

# Capacitación en métodos avanzados para dosimetría interna: Aplicación de las Guías IDEAS

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



# CAPACITACIÓN EN MÉTODOS AVANZADOS PARA DOSIMETRÍA INTERNA: APLICACIÓN DE LAS GUÍAS IDEAS

Rojo, A.M.<sup>1</sup>; Gómez Parada, I.; Puerta Yepes, N. y Gossio, S.

Autoridad Regulatoria Nuclear  
República Argentina

## RESUMEN

En los casos de exposición interna de trabajadores, la evaluación de la dosis efectiva está basada en la estimación de la actividad incorporada a partir del análisis de datos de medición utilizando modelos biocinéticos. Se postulan hipótesis que involucran la selección de parámetros relativos a las características físico químicas del material radiactivo, del patrón y de la vía de incorporación. Las Guías IDEAS proveen un método armonizado para dosimetría interna aplicando criterios y procedimientos que pueden seguirse paso a paso a través de diagramas de flujo. El grupo de expertos en dosimetría interna de EURADOS, que desarrolló estas Guías, organizó en febrero de 2009, el 1er curso para su aplicación, en colaboración con el OIEA y la Universidad Técnica de la República Checa. La Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina identificó la relevancia de este entrenamiento participando del mismo. Esta experiencia impulsó la organización del Primer Curso de Capacitación en el tema en nuestro país, en agosto de 2009. En este trabajo se describen las actividades desarrolladas en el mismo, así como las herramientas de cálculo utilizadas, que fueron seleccionadas y adaptadas a las necesidades y conocimientos previos de los especialistas participantes locales.

**Palabras claves:** capacitación, dosimetría interna, Guías IDEAS.

## ABSTRACT

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. The IDEAS Guidelines provide a method to harmonize dose evaluations using criteria and flow chart procedures to be followed step by step. The EURADOS Working Group 7 'Internal Dosimetry', in collaboration with IAEA and Czech Technical University (CTU) in Prague, promoted the 'EURADOS/IAEA Regional Training Course on Advanced Methods for Internal Dose Assessment: Application of IDEAS Guidelines to broaden and encourage the use of IDEAS Guidelines, which took place in Prague (Czech Republic) from 2nd to 6th February 2009. The ARN identified the relevance of this training and asked for a place for participating on this activity. After that, the 1st training course in Argentina took place from 24th to 28th August for training local internal dosimetry experts. This paper resumes the main characteristics of this activity.

**Key Words:** training, internal dosimetry, IDEAS Guidelines.

## 1. Introducción

Este curso se organizó con el objetivo de lograr un entrenamiento teórico práctico en dosimetría interna principalmente sobre la base del material de trabajo del Curso Regional de Entrenamiento sobre Métodos Avanzados en Dosimetría Interna organizado por 'EURADOS (European Radiation Dosimetry) /OIEA sobre la aplicación de las Guías IDEAS.

Las actividades se enfocaron en:

- Presentar, explicar y proveer una oportunidad de entrenamiento en dosimetría interna, siguiendo las Guías IDEAS.
- Ofrecer un entrenamiento en el uso del software AIDE, desarrollado en el marco del Proyecto Regional de OIEA sobre dosimetría interna en América Latina.

---

<sup>1</sup> arojo@arn.gob.ar

## **2. Modalidad del Curso**

Todas las actividades estuvieron a cargo de los profesionales de la Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina.

En el inicio, las presentaciones estuvieron destinadas a una revisión de la metodología para la dosimetría interna y el manejo de los datos de bioensayos.

A partir del segundo día, los participantes fueron motivados a resolver casos de evaluación que tuvieron una complejidad creciente sobre tópicos de interés.

Los casos se distribuyeron a los participantes en documento impreso. Además la misma información fue entregada en un CD para que pudieran trabajar en PCs durante el curso.

Previo a la resolución de cada caso, se realizó una presentación explicando los nuevos conceptos a aplicar en el mismo. Se incluyeron dos seminarios para consolidar los criterios para la evaluación de la exposición interna.

El curso tuvo lugar en las aulas de Capacitación de la ARN en el Centro Atómico de Ezeiza durante cinco días de 9 AM a 4 PM. Todos los materiales de trabajo fueron instalados previamente en las PCs disponibles en esas aulas. Se promovió la discusión entre los participantes durante la resolución de los casos.

El último día se solicitó que los participantes respondan un cuestionario de respuesta múltiple para evaluar la comprensión de los tópicos desarrollados durante la semana.

Así mismo se distribuyó un cuestionario para conocer las opiniones de los participantes sobre las actividades desarrolladas.

## **Tópicos**

Los diferentes temas fueron cubiertos a través de dos tipos de sesiones:

- 1.- Sesiones teóricas y
- 2.- Sesiones prácticas

### **1.- Sesiones teóricas**

a) Conferencias:

Revisión de la metodología de cálculo para la dosimetría interna.

Manejo de los datos de monitoreo

Presentación de las Guías IDEAS: Uso de los diagramas de flujo

Demostración del software AIDE (Activity and Internal Dose Estimates) disponible para America Latina desarrollado en el marco del Proyecto Regional de OIEA

b) Seminarios:

La dosimetría interna en emergencias

Diseño de programas de monitoreo para el control de la exposición interna.

### **2.- Sesiones prácticas**

Se seleccionaron siete casos de estudio para ser evaluados por los participantes durante estas sesiones.

## **Descripción de los casos de estudio**

### **Caso 1**

Caso simulado de inhalación de  $^{241}\text{Am}$  en un área de trabajo. Se presentaron los datos de medición de ocho muestras de orina expresados en cuentas. Se entregó información adicional para procesar los datos y obtener la excreción urinaria diaria para cada muestra.

- Se solicitó el cálculo del error tipo A y del Factor de dispersión total “Total Scattering Factor” (SF).
- Se debió calcular la incorporación y cuantificar la bondad del ajuste con el Test Chi cuadrado. Así mismo se pidió estimar el valor de E(50).
- Se requirió la resolución del ejercicio utilizando planillas de cálculo Excel.

### **Caso 2**

#### **Caso simulado de inhalación de $^{235}\text{U}$ en un área de trabajo**

- Se presentaron 10 datos de actividad en orina junto con la excreción de creatinina y 10 datos de medición de muestras de heces.
- Se requirió la evaluación utilizando ambos conjuntos de datos para informar la incorporación y el valor de E(50) cuantificando la bondad del ajuste aplicando el test Chi-cuadrado.
- Se requirió la resolución del ejercicio utilizando planillas de cálculo Excel.

### **Caso 3**

#### **Inhalación de $^{131}\text{I}$ en la unidad de terapia metabólica de un Hospital, donde el personal fue monitoreado con mediciones de tiroides cada 14 días.**

- Se requirió la evaluación de las tres mediciones consecutivas de tiroides de uno de los trabajadores.
- El objetivo de este ejercicio fue instruir a los participantes en el abordaje del monitoreo rutinario donde es necesario considerar el aporte de contribuciones de incorporaciones previas.
- Se requirió la resolución del ejercicio utilizando planillas de cálculo Excel.

### **Caso 4**

#### **Inhalación aguda accidental de $^{131}\text{I}$ - aerosol.**

- Se presentaron cuatro mediciones sucesivas de actividad en tiroides.
- Se indicó el uso de las tablas de la Publicación 78 de la ICRP y del software AIDE.
- Se requirió la estimación de la incorporación y de la Dosis Efectiva Comprometida utilizando ambas herramientas de cálculo.

### **Caso 5**

#### **Inhalación aguda accidental de $^{131}\text{I}$ – aerosol, en un Laboratorio Radioquímico.**

- Se presentaron tres mediciones sucesivas de actividad en tiroides.
- El objetivo de este ejercicio fue que los participantes adquirieran experiencia en el uso del software AIDE.
- Se requirió la estimación de la incorporación y de la Dosis Efectiva Comprometida.

## Caso 6

### **Inhalación accidental de $^{131}\text{I}$ en forma gaseosa, en una Instalación de Medicina Nuclear.**

- Se presentaron tres datos de medición de actividad en tiroides y tres de medición de actividad en orina.
- Los participantes debieron encontrar la fecha de incorporación más probable usando los datos disponibles y calcular la incorporación y de la Dosis Efectiva Comprometida con el software AIDE.

## Caso 7

### **Inhalación accidental de $^{239}\text{Pu}$ en una instalación de reprocesamiento durante la manipulación de elementos combustibles gastados: Compuesto Tipo S y AMAD = $10\ \mu\text{m}$ .**

- Se presentaron ocho datos de medición de muestras de orina y ocho de heces.
- El objetivo de este ejercicio fue utilizar el Software AIDE para generar tablas para interpretar datos de bioensayos.
- Los participantes debieron resolver el caso de acuerdo a las Guías IDEAS y reportar la incorporación y la Dosis Efectiva Comprometida.

## Sílabus

### 1.- Introducción:

1.1. Revisión de la metodología para la evaluación de la exposición interna.

1.2. Criterios para rechazar datos. Método de máxima probabilidad.

### 2.- Manejo e Interpretación de datos del monitoreo individual (Parte I):

2.1. Manejo de datos previo a la evaluación.

2.2. Evaluación de incertezas.

### 3.- Sesión Práctica (I):

3.1. Caso 1: manejo de un conjunto de datos: datos de excreción urinaria.

3.2. Caso 2: manejo de múltiples conjunto de datos: datos de excreción urinaria y fecal.

### 4.- Manejo e Interpretación de datos del monitoreo individual (Parte II):

4.1. Estimación de la incorporación.

4.2. Evaluación de la bondad del ajuste.

### 5.- Presentación de las Guías IDEAS:

5.1. Introducción.

5.2. Filosofía: Armonización. Exactitud. Proporcionalidad.

5.3. Niveles de tarea.

5.4. Etapas.

### 6.- Sesión práctica (II):

6.1. Caso 3: Aplicación de la Guía IDEAS:

Etapas 1 – No evaluar

Etapas 2: Evaluación de la contribución de incorporaciones previas.

Etapas 3: Evaluación por defecto o específicos del caso.

### 7.- Software AIDE: Presentación.

### 8.- Sesión práctica (III):

8.1. Caso 4: Resolución aplicando ICRP 78 y AIDE.

8.2. Caso 5: Exposición aguda. Resolución con AIDE.

8.3. Caso 6: Determinación de la fecha de la exposición.

8.4. Caso 7: Monitoreo especial. Resolución con AIDE.

- 9.- Criterios para la implementación del monitoreo individual:
  - 9.1. Objetivo del monitoreo.
  - 9.2. Diseño de los programas de monitoreo.
  - 9.3. Niveles de referencia.
- 10.- Estándares ISO sobre dosimetría interna: Presentación de los documentos producidos por el grupo de trabajo N° 13.
- 11.- Criterios para la evaluación de la exposición interna en emergencias:
  - 11.1. Objetivo del monitoreo en emergencias.
  - 11.2. Procedimientos para el monitoreo: Área e individual.
  - 11.3. Manejo de datos del monitoreo en emergencias: posibles interferencias.
- 12.- Examen.
- 13.- Discusión de resultados del examen.
- 14.- Cuestionario sobre el curso.

### Participantes

Este curso fue organizado en respuesta a un requerimiento de la Gerencia de Protección Radiológica de la CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) para entrenar a su personal en dosimetría interna.

Si bien este curso estuvo dirigido a profesionales de la CNEA, se decidió hacerlo extensivo a otras Instituciones involucradas con la responsabilidad del control de la exposición interna de los trabajadores

La condición solicitada para la aceptación de los candidatos fue estar involucrados en la evaluación de la exposición interna y tener conocimientos básicos sobre terminología, conceptos, modelos y herramientas computacionales para dosimetría interna.

La distribución de los participantes de acuerdo a su pertenencia a una Empresa/Institución se muestra en la Tabla 1.

### Conclusiones

El entrenamiento, un elemento esencial en todo programa de protección radiológica, es un requerimiento explícito de las Normas Básicas de Seguridad [6]. Los contenidos deben cubrir la actualización de conceptos y herramientas para responder a las necesidades de los responsables de implementar el monitoreo individual de los trabajadores para la exposición interna.

Sobre la base de las respuestas al cuestionario completado por los participantes, es posible concluir que la calidad del material entregado, la claridad de las presentaciones, los contenidos de los tópicos presentados, las explicaciones de los tópicos previos a los ejercicios y las discusiones de los mismos, fueron satisfactorios.

Este trabajo se presenta como una propuesta para la capacitación en dosimetría interna respondiendo a las necesidades de entrenamiento actuales y al idioma local sobre la base de las actualizaciones publicadas en las Guías IDEAS del EURADOS que proveen un método armonizado para dosimetría interna aplicando criterios y procedimientos que pueden seguirse paso a paso a través de diagramas de flujo.

**Tabla N° 1.** Empresas/Instituciones participantes.

Empresas/Instituciones	Participantes
CNEA1	15
ARN 2	2
NASA-CNA I 3	1
NASA-CNE 4	1
CONUAR 5	1
INVAP 6	1

## REFERENCIAS

- [1] Doerfel, H.; Andrasi, A; Bailey, M.; Berkowski, V.; Blanchardon, E.; Castellani, C.M.; Hurtgen, C.; Leguen, B; Malatova, I.; Stather, J. General Guidelines for the Estimation of Committed Effective Dose from Incorporation Monitoring Data (Project IDEAS- EU Contract No. FIKR-CT2001-00160).
- [2] ISO 20553: 2006, Monitoring of Workers Occupationally Exposed to a Risk of Internal Contamination with Radioactive Material.
- [3] International Commission on Radiological Protection (ICRP). Individual monitoring for internal exposure of workers. ICRP Report 78. Pergamon Press, New York (1997).
- [4]. International Atomic Energy Agency, (1999) "Assessment of occupational exposure due to intakes of radionuclides". Safety Standards Series No. RS-G-1.2, IAEA, Vienna.
- [5] L. Bertelli, D. R. Melo, J. Lipsztein and R. Cruz-Suarez AIDE: INTERNAL DOSIMETRY SOFTWARE Radiation Protection Dosimetry (2008), Vol. 130, No. 3, pp. 358–367.
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, International Basic Safety Standard for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Standards. Safety Series No 115, IAEA, Vienna, (1994).