

Planificación de recargas

N. Blanquer

El objetivo de una recarga es aparentemente sencillo. Sustituir 1/3 de todo el combustible del núcleo del reactor por otro nuevo, almacenar en piscinas el que se retira y colocar en otras posiciones dentro del núcleo los 2/3 del combustible que permanece, para optimizar el grado de quemado o consumo del mismo. También hay que realizar mantenimiento preventivo, conservativo, correctivo y modificativo, así como las pruebas requeridas a los equipos y sistemas, cumpliendo la normativa existente. Planificar todo lo anterior en conjunto sin disminuir la seguridad nuclear es el tema objeto de este artículo para la Sociedad Nuclear Española.

The reason of a nuclear power plant outage seems easy. Replace 1/3 of the total core fuel inside reactor for a new, store the old one in a pool and shuffle the rest 2/3 in other positions in the core to optimize the fuel burn up. Also is needed to make the preventive, corrective and conservative maintenance, the selected design changes and the regulatory and technical requirements for equipment and systems. To make the plant outage strategy for all the above pack with nuclear safety not challenged is the objective of this article for the Spanish Nuclear Society magazine.



NORBERTO BLANQUER CASTELLÓ

es ingeniero técnico eléctrico por la EITI de Alcoy (Alicante). Ingresó en Hidroeléctrica Española en 1974 y desde 1975 forma parte de la plantilla de Cofrentes habiendo desempeñado los cargos de supervisor de Sala de Control, jefe de turno, jefe de Operación, jefe de la Oficina Técnica de Operación y jefe de la Oficina Técnica de Producción. Desde 2010 es jefe de Planificación de Recargas y Paradas, aunque ya desarrollaba esta actividad desde 2004.

OBJETIVO

El objetivo es aparentemente sencillo. Hay que cambiar el combustible, lo que implica sustituir 1/3 de todo el combustible del núcleo del reactor por otro nuevo, almacenando en piscinas el que se retira y reposicionar en otras localizaciones, dentro del núcleo, los 2/3 del combustible que permanece, para optimizar el grado de quemado o consumo del mismo. Esto es lo que se denomina recarga. En el caso de la Central Nuclear de Cofrentes se realiza una sola parada conjunta cada ciclo de 24 meses.

Además de la recarga propiamente dicha, para permitir el correcto funcionamiento de la central en el siguiente ciclo se requiere:

- Realizar el mantenimiento correctivo, preventivo, conservativo y modificativo a los equipos que les corresponden. Incluye la Inspección en Servicio sobre internos del reactor, tuberías, cambiadores de calor, etc.
- Realizar los requisitos de vigilancia y las pruebas requeridas por las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) a los equipos que les aplique por tiempo o por haber realizado mantenimiento sobre ellos.

El alcance y la calidad de estos trabajos inciden directamente sobre la fiabilidad operativa y la disponibilidad de la planta y la experiencia ha demostrado que una buena planificación y gestión de

las paradas evita la aparición de problemas relacionados con la seguridad.

PLANIFICACIÓN DE LA RECARGA

La planificación de una recarga requiere definir la estrategia adecuada para asegurar que todas las actividades previstas durante la recarga se realizan garantizando la seguridad nuclear, la seguridad de las personas, minimizando al máximo la dosis radiológica recibida por todo el personal y se garantiza la máxima calidad en la ejecución de los trabajos, se optimiza la duración de la recarga y se cumplen los programas previstos.

La podríamos desglosar en varias fases:

- Determinación del alcance:
 - o Actividades más significativas por su duración o por su impacto en el programa. Son actividades en grandes equipos como revisión de cuerpos de la turbina principal, generador, bombas de gran tamaño, etc.
 - o Actividades a realizar por cambios de diseño, por ejemplo, sustituir bombas, paneles, equipos completos por otros de diseño actualizado, con mayor capacidad o con tecnología obsoleta por electrónicos, etc.
 - o Lecciones aprendidas de recargas anteriores que deben incorporarse por ser más efectivas u otras que deben evitarse por su impacto negativo, etc.
- Estudio y preparación de trabajos:

- o Definición de repuestos, materiales y servidumbres.
- o Desarrollo de Cambios de Diseño y suministro materiales.
- o Desarrollo de programas específicos y contingencias.
- o Contratación de servicios necesarios para la recarga.
- o Preparación de pruebas post-mantenimiento y por normativa
- Programación de los trabajos de Recarga:
 - o Definir para cada trabajo la actividad, personal y tiempo previsto.
 - o Definir perfil y cualificación del personal contratista y controlar que la tienen.
 - o Preparar, realizar, gestionar y supervisar los trabajos propios y contratados.
 - o Aprobar los procedimientos de los contratistas.
 - o Preparar los programas de detalle y las contingencias necesarias para llevar a cabo las actividades complejas o multidisciplinarias
 - o Definición de los objetivos de la recarga. Son:
 - Que afecten a la seguridad de las personas, midiendo en los accidentes laborales el Índice de Frecuencia por cada millón de horas trabajadas. El objetivo es, obviamente, cero accidentes.
 - Que afecten a la seguridad nu-



clear. Desviaciones sobre el Índice de Severidad programado.

- Medida de la dosis colectiva. Analizados todos los trabajos, se valora la dosis mínima posible a recibir y se fija el objetivo.
- De calidad. Desviaciones sobre el programa, pérdidas de energía posteriores a la recarga, grado de cumplimentación de los trabajos programados.
- De coste económico. Desviaciones sobre el presupuesto.

PROGRAMA DE RECARGA

Una vez definido el alcance de la recarga, se inicia la preparación del programa de recarga.

Un programa de recarga tiene tres fases claramente definidas:

1. Parada de la central y destapado de la vasija del reactor.
2. Recarga de combustible, trabajos en equipos, sistemas y pruebas.
3. Tapado de la vasija y arranque de la central.

Cada fase tiene una secuencia de realización de las actividades que la componen. En el caso de las fases 1 y 3 son siempre las mismas y en el mismo orden y su duración es conocida. En la fase 2 también hay actividades repetitivas, pero dependiendo de cada recarga son de diferente duración y en algunos casos implica cambiar el orden de ejecución haciéndolas muy importantes desde el punto de vista de la seguridad nuclear para asegurar que todos los criterios de normativa y procedimentales se cumplan en todo momento. Realizar el programa de esta fase es muy complejo y requiere de mucha experiencia.

En la fase 2 se dejan fuera de servicio los sistemas completos para revisar cada uno de sus equipos y componentes, definiendo actividades de disponible

para mantenimiento (DM) para cada sistema, que es el período de tiempo donde Mantenimiento puede realizar trabajos.

Programar implica definir la secuencia más optimizada de las actividades incluidas, generando criterios de programación entre ellas, que denominamos condicionantes, para impedir que se puedan realizar unas sin estar finalizadas otras.

Planificar implica asignar cada trabajo a una DM donde realizarlo dentro del programa, es lo que denominamos ventana donde se pueden realizar muchos trabajos a los que les coinciden los condicionantes. Para definirlos, es imprescindible conocer qué tipo de trabajo se va a realizar sobre el equipo o aparato, en qué condiciones debe estar éste y definir en qué DM es más conveniente realizarlo, de manera que las pruebas posteriores se puedan completar antes

de volver el equipo o sistema a su condición normal de funcionamiento.

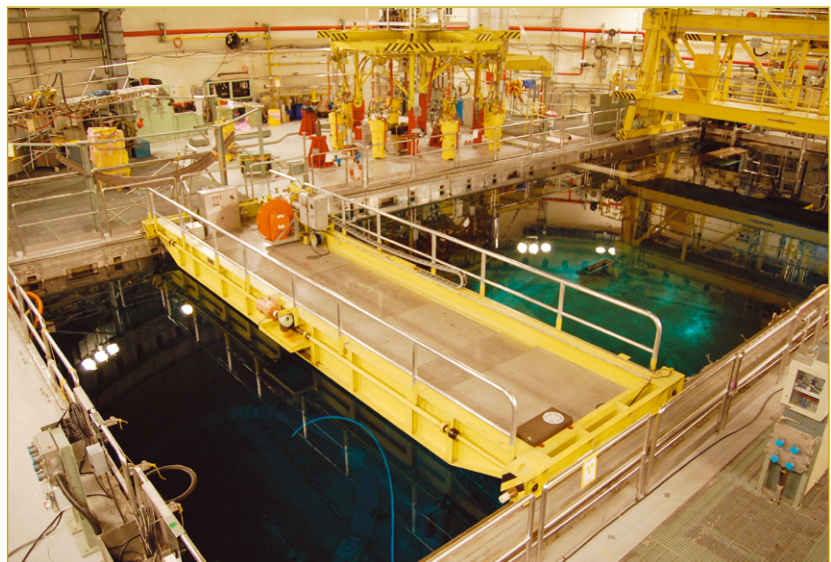
Cada DM reflejada en el programa puede incluir diferentes trabajos y cada uno lleva definida su secuencia de ejecución, es decir, su etiquetado de seguridad, instalación de andamios, alumbrado provisional, retirada de calorifugado, desconexión eléctrica y neumática, desmontaje del equipo, revisión o reparación, montaje y puesta en servicio definitiva.

Como se puede deducir, es un proceso que se repite miles de veces y para cada equipo o aparato es específico y distinto de los otros, por lo que se debe iniciar desde el final de la recarga anterior para finalizarlo.

Se requiere un programa de detalle de las actividades que están en ruta crítica y recomendable que cada sistema significativo disponga de un programa de detalle de las actividades a realizar en él. El programa debe contener, además de los trabajos que lo componen, el alcance, la secuencia de realización entre ellos, la duración y el número de personas que se requieren y la relación de pruebas a realizar para dejar documentado que el equipo o sistema cumple los criterios de aceptación requeridos.

Con toda esta información, se realiza un primer borrador del programa de recarga, utilizando un programa informático de diseño propio, obteniendo una ruta crítica y una duración de la recarga, que se pasa a comentarios. Una vez incorporados, se generan todos los detalles del programa, sistema a sistema.

Con el programa terminado hay que verificar que se cumplen, con creces, los requisitos reguladores y de normativa para cada situación a lo largo de toda la recarga con la ayuda del programa informático, cumpliendo los



criterios de lo que denominamos “Seguridad en Paradas”. Incluimos unas aclaraciones:

Aunque la planta está parada, existen posibilidades de liberación de productos de fisión del combustible, dado que el combustible posee calor residual que hay que evacuar, así como que también es factible que se produzcan criticidades inadvertidas.

Hay que desmontar equipos en servicio para mantenimiento. Las ETF establecen los requisitos mínimos durante la parada. El estricto cumplimiento de sólo estos requisitos puede ocasionar condiciones no deseables desde el punto de vista de la seguridad, ante determinados conjuntos de fallos mínimos. Una de las funciones de Operación es mantener suficientes equipos de respaldo “disponibles” para ser utilizados en caso de sucesos inesperados.

Hay que evaluar los niveles de seguridad para las diferentes condiciones de la planta, considerando todos los descargos concedidos e inoperabilidades existentes; mantener un adecuado control del conjunto de la planta; y aplicar las medidas oportunas necesarias (procedimientos especiales, medios de comunicación, precauciones adicionales, etc.).

Además de cumplir con los requerimientos de las ETF, debemos tener todavía más equipos disponibles para garantizar cada Función Clave de Seguridad (FCS) y por tanto, la seguridad nuclear en todos los aspectos.

Una vez verificado que se cumplen los criterios de “Seguridad en Paradas”, se puede decir que el programa es válido, pero para validarlo, un Grupo de Verificación Independiente (GRIP) revisa, punto por punto, que los criterios establecidos se cumplen en cada momento del programa, generando comentarios si comprueban que algún punto no se cumple o es mejorable y comunicándolo al equipo de programación para corregir el programa. Una vez incorporados, se pasa a firmas y se edita la revisión cero del programa, a partir de la cual todo el personal puede analizar con detalle sus actividades para preparar su realización.

A continuación, los Supervisores de ejecución detallan los trabajos incluidos en el programa y preparan su ejecución

con medios propios o contratando a otras empresas. También detallan las modificaciones de diseño a incorporar, con el mismo proceso que para los trabajos. Por último van programando, dentro de cada ventana, cuando van a realizar cada trabajo para que durante la recarga se emitan en el día definido.

La revisión 1 del programa incorpora los comentarios descritos anteriormente y los cambios que pueden surgir por la

y su duración. Si se producen cambios puede significar modificaciones para las siguientes recargas.

Con este seguimiento se genera la información diaria para que la Dirección y el personal de la central pueda estar informado del avance de la recarga y poder requerir información adicional o suministrar apoyos para las actividades que lo requieran. Adicionalmente se realiza una reunión diaria entre los miembros del equipo de seguimiento de la recarga donde se informa del avance de las actividades de ruta crítica y de posibles necesidades, avance o retraso en alguno de los trabajos, etc.

INFORMES AL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR (CSN)

Cuatro meses antes de iniciar la parada de la central, es requisito obligado el emitir un Informe de Planificación de la Recarga al CSN, donde se incluye la organización de la recarga, los objetivos, el programa de Seguridad en Parada, las medidas de protección radiológica, la gestión medioambiental, el programa de recarga, los recursos previstos, la identificación y justificación de los cambios con respecto a recargas anteriores, los cambios ante contingencias, hitos más importantes, actividades prioritarias o más significativas y actividades que por cualquier motivo se han acortado, reducido, suprimido o aplazado.

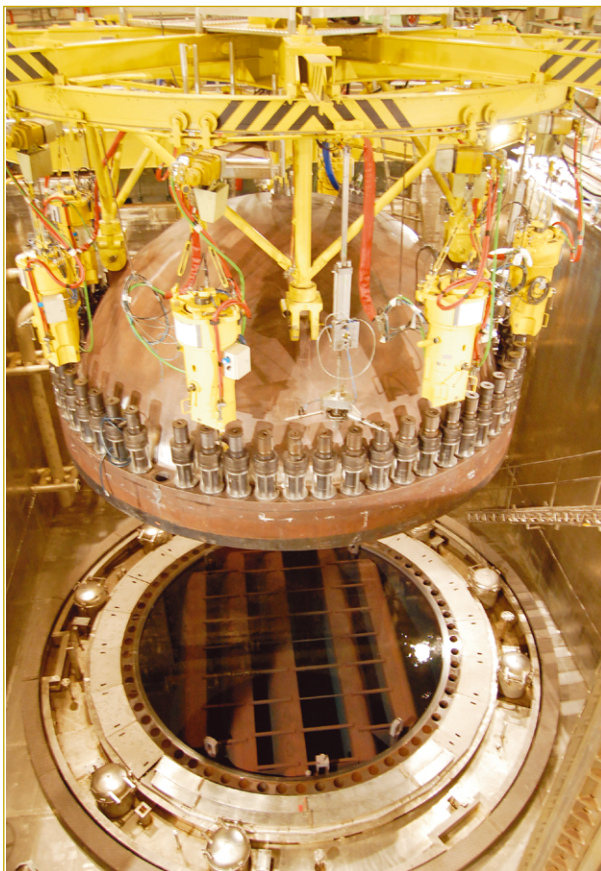
Este informe se repite un mes antes del inicio de la parada y otra vez un día antes, donde se actualizan los apar-

tados que lo requieran.

También durante la recarga se emiten informes semanales al CSN para mantenerles informados del avance del programa, incidencias, retrasos, cambios significativos en la dosis recibida por el personal, etc.

Antes de tres meses de finalizar la recarga también hay que suministrar un informe final de recarga al CSN indicando los resultados obtenidos en objetivos, dosis, duración del programa, actividades no realizadas y el motivo, etc.

Como se puede ver, la planificación de una recarga no es nada sencillo, pero se hace más llevadera con la colaboración de todos los profesionales de la central, a los que aprovecho para agradecerles su cooperación sin la que no sería posible la misma. ■



programación detallada de los trabajos.

Antes del inicio de la recarga todavía se pueden generar una o dos revisiones más incorporando detalles y alcances de última hora que siguen el mismo proceso de validación y edición.

La planificación no ha terminado con el inicio de la recarga. Durante la misma pueden presentarse incidencias que pueden obligar a modificar el programa de tal forma que puede incluso afectar a la Seguridad en Paradas. Si ocurre, las modificaciones al programa siguen el mismo proceso descrito, verificación por el GRIP, edición de los cambios, etc.

Durante la recarga es fundamental mantener un seguimiento de la ejecución de todas las actividades programadas para verificar si su realización se ha realizado siguiendo el programa