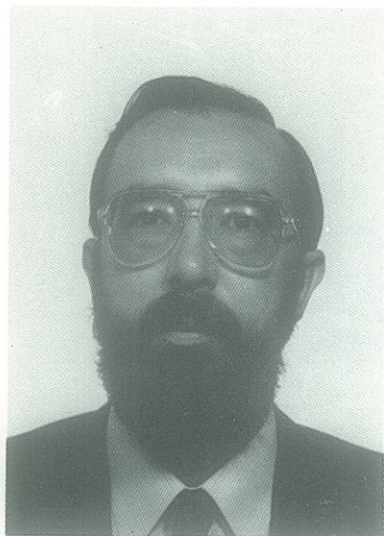


ALGUNAS EXPERIENCIAS EN EL APOYO A LAS RECARGAS DE COMBUSTIBLE

José Emilio GURRIA
y Angel FERNANDEZ



José Emilio GURRIA FERNANDEZ es Ingeniero de Caminos (Madrid, 1969). Participó en la construcción de la Central Reversible de Bolarque (Unión Eléctrica) y posteriormente en la Central Nuclear de Almaraz. Actualmente es Director de Construcción y Pruebas de Empresarios Agrupados. Es miembro de la SNE desde su fundación.



Angel FERNANDEZ FERNANDEZ es Ingeniero Técnico Industrial. Ha intervenido en la construcción de Centrales eléctricas desde su comienzo profesional (Aceca, Bolarque II, Almaraz). Hoy es Jefe del Departamento de Construcción de Empresarios Agrupados. Es miembro fundador de la SNE.

El período de recarga de combustible en una central nuclear, considerado como una etapa más del ciclo de aprovechamiento energético del núcleo durante la explotación, adquiere en la práctica una importancia singular, si se tiene en cuenta su duración en relación con el período de operación de un ciclo. Suponiendo una duración de doce meses para la explotación de un núcleo nuevo, el período de recarga se prolongará entre dos y tres meses, al menos durante los primeros años de explotación de la central, lo que significa que entre la sexta y la cuarta parte de la duración del ciclo se dedica a reponer el combustible. Esto permite hacerse una idea de la repercusión económica de esta actividad.

En este artículo se pretende destacar algunos de los aspectos que presentan impacto potencial más importante en el programa de la recarga, tal y como se observan desde el punto de vista de la ingeniería de apoyo a la explotación, que, sin tener la responsabilidad conjunta de la operación, aporta los recursos precisos para cubrir puntas en determinadas áreas, y se hace cargo de trabajos cuyas características hacen aconsejable asignar a organizaciones distintas de la plantilla de explotación. Las experiencias utilizadas en el artículo se refieren a centrales españolas PWR del orden de 1.000 MWe de potencia, si bien parte de las conclusiones pueden tener aplicación más general.

El papel de la organización del propietario en la anticipación de los problemas, la toma de decisiones y la dirección de las actividades es esencial. La identificación de los aspectos críticos y la toma oportuna de medidas para su tratamiento permiten disminuir las incertidumbres y las improvisaciones, así como incorporar las enseñanzas de cada operación a las sucesivas. Los datos disponibles, aunque aún escasos, permiten concluir que es posible utilizar esta aplicación de experiencias para reducir los plazos de una a otra recarga, incluso entre unidades distintas en la misma central, tal como ilustra la figura 1 (C. N. Almaraz).

Por otra parte, la valoración adecuada de la importancia de los problemas permite al propietario concentrar sus recursos propios en las áreas idóneas y contar con organizaciones de apoyo para actuar sobre las restantes, sin sobrecargar innecesariamente sus efectivos. Dentro de esta concepción cabe asignar temporalmente a las actividades asociadas a la recarga parte de los recursos que estén desarrollando trabajos

de apoyo a la explotación durante la operación normal de la central, dado el importante incremento de las necesidades de personal durante la recarga.

A estos efectos, conviene tener en cuenta que las horas-hombre gastadas durante una recarga son del orden de dos veces las empleadas durante igual período de operación normal.

LOS PUNTOS CRITICOS

Evidentemente, el trabajo más importante se centra en el cambio del combustible y las operaciones de revisión, tanto de éste como de las bombas principales y los generadores de vapor, aunque el conjunto de estas operaciones pueda no constituir la ruta crítica del programa de parada ni, aún siéndolo, ser el principal motivo de retrasos de esta fase.

En paralelo con los trabajos asociados al circuito primario se produce un aumento importante de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, incluyendo en éste las modificaciones de diseño, así como la ejecución de operaciones singulares de revisión y pruebas entre las que cabe destacar las relativas a generadores diesel, grupo turbina-generator y, en su caso, las pruebas periódicas de aislamiento e integridad del edificio de contención.

Para la realización ordenada del conjunto de estos trabajos, dentro de un programa naturalmente comprimido, es necesaria la adopción anticipada de una serie de medidas encaminadas a evitar la aparición de incertidumbres durante la ejecución que conllevarían retrasos en el desarrollo de la parada.

Se describen a continuación una serie de problemas que, en nuestra opinión, conviene tener en cuenta a la hora de plantearse la realización de la recarga.

Organización y planificación de la recarga

El principal objetivo a alcanzar es el de la anticipación en el conocimiento detallado de las características de los trabajos a realizar, así como de las condiciones en que éstos se desarrollarán. Para hacer frente a este objetivo es conveniente establecer, con una anticipación de al menos tres meses, la organización específica de la recarga, asignando las responsabilidades a cada grupo de trabajo.

Los grupos de trabajo que se definan; bajo la dirección de un coordinador de la recarga, deben llevar a cabo un análisis pormenorizado y sistemático de los trabajos a realizar en su área de respon-

sabilidad, estableciendo los requisitos necesarios de medios, materiales y personal, así como de condiciones de los equipos, sistemas y estructuras afectados, que permitan un estudio conjunto de dichos requisitos y, como consecuencia, el establecimiento de soluciones coordinadas. Para la realización de estos estudios es necesario establecer procedimientos que aseguren la homogeneidad de los resultados, de manera que las necesidades de medios y de condiciones generales requeridas puedan ser evaluadas correctamente.

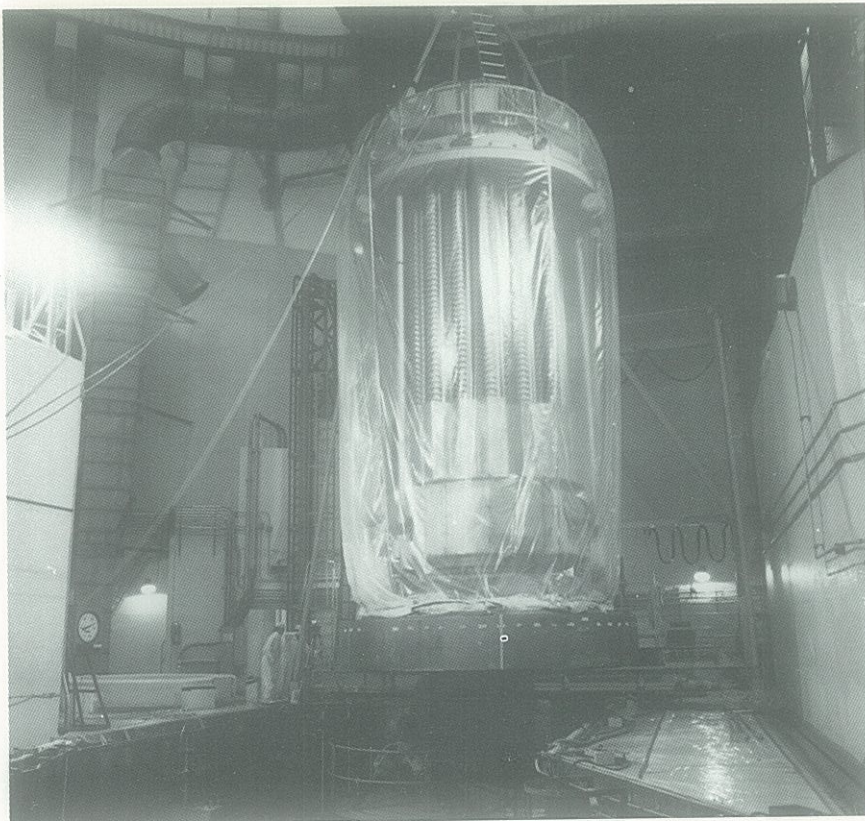
Ya en esta etapa de preparación es importante restringir el camino a la improvisación. Con esta finalidad es útil fijar una fecha límite de aceptación para los trabajos no asociados a la recarga que puedan realizarse simultáneamente con ésta, entendiéndose que tales trabajos deben estar completamente definidos en la fecha límite. De lo contrario, es preferible posponerlos y no incluirlos en el programa.

Paralelamente con estos grupos de trabajo debe organizarse un grupo de planificación responsable de la elaboración de los distintos programas y su seguimiento. Deben definirse con la mayor anticipación posible, tanto los procedimientos de elaboración de los programas y sus revisiones como la estructura y niveles de los mismos. El tratamiento informático de los programas se hace necesario dado el volumen y diversidad de la información a manejar, así como las relaciones internas de las diferentes actividades. El esquema de la figura 2 orienta, de una manera general, la secuencia de programas a establecer.

Entre los programas a elaborar figuran los siguientes:

- Programa general recarga.
- Parada, enfriamiento y drenaje del primario.
- Desmontaje de elementos auxiliares del reactor.
- Izado cabeza y movimiento de combustible.
- Montaje cabeza del reactor y elementos auxiliares.
- Inspección bombas principales.
- Inspección en servicio y corrientes inducidas.
- Plan de descargos.

A estos hay que añadir los programas específicos para las actividades adicionales que se haya decidido realizar durante la parada (trabajos en generadores de vapor, modificaciones de diseño, inspección y mantenimiento del turbogenerador, mantenimiento de grupos diesel, pruebas de estanqueidad, etc.).



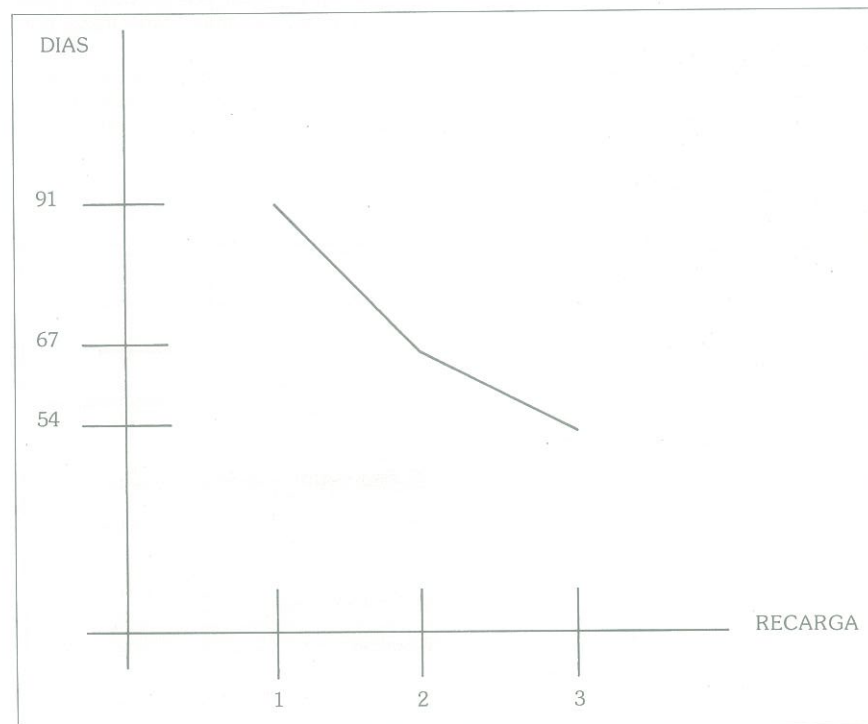
Preparación previa

Entendida como intento de eliminar dudas e improvisaciones durante la ejecución, la preparación de los trabajos trata de anticipar los problemas que van a presentarse posteriormente. Entre las medidas a tomar figuran:

- Elaboración de procedimientos escritos de todas las actividades de la recarga (unos 30). Emisión de comentarios internos y aprobación final.

- Diseño y construcción de maquetas a tamaño real (brida de la vasija, cajas de agua de generadores de vapor).
- Entrenamiento de personal, bien por formación teórica o por simulación de las actividades importantes. Entre otros, esta labor puede aplicarse al personal que va a realizar el movimiento de la cabeza del reactor, los trabajos en los generadores de vapor, protección radiológica y descontaminación, control de accesos y alguno más.

FI Duración de recargas



Mantenimiento simultáneo a la recarga

Determinados trabajos de mantenimiento sólo pueden ser hechos bajo condiciones que se producen exclusivamente con la central parada. Además, el estado de la unidad durante la recarga facilita muchas operaciones que pueden llevarse a cabo con más eficacia en estas circunstancias. La combinación de ambos hechos resulta en un espectacular aumento de las actividades de mantenimiento preventivo, y de las acciones de mantenimiento correctivo, cuya necesidad se descubre en las inspecciones que se realizan durante la parada.

De no ser correctamente evaluados, estos trabajos pueden superponerse a la ruta crítica de la recarga y condicionar la reanudación de la conexión a la red. Por otra parte, un exceso de prudencia puede conducir a dejar sin hacer trabajos que hubiera sido muy conveniente llevar a la práctica.

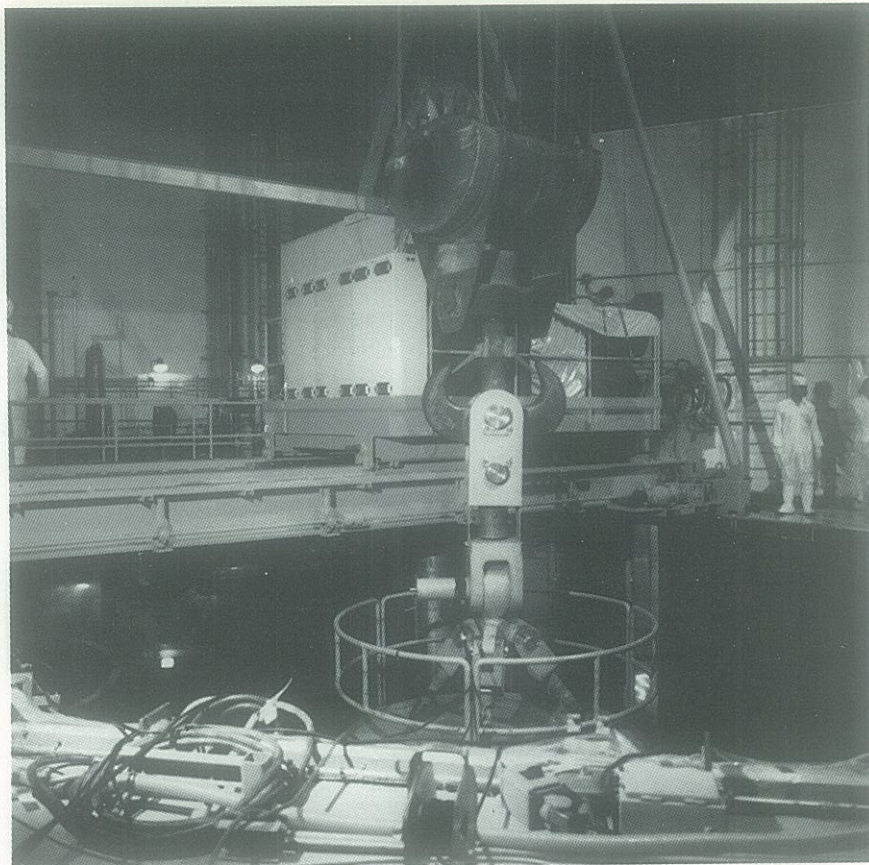
Para resolver el compromiso entre ambos extremos, aparte de una planificación cuidadosa, conviene:

- Listar, definir y programar las órdenes de trabajo que se decida ejecutar.
- Establecer un paquete compuesto por órdenes de trabajo, no imprescindibles, que se mantenga en reserva para su ejecución si la ruta crítica se retrasa por cualquier motivo, o si el rendimiento de las actividades de mantenimiento mejora las previsiones. Definir y preparar los trabajos de este paquete como si fueran a ponerse en práctica, aunque finalmente no sea así.

Da una idea del volumen y variedad de este apartado el número de órdenes de trabajo que se procesan en una recarga, unas 850 programadas y unas 200 no programadas, según nuestros datos.

Realimentación de experiencias

Cuando realmente se conocen bien los problemas de una recarga es cuando ya se ha terminado. Es este momento el



idóneo para recopilar las experiencias, escribirla en un buen informe final para que no se pierdan, analizarlas, desmenuzarlas y extraer conclusiones útiles para la próxima.

Comparar el desarrollo del programa real con el previsto, ver lo que ha producido buenos resultados y lo que los ha dado mediocres, estudiar la conveniencia de modificar el diseño de algún elemento de la central o de las herramientas utilizadas, producir información útil para otros. También respirar hondo, por supuesto.

Y volverse a poner a la tarea, porque a todo este conjunto de consideraciones puede añadirse una reflexión final: el perfeccionamiento de esta operación nunca termina. Siempre puede mejorarse el modo de acometer los trabajos,

pueden incorporarse innovaciones técnicas, aplicar experiencias de otras centrales, investigar nuevas soluciones. En este sentido, la recarga es más bien un trabajo continuo, durante la parada y fuera de ella. Precisamente los períodos en que no se está concentrado en la ejecución son aquellos en que puede dedicarse tiempo y calma al estudio y la búsqueda de mejoras.

En este último campo, la Ingeniería de apoyo a Explotación puede también aportar una cierta ayuda, derivada principalmente de la adquisición de experiencias e información en fuentes más variadas y de la capacidad de aplicar recursos más numerosos y especializados donde sea conveniente para acercarse al objetivo final: energía más fiable, segura y económica.

F III Reposiciones posteriores a recarga de combustible.

