

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

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-NUCL-1994, CLASIFICACION DE LOS DESECHOS RADIATIVOS.

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; 1o., 38 fracción II, 40 fracción I, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o., 4o., 18 fracción III, 50 fracciones I, II, III y XI, y 51 de la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en Materia Nuclear; 1o., 2o., 3o., 4o., 6o., 204, 205, 206, 207 y 208 del Reglamento General de Seguridad Radiológica; 23, 24 y 25 fracción III del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

#### CONSIDERANDO

Que el Plan Nacional de Desarrollo plantea diversas estrategias prioritarias entre las que destacan: dar gran impulso al desarrollo de la metrología, las normas y los estándares; consolidar e integrar la normatividad en materia de protección ambiental, y estimular la actualización y difusión de tecnologías limpias.

Que la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en Materia Nuclear, establece que el Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Energía, regulará la seguridad nuclear, la seguridad radiológica, la seguridad física y las salvaguardias, así como vigilar su cumplimiento.

Que las reformas a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 28 de diciembre de 1994, delimitaron las facultades de la nueva Secretaría de Energía, a cuyo cargo corre la facultad de expedir las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad nuclear y salvaguardias, incluyendo lo relativo al uso, producción, explotación, aprovechamiento, transportación, importación y exportación de materiales radiactivos.

Que una correcta clasificación de los desechos radiactivos que se producen en la industria nuclear es necesaria para el desarrollo apropiado de las actividades de tratamiento y almacenamiento de los mismos; expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-NUCL-1994, CLASIFICACION DE LOS DESECHOS RADIATIVOS.

Para estos efectos, esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Sufragio Efectivo, No Reelección.

México, D.F., a 27 de noviembre de 1995.- El Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Miguel Medina Vaillard**.- Rúbrica.

#### PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes instituciones y organismos:

SECRETARIA DE ENERGIA

Dirección General de Recursos Energéticos y Radiactivos

Dirección General de Asuntos Jurídicos

SECRETARIA DE SALUD

Dirección General de Salud Ambiental, Ocupacional y Saneamiento Básico

Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios

Dirección General de Insumos para la Salud

SECRETARIA DE GOBERNACION  
Dirección General de Protección Civil  
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS  
SOCIEDAD NUCLEAR MEXICANA, A.C.  
SOCIEDAD MEXICANA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA, A.C.

## INDICE

0. INTRODUCCION
  1. OBJETIVO
  2. CAMPO DE APLICACION
  3. REFERENCIAS
  4. DEFINICIONES
  5. CLASIFICACION DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS
  6. CRITERIOS PARA LA CLASIFICACION DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS
  7. CONCORDANCIA
    - APENDICE A (NORMATIVO)
    - APENDICE B (INFORMATIVO)
    - APENDICE C (INFORMATIVO)
  8. BIBLIOGRAFIA
  9. OBSERVANCIA
- 0. Introducción**

La clasificación de los desechos radiactivos es necesaria para establecer criterios y requisitos, con el fin de efectuar de manera segura las operaciones de manejo, tratamiento, acondicionamiento, transporte y almacenamiento temporal y definitivo de los mismos. Esta clasificación se fundamenta en la concentración, la actividad, la vida media y el origen de los radionúclidos existentes en los desechos.

La clasificación debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Las concentraciones de los radionúclidos de vida media larga (y sus precursores de vida media corta) de los que pueda persistir un peligro potencial después de que el control institucional, forma del desecho y métodos de almacenamiento definitivo dejan de ser efectivos.
- b) La concentración de los radionúclidos de vida media corta, para los que los requerimientos como control institucional, forma del desecho y métodos de almacenamiento son efectivos.
- c) El origen y los constituyentes químicos, biológicos y radiactivos que representan un riesgo radiológico para la población y el ambiente, y aquellos que son considerados como peligrosos.

### 1. Objetivo

Establecer los criterios para la clasificación de los desechos radiactivos que se producen por la industria nuclear, que comprende lo establecido en el artículo 11 de la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en Materia Nuclear.

### 2. Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a los desechos radiactivos generados por la industria nuclear, que comprende lo establecido en el artículo 11 de la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en Materia Nuclear.

### **3. Referencias**

Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-1993, Sistema General de Unidades de Medida.

### **4. Definiciones**

Para los efectos de esta Norma se entiende por:

#### **4.1 Almacenamiento definitivo**

Aislar de manera permanente los desechos radiactivos del ambiente accesible al hombre, teniendo en cuenta las cadenas alimenticias.

#### **4.2 Almacenamiento temporal**

Es el almacenamiento de los desechos radiactivos en una instalación controlada, que brinda protección al personal, la población y al ambiente, y de la que serán posteriormente recuperados.

#### **4.3 Concentración de actividad**

Es la actividad contenida por unidad de volumen  $\text{Bq/m}^3$  ( $\text{Ci/m}^3$ ).

#### **4.4 Combustible nuclear**

Es el material constituido por uranio natural, uranio enriquecido o uranio empobrecido, hasta el grado que fije la Secretaría de Energía, o el material nuclear fisiónable especial, que se emplea en cualquier reactor nuclear.

#### **4.5 Desecho radiactivo**

Cualquier material del que no se tenga previsto uso alguno, y que contenga o esté contaminado con radionúclidos a concentraciones o niveles de radiactividad mayores a los señalados por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

#### **4.6 Material radiactivo**

Cualquier material que contiene uno o varios radionúclidos que emiten espontáneamente partículas o radiación electromagnética, o que se fisiónan espontáneamente.

#### **4.7 Radionúclidos de vida media corta**

Son aquellos cuya vida media es menor o igual a 30 años, incluyendo al Cesio-137.

#### **4.8 Radionúclidos de vida media larga**

Son aquellos cuya vida media es mayor a 30 años, excepto el Cesio-137.

### **5. Clasificación de los desechos radiactivos**

**5.1** Los desechos radiactivos se clasifican de acuerdo con la concentración, la actividad y la vida media de los radionúclidos presentes en éstos y su origen, como:

- a) Desechos radiactivos de Nivel Bajo: Clase A, Clase B y Clase C.
- b) Desechos radiactivos de Nivel Intermedio.
- c) Desechos radiactivos de Nivel Alto.
- d) Desechos mixtos.
- e) Jales de uranio y torio.

### **6. Criterios para la clasificación de los desechos radiactivos**

#### **6.1 Desechos radiactivos de Nivel Bajo Clase A**

Se clasifican como desechos radiactivos de Nivel Bajo Clase A, aquellos que cumplan con alguno de los siguientes criterios, teniendo en consideración que los radionúclidos que no estén contenidos en las tablas 1 y 2 no se deben considerar al aplicarlos:

**6.1.1** Es un desecho radiactivo con radionúclidos de la Tabla 1, pero no de la Tabla 2, donde la suma de las fracciones acorde al apéndice A es menor de 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos el 10% del valor establecido en la Tabla 1, para cada uno de ellos.

**6.1.2** Es un desecho radiactivo con radionúclidos de la Tabla 2, pero no de la Tabla 1, donde la suma de las fracciones acorde al apéndice A es menor de 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores establecidos en la columna 1 de la Tabla 2, para cada uno de ellos.

**6.1.3** Es un desecho radiactivo que contiene radionúclidos de la Tabla 1 y de la Tabla 2, donde la concentración individual para los radionúclidos contenidos en la Tabla 1 es menor al 10% del valor correspondiente para cada uno de ellos y la suma de las fracciones, acorde al apéndice A, es menor de 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores establecidos en la columna 1 de la Tabla 2.

**6.1.4** El desecho radiactivo no contiene radionúclidos de las tablas 1 y 2.

## **6.2** Desechos radiactivos de Nivel Bajo Clase B

Se clasifican como desechos radiactivos de Nivel Bajo Clase B, aquellos que cumplan con alguno de los siguientes criterios, teniendo en consideración que los radionúclidos no contenidos en las tablas 1 y 2 no se deben considerar al aplicarlos:

**6.2.1** Es un desecho radiactivo que contiene radionúclidos de la Tabla 2, pero no de la Tabla 1, donde la suma de las fracciones acorde al apéndice A es menor de 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores establecidos en la columna 2 de la Tabla 2, y mayor o igual que 1.0 cuando se toman como límite de concentración los valores establecidos en la columna 1 de la misma tabla.

**6.2.2** Es un desecho radiactivo que contiene radionúclidos de la Tabla 1 y de la Tabla 2, donde la concentración individual de los radionúclidos de la Tabla 1 es menor al 10% del valor correspondiente para cada uno de ellos y la suma de las fracciones para los radionúclidos contenidos en la Tabla 2, acorde al apéndice A, es menor de 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores establecidos en la columna 2 de la Tabla 2 y mayor o igual que 1.0 cuando se toman como límites de concentración los valores establecidos en la columna 1 de la misma tabla.

## **6.3** Desechos radiactivos de Nivel Bajo Clase C

Se clasifican como desechos radiactivos de Nivel Bajo Clase C, aquellos que cumplan con alguno de los siguientes criterios, teniendo en cuenta que los radionúclidos no contenidos en las tablas 1 y 2 no se deben considerar durante su aplicación:

**6.3.1** Es un desecho radiactivo con radionúclidos de la Tabla 1, pero no de la Tabla 2, donde la suma de las fracciones, acorde al apéndice A, es mayor o igual que 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos el 10% del valor correspondiente de la Tabla 1, y menor de 1.0 cuando se toman como límite los valores correspondientes de la misma Tabla.

**6.3.2** Es un desecho radiactivo con radionúclidos de la Tabla 2, pero no de la Tabla 1, donde la suma de las fracciones, acorde al apéndice A, es menor de 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores de la columna 3 de la Tabla 2 y no se cumple el criterio (6.2.1).

**6.3.3** Es un desecho radiactivo que contiene radionúclidos de la Tabla 1 y de la Tabla 2, donde la concentración de al menos un radionúclido de la Tabla 1 es mayor o igual al 10% del valor correspondiente, sin exceder el mismo, y la suma de las fracciones de los radionúclidos de la Tabla 2, acorde al apéndice A, es menor de 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores de la columna 3 de la Tabla 2.

**6.3.4** Es un desecho con radionúclidos de la Tabla 1 y de la Tabla 2, donde la concentración para cualquier radionúclido de la Tabla 1 es menor al 10% del valor correspondiente y la suma de las fracciones para los radionúclidos contenidos en la Tabla 2, acorde al apéndice A, es menor de 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores establecidos en la columna 3 de la Tabla 2, y mayor o igual que 1.0 cuando se toman como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores establecidos en la columna 2 de la misma tabla.

## **6.4** Desechos radiactivos de Nivel Intermedio

Se clasifican como desechos radiactivos de Nivel Intermedio, aquellos que cumplan con alguno de los siguientes criterios, teniendo en cuenta que los radionúclidos no contenidos en las tablas 1 y 2 no se deben considerar durante su aplicación:

**6.4.1** Es un desecho radiactivo con radionúclidos de la Tabla 1, pero no de la Tabla 2, donde la suma de las fracciones, acorde al apéndice A, es mayor o igual a 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores de la Tabla 1.

**6.4.2** Es un desecho radiactivo con radionúclidos de la Tabla 2, pero no de la Tabla 1, donde la suma de las fracciones, acorde al apéndice A, es mayor o igual que 1.0, tomando como límite de concentración individual para los radionúclidos los valores de la columna 3 de la Tabla 2.

**6.4.3** Es un desecho radiactivo que contiene radionúclidos de la Tabla 1 y de la Tabla 2, donde la concentración para todos los radionúclidos de la Tabla 1 es menor al 10% del valor correspondiente, y la suma de las fracciones para los radionúclidos contenidos en la Tabla 2, acorde al apéndice A, es mayor o igual que 1.0, tomando como límite de concentración individual de los radionúclidos los valores de la columna 3 de la Tabla 2.

**6.4.4** Es un desecho radiactivo que contiene radionúclidos de la Tabla 1 y de la Tabla 2, donde la concentración para cualquier radionúclido de la Tabla 1 es menor al valor correspondiente, pero mayor o igual al 10% del mismo, y la concentración de al menos un radionúclido contenido en la Tabla 2 es mayor o igual que los valores correspondientes de la columna 3, Tabla 2.

**6.4.5** Es un desecho radiactivo con radionúclidos de la Tabla 1 y de la Tabla 2, donde la concentración individual de al menos uno de los radionúclidos de la Tabla 1 es mayor o igual al límite correspondiente.

#### **6.5 Desechos radiactivos de Nivel Alto**

Se clasificarán como desechos radiactivos de Nivel Alto, a todos aquellos que cumplan con alguno de los siguientes criterios:

**6.5.1** El combustible nuclear irradiado en un reactor, cuando se declare como desecho radiactivo.

**6.5.2** Desechos radiactivos líquidos o sólidos, resultantes del primer ciclo del proceso de extracción por solventes o de algún otro proceso, y los desechos concentrados en subsecuentes ciclos de extracción o de algún otro proceso, en una instalación para el reprocesamiento del combustible nuclear irradiado en un reactor nuclear, y los desechos sólidos resultantes de la solidificación de los desechos líquidos antes mencionados.

**6.5.3** Algún otro desecho con niveles de radiactividad comparables a los que contienen los indicados en los puntos (6.5.1) y (6.5.2).

#### **6.6 Desechos mixtos**

Aquellos que reúnen las características establecidas en el punto 4.5 de esta Norma, y que contienen residuos peligrosos conforme a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.

#### **6.7 Jales de uranio y torio**

Los desechos radiactivos resultantes del procesamiento de la mena, en una planta de beneficio donde se extrae el uranio o el torio contenida en ésta.

### **7. Concordancia**

No es posible establecer concordancia con normas internacionales, por no existir referencia al momento de elaborar la presente.

#### **Tabla 1**

Concentraciones de referencia para la clasificación de desechos radiactivos que contengan radionúclidos de vida media larga.

RADIONUCLIDOS	CONCENTRACION	
	$10^{10} \text{ Bq/m}^3$	$\text{Ci/m}^3$
$^{14}\text{C}$	29.6	8.0
$^{14}\text{C}$ en metal activado	296.0	80.0
$^{59}\text{Ni}$ en metal activado	814.0	220.0
$^{94}\text{Nb}$ en metal activado	0.74	0.2
$^{99}\text{Tc}$	11.1	3.0
$^{129}\text{I}$	0.296	0.08
Radionúclidos emisores alfa con una vida media mayor de 5 años, excepto el uranio	3.7	100.0
$^{241}\text{Pu}$	129.5	3500.0
$^{242}\text{Cm}$	740.0	20000.0

**Tabla 2**

Concentraciones de referencia para la clasificación de desechos radiactivos que contengan radionúclidos de vida media corta.

RADIONUCLIDO	CONCENTRACION		
	COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3
Todos los radionúclidos con vida media menor de 5 años	2590.0 (700.0)		
$^3\text{H}$	148.0 (40.0)		
$^{60}\text{Co}$	2590.0 (700.0)		.95
$^{63}\text{Ni}$	259.0 (3.5)	2590.0 (70.0)	(700.0)
$^{63}\text{Ni}$ en metal activado	129.5 (35.0)	2590.0 (700.0)	25900.0 (7000.0)
$^{90}\text{Sr}$	0.148 (0.04)	555.0 (150.0)	25900.0 (7000.0)
$^{137}\text{Cs}$	3.7 (1.0)	162.8 (44.0)	17020.0 (4600.0)

**APENDICE A (normativo)**

**SUMATORIA DE LAS FRACCIONES DE UNA MEZCLA DE RADIONUCLIDOS CONTENIDOS EN EL DESECHO RADIACTIVO**

**A.1** Para el cálculo de la sumatoria de las fracciones de radionúclidos en el desecho, se aplica la siguiente relación:

Donde:

$S_F$ : Suma de las fracciones para las concentraciones de actividad.

$C_i$ : Concentración en  $Bq/m^3$  ( $Ci/m^3$ ),  $Bq/g$  ( $Ci/g$ ) del  $i$ -ésimo radionúclido contenido en el desecho.

$C_{L,i}$ : Límite de concentración de actividad en  $Bq/m^3$  ( $Ci/m^3$ ),  $Bq/g$  ( $Ci/g$ ) para el  $i$ -ésimo radionúclido.

$\Sigma$ : Sumatoria

#### APENDICE B (informativo)

##### B.1 Ejemplo para la clasificación de los desechos radiactivos:

Si se considera que en una determinada instalación se producen desechos contaminados con material radiactivo cuyas concentraciones máximas por radionúclido se muestran a continuación:

Contenido del desecho

Radionúclido	Concentración
$^{14}C$	$2.8 \times 10^{10} Bq/m^3$
$^{129}I$	$3.6 \times 10^7 Bq/m^3$
$^{63}Ni$	$2.5 \times 10^4 Bq/m^3$
$^{137}Cs$	$1.2 \times 10^{13} Bq/m^3$

¿En qué nivel se clasifica este desecho?

Se trata de una mezcla que contiene radionúclidos de la Tabla 1 y de la Tabla 2.

Las concentraciones aplicables, extraídas de las Tablas 1 y 2, se muestran en la siguiente Tabla B.1:

Tabla B.1

Radionúclido	Tabla 1 ( $Bq/m^3$ )	Tabla 2 ( $Bq/m^3$ )		
$^{14}C$	$29.6 \times 10^{10}$	Columna 1	Columna 2	Columna 3
$^{129}I$	$0.296 \times 10^{10}$	$12.95 \times 10^{10}$	$259.0 \times 10^{10}$	$2590 \times 10^{10}$
$^{63}Ni$		$3.700 \times 10^{10}$	$162.8 \times 10^{10}$	$17020 \times 10^{10}$
$^{137}Cs$				

a) Se aplica el criterio 6.1.3

i) Para los radionúclidos de la Tabla 1

$^{14}C$   $2.8 \times 10^{10}$  menor que  $2.96 \times 10^{10}$

$^{129}I$   $3.6 \times 10^7$  menor que  $2.96 \times 10^8$

ii) Para los radionúclidos de la Tabla 2

$(SF)_{tab2} = 2.5 \times 10^4 / 12.95 \times 10^{10} + 1.2 \times 10^{13} / 3.7 \times 10^{10} = 324$  mayor que 1

No se cumple el criterio, por tanto no es desecho radiactivo de Nivel Bajo Clase A

b) Aplicando el criterio 6.2.2:

i) Para los radionúclidos de la Tabla 1

$^{14}C$   $2.8 \times 10^{10}$  menor que  $2.96 \times 10^{10}$

$^{129}I$   $3.6 \times 10^7$  menor que  $2.96 \times 10^8$

ii) Para los radionúclidos de la Tabla 2

$(SF)_{tab2} = 2.5 \times 10^4 / 259 \times 10^{10} + 1.2 \times 10^{13} / 162.8 \times 10^{10} = 7.37$  mayor que 1

No se cumple el criterio, por tanto no es desecho radiactivo de Nivel Bajo Clase B

c) Aplicando el criterio 6.3.3:

i) Para los radionúclidos de la Tabla 1

$^{14}\text{C}$        $2.8 \times 10^{10}$  menor que  $2.96 \times 10^{10}$

$^{129}\text{I}$        $3.6 \times 10^7$  menor que  $2.96 \times 10^8$

ii)      Para los radionúclidos de la Tabla 2

$$(\text{SF})_{\text{tab2}} = 2.5 \times 10^4 / 2590 \times 10^{10} + 1.2 \times 10^{13} / 17020 \times 10^{10} = 0.07 \text{ menor que } 1$$

Se cumple este criterio, por tanto es desecho radiactivo de Nivel Bajo Clase C.

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

## 8. Bibliografía

**8.1 ENVIRONMENTAL QUALITY Board** Low-Level Radioactive Waste Management and Disposal; Part II. 1989. Pennsylvania Bulletin (E.U.A.) 19 (43) 1989.

**8.2 ESTADOS UNIDOS DE AMERICA. LEYES, ETC.** 1993. Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Waste. In: 10 CFR Part 61. pp. 128-154.

**8.3 MEXICO. LEYES, ETC.** 1985. Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear. Publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 4 de febrero de 1985.

**8.4 MEXICO. LEYES, ETC.** 1988. Reglamento General de Seguridad Radiológica. Publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de noviembre de 1988.

**8.5 ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA.** 1994. Classification of Radioactive Waste: a Safety Guide. Vienna, OIEA. 39p. (OIEA. Safety Series No. 111-G-1.1).

## 9. 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.