

Desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I: seguridad y transparencia

L. Preciado, M. Rodríguez Silva y A. Lopera

El desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I es una actividad pionera que se ha erigido en un referente internacional en el sector. Llevado a cabo como consecuencia del cierre de la central tarraconense en el año 1989, el desmantelamiento se articula en torno a tres fases, de las cuales dos ya han sido ejecutadas, dejando disponible la mayor parte del emplazamiento. La instalación se encuentra actualmente en la denominada fase de latencia, periodo de espera de unos 25 años que permitirá el decaimiento de la radiactividad de las estructuras internas del cajón del reactor hasta niveles que hagan factible su desmantelamiento con el mínimo coste radiológico. Este periodo está siendo igualmente aprovechado por Enresa para llevar a cabo actividades formativas y de investigación en tecnologías aplicables a futuros proyectos de desmantelamiento, en el marco del Centro Tecnológico Mestral, creado a tal efecto en la antigua central nuclear.

The dismantling of the Vandellós-I nuclear power plant is a pioneering activity that has become an international reference in the sector. Undertaken as a result of the closure of the Tarragona plant in 1989, the dismantling is divided into three phases, two of which have already been executed, making most of the site available. The facility is currently in the so-called latency phase, a waiting period of some 25 years that allows for decay of the radioactivity of the internal reactor cavity structures to levels that make their dismantling feasible with a minimum of radiological cost. Enresa is also taking advantage of this period to carry out training and research activities in technologies applicable to future dismantling projects, in the framework of the Mestral Technological Center created for this purpose in the former nuclear power plant.



Figura 1. Instalación Vandellós 1 (situación actual, finalizado el desmantelamiento a Nivel 2).

ANTECEDENTES

La central nuclear Vandellós I, ubicada en el municipio tarraconense de Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant, se conecta por primera vez a la red eléctrica en marzo de 1972 y queda fuera de servicio a consecuencia de un incendio originado,

el 19 de octubre de 1989, en el segundo grupo turbo-alternador. Como consecuencia de este incidente, clasificado como de Nivel 3 en la escala INESS, se suspende el permiso de explotación de la central después de 17 años de operación y de haber generado 55.647 millones de kilowatios.



LUIS PRECIADO BETRIU es Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Zaragoza. Actualmente es responsable de Formación e I+D en la Instalación Nuclear Vandellós I.



ÁNGEL LOPERA BROTO es Licenciado en Ciencias de la Información y Máster en Dirección de Comunicación Empresarial e Institucional por la Universidad Autónoma de Barcelona. En la actualidad es responsable de Comunicación en la Instalación Nuclear Vandellós 1.



MANUEL RODRÍGUEZ SILVA es Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Salamanca. Es responsable del Departamento de Gestión de Emplazamientos de Enresa y Director de la Instalación Vandellós I.

En julio de 1990, una Orden Ministerial fija las condiciones en que HIFRENSA, propietaria de la Instalación, debía mantener la central en parada segura, acometer el primer nivel de desmantelamiento -principalmente la descarga del reactor y el acondicionamiento de los residuos de operación- y transferir posteriormente la titularidad del emplazamiento a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA).

Asimismo, la mencionada Orden Ministerial encarga a ENRESA la elaboración de un plan de desmantelamiento y clausura de la central nuclear. Después de estudiar varias alternativas, ENRESA presenta, en mayo de 1994, el Plan de Desmantelamiento y Clausura de Vandellós I ante la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía de Tarragona. Se trata de un desmantelamiento a Nivel 2, según la terminología de la Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA), consistente en el desmantelamiento y retirada de todas las estructuras y componentes externos al cajón del reactor, excepto los que aseguran su confinamiento. El Plan aprobado establece un periodo de Latencia de unos 25 años para acometer posteriormente el Nivel 3 definitivo.

El 28 de enero de 1998, el Ministerio de Industria y Energía -previo informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y declaración de impacto ambiental a cargo del Ministerio de Medio Ambiente aprueba el Plan de Desmantelamiento y Clausura de la central nuclear Vandellós I, asumiendo Enresa, el 4 de febrero, la condición de explotador responsable de la planta.

La central nuclear Vandellós I es la primera planta desmantelada en nuestro país y una de las primeras centrales comerciales de gran potencia que se desmantela en el mundo.

EL PROYECTO

El Plan de Desmantelamiento y Clausura en Nivel 2 de la central nuclear Vandellós I (1998-2003) se articuló en torno a dos tipos de actuaciones:

- Actuaciones en zonas convencionales. Supusieron el desmantelamiento de aquellos edificios, sistemas y componentes localizados en zonas sin implicaciones radiológicas y que, por tanto, no habían estado nunca en contacto con fluidos y ambientes radiactivos. Este bloque de actuaciones se agrupó en torno al *Plan de Desmantelamiento de Componentes Convencionales*.
- Actuaciones en zonas activas. Comprendieron las actividades relacionadas con el desmontaje, la segregación y el traslado de elementos localizados

en zonas contaminadas. Estas actuaciones se agruparon en torno al *Plan de Desmantelamiento de Partes Activas*.

El proyecto establece una primera fase dedicada a actividades preparatorias, consistentes en el acondicionamiento del emplazamiento y en la instalación de todas las infraestructuras necesarias para acometer el desmantelamiento de aquellos edificios, equipos y sistemas que presentaban implicaciones radiológicas.

Esta fase inicial del Nivel 2 de desmantelamiento, de un año de duración (marzo 1998 / marzo 1999), contempló paralelamente el desmantelamiento y la retirada del emplazamiento de diversos equipos y estructuras convencionales, actividades que tuvieron continuidad durante los cinco años de desmantelamiento, a medida que las instalaciones fueron dejando de tener utilidad logísti-

ca para la ejecución del proyecto. En este sentido, el reciclaje y la reutilización de instalaciones, equipos y materiales pertenecientes a la propia central representaron un gran activo para el desmantelamiento.

La finalización de los trabajos preparatorios supuso asimismo el inicio de las intervenciones en zonas que presentaban implicaciones radiológicas, realizadas desde abril de 1999 hasta junio de 2003.

Estas actividades de desmontaje fueron complementadas con la descontaminación, desclasificación y demolición de edificios, la gestión de todos los materiales generados y la preparación de la instalación para la etapa de latencia.

UNA ACTIVIDAD COMPLEJA

El desmantelamiento de un edificio con implicaciones radiológicas se inicia con



Figura 2. Central nuclear Vandellós I (durante operación).



Figura 3. Desmantelamiento del Dispositivo Principal de Mantenimiento, equipo que recargaba "en caliente" (no hacía falta parar el reactor) el combustible del cajón del reactor.



Figura 4. Desmantelamiento en nave del reactor. Desmontaje de una de los equipos turbosoplantes que refrigeraban el cajón del reactor.



Figura 5. Residuos radiactivos de baja y media actividad procedentes del desmantelamiento de un edificio de residuos radiactivos. Estos residuos se alojaban en contenedores diferentes de los usados para materiales.

una primera fase de caracterización en la que se determina la intensidad y la ubicación de los focos de contaminación y de radiación. Con ella se confecciona un mapa radiológico del edificio que permite diseñar la estrategia de desmantelamiento más eficaz. La reducción al mínimo de las dosis recibidas por los trabajadores y del volumen de residuos radiactivos generados son los dos objetivos prioritarios de esta estrategia.

A continuación se procede al desmontaje de todos los equipos y sistemas del edificio. De los materiales resultantes, aquellos que superen los niveles de contaminación fijados por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) son gestionados como residuos radiactivos y expedidos al Centro de Almacenamiento de El Cabril. Por su parte, los materiales potencialmente "limpios" son incluidos en el proceso de desclasificación que

permitirá gestionarlos como materiales convencionales y, por tanto, ser reciclados o depositados en vertederos controlados.

Concluido el desmontaje interno, el siguiente paso se centra en las estructuras del edificio. Todas las paredes son nuevamente caracterizadas para localizar los posibles focos de contaminación y su profundidad. Le sigue la limpieza de las estructuras hasta eliminar cualquier rastro de contaminación y una nueva campaña de caracterización que determinará si las paredes están finalmente limpias. De ser así, las estructuras son desclasificadas por el Servicio de Protección Radiológica y se procede a la demolición del edificio. Finalmente su terreno es repuesto y liberado.

La reposición de los terrenos que ocupaban instalaciones ya desmanteladas se lleva a cabo rellenando los huecos generados tras el desmontaje de

equipos y estructuras. En coherencia con la política de reciclaje implementada por Enresa en el proyecto, estas reposiciones se realizan con rellenos de hormigones limpios y compactados procedentes de los escombros de demoliciones de edificios de la propia instalación. Se trata pues, de una filosofía que exige la adecuación del ritmo de demoliciones y tratamiento de hormigones al de generación de terrenos a reponer, con el objetivo de evitar una excesiva acumulación de escombros o, por el contrario, grandes extensiones en espera de reposición.

GESTIÓN DE MATERIALES

El desmantelamiento de la central nuclear Vandellòs 1 implicó, pues, la liberación y restauración de la mayor superficie posible del emplazamiento, lo que supuso la generación de una gran



Figura 6. Depósito temporal de contenedores de residuos radiactivos, en espera de ser expedidos al Centro de Almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad de El Cabril (Córdoba).



Figura 7. Medidor de Bajo Fondo. Equipo utilizado para medir la posible actividad del material limpio procedente de zonas con implicaciones radiológicas. Si los resultados estaban por debajo de los límites establecidos por el CSN, los materiales eran desclasificados y podían ser utilizados convencionalmente (normalmente se mandaban a plantas de reciclaje). Durante el desmantelamiento se desclasificaron unas 16.000 toneladas de materiales (básicamente chatarras).

cantidad de materiales, cuya gestión determinaba si éstos eran reciclados o bien tratados como residuos. En este sentido, el objetivo prioritario del proyecto era reducir en lo posible el volumen de residuos, convencionales o radiactivos, hallando, para el resto, un destino adecuado ya fuese en el propio emplazamiento o en el exterior.

Durante el Nivel 2 de Desmantelamiento, 1.763 t fueron clasificadas como residuos radiactivos y depositadas en el Centro de Almacenamiento de El Cabril. Uno de los puntos esenciales del proyecto fue el control exhaustivo de todos los materiales procedentes del emplazamiento para segregar los que presentasen implicaciones radiológicas de los limpios y reutilizables. Se estima que el desmantelamiento generó unas 16.500 toneladas de materiales férricos convencionales, cuyo destino fue el reciclaje, y pequeñas cantidades de residuos convencionales depositadas en centros autorizados.

Con objeto de reducir al máximo el volumen de residuos y hallar vías de reutilización para el resto, se impuso la necesidad de implantar un sistema de gestión de materiales que garantizase el correcto destino de los mismos, especialmente para aquellos materiales que procedían de partes activas. En este sentido, Enresa puso en marcha un sistema de gestión que establecía hasta cinco controles preceptivos para todos aquellos materiales procedentes de partes activas que, por su historial y sus características, fueran candidatos a la desclasificación y, por tanto, a pasar a ser gestionados como convencionales. Sólo con este minucioso tratamiento se podía asegurar que todos los materiales evacuados de la central no excedían los niveles de actividad requeridos por el CSN.

La desclasificación es un acto técnico administrativo en el que se certifica que los niveles de radiactividad presentes en materiales y superficies procedentes de partes activas están por debajo de los valores autorizados y que, por tanto, permite a éstos salir del emplazamiento con destinos convencionales. La gran novedad que presentó este proceso en el desmantelamiento de Vandellós 1 fue el carácter industrial de las cantidades de materiales y superficies desclasificadas.

La política de gestión de materiales y reciclaje implementada por Enresa en el desmantelamiento de la central tarraconense permitió la reutilización del 96% de estos materiales y una notable reducción del volumen de residuos inicialmente previsto.

SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS

Otro de los elementos capitales del desmantelamiento de Vandellós 1 fue la Se-

guridad. Enresa estableció a lo largo del proyecto un compromiso con la seguridad en sus dos principales niveles, el industrial y el radiológico.

Es por ello que el servicio de Protección Radiológica y Seguridad de la planta representaba aproximadamente el 10% de la plantilla. La integración de Protección Radiológica y Seguridad en un mismo servicio respondía, asimismo, a la necesidad de efectuar un control coordinado de las dos actividades con objeto de optimizar sus resultados.

En el área de Protección Radiológica, Enresa aplicó a lo largo del proyecto un plan ALARA de minimización de las dosis de sus trabajadores y de progresiva reducción de las áreas radiológicas del emplazamiento, mientras que la seguridad industrial fue coordinada según las directrices de un Plan de Prevención de Riesgos Laborales que involucró a

todos los niveles de responsabilidad de la planta.

Los esfuerzos destinados a garantizar la seguridad de los trabajos se complementaron con un ambicioso Plan de Formación que proporcionó a todos los trabajadores de las 63 empresas involucradas en el proyecto las nociones necesarias para garantizar su seguridad, además de cumplir escrupulosamente con los requerimientos impuestos por la normativa vigente.

Desde el inicio del Nivel 2 de desmantelamiento, el Servicio de Comunicación y Formación de la central organizó alrededor de 1500 cursos. En ellos, se sobrepasaron las 3.800 horas lectivas y las 21.000 horas-hombre. En consecuencia, cada trabajador incorporado a la planta recibió una media de cuatro cursos.

La formación en el emplazamiento era obligatoria tanto para los trabajadores



Figura 8. Taller de corte, ubicado en los sótanos de la nave del reactor. En él, se cortaban equipos, sistemas y estructuras previamente desmanteladas para poder alojar los materiales resultantes en contenedores.



Figura 9. Mirador ubicado en la nave del reactor desde el que los visitantes podían observar *in situ* los trabajos de desmantelamiento.



Figura 10. Prototipo para la caracterización automatizada de superficies potencialmente contaminadas. Ha sido desarrollado por el Centro Tecnológico Mestral, en colaboración con equipos de la Universidad Rovira i Virgili (Tarragona) de desmantelamiento.

de empresas recientemente contratadas como para los que acumulaban una larga trayectoria y experiencia en la central. En este sentido, uno de los pilares de la formación en Vandellòs 1 fue el reciclaje en cursos que convocan periódicamente a trabajadores procedentes de todos los niveles de responsabilidad.

Por materias, la Protección Radiológica fue, con el 50% de las horas dedicadas, la disciplina que más atención recibió en la formación de los trabajadores. Si a este porcentaje añadimos el 19% de horas dedicadas a Seguridad Laboral, nos encontramos con que más de dos tercios de la formación impartida en el desmantelamiento de Vandellòs 1 se destinaron a garantizar la seguridad de los trabajadores.

PROYECCIÓN EXTERNA

El desmantelamiento de la central nuclear Vandellòs 1 representa una obra sin precedentes en nuestro país y con escasos referentes internacionales, lo que implicó un profundo esfuerzo de ingeniería previo al inicio de los trabajos.

Los desmantelamientos de la Fábrica de Uranio de Andújar (Jaén) y otras instalaciones experimentales y radiactivas, así como el de la central nuclear Vandellòs 1 constatan que Enresa dispone de los recursos necesarios para acometer otros desmantelamientos que le encargue el Gobierno. En este sentido, Enresa ha firmado con las empresas eléctricas el acuerdo que regulará el proceso de trans-

ferencia de la titularidad de las instalaciones que se desmantelen en el futuro.

La experiencia de Vandellòs 1 abre, además, la posibilidad de establecer una nueva línea de trabajo para las empresas que han colaborado en los diversos aspectos del desmantelamiento, ya que diversos países poseen centrales de similares características a Vandellòs 1 en espera de ser desmanteladas. Es por ello que, a lo largo de la obra, expertos de algunos de esos países visitaron la central para conocer de cerca el proyecto.

Así pues, el desmantelamiento de la central nuclear Vandellòs 1 permitió a Enresa generar tecnología exportable. Sus aspectos organizativos y operativos se podrán aplicar en futuros desmantelamientos tanto en España como en el exterior.

Por otra parte, Enresa apostó desde el inicio del desmantelamiento por una

política de transparencia destinada a dar a conocer a los diferentes actores sociales el proyecto y las actividades llevadas a cabo en Vandellòs 1. Así, el establecimiento de canales de comunicación con las instituciones, los medios de comunicación y la opinión pública representó uno de los objetivos prioritarios del proyecto, una filosofía con vocación de impregnar a todas las actuaciones llevadas a cabo por Enresa en la central y su entorno.

Enresa fomentó, a nivel institucional, fluidas relaciones con los representantes de la zona, ya fueran éstos procedentes de partidos políticos, instituciones públicas, asociaciones u organizaciones de distinta índole. En este sentido, se organizaron reuniones periódicas con las principales instituciones públicas del entorno de Vandellòs 1 y se recibieron las visitas en el emplazamiento de organismos gubernamentales e internacionales, plataformas y colectivos interesados en obtener información sobre los diferentes aspectos del desmantelamiento.

Desde el punto de vista oficial, el desmantelamiento estuvo controlado por la Comisión de Seguimiento del Ayuntamiento de Vandellòs 1 i l'Hospitalet de l'Infant y por el Comité de Información del Ministerio de Economía.

Enresa mantuvo además un contacto frecuente con los medios de comunicación del entorno más inmediato de Vandellòs 1, mediante la organización, en colaboración con el Colegio de Periodistas de Tarragona, de encuentros

estables con los mismos y de seminarios informativos sobre diversas actividades llevadas a cabo a medida que iba transcurriendo el desmantelamiento.

Por lo que a la relación de Enresa con la opinión pública se refiere, destaca la organización de visitas para el público en general. El objetivo era proporcionar a la población del entorno toda la información necesaria sobre las actividades que se llevaban a cabo durante el desmantelamiento de Vandellòs 1, así como permitir el seguimiento en directo mediante una completa visita a los diferentes puntos de interés de la planta. Desde el inicio de los trabajos de desmantelamiento han visitado la instalación cerca de 40.000 personas.

SITUACIÓN ACTUAL

Los trabajos de mantenimiento y vigilancia de la planta gestionada por ENRESA consisten, durante la actual fase de latencia, en el seguimiento en continuo de los parámetros físicos de temperatura, humedad y presión del interior del cajón en estado pasivo y en la realización periódica de pruebas de estanqueidad del cajón y del estado de corrosión de los materiales internos.

Estos trabajos suponen una infraestructura mínima de gestión. Sin embargo, el emplazamiento de la antigua central nuclear constituye una ubicación privilegiada para el desarrollo de programas de investigación y formación sobre el desmantelamiento de otras centrales nucleares.

Por ello, ENRESA ha firmado con la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona un convenio de colaboración al respecto, que representa un programa específico de I + D constituyéndose a tal fin el Centro Tecnológico Mestral, asentado sobre la investigación de tecnologías, materiales y procedimientos, la formación de futuros profesionales y la comunicación de sus actividades a la opinión pública.

El Centro Tecnológico Mestral se erige así en un medio de transmisión de conocimiento a colectivos nacionales e internacionales en el perfeccionamiento de los proyectos de desmantelamiento de centrales nucleares.

Como parte del Centro Tecnológico Mestral se cuenta en la actualidad con un Centro de Información que recibe anualmente más de 5.000 personas, principalmente escolares y colectivos sociales e institucionales. Las visitas al Centro de Información reciben información adecuada al tipo de colectivo y pueden opcionalmente realizar talleres prácticos, visitar la sala de exposiciones y realizar un recorrido sobre las instalaciones remanentes de la instalación.

Un desmantelamiento, tres niveles

NIVEL 1

Actividades post-operacionales (preparación para el desmantelamiento)

Llevado a cabo por la empresa explotadora de la central (HIFRENSA) entre 1991 y 1997. Durante este periodo se realizó la descarga del reactor y la evacuación de combustible del emplazamiento, el acondicionamiento de los residuos de operación y la extracción y preacondicionamiento de los residuos depositados en los silos de grafito.

NIVEL 2

Desmantelamiento de estructuras y preparación para la fase de latencia

Realizado bajo la responsabilidad de ENRESA, se inició en febrero de 1998 y concluyó en junio de 2003. Su objetivo fue desmantelar todas las estructuras, sistemas y componentes excepto el cajón del reactor, liberando la mayor parte del emplazamiento y manteniendo el resto como zona reglamentada, con el cajón del reactor confinado y protegido de la intemperie en una estructura de nueva construcción.

Este nivel consta de dos fases de ejecución:

- Primera fase:
Se llevó a cabo entre marzo de 1998 y marzo de 1999. Sus objetivos fueron:
 - Acondicionar el emplazamiento para acometer el desmontaje en zonas radiológicas
 - Desmantelar y retirar del emplazamiento equipos y estructuras convencionales
 - Segunda fase
Se inició en marzo de 1999 y finalizó en junio de 2003. Sus objetivos fueron:
 - Acometer el Plan de Desmantelamiento de Partes Activas (PDPA)
 - Aplicar el Plan de Desclasificación para asegurar que los materiales convencionales no tienen contaminación.
 - Continuar el desmantelamiento de zonas convencionales
 - Expedir los residuos radiactivos al Centro de Almacenamiento de El Cabril.
 - Expedir los materiales convencionales a centros autorizados para su reciclaje o deposición en vertederos autorizados.
- El presupuesto del Nivel 2 de desmantelamiento fue de 94,6 millones de euros.

PERIODO DE LATENCIA

Finalizado el Nivel 2, las partes del emplazamiento no liberadas permanecerán bajo la responsabilidad y vigilancia de ENRESA durante 25 años, periodo en el que la actividad radiológica de las estructuras internas del cajón decaerá hasta suponer aproximadamente un 5% de la inicial, permitiendo entonces su desmantelamiento con unos costes radiológicos mínimos para el personal que ejecute los trabajos.

NIVEL 3

Desmantelamiento del cajón del reactor

Finalizado el periodo de latencia, hacia el año 2027, dará comienzo el último nivel de desmantelamiento de la central nuclear Vandellós 1. En él, se retirará el cajón del reactor y sus estructuras internas, se gestionarán los materiales convencionales y los residuos radiactivos de media y baja actividad generados y la totalidad del emplazamiento quedará liberada.



Figura 11. Desmantelamiento del antiguo edificio del reactor. Requirió el uso de una grúa de gran tamaño con capacidad para cargar piezas de hasta 800 toneladas.