

SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-008-NUCL-2003, Control de la contaminación radiactiva.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-008-NUCL-2003, CONTROL DE LA CONTAMINACION RADIATIVA.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con fundamento en los artículos 33 fracción X de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracciones I y XVII, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o., 4o., 18 fracción III, 19, 21, 25, 32 y 50 fracciones I, III, XI y XII de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 1o., 2o., 3o., 4o., 87, 88, 113, 114, 121 y 181 fracciones X, XI y XII del Reglamento General de Seguridad Radiológica; 1o., 2o., 3o. fracción VI inciso b), y 34 fracciones XVII, XIX, XXII y XXIV del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y

CONSIDERANDO

Primero. Que con fecha 15 de abril de 2003, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-008-NUCL-2002, Control de la contaminación radiactiva, a efecto de recibir comentarios de los interesados;

Segundo. Que una vez transcurrido el plazo que fija la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para recibir los comentarios que se mencionan en el considerando anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias publicó en el **Diario Oficial de la Federación** de fecha 31 de octubre de 2003, la respuesta a los comentarios recibidos al proyecto en cita;

Tercero. Que en la reunión celebrada el 4 de diciembre de 2003, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias aprobó por consenso la publicación del proyecto en cita, como Norma Oficial Mexicana, y

Cuarto. Que de lo expuesto en los considerandos anteriores se concluye que se ha dado cumplimiento con el procedimiento que señalan los artículos 38, 44, 45, 46, 47 y demás relativos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, por lo que se expide la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-008-NUCL-2003, Control de la contaminación radiactiva.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, Distrito Federal, a quince de diciembre de dos mil tres.- El Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Juan Eibenschutz Hartman**.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-008-NUCL-2003, CONTROL DE LA CONTAMINACION RADIATIVA

CONTENIDO

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Control de la contaminación
6. Determinación de la contaminación radiactiva
 - Apéndice A (Normativo) Límites de contaminación superficial
 - Apéndice B (Normativo) Criterios para la selección de ropa y equipo de protección radiológica
 - Apéndice C (Informativo) Ejemplos de estimaciones del equivalente de dosis efectivo, con y sin equipo de protección respiratoria
7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas
8. Bibliografía

9. Evaluación de la conformidad
10. Observancia
11. Vigencia

0. Introducción

Las áreas de trabajo, mobiliario, equipo y materiales, que se utilizan en las instalaciones en las que se manipulan materiales radiactivos, son susceptibles de contaminarse y constituir una fuente de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto, por lo que para reducir esta exposición a niveles aceptables, es necesario:

- a) Establecer provisiones en el diseño que permitan controlar la dispersión de la contaminación radiactiva durante la operación, el cese de operaciones y el cierre de las instalaciones y faciliten las actividades de descontaminación.
- b) Que durante la operación, el cese de operaciones y el cierre de las instalaciones se establezcan controles y límites derivados tanto de contaminación superficial como suspendida en aire, complementados con planeaciones y permisos de trabajo en zonas controladas.
- c) Establecer una vigilancia de la contaminación radiactiva antes, durante y después de los procesos que involucren el manejo de material radiactivo.

En esta Norma se establecen criterios y requerimientos que deben ser cumplidos en el establecimiento de las acciones referidas en los incisos (b) y (c).

1. Objetivo

Especificar los criterios bajo los cuales se deben establecer los controles que permitan minimizar la exposición del personal ocupacionalmente expuesto a la contaminación radiactiva superficial y a la suspendida en aire.

2. Campo de aplicación

La presente Norma es de aplicación en aquellas instalaciones donde exista o pueda existir contaminación radiactiva.

3. Referencias

3.1 NOM-005-NUCL-1994, Límites anuales de incorporación (LAI) y concentraciones derivadas en aire (CDA) de radionúclidos para el personal ocupacionalmente expuesto.

3.2 NOM-035-NUCL-2000, Límites para considerar un residuo sólido como desecho radiactivo.

4. Definiciones

Para los efectos de esta Norma se entiende por:

4.1 Contaminación radiactiva

Presencia indeseable de sustancias radiactivas en superficies o contenida en sólidos, líquidos o gases (incluyendo el cuerpo humano).

4.2 Contaminación superficial

Presencia indeseable de una sustancia radiactiva sobre una superficie, dicha contaminación puede ser fija o removible.

4.3 Contaminación fija

Aquella que no se transfiere de una superficie durante condiciones rutinarias de uso.

4.4 Contaminación removible

Aquella que se transfiere de una superficie durante condiciones rutinarias de uso.

4.5 Zona con alta contaminación

Cualquier zona donde el nivel de contaminación removible es mayor o igual a 100 veces los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo).

4.6 Zona controlada

Es la zona sujeta a supervisión y controles especiales con fines de protección radiológica.

4.7 Zona contaminada

Es la zona donde el nivel de contaminación removible rebasa, o que debido a la naturaleza de los trabajos a realizar, se puedan rebasar los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo) de la presente Norma sin exceder 100 veces el valor de los mismos.

4.8 Zona con contaminación suspendida en aire

Es aquella en donde se exceden los valores de la concentración derivada en aire (CDA) establecidos en la NOM-005-NUCL-1994 y en caso de estar normalmente ocupada, la concentración promedio semanal excede el 25% del CDA.

4.9 Zona radiológica

Zona que debe estar localizada dentro de la zona controlada, la cual se puede clasificar en: zona contaminada, zona con alta contaminación, zona con contaminación suspendida en aire, zona de radiación o zona de alta radiación.

5. Control de la contaminación

5.1 Dentro de la zona controlada se deben establecer, delimitar y señalizar las zonas radiológicas, cabe precisar que una misma zona debe clasificarse en función de su nivel de contaminación y de radiación.

5.2 Con la finalidad de asegurar que los valores se mantienen por debajo de los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo), se debe realizar la vigilancia de los niveles de contaminación radiactiva removible, en las áreas que potencialmente puedan contaminarse dentro de la zona controlada antes, durante y después del manejo de material radiactivo, y con la periodicidad requerida por las características de diseño y operación particulares de la instalación, debiéndose mantener los registros correspondientes; para aquellas áreas que rebasen dichos límites, se deben establecer los controles requeridos para zonas contaminadas o con alta contaminación.

5.3 Cuando se ingrese a zonas contaminadas, con alta contaminación y con contaminación suspendida en aire debe utilizarse ropa de protección de acuerdo a los criterios establecidos en el Apéndice B (Normativo).

5.4 Cuando se realicen actividades en las que el potencial para la contaminación del personal está limitado a las manos, brazos y porción frontal superior del cuerpo, la ropa de protección se limitará al uso de batas y guantes, los cuales deben asegurarse a la muñeca para evitar la penetración de la contaminación radiactiva hacia la piel del personal. En caso de que exista el potencial para la contaminación de los pies se deben usar también cubrezapatos.

5.5 Los materiales y equipos localizados en las zonas contaminadas, con alta contaminación y contaminación suspendida en aire no podrán ser transferidos a zonas no contaminadas dentro de la zona controlada, si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- a) Los niveles de contaminación removible en las superficies accesibles, exceden los límites de contaminación superficial removible establecidos en el Apéndice A (Normativo).
- b) Las condiciones radiológicas bajo las cuales se utilizaron, hacen posible que exista contaminación en las superficies inaccesibles, en este caso debe asumirse que la contaminación superficial removible excede los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo).

5.6 Los materiales y equipos que excedan los límites de contaminación removible establecidos en el Apéndice A (Normativo), podrán ser transferidos dentro de la instalación de una zona radiológica a otra zona radiológica sólo si se establecen los controles y la medición de los niveles de radiación apropiados para evitar la dispersión de la contaminación.

5.7 Los materiales y equipos con contaminación fija que excedan los límites de contaminación total establecidos en el Apéndice A (Normativo), sólo podrán ser transferidos hacia zonas no contaminadas dentro de la misma zona controlada, si se cumplen las siguientes condiciones:

- a) Los niveles de contaminación removible estén por debajo de los límites establecidos en dicho Apéndice.
- b) Se determine la contaminación en forma rutinaria y estén claramente marcados y etiquetados para alertar al personal del estado de su contaminación.

5.8 Se deben establecer controles que permitan prevenir la transferencia inadvertida de la contaminación removible, a lugares fuera de las zonas radiológicas.

5.9 Se deben planear con anticipación las actividades, a fin de optimizar la protección radiológica del personal que las realizará y minimizar la generación de los desechos radiactivos.

5.10 Se deben establecer controles para el ingreso, estancia y egreso a zonas radiológicas de tal forma que se garantice que:

- a) Se minimice el ingreso de personal y materiales;
- b) Las actividades se realicen conforme a lo planeado y se mantenga la vigilancia necesaria para identificar cualquier desviación o situación anormal que requiera la interrupción del trabajo para su reevaluación;
- c) Se utilice el equipo de protección radiológica acorde con las condiciones bajo las que se realizarán los trabajos;
- d) En la salida de las zonas radiológicas se establezcan las previsiones necesarias para facilitar la retención de la contaminación, además de incluir el equipo para la medición de la contaminación de herramientas, materiales, equipos y personal que egrese de las mismas, y
- e) Cuando los niveles de radiación del fondo o cualquier otra condición en el punto de salida de la zona radiológica imposibilite medir los niveles de contaminación del personal, herramientas, equipos y materiales que se retiren de dichas zonas, se debe ubicar el punto de salida a un área de bajo fondo de radiación. En caso de que esta reubicación del punto de salida no sea posible, se debe seleccionar un área externa a la zona radiológica, apropiada para dicha medición; en este caso se deben medir frecuentemente los niveles de contaminación de la trayectoria que se utilice para acceder a ella.

5.11 Se debe establecer un programa para el control de los materiales, equipos y herramientas para garantizar que:

- a) Sólo se consideren para su uso irrestricto, aquellos que cumplan con los niveles de dispensa incondicional establecidos en la NOM-035-NUCL-2000;
- b) Para aquellos que rebasen los niveles de dispensa incondicional, pero que requieran ser retirados de la instalación, se deben mantener los controles radiológicos, además de los de transporte de material radiactivo cuando esto sea aplicable;
- c) Se reduzca al mínimo el ingreso a la zona controlada de materiales, equipos y herramientas, fomentándose la reutilización de aquellos que por su contaminación no se hayan podido retirar de dicha zona, siempre que los niveles de contaminación estén por debajo de los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo);
- d) Se mantenga un inventario de los materiales, equipos y herramientas contaminados que se encuentren en la zona controlada y en zonas radiológicas, indicándose las condiciones radiológicas de éstos, incluyendo los niveles de contaminación fija y removible de los que no estén en uso, y
- e) Los artículos contaminados puedan almacenarse en áreas de almacenamiento temporal sólo por el tiempo requerido para su segregación, medición de la contaminación, acondicionamiento y/o descontaminación según el caso. Las herramientas deben enviarse a un centro de acopio después de haberseles removido la contaminación removible.

5.12 Cuando por razones de cantidad, volumen o diversidad de material, equipo o herramienta contaminados, inherente al tipo de instalación de que se trate, no fuera práctico, posible o cuando las condiciones radiológicas no permitan el control indicado en 5.10 d), se deben establecer controles que garanticen que éstos no saldrán inadvertidamente de la instalación, que sus niveles de contaminación están debidamente señalizados y que se tiene control sobre su ubicación dentro de la instalación.

5.13 Debe usarse equipo de protección respiratoria en las siguientes situaciones:

- a) Cuando se realicen trabajos en zonas con contaminación suspendida en aire;
- b) Cuando se realicen trabajos que impliquen la apertura de sistemas o componentes contaminados;
- c) Cuando los niveles de contaminación removible sean mayores a 100 veces los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo), o
- d) Cuando por las condiciones de trabajo los niveles de contaminación puedan incrementarse por arriba de los que definen una zona con contaminación suspendida en aire.

5.14 Cuando por cuestiones de optimización del equivalente de dosis efectivo, se demuestre que el uso de equipo de protección respiratoria implica un mayor equivalente de dosis efectivo, previamente a la realización del trabajo sin el uso de este equipo, debe generarse la correspondiente evidencia documental, cuyo contenido debe incluir lo siguiente:

- a) Una descripción del escenario bajo el cual se desarrollará el trabajo, resaltando todos los elementos claves importantes para justificar la no utilización de equipo de protección respiratoria;
- b) Las condiciones radiológicas previstas antes y durante el desarrollo del trabajo, incluyendo la justificación de las suposiciones consideradas;

- c) El factor de ineficiencia asociado al uso del equipo de protección respiratoria. Se deberá usar un factor de ineficiencia de 15%. Cuando se pretendan utilizar factores mayores, éstos deben justificarse con base en la experiencia o en ejercicios con maquetas;
- d) La memoria de cálculo de la estimación del equivalente de dosis efectivo con equipo de protección respiratoria y sin el mismo. Ejemplos para esta estimación se muestran en el Apéndice C (Informativo), y
- e) Las previsiones para el monitoreo continuo o muestreo y análisis oportuno de los niveles de contaminación suspendida en aire presente durante el desarrollo del trabajo y los niveles a los cuales se debe suspender el trabajo como consecuencia de un incremento con respecto a los considerados en la justificación.

Cuando existan condiciones ajenas a las radiológicas, que impliquen el uso de equipos de protección respiratoria, deberá observarse lo requerido en la normativa correspondiente.

5.15 Se debe evaluar periódicamente la efectividad del control de la contaminación en la instalación mediante el análisis del comportamiento de los siguientes indicadores: número de personas con contaminación en piel y en ropa, número de heridos contaminados, número de contaminaciones faciales, número de zonas con contaminación y alta contaminación, área de las zonas contaminadas, área de las zonas con alta contaminación y número de derrames.

5.16 Sólo se permitirá el reuso de aquella ropa de protección lavada que presente niveles de contaminación fija menores o iguales a:

- a) 16.7×10^{-1} Bq/cm² para emisión beta-gamma;
- b) 16.7×10^{-2} Bq /cm² para transuránicos y otros emisores alfa, y
- c) 16.7×10^{-1} Bq/cm² de emisión alfa del uranio.

5.17 En caso de que se pretenda usar un doble conjunto de ropa Anti-C, en donde el conjunto de ropa exterior no cumpla con los niveles de contaminación indicados en 5.16, se debe obtener de la Comisión la autorización correspondiente.

5.18 Los equipos de protección previamente descontaminados que entren en contacto con el rostro del personal que los utilizará, así como cualquier otro aditamento que se utilice en las mismas circunstancias, no deben exceder los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo) para contaminación total.

6. Determinación de la contaminación radiactiva

La determinación de la contaminación radiactiva debe hacerse conforme a los siguientes métodos:

6.1 Para determinar la contaminación removible, se debe cumplir con lo siguiente:

- a) Frotar con papel filtro seco, papel o tela absorbente o con un material absorbente adecuado sobre un área de 100 cm². En el caso de que el contaminante solamente sea tritio no se debe utilizar papel filtro seco;
- b) Utilizar un equipo calibrado, apropiado al tipo de radiación que se medirá;
- c) En caso de objetos cuya área superficial sea menor a 100 cm², el nivel de contaminación por unidad de área se debe basar en el área total y en consecuencia debe frotarse la superficie completa, y
- d) Para los fines de la presente Norma se considera que la cantidad de material radiactivo removida por el papel filtro seco o papel absorbente es el 20% de la presente en la superficie explorada.

6.2 Para determinar la contaminación fija más la removible directamente sobre la superficie se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) Para emisores alfa se debe colocar el detector a no más de 0.5 cm de distancia de la superficie y desplazarlo lentamente, de tal forma que permita la respuesta adecuada del mismo (debe tenerse en cuenta que cualquier material con un espesor másico aproximado de 5 mg/cm² absorbe completamente las partículas alfa de 5 MeV);
- b) Para emisores beta-gamma, el detector debe colocarse a una distancia no mayor a 5 cm de la superficie a examinar y desplazarse lentamente, de tal forma que permita la respuesta adecuada del mismo (debe tenerse en cuenta que algunos detectores beta-gamma tienen un blindaje móvil que cuando está "cerrado" evita que la radiación beta llegue al detector), y
- c) Los instrumentos utilizados en la medición deben ser adecuados para el tipo de radiación, tener una respuesta en energía que cubra el intervalo de interés, estar calibrados, y haberse verificado previamente su funcionamiento.

6.3 Para determinar la contaminación radiactiva debida a emisores beta de baja energía, deben utilizarse detectores Geiger, proporcionales de flujo de gas o de centelleo líquido con ventana delgada (Aprox. 2 mg/cm²). Para contaminación debida al tritio, no debe utilizarse el detector Geiger.

6.4 Para la exploración de contaminación personal debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La alarma de los instrumentos de medición debe ajustarse de tal forma que permita advertir cuando se rebasen los límites establecidos en la presente Norma;
- b) Realizar la exploración de las manos antes de tomar el detector;
- c) El detector no debe colocarse a más de 1.5 cm de la superficie que se está explorando para el caso de contaminación beta y gamma; para el caso de contaminación alfa éste debe colocarse a no más de 1 cm de la superficie;
- d) El detector debe moverse lentamente sobre la superficie de tal forma que permita la respuesta adecuada del mismo;
- e) Si durante la exploración se incrementa la lectura, debe hacerse una pausa de entre 5 y 10 segundos y explorar nuevamente la superficie, dando el tiempo suficiente para que responda el instrumento;
- f) Si la razón de conteo se incrementa por encima de los límites establecidos, de tal forma que se active la alarma del instrumento, se debe notificar de inmediato al personal de protección radiológica, y
- g) La exploración debe realizarse en el siguiente orden:
 1. Cabeza (haciendo pausa en boca y nariz por aproximadamente 5 segundos);
 2. Nuca y hombros;
 3. Brazos (haciendo pausa en cada codo por aproximadamente 5 segundos);
 4. Pecho y abdomen;
 5. Espalda y cadera;
 6. Piernas (haciendo pausa en cada rodilla por aproximadamente 5 segundos);
 7. Tobillos;
 8. Suelas de los zapatos (haciendo pausa en cada una por aproximadamente 5 segundos), y
 9. Dosímetro personal y suplementario.

APENDICE A (NORMATIVO)

LIMITES DE CONTAMINACION SUPERFICIAL

RADIONUCLIDOS	CONTAMINACION REMOVIBLE (Bq/cm ²)	CONTAMINACION TOTAL (FIJA + REMOVIBLE) (Bq/cm ²)
U-natural, U-235, U-238 y sus productos de decaimiento asociados	16.7×10^{-2}	83×10^{-2}
Transuránicos, Ra-226, Ra-228, Th-230, Th-228, Pa-231, Ac-227, I-125 y I-129	33×10^{-4}	83×10^{-3}
Th-natural, Th-232, Sr-90, Ra-223, Ra-224, U-232, I-126, I-131 y I-133	33×10^{-3}	16.7×10^{-2}
Emisores beta-gamma, excepto los indicados en otros renglones de esta tabla	16.7×10^{-2}	83×10^{-2}
Tritio y compuestos tritiados	16.7×10^{-1}	No aplica

NOTA 1: Los niveles pueden ser promediados sobre un metro cuadrado siempre y cuando la actividad superficial máxima en cualquier área de 100 cm², sea menor a tres veces los límites para contaminación total.

APENDICE B (NORMATIVO)

CRITERIOS PARA LA SELECCION DE ROPA ANTI-C¹

TRABAJO/ ACTIVIDAD	NIVELES DE CONTAMINACION REMOVIBLE		
	BAJA ² De 1 a 10 veces los valores del Apéndice A	MODERADA De más de 10 a 100 veces los valores del Apéndice A	ALTA Mayor a 100 veces los valores del Apéndice A
Trabajo ligero ⁵	Conjunto completo de ropa Anti-C ³	Conjunto completo de ropa Anti-C	Doble conjunto de ropa Anti-C

Trabajo pesado ⁶	Conjunto completo de ropa Anti-C (en caso necesario, utilizar guantes de uso rudo)	Doble conjunto de ropa Anti-C ⁴ (en caso necesario, utilizar guantes de uso rudo)	Doble conjunto de ropa Anti-C (en caso necesario, utilizar guantes de uso rudo)
Trabajo con líquidos presurizados, apertura de sistemas cerrados o en ambientes húmedos	Conjunto completo de ropa Anti-C impermeable	Doble conjunto de ropa Anti-C (el conjunto exterior debe ser impermeable), botas de hule	Doble conjunto de ropa Anti-C (el conjunto exterior debe ser impermeable), botas de hule

Nota 1: Utilizar equipo de protección respiratoria en cualquiera de las situaciones establecidas en el numeral 5.13.

Nota 2: Para recorridos de observación o inspecciones en zonas con contaminación removible a niveles de 1 a 10 veces los valores del Apéndice A, pueden usarse batas de laboratorio, cubrezapatos y guantes en lugar del conjunto completo de ropa Anti-C, cuando el permisionario lo considere necesario.

Nota 3: Un conjunto completo de ropa Anti-C consiste de: cubretodo, guantes de algodón, guantes de hule, cubrezapatos de hule, botines, cubrepelo y capucha de tela.

Nota 4: Un doble conjunto de ropa Anti-C consiste de: un par de cubretodo, guantes de algodón, dos pares de guantes de hule, un par de cubrezapatos de hule, botines, cubrepelo y capucha de tela.

Nota 5: Trabajo ligero. Actividad de poca duración (menor que una hora) que no requiere un esfuerzo físico demandante.

Nota 6: Trabajo pesado. Actividad de larga duración (mayor ó igual que una hora) que requiere un esfuerzo físico demandante.

APENDICE C (INFORMATIVO)

EJEMPLOS DE ESTIMACIONES DEL EQUIVALENTE DE DOSIS EFECTIVO, CON Y SIN EQUIPO DE PROTECCION RESPIRATORIA

En los siguientes ejemplos el subíndice “w” indica “con equipo de protección respiratoria”. El subíndice “w/o” significa “sin equipo de protección respiratoria”. Además se hace uso de los siguientes acrónimos:

DC Equivalente de Dosis Efectivo Comprometido (Interna)

DE Equivalente de Dosis (Externa)

DT Equivalente de Dosis Efectivo

CDA Concentración Derivada en Aire

FP Factor de Protección

El equivalente de dosis efectivo comprometido utilizando equipo de protección respiratoria se estima de la siguiente forma:

$$DC_w = (DC_{w/o} / FP)$$

$$1 \text{ CDA-h} = 25\mu\text{Sv}(2.5 \text{ mrem})$$

El Factor de ineficiencia es un porcentaje suplementario sobre el tiempo estimado inicialmente, debido al uso de equipo de protección respiratoria.

Ejemplo 1. Alta tasa de dosis externa y alta concentración suspendida en aire

Se estima que la contaminación suspendida en aire promedio en un área de trabajo es de 30 veces la CDA para la mezcla de radionúclidos presentes basado en datos históricos. La razón de equivalente de dosis efectivo en el área de trabajo es de 2mSv/h(200mrem/h) y se ha proyectado que el trabajo dure una hora.

1.1 Evaluación sin equipo de protección respiratoria:

$$DE_{w/o} = 2\text{mSv/h} \cdot 1 \text{ h} = 2\text{mSv}(200\text{mrem})$$

$$DC_{w/o} = 30 \text{ CDA} \cdot 1 \text{ h} \cdot [25\mu\text{Sv} / \text{CDA-h}] = 750\mu\text{Sv}(75\text{mrem})$$

$$DT_{w/o} = 2 + 0.75 = 2.75 \text{mSv} (275 \text{mrem})$$

1.2 Evaluación con equipo de protección respiratoria:

Con equipo de protección respiratoria de mascarilla (FP = 100), usando el factor de ineficiencia de 15%.

$$DE_w = 2 \text{mSv/h} \cdot 1.15 \text{ h} = 2.3 \text{mSv/h} (230 \text{mrem})$$

$$DC_w = [30 \text{ CDA} / 100] \cdot 1.15 \text{ h} \cdot [25 \mu\text{Sv/CDA-h}] \approx 10 \mu\text{Sv} (1 \text{mrem})$$

$$DT_w = 2.3 + 0.01 = 2.31 \text{mSv} (231 \text{mrem})$$

La diferencia 2.75-2.31=0.44mSv (44mrem) indica que se debe usar equipo de protección respiratoria.

Ejemplo 2. Alta tasa de dosis externa y baja concentración suspendida en aire

Se estima que la concentración suspendida en aire promedio en un área de trabajo es de 2 veces la CDA para la mezcla de radionúclidos presentes basado en datos históricos. La razón de equivalente de dosis efectivo en el área de trabajo es de 1.8mSv/h(180mrem/h) y se ha proyectado que el trabajo dure 4 horas.

2.1 Evaluación sin equipo de protección respiratoria:

$$DE_{w/o} = 1.8 \text{mSv/h} \cdot 4 \text{ h} = 7.2 \text{mSv} (720 \text{mrem})$$

$$DC_{w/o} = 2 \text{ CDA} \cdot 4 \text{ h} \cdot [25 \mu\text{Sv} / \text{CDA-h}] = 0.2 \text{mSv} (20 \text{mrem})$$

$$DT_{w/o} = 7.2 + 0.2 = 7.4 \text{mSv} (740 \text{mrem})$$

2.2 Evaluación con equipo de protección respiratoria:

Con equipo de protección respiratoria de mascarilla (FP = 100), usando el factor de ineficiencia de 15%.

$$DE_w = 1.8 \text{mSv/h} \cdot 4.6 \text{ h} = 8.28 \text{mSv} (828 \text{mrem})$$

$$DC_w = 2 \text{ CDA} / 100 \cdot 4.6 \text{ h} \cdot [25 \mu\text{Sv} / \text{CDA-h}] = 2.3 \mu\text{Sv} (0.23 \text{mrem})$$

$$DT_w = 8.28 + 0.0023 = 8.2823 \text{mSv} (828.23 \text{mrem})$$

La diferencia 8.28-7.4 = 0.88mSv (88 mrem) indica que no es necesario usar equipo de protección respiratoria.

Ejemplo 3. Baja tasa de dosis externa y alta concentración suspendida en aire

Se estima que la concentración suspendida en aire promedio en un área de trabajo es de 20 veces la CDA para la mezcla de radionúclidos presentes basado en datos históricos. La razón de equivalente de dosis efectivo en el área de trabajo es de 30μSv/h(3 mrem/h) y se ha proyectado que el trabajo dure 2 horas.

3.1 Evaluación sin equipo de protección respiratoria:

$$DE_{w/o} = 30 \mu\text{Sv/h} \cdot 2 \text{ h} = 60 \mu\text{Sv} (6 \text{mrem})$$

$$DC_{w/o} = 20 \text{ CDA} \cdot 2 \text{ h} \cdot [25 \mu\text{Sv} / \text{CDA-h}] = 1 \text{mSv} (100 \text{mrem})$$

$$DT_{w/o} = 0.06 + 1 = 1.06 \text{mSv} (106 \text{mrem})$$

3.2 Evaluación con equipo de protección respiratoria:

Con equipo de protección respiratoria de mascarilla (FP = 100), usando un factor de ineficiencia de 15%.

$$DE_w = 30 \mu\text{Sv/h} \cdot 2.3 \text{ h} = 0.069 \text{mSv} (6.9 \text{mrem})$$

$$DC_w = (20 \text{ CDA} / 100) \cdot 2.3 \text{ h} \cdot [25 \mu\text{Sv} / \text{CDA-h}] = 12 \mu\text{Sv} (1.2 \text{mrem})$$

$$DT_w = 0.069 + 0.012 = 0.081 \text{mSv} (8.1 \text{mrem})$$

La diferencia 1.06-0.081 = 0.979mSv (97.9 mrem) indica que se debe usar equipo de protección respiratoria.

Ejemplo 4. Baja tasa de dosis externa y baja concentración suspendida en aire

Se estima que la concentración suspendida en aire promedio en un área de trabajo es de 2 veces la CDA para la mezcla de radionúclidos presentes basado en datos históricos. La razón de equivalente de dosis efectivo en el área de trabajo es de $100\mu\text{Sv/h}$ (10 mrem/h) y se ha proyectado que el trabajo dure 2 horas.

4.1 Evaluación sin equipo de protección respiratoria:

$$DE_{w/o} = 100\mu\text{Sv/h} \cdot 2\text{ h} = 200\mu\text{Sv}(20\text{mrem})$$

$$DC_{w/o} = 2\text{ CDAC} \cdot 2\text{ h} \cdot [25\mu\text{Sv} / \text{CDA-h}] = 100\mu\text{Sv}(10\text{mrem})$$

$$DT_{w/o} = 200 + 100 = 300\mu\text{Sv}(30\text{mrem})$$

4.2 Evaluación con equipo de protección respiratoria:

Con equipo de protección respiratoria de mascarilla (FP = 100), usando un factor de ineficiencia de 15%.

$$DE_w = 100\mu\text{Sv/h} \cdot 2.3\text{ h} = 230\mu\text{Sv}(23\text{mrem})$$

$$DC_w = (2\text{ CDA} / 100) \cdot 2.3\text{ h} \cdot [25\mu\text{Sv} / \text{CDA-h}] \approx 1.2\mu\text{Sv}(0.12\text{mrem})$$

$$DT_w = 230 + 1.2 = 231.2\mu\text{Sv}(23.12\text{ mrem})$$

La diferencia $300-231.2 = 68.8\mu\text{Sv}$ (6.88 mrem) indica que se debe usar equipo de protección respiratoria.

7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional ni mexicana, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

8. Bibliografía

8.1 México. Leyes, etc. 1988. Reglamento General de Seguridad Radiológica. Publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de noviembre de 1988.

8.2 Organismo Internacional de Energía Atómica. 1970. Monitoring of Radioactive Contamination on Surfaces. Vienna, OIEA. 33p. (OIEA. Technical Reports Series No. 120).

8.3 Organismo Internacional de Energía Atómica. 1973. Safe Handling of Radionuclides. Vienna, OIEA. 91p. (OIEA. Safety Series No. 1).

8.4 Organismo Internacional de Energía Atómica. 1979. Manual on Decontamination of Surfaces. Vienna, OIEA. 44p. (OIEA. Safety Series No. 48).

8.5 DOE-STD-1098-1999. Radiological Control. July 1999. U.S. Department of Energy. Washington, D.C. 20585.

8.6 United States of America. Code of Federal Regulations. Title 10 part 835. Occupational Radiation Protection. Subpart E - Monitoring in the work place. Appendix D to part 835 - Surface radioactivity values.

8.7 Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 27 de noviembre de 2002.

8.8 Nuclear Regulatory Comision, NUREG/CR-0041 Rev. 1. Manual of Respiratory Protection Against Airborne radioactive Material. 2000.

9. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad se realizará por parte de la Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y por las personas acreditadas y aprobadas en los términos

de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, y los procedimientos se establecerán con base en el artículo 73 de la citada ley.

10. Observancia

Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, y corresponde a la Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, la vigilancia de su cumplimiento.

11. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los sesenta días naturales de ser publicada como Norma Oficial Mexicana en el **Diario Oficial de la Federación**, cancelando al inicio de su vigencia, a la NOM-008-NUCL-1994, Límites de contaminación superficial con material radiactivo.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, Distrito Federal, a quince de diciembre de dos mil tres.- El Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Juan Eibenschutz Hartman**.- Rúbrica.