



CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE SALVAGUARDIAS TECNOLÓGICAS



JUAN SABATER

es ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Jefe de Ingeniería Civil y Estructural de ANAV

En el curso de la explotación de una central es una práctica habitual realizar modificaciones en diseño que mejoren los márgenes de seguridad. A veces estas modificaciones pueden ser de gran importancia; como es el caso del proyecto EJ, en el que tuve la oportunidad de participar y que resumo a continuación.

El 25 de agosto de 2004, durante el cambio de tren del sistema de agua de servicios esenciales (EF), se produjo la rotura de una *boca de hombre* de la tubería, debido a la pérdida de capacidad estructural de la misma, ocasionada por corrosión. Este sistema constituía el sumidero final de calor de la central en todos sus modos de operación.

Este hecho supuso el mayor problema técnico que ha tenido Vandellós II en sus 25 años de vida, llegando incluso a cuestionar la capacidad del sistema afectado que, a su vez, es imprescindible para que la central pueda operar.

Durante la siguiente recarga, la 15ª, que se llevó a cabo desde marzo de 2005 hasta septiembre de ese mismo año, se comprobó que el problema, que inicialmente parecía localizado en las *bocas de hombre*, realmente estaba extendido más allá de estas, en el interior de las tuberías enterradas, obligando a realizar en esa misma recarga su reparación o sustitución y a desarrollar un plan de acción que estableciera una solución del problema a largo plazo, tanto desde el punto de vista físico como en otros aspectos de ANAV.

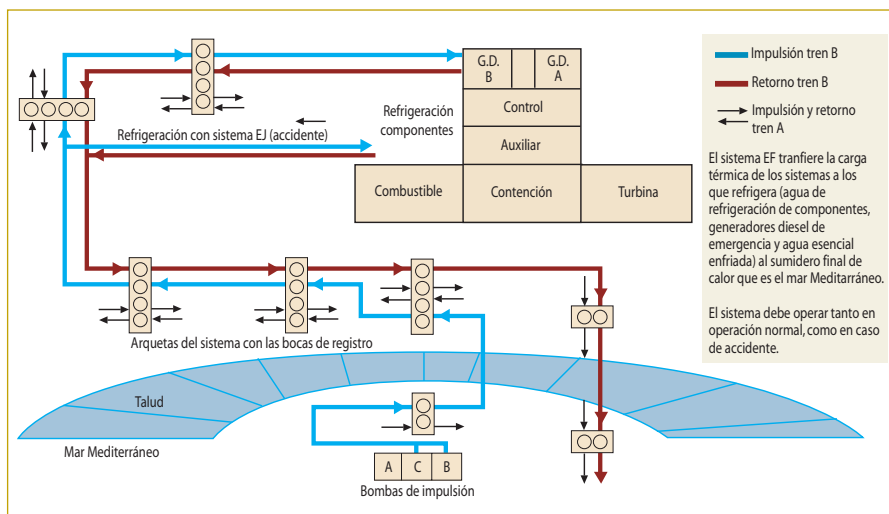


Figura 1.

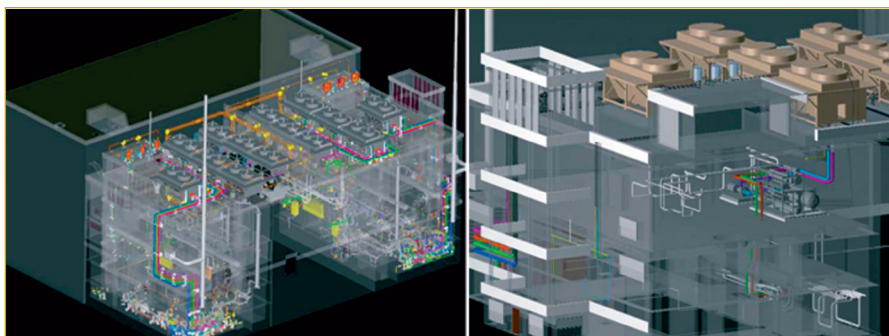


Figura 2.

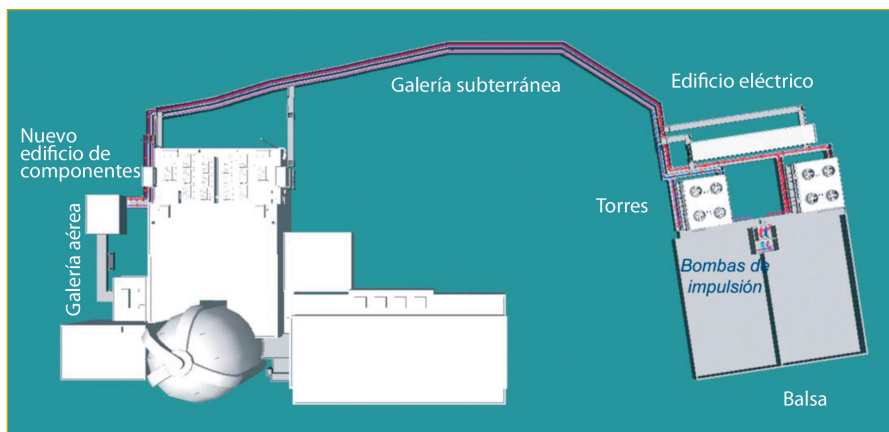


Figura 3.

Dentro de este plan, se incluyeron tres puntos relacionados con una muy profunda modificación del sistema. Las acciones son las siguientes:

- **EFR-28.** Sustitución de la tubería bonna del sistema EF por una tubería metálica, diseñada según ASME III clase 3, en galería o trinchera visible, considerando asimismo las necesidades de sustitución de cables.
- **EFR-29.** Adición de un nuevo sistema diverso con torre de refrigeración de agua dulce al sistema EF.
- **EFR-30.** Sustitución de la refrigeración mediante el sistema EF (agua

de mar) por aerorefrigeradores en los sistemas de seguridad del generador diésel de emergencia (KJ) y del de agua esencial enfriada (GJ).

El plan incluyó un plazo de dos ciclos para su diseño, adquisición de equipos y construcción y puesta en marcha.

Poco antes del arranque de CN Vandellòs II tras la mencionada recarga, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) aprobó el plan, convirtiéndose en un objetivo *sine qua non* para el arranque de la central tras la 17ª recarga.

En esa fecha, la Dirección de Servicios Técnicos empezó a trabajar en el proyecto. En un primer momento, antes de final del año 2005, se sometió a consideración del organismo regulador una solución técnica que, manteniendo los objetivos recogidos en las tres acciones anteriores, cambiaba la forma de acometerlas. Esta solución planteaba dos fases de proyecto a realizar en dos recargas diferentes, la 16ª y la 17ª, que consistían en:

- **Fase I:** modificación de los sistemas KJ y GJ (refrigeración por aerorefrigeradores).
- **Fase II:** modificación del sistema de refrigeración de componentes (EG) y diseño e implantación de un nuevo sistema (EJ) para refrigeración del sistema EG, en condición de emergencia (inyección de seguridad o pérdida de suministro eléctrico exterior), en sustitución del sistema EF en esas circunstancias, así como la desclasificación de este último.

Esta solución técnica, que había sido consensuada previamente por las direcciones de Central Vandellòs II y de Servicios Técnicos de ANAV, fue considerada apropiada por el CSN. En ese momento, finales del año 2005, principios del 2006, empezó el proyecto EJ.

El gran volumen de trabajo que implicaba este proyecto y el cortísimo plazo en el que se debía ejecutar, aconsejaba a ANAV contratar los trabajos de ingeniería (tanto básica como de detalle), la gestión de compras y el montaje, a una empresa colaboradora. Se solicitó este apoyo a empresas de reconocida experiencia en el mundo nuclear, en concreto a Areva y a IDOM, resultado finalmente esta última adjudicataria de los mismos.

En paralelo, se generó en ANAV un grupo de proyecto interdisciplinar e interdepartamental, para la supervisión del proyecto. Bajo la coordinación de DST, se incluyeron las disciplinas de operación, mantenimiento, ingeniería, licenciamiento, calidad, factores humanos, DLA y prevención.

El trabajo conjunto de todos ellos consiguió que, a pesar de los plazos y los múltiples problemas que surgieron a lo largo de los dos ciclos que duró el proyecto, se consiguiese la implantación de las modificaciones requeridas y CN Vandellòs II, afrontase el Ciclo 18 con un nivel de seguridad muy superior al que tenía antes de las modificaciones.

La Fase I del proyecto se inició en el primer trimestre del 2006 y terminó en agosto de 2007. En ese plazo se realizó la modificación de diseño de los sistemas KJ y GJ, independizando sus focos fríos del sistema EF, resultando

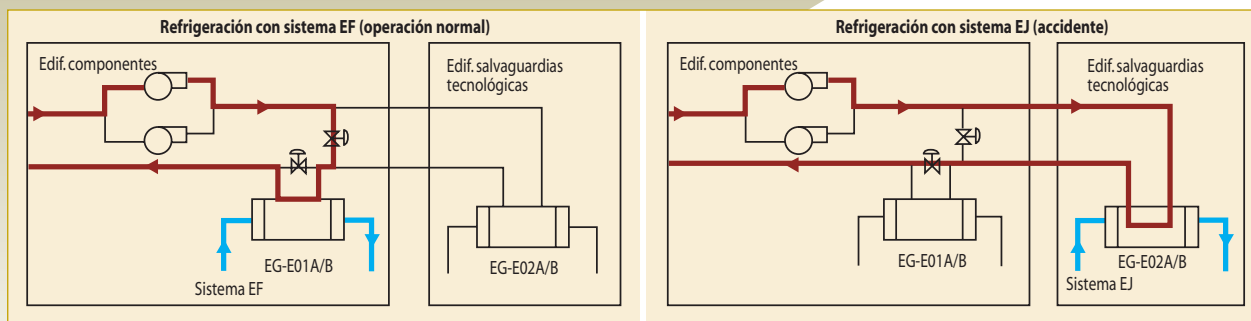


Figura 4.

en las modificaciones que se pueden ver en la Figura 2.

Para ello, se diseñaron, especificaron, compraron, fabricaron y montaron equipos relacionados con la seguridad muy significativos, como dos nuevas unidades de enfriamiento de agua, 14 aerorrefrigeradores, 12 bombas, 4 cuadros de control local, 6 cambiadores de calor, se reformaron 32 cabinas eléctricas, se realizó una modificación importante en los propios generadores diésel de emergencia. Debido a que la industria nuclear nacional no tiene capacidad para aportar algunos de estos equipos, se tuvieron que adquirir en el extranjero (EEUU, Corea, Suecia, Francia). En ese periodo se reformaron también los paneles de la Sala de Control y se reforzó y modificó sustancialmente la cubierta del Edificio CAT-Diesel.

En esta fase se requirieron más de 150.000 horas de ingeniería y supervisión de obra y 800.000 de montaje; se montaron más de 400 m de tubería y se tendieron más de 56.000 m de cable.

La Fase II del proyecto se inició en segundo trimestre del año 2007, y finalizó en el verano del año 2009. En ese plazo se realizó la modificación

de diseño del sistema EG, se descalificó el Sistema EF y se construyó el sistema EJ.

Este nuevo sistema, que constituye el nuevo sumidero final de calor en caso de accidente, se conectó al sistema EG, en serie con el sistema EF, que permanece como sistema no de seguridad. Para ello cuenta con una balsa de agua que garantiza su funcionamiento durante 30 días, tal y como exige la RG 1.27; dos torres de refrigeración que evacúan el calor a la atmósfera en las peores condiciones atmosféricas de diseño, conectado a dos nuevos cambiadores de calor, mediante tubería de acero al carbono ASME III, clase 3, ubicada en dos galerías enterradas. Esta actuación implicó la ampliación del emplazamiento de CN Vandellós II en, aproximadamente, un 25 %. En las Figuras 3 y 4 se plasma el diseño realizado.

En esta fase, la obra civil centró las actuaciones más importantes. Se diseñaron y construyeron la nueva balsa de agua de 30.000 m³ de capacidad, la galería enterrada de más de 500 m de longitud, dos nuevos edificios para ubicar la instalación eléctrica y los cambiadores de calor del sistema, las

dos torres de refrigeración y una galería aérea para el sistema EG; todas, actuaciones relacionadas con la seguridad. Se realizaron 180.000 m³ de excavaciones, se emplearon 20.000 m³ de hormigón y 2.800 tm de acero.

Las actuaciones mecánicas y eléctricas y de I&C, también requirieron la instalación de elementos significativos, como son dos nuevos cambiadores de calor, ocho conjuntos de elementos para las torres de refrigeración, 250 actuaciones en cabinas y paneles, cuatro bombas principales, dos de recirculación y cuatro nuevos rodets para las bombas del sistema EG, cuatro válvulas de *bypass* para ese mismo sistema. En esta etapa también fue necesario recurrir a suministradores extranjeros (EEUU, Francia), si bien en menor medida que en la anterior.

En esta Fase II se requirieron más de 180.000 horas de ingeniería y supervisión de obra y 950.000 de montaje; se montaron más de 6000 m de tubería y se tendieron más de 160.000 m de cable.

El proceso de licenciamiento de las modificaciones y del nuevo sistema fue también complejo. En la Fase I se requirió por parte del CSN, de acuerdo a los artículos 25.1 y 26 del RINR, la solicitud al MITyC de una solicitud de autorización de puesta en marcha de la modificación; autorización que se recibió en junio de 2007. La Fase II requirió la solicitud de autorización de construcción de acuerdo a lo indicado en los artículos 25.2 y 27 de ese reglamento, que se recibe en mayo de 2007 y la de puesta en marcha, que se recibe en mayo de 2009. El proceso requerido para la Fase II era el mismo que el necesario para la construcción de una nueva central nuclear.

El proyecto finalizó tras la recarga 17ª, con el arranque de la central habiendo dado cumplimiento a las acciones comprometidas en el plan de acción, tras el trabajo de más de 2.000 personas, pertenecientes a más de 150 empresas, y permitiendo cerrar una etapa de incertidumbre y afrontar el futuro con renovada seguridad. ■

