN Cofrentes, Almaraz, Trillo y varias recargas en CN Garoña.

Diseño, fabricación, montaje, puesta en marcha y mantenimiento de los Sistemas de Analizadores.

Colaboración en la realización, supervisión y seguimiento de gamas y procedimientos tanto de electricidad como de I & C, tanto en la puesta en marcha como en el mantenimiento de CN Cofrentes, Trillo, así como las puestas en marcha después de las diferentes recargas en casi todas las CC.NN.

Participación con personal de equipos eléctricos y de I&C en la P.M. de C.N. Cofrentes, C.N. Trillo, así como las P.M. después de las diferentes Recargas.

Apoyo en la elaboración y ejecución de procedimientos relacionados con monitores de radiación.

Ejecución de diversas OCP's tanto eléctricas como de I&C relacionadas con la seguridad y mejora de la planta (adecuación control de turbina Mark IV, revisión de LPRM's, actualización de sistemas a fibra óptica...; así como las relacionadas con el control radiológico de planta (detectores y pórticos).

CONTACTO

www.services-ges.es / siemsaeste@siemsa.gamesa.es
 963 700 761
 Plg. Ind. Vara de Quart. Cl. dels Ferrers, 1 - 46014 Valencia

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1.1, 1.3
2	Estudios de Emplazamientos	2
3	Selección de Tecnología	(3)
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4.1, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6
5	Dirección de Proyecto	(5.1), 5.2, 5.3
6	Ingeniería y Diseño	6
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8.1, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.4, 8.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.1, 13.2
14	Apoyo a Operación	14.1, 14.3

Experiencia

Dilatada experiencia en el apoyo a licencia de Centrales Nucleares en operación (CN José Cabrera desde 1996 hasta 2009): documentación de licencia, estudios de seguridad nuclear y modificaciones de diseño. Licenciamiento de nuevos proyectos nucleares como el ATI y el desmantelamiento de CN José Cabrera, incluyendo el estudio de impacto ambiental.

Amplia experiencia en la construcción de centrales convencionales (ciclo combinado, carbón, hidráulica, eólica, fotovoltaica, diesel), en todas las fases del proyecto, tanto como ingeniería de la propiedad como constructor, desde el estudio de viabilidad hasta la puesta en servicio.

CONTACTO

www.socoin.es / socoin@socoin.es

91 257 80 00

Centro Empresarial La Finca – Pº del Club Deportivo 1, Edificio 5 - 28223 Pozuelo de Alarcón, Madrid

TAMOIN POWER SERVICES



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	8.2.2, 8.2.3, 8.2.4
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13.2
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Montaje de equipos eléctricos (realizado por otras empresas del Grupo – TME, Tamoin Mantenimientos Especiales) en CN Almaraz y CN Trillo. Año 2009.

Montaje de equipos mecánicos en CN Almaraz, CN Ascó, CN Vandellós, CN Trillo, CN Cofrentes, CN Santa María de Garoña, CN Lemóniz, CN Laguna Verde (México), CN Valdecaballeros y CN Zorita. Desde 1968 hasta la fecha.

Montaje de I&C (realizado por otras empresas del Grupo – TME, Tamoin Mantenimientos Especiales) en CN Almaraz, CN Ascó, CN Trillo y CN Vandellós. 2009.

Apoyo a puesta en marcha en CN Trillo, 1985.

CONTACTO

www.tamoin.com / gsanz@grupotamoin.com; pbar@grupotamoin.com
 94 435 65 50
 Ribera de Axpe, 47 - 48950 Erandio, Vizcaya

TECNALIA



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.2.9
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

La Unidad de Energía de Tecnalia tiene experiencia en diversos aspectos como:

- Evaluación de la Calidad y del Comportamiento de Materiales en Condiciones de Servicio.
- Ensayos de equipos eléctricos y electrónicos.
- Control de calidad de materiales y componentes para aplicaciones energéticas.
- Análisis de Fallos de Materiales, Corrosión...
- Materiales para Almacenamiento de Residuos.

CONTACTO

www.tecnalia.com / inaki.azkarate@tecnalia.com

902 76 00 00

Parque Tecnológico de Miramón – C/ Mikeletegi Pasealekua 2 - 20009 Donostia-San Sebastián

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	(3)
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4.2.1, 4.2.2
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1.3, 6.2
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7
8	Construcción y Montaje	8.2.4
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	10
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	13
14	Apoyo a Operación	14

Experiencia

Amplia experiencia en formación de personal.

Tecnatom es Centro de Formación del sector eléctrico español, habiendo formado a multitud de gestores y personal de construcción de Centrales Nucleares y térmicas convencionales (gas, carbón, etc.).

Amplia experiencia en ingeniería de factores humanos e interfase hombre-máquina.

Suministro de sala de control: Lungmen 1&2 (Taiwan). STP 3&4 (USA). Fuqing 1&2 (China). Fangjiashang 1&2 (China). Hainan 1&2 (China). Proyecto SBWR, AP1000, ABWR. Otros proyectos en China y USA.

Suministro de simuladores: Centrales Nucleares españolas. Laguna Verde 1&2 (Méjico). Atucha 2 (Argentina). Angra 1 (Brasil). Lungmen 1&2 (Taiwan). Fuqing 1&2 (China). Fangjiashang 1& 2 (China).

Amplia experiencia en ISI: Centrales Nucleares españolas y más de 20 países en el mundo.

Apoyo a puesta en marcha: Centrales Nucleares españolas. Lungmen 1&2 (Taiwan). AP1000.

Apoyo a operación: Centrales Nucleares españolas.

Apoyo en cálculos de accidentes y PR, en Centrales Nucleares españolas.

CONTACTO

www.tecnatom.es / jortega@tecnatom.es

91 659 86 00

Avda. Montes de Oca, 1 - 28703 San Sebastián de los Reyes, Madrid

THUNDER ESPAÑA SIMULACIÓN

Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4.2.2
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.2
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	10.1, 10.2
11	Fabricación de Componentes	
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Soporte a APS Nivel II de CN Garoña con MAAP. Universidad de Cantabria. 1996-2001.

Emulación de diversos DCS (GE Mark VI, Bailey Infi 90, Foxboro...) para CC.NN. estadounidenses (Hope Creek, Calvert Cliffs, Davis Besse...) bajo contrato con Corys Thunder Inc. 2009-2011.

> 10 años de experiencia previa en simuladores (Universidad de Cantabria, RNI Technologies Inc., GSE Systems Inc., Corys Thunder Inc.)

Diseño y desarrollo de nueva sala de control totalmente computerizada para el Technical Training Center de la US NRC bajo contrato con Corys Thunder Inc. 2010-2011.

Contrato marco con Corys Thunder Inc. (el mayor proveedor de servicios para simuladores de entrenamiento en EE.UU.). Modelado de sistemas hidráulicos, eléctricos y de control, interfases gráficas, plataforma de simulación y aplicaciones. 2009-2011.

CONTACTO

www.thunderesp.com / mario.garces@thunderesp.com

942 764 984

Avenida de los Castros s/n, CDTUC Fase A (Industriales) - Mod. 20739005 Santander

TUBACEX



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	
8	Construcción y Montaje	
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.1.5, 11.2.6, 11.2.9
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

- diseño ruso año 2009.
- Intercambiadores de calor: clientes varios en Europa, incluyendo ENSA. Tubo de intercambiador clase 2 reactor EPR. Proyectos Okiluoto y Taishan. Años 2008 y 2009.
- Clientes en todo el mundo en piping secundario para plantas de diseño ruso, Areva, Doosan, Westinghouse, GE, Siemens, Candu desde el año 1997.

CONTACTO

www.tubacex.es / sales@tubacex.es
94 671 93 00
Tres Cruces, 8, PO Box 22 - 01400 Llodio, Alava

VECTOR & WELLHEADS ENGINEERING



Actividades

1	Estudios de Viabilidad y Preliminares	1.3
2	Estudios de Emplazamientos	
3	Selección de Tecnología	3.1, 3.3
4	Apoyo a Licenciamiento y Permisos	4.3
5	Dirección de Proyecto	
6	Ingeniería y Diseño	6.1, 6.1.1
7	Aprovisionamiento e Inspección de Suministradores	7.1, 7.2
8	Construcción y Montaje	8.2.3
9	Programas y Procedimientos de Garantía de Calidad	9
10	Formación y Entrenamiento	
11	Fabricación de Componentes	11.2.2
12	Aprovisionamiento y Fabricación de Combustible	
13	Puesta en Marcha	
14	Apoyo a Operación	

Experiencia

Actividades relacionadas con la fabricación, suministro y montaje de válvulas de tipo nuclear.

Cualificación del personal según código ASME secciones III y V para fabricación de válvulas nucleares.

Ensayos END según SNT-TC-1A o UNE-EN 4732000.

Referencias:

- CN Cofrentes (2004). Adquisición válvulas OPC-4357. Válvulas de bola 1"-2" 1500# Clase nuclear C.
- CN Cofrentes (2009). Adquisición válvulas OPC-4357. Válvulas de compuerta paso total 3/4"-1" 1500#. Clase nuclear ND.
- NPC India. Válvulas globo fuelle, retención clapeta, mariposa, control. Tamaños desde 1" hasta 3", 1500#. Clase nuclear ASME III NB. (2007-2010).
- Especificaciones para válvulas clase nuclear I (Trillo y Ascó-Vandellós) en la parte correspondiente a valvulería.

CONTACTO

www.vectorvalves.com / info@vectorvalves.com

902 19 60 92 – 976 46 27 89

Autovía Zaragoza, km 13 – Polígono El Águila, naves 103 a 10550180 Utebo, Zaragoza

CAPACIDADES
ESPAÑOLAS PARA
AFRONTAR UN NUEVO
PROYECTO NUCLEAR

