

Project Management Unit para el desmantelamiento de CN Bohunice V1 (2003-2014)

A. González Fernández-Conde, L. Brochet
y A. Ferreira

Desde octubre de 2003 hasta diciembre de 2014 el Consorcio formado por Iberdrola Ingeniería y Construcción (empresa líder), Empresarios Agrupados Internacional, e Indra Sistemas han llevado a cabo el proyecto *Project Management Unit* (PMU) para el desmantelamiento de las dos unidades de CN Bohunice V1, tipo VVER-440/V-230 en Eslovaquia. En una primera fase (2003-2007) EdF también formó parte del Consorcio.

El proyecto está financiado por el *Bohunice International Decommissioning Support Fund* (BIDSF) administrado por el BERD.

El objetivo fundamental es proporcionar la ingeniería necesaria y los recursos de gestión del proyecto para la planificación, ejecución, gestión, coordinación y seguimiento de todas las labores de apoyo al desmantelamiento.

From October 2003 until December 2014 the Consortium consisting of Iberdrola Engineering and Construction (leader), Empresarios Agrupados Internacional, and Indra Sistemas has carried out the project "Project Management Unit" (PMU) for the decommissioning of Bohunice V1 NPP (units 1 and 2), type VVER-440/V-230 in Slovakia. During the first phase (2003-2007) EdF was also part of the Consortium.

The project is funded by the Bohunice International Decommissioning Support Fund (BIDSF) administered by the EBRD.

The main objective of the project is to provide the necessary engineering and resources of project management for planning, execution, management, coordination and monitoring of all tasks in support of the decommissioning.

En 1999 Eslovaquia asumió el compromiso de la parada definitiva de las unidades 1 y 2 de CN Bohunice V1 en diciembre de 2006 y 2008 respectivamente, en los acuerdos de adhesión a la Unión Europea; la Comisión Europea, junto con ocho gobiernos europeos, estableció en el año 2001 un fondo para el desmantelamiento *Bohunice International Decommissioning Support Fund* (BIDSF) administrado por el Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (BERD). El 16 de noviembre de 2001, el BERD y Eslovaquia firmaron el Acuerdo Marco que proporciona la base jurídica para la operación del BIDSF.

Con el fin de administrar, coordinar y supervisar todos los aspectos de la implementación de los proyectos relacionados con el desmantelamiento de CN Bohunice V1 financiados o cofinanciados con cargo al BIDSF, el Acuerdo Marco obligaba a la creación en 2003 de una *Project Management Unit* (PMU) con personal del cliente (*Jadrova a vyradovacia spoločnosť, a.s., JAVYS*, anteriormente *Slovenské elektrárne, a.s.* hasta su privatización) y una compañía internacional con refe-

rencias contrastables en proyectos de desmantelamiento.

En octubre de 2003 el Consorcio formado por Iberdrola Ingeniería y Construcción (empresa líder), Empresarios Agrupados Internacional, Indra Sistemas y Electricité de France (EdF) resultó adjudicatario en un concurso internacional del primer contrato por un periodo de cuatro años. Las tres empresas españolas continuaron desde el 2007 sin EdF hasta diciembre de 2014.

El objetivo fundamental del proyecto es proporcionar la ingeniería necesaria y los recursos de gestión del proyecto para la planificación, ejecución, gestión, coordinación y seguimiento de todas las labores necesarias para el desmantelamiento de la central.

CN Bohunice V1 está ubicada en el suroeste de la República de Eslovaquia. El emplazamiento está en Jaslovské Bohunice aproximadamente a 60 kilómetros al noreste de su capital Bratislava.

La central consta de dos reactores de agua presurizada VVER 440 del tipo V-230 con uranio ligeramente enriquecido (dióxido de uranio UO_2 2,5 % U-235). La potencia térmica de



ALICIA GONZÁLEZ FERNÁNDEZ-CONDE

Jefe del Área de Gestión de Residuos, Desmantelamiento y Protección Radiológica. IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.U.

Ingeniera industrial especialidad Técnicas Energéticas. Ha participado activamente en el proyecto de la PMU desde su fase de oferta, ocupando en la fase final el papel de directora de Proyecto en Madrid.



LAURENT BROCHET

Director de Desarrollo Comercial EMPRESARIOS AGRUPADOS INTERNACIONAL S.A.

Ingeniero superior (*École Centrale de Paris*). Proyectos, modificaciones y desmantelamiento de centrales nucleares, gestión de combustible gastado y residuos radiactivos. Responsable en Empresarios Agrupados del proyecto de la PMU.



ÁLVARO FERREIRA REDONDO

Responsable comercial para Generación Nuclear INDRA SISTEMAS S.A.

Ingeniero industrial, especialidad Técnicas Energéticas. Desde 2003 ha dirigido las actividades de Indra en la PMU para el desmantelamiento de CN Bohunice.



Central nuclear de Bohunice.

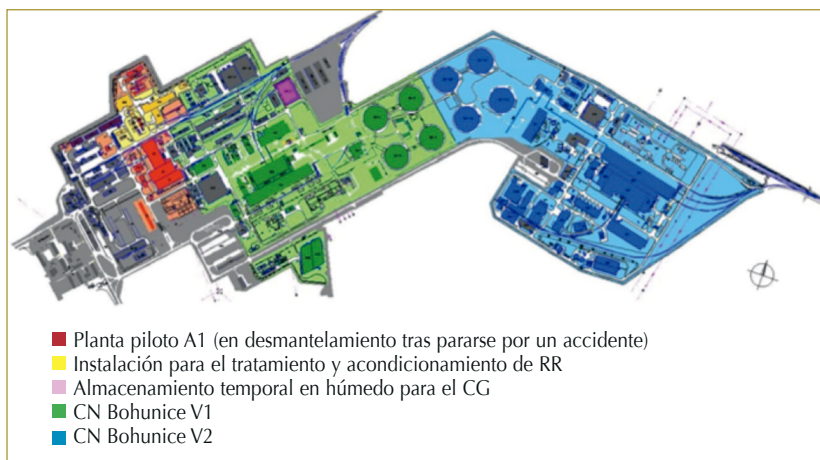


Figura 1.

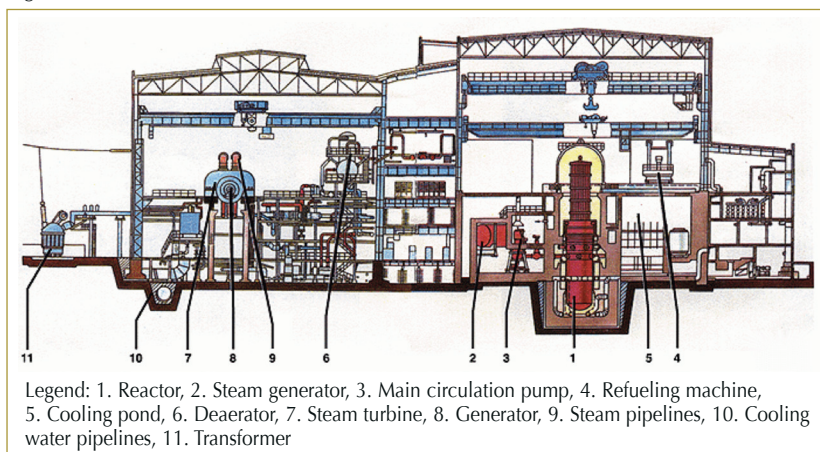


Figura 2.

cada reactor asciende a 1.375 MWt y, la potencia eléctrica de salida es de 440 MWe.

Contiguamente a CN Bohunice V1 se encuentra CN Bohunice V2 que consta de dos reactores VVER 440/V-213 que continúan en operación. El emplazamiento cuenta también con un almacenamiento temporal de combustible gastado en húmedo, una instalación para el tratamiento de residuos radiactivos (BSC) y la CN A1 en fase de desmantelamiento según la disposición mostrada en la Figura 1.

La Figura 2 muestra una sección trasversal de una central nuclear VVER-440 modelo V-230.

Eslovaquia dispone además de un almacenamiento definitivo para residuos de baja y media actividad (RBMA) en el emplazamiento de Mochovce, en operación desde el año 2001 (Figura 3).

La estrategia de desmantelamiento seleccionada y aprobada por los organismos reguladores eslovacos es el desmantelamiento inmediato y la liberación del emplazamiento para su reuso industrial (*brownfield*) en diciembre de 2025. El alcance del desmantelamiento está limitado a las estructuras, sistemas y componentes de las dos unidades que no se comparten con otras instalaciones.

El desmantelamiento se ha previsto y licenciado en dos fases (*Stages 1&2*) y un periodo inicial denominado de predesmantelamiento con el esquema temporal que se muestra en la Figura 4.

Las actividades de predesmantelamiento incluyen el traslado total del combustible gastado de los reactores a las piscinas de combustible y posteriormente al almacenamiento temporal de combustible gastado del emplazamiento, la preparación de las instalaciones de tratamiento de residuos, el acondicionamiento de los residuos históricos, caracterización física y radiológica de la planta, modificaciones de los Sistemas eléctricos y mecánicos comunes con V2 hasta la puesta en marcha del nuevo control de acceso y seguridad física. Durante esta etapa, se realizaron estudios técnicos, especificaciones técnicas y los expedientes de licitación para la contratación de los proyectos del *Stage 1* así como toda la documentación de licencia para el *Stage 1*.

Las actividades del *Stage 1* consisten principalmente en el desmantelamiento de los sistemas no activos y la demolición de estructuras no necesarias para fases posteriores. Esto incluye el desmantelamiento de los sistemas del edificio de la turbina, la demolición de estructuras externas como las torres de refrigeración y otros edificios relacionados con la función de refrigeración, desmantelamiento parcial de los equipos eléctricos exteriores, el desmantelamiento de los sistemas y la demolición del edificio del generador diesel, el desmantelamiento de algunos tanques exteriores, la preparación de zonas de almacenamiento intermedio de residuos y descontaminación del circuito primario. Durante esta etapa se elaboró la documentación técnica y los expedientes de licitación para la contratación de los proyectos del *Stage 2*, así como toda la documentación de licencia para el *Stage 2*.

Las actividades del *Stage 2* consisten en el desmantelamiento del resto de sistemas de planta y la demolición del resto de las estructuras incluidas en el plan de desmantelamiento. Esto incluye el desmantelamiento de los sistemas y componentes del edificio del reactor, el edificio auxiliar, el edificio del lado transversal y el edificio eléctrico. Los tanques exteriores y las tuberías y cables enterrados también serán desmantelados en esta etapa. Se llevará a cabo la descontaminación y desclasificación de los edificios y su demolición, una vez que estén vacíos. La liberación del emplazamiento del control de la autoridad reguladora



Figura 3.

(UJD SR) se realizará después de la restauración del terreno (o limpieza) y del *Final Site Survey*.

La Figura 5 muestra la situación prevista de los edificios y sistemas al final del *Stage 2*.

Cada fase requiere una licencia separada. Las actividades realizadas durante el periodo de preparación o predesmantelamiento se realizaron bajo la licencia de operación, mientras que las licencias de desmantelamiento propiamente dichas se obtuvieron en julio del 2011 para el *Stage 1* y en diciembre de 2014 para el *Stage 2*.

La gestión de los residuos históricos y de desmantelamiento es una actividad transversal que incluye el tratamiento y acondicionamiento de los residuos producidos durante la operación de la planta y que no fueron tratados en su momento (principalmente sólidos, metales, lodos y sorbentes), la mejora de las instalaciones de tratamiento existentes y la puesta en marcha de otras nuevas para los residuos de desmantelamiento, la extensión del almacenamiento definitivo para RBMA y la construcción de un almacenamiento en Mochovce para residuos de muy baja actividad (RBBA) y de un almacenamiento temporal en Bohunice para residuos no aceptables en Mochovce.

El Proyecto global de desmantelamiento se ha dividido en 68 unidades de tamaño inferior (proyectos) en función de la naturaleza de los mismos, su secuenciación hasta el 2025 y atendiendo a su forma de

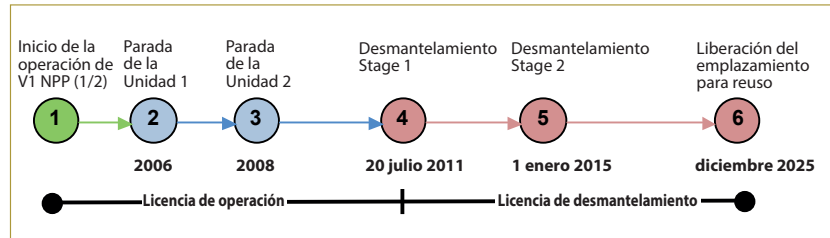


Figura 4.

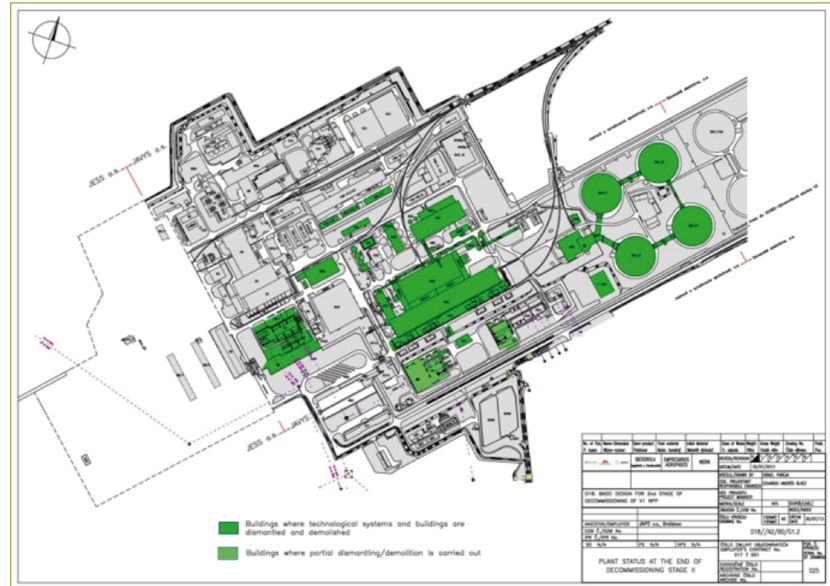


Figura 5.

financiación (BIDSF). El proceso de compras de cada proyecto se lleva a cabo siguiendo las reglas y políticas de contratación del BERD. Los 68 proyectos se agrupan en cuatro bloques (Figura 6).

El alcance de cada uno de los proyectos se ha definido a lo largo del proyecto en una serie de documentos estratégicos desarrollados por el consorcio:

- *Conceptual Pre-decommissioning Project Package* que define la estrategia y el plan maestro para la parada secuencial y la fase de predesmantelamiento y la ingeniería conceptual para las modificaciones físicas a realizar en la planta (proyectos enmarcados en el Bloque A).

- *Bohunice V1 NPP decommissioning and historical waste management strategy* que define el alcance de los proyectos del bloque B.
- *Bohunice V1 NPP Decommissioning Strategy Report* y *Strategy of Bohunice V1 NPP Decommissioning* desarrollados en 2010 y 2012 respectivamente respondiendo a peticiones expresas de la Comisión Europea.
- *Bohunice V1 NPP Decommissioning cost estimation in accordance with IS-DC and EC structures* en 2011.
- Ingeniería Básica para el desmantelamiento Stage 2, en 2013.
- *Detailed Decommissioning Plan* como respuesta al Artículo 4(1)(c) de la *Council Regulation (EURATOM) N° 1368/2013 of 13 December 2013*

on Union Support for the nuclear decommissioning assistance programmes in Bulgaria and Slovakia, definiendo las actividades, indicadores de funcionamiento e hitos que permitirán el control del progreso del desmantelamiento.

El ciclo de vida para cada uno de estos

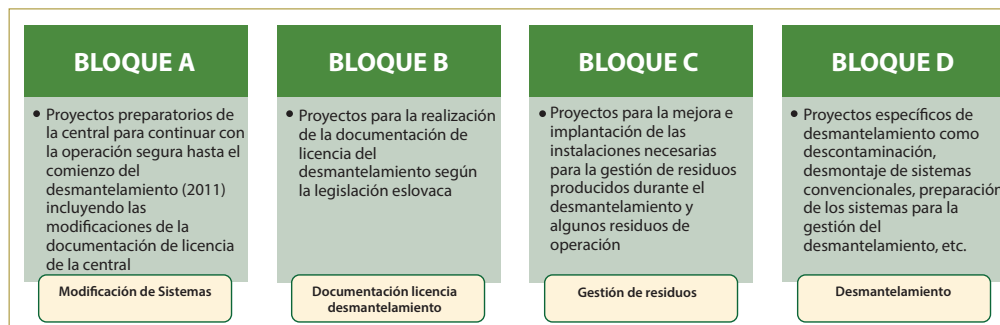


Figura 6.

proyectos se indica en la Figura 7.

La responsabilidad del Consorcio en el Proyecto incluye para cada uno de los proyectos:

- Definición conceptual, desarrollo del estudio técnico y estimación de costes que sirve de base para la petición de fondos a la Conferencia de Donantes que supervisa el BIDSF [Project Identification Sheet & Technical Study].
- Desarrollo de la especificación técnica o términos de referencia [Technical Specification & ToRs].
- Desarrollo de la documentación administrativa para el proceso de Petición de Oferta [Tender Dossier].
- Dirección y evaluación (junto con el personal del cliente) de los comités de evaluación de ofertas [Evaluation Report].
- Apoyo al cliente en el control y supervisión de cada contrato.

A lo largo de todo el proyecto, una de las actividades fundamentales ha sido la transferencia de conocimiento y la adaptación de las prácticas internacionales al entorno eslovaco. Durante los once años se han producido cambios significativos en Eslovaquia que han afectado profundamente al Proyecto. Cabe destacar la privatización de Slovenské Elektrárne, a.s. y la creación de JAVYS como agencia de residuos eslovaca haciéndose

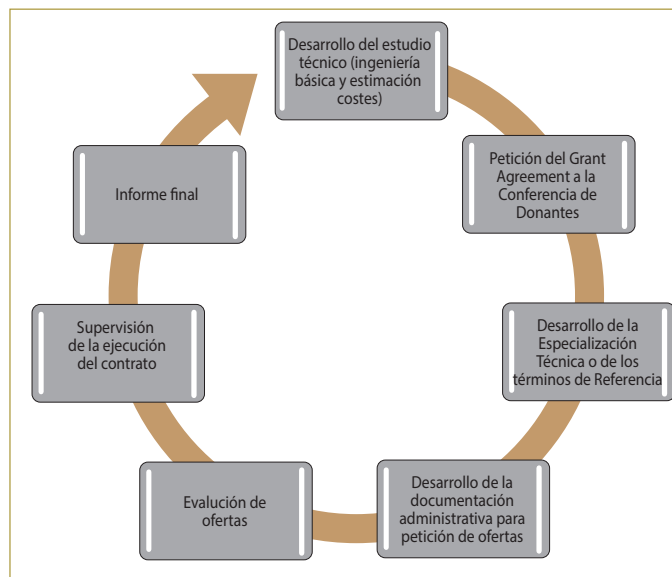


Figura 7.

cargo del desmantelamiento de CN Bohunice V1 y la nueva ley nuclear con todos los desarrollos legislativos consiguientes.

En diciembre de 2014, el Consorcio de empresas españolas finalizó su contrato habiéndose cumplido los hitos y los alcances previstos, culminando en diciembre de 2014 con la consecución de la licencia para llevar a cabo el Stage 2 del desmantelamiento.

En la fecha de finalización del total de los 68 proyectos, 31 ya han sido completados, 24 están actualmente en desarrollo, nueve están pendientes del cierre de la documentación administrativa para petición de ofertas y únicamente cuatro están en fase de ingeniería básica (aquellos cuya im-

plementación está prevista para más allá del 2018).

Entre las claves del éxito como Consultor de la PMU destacan:

- Una capacidad técnica que cubra todas las disciplinas y especialidades necesarias.
- Un conocimiento global del proceso de desmantelamiento para su óptima planificación y organización en proyectos.
- Un seguimiento cercano de los trabajos de ejecución, dado que las interfaces entre contratistas son numerosas, complejas y se gestionan en un ámbito internacional.
- Una flexibilidad adecuada para mitigar las dificultades encontradas y limitar su impacto.

El trabajo se ha desarrollado con un equipo de trabajo en campo en promedio de seis expertos y un equipo multidisciplinar en las oficinas de las empresas. Se han empleado un total aproximado de 350.000 horas con puntas de trabajo en las que han participado más de 30 expertos.

Por lo tanto, las actividades realizadas por el Consorcio dentro de la PMU de ingeniería, gestión de compras y seguimiento de ejecución han contribuido a lanzar en conformidad con la planificación todas las actividades de desmantelamiento de las dos unidades según los estándares internacionales aplicables al proyecto.

La tabla adjunta muestra los proyectos que ya se han completado o que están en actualmente en ejecución.■

PROYECTO		ESTADO
BLOQUE A	Development of comprehensive documentation necessary for V1 NPP decommissioning licensing phase and decommissioning implementation phase	Completado
	Documentation configuration management system	Completado
	Reconstruction of Area protection system	En curso
	Reconstruction of the Public Warning and Notification System	Completado
	Feasibility study for modification of the power supply scheme after V1 shutdown	Completado
	Temporary Reserve Power Supply of V1 and V2 NPP of 220 kV till 2012	Completado
	Modification of the power supply scheme after V1 final shutdown	En curso
	Optimisation of Electric Scheme	En curso
	Modification of heating and steam distribution system	Completado
	Reliable Heat and Steam Supply: Reconstruction of the Auxiliary Boiler Station at the Bohunice Site	Completado
	Modification of Cooling and Service Water Systems, and Raw Water Inlet System	Completado
	Modification to site supplies of essential fluids systems	Completado
	Spent fuel management	Completado
	Storage Casks for Spent Fuel	Completado

BLOQUE B	Equipment for PMU offices and V1 NPP decommissioning information centre	Completado
	Publicity equipment for V1 NPP decommissioning information centre	Completado
	The V1 NPP Conceptual Decommissioning Plan	Completado
	The Environmental Impact Assessment Report of V1 NPP Decommissioning	Completado
	The V1 NPP Decommissioning 1st Stage Plan & Other Documentation	Completado
	Decommissioning database	Completado
	Decommissioning Database - technological upgrade	En curso
	V1 NPP Decommissioning 2nd Stage Plan & Licensing Documentation	Completado
	Environmental Impact Assessment Report of 2nd Stage of V1 NPP Decommissioning	Completado
	Personnel Training for the Purposes of 1st Stage of V1 NPP Decommissioning	En curso
BLOQUE C	Feasibility study of Treatment of Metallic waste & Procurement of portable fragmentation and decontamination equipment for metallic and building materials	Completado
	Increasing capacity of existing fragmentation and decontamination facilities	En curso
	Erection of the new large capacity F&D facility NPP V1	En curso
	Metallic Raw Melting Facility	En curso
	Treatment of Historical Waste – Sludges and Sorbents	En curso
	Treatment and conditioning of historical waste	Completado
	Supply of One Double-Walled Transport Container for Concentrates	Completado
	Sampling, Analysis and Characterisation of “wet waste”	Completado
	Sampling, Analyses and Characterisation of Ra-Sediments in Storage Tanks	Completado
	Interim Storage of RAW at Bohunice Site	En curso
	Enlargement of the National Repository at Mochovce	Completado
	Free Release of Decommissioning Materials	Completado
	Refurbishment of the Radiation Protection Monitoring Equipment	Completado
	Laboratory Equipment Necessary for the Process of V1 NPP Decommissioning	Completado
	Disposal of Loose Radwaste	Completado
	Integrated computer system for V1 NPP decommissioning logistic system	En curso
	Transport and Packaging Forms for Decommissioning of V1 NPP – Stage 1	En curso
	Conditioning of Buffer Storage Areas	En curso
	Building Conditioning – Premises for Technical Documentation Centre	En curso
BLOQUE D	Dismantling of insulation in V1 NPP Turbine Hall	Completado
	Dismantling of the Technical Equipment in the V1 NPP Turbine Hall	En curso
	Decontamination of the Primary Circuit	En curso
	Dismantling and demolition of V1 NPP external buildings – Phase 1	En curso
	Dismantling of Outdoor Not Contaminated Facilities and Objects	En curso
	Dismantling of Electric Power Supply Systems	En curso
	Diesel Group Dismantling	En curso
	Auxiliary Buildings System Removal – Stage 1	En curso
	Feasibility Study for the Management of V1 NPP Primary Circuit Components	Completado