

PROYECTO DE SUSTITUCIÓN DE LOS MSR DE C.N. VANDELLÓS II



EDUARD CABALLERO

Responsable de Proyectos

Departamento de Proyectos, Programas y Materiales
ASOCIACIÓN NUCLEAR ASCÓ-VANDELLÓS II

En el continuo proceso de mejora de la central y de la fiabilidad en la operación a largo plazo se enmarca el proyecto de sustitución de los MSR de la C.N. de Vandellós II.

Las primeras actividades se inician ya en el año 2015, año en el que se realiza el estudio del balance térmico de la central en las condiciones de aquel momento y con la potencial sustitución de estos equipos con unas prestaciones mejoradas respecto a los MSR de origen. Tras dicho análisis se concluye que el proyecto supondría una mejora para la planta y su operación a largo plazo y se incorpora el proyecto al plan estratégico ANAV.

Los equipos de origen, aunque se les había realizado algunas mejoras, en las cámaras de venteo y los separadores de humedad, sus componentes principales: carcasa y haces tubulares, se encontraban en servicio desde la puesta en marcha de la central habiendo sufrido degradaciones de diversa consideración. Las principales vienen provocadas por fenómenos de erosión-corrosión: en la carcasa de los equipos de menor relevancia, y en los cabezales de los recalentadores donde ya habían provocado periodos de pérdida de rendimiento e intervenciones significativas para su reparación. Siendo las zonas más afectadas las placas divisorias de entrada y salida de vapor de los recalentadores y las cajas del cuarto paso de los haces tubulares, dañadas en repetidas ocasiones.

Por tanto con **la sustitución de los MSR, se buscan los siguientes objetivos:**

1) Aumento de la fiabilidad a largo plazo

Aunque las degradaciones en las carcasas son de menor relevancia y pueden ser reparadas mediante correctivos, los haces tubulares presentan síntomas de fatiga. Habiendo ya sucedido episodios de fugas, tanto entre las cámaras del propio cabezal como al exterior, que han provocado periodos de significativa pérdida de rendimiento, así como el taponamiento de una parte de los tubos.

2) Mejora de la eficiencia

El diseño térmico de los MSR de C.N. Vandellós correspondía a la situación original, y para una potencia térmica



de 2775 MW en el reactor. La potencia actual de C.N. Vandellós es de 2940,6 MW térmicos, por lo que aunque los MSR eran capaces de realizar sus funciones, las realizaban con mayores pérdidas y menor eficiencia.

Un diseño térmico adecuado a las actuales condiciones, permite reducir las pérdidas de carga en el flujo del vapor hacia las turbinas de baja presión, y aumentar la temperatura del vapor recalentado.

3) Reducción de la erosión en turbinas de baja presión

El aumento de la temperatura del vapor recalentado, conseguido con los nuevos equipos, tiene como consecuencia adicional al aumento de rendimiento, una reducción del contenido de humedad en el vapor que se expande en las etapas finales de las turbinas de baja presión, por lo que la erosión causada por los impactos de las gotas sobre los álabes también disminuirá.

GESTIÓN DE RIESGOS

En un proyecto de estas características la gestión de riesgos supone una parte muy importante de las actividades nece-

sarias para evitar que el proyecto se vea comprometido. Esta actividad se prolonga durante toda la vida del proyecto y es considerada y actualizada en sus diversas etapas, las cuales van cambiando conforme progresa el proyecto y a la vez que varían las actividades que se desarrollan, así como los riesgos que estas implican. De este modo se han considerado, entre otros, riesgos como los derivados del movimiento de cargas pesadas tanto en el transporte como en la instalación, riesgos de impacto en el programa y potencial demora de la finalización de la recarga, así como los propiamente económicos que pudieran motivar una significativa desviación sobre el presupuesto.

TRABAJOS PREVIOS: BALANCE TÉRMICO

Tal y como se ha mencionado la primera actividad relevante que se realiza, previo lanzamiento del proyecto, es un análisis del ciclo termodinámico del secundario, en función de las características de las turbinas de alta y baja presión y de las prestaciones propuestas para los nuevos MSR. De esta forma, se puede evaluar la solución óptima en cuanto al dimensionamiento de los haces tubulares de primera y segunda etapa y, a su vez, determinar las repercusiones en el resto de componentes del circuito secundario tanto en las turbinas principales, como de otros componentes como pueden ser los del sistema de control de nivel de los tanques de drenaje y la capacidad de regulación de sus válvulas.

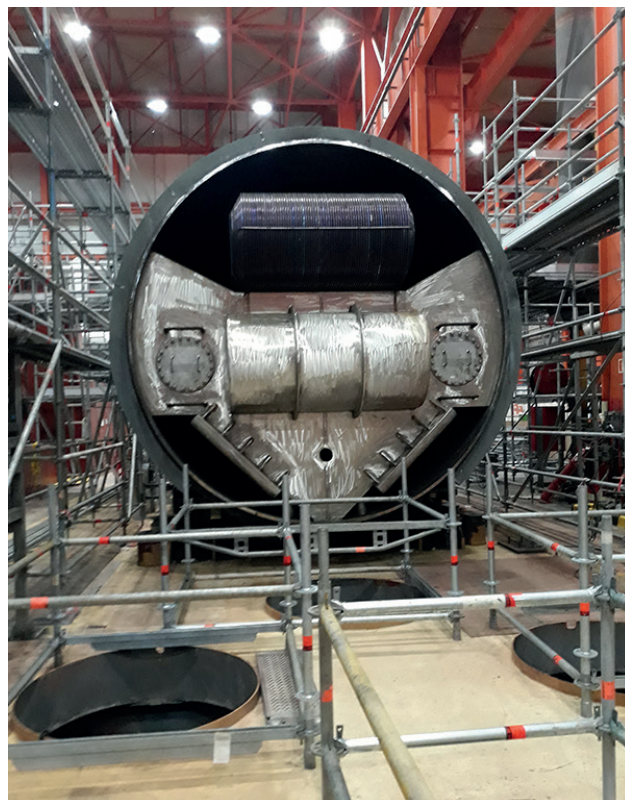
DISEÑO Y FABRICACIÓN

Una vez obtenidas, fruto del estudio previo del balance térmico, las características principales requeridas a los MSR y que forman parte de los datos de partida para su diseño, se añaden una serie de condicionantes físicos relacionados con la configuración de las instalaciones en la nave de turbina, con objeto de minimizar las interferencias o afectaciones a las estructuras, sistemas y componentes existentes. En particular se fijan como condiciones de contorno mantener la posición y tamaño de las entradas y salidas de vapor principal (*Cross Under* y *Cross Over*), el diámetro de los equipos, así como limitar el incremento de peso que podrían tener debido a la capacidad resistente de las bandadas de los MSR y de las actuales estructuras con las que se transmiten las cargas al edificio.

Tomando esta información se procede con el diseño de detalle, dando como resultado los nuevos equipos con las siguientes características físicas generales:

Unas dimensiones principales de 30 metros de longitud, un diámetro del cuerpo de cerca de 4 metros y una altura máxima 4,2 metros, así como un peso de 290 toneladas.

Siendo el peso de cada uno de los equipos un condicionante muy importante de la posterior fase de instalación ya que los medios de elevación existentes de la nave de turbina no son capaces de levantar este peso, por tanto, este hecho se considera ya en la fase de fabricación provocando que una vez finalizados los equipos, y estando todavía en los talleres, se deban partir en dos mitades para permitir su posterior montaje en la central.



DISEÑO DE LAS MODIFICACIONES DE LA PLANTA DEBIDAS A LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO Y LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS NUEVOS MSR

Con los equipos ya diseñados y en proceso de fabricación se inician los trabajos de ingeniería necesarios para adaptar físicamente la planta y realizar las comprobaciones de los sistemas afectados por la sustitución de los MSR y asegurar que continúan siendo válidos.

Entre las numerosas comprobaciones que se realizan destacamos:

- Las modificaciones en tuberías y sus soportes tanto en las líneas de suministro de vapor a los haces tubulares, como en los drenajes de los mismos, con sus correspondientes análisis y cálculos de flexibilidad.
- La adaptación de las conexiones de entrada y salida de vapor principal, de la alimentación de las turbo bombas de agua de alimentación y de los drenajes de carcasa al diseño de los nuevos equipos.
- Los análisis de detalle de las estructuras y soportes en el edificio de turbina, al ser los nuevos MSR más pesados. Si bien desde un inicio se requirió respetar la ubicación de los puntos de apoyo de los MSR de origen con objeto de garantizar la transmisión de la carga principal a los pedestales de la estructura del edificio.
- La verificación de la incidencia del cambio en otros componentes: en particular las repercusiones en equipos eléctricos motivadas por el incremento de potencia generada, comprobando su efecto sobre el alternador, los



transformadores principales, el interruptor principal, las barras de fase aislada y el sistema de protección tanto del alternador como de los transformadores principales.

- La verificación de la capacidad de los componentes del secundario afectados considerando el nuevo balance térmico tras la sustitución de los MSR, con una temperatura de recalentado significativamente mayor a la que proporcionaban los equipos de origen. Además de en las turbinas de baja presión, también tendría incidencia en las turbinas de las bombas de agua de alimentación principal. Así como los nuevos puntos de funcionamiento en las bombas de: condensado, de drenaje de calentadores y de agua de alimentación, a la vez que las capacidades de las válvulas de drenaje de calentadores y de los tanques de drenaje motivados por las variaciones en los caudales.
- La instalación de nueva instrumentación para la monitorización del rendimiento de los nuevos equipos.
- O el análisis de posibles modificaciones en el sistema de control de turbina DEH, control de recalentado, control de nivel de tanques de drenaje y calentadores, etc.

TRANSPORTE Y TRABAJOS PREVIOS A LA RECARGA

La recarga en la que se han implantado los MSR ha sido la VR23, iniciada el 9 de noviembre del 2019.

Con esta fecha siempre marcada en la planificación del proyecto se programó realizar el envío de los nuevos equipos, desde los talleres en los que se fabricaron, en Portugal, pa-

ra que se pudieran recepcionar en planta en el mes de julio del mismo año. Poder disponer de los equipos en planta, con la suficiente antelación, era prioritario con el objetivo de realizar tantas tareas como fuera posible previamente al inicio de recarga. En este sentido, tras recibir y descargar los MSR en planta, se iniciaron los procesos de soldadura de todos aquellos tramos de tubería que, siempre permitiendo realizar el transporte hasta la nave de turbina, redujeran el tiempo necesario para la instalación final. Y del mismo modo se procedió a realizar el calorifugado de los equipos en todas aquellas zonas que tanto la maniobra de izado como la posterior finalización de los trabajos de soldadura permitieran.

Pero antes de poder realizar los preparativos para el envío desde los talleres en los que se han fabricado los MSR, quedaba un importante paso previo necesario para poder garantizar su instalación, ya que, tal y como se ha mencionado anteriormente, la capacidad de elevación del puente grúa de la nave de turbina es insuficiente para izar los equipos, por lo que una vez finalizada la fabricación, así como la ejecución de todos los ensayos no destructivos que les aplican y estando todavía en fábrica, se procedió a partirlos por la mitad.

Aun y dividiendo cada uno de los equipos en dos partes, el transporte desde fábrica hasta planta ha sido un aspecto relevante debido al volumen y peso de los componentes. Y en particular el recorrido interior a las instalaciones de C.N. Vandellós II, desde la campa en la que se acopiaron hasta el muelle de carga de la nave de turbina. Este recorrido ha sido analizado en detalle, comprobando tanto la capacidad de carga los viales por los que transcurría como las posibles interferencias aéreas, y la potencial afectación a los servicios enterrados.

IMPLANTACIÓN EN RECARGA MONTAJE

La duración del programa de la recarga VR23 se fijó en 36 días y medio, tiempo realmente ajustado para la implantación de un proyecto de esta envergadura. Esto provocó que se tuvieran que dedicar muchos esfuerzos a la optimización de la planificación de todas las actividades necesarias para llevar a cabo la instalación, así como una intensa coordinación entre los responsables de las distintas áreas implicadas, creando un “*Hit team*” o equipo de trabajo dedicado a ello. Puesto que la planificación es una condición necesaria pero no suficiente, durante la recarga y de forma diaria se revisaron tanto el progreso como las interacciones y necesidades de las distintas especialidades y que conforme iba avanzando el montaje iban cambiando.

En el proceso de implantación de este proyecto, y debido a su carácter multidisciplinar, se ven involucradas prácticamente todas las áreas de la organización, desde mantenimiento mecánico, eléctrico e instrumentación, hasta los grupos de servicios generales de andamios, pintura y calorifugado, pasando por operación y mantenimiento inspección y pruebas. Esta complejidad organizativa hace que se refuerce, más si cabe, el principal objetivo dentro

de la fase de montaje de cualquier proyecto, que es la prevención de riesgos laborales. Para tener siempre presente esta expectativa, diariamente se han realizado reuniones monográficas con los responsables de prevención de las empresas que han intervenido en el montaje para mantener y tomar las acciones que hayan podido ser necesarias con objeto de garantizar siempre la seguridad de las personas.

Para finalizar, cabe destacar algunos aspectos relevantes que *a priori* no se perciben como actividades principales o directas, y pueden pasar un tanto inadvertidas, como es la importancia de mantener unos estándares muy elevados en los requisitos de exclusión de materiales extraños, así como un especial tratamiento de la limpieza, imprescindible con un volumen tan grande de tuberías abiertas, motivadas por la propia naturaleza de la modificación. Los buenos resultados, fruto del esfuerzo dedicado a ello se observaron tras el arranque de la central en la química del secundario manteniéndose esta, siempre dentro de los valores requeridos.

La sustitución de los MSR de la C.N. Vandellós nos permite disponer de una central más fiable, más segura y que nos anima a seguir con el trabajo para afrontar la operación a largo plazo de nuestra planta. ■