



José Ramón TORRALBO ESTRADA
Es Ingeniero Naval por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de Madrid (1981). En 1982 se incorporó a TECNOS, GARANTÍA DE CALIDAD S.A., desarrollando trabajos de gestión de documentación en la C.N. Laguna Verde (Méjico). En 1985 ingresó en NUCLENOR como Jefe de la Sección de Garantía de Calidad de la C.N. Santa María de Garoña, ocupándose de la implantación del Sistema de Garantía de Calidad. En 1989 pasó al Grupo de Mantenimiento, participando en el Comité de Repuestos del GPE-BWR, Comité de Dirección del Proyecto de Gestión de Vida Remanente y Grupo de Trabajo para la implantación de la Regla de Mantenimiento (GPERM). En la actualidad es Jefe del Grupo de Mantenimiento de la C.N. Santa María de Garoña.

LA "REGLA DE MANTENIMIENTO": UNA SISTEMÁTICA PARA ASEGURAR LA EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO

J. R. TORRALBO

ANTECEDENTES

El transcurso de los años en la explotación de las centrales nucleares ha confirmado la importancia que, para el buen funcionamiento de una central, tiene la ejecución de un mantenimiento efectivo.

Las centrales han sido conscientes de esa relación y han puesto en marcha programas de mejora del mantenimiento con distintos enfoques, según las particularidades de cada central, pero con algunos resultados coincidentes. Algunos ejemplos son los programas de mantenimiento basado en la fiabilidad, gestión de vida remanente y optimización del mantenimiento aplicados en mayor o menor grado en muchas centrales.

Por su parte, el organismo regulador americano, la NRC, también ha sido consciente de esta situación y ha concluido la necesidad de regular en mayor medida, y con un enfoque más global, el mantenimiento de las centrales. Así surgió la conocida "Maintenance Rule" o "Regla de Mantenimiento".

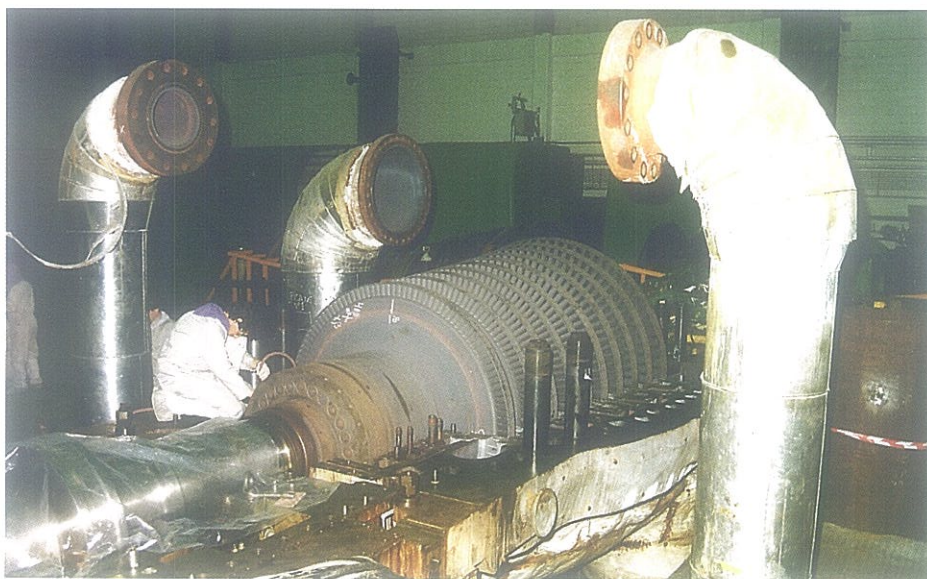
Normativa

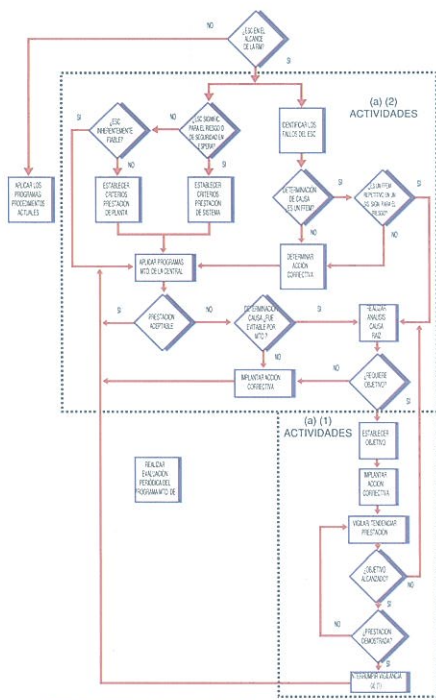
El 10 de julio de 1991, la NRC hizo público el 10CFR50.65 "Requisitos para vigilar la efectividad del mantenimiento en centrales nucleares", también conocida como Regla de Mantenimiento. La fecha fijada para su puesta en marcha en las centrales americanas es el 10 de Julio de 1996, cinco años después de su publicación, para posibilitar la adaptación de cada central.

En respuesta a la emisión de esta Regla, las centrales americanas constituyeron un grupo de trabajo, con el liderazgo de NUMARC, para desarrollar una metodología de aplicación consensuada con la NRC. El resultado de este trabajo se publicó en Mayo de 1993 en el documento NUMARC 93-01 "Guía de la industria para vigilar la efectividad del mantenimiento en centrales nucleares".

Un mes después, la NRC, mediante la Guía Reguladora 1.160, reconocía el NUMARC 93-01 como método aceptable para cumplir con la Regla de Mantenimiento.

Revisión turbina de alta presión en central BWR





NOTA: ESC = ESTRUCTURA, SISTEMA O COMPONENTE

LA REGLA DE MANTENIMIENTO

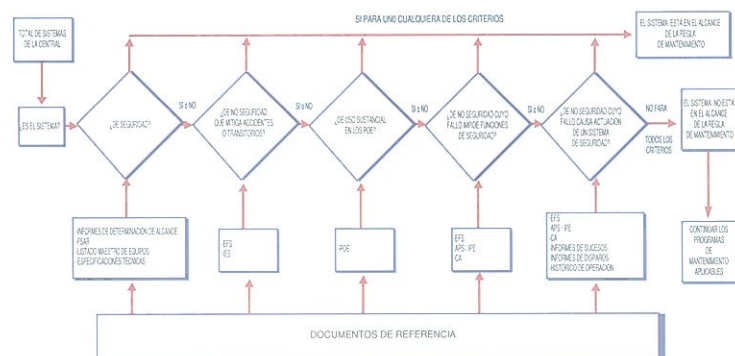
Orientada a los resultados

La Regla de Mantenimiento como tal no establece criterios, ni recomendaciones, ni metodología sobre cuánto y cómo debe hacerse el mantenimiento de las centrales. Sólo pide el establecimiento de un método para vigilar la eficacia de los programas de mantenimiento y una sistemática para evaluar periódicamente, y corregir si fuese necesario, los resultados de dicho proceso. Es por tanto una norma orientada a los resultados, en lugar de, como es habitual, ser una norma con controles sobre el proceso que trata de regular. Este tipo de norma deja a las centrales libertad de movimientos en cuanto a la forma de obtener los resultados, permitiendo a cada central disponer las medidas que considere más efectivas para su consecución.

Adicionalmente, la evaluación de la eficacia de las prácticas de mantenimiento requerida por la Regla, se realiza sobre la base de que lo que se pretende es asegurar de forma razonable que las estructuras, sistemas y componentes importantes de la central son capaces de realizar las funciones que tienen encomendadas. Es la primera norma de la NRC basada en criterios que tienen en cuenta el funcionamiento de los sistemas y equipos de la central. Se incluyen a continuación los párrafos más representativos de la Regla.

a) Vigilancia y establecimiento de objetivos

La Regla establece que cada central vi-



▲ FII - Determinación del alcance de la Regla de Mantenimiento

◀ FI - Metodología para la implantación de la Regla de Mantenimiento

gile el funcionamiento o la condición de determinadas estructuras, sistemas y componentes, comparándolo con objetivos fijados previamente, de forma tal que se asegure razonablemente su capacidad para cumplir la función asignada. Los objetivos que se establezcan deben estar en consonancia con la seguridad y, en la medida en que sea posible, tener en cuenta la experiencia de la industria.

Tendrán que adoptarse medidas correctoras cuando el funcionamiento o condición de una estructura, sistema o componente no alcance los objetivos establecidos.

b) Mantenimiento preventivo

El establecimiento de objetivos requerido en el apartado anterior (a) no es necesario en aquellas estructuras, sistemas o componentes para los que se demuestre que su funcionamiento o condición está siendo controlado eficazmente mediante la ejecución de un mantenimiento preventivo tal que se asegura su capacidad para llevar a cabo la función prevista.

c) Evaluación y ajuste

La evaluación de las actividades de vigilancia del funcionamiento o condición de las estructuras, sistemas o componentes, de los objetivos definidos y de las actividades de mantenimiento preventivo se hará como mínimo cada ciclo, sin exceder en ningún caso de 24 meses y teniendo en cuenta la experiencia de la industria.

Se realizarán los ajustes necesarios para equilibrar el objetivo de eliminación de fallos con el

de minimizar la indisponibilidad de equipos por preventivo. Se tendrá en cuenta en todo momento la totalidad de equipo indisponible para determinar el efecto global sobre las funciones de seguridad.

d) Alcance

Quedan incluidos en el alcance de la Regla todos los equipos relacionados con la seguridad más todos aquellos no relacionados que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

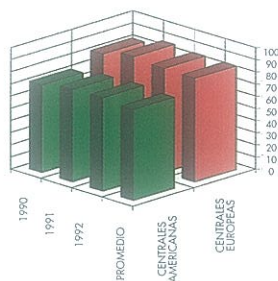
- Se requieren para mitigar accidentes

Pruebas de maquina de inspección por ultrasonidos en maqueta de vasija BWR



AÑOS	CENTRALES AMERICANAS	CENTRALES ESPAÑOLAS
1990	71,7	82
1991	75,7	87,5
1992	76,5	85,5
PROMEDIO	74,6	85

FACTORES DE CAPACIDAD



F IV - Factores de capacidad de las centrales españolas y americanas

F V - La Regla de Mantenimiento orienta las actividades de mantenimiento hacia los sistemas importantes de la central

operación de la planta, incluyendo recargas de combustible y actividades de mantenimiento, se requiere establecer una metodología que permita valorar el impacto general y la significación para el riesgo asociado a las estructuras, sistemas y componentes que quedan inoperables (incapacitados para cumplir la función de seguridad asignada).

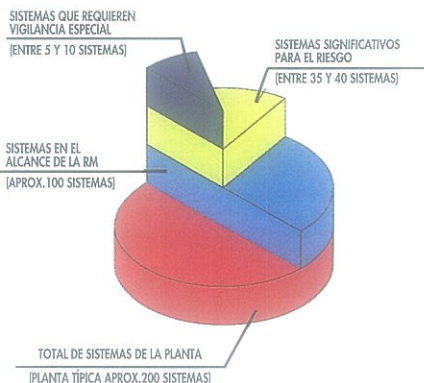
Evaluación periódica de la efectividad del mantenimiento

De acuerdo con el apartado (c) de la Regla de Mantenimiento, se efectuará una evaluación de la efectividad del Programa de Mantenimiento al menos una vez por ciclo. La evaluación incluirá la revisión de los objetivos establecidos según (a), verificación del cumplimiento de los criterios de funcionamiento de los sistemas en (a)(2), análisis de fallos de equipos y efectividad de las acciones correctoras adoptadas, análisis de la experiencia de la industria y aplicabilidad a la planta, etc.

SITUACIÓN EN EEUU Y LECCIONES APRENDIDAS

Las centrales americanas han de estar en disposición de cumplir con la Regla de Mantenimiento en Julio de 1996, aproximadamente dentro de un año. La mayoría de las plantas están intentando completar el programa de implantación para finales de 1995, con objeto de disponer de un periodo de prueba del programa y facilitar el entrenamiento de su personal.

El hecho de tratarse de una norma basada en los resultados, y dejar a las centrales flexibilidad en la determinación de los sistemas significativos para el riesgo y de los criterios de funcionamiento, hace que no resulte extraño el



hecho de que haya surgido una gran diversidad de soluciones y formas de hacer. La mayoría de las centrales están tratando de sacar el máximo partido a sus programas y prácticas habituales de mantenimiento para la selección de criterios y parámetros de funcionamiento, dando como resultado soluciones específicas en cada planta para cumplir los requisitos de la Regla.

Lecciones aprendidas

Previamente a la implantación de la Regla en la totalidad de las centrales americanas, nueve plantas piloto voluntarias han desarrollado un programa de validación de la guía NUMARC 93-01 confirmando que dicha guía proporciona suficiente información para poner en práctica la Regla de Mantenimiento. De dicho proceso se ha obtenido mucha experiencia y una serie de aspectos que deberán tenerse en cuenta cuando se aplique en otras centrales. Algunas lecciones aprendidas son el riesgo de expandir innecesariamente el alcance de la Regla, la comparación inapropiada de alcances y objetivos entre centrales o la necesidad de definir más claramente lo que son fallos funcionales evitables por mantenimiento y fallos repetitivos.

Otro resultado del proceso de validación ha sido la confirmación de que, mientras algunas centrales se beneficiarán con la aplicación de la Regla, por la actualización de sus programas de mantenimiento, otras gastarán recursos en su implementación sin obtener un beneficio significativo debido a que sus programas de mantenimiento son ya efectivos.

Un aspecto diferencial para el conjunto de las centrales españolas es que éstas, al tener un factor de capacidad un 10% más alto que el de sus homólogos

americanas (Figura IV), tendrán también más difícil la consecución de cualquier mejora en su capacidad como consecuencia de la aplicación de la Regla. Esto habrá que tenerlo en cuenta cuando se definan los criterios de funcionamiento de estructuras, sistemas y componentes, para evitar cualquier impacto negativo en los actuales programas de mantenimiento.

Por otra parte, la NRC ha efectuado inspecciones en las nueve plantas piloto citadas. Las inspecciones se han centrado en evaluar la factibilidad de los programas específicos de las plantas, así como en entrenar a los inspectores de la NRC. La experiencia ha resultado muy positiva y ha sentado un precedente para futuras actuaciones conjuntas de este tipo.

PLANTEAMIENTO EN ESPAÑA

Las centrales españolas, por su parte, han mostrado una constante preocupación por mejorar de una forma continua y progresiva los programas de mantenimiento, lo que ha quedado reflejado de manera permanente en sus planes de actividades. En general, las centrales han puesto en marcha programas específicos para mejorar las infraestructuras informáticas, procedimientos, organización, alcances de los programas, análisis de causa raíz, etc, todo ello encaminado al objetivo principal de mejorar la calidad del mantenimiento, convencidos de que ello redundará en una mejora de la seguridad y disponibilidad de las plantas.

Unidad de actuación

Al igual que las centrales americanas, las centrales españolas han llegado a la conclusión de que una estrategia y enfoque de carácter genérico es la forma más eficaz de cumplir, desde el punto de vista de costes y recursos, con los requisitos de la Regla de Mantenimiento.

Con esa intención, las centrales han constituido un Grupo de Trabajo que se encarga de desarrollar las líneas maestras de la implantación de la Regla en España. El Grupo pretende promover y alcanzar un consenso y coherencia de aplicación que, al mismo tiempo, sean lo suficientemente flexibles como para facilitar las consideraciones propias de cada planta, teniendo en cuenta los programas en curso actualmente, los diseños PWR y BWR, así como las diferencias generacionales entre centrales.

Mejora real y duradera del mantenimiento

El citado Grupo de Trabajo ha definido los objetivos que se intentarán obtener de la aplicación de la Regla y que, fundamentalmente, persiguen lograr un equilibrio entre el esfuerzo a desa-



Sustitución de rociadores de agua de alimentación en la vasija de una central BWR

rollar y la obtención de un mayor nivel de seguridad, una mejora real y duradera del mantenimiento y un incremento en las prestaciones de las plantas.

Aprovechamiento de proyectos existentes

Uno de los planteamientos establecido desde el principio por el Grupo de Trabajo ha sido el de evitar la duplicación y desviación de los recursos de las centrales, integrando o, por lo menos, coordinando los esfuerzos emprendidos para gestionar el envejecimiento, optimizar el mantenimiento y mejorar el nivel de seguridad a través de los proyectos específicos de cada central.

Guías de actuación

El Grupo de Trabajo para la aplicación de la Regla ha considerado conveniente la edición de unas guías para su implementación que, sin desviarse de la normativa básica, la complementen, incorporen interpretaciones fruto de su aplicación, consensúen sistemáticas de actuación de las diferentes centrales, y proporcionen el detalle necesario para la aplicación en cada planta.

Validación en plantas piloto

Las guías desarrolladas para la implementación de la Regla de Mantenimiento se validarán mediante su utilización en dos plantas piloto. El objetivo es probar los elementos clave de las guías, facilitar la interacción con

el Consejo de Seguridad Nuclear y aprovechar al máximo la experiencia acumulada del programa americano. Las centrales elegidas para esta validación son CN Cofrentes (BWR) y CN Vandellós II (PWR), seleccionadas entre las plantas voluntarias.

CONCLUSIONES

El mantenimiento es una pieza básica en la seguridad y operación de las centrales nucleares. La Regla de Mantenimiento persigue enfocar la atención del mantenimiento sobre aquellos equipos importantes cuyo comportamiento no sea el esperado (Figura V), obteniendo con ello una reducción del riesgo y una mayor garantía del funcionamiento de la planta.

Las centrales españolas, en contacto con el Consejo de Seguridad Nuclear, están desarrollando una metodología de aplicación de la Regla de Mantenimiento, basada en las lecciones aprendidas de su apli-

cación en USA y teniendo en cuenta el nivel de funcionamiento de las centrales españolas.

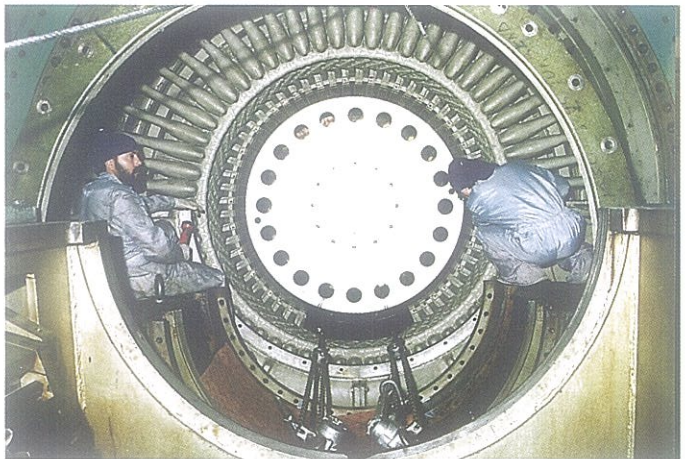
El objetivo del sector nuclear es lograr, mediante la aplicación de la Regla de Mantenimiento, una mejora real y duradera en el nivel de seguridad y prestaciones de las centrales nucleares españolas. La Regla es flexible a la hora de establecer alcances, criterios de funcionamiento y objetivos. Este aspecto debe permitir controlar el posible crecimiento desmesurado del requisito que significa esta nueva norma, ciñéndolo exclusivamente a las actuaciones que se consideren necesarias para el logro de los objetivos.

Por último, indicar que la Regla de Mantenimiento podría significar un alivio de la diversidad de requisitos que aplican al mantenimiento de las centrales, ya que la aplicación de algunos de estos requisitos po-

dría quedar a criterio de cada central a la vista de los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

- (1) 10CFR50.65: "Requirements for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants"
- (2) Regulatory Guide 1.160: "Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants"
- (3) NUMARC 93-01: "Industry Guideline for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants"
- (4) NUMARC 93-02: "A Report on the Verification and Validation of NUMARC 93-01, Draft Revision 2A, Industry Guideline for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants"
- (5) Documento N° GPERM-E-001: "Plan Estratégico para el Cumplimiento de la Regla de Mantenimiento" (Grupo de Trabajo para la Implantación de la Regla de Mantenimiento)
- (6) Documento N° GPERM-12-15897-E: "Plan de detalle / Metodología / Informe de Licencia" (Grupo de Trabajo para la Implantación de la Regla de Mantenimiento).



Revisión del generador principal en una central BWR

Calibración de la instrumentación de nivel en una central BWR.

