

GESTIÓN DE EFLUENTES RADIATIVOS

Índice

1. OBJETO
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN
3. REFERENCIAS
4. RESPONSABILIDADES
5. EFLUENTES RADIATIVOS
6. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES RADIATIVOS GENERADOS EN INSTALACIONES DE MEDICINA NUCLEAR
7. ANEXOS

1. OBJETO

Establecer los pasos a seguir para asegurar la correcta evacuación de los efluentes radiactivos.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Todos los efluentes radiactivos generados por las instalaciones radiactivas que manejen materiales radiactivos no encapsulados.

3. REFERENCIAS

- 3.1 Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RD 783/2001).
- 3.2 Guía Técnica de Gestión de Materiales Residuales con Contenido Radiactivo Procedentes de Instalaciones de Ámbito Sanitario (ENRESA-SEPR, 2002).
- 3.3 Informe de actividades del grupo de efluentes. Foro CSN/SEPR-SEFM de protección radiológica en el medio sanitario (Marzo de 2002)

4. RESPONSABILIDADES

- 4.1 Del manejo correcto de los efluentes radiactivos, las diferentes instalaciones que los generen.
- 4.2 De la supervisión de este manejo, el Servicio de Protección Radiológica o, en su defecto, el Supervisor de la instalación.

5. EFLUENTES RADIATIVOS

- 5.1 La generación de efluentes radiactivos será lo más baja posible.
- 5.2 Se deberá evitar, en lo posible, la generación de efluentes radiactivos que no sean solubles en agua, así como de líquidos químicamente tóxicos.
- 5.3 Los efluentes radiactivos a que se refiere el punto 5.2, deberán ser convenientemente almacenados en recipientes de plástico o de acero inoxidable y su tratamiento se estudiará en cada caso.
- 5.4 Para los propósitos de este procedimiento, los efluentes radiactivos se clasifican en dos tipos:
 - Tipo I: Efluentes que contengan radionucleidos emisores de baja energía y largo período de desintegración (^3H y ^{14}C).
 - Tipo II: Efluentes que contengan radionucleidos no incluidos en el tipo I (^{131}I , ^{32}P , etc.).
- 5.5 La actividad máxima que se puede verter a la red general según el tipo de efluentes es (Anexo 8.1):
 - Residuos tipo I:
 - ^3H : 10 GBq/año
 - ^{14}C : 1 GBq/año
 - Residuos tipo II: 1 GBq/año

Estas actividades corresponden al límite máximo para la suma de todos los vertidos que la instalación tenga obligación de recoger.

- 5.6 Además, durante el vertido, la concentración de actividad en el punto de descarga a la red de alcantarillado debe ser inferior a los límites de concentración establecidos (Anexo 8.1).
- 5.7 La cuantificación de las actividades de los efluentes se harán por medio de medidas directas cuando sea posible, o en su lugar, mediante una estimación (Anexo 8.2).

6. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES RADIATIVOS GENERADOS EN INSTALACIONES DE MEDICINA NUCLEAR

6.1 Función y descripción del sistema

- La función de este sistema es almacenar, para su decaimiento y posterior evacuación controlada, los efluentes radiactivos generados en una instalación de Medicina Nuclear. Incluyen:
 - La orina de los pacientes sujetos a terapia metabólica, recogidos en un urinario y en una taza especialmente diseñada a tal efecto. Algunas instalaciones recogen también parte de las orinas de los pacientes sometidos a pruebas diagnósticas, antes de que estos abandonen el hospital
- El sistema debe constar de:
 - Varios depósitos de almacenamiento
 - Unidad de control
 - Dispositivo para toma de muestras

Este sistema permite la extracción de líquidos de los depósitos y su vertido a la red de forma diluida, según una relación previamente seleccionada por el usuario.

El sistema debe disponer de un armario eléctrico de señalización y control y de un armario hidráulico para regular los caudales del agua y de los efluentes radiactivos durante la evacuación.

6.2 Llenado de los depósitos

- Es deseable que sólo haya un depósito llenándose.
- Los depósitos deben disponer, al menos, de un indicador de nivel.
- Se llevará un registro periódico, para cada depósito, del nivel de llenado, del estado en que se encuentra, y de la tasa de cuentas (hoja de registro en Anexo 8.3).

6.3 Evacuación de los depósitos

- El sistema debe permitir realizar dos tipos de evacuación:
 - a) Evacuación diluida. El líquido del depósito se diluye con agua de la red. El usuario debe poder variar separadamente el caudal de agua de la red y el caudal del vertido.
 - b) Evacuación directa. El líquido se vierte directamente al desagüe, sin diluir, mediante la apertura de llaves de paso situadas en la parte inferior de cada depósito.
- Siempre que sea posible se evacuará de forma diluida, dejando transcurrir el tiempo suficiente para que la actividad del líquido disminuya hasta los valores aceptables. La evacuación directa se debe utilizar sólo en caso de emergencia.

6.4 Registro de las evacuaciones

- Se llevará un registro de cada evacuación, incluyendo, al menos, los siguientes datos:
 - a) Número de identificación de la evacuación
 - b) Depósito evacuado
 - c) Radionucleidos
 - d) Actividad evacuada del radionucleido principal
 - e) Fecha de apertura
 - f) Fecha de cierre
 - g) Fecha prevista de evacuación
 - h) Fecha efectiva de evacuación
 - i) Volumen de llenado del depósito

- j) Tipo de evacuación: diluida o directa
- k) Caudal del agua de red durante la evacuación
- l) Caudal de evacuación del depósito

6.5 **Verificaciones periódicas de los sistemas de seguridad**

- Se realizarán revisiones periódicas (comprobación de ausencia de fugas, comprobación de la señalización, verificación de funcionamiento de bombas y válvulas, verificación del proceso de evacuación, revisión de los sistemas de seguridad, etc.). Se archivará el informe de cada revisión.

7. ANEXOS

- 7.1 Cálculo de los límites de actividad y concentración de actividad en vertidos líquidos
- 7.2 Determinación de los parámetros de evacuación
- 7.3 Hoja de registro de los niveles de llenado de los depósitos del sistema de tratamiento de efluentes radiactivos

Cálculo de los límites de actividad y concentración de actividad en vertidos líquidos

7.1.1 Actividad máxima de vertidos líquidos

De la Tabla A del Anexo III del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes se obtienen los valores de dosis efectiva por unidad de incorporación por ingestión para el grupo de edad “mayores de 17 años” ($h(>17)$). Para calcular los límites de incorporación anual por ingestión (A_L) se utiliza, además, el límite de dosis efectiva anual para miembros del público ($E_L = 1 \text{ mSv / año}$):

$$A_L = \frac{E_L}{h(>17)}$$

Por otro lado, el hospital consume en un día un volumen de agua de V_H l y el consumo humano medio por persona y año es de 600 l.

Con estos datos se puede calcular la actividad máxima de vertido diario (A_v):

$$A_v = A_L \cdot \left(\frac{V_H}{600} \right) \quad (1)$$

– Residuos tipo I:

Para el ^3H tenemos que $h(>17) = 4'2 \cdot 10^{-11} \text{ Sv / Bq}$

Para el ^{14}C tenemos que $h(>17) = 5'8 \cdot 10^{-10} \text{ Sv / Bq}$

– Residuos tipo II:

Como ejemplo, para el ^{131}I , $h(>17) = 2'2 \cdot 10^{-8} \text{ Sv / Bq}$ y para el ^{125}I , $h(>17) = 1'5 \cdot 10^{-8} \text{ Sv / Bq}$

– Cumplimiento del reglamento

Siendo I_I e I_{II} las incorporaciones anuales de cada uno de los tipos de residuos, se deberá cumplir en cualquier caso

$$T = \frac{I_I}{A_{LI}} + \frac{I_{II}}{A_{LII}} \leq 1$$

7.1.2 Concentración máxima de actividad en el punto final de vertido a la red de alcantari-llado

Los vertidos de una instalación pueden estar formados por varios radionucleidos. Para cada uno de ellos se puede calcular el límite de incorporación anual por ingestión (A_L^i):

$$A_L^i = \frac{E_L}{h^i (>17)}$$

Teniendo en cuenta que el consumo humano medio por persona y año es de 600 l / año, se obtiene la concentración máxima actividad vertida a la red ($C_{v,max}^i$),

$$C_{v,max}^i = \frac{A_L^i}{600} \quad (2)$$

Si se desconoce la composición de radionucleidos del vertido se aplicará la situación más desfavorable, por ejemplo que el vertido es de ^{131}I .

Si se conoce la composición de radionucleidos se debe cumplir que:

$$\sum_i \frac{C_v^i}{C_{v,max}^i} \leq 1 \quad (3)$$

siendo C_v^i la concentración de cada radionucleido en el vertido.

Determinación de los parámetros de evacuación

7.2.1 Vertidos en instalaciones sin sistema de tratamiento de efluentes radiactivos

En caso de que sea necesario calcular la concentración de actividad en el punto final de descarga en instalaciones que no dispongan de sistemas de tratamiento de efluentes radiactivos, estos se almacenarán en recipientes de plástico. Después de almacenarlos durante el tiempo necesario para su decaimiento, serán evacuados por el personal de la instalación en un sumidero, diluyendo el vertido con agua del grifo.

Para determinar la concentración de actividad se utilizará alguno de estos dos métodos:

– Estimación de la actividad a partir del consumo de radionucleidos de la instalación

- a) La actividad contenida en cada recipiente se estima a partir de la siguiente expresión:

$$A_R = A_{\text{con}} \cdot F_{\text{liq}} \cdot 2^{-t_{\text{alm}}/T_{1/2}} \quad (4)$$

siendo

A_R = Actividad en el recipiente

A_{con} = Actividad consumida mensualmente del radionucleido utilizado (se puede promediar durante varios años)

F_{liq} = Fracción de actividad contenida en el residuo líquido (*)

t_{alm} = Tiempo de almacenamiento del recipiente

$T_{1/2}$ = período de semidesintegración del radionucleido

- b) El residuo líquido se evacua en el sumidero con el grifo totalmente abierto.
- c) En caso de que sea necesario La concentración de actividad en punto final de descarga a la red de alcantarillado, C_V , se calcula mediante la expresión (5)

$$C_V = \frac{A_R}{V_R} \frac{\Phi_R}{\Phi_R + \Phi_G + \Phi_H} \quad (5)$$

siendo

A_R : Actividad del recipiente

V_R : Volumen del recipiente

Φ_G : Caudal del grifo del vertedero

Φ_R : Caudal evacuación del recipiente

Φ_H : Caudal de vertido del hospital

– Medida de la actividad de una muestra

- a) Se toma una alícuota del recipiente
- b) Se mide la actividad de la muestra y se identifican los radionucleidos presentes en la misma con un analizador multicanal.
- c) Se obtiene la concentración C_V dividiendo la actividad medida entre el volumen de la muestra.
- d) Se calcula, a partir de la ecuación (5), los caudales de evacuación, teniendo en cuenta el decaimiento de los radionucleidos.

* Referencia 3.2, Capítulo 5.1, Tablas 5.2 y 5.3.

7.2.2 Vertidos de instalaciones con sistema de tratamiento de efluentes radiactivos

La concentración de actividad en punto final de descarga a la red de alcantarillado, C_V , se calcula mediante la expresión

$$C_V = \frac{A_D}{V_D} \frac{\Phi_D}{\Phi_D + \Phi_A + \Phi_H} \quad (6)$$

siendo

- A_D : Actividad total en un depósito
- V_D : Volumen depósito lleno
- Φ_A : Caudal agua red
- Φ_D : Caudal evacuación depósito
- Φ_H : Caudal de vertido del hospital

Por lo tanto, hemos de estimar la actividad total del depósito, A_D , para lo cual se utilizará alguno de estos dos métodos:

– Estimación de la actividad a partir del consumo de radionucleidos de la instalación

- a) Se registran los datos de los radionucleidos consumidos por la instalación de Medicina Nuclear: radionucleido, actividad, fecha. Se excluyen el ^{99m}Tc y el ^{123}I porque su semiperíodo es muy corto.
- b) Se calcula el decaimiento de la actividad desde que el radionucleido entra en el depósito hasta el día de su evacuación.

$$A_{\text{evac}} = A_{\text{con}} \cdot F_{\text{elim}} \cdot 2^{-(t_{\text{evac}} - t_{\text{ver}})/T_{1/2}} \quad (7)$$

siendo

A_{evac} = Actividad en el día de la evacuación

A_{con} = Actividad consumida

F_{elim} = Fracción de actividad excretada por la orina. Los fracciones utilizadas (que se muestran en la tabla) están tomadas de la referencia 3.3, y se corresponden a la fracción eliminada en un período de tiempo muy largo, de varios días o semanas. Sin embargo, el sistema de tratamiento solo recoge la orina excretada durante el tiempo que el paciente pasa en el hospital, es decir, algunas horas. Por tanto, con el uso de estos valores se sobrestima la actividad contenida en los depósitos.

Radionucleido	^{131}I	^{67}Ga	^{201}Tl	^{111}In	^{51}Cr	^{57}Co	^{90}Y
Fracción eliminada	0'7	0'7	0'04	0'3	0'3	0'5	0'8

t_{ver} = fecha de vertido

t_{evac} = fecha de evacuación

$T_{1/2}$ = período de semidesintegración del radionucleido

- c) La suma de todas las actividades así calculadas es la actividad total en el depósito en la fecha de evacuación (A_D).

– Medida de la actividad de una muestra

- a) Si el sistema permite tomar una muestra del líquido contenido en el depósito, se toma una alícuota
- b) Se mide la actividad de la muestra y se identifican los radionucleidos presentes en la misma con un analizador multicanal.
- c) Se obtiene la concentración C_v dividiendo la actividad medida entre el volumen de la muestra.
- d) Se calcula, a partir de la ecuación (6), los caudales de evacuación, teniendo en cuenta el decaimiento de los radionucleidos.

