

# Jornada de actualización en dosimetría interna para el ciclo de combustible

Rojo, A.M.; Gómez Parada, I.; Gossio, S.; Puerta Yepes, N.;  
Saavedra, A.D. y Segato, A.D.



# JORNADA DE ACTUALIZACIÓN EN DOSIMETRÍA INTERNA PARA EL CICLO DE COMBUSTIBLE

Rojo, A.M.; Gómez Parada, I.; Gossio, S.; Puerta Yepes, N.; Saavedra, A.D. y Segato, A.D.

Autoridad Regulatoria Nuclear  
Argentina

## INTRODUCCIÓN

El cálculo de la dosis efectiva, en los casos de exposición interna de trabajadores, requiere de la evaluación de la actividad incorporada a partir del análisis de datos de medición utilizando modelos biocinéticos y dosimétricos. En el caso de la exposición a uranio existe una dificultad adicional en el análisis de los datos de monitoreo debido a la excreción de uranio natural proveniente de la dieta.

El objetivo de este trabajo es presentar los contenidos y el balance de estas Jornadas realizadas en el marco de las funciones de control y asesoramiento por parte de la Autoridad Regulatoria Nuclear a responsables de áreas controladas.

Dada la importancia de un abordaje específico en estos temas, se convocó a todos los involucrados en el control de la exposición interna de los trabajadores del ciclo de combustible a participar para discutir aspectos de interés sobre los planes de monitoreo y las herramientas de cálculo disponibles.

Esta actividad conjunta entre los Departamentos Control de Instalaciones del Ciclo de Combustible y Evaluaciones Dosimétricas y Radiobiológicas se desarrolló entre el 23 y el 24 de noviembre de 2010 y se realizó tomando como base el curso de Métodos Avanzados de Dosimetría Interna organizado en agosto de 2009 y enfocando las particularidades de la dosimetría interna para uranio.

## AREAS TEMÁTICAS

Los temas abordados se centralizaron en la normativa vigente, en los criterios para el monitoreo de los trabajadores y en las herramientas para el cálculo de dosis específica para el ciclo de combustible, tomando en cuenta los diferentes compuestos de uranio y enriquecimientos. Las presentaciones en estas Jornadas, abordaron temas seleccionados para contribuir a la actualización que se detallan a continuación junto con los especialistas a cargo:

“Ciclo del combustible nuclear”, Hugo Plaza

“Criterios para el monitoreo de la exposición interna”<sup>1</sup>, Ana Rojo

“Metodología para la evaluación de datos de medición: estimación de incorporación y dosis efectiva comprometida.”, Inés Gómez Parada

“Aplicación práctica de la publicación NRPB W22: Industrial Uranium Compounds: Exposure Limits, Assessment of Intake and Toxicity after Inhalation”<sup>3</sup>, Nancy Puerta

“Evaluación de un caso de inhalación de uranio natural”<sup>2</sup>, Sebastián Gossio

“Toxicidad química renal”<sup>3</sup>, Ana Rojo

“Normativa vigente”<sup>4,5,6</sup>, Analía Saavedra

## DESARROLLO DEL TEMARIO

El cronograma de actividades fue desarrollado con la participación en carácter de expositores, de personal de los Departamentos Control de Instalaciones del Ciclo de Combustible (Hugo Plaza y Analía Saavedra) y Evaluaciones Dosimétricas y Radiobiológicas (Ana Rojo, Inés Gómez Parada, Sebastián Gossio y Nancy Puerta) de la Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina,

Al inicio de las actividades se dio la oportunidad a los representantes de cada instalación para que presentaran los programas de monitoreo para el control de la incorporación de uranio de sus respectivas

áreas y esto fue el marco adecuado para repasar la normativa vigente, las recomendaciones recientes de la ICRP<sup>2</sup>, los nuevos estándares de la ISO<sup>7,8</sup> y publicaciones específicas de referencia de la HPA<sup>3</sup>. Cada responsable realizó una presentación sobre la “Descripción de aspectos relativos al plan de monitoreo de la exposición interna” en la que se detallaron los siguientes puntos:

- Compuestos de uranio involucrados: Tipo y enriquecimiento.
- Breve descripción de los tipos de tareas con potencial exposición interna: vía seca / húmeda. Cantidad de material manipulado por proceso y anualmente.
- Sistemas de protección operativos para evitar la incorporación: ventilación, uso de barbijos, etc.
- Planes de monitoreo vigentes para rutina y accidentes: personales y de área. Tipos de muestras y frecuencias de muestreo.
- Laboratorio responsable de las mediciones: técnicas y límites de detección
- Número de trabajadores involucrados.
- Registros disponibles: tipo de datos, evaluaciones realizadas.

Cabe señalar que en estas Jornadas se presentó una aplicación práctica de la publicación NRPB W22 en forma de planilla Excel, desarrollada por personal del Departamento de Evaluaciones Dosimétricas y Radiobiológicas que fue parte del material que se distribuyó a los participantes. Esta hoja de cálculo permite evaluar de forma rápida, datos de medición (directas o indirectas) provenientes del monitoreo individual para obtener la dosis efectiva comprometida, E(50), resultante en un trabajador.

La planilla permite seleccionar entre tres tipos de compuestos: U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, UO<sub>2</sub> y UO<sub>3</sub>, considerando los parámetros de absorción propuestos por el NRPB-W 22. Esta planilla en primera instancia solo tiene como tipo de composición Uranio natural.

El usuario debe cargar los datos de medición de orina en µg/l o la carga en pulmón expresada en Bq, y el software calcula la E(50).

Además permite calcular la carga retenida en riñón indicando si hay riesgo toxicológico (se considera que existe riesgo toxicológico si la retención en riñón es mayor a 3 µg/g de riñón).

Se debe aclarar que los valores obtenidos mediante esta planilla, deberán ser analizados por un especialista en Dosimetría Interna para su utilización en evaluaciones para registro de dosis.

La figura 1 muestra una pantalla de la aplicación mostrando a modo de ejemplo un caso de inhalación de uranio natural.

## **PARTICIPANTES**

La convocatoria fue dirigida a personal de instalaciones del ciclo de combustible con conocimientos en dosimetría interna y preferentemente que hayan completado el curso de Métodos Avanzados dictado por ARN en 2009. Se contó con la presencia de personal de DIOXITEK, CONUAR y CNEA (CAE, CAC, CAB y el laboratorio de dosimetría personal -DPA-). La distribución de participantes se presenta en la siguiente tabla:

<b>Nombre de la INSTALACIÓN</b>	<b>Número de PARTICIPANTES</b>
CNEA USCAB	1
CNEA ECRI	2
CNEA LUE -LTA	4
CNEA Unidad de Seguridad	2
CNEA PFPU	1
CNEA - DPA	2
ARN- GACT	1
ARN- GSRFyS	1
DIOXITEK	1
CONUAR	3
TOTAL	18

## CONCLUSIONES


El resultado de esta reunión con todos los involucrados en el control de la exposición interna de los trabajadores del ciclo de combustible fue muy satisfactorio, para reguladores y regulados. Se tuvo la posibilidad de analizar en detalle los programas de monitoreo de cada instalación para el control de la incorporación de uranio y esto permitió identificar y discutir coincidencias y discrepancias de interés apuntando a la mejora de la protección radiológica. Así mismo, permitió actualizar herramientas y unificar los criterios para la implementación de planes de monitoreo en concordancia con las últimas recomendaciones internacionales.

Se acordó dar continuidad en el futuro a estas jornadas para crear un espacio de discusión y de actualización de aspectos relativos a las mediciones y evaluaciones de los datos provenientes de los planes de monitoreo de las distintas instalaciones del Ciclo de Combustible, generando así un compromiso mutuo en un proceso de mejora continua de la protección radiológica ocupacional.

## REFERENCIAS

1. ARN PI-4/07.  
Programas para el monitoreo de la exposición interna: criterios para su diseño. Rojo A; Gómez Parada, I.
2. Guías IDEAS. 2006 FZKA 7243.
3. NRPB W22: Industrial Uranium Compounds: Exposure Limits, Assessment of Intake and Toxicity alter Inhalation.
4. Norma básica de seguridad radiológica. AR 10.1.1 Revisión 3, año 2001.
5. Exposición Ocupacional en instalaciones radiactivas clase I. AR 6.1.1 Rev. 1 año 2002.
6. Limitación de Efluentes radiactivos en instalaciones radiactivas clase I. AR 6.1.2 Rev. 2 año 2002.
7. ISO 20553. 2006. Radiation protection — Monitoring of workers occupationally exposed to a risk of internal contamination with radioactive material.
8. ISO 27048. Radiation protection dose assessment for internal exposure.

**Figura 1.** Aplicación práctica de la publicación NRPB W22 en forma de hoja de cálculo Excel, desarrollada por personal del Departamento de Evaluaciones Dosimétricas y Radiobiológicas.

<b>Los valores obtenidos mediante esta planilla, deberán ser confirmados por un especialista en Dosimetría Interna para su utilización en evaluaciones</b>		<b>DIJU v 1.0 (Borrador)</b> <b>Autores: Nancy Puerta, Sebastián Gossio, Ana Rojo, Ines Gomez Parada.</b>			
<b>Introduzca tipo y composición del uranio</b>		<b>Evaluación toxicológica para E(50) mSv 6.00</b>		<b>Datos para Control de Orina</b>	
Tipo <input type="text" value="UO3"/> <b>e(50) 1.60 <math>\mu</math>Sv/Bq</b>		max retención en riñon 0.00541 Bq/Bq inc		Fluorimetría	
Composición <input type="text" value="U-nat"/> <b>ALI 14.0 KBq</b>		día de la máx retención 3 d		MDA <input type="text" value="1.00"/> $\mu$ g/l	
<b>Introduzca el intervalo de monitoreo en Orina</b>		masa riñon 310 g		KPA	
T (d) <input type="text" value="15"/> d		toxicidad en riñon 3 ug/g		MDA <input type="text" value="0.1"/> $\mu$ g/l	
T/2 7 d		Uranio en riñon 2.9 ug/g		Volumen de orina excretada	
m(T/2) 0.000834 Bq/Bq inc		<b>Evaluación de toxicidad NO TOXICO</b>		hombre <input type="text" value="1.6"/> l/d	
mujer <input type="text" value="1.2"/> l/d					
<b>Evaluación dosimétrica para una medición de orina</b>		<b>Evaluación dosimétrica para una medición de pulmón</b>			
<b>Introduzca el valor de la Medición M en Orina</b>		<b>Introduzca el valor de la Medición M en Pulmón</b>			
M <input type="text" value="10"/> $\mu$ g/l I 483.45 Bq		M <input type="text" value="75"/> Bq T <input type="text" value="60"/> d			
M 16 $\mu$ g/d I <input type="text" value="19.18"/> mg		Incorporación 6579 Bq m(T) 0.0114 d			
Actividad específica 2.52E+01 Bq mg <sup>-1</sup>		Actividad específica 25.2 Bq mg <sup>-1</sup>			
M 4.03E-01 Bq/d		Incorporación 261 mg			
<b>E(50) 0.8 mSv</b>		<b>E(50) 10.5 mSv</b>			
<b>Evaluación toxicológica para una dosis E(50)</b>		<b>Evaluación toxicológica para una dosis E(50)</b>			
max conc Uranio en riñon 0.37 ug/g		max conc Uranio en riñon 5.10 ug/g			
<b>Evaluación de toxicidad NO TOXICO</b>		<b>Evaluación de toxicidad TOXICO</b>			
< >   \ Evaluacion / Orina Tipo UO2 / Orina Tipo U3O8 / Orina Tipo UO3 / Pulmón Tipo U3O8 / Pulmón Tipo UO3 / Pulmón Tipo UO2					

## **WORKSHOP ON INTERNAL DOSIMETRY IN THE NUCLEAR FUEL CYCLE**

Rojo, AM.; Gómez Parada, I.; Gossio, S.; Puerta Yepes, N.; Saavedra, A.D. y Segato, A.D.

Nuclear Regulatory Authority  
Argentina

Dose assessment in case of internal exposure involves the estimation of committed effective dose based on the interpretation of bioassay measurement, and the assumptions of hypotheses on the characteristics of the radioactive material and the time pattern and the pathway of intake. In the case of workers exposed in nuclear fuel facilities, the normal uranium excretion from the diet is an additional difficulty in the process of assessing internal exposure.

The aim of this paper is to present the main topics discussion and the conclusions of the workshop, held in the frame of the missions of the Autoridad Regulatoria Nuclear.

All the personnel involved in the control of internal exposure in nuclear fuel cycle was invited to participate in the workshop to discuss about individual monitoring criteria and the available tools for assessing committed effective dose in the workers of their facilities.

The lectures were presented jointly by the Nuclear Fuel Cycle Facilities Control and the Dosimetric and Radiobiological Assessment departments. It was hold at the Ezeiza Atomic Center from 23<sup>th</sup> to 24<sup>th</sup> November 2010 based on the Advanced Course on Internal Dosimetry organized on 2009 and focusing specific uranium compound internal dosimetry.

A representative of each facility was invited to present the monitoring program implemented for controlling the internal exposure. It was an opportunity to discuss criteria and to share experiences on this field in the frame of the ICRP, HPA and ISO publications. The different monitoring program criteria could be analyzed and so contributing to the improvement of radiological protection.

Finally, it was agreed to hold periodical meetings to assure the update on uranium measurement techniques and the handling of monitoring data for committed effective dose assessment.