

BLINDAJE Y PROTECCION

ALGUNOS ASPECTOS DE LA PROTECCION RADIOLOGICA EN PARADAS PROGRAMADAS EN CENTRALES NUCLEARES

M.^a Teresa ORTIZ y Lorenzo CARRETERO

Durante las paradas programadas y las recargas de combustible en las instalaciones nucleares, las actividades de los servicios de protección radiológica aumentan notablemente ya que las condiciones radiológicas en las que se realizan los trabajos, el número de personas presentes en la planta y el número de trabajos a realizar son muy diferentes a los de la operación normal.

El objeto de este artículo es reflejar las diferencias entre la operación normal y las paradas programadas desde el punto de vista de la protección radiológica y describir las actividades que deben ser llevadas a cabo por los servicios de protección radiológica durante la planificación y realización de dichas paradas.

CARACTERISTICAS ESPECIALES DE LAS PARADAS PROGRAMADAS

Una parada programada consiste en parar el reactor durante un determinado período de tiempo, en un momento determinado para realizar un conjunto de trabajos de acuerdo con un programa previamente establecidos.

Durante las paradas programadas se realizan la mayor parte de los trabajos de mantenimiento, reparación y modificación de componentes, se lleva a cabo el programa de inspección en servicio y se calibran instrumentos y equipos, se procede a abrir la vasija y a mover el combustible (si la parada incluye recarga).

El personal necesario para llevar a cabo todas estas tareas debe contratarse ya que la plantilla de la instalación está pensada para la operación normal de la planta. Por este motivo, se encuentran presentes en la planta trabajadores de muy distintas procedencias.

Las empresas típicas que suelen acudir a las paradas programadas son:

- Servicios técnicos de suministrador principal (Westinghouse y General Electric fundamentalmente).
- Empresas de montaje, soldadura, etc.
- Empresas especializadas en ensayos no destructivos: gammagrafía, inspección visual, ultrasonidos, corrientes inducidas, líquidos penetrantes, etc.
- Empresas dedicadas al mantenimiento y reparación de equipos e instrumentación.
- Empresas de limpieza, descontaminación o pintura.

Además de los trabajadores de estas empresas, se contrata personal eventual para reforzar diferentes servicios, encontrándose presentes también visitantes, proveedores, inspectores del Organismo Regulador y personal en fase de formación.

Las condiciones de trabajo desde el punto de vista de protección radiológica son diferentes ya que el número de trabajos que se realizan en la planta es muy elevado con el consiguiente aumento del número de trabajadores presentes.

Las condiciones radiológicas de la planta no son las habituales y se accede a zonas normalmente inaccesibles.

En muchos casos, el personal contratado no posee una adecuada formación en PR, entre otros motivos, porque la mayor parte de sus trabajos los realiza en industrias de tipo convencional.

Todos estos factores conducen a que se produce un aumento de las dosis no sólo colectivas, sino también individuales siendo necesario intensificar los controles y las vigilancias de protección radiológica así como la formación PR del personal contratado, con objeto de minimizar las dosis.

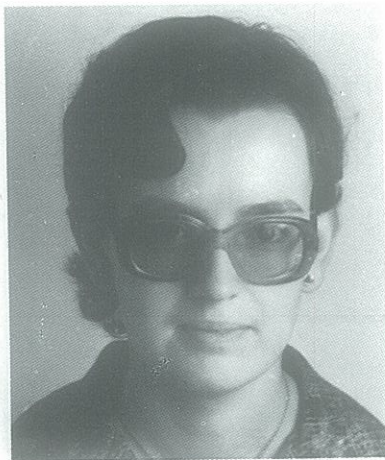
Un factor especial a considerar durante una parada programada es el tiempo.

Como se puede ver en la Tabla I las paradas programadas son la principal causa de indisponibilidad de las plantas (Ref. 1). Esto hace que los trabajos deban realizarse a contrareloj, en el menor tiempo posible compatible con los requisitos de protección radiológica y seguridad.

También, para reducir el tiempo de parada, el número de trabajos simultáneos aumenta notablemente, con el consiguiente incremento del riesgo de accidentes convencionales.



María Teresa ORTIZ RAMIS es licenciada en Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. Trabajó en el Departamento de Seguridad Nuclear de la JEN. Ha sido inspectora del Consejo de Seguridad Nuclear, desarrollando actividades de evaluación e inspección en diferentes CCNN españolas. Actualmente ocupa el cargo de Jefe del Departamento de Protección Radiológica de Ciat Nuclear, y coordina el Grupo de Trabajo que presta sus servicios de apoyo en Protección Radiológica en la Central Nuclear de Co-
frentes.



Lorenzo CARRETERO GUIJADO es licenciado en Físicas por la Universidad de Zaragoza (1975). Durante tres años trabajó en el Departamento de Estudios Mecánicos y Térmicos del Centro de Estudios Nucleares de Saclay (Francia), realizando cálculos sobre el comportamiento de los recintos de contención de centrales PWR francesas. En la División Industrial y Naval de SENER ha participado en diferentes proyectos para CCNN españolas. En la actualidad ocupa el cargo de Jefe de la División de Operación de Ciat Nuclear, habiendo colaborado en la creación del Departamento de Protección Radiológica en la misma y dirigiendo los primeros trabajos en este campo, que han sido realizados en CCNN.

T I

ESTADÍSTICAS DE PARADAS DURANTE 1978 (REF. 1)

Paradas	PWR		BWR	
	100-599 Mwe	≥ 600 Mwe	100-599 Mwe	≥ 600 Mwe
No programadas	36,3 %	35,2 %	48,4 %	38,6 %
Programadas (total)				
Varios (1)	3,7 %	1,0 %	3,3 %	0,8 %
Mantenimiento y reparaciones	7,9 %	13,7 %	15,1 %	5,7 %
Recarga (2)	52,1 %	50,1 %	33,2 %	54,9 %
TOTAL	63,7 %	64,8 %	51,6 %	61,4 %

(1) Incluye limitaciones exigidas por el organismo regulador, pruebas de componentes y sistemas, etc.
(2) Incluyendo el mantenimiento y reparaciones asociados.

T II

PORCENTAJES DE DOSIS ANUALES RECIBIDAS POR ACTIVIDAD

	BWR	PWR
Operación normal	16,8 %	12,9 %
Mantenimiento rutinario	32,0 %	27,7 %
Mantenimiento especial	38,8 %	34,1 %
Inspección en servicio	4,2 %	10,6 %
Manipulación de residuos	5,3 %	5,1 %
Recarga	2,9 %	12,6 %

El tiempo, además, tiene una influencia importantísima en la realización de trabajos en zonas de alta radiación. Con objeto de que el personal implicado no reciba dosis altas es necesario realizar los trabajos en un tiempo que muchas veces es muy corto.

Para conseguir este objetivo, es conveniente entrenar al personal en maquetas y realizar ensayos en blanco. En algunas ocasiones, el personal entrenado, reacciona desfavorablemente a la hora de llevar a cabo el trabajo en la realidad, con el consiguiente aumento de las dosis recibidas.

DOSIS COLECTIVAS ORIGINADAS POR LAS PARADAS PROGRAMADAS

Presentamos a continuación, en una serie de tablas, un resumen de los valores de dosis anuales colectivas (hombre-mSv) recibidas durante las paradas programadas en diferentes tipos de Centrales Nucleares.

La Tabla II presenta, para diferentes tipos de actividades, los porcentajes de las dosis colectivas anuales recibidas durante la operación de 27 Centrales tipo BWR –equivalentes a 140 reactor-año de funcionamiento– y de 40 Centrales tipo PWR –equivalentes a un funcionamiento de 230 reactores-año instaladas en Europa y USA, todas ellas de una potencia superior a 400 Mwe (Ref. 2).

En la misma referencia, se indica que tanto para reactores PWR como BWR el 60 % de estas dosis la recibe el personal de la instalación y el resto el personal de las empresas contratadas.

Estos valores son sensiblemente parecidos a los de la Tabla III, que presenta los valores porcentuales de dosis recibidas en el año 1978 en 64 reactores de agua ligera instalados en USA (Ref. 3).

Se presentan, además, los porcentajes de las dosis recibidas en cada una de las actividades por el personal de empresas contratadas, valores que suponen aproximadamente el 50 % de la dosis colectiva anual recibida.

El desglose por trabajos de los valores de la Tabla II, se muestra en la Tabla IV, reactores PWR y BWR, mostrando, para cada trabajo especificado, los valores de dosis medias, dosis máximas y mínima, indicándose el número de plan-tas a las que se refieren dichos valores y

el número de valores disponibles de dichas plantas.

Del análisis de los resultados anteriores es interesante remarcar que:

- Las dosis recibidas durante la operación normal representan entre un 20 % y un 25 % de la dosis total recibida, el resto es consecuencia de las paradas.
- La dosis colectiva recibida por el personal de las empresas contratadas, representa alrededor del 50 % de la dosis colectiva total anual recibida.

ACTIVIDADES DE PR RELACIONADAS CON LAS PARADAS PROGRAMADAS

PLANIFICACION

Con objeto de que durante las paradas programadas puedan realizarse todos los trabajos previstos en el menor tiempo posible es muy importante planificarlas adecuadamente. En esta planificación participan secciones tales como las de producción y mantenimiento responsables de definir las actividades de mantenimiento rutinario o especial, las reparaciones o modificaciones que deben llevarse a cabo y el programa de inspección en servicio, así como de establecer el camino crítico de la parada.

El personal del servicio de protección radiológico debe participar en esta planificación con objeto de que las dosis que se reciben en el desarrollo de los trabajos sean tan pequeñas como sea razonablemente posible y el número de personas expuestas sea el menor posible.

En esta fase de planificación las actividades más importantes del servicio de PR son:

- La estimación de las dosis previstas como consecuencia de los diferentes trabajos.
- La revisión de los métodos de trabajo teniendo en cuenta los requisitos de PR.
- La definición de las zonas radiológicas y de las vigilancias que deben realizarse durante la ejecución de los trabajos.
- La planificación del entrenamiento del personal en PR y la preparación de maquetas y ensayos en blanco.

- La evolución de las necesidades adicionales de equipo de protección personal y respiratorio, de dosímetros, de vestuarios y de los servicios de lavandería, etc., para proceder a su acopio e instalación.
- La comprobación y calibración de los equipos de PR necesarios.
- La estimación del personal adicional del servicio de PR necesario para realizar todas las actividades previstas.
- La revisión y actualización de los procedimientos de PR aplicables a las condiciones de la parada.

PARADA PROPIAMENTE DICHA

Durante la parada propiamente dicha las actividades de los servicios de PR encaminadas a minimizar las dosis recibidas se pueden resumir como sigue:

Entrenamiento del personal que participa en la parada. Seguimiento de la dosimetría:

- Confección y/o actualización del historial dosimétrico de los trabajadores.
- Seguimiento en tiempo real de las dosis recibidas y control administrativo de las mismas.
- Control y distribución de dosímetros.
- Exámenes en el contador de radiactividad corporal.

Preparación y vigilancia radiológica de las zonas y de los trabajos:

- Medida de niveles de radiación y contaminación superficial y en aire de las zonas de trabajo.
- Clasificación y señalización de las zonas de trabajo y disposición de los puntos de paso necesarios.
- Medidas periódicas de los niveles de radiación y contaminación durante la realización de los trabajos.

Control de la contaminación:

- Vigilancia de la contaminación superficial del personal.
- Control de la contaminación superficial de material y equipo en circulación por la planta.
- Control y distribución de equipo de protección personal.
- Desinfección, descontaminación y distribución del equipo de protección respiratoria.

T III
PORCENTAJES DE DOSIS COLECTIVAS RECIBIDAS
EN 64 REACTORES LWR EN USA EN 1978

	BWR	PWR	Empresas contratadas	
			BWR	PWR
Operación normal	12,3 %	14,1 %	2,1 %	2,4 %
Mantenimiento rutinario	43,2 %	21,9 %	22,2 %	7,6 %
Mantenimiento especial	34,1 %	37,5 %	23,6 %	23,8 %
Inspecciones en servicio	2,6 %	12,4 %	2,3 %	8,5 %
Manipulación de residuos	5,8 %	4,4 %	1,9 %	1,3 %
Recarga	2,0 %	10,6 %	0,4 %	4,0 %
TOTAL			52,5 %	47,5 %

T IV
DOSIS COLECTIVAS POR TAREAS EN REACTORES
BWR Y PWR (HOMBRE mSv)

	DOSIS			N.º Valores	N.º Plantas
	Media	Mínima	Máxima		
BWR					
Apertura y cierre de la vasija	55	12	160	36	8
Manejo del combustible	64	20	140	19	8
Recarga (conjunto)	130	40	300	19	8
Mantenimiento válvulas	41	2	290	47	10
Mantenimiento barras de control	75	6	320	49	10
Mantenimiento de 1 CRC	8	3	15	25	7
Mantenimiento bombas	87	11	275	43	8
Remover e instalar bomba de recirculación	580	510	880	11	6
Mantenimiento de la piscina del combustible y del clean-up	54	3	310	39	7
Mantenimiento instrumentación intranuclear	71	8	240	15	7
Inspección en servicio	230	33	1.068	47	22
Tratamiento de residuos líquidos y sólidos	110	2	350	22	8
Mantenimiento turbina	33	6	110	20	12
Sustitución rociador de tobera de agua de alimentación	904	440	1.290	12	4
Inspección combustible	66	19	96	6	3
Mantenimiento de los eyectores de vapor	57	5	120	7	5
PWR					
Apertura y cierre de la vasija	170	28	510	36	12
Manejo combustible	40	5	140	31	10
Mantenimiento válvulas	91	4	336	25	9
Mantenimiento CRD	45	4	177	26	5
Mantenimiento 1 CRD	6	2	11	10	3
Mantenimiento bombas	66	7	203	47	13
Remover e instalar la bomba principal	670	570	820	8	3
Mantenimiento generador vapor	530	28	2.000	56	16
Mantenimiento piscina combustible y clean-up	26	4	110	17	6
In-core	60	7	138	21	8
Inspección en servicio	280	20	1.150	95	31
Tratamiento de residuos líquidos y sólidos	98	10	310	24	6
Mantenimiento presionador	122	30	250	8	5
Inspección combustible	31	27	43	5	2

- Actividades de descontaminación.
- Ayuda al personal al vertirse y desvertirse.

Control administrativo de la exposición:

- Registro de las entradas y salidas a las áreas de radiación y contaminación y de las dosis recibidas.
- Confección de permisos de trabajos con radiaciones.
- Emisión de autorizaciones para superar límites administrativos de dosis.

Comprobación y calibración de los equipos fijos de vigilancia de la radiación de la planta

Para realizar todas estas actividades es necesario disponer del personal siguiente:

- Monitores de PR en servicio continuo en los puntos de control de acceso.
- Monitores de Pr disponibles para realizar las vigilancias rutinarias, periódicas o especiales.
- Monitores de PR en servicio continuo en la oficina de PR.
- Monitores de PR disponibles para vigilar actividades de descontaminación personal.
- Personal encargado del vestuario y de la lavandería.
- Personal encargado de limpieza y orden.

Finalización de la parada

Al cierre de la parada la planta debe encontrarse en las condiciones adecuadas para reiniciar su operación normal. En esta etapa las actividades más importantes relacionadas con PR son:

- La retirada de los elementos utilizados para minimizar la exposición tales como blindajes temporales, líneas de suministro de aire, equipos de refuerzo de la ventilación, etc.
- La limpieza de las zonas de trabajo.
- La retirada de los puntos de paso y el desmantelamiento de vestuarios y controles de la contaminación.
- La emisión de los certificados de dosis preceptivos para el personal eventual o de empresas contratadas.
- El paso por el contador de cuerpo entero del personal que abandone la planta y del personal de la misma que haya realizado trabajos con riesgo de contaminación interna.
- El estudio de las dosis recibidas durante la parada con objeto de optimizar paradas posteriores.

- La emisión de los informes requeridos por la Dirección y la Administración.

CONCLUSIONES

Aunque la responsabilidad final de la protección radiológica de la instalación siempre será del titular de la misma, de todo lo anterior se concluye que los servicios de protección radiológica de la instalación deben ser reforzados por personal exterior debidamente formada en PR sin que ello suponga ninguna deficiencia respecto de la composición de la composición de tales servicios.

REFERENCIAS

- IAEA, *Operating Experience with Nuclear Power Station in Member States*, Performance Analysis Report 1978, Viena, 1980.
- Lattenzi, C.; Neri, C.; Papa, C., y Parilelli, S., *Operating Experience at Nuclear Power Plants and its Application to Occupational Radiation Exposure Reduction*, Proceeding, IAEA, 1982 (STI/PUB/ 599).
- NUREG-0594, *Occupational Radiation Exposure at Commercial Nuclear Power Reactors*, 1978.