



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA OPERACIONAL EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) está encargada de la gestión de los residuos radiactivos en España, para lo cual realiza una serie de actividades en las instalaciones generadoras, tanto reguladas como no reguladas, opera la instalación de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad, el C.A. Cabril y lleva a cabo el desmantelamiento de las instalaciones nucleares. En estas actividades es fundamental la protección radiológica y la aplicación del criterio Alara. En este artículo se describe como se ha implementado la protección radiológica en estas actividades de Enresa.

INTRODUCCIÓN

Enresa está encargada de la gestión de los residuos radiactivos en España. Según el Real Decreto 102/2014 entre las misiones de Enresa están las siguientes:

- Acondicionar y tratar los residuos radiactivos y operar las instalaciones de almacenamiento.
- Llevar a cabo el desmantelamiento y clausura de las instalaciones nucleares.
- Retirar y transportar los residuos radiactivos hasta la instalación de almacenamiento.

De esta forma opera el Centro de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad de El Cabril (Córdoba), que inició su operación en base a la autorización de explotación de diciembre de 1992. En esta instalación se acondicionan y almacenan los residuos radiactivos de baja y media actividad generados en la operación y desmantelamiento de las instalaciones nucleares, en la aplicaciones médicas, de investigación e industriales de las radiaciones ionizantes, así como otros residuos radiactivos producidos en incidentes o que pueden aparecer en instalaciones no reguladas.

Asimismo ha llevado a cabo el desmantelamiento de la central nuclear de Vandellós 1, ahora en fase de latencia, y de un reactor experimental y de diversas instalaciones de investigación, en el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat). Actualmente está llevando a cabo el desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera.

Por último se ocupa de la revisión, caracterización y acondicionamiento de los residuos radiactivos generados

en las instalaciones radiactivas y no reguladas. El transporte de estos residuos también lo realiza Enresa con medios propios. El transporte de residuos de las instalaciones nucleares se lleva a cabo con la colaboración de una empresa transportista de material radiactivo, verificándose la calidad del residuo y controlándose las cargas.

ORGANIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN ENRESA

Desde el inicio de las actividades de Enresa se estableció un sistema de protección radiológica (PR) descentralizado, de modo que cada instalación de Enresa dispusiera de su propio Servicio de Protección Radiológica (SPR), si bien se decidió que dentro del Departamento de Seguridad y Licenciamiento existieran capacidades en materia de PR. Al inicio estas capacidades estaban dirigidas fundamentalmente al apoyo en PR a las instalaciones y proyectos de Enresa, participando de forma ocasional en tareas de PR relacionadas con la retirada de los llamados “pequeños productores” (instalaciones radiactivas), asimismo se encargaba de la PR de los pocos trabajadores expuestos pertenecientes a la sede, en ese momento. Cada instalación operativa cuenta con su propio SPR independiente e integrado en la organización de la instalación. La Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR), dependiente en la actualidad del director de Operaciones, mantiene las tareas de apoyo a los proyectos y SPR de las instalaciones, colaborando en el desarrollo de documentación, en la selección del equipamiento, etc.

M^a TERESA ORTIZ RAMIS¹,
ELENA ALCAIDE TRENAS¹,
LUIS FUENTES FUENTES²,
JOSÉ LUIS PINILLA MATOS²,
ÓSCAR GONZÁLEZ CORRAL³,
JOSÉ CAMPOS MENDIA³

¹Unidad Técnica de Protección Radiológica de Enresa;

²Servicio de Protección Radiológica del C.A. Cabril

³Servicio de Protección Radiológica del Desmantelamiento de C.N. José Cabrera

OPERATIONAL RADIATION PROTECTION IN RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT

The national company for radioactive waste is responsible for the management of radioactive waste in Spain, for which performs some activities in generating installations, both regulated as non-regulated, operates the facility of storage of radioactive waste of low and intermediate-level, C.A. Cabril and carry out the dismantling of nuclear facilities. Radiation Protection and the application of the ALARA criteria are essential in these activities. This article describes as it has been implemented the Radiation Protection in these activities of ENRESA.



Caracterización bloques de hormigón C.N. José Cabrera.

Dentro de la coordinación en los temas de PR debe destacarse la forma de aplicarse el principio Alara en Enresa. Esta aplicación se desarrolla en el *Manual para la aplicación del principio Alara en los proyectos y actividades de Enresa*, en este documento se establece la organización básica Alara, asimismo se definen los objetivos Alara y la aplicación práctica del principio Alara tanto en los proyectos como en las instalaciones operativas y en desmantelamiento.

En cada proyecto se prepara un Procedimiento Alara, en el que se establecen las revisiones desde el punto de vista Alara a la ingeniería del proyecto y las auditorías al mismo. También se establecen los objetivos Alara del proyecto.

En las instalaciones también se dispone de un Programa Alara específico, la estructura organizativa, en la que se basa el mismo, debe ser multidisciplinar participando en esta estructura ejecución, mantenimiento, gestión de materiales, contratistas y trabajadores. Dentro del programa Alara de cada instalación se establecen objetivos numéricos en términos de dosis colectiva o máxima individual que pueden ser un valor fijo o un porcentaje de reducción de la estimación realizada, en aquellos casos en los que las dosis estimadas son muy bajas se establecen objetivos cualitativos. La estructura se compone de un comité Alara y de los grupos Alara. El comité Alara está compuesto por la dirección del emplazamiento y los diferentes responsables de la organización siendo sus tareas principales el establecimiento y seguimiento de los objetivos Alara junto con la revisión y análisis de los

trabajos y técnicas Alara que se pueden implantar. Adicionalmente se crean los grupos Alara, constituidos por personal de PR y los responsables de la ejecución de cada trabajo, estos grupos se constituyen para los trabajos concretos con mayor riesgo radiológico y que requieren de un estudio Alara.

La organización Alara se completa con el nivel gerencial compuesto por el Comité de Dirección y por la Comisión Alara que está presidida por el director de la División Técnica y está formada por el director de Operaciones, los directores de las Instalaciones Operativas existentes en cada momento, el jefe del Departamento de Seguridad y Licenciamiento y los jefes de los departamentos operativos que tengan proyectos o actividades en curso que requieran la aplicación de un pro-



Caracterización bloques de una fuente UTPR.

grama Alara específico, así como los jefes de los SPR de las instalaciones y el jefe de la UTPR, que actúa como secretario.

CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE EL CABRIL

El Centro de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad inició su operación en diciembre de 1992. En esta instalación se acondicionan y almacenan los residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad generados en la operación y desmantelamiento



Caracterización radiológica de un residuo UTPR.

de las instalaciones nucleares, en la aplicaciones médicas, de investigación e industriales de las radiaciones ionizantes, así como otros residuos radiactivos generados en incidentes o que pueden aparecer en instalaciones no reguladas.

La instalación dispone de un SPR debidamente autorizado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). El SPR dispone de un jefe de Servicio con el correspondiente diploma concedido por el CSN y de un segundo titulado superior (responsable de área) también con diploma. Adicionalmente consta de un encargado de protección radiológica (PR) y de los correspondientes operarios de PR.

El SPR está dotado de locales para el control de acceso a zonas radiológicas, sala de calibración de equipos de PR, sala de descontaminación, además de los locales administrativos y de almacén.

Respecto de lo equipos se dispone del sistema de vigilancia de la radiación con equipos fijos de medida de la radiación, contaminación en aire y toma muestras en continuo para la determinación de tritio y carbono en aire así como de los equipos fijos de medida de la contaminación personal a la salida de las zonas con riesgo de contaminación. Asimismo se dispone de equipos portátiles de medida de la radiación y la contaminación, tomamuestras de aire y del sistema de dosimetría de lectura directa.

El SPR dispone de las prendas de protección personal y respiratoria adecuadas para las actividades que se realizan en la instalación.

Todas las actividades se realizan de acuerdo con el *Manual de protección radiológica* y los procedimientos asociados.

El SPR realiza todas las actividades que la reglamentación asigna a es-

tos servicios. En particular se ocupa de:

- Vigilancia: conlleva las acciones de vigilancia radiológica de áreas, locales y personas, las del material radiactivo y la vigilancia de las operaciones que se llevan a cabo (recepción, tratamiento, acondicionamiento, etc.).
- Controles: consisten en la clasificación y señalización de las zonas de trabajo, control de acceso y control del material radiactivo. Así como los controles de los trabajos de acuerdo con lo establecido en los correspondientes permisos de trabajo con radiaciones.
- Estudios: realización de estudios Alara, cuando las actividades a realizar así lo requieren.
- Control de los efluentes líquidos y gaseosos y realización de los cálculos de dosis al exterior.
- Toma de muestras del Programa Radiológica Ambiental (PVRA).

En estos años las dosis recibidas en la instalación han sido muy bajas, debido fundamentalmente al diseño Alara de la instalación, que hace que todas las actividades con mayores tasas de dosis se hagan a distancia. La dosis colectiva media anual es de 8,3 mSv-persona con un número de trabajadores expuesto del orden de 200 por año. Los años en los que las dosis colectivas han sido más altas están relacionados con la manipulación de residuos antiguos almacenados en los módulos o con los residuos generados en los incidentes. Las dosis individuales máximas están muy por debajo de los límites de dosis para los trabajadores expuestos y, en general, son inferiores a 1mSv/año.

Todos los controles de contaminación interna por contador de radiactividad corporal han resultado inferiores al nivel de registro para las



Portico control contaminación C.A. Cabril.

dosis internas (1 mSv/año). Tampoco se han producido incidentes de contaminación personal externa.

Respecto de las dosis al público éstas se mantienen muy bajas e inferiores a los límites fijados en la autorización. Asimismo los resultados del PVRA indican una influencia nula de la instalación en su entorno.

DESMANTELAMIENTO DE C.N. JOSÉ CABRERA

Durante la ejecución de un desmantelamiento es necesario reforzar la organización de PR que ha estado implantada durante la etapa operativa ya que las actuaciones de PR se ven incrementadas, tanto a nivel de planificación y control como de ejecución. Uno de los aspectos más importantes es la asignación de personal de apoyo a todos los niveles, algunos de los cuales pueden pertenecer a la plantilla del anterior titular, aunque la mayoría pertenecerá a empresas de servicios. Esto puede provocar problemas de relaciones



Control radiológico de un transporte en El Cabril.



Chequeo discreto partículas calientes C.N. José Cabrera.



ya que unos conocen muy bien la planta y los modos de hacer en PR del anterior titular y los otros conocen mejor las actividades de desmantelamiento y los cambios que deben introducirse en la PR operativa.

Para la ejecución de un desmantelamiento el CSN exige que la instalación disponga de un SPR debidamente autorizado. El SPR para el desmantelamiento dispone de un jefe de Servicio con el correspondiente diploma concedido por el CSN y de un segundo titulado superior también con diploma. La estructura del SPR se compone de las siguientes áreas:

- Oficina técnica: se ocupa del seguimiento de los requisitos de los trabajadores expuestos, de la formación y de la emisión de informes. También puede estar involucrada con la evaluación de las medidas para la desclasificación de materiales, paramentos y suelos.
- PR operativa: se encarga de realizar la vigilancia radiológica de la instalación, del control radiológico de los trabajos y trabajadores y de generar la documentación necesaria para el SPR. También se ocupa de la gestión de accesos, dosimetría operacional, EPI y de todos los aspectos relacionados con la aplicación del criterio Alara.
- Laboratorio y medidas radiológicas: incluye la medida en el laboratorio de las muestras de PR operativa y de los efluentes, del control y verificación de los equipos del laboratorio y de los equipos portátiles y de las medidas de desclasificación.
- Área ambiental: lleva a cabo las actividades del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) y del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y de los cálculos de dosis al exterior.

El SPR dispone de los locales, equipos y materiales necesarios para desempeñar su función. En un desmantelamiento es necesario el aumento de capacidades de medida, tanto en número de equipos como en el tipo de los mismos. Es especialmente importante la utilización de técnicas de vigilancia especiales como balizas portátiles de medida en tiempo real de la contaminación ambiental, con capacidad de detección alfa-beta-gama, y control y visualización remota. También la utilización de cámaras de televisión facilita el seguimiento de los traba-



Espectrómetro Ge de la UTPR.

jos desde el puesto de control de PR lo que reduce la necesidad de presencia continua en los tajos. Para el control radiológico del personal también se introducen novedades en los desmantelamientos respecto de la operación normal, siendo la novedad más importante la necesidad de hacer controles por bioanálisis en el caso de presencia de emisores alfa o beta puros. El alcance de estos programas de bioanálisis se define en función de los isótopos presentes y lo define el Servicio de Dosimetría Personal Interna correspondiente. El sometimiento de los trabajadores a estos programas tiene sus complicaciones porque no están habituados a este tipo de controles, que supone la recogida de muestras de excretas no exenta de dificultades. Por otra parte, en el caso de los emisores alfa, la detección de actividad a nivel de trazas, con la incertidumbre que lleva asociada, puede derivar en una asignación de dosis elevada, cuando, como es habitual, no se conoce el momento de la incorporación, ni las características físico-químicas del contaminante, lo que implica el uso de factores conservadores que llevan a dosis más altas de las que realmente haya podido recibir el trabajador.

La gestión de los materiales que se generan es otro de los aspectos claves para PR. Todos estos materiales pueden agruparse inicialmente en tres grandes grupos: materiales convencionales provenientes de zonas no radiológicas, materiales desclasificables procedentes de zonas radiológicas (convencionales o con contenido radiactivo) y residuos radiactivos. Los materiales del grupo de los desclasificables deben ser sometidos al proceso

de desclasificación que llevaba asociado una serie de controles desde el mismo momento de su generación.

Una de las actividades más representativas de este desmantelamiento ha sido la segmentación y acondicionamiento de los internos del reactor. Los extremadamente altos niveles de radiación producidos por estos elementos metálicos activados (hasta 1200 Sv/h con presencia mayoritaria de Co-60), han exigido que las áreas de segmentación, manipulación y preacondicionamiento en cestas se hayan realizado en su totalidad de forma remota en el fondo de la piscina de combustible y cavidad del reactor y con un blindaje interpuesto de entre 7 y 9 m de agua. Las técnicas seleccionadas para la segmentación han sido las de corte con dispositivos de sierra de banda, discos de corte y taladros operados desde un puente de control en superficie.

En relación con la dosis colectiva del proyecto está se mantiene en todos los casos por debajo de la dosis estimada en el proyecto y en general es inferior también a la dosis colectiva objetivo fijada.

La dosis individual máxima (17,37 mSv/año) se alcanzó en 2016 en las tareas de corte de los muros de la cavidad del reactor, foso



Foso seco caracterización C.N. José Cabrera.



Medidas radiológicas bultos de residuos C.A. Cabril.



Muestreador H-3 y C-14 en aire C.A. Cabril.

de combustible gastado y blindaje biológico. El número total de trabajadores expuestos, en el periodo 2011-2017, ha sido de 758 con una dosis media de 3,8 mSv, el 67% de los trabajadores expuestos no han superado 1 mSv/año. En los controles de contaminación interna, tanto por CRC como por bioanálisis no se ha detectado ningún valor por encima del nivel de registro.

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD TÉCNICA DE LA UTPR

Como consecuencia de un incidente ocurrido en una instalación hospitalaria antes de la retirada de un conjunto de fuentes de un equipo, que nunca había sido autorizado ni utilizado, el CSN requirió a Enresa la creación de una UTPR cuya autorización fue concedida el 13 de junio de 1990.

Desde entonces la UTPR de Enresa ha realizado actuaciones relacionadas con la retirada de residuos de instalaciones radiactivas y no reguladas, formando parte importante del operativo preparado por Enresa

para actuar en situaciones especiales, tanto en sus propias actividades e instalaciones, como en apoyo al sistema nacional de respuesta establecido por los organismos correspondientes. Asimismo lleva el control radiológico y la formación en PR de todos los trabajadores expuestos que no pertenecen a ninguna de las instalaciones de Enresa.

La UTPR cuenta con una jefa y una adjunta que tienen el correspondiente diploma oficial y reglamentario, concedido por el CSN, que las capacita para velar por el cumplimiento de las normas de protección radiológica. Cuenta también con otro titulado superior con formación y experiencia en PR y con dos técnicos expertos, uno de ellos responsable del área de PR de la instalación Vandellós 1 en latencia, que está controlada desde el punto de vista de PR por la UTPR. Además cuenta con dos titulados superiores especialistas en PR y tres técnicos expertos a través del apoyo de una empresa colaboradora, que a su vez es UTPR autorizada.

De manera general, la UTPR de Enresa presta asesoramiento en materia de protección radiológica a todos los departamentos que tengan alguna relación con tareas y actividades que tengan o puedan tener un riesgo radiológico y a los SPR de las instalaciones. Ahora bien, sus actividades más habituales y ordinarias están asociadas a las retiradas de residuos radiactivos, y en especial a la caracterización y control de las fuentes radiactivas con destino al C.A. Cabril, procedentes de instalaciones radiactivas y no reguladas. La UTPR ha participado en las actividades de retirada de pararrayos y de detectores iónicos de humo (hasta que se suspendió esta actividad en 2000) y en el desmontaje y retirada de cabezales de cobaltoterapia fuera de uso.

Para cumplir con sus misiones, la UTPR dispone de una importante diversidad de equipos de medida de la radiación y la contaminación, dada la diversidad de materiales y actividades radiológicas de los residuos radiactivos que hay que retirar y de una unidad móvil para la manipulación de los residuos. Asimismo dispone de vestuario de protección personal de diferentes tipos, de máscaras panorámicas con filtro y de diverso material para la toma de muestras. También dispone de un conjunto de fuentes radiactivas para verificar todos los equipos.

Las dosis colectivas de los trabajadores controlados por la UTPR son muy bajas, la mayoría son inferiores al nivel de registro y prácticamente el 100% son inferiores a 1 mSv/año. En los controles de contaminación interna tampoco se ha detectado ningún valor por encima del nivel de registro. ■



Medidas radiológicas de una fuente UTPR.

- [1]. ICRP Publicación nº 33. "Protection against Ionising Radiation from External Sources used in Medicine". 1981.
- [2]. Pratt and Shaw. "Factors affecting the radiation dose to the lens of the eye during cardiac catheterism procedures". British Journal of Radiology, 66. 1993.
- [3]. R.D. 1891/1991 de 30 de diciembre sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico. BOE nº 3 de 3 de enero de 1992.
- [4]. ICRP Publicación nº 57. "Radiological Protection of the Worker in Medicine and Dentistry". 1989.
- [5]. A. Hernández y col. "Atenuación de guantes usados en radiodiagnóstico". 5º Congreso de Protección Radiológica. Santiago de Compostela. 1994.
- [6]. Protección Radiológica 119. Multimedia and audiovisual radiation protection training in interventional radiology. MARTIR. martir@med.ucm.es.