

Programa ALARA y técnicas de reducción de dosis aplicadas en la recarga 17 (2009) de combustible en la central nuclear de Cofrentes

R. J. Fragó y B. Rodríguez Quesada

Uno de los objetivos fundamentales del Servicio de Protección Radiológica de C.N. Cofrentes es mantener las dosis individuales y colectivas de los trabajadores tan bajas como sea razonablemente alcanzable, según el criterio ALARA (As Low As Reasonably Achievable). En aplicación de este criterio, los trabajos significativos en zonas de radiación son planificados, programados, supervisados y revisados finalmente por el grupo ALARA del Servicio de Protección Radiológica, junto con los ejecutores de los trabajos. De esta forma se asegura que estos trabajos se realizan con las menores dosis posibles, con las medidas de reducción de dosis aplicables, las mejores prácticas de la industria, las lecciones aprendidas, etc. Por tanto, para la realización de los trabajos tanto específicos como generales se implementan un serie de técnicas y medidas ALARA, y especialmente durante las recargas que es cuando se realiza la mayor parte del mantenimiento de los sistemas y modificaciones de planta. En este artículo se presentan las medidas ALARA implantadas en la recarga 17 (2009), así como los resultados obtenidos.

One of the Cofrentes NPP Radiological Protection Service fundamental objectives is to keep the workers both individual and collective doses As Low As Reasonably Achievable, in compliance with the ALARA principle. According to this principle, the significant works in radiation areas are planned, prepared, supervised and finally revised by the Radiation Protection Service ALARA group in conjunction with the executors, to assure that they are done at the minimum doses applying the convenient dose reduction measures and techniques, industry best practices, lesson learned, etc. Therefore, a number of dose reduction measure and techniques are implemented for specific and general works and areas, especially during the refueling outages when the main maintenance activities and plant modifications are accomplished. The main ALARA techniques implemented in the last refueling outage 17 (2009) and its results, are presented in this article.

ALCANCE DEL PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE DOSIS EN LA R17 DE COMBUSTIBLE

La recarga 17 de combustible (R17) ha tenido una duración de 46 días, del 6 de septiembre al 21 de octubre de 2009. La preparación del programa ALARA de la central para la R17 se inicia tras el arranque del ciclo 17 de operación participando en la preparación del programa de recarga dentro del Equipo de Planificación de Recarga (EPR) en el cual hay un representante del Servicio de Protección Radiológica (SPR).

Una vez definido el programa de recarga y establecidos los trabajos a desarrollar durante la misma (más de 7000 órdenes de trabajo en Zona Controlada en esta recarga), se realiza la estimación de dosis colectiva de cada uno de ellos por el grupo ALARA del SPR y mediante la aplicación de los criterios radiológicos establecidos en el procedimiento de "Planificación, ejecución y análisis ALARA de trabajos" se es-

tablecen o identifican cuales serán los trabajos ALARA para la recarga, que básicamente son:

- Aquellos cuya dosis colectiva sea superior a 25 mSv.p
- Aquellos otros que no superen el valor anterior y que a criterio del SPR se considere importante el potencial de reducción de dosis.
- Además aquellos trabajos cuya dosis colectiva estimada sea superior a 200 mSv.p se presentan al Comité ALARA de la central para aprobar su ejecución.

Para cada uno de los trabajos ALARA seleccionados de la recarga se les realiza un Estudio ALARA previo siguiendo el procedimiento indicado, cuyos apartados principales son:

- Descripción y desglose de actividades con alcance de horas-hombre en Zona Controlada (ZC).
- Estimación de dosis colectiva prevista para conjunto de actividades considerando las técnicas de reducción de dosis que se aplicarán.



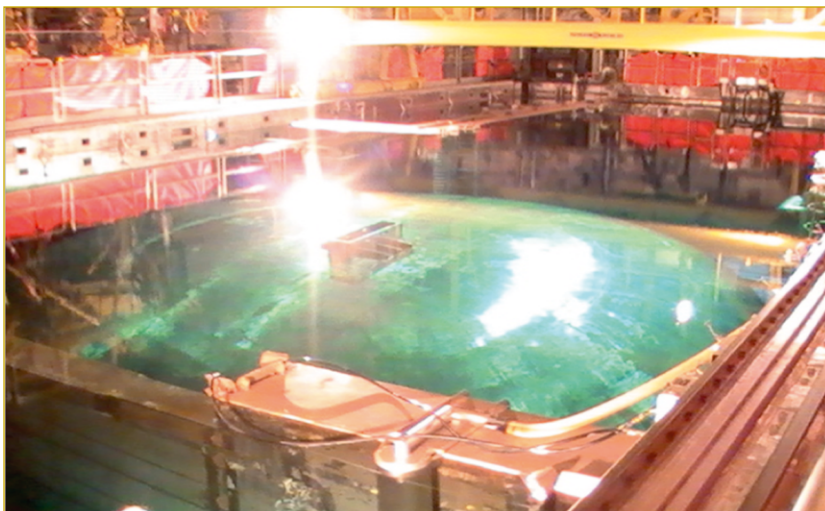
RAMIRO JAVIER FRAGÓ RODRÍGUEZ

es ingeniero superior industrial especialidad técnicas energéticas (UPV, 1992). Se incorpora a la C.N. Cofrentes en 1994 tras trabajar como becario en la Cátedra de Ingeniería Química y Nuclear de la UPV. Desde 1994-1999 forma parte del apoyo a explotación de C.N. Cofrentes en el área de ingeniería de PR. En 1999 se incorpora a Iberdrola Generación obteniendo el diploma de jefe de Servicio de PR en 1999. Actualmente es el subjefe del Servicio de Protección Radiológica de C.N. Cofrentes.



BALTASAR RODRÍGUEZ QUESADA

es ingeniero técnico por la Universidad de Sevilla. Trabaja en el negocio nuclear desde 1988 en la 3ª recarga de combustible de la CN Cofrentes como supervisor de PR y ha participado entre 1989 y 1991 en las 3 primeras recargas de Vandellós II. Desde 1990 pertenece al Grupo Iberdrola, siendo supervisor ALARA las 14 últimas recargas de combustible y paradas programadas en la CN de Cofrentes. Desde 2005 forma parte de Iberdrola Generación siendo el supervisor ALARA del Servicio de Protección Radiológica de la CN de Cofrentes.



Piscina del combustible de C.N. Cofrentes.

- Lista de comprobación pre-trabajo:
 - o Preparación del procedimiento de trabajo.
 - o Preparación del área de trabajo.
 - o Preparación del personal.
 - o Controles radiológicos que se aplicarán.
 - o Experiencia operativa interna y externa y recomendaciones aplicables.
 - o Resumen de técnicas de reducción de dosis que se aplicarán.
- Reunión previa del trabajo con el Grupo ALARA y responsables de la ejecución, tratándose los siguientes puntos: dosis colectiva estimada e individual autorizada, técnicas de reducción de dosis a aplicar, información al personal afectado del contenido del Estudio ALARA realizado (niveles de radiación y contaminación esperados, presencia de puntos calientes y/o partículas calientes, medidas de control de la contaminación superficial y ambiental, etc.

Una vez finalizado cada uno de los trabajos ALARA de la recarga, se realiza la reunión post trabajo, con participación del personal ejecutor, donde se analizan los resultados dosimétricos obtenidos y causas de las posibles desviaciones, lecciones aprendidas y propuestas de mejora para próximas intervenciones. Finalmente se realiza el informe ALARA de cada trabajo, distribuyéndose a la unidad organizativa correspondiente.

TRABAJOS ALARA REALIZADOS EN LA R17

En la R17 se han realizado 31 estudios ALARA con seguimiento especial por el grupo ALARA del SPR. La dosis total de estos trabajos ha supuesto el 71% de la dosis colectiva total de la recarga, y su dosis colectiva total ha supuesto un 70 %

de la estimación inicial de dosis lo que da idea del esfuerzo ALARA realizado.

Estos trabajos ALARA han sido fundamentalmente los siguientes:

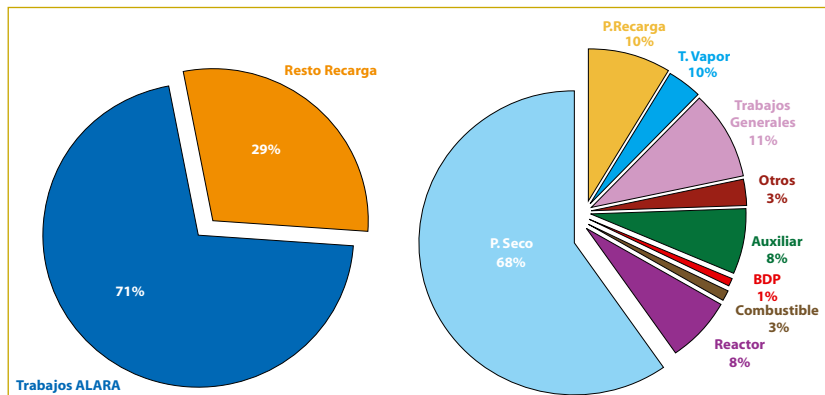
- Trabajos de destapado y tapado de la vasija.
- Movimiento de combustible e inspección visual de internos de vasija (IV-VI).
- Inspecciones por END de vasija y toberas y tuberías del primario (ISI).
- Cambio de accionadores de barras de control (CRD).
- Instalación de blindajes temporales y permanentes en el pozo seco.
- Trabajos de andamiaje, limpieza, orden y conservación en pozo seco.
- Descontaminación química del sistema de limpieza de agua del reactor (G33).
- Trabajos en válvulas, bombas y tuberías del primario.
- Etc.

ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DE DOSIS APLICADAS

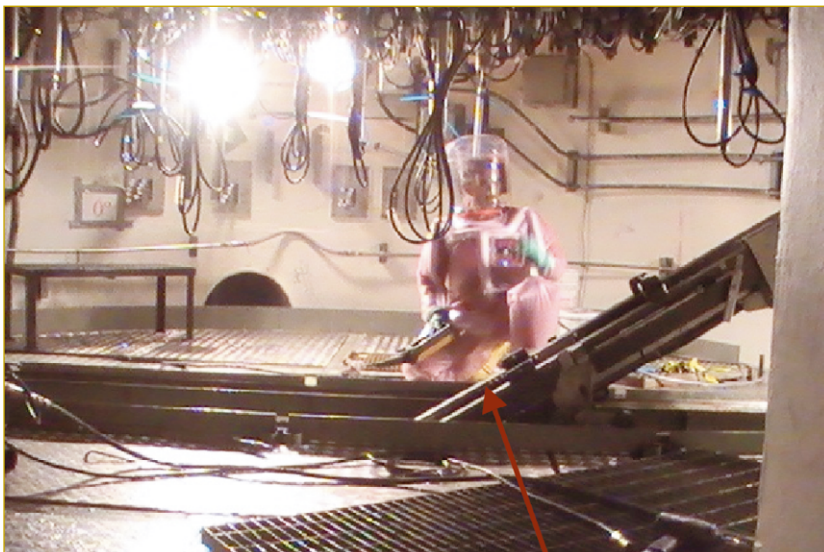
A continuación se indican las principales acciones y técnicas de reducción

de dosis implantadas de modo general durante la recarga:

- Participación del SPR en la elaboración del programa de la recarga 17, a través del equipo de planificación de recarga (EPR).
- Formación de PR específica de la C.N. Cofrentes a todo el personal contratado para la recarga con realización de prácticas en el "simulador de zona controlada", y prueba de evaluación.
- Realización de la estimación y presupuesto de dosis colectiva de la recarga y establecimiento de objetivos de dosis por trabajos y unidades y empresas, aprobados por el comité ALARA de la central.
- Reuniones previas del grupo ALARA del SPR con las secciones y empresas ejecutoras de los trabajos más significativos desde el punto de vista radiológico para implantar y dar a conocer el contenido de los estudios ALARA previos, como: técnicas de reducción de dosis que apliquen, dosis colectiva estimada, control radiológico del trabajo, lecciones aprendidas de recargas anteriores, etc.
- Reducción del término fuente mediante la sustitución o eliminación de componentes con cobalto al núcleo.
- Instalación de blindajes temporales generales (mantas de plomo, cajas de agua, etc.) y de una zona de espera de baja radiación sobre la piscina de supresión, para los trabajos en el pozo seco.
- Instalación de blindajes permanentes en pozo seco (fase II), en líneas y paneles del sistema de limpieza agua del reactor en contención, y en otros puntos de la central sustituyendo blindajes temporales por permanentes.
- Reducción de fuentes de radiación por descontaminación interna o externa (lavado de líneas, toberas, etc.). En esta recarga (R17) se ha realizado la descontaminación del sistema de limpieza del agua del reactor (Clean-up),



Porcentaje de dosis colectiva de los trabajos ALARA respecto al total de la recarga y del Pozo Seco respecto al resto de edificios de la central.



Extracción de CRD con traje con línea de aire.

habiéndose obtenido factores de descontaminación superiores a los requeridos inicialmente en el Pozo Seco.

- Empleo de útiles que faciliten el trabajo (reduzcan tiempos, o aumenten la distancia del personal, o reduzcan el número de personas necesarias en campo) e instalación de blindajes temporales específicos para reducir las tasas de dosis.
- Prefabricación de piezas fuera de zona controlada o en zonas de baja radiación y realización de entrenamientos previos en maquetas en zonas de baja radiación o fuera de zona controlada (destapado/tapado vasija, ISI en toberas y vasija, sustitución de CRD, extracción y corte de LPRM, etc.).
- Reducción del número de personas presentes en las zonas de radiación, especialmente en pozo seco y túnel de vapor del edificio auxiliar, con la continua supervisión del personal del SPR y en especial del grupo ALARA.
- Utilización de contenedores metálicos (con 20 mm de espesor de plomo) como blindajes para el almacenamiento temporal de bidones de proceso con

residuos sólidos hasta su retirada al tren de embidonado para su procesamiento.

- Instalación de cámaras de TV sumergibles en el pedestal para control de trabajos de alta radiación desde zonas de baja radiación, como por ejemplo, en la extracción de los CRD, extracción de los cables y detectores de instrumentación nuclear (LPRM), etc.
- Seguimiento en tiempo real de todos los PTR generados, registrándose la dosis colectiva en cada PTR de forma automática a través de los lectores de la dosimetría operacional DLD.
- Control del tiempo de exposición del personal mediante el equipo de "teledosimetría" principalmente para todos los trabajos con mayor tasa de dosis del pozo seco (cambio de CRD y LPRM, inspección de toberas y tuberías, etc.).
- Instalación en el pozo seco y dentro del pedestal de cámaras de TV portátiles, con los siguientes beneficios radiológicos:
 - Información al personal antes de entrar al pozo seco sobre la zona

de trabajo, interferencias, zonas de mayor y menor tasas de dosis y posibles puntos calientes, etc.

- Supervisión o seguimiento de la ejecución de los trabajos desde zona de baja radiación.
- Minimización del número de personas presentes en la zona.
- Reducción del número de entradas del personal del SPR para informar al personal y seguimiento de trabajos, etc.
- Evitar entradas innecesarias para planificación de trabajos, etc.
- Seguimiento "on line" de la tasa de dosis en área en pedestal (zona inferior de la vasija del reactor) y toberas de vasija, mediante sondas de radiación y/o teledosímetros según se estaban realizando las actividades programadas y así poder tomar acciones lo más rápido posible en caso de incrementos de las mismas con la consiguiente reducción del número de entradas del personal del SPR.

TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DE DOSIS APLICADAS EN LA R17 CON MAYOR BENEFICIO RADIOLÓGICO

De entre las técnicas de reducción de dosis aplicadas en la R17 se destacan principalmente las dos siguientes por el mayor beneficio radiológico obtenido tanto en esta recarga como en las próximas:

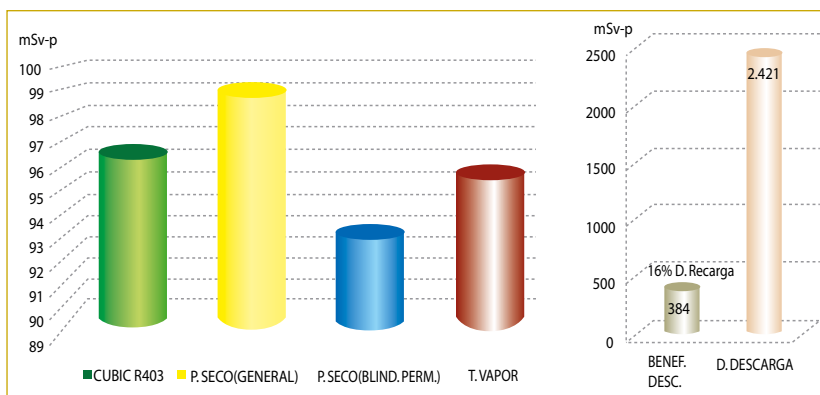
1ª. Descontaminación química del sistema de limpieza del agua del reactor (Clean-up G33)

Los resultados obtenidos con este proceso han sido muy satisfactorios habiéndose conseguido un alto factor de descontaminación en contacto para el tramo más importante descontaminado en el interior del pozo seco y habiéndose obtenido un gran beneficio en la reducción de la dosis colectiva de los trabajos programados para después de esta descontaminación química.

De acuerdo con estos factores de descontaminados obtenidos se ha calculado que el beneficio radiológico obtenido con la descontaminación química solamente en esta recarga ha sido de 384 mSv.p según se muestra en la figura 1, para los trabajos en los que se ha programado su ejecución después de la descontaminación química, en el pozo seco, contención y túnel de vapor, lo que ha supuesto un beneficio del 16% de la dosis total de la recarga.

2ª. Proyecto: "Blindajes permanentes"

En la recarga 16 (2007) se inició el proyecto de instalación de blindajes permanentes en la central, instalándose



Extracción de CRD con traje con línea de aire.



Blindajes permanentes en línea del Sistema G33 y E12.

la fase I de los blindajes permanentes del Pozo Seco y otros blindajes ajustados en el sistema G33 en el Túnel de Vapor de Auxiliar.

Durante la R17 (2009) se ha continuado con la ejecución de este proyecto (fase II), en el cual se ha incrementado en gran medida el número de blindajes permanentes instalados, en las dos modalidades siguientes:

a) Blindajes permanentes con mantas de lana de plomo:

Este sistema, similar al instalado en otras centrales nucleares americanas como la C.N Perry, consta de la instalación de mantas de lana de plomo en área de los componentes a blindar, el espesor de blindaje instalado es de 12 mm mediante dos mantas de lana de Pb de 6 mm de espesor cada una. En total se llevan instaladas alrededor de 22 Ton de Pb en unas 1100



Blindajes de coquillas de 12 mm en línea de 12" del Sistema G41.

mantas de Pb, y el factor de reducción de dosis en área alcanzado ha sido de en torno a 2,5.

De esta forma, el beneficio radiológico obtenido en el Pozo Seco con los blindajes permanentes instalados hasta la fecha, y en función de los trabajos realizados en cada recarga, ha sido de:

- Recarga 16 (2007): 310 mSv.p
- Recarga 17 (2009): 200 mSv.p
- En las próximas recargas con la mayoría de los blindajes permanentes ya instalados desde el inicio de la recarga, el ahorro de dosis colectiva será superior al de las recargas anteriores.

b) Blindajes permanentes con coquillas o tejas de Pb en contacto:

El otro sistema de instalación de blindajes permanentes (en contacto o ajustados) que se está realizando en la central, consiste en la instalación de coquillas

(tejas) de plomo machihembradas con espesor de 12 mm, siempre que es posible, y colocadas directamente sobre las tuberías o componentes y sujetas con flejes metálicos con sistema rápido de cierre y apertura.

Mediante este sistema se han instalado hasta la fecha alrededor de 12 Ton de blindaje de Pb en el Túnel de Vapor, contención, turbinas y exteriores.

CONCLUSIONES

La aplicación del programa ALARA de la R17 y especialmente los buenos resultados de las técnicas de reducción de dosis aplicadas, junto con la buena planificación, programación y ejecución de los trabajos del programa de recarga, han llevado a los siguientes resultados radiológicos:

- La dosis colectiva recibida en la recarga, ha sido un 27% inferior a la estimada inicialmente y un 23% inferior al objetivo fijado en el Comité ALARA de la central.
- La dosis colectiva recibida de los trabajos ALARA de ha sido un 30% inferior a la estimada inicialmente y ha representado el 71% de la dosis colectiva de la recarga.
- Ningún trabajador ha superado el valor del límite anual de dosis 50 mSv, ni el nivel administrativo de dosis para un año con recarga de 18 mSv, ni el nivel de registro de la dosimetría interna.

Por tanto, se puede concluir que las medidas ALARA implantadas en la R17 han tenido el éxito esperando, y asimismo algunas de estas medidas seguirán contribuyendo a la reducción de dosis en el futuro (blindajes permanentes, descontaminaciones, etc.). ■

36 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española

Santiago de Compostela
6 a 8 de octubre 2010



Reserva fecha en tu agenda