

JOSÉ RAMÓN ARMADA - ALEJANDRO RODRÍGUEZ

PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO Y CLAUSURA DE LA CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLOS I. MEMORIA DE ACTIVIDADES

INFORMACIÓN DE CONTEXTO

La central nuclear de Vandellòs I, propiedad de la compañía Hispano Francesa, S.A. (Hifrensa), se puso en marcha en 1972, y su parada definitiva tuvo lugar en el mes de octubre de 1989, tras 17 años de servicio con una producción de energía acumulada de 55.647 GWh. Se encuentra situada en la costa mediterránea, concretamente en Tarragona, en el término municipal de Vandellòs-Hospitalet de l'Infant, a unos 40 kilómetros de la capital de la provincia. La potencia eléctrica instalada era de 497MW.

Esta central nuclear es la única central española que pertenece a la familia de las que utilizan uranio natural como combustible; grafito como moderador, y CO₂ como fluido refrigerante. En la práctica responde a un modelo europeo, el de las centrales nucleares de uranio natural-grafito-gas desarrollado por el Reino Unido y Francia, y su diseño está basado en un proyecto elaborado conjuntamente por Electricité de France (EDF) y el Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA). La central nuclear de Vandellòs I es un duplicado de la central francesa de Saint Laurent des Eaux.

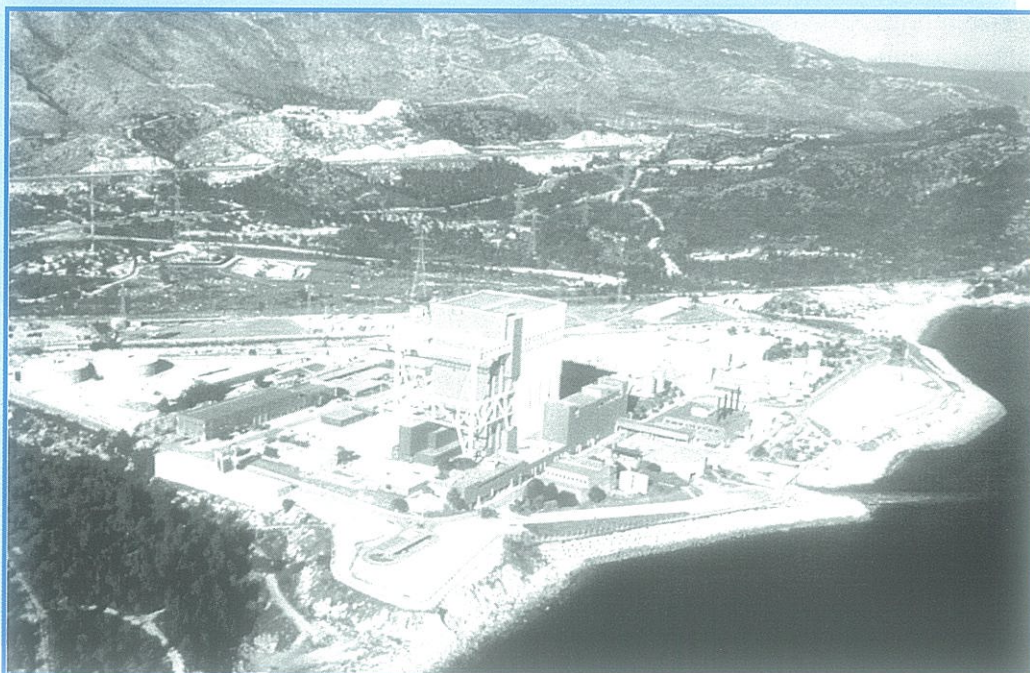
La central quedó fuera de servicio en 1989 a consecuencia de un incendio, ocurrido el 19 de octubre de ese mismo año, que produjo daños en las instalaciones convencionales, circunstancia que llevó al Ministerio de

Industria y Energía a ordenar, en el mes de noviembre de 1989, la suspensión del permiso de explotación.

A partir de ese momento la central se situó en condición de parada, a la espera de los resultados de los informes sobre causas y efectos del incendio, así como de los estudios y dictámenes técnicos que se habían iniciado con vistas a su posible recuperación. La dirección general de la Energía, tras la realización y el análisis de estos informes, determinó mediante una orden

ministerial, en julio de 1990, suspender definitivamente el permiso de explotación, al mismo tiempo que fijaba las condiciones en que Hifrensa debía acometer la fase previa a su desmantelamiento, para mantener a la central en parada segura, retirar el combustible gastado del emplazamiento y acondicionar otros residuos originados durante el funcionamiento de la central. De acuerdo con la Orden Ministerial, Hifrensa retiró y envió a Francia, para su re-proceso, el combustible gastado (residuos

Vista aérea



radiactivos de alta actividad) generado en esta central, acondicionando los residuos radiactivos de baja y media actividad del proceso (grafito de silos y otros).

En dicha orden ministerial se pedía a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) la elaboración de un Plan de Desmantelamiento y Clausura para ser sometido a la aprobación del Ministerio de Industria y Energía. También se estipulaba que cuando el Plan fuese aprobado por el Ministerio, previo informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear, se faltaría a Enresa para asumir la condición de "explotador responsable" de la central, para llevar a cabo los trabajos de desmantelamiento. Enresa presentó, en junio de 1991, ante el Ministerio de Industria y Energía, un documento en el que se analizaban las distintas alternativas existentes para la clausura de dicha central, así como las propuestas más viables, teniendo en cuenta los diversos aspectos que condicionan el desmantelamiento. En 1992, la dirección general de la Energía, previo informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear, aceptó la alternativa de desmantelamiento propuesta por Enresa, que consiste básicamente en el desmantelamiento de todas las estructuras, equipos y componentes de la central, excepto el cajón del reactor nuclear y otros elementos de protección.

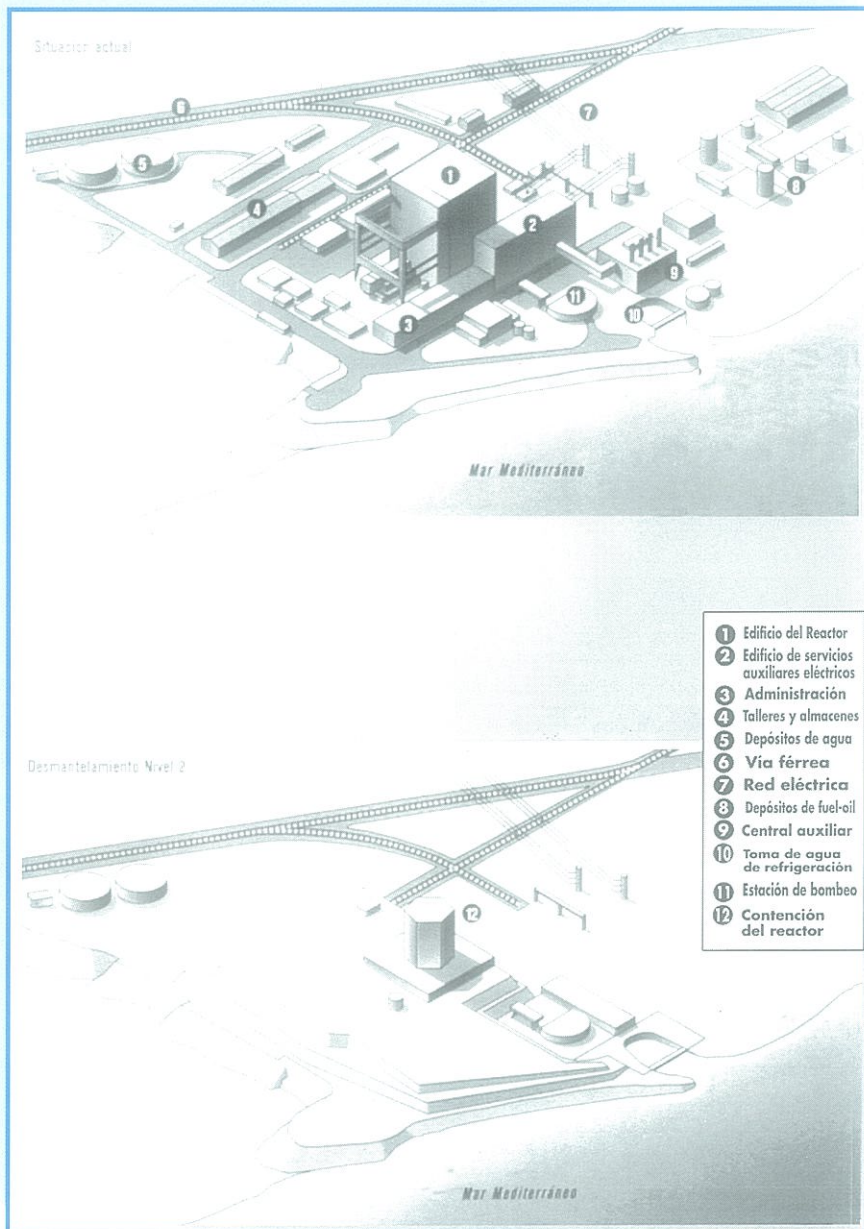
De manera simultánea, el Ministerio de Industria y Energía requería a Enresa para que presentase, en un plazo máximo de 18 meses, un Plan de Desmantelamiento y Clausura. En cumplimiento de esta resolución, Enresa presentó, en mayo de 1994, el Plan de Desmantelamiento de la Central de Vandellós I ante la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía de Tarragona. Una vez aprobado el Plan por el Ministerio de Industria y Energía, previo informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear y declaración de impacto ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, Enresa asumirá la condición de "explotador responsable" de la central nuclear hasta la finalización de las obras. Posteriormente, Hifrensa como propietaria de la central se hará cargo de la parte liberada del emplazamiento, previa comprobación por parte de las autoridades, Consejo de Seguridad Nuclear y Ministerio de Industria y Energía, de que los trabajos realizados por Enresa se ajustan al Plan de Desmantelamiento. La central nuclear de Vandellós I es la primera central que se desmantela en nuestro país, y una de las primeras centrales comerciales de potencia que se desmantela en el mundo.

PROCESO SEGUIDO PARA LA OBTENCIÓN DEL PERMISO DE DESMANTELAMIENTO

ALTERNATIVAS PARA EL DESMANTELAMIENTO

La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA), como paso previo a la presentación del Plan, llevó a cabo distintos estudios preli-

Concepto de desmantelamiento de la central



minares sobre la situación de la instalación, de las tecnologías disponibles, así como las experiencias de desmantelamiento y clausura que se estaban efectuando con centrales similares a la de Vandellós I, en otros países.

• 17 de Junio de 1991. Enresa presenta, al Ministerio de Industria y Energía, un documento, titulado "Informe sobre las alternativas para el Desmantelamiento de la central nuclear de Vandellós I. Propuesta de Actuación", en el que se sistematizaba toda la información para que el Ministerio pudiese decidir sobre las alternativas presentadas y la propuesta de actuación incluida.

En dicha propuesta de actuación se contemplaban tres opciones para el desmantelamiento de la central. En la primera, se proponía el mantenimiento de la central en la situación de

parada definitiva. En la segunda, la alternativa era el desmantelamiento en una primera fase de los elementos convencionales y activos de la instalación, así como aquellos elementos que dejan de ser útiles para la protección. El desmantelamiento total se efectuaría después de un periodo de espera -latencia-, y conllevaría la liberación total del emplazamiento. La tercera opción abogaba por el desmantelamiento total inmediato de la instalación dejando el emplazamiento en condiciones radiológicas tales que pudiera ser liberado sin ningún tipo de restricción.

En el informe se evaluaban las distintas alternativas, decantándose por la opción segunda, dada las ventajas que ofrecía desde el punto de vista de factibilidad y disponibilidad de tecnologías, de volumen reducido de gestión

de residuos, así como por el menor impacto radiológico y por factores económicos. Esta opción es similar a la adoptada en otros países de nuestro entorno.

- **27 de Noviembre de 1992.** Una vez evaluado el informe, y tras el visto bueno del Consejo de Seguridad Nuclear, la dirección general de la Energía emite una resolución por la que se acepta la alternativa propuesta por Enresa para el desmantelamiento de la central nuclear de Vandellós I y se identifica la documentación que deberá contener el Plan de Desmantelamiento y Clausura de la misma (PDC).

De una manera sintética esta alternativa contempla una fase previa, y dos niveles de desmantelamiento. En la fase preliminar, en la que Enresa acondiciona la instalación para poder acometer con seguridad el desmantelamiento. Posteriormente Enresa en una primera etapa, efectuará el desmantelamiento y demolición de los edificios y estructuras de la central, excepto el cajón del reactor, que quedaría aislado, y una segunda etapa, en la que se desmantelará el cajón así como el propio reactor, una vez transcurrido el periodo de espera, que puede oscilar según los países de 30 a 130 años, y que en el caso concreto de la central de Vandellós será de 30 años. Efectuada esta segunda fase, quedará liberado totalmente el emplazamiento.

De acuerdo con la terminología acuñada por el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), se establecen tres niveles en el proceso de desmantelamiento de centrales nucleares:

Nivel 1: Define el periodo inmediatamente posterior a la parada final de una central nuclear y cubre el proceso de dejar la planta en condiciones seguras, retirar el combustible gastado, los residuos de operación y aquellos edificios auxiliares que no se necesiten en adelante.

Nivel 2: Tiene como objetivo desmantelar los edificios y plantas exteriores al blindaje biológico. Los residuos radiactivos resultantes se almacenan fuera del emplazamiento y el reactor se sella.

Nivel 3: Comprende la retirada del reactor nuclear con su blindaje biológico y la rehabilitación final del emplazamiento dejándolo libre de uso.

- **25 de Mayo de 1994.** Enresa presenta al Ministerio de Industria y Energía, para su aprobación, el Plan de Desmantelamiento y Clausura de la Central Nuclear de Vandellós I, en cumplimiento de lo dispuesto en la resolución del 27 de Noviembre de 1992.

- **29 de Febrero de 1996.** Enresa presenta a la Comisión de las Comunidades Europeas el documento "Datos Generales sobre el Plan de Gestión de Residuos Radiactivos en el desarrollo del Proyecto de Desmantelamiento y Clausura de la Central de Vandellós I" para cumplir con el seguimiento de información exigido por el EURATOM.

- **6 de Septiembre de 1996.** La Comisión de las Comunidades Europeas emite su dictamen

favorable relativo al documento presentado por ENRESA el 29 de Febrero de 1996.

- **30 de Abril de 1977.** El Consejo de Seguridad Nuclear, emite su apreciación favorable al Plan de Desmantelamiento y Clausura presentado por Enresa, acompañada de los condicionantes a los que deberá sujetarse la ejecución del Plan.

DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

De manera simultánea a la realización del informe sobre las alternativas para el desmantelamiento de la central, Enresa solicita del Ministerio de Industria y Energía información sobre la normativa ambiental a contemplar en el Plan.

- **23 de Junio de 1995.** El Ministerio de Industria y Energía informa a Enresa que el Plan de Desmantelamiento y Clausura de la central de Vandellós I, debe someterse a la Declaración de Impacto Ambiental, por lo que Enresa deberá iniciar el procedimiento que se establece en la normativa correspondiente.

- **5 de Julio de 1995.** Enresa inicia el procedimiento con el envío al Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (MOPTMA) y al Ministerio de Industria y Energía de la llamada "Memoria resumen" del Proyecto.

A lo largo de los meses siguientes, la "Memoria Resumen" del proyecto es enviada por el MOPTMA a consultas de organismos, instituciones y administraciones. Dichas consultas son comunicadas por el MOPTMA a Enresa, para que se tengan en cuenta en la redacción del Estudio de Impacto Ambiental.

- **5 de Septiembre de 1996.** Enresa presenta al Ministerio de Medio Ambiente el Estudio de Impacto Ambiental.

- **14 de Diciembre de 1996.** El Ministerio de Medio Ambiente emite una Resolución por la que se somete a trámite de información pública el Estudio de Impacto Ambiental.

- **24 de Febrero de 1997.** El Ministerio de Medio Ambiente comunica a Enresa que como consecuencia del proceso de información pública al que se ha sometido el Estudio de Impacto Ambiental del Plan de Desmantelamiento y Clausura de la central nuclear de Vandellós I, no se han recibido alegaciones al mismo.

De acuerdo con el Estudio Ambiental los impactos del proyecto de desmantelamiento sobre los distintos elementos del medio se consideran compatibles, siendo la solución adoptada la óptima ya que los posibles impactos sólo afectará temporalmente durante la etapa de ejecución del desmantelamiento.

El documento establece las implicaciones ambientales del proyecto, destacando que, el impacto producido sobre el suelo se restringe al propio emplazamiento donde se efectúan demoliciones y rellenos; en cuanto a las aguas subterreas no se prevé ningún impacto no radiológico significativo; no se prevé impactos directos sobre la fauna y flora, ni sobre la demografía, y los sistemas territoriales

También se señala en el estudio que el impacto sobre el paisaje, así como el impacto sobre el uso del suelo, puede considerarse un efecto positivo dado que al final de las obras un porcentaje significativo del terreno ocupado será liberado para cualquier uso.

El Estudio de Impacto Ambiental determina una serie de medidas correctoras propuestas para minimizar en lo posible los impactos previstos desde el punto de vista radiológico, tanto en la demolición y trituración del hormigón, como en la acumulación de materiales, y la utilización en dichas labores de personal con experiencia, evitando así riesgos innecesarios. También se contempla aplicar una serie de medidas para evitar situaciones de impacto radiológico al exterior de la instalación.

Por otra parte, el propio Plan de Desmantelamiento y Clausura de la central nuclear de Vandellós I prevé el establecimiento de programas de vigilancia en función de los aspectos radiológicos o convencionales a vigilar. Entre estos programas se encuentra el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), y el Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA).

La finalidad del PVA, es verificar el cumplimiento de las medidas correctoras durante el desmantelamiento, prever los posibles impactos, y hacer un seguimiento de la efectividad de corrección de las medidas empleadas. Por su parte con el establecimiento del PVRA se busca verificar que se cumple el programa de control de efluentes y emisiones con posible impacto radiológico.

LICENCIA DE OBRAS

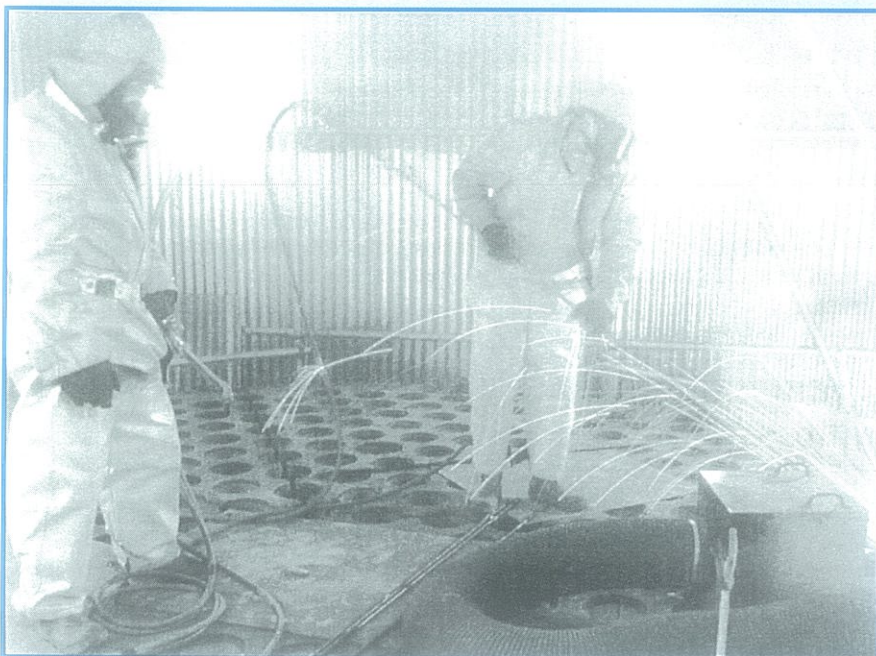
Dentro de esta cronología de pasos técnico-administrativos dados por Enresa para obtener el permiso de desmantelamiento, el 27 de Diciembre de 1996, se presenta al Ayuntamiento de Vandellós el Proyecto de Ejecución del Plan de Desmantelamiento y Clausura de la central nuclear de Vandellós I, para que le sea concedida la licencia de obras y la licencia de actividad clasificada.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO ACEPTADO

Como hemos señalado anteriormente, después de un análisis exhaustivo, y tras valorar las distintas alternativas la opción aceptada por el Ministerio de Industria y Energía para el desmantelamiento y clausura de la central de Vandellós I, estipula, que una vez evacuado el combustible gastado y acondicionados los residuos radiactivos de operación, se efectuará el desmantelamiento de casi todas las estructuras y componentes externos al cajón del reactor, salvo los que aseguran el confinamiento del propio cajón hasta que finalice el periodo de latencia.

Esta opción ofrece una serie de ventajas frente a otras alternativas, entre las que cabe destacar, la no existencia de riesgo de accidentes por fallo de operación de componentes, al ser

WAGR. Winscale (Reino Unido). Corte blindaje radiológico.



Para poder llevar a cabo la ejecución del proyecto se han establecido distintas fases.

FASE DE PREPARACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

Durante esta fase se llevarán a cabo una serie de actividades preparatorias que son necesarias antes de comenzar el desmantelamiento propiamente dicho. Consisten fundamentalmente en la puesta en servicio de sistemas e instalaciones, algunas de las cuales son de nuevo diseño (suministro y distribución eléctrica) y, en otros casos suponen la realización de determinadas modificaciones en los sistemas existentes (sistema de ventilación, aire comprimido, etc...), para adaptarlos a los requerimientos del Plan de Desmantelamiento y Clausura. Igualmente en esta fase se desmontan algunos elementos convencionales por su interferencia con los trabajos preparatorios mencionados.

FASE DE EJECUCIÓN DEL DESMANTELAMIENTO

Esta fase se iniciará una vez realizadas las actividades preparatorias, con las que existe una

un sistema pasivo; no existe generación de residuos secundarios, y los costes de implantación, vigilancia y conservación son reducidos.

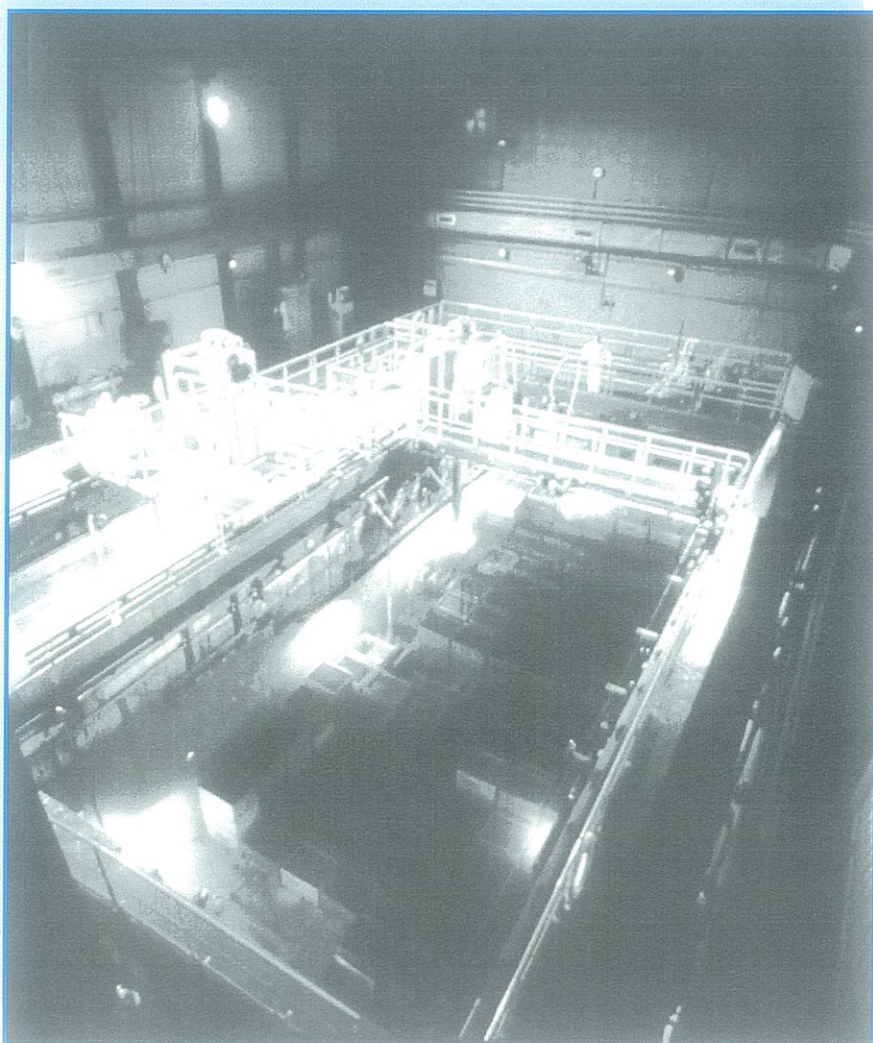
De acuerdo con el proyecto, el cajón del reactor se aislará convenientemente, procediendo al cierre y sellado de las diferentes conexiones con el exterior. La actividad residual en él contenida quedará aislada, e ir decreciendo con el tiempo. Está previsto llevar a cabo una serie de actividades encaminadas a mantener el cajón en una condición segura, entre ellas, la realización de estudios de conservación y degradación de las estructuras, el sellado y bloqueo de penetraciones y la definición e implantación de los sistemas de vigilancia, control y plan de mantenimiento que se considere necesario para garantizar el aislamiento seguro del cajón durante el periodo de latencia.

El emplazamiento se mantendrá bajo vigilancia, permaneciendo las instalaciones remanentes dentro de los nuevos límites del emplazamiento que habrá sido reducido a un 20% de la superficie inicial.

Desde el punto de vista técnico y operativo, el proyecto de desmantelamiento se considera técnicamente viable ya que el mismo se podrá acometer con tecnologías sencillas, disponibles en nuestro país, así como con metodologías y herramientas de trabajo largamente experimentadas.

Los países europeos de nuestro entorno plantean estrategias semejantes a la propuesta de Enresa, el único punto de diferenciación es el tiempo de espera, que varía entre los diferentes países, desde los 30 años en Alemania, a los 50 años en Francia y, hasta los 130 años, como propone el Nuclear Electric en el Reino Unido. En Estados Unidos, el organismo regulador permite, para reactores de potencia, periodos de vigilancia máximo de 60 años, salvo si se justifican periodos mayores por motivos de seguridad.

Piscina Almacenamiento combustible gastado. Tarragona



interfase determinada, y terminar con la demolición o liberación de los edificios y estructuras no necesarios para la fase de latencia. Estas actividades constituyen el núcleo central del proyecto de desmantelamiento.

Desmontaje de Componentes Convencionales

Entre las actuaciones contempladas para efectuar esta fase, cabe señalar, las de **Desmontaje de Componentes Convencionales**, que se aplicarán a todas las estructuras, equipos y componentes no requeridos para la latencia, localizados en zonas no radiológicas y que, por tanto, no hayan estado en contacto con fluidos ni con ambientes radiactivos.

En este caso se trata de componentes no contaminados, ubicados en zonas no radiológicas y que por tanto pueden ser desmontados mediante técnicas convencionales y ubicados sin restricciones en lugares de depósito temporal, hasta su evacuación fuera del emplazamiento.

Desmantelamiento de Partes Activas

Por su parte, el **Desmantelamiento de Partes Activas** comprende las actividades relacionadas con las operaciones de desmontaje, segregación y traslado de los elementos localizados en zonas con implicaciones radiológicas. Se incluye aquí tanto las operaciones de corte y desensamblaje como otras actividades complementarias, entre ellas, señalización de componentes, acondicionamiento de locales o separación de materiales. No se incluyen en el plan de desmantelamiento de partes activas los trabajos de desmantelamiento del cajón del reactor y sus estructuras internas. En paralelo el desmontaje se procede a aislar dicho cajón taponando todas sus conexiones.

Las labores relativas al desmantelamiento de partes activas, por las implicaciones radiológicas de sus componentes, estarán reguladas por un manual que contemple los medios de protección y prevención de los riesgos radiológicos asociados.

En función de la alternativa elegida de desmantelamiento, los edificios no necesarios para la fase de espera serán desclasificados y posteriormente demolidos. A continuación se rellenarán las fosas existentes con los escombros generados en la demolición -sin radiactividad-, y se procederá a nivelar, compactar y reperfil el terreno resultante.

Gestión de Residuos

Está previsto realizar una clasificación de los materiales generados en el desmantelamiento de acuerdo con los siguientes grupos: materiales no contaminados; materiales débilmente contaminados que puedan ser objeto de descontaminación, y residuos ra-

diactivos constituidos por el resto de los materiales contaminados.

La gestión de los residuos se basa en un buen conocimiento de la situación previa al desmantelamiento, para lo cual se dispone de un mapa radiológico de la instalación. Las técnicas a emplear son conocidas y no difieren de las utilizadas habitualmente en el campo de la gestión de los residuos radiactivos. Enresa manejará durante las labores de desmantelamiento un flujo cercano a las 296.000 toneladas de materiales limpios, de las cuales alrededor de unas 50.000 toneladas son elementos no contaminados procedentes de zonas activas y el resto procedentes de zonas inactivas de la instalación. En las labores de desmantelamiento se generará unas 2.000 toneladas de residuos radiactivos de baja y media actividad, que serán debidamente acondicionados para su expedición.

FASE FINAL

Al finalizar las labores de la fase anterior, y gestionados los materiales procedentes de dichas operaciones, el emplazamiento tendrá la siguiente configuración: el cajón del reactor estará aislado, con el taponamiento de todas sus penetraciones y canales de acceso, manteniendo sólo las funciones de vigilancia de las condiciones ambientales y radiológicas de su atmósfera interna. El actual emplazamiento será reducido hasta unos límites mínimos, permaneciendo en él solamente el edificio del reactor y otras dependencias auxiliares.

La etapa final de la fase de ejecución comprende todas aquellas actividades que tienen como objetivo preparar el emplazamiento, instalaciones y estructuras que queden, para la fase de espera.

Una vez finalizada la fase de ejecución, el cajón del reactor quedará aislado de manera definitiva, llevándose a cabo las actividades necesarias para preparar la instalación para la fase de espera. Entre estas actividades cabe destacar, la realización de nuevas instalaciones, la implantación de sistemas necesarios para la latencia, y la caracterización radiológica final, desclasificación de la mayor parte del emplazamiento y configuración final del mismo.

DATOS RELEVANTES DEL PROYECTO

• Movimiento de materiales	296.000 t.
No contaminados	244.000 t. de zonas inactivas
Residuos Radiactivos	50.000 t. de zonas activas
• Grafito activado	2.000 t.
En cajón de reactor	2.500 t.
Acondicionado procedente de silos	1.000 t.
• Mano de Obra	
Período Valle	150 personas
Período Punta	260 personas
• Duración estimada de las obras	5 años
• Previsión de inicio de las obras	Octubre 1.997



Alejandro RODRÍGUEZ es Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid. Ha realizado diversos cursos de postgrado y diplomaturas relacionados con Gestión de Proyectos y Análisis de Seguridad de CC.NN.

Ha sido profesor de diferentes cursos relacionados con la energía nuclear y residuos radiactivos, y publicado diversos artículos sobre estos temas.

Inició su carrera profesional en 1.983 en Empresarios Agrupados, como ingeniero mecánico, en diseño de sistemas y estudios de seguridad de CC.NN. En 1.986 ingresó en INYPSA donde desempeñó el puesto de Jefe de Proyecto para el Programa de Revaluación de Seguridad de la C.N. Vandellós 1. Desde 1.991 que ingresó en ENRESA, ocupa el puesto de Jefe de Proyecto de Desmantelamiento de la C.N. Vandellós 1.

Participa en diversos grupos internacionales de trabajo relacionados con desmantelamientos de Instalaciones Nucleares dentro de los programas de la UE, OIEA y NEA/OCDE



José Ramón ARMADA es Ingeniero Industrial y Psicólogo Industrial por la Universidad Complutense.

Durante diez y siete años trabajó en INITEC, en el área de producción de energía desempeñando, desde 1.980, la Jefatura del Departamento de Puesta en Marcha y Apoyo a Explotación.

Desde 1988 pertenece a ENRESA donde ha desarrollado su labor dentro del área de Comunicación, como Jefe del Departamento de Infraestructura y Soportes de Comunicación, estando actualmente encuadrado dentro de la Dirección de Proyectos y Operaciones, como Director del Desmantelamiento de la Central Nuclear Vandellós 1.