

LA INGENIERIA DE APOYO A CENTRALES NUCLEARES EN OPERACION

MANTENIMIENTO

Luis Fernando Rojo Virseda y Silvia Alamo Berna



Luis Fernando ROJO VIRSEDA es Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid, habiendo desarrollado su actividad profesional en la JEN y desde 1974, año de su ingreso en INITEC, en los proyectos de C. N. Ascó, C. N. Vandellós II y fase previa de C. N. Escatrón. En la actualidad trabaja en el segundo de los proyectos mencionados, en temas relacionados con Garantía de Calidad y ALARA, entre otros.



Silvia ALAMO BERNA es Licenciada en Física por la Universidad Complutense de Madrid y ha desarrollado su actividad profesional en la JEN y en INITEC, en los campos Seguridad Nuclear y Protección Radiológica, participando en diversos proyectos de instalaciones nucleares y radiactivas.

El propósito del mantenimiento es maximizar el rendimiento de los sistemas técnicos: asegurar un día adicional de operación es el marco en el que se sitúan las decisiones relativas a los costes del mantenimiento. Cuanto mayor sea la inversión de capital, mayor atención será necesario prestar a la optimización del mantenimiento, con objeto de reducir sus costes y los de reparación, así como las paradas no programadas.

Al margen de consideraciones económicas, existen requisitos mínimos de mantenimiento asociados a la seguridad de las centrales nucleares, impuestos por las Autoridades reguladoras.

Las recientes exigencias, tanto por parte de las sucesivas reglamentaciones aplicables a los proyectos en curso de centrales nucleares y de otras instalaciones nucleares, como de los Permisos y Autorizaciones concedidos a centrales e instalaciones ya en operación tiene una incidencia muy significativa en la explotación de las citadas instalaciones.

Es necesario señalar a este respecto que, en la actualidad, la mayor parte de las instalaciones nucleares en operación disponen de permisos provisionales, que se renuevan periódicamente, y en los que la Administración incluye exigencias adicionales para la modificación de sus diseños, de acuerdo con normativa posterior a la que era aplicable en la fecha de concesión de las correspondientes licencias.

Finalmente, es necesario considerar la tendencia de la normativa a requerir grupos de apoyo que en caso de una condición de emergencia constituirían el soporte técnico del equipo de explotación de la central.

Pues bien, en todos los ámbitos mencionados, la ingeniería tiene la capacidad organizativa y técnica para prestar un apoyo eficaz a una central en operación, obteniéndose el máximo rendimiento de la experiencia acumulada en ella durante el diseño de la central y de la que adquiere de modo continuo a causa de su participación en trabajos muy diversos.

ORGANIZACION DE LA INGENIERIA DE APOYO A CENTRALES EN OPERACION

Para operar de forma rentable una central nuclear es necesario organizar conceptualmente el mantenimiento de

la misma. Los aspectos de seguridad, nuclear y física y de protección radiológica hacen el mantenimiento de centrales nucleares más complejo que en otras tecnologías. La complejidad de las centrales nucleares requiere de análisis cuidadosos y de la aplicación de medios como la ingeniería de sistemas, estudios de fiabilidad de sistemas y otros, para tener en cuenta todos los elementos relevantes y su interrelación y alcanzar los objetivos de alta disponibilidad y baja dosis colectiva con costes óptimos.

El mantenimiento durante operación, así como durante parada requiere recursos diferentes y existen factores y limitaciones que hay que considerar, como personal entrenado adecuadamente, repuestos, materiales y herramientas, documentos (planos, manuales, etc.), niveles de radiación, requisitos de la Autoridad, etc.

La organización y planificación son necesarias para combinar de modo óptimo los requisitos y los recursos.

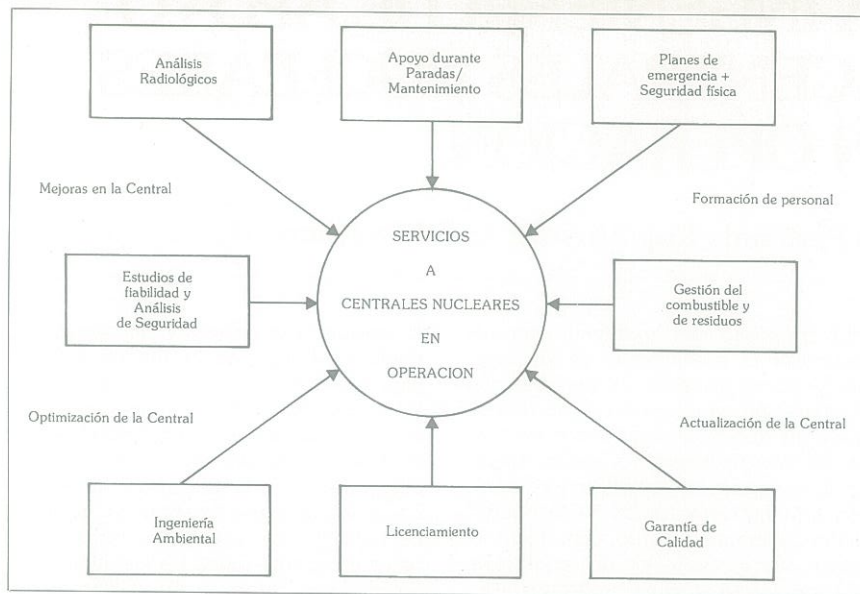
En la figura 2 se muestran las secciones que constituirían un grupo de ingeniería de apoyo. Estaría integrado básicamente por cinco secciones: Evaluación, Planificación, Diseño, Implantación y Garantía de Calidad.

Este grupo estaría formado principalmente por ingenieros mecánicos, eléctricos de instrumentación y control, seguridad y planificación y realizaría las funciones que se resumen en la figura 2 y se desarrollan a continuación.

GARANTIA DE CALIDAD

En tiempos recientes, el papel de Garantía de Calidad se ha extendido al área de mantenimiento con el fin de conservar archivos auditables de la documentación relativa a los componentes relacionados con la seguridad, sujetos a la aceptación de las Autoridades de Licencia. Es necesario, por tanto, llevar a cabo las siguientes acciones:

- Preparación de un Manual de Garantía de Calidad, incluyendo todas las instrucciones y reglamentaciones aplicables.
- Dependiendo del alcance del trabajo, un programa de Garantía de Calidad adecuado al mismo.
- Inclusión de la Garantía de Calidad en la coordinación general del mantenimiento.
- Sistema de control mejorado para el almacenamiento en obra de repuestos de alta calidad.



F I

miento de la central, de la clarificación del mal funcionamiento y de los transitorios de operación, así como del seguimiento del licenciamiento, de la realización de informes y de la evaluación de dosis para asegurar el cumplimiento ALARA.

De acuerdo con la parte 20 del título 10 del «Code of Federal Regulations», debe llevarse a cabo todo esfuerzo razonable para mantener los niveles de exposición a la radiación de los trabajadores profesionalmente expuestos tan bajos como razonablemente se pueda (ALARA).

La relación existente entre dosis y efectos biológicos se conoce relativamente bien cuando los valores de aquella son elevados y se recibe además en un corto espacio de tiempo. Se sabe además que dicha relación es proporcional, pero que sus consecuencias no dependen de la tasa de dosis y que no puede hablarse, por tanto, de un valor umbral de dosis a partir del cual se pro-

duzcan daños. Resulta, por tanto, evidente, desde una perspectiva de radioprotección, la necesidad de reducir las dosis potenciales, incluidas las procedentes de niveles bajos de radiaciones ionizantes, puesto que, por otra parte, los efectos de la radiación son acumulables y en muchos casos irreversibles.

La tendencia actual en este aspecto ha sido la de no incrementar la exposición individual, manteniéndola dentro de los límites regulados y absorber las mayores necesidades de mantenimiento que se presentan, aumentando el número de personas expuestas, en el marco de una política, no siempre correcta, de intentar reducir las dosis individuales en detrimento de las colectivas. Así, en un período de once años, la dosis colectiva por reactor, ha crecido en un factor superior a cuatro.

Para afrontar el problema ALARA existe diversa documentación con la característica común de ser de relativamente reciente aparición y evolucionar

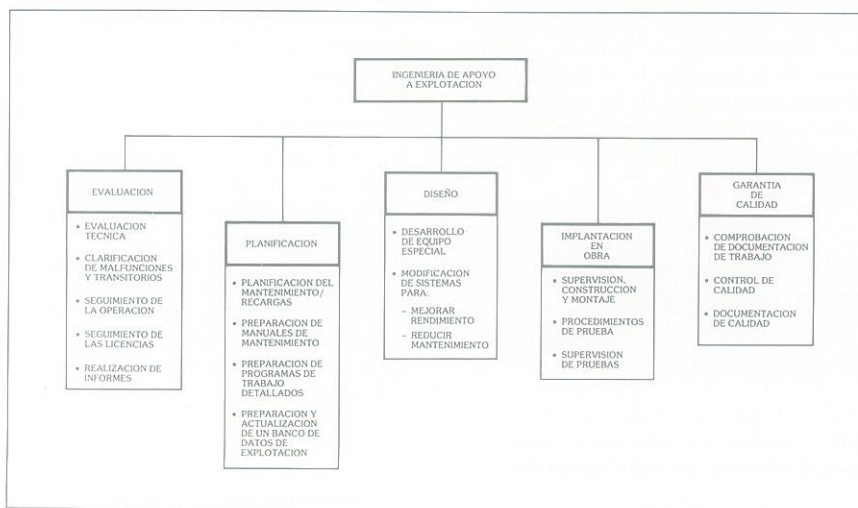
con rapidez. Entre ella se pueden destacar las Guías Reguladoras 8.8, 8.10, 8.19 y la sección 12.4 de la Guía Reguladora 1.70. En la primera puede leerse: «Para alcanzar el objetivo de mantener ALARA el nivel de exposición del personal de la central debería desarrollarse un programa que asegure la reducción de la exposición a la radiación en todas las fases de la vida de la central.»

Un programa tal podría requerir de la ingeniería de apoyo, entre otras, las siguientes acciones:

- Identificación de zonas, sistemas, equipos o componentes que, por sus características, requieran vigilancia ALARA.
- Planificación previa de los trabajos que impliquen exposición a la radiación, con estimación de las posibles dosis.
- Realización de programas apropiados de entrenamiento, instrucciones al personal y reglas de seguridad, que deberían ser revisados periódicamente y modificados cuando fuera necesario para ajustarlos a nuevas técnicas o a la experiencia derivada de la explotación, de acuerdo con la Guía Reguladora 8.27.
- Establecimiento de procedimientos para determinar el alcance del programa ALARA y los pasos a seguir para implementarlo, así como la documentación necesaria para que sus resultados sean auditables, revisables y permitan establecer medidas correctoras.
- Preparación de un programa integrado de mantenimiento y radioprotección.
- Control de modificaciones para que éstas cumplan con los criterios establecidos previamente en una Guía de Diseño ALARA.
- Seguimiento de las novedades tecnológicas que puedan suponer reducción de las exposiciones.
- Asistencia en los problemas derivados del aumento de los niveles de radiación por envejecimiento de la central, así como ante las modificaciones solicitadas por los organismos reguladores para corregir problemas relacionados con la protección contra la radiación.
- Colaborar en la resolución de las dificultades que, desde el punto de vista radiológico, pudieran derivarse del fallo inesperado de un equipo importante de la central.
- Puesta a punto de un método de análisis coste-beneficio mediante ordenador.

La independencia de los objetivos de producción y protección lleva a expresar el coste de una acción protectora como la diferencia entre los gastos di-

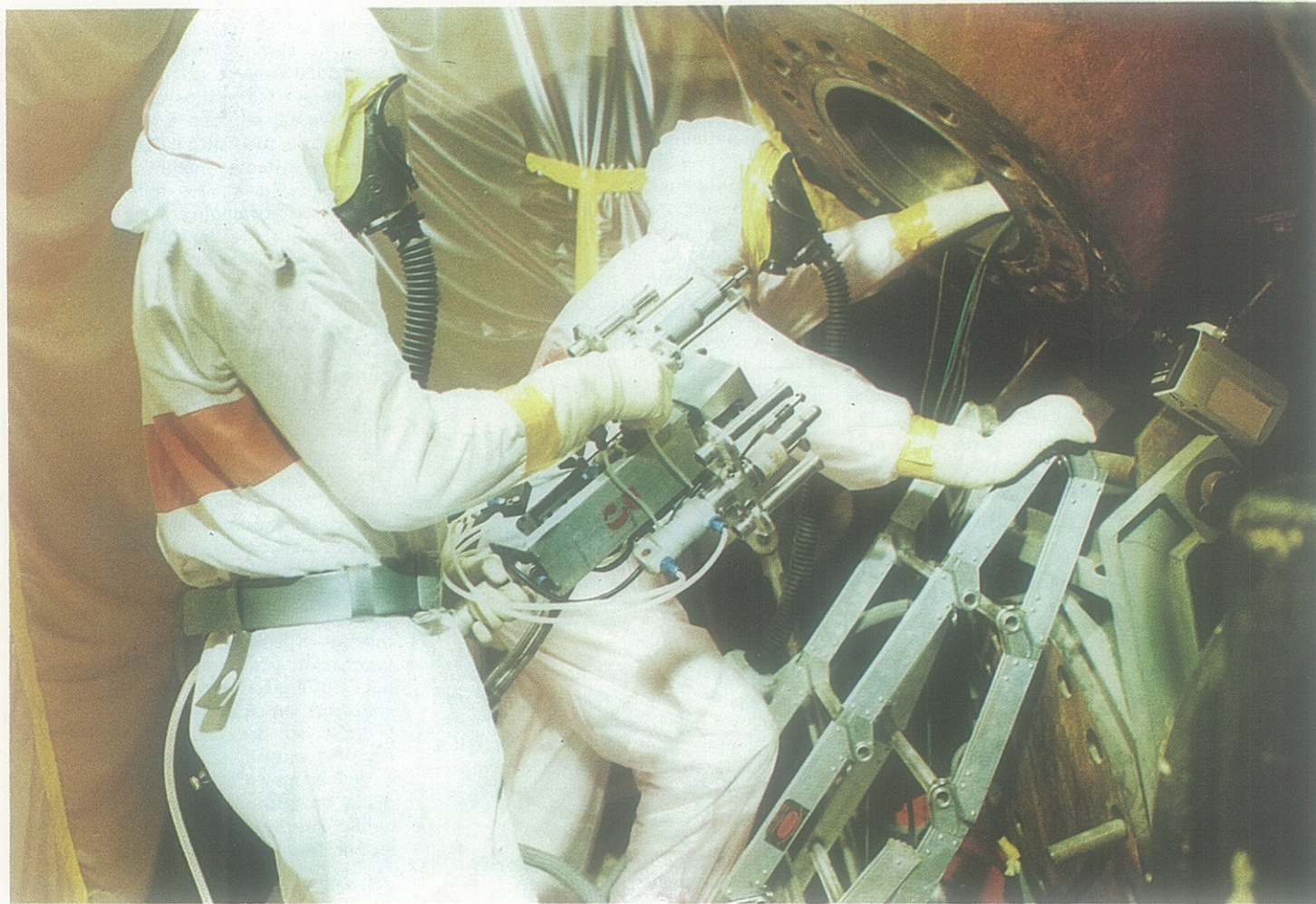
F II Organización de apoyo a explotación.



CUALICONTROL INTERCONTROL IBERICA, S. A.

Juan Bautista de Toledo, 31
Teléfs. 415 65 66/68
Télex: 45136 CCOL-E - MADRID-2

ENTIDAD COLABORADORA DE LA ADMINISTRACION



**Seguridad en el control,
un gran paso adelante**

Inspección de una zona «caliente»
en una central nuclear en servicio

Cliché propiedad de Intercontrol

**control de calidad
en centrales
nucleares y térmicas**

EMISSION ACUSTICA - PARTICULAS MAGNETICAS - ANALISIS QUIMICOS - ENSAYOS ME

rectamente asociados con la acción tomada (inversión y operación) y el potencial ahorro en los costos de explotación. Si bien esto es cierto en cualquier actividad industrial, lo es aún más en una central nuclear, donde es de vital importancia el establecer con suma precisión estos parámetros, ya que de su incorrecta evaluación pueden originarse consecuencias no cuantificables, sino en un plazo de tiempo medio o largo.

El método de análisis podría ser el siguiente:

Cada vez que un operario efectúa un trabajo en una zona radiactiva de la central se introducen en el ordenador:

- Datos sobre el tipo del trabajo (operación, mantenimiento, etc.).
- Tipo de trabajador (plantilla, contratado).
- Dosis recibida.
- Datos sobre los niveles de radiación en la zona designada, así como dosis de contacto de los equipos a mantener u operar.
- Tiempo de permanencia en las zonas radiactivas.

Al finalizar el trabajo, si han intervenido varios operarios, el ordenador proporciona, por grupo y tarea:

- Número de empleados que han intervenido.
- Números de horas-hombre utilizadas.
- Nivel de radiación del área considerada (calculada a partir de las dosis personales y tiempos de estancia).
- Descripción del tiempo.

Esta información permite calcular las dosis colectivas esperadas en futuras operaciones y, mediante un modelo económico adecuado, poder prever si cualquier cambio ALARA resulta o no rentable.

DISEÑO

Este grupo se encargaría del desarrollo de equipo especial, modificaciones de sistemas para mejorar el rendimiento y reducir los requisitos de mantenimiento, seguimiento del comportamiento a largo plazo de los repuestos...

Pasarán muchos años antes de que se apliquen programas de extensión de la vida a centrales nucleares del tipo de los contemplados para centrales de combustibles fósiles.

A pesar de todo, existen otros tipos de programas aplicables para la extensión de la vida de las centrales, en los que el objetivo no es tanto añadir años a la vida de diseño de la central, sino conseguir una disponibilidad más alta en el medio plazo: las exigencias reguladoras y los presupuestos limitados ocasionan que se asigne el principal esfuerzo económico al mantenimiento de equipo relacionado con la seguridad y se posponga el de equipo no esencial para la seguridad aun estando relacionado con la producción a corto plazo.

No obstante, esta actitud probablemente se depondrá ante la evidencia de que las inversiones en un programa sistemático de extensión de la vida de la central mejorarían las condiciones físicas de la misma, así como su disponibilidad y rendimiento.

PLANIFICACION

Esta sección desempeña un papel fundamental en la planificación de las paradas y del mantenimiento preventivo, controlando y documentando las tareas de mantenimiento y los proyectos de las modificaciones que tengan lugar y consiguiendo mediante técnicas de planificación sistemáticas unos períodos de parada lo más cortos posibles. Entre sus actividades se contarían:

- La planificación del trabajo de mantenimiento.
- La preparación de manuales de mantenimiento.
- La preparación de programas de trabajo detallados para tareas de mantenimiento importantes.
- Preparación y puesta al día de archivos de mantenimiento.

La experiencia muestra continuamente la necesidad de un buen sistema de documentación, que registre los componentes y sus historiales de mantenimiento, así como el comportamiento de equipos similares en otras centrales.

Después de completar el trabajo de mantenimiento, los informes, correcciones y suplementos son evaluados e integrados en los planos, instrucciones y listas, con objeto de mantener actualizada la documentación del equipo. Una buena ayuda para la planificación de los trabajos de mantenimiento preventivo son los archivos con datos de vida, elementos, estadísticas de fallos y análisis de puntos débiles. Los archivos de mantenimiento contendrán todos los datos de trabajo, informes, listas de comprobación, certificados, resultados de medidas y planos.

Planificación de recargas, sobre las bases siguientes:

- Definición clara de funciones e interfaces.
- Iniciar su programación con seis meses de antelación.
- Mantener listas de trabajo durante todo el año.
- Evitar el exceso de personal durante la parada.
- Prever el apoyo exterior que es necesario contratar con suficiente antelación.
- Cumplir las fechas programadas.

La importancia de minimizar el período anual de parada para recarga y mantenimiento programado para conseguir una disponibilidad alta es evidente.

La planificación se prevé en dos etapas. En la primera etapa, aproximada-

mente seis meses antes de la parada se realiza un programa preliminar coordinado con todos los departamentos, teniendo en cuenta las prioridades, los requisitos de operación y los recursos disponibles, en cantidad y calidad, así como la carga radiológica del personal asignado.

En una segunda fase, tras las contrataciones del trabajo de mantenimiento, se realiza la planificación detallada y se ultiman aspectos singulares como el uso de grúas, requisitos de espacio para componentes y protección radiológica.

El flujo de información requerido se deberá organizar de manera eficiente. El volumen de información y la interrelación de los datos son las razones para elegir un sistema computarizado. En la actualidad existen sistemas que no requieren ser manejados por especialistas y que se ajustan bien a las necesidades del usuario, mediante *software* sofisticado. Estos sistemas integran la planificación, los repuestos, los materiales, datos de protección radiológica y costes. Existen, no obstante, actividades, especialmente aquéllas de carácter organizativo, que no estarían cubiertas por un sistema automático y que deberán ser tratadas por el planificador, como, por ejemplo, los aspectos de seguridad física para el personal adicional requerido.

El trabajo repetido durante años muestra que aún con tasas de dosis crecientes por el envejecimiento de las centrales se pueden reducir las dosis colectivas a través de la planificación de trabajos de mantenimiento. Mediante el registro y la evaluación de las dosis asociadas a determinados trabajos se ha llegado a la implantación de medidas protectoras de diferentes tipos: herramientas especiales, procesos de descontaminación y entrenamiento de personal. Un análisis detallado de trabajos concretos, en cuanto a frecuencia, cualificación del personal requerido, duración del mismo, tasa de dosis y dosis colectiva, muestra claramente qué medidas de protección radiológica razonables ahorran no solamente dosis colectiva, sino tiempo y diseño.

La planificación detallada de procedimientos de protección radiológica constituye una herramienta excelente de control para la supervisión del mantenimiento y una lista de comprobación para la ejecución de los trabajos asociados.

Las nuevas técnicas de descontaminación han demostrado que se pueden descontaminar componentes, herramientas y equipo hasta el punto de poder ser reparados en el taller del fabricante o ser desechados como residuo no radiactivo. Una planificación adecuada del trabajo de mantenimiento y reparación permite al ingeniero de protección radiológica optimizar el proceso de descontaminación, preparar herramientas y equipo y realizar estimaciones realistas de la exposición.