Secretaría de Energía

NORMA Oficial Mexicana NOM-021-NUCL-1996, Requerimientos para las pruebas de lixiviación para especímenes de desechos radiactivos solidificados.

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

Norma Oficial Mexicana NOM-021-NUCL-1996, Requerimientos para las pruebas de lixiviación para espécimenes de desechos radiactivos solidificados.

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 fracción I, 46 fracción II y 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o., 4o., 18 fracciones III, IV, VII y VIII, 19, 27, 32 y 50 fracciones III, XI, XII y XIII de la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 1o., 2o., 3o., 4o. y 202 del Reglamento General de Seguridad Radiológica, 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 vigilará el cumplimiento de tales regulaciones.

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 con el fin de implantar adecuadamente las medidas de protección radiológica, es necesario establecer los requisitos mínimos para realizar las pruebas de lixiviación a los bultos que contengan desechos radiactivos, expide la siguiente:

Norma Oficial Mexicana NOM-021-NUCL-1996, Requerimientos para las pruebas de lixiviación para espécimenes de desechos radiactivos solidificados

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 2 de junio de 1997.- 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
- Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios
- Dirección General de Control de Insumos para la Salud

SECRETARIA DE GOBERNACION

- Dirección General de Protección Civil

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA

Instituto Nacional de Ecología

- Dirección General de Residuos, Materiales y Riesgo

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

- Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

- Dirección General de Normas

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

- Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS

SOCIEDAD MEXICANA DE MEDICINA NUCLEAR

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. REQUERIMIENTOS
6. REPORTE DE LA PRUEBA
7. CONCORDANCIA
8. BIBLIOGRAFIA
9. OBSERVANCIA

0. Introducción

La cuantificación de las características de lixiviación de los bultos de desechos radiactivos solidificados, requiere de una metodología práctica y estandarizada que permita evaluar la capacidad de los bultos para no rebasar los límites de liberación de los radionúclidos, cuando el agua entra en contacto con éstos.

Para lo anterior es necesario establecer los índices de lixiviación de los radionúclidos liberados de bultos de desechos radiactivos solidificados, bajo condiciones controladas y ante un lixiviante definido, lo cual es el motivo del desarrollo de la presente Norma.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requerimientos bajo los cuales se debe efectuar la prueba de lixiviación por agua en especímenes de desechos radiactivos solidificados de nivel bajo.

2. Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana aplica a bultos de tamaño natural y especímenes pequeños, de desechos radiactivos de nivel bajo, solidificados y homogéneos.

3. Referencias

Para una mejor comprensión de la presente Norma, deben consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes:

3.1 NOM-004-NUCL-1994, Clasificación de los desechos radiactivos.

3.2 NOM-019-NUCL-1995, Requerimientos para los bultos de desechos radiactivos de nivel bajo para su almacenamiento definitivo cerca de la superficie.

3.3 NOM-008-SCFI-1993, Sistema general de unidades de medida.

4. Definiciones

Para los efectos de esta Norma se entiende por:

4.1 Lixiviación

Es la extracción por disolución de un material soluble ocluido en un sólido por un solvente líquido, mecanismo basado en la transferencia de masa.

4.2 Lote

Es la cantidad de desecho radiactivo solidificado bajo un proceso bien definido, perfectamente segregado y que posee características físicas, químicas y radiológicas bien conocidas.

4.3 Taladrado de corazón

La extracción de muestras (en forma cilíndrica), de un sólido mediante un sistema de corte en seco o utilizando agentes lubricantes.

5. Requerimientos

5.1 Antes de la prueba de lixiviación se deben cumplir los siguientes requerimientos:

5.1.1 El agua para la lixiviación debe ser desmineralizada, con una conductividad máxima de 150 μS/m, contenido total de carbono orgánico de 3ppm y pH igual a 7.5±0.5.

La lixiviación del espécimen debe de efectuarse en condiciones fijas, a presión atmosférica, a una temperatura de 25ºC ± 1ºC, y para un tiempo determinado.

5.1.2 Del recipiente de prueba.

5.1.2.1 El material de construcción del recipiente de prueba:

a) No debe reaccionar químicamente con el agua.

b) Debe ser resistente a la irradiación recibida durante la prueba.

c) Debe absorber el menor número posible de iones inactivos, activos, partículas presentes en el agua, o extraídas del espécimen.

Pueden emplearse materiales como politetrafluoroetileno, polimetilpenteno y polipropileno que cumplan con las características anteriores.

5.1.2.2 Las dimensiones del recipiente de prueba deben cumplir con la siguiente relación:

$$0.1\text{m} < \frac{Q_1}{S} < 0.2\text{m}$$

donde, Q_1 es el volumen inicial del agua en m^3, y S es la superficie geométrica expuesta del espécimen en m^2.

5.1.2.3 En todos los casos, las dimensiones del recipiente de prueba deben ser tales, que los especímenes pequeños sean circundados por al menos 1 cm de agua en

todas sus superficies, esta distancia se incrementará a 10 cm para especímenes de tamaño natural.

5.1.2.4 El soporte de descanso para los especímenes, debe ser tal que la superficie de contacto entre el espécimen y el soporte sea tan pequeña como sea posible y no reaccionen químicamente.

5.1.3 De la obtención de los especímenes.

5.1.3.1 Especímenes pequeños.

Deben ser de forma cilíndrica recta con diámetros entre 50 y 200 mm (la dimensión de 80 mm ± 5 mm es la recomendable para los diámetros y la altura).

Estos pueden ser obtenidos:

a) Por preparación en el laboratorio.

b) Tomados antes del endurecimiento del material solidificante, de las líneas de producción o planta piloto.

c) Mediante un taladrado de corazón del material solidificante ya endurecido.

5.1.3.2 Especímenes de tamaño natural.

Estos especímenes pueden ser obtenidos mediante:

a) Preparación en el laboratorio con las proporciones de los diferentes componentes y bajo las condiciones representativas del proceso de manufacturación, o

b) Tomados de los lotes de bultos, originados en las líneas de producción o planta piloto. La prueba debe ejecutarse sobre el desecho solidificado, removido de su contenedor.

5.1.4 De la preparación de los especímenes.

5.1.4.1 Especímenes de cemento y concreto.

a) Moldeado.

Se deben registrar en el reporte de la prueba las condiciones de moldeado y almacenamiento (tiempo, temperatura y humedad).

b) Taladrado de corazón.

Cuando el espécimen se obtiene de un bulto de tamaño natural, la muestra se debe tomar después del endurecimiento, preferiblemente, por un taladrado de corazón en seco. Este procedimiento también es aplicable a especímenes con solidificantes compuestos.

5.1.4.2 Especímenes de polímero.

a) Moldeado.

Los especímenes pequeños deben prepararse en moldes después de mezclar el material solidificante y el desecho radiactivo en el laboratorio, o de muestras tomadas de las líneas de producción, después de lo cual deben ser curados bajo las mismas condiciones de tiempo y temperatura de polimerización que los bultos de tamaño natural.

b) Taladrado de corazón.

Cuando se aplica un lubricante, tal como el agua, para facilitar la extracción de la muestra, debe verificarse y minimizarse en lo posible algún efecto eventual del lubricante sobre la muestra o el corazón del bulto.

5.1.4.3 Especímenes de bitumen.

a) Moldeado.

Para prevenir que el material solidificado se adhiera a las paredes del molde, éste debe ser previamente cabeceado o internamente forrado con papel encerado.

b) Taladrado de corazón.

Las muestras deben ser tomadas de la misma forma que las muestras de polímero y de cemento.

5.1.4.4 Especímenes cerámicos.

Deben ser de una sola pieza, cúbicos o cilíndricos.

5.1.5 De la determinación de la Actividad Inicial (Ao).

La actividad inicial debe determinarse para cada radionúclido o familia de radionúclidos por alícuota representativa del espécimen, por métodos de análisis y medición adecuados a la naturaleza y nivel de intensidad de la radiación emitida.

Se debe tener especial cuidado de que la exactitud de las mediciones de la actividad inicial, sea por lo menos equivalente a la obtenida en las mediciones de la actividad extraída por lixiviación.

5.2 Durante la prueba de lixiviación se deben observar los requerimientos siguientes:

5.2.1 El recipiente se debe cubrir para evitar la pérdida de más del 10% del volumen total del agua por evaporación; la temperatura y el volumen del agua deben ser monitoreados y controlados constantemente.

5.2.2 Del número de especímenes evaluados.

a) Especímenes pequeños.

Las pruebas de resistencia a la lixiviación deben realizarse como mínimo sobre tres especímenes, los cuales deben tomarse por lo menos de dos lotes manufacturados, durante un año.

b) Especímenes de tamaño natural.

Las pruebas de resistencia a la lixiviación deben ser realizadas sobre dos especímenes, tomados de diferentes lotes manufacturados, durante un año.

5.2.3 De la renovación del líquido de lixiviación.

Al inicio de la prueba de lixiviación y de cada uno de los ciclos subsecuentes, el espécimen debe sumergirse en el recipiente de prueba, conteniendo el líquido lixiviante con las características especificadas en el punto 5.1.1.

5.2.3.1 Al final de cada ciclo, cuya duración se establece en el punto 5.2.4, el espécimen debe retirarse del recipiente y transferirse inmediatamente hacia otro idéntico para el siguiente ciclo.

5.2.3.2 El agua debe recolectarse para recuperar el material en suspensión.

5.2.3.3 Un lavado a chorro o método similar de descontaminación se debe realizar para remover cualquier material depositado o absorbido sobre las paredes del recipiente. Una verificación de la contaminación radiactiva sobre las superficies, es un medio adecuado para verificar la efectividad de esta remoción.

5.2.4 De la duración de los ciclos de lixiviación.

Cada ciclo debe iniciarse con el cambio del agua, dichos cambios deben observar el orden siguiente:

a) Al inicio de la prueba, durante la primera semana se tienen tres ciclos, al primero, tercero y séptimo día.

b) Después, los ciclos son cada tres días para la segunda semana y de una vez para la tercera, cuarta, quinta y sexta semanas. Posteriormente el ciclo se realiza una vez cada mes, durante los siguientes diez meses.

c) Los ciclos mensuales pueden reducirse, una vez que se demuestre la experiencia obtenida en la comprensión de los mecanismos de lixiviación.

5.3 Una vez efectuada la prueba de lixiviación, se debe realizar lo siguiente:

5.3.1 Análisis.

a) Los diferentes radionúclidos contenidos en el desecho, generalmente se lixivian a diferentes velocidades, por lo cual se debe efectuar la medición de los radionúclidos presentes en el espécimen, líquidos y suspensiones recuperadas después de cada ciclo.

b) En todos los casos, se debe realizar un análisis químico general de las substancias insolubles y solubles y los depósitos sobre las paredes del recipiente de prueba.

c) Se deben realizar sobre las soluciones recuperadas los análisis necesarios para determinar su pH, formación de sales y especies iónicas.

5.3.2 Cálculos y resultados.

Las propiedades que deben ser estudiadas en forma particular son:

a) La fracción de actividad lixiviada (FL).

b) La fracción anual de actividad lixiviada (FAL).

c) La velocidad promedio de lixiviación en un estado permanente o semipermanente.

5.3.2.1 Fracción de actividad lixiviada o índice de lixiviación.

La fracción de actividad lixiviada se debe calcular al final de cada ciclo "i" (secuencial).

a) La fracción de actividad lixiviada, para cada radionúclido, es dada después del tiempo de lixiviación Δt_i, por la siguiente formula:

$$FL = a_i/Ai$$

donde: a_i, es la actividad (en becquerels) liberada durante el nivel de operación "i".

Ai, es la actividad inicial del espécimen calculada para el tiempo $t_o+\Delta t_i$, t_o (en segundos) representa el tiempo de inicio de la prueba de lixiviación.

b) Si la vida media del radionúclido involucrado es mayor de 10 años, A_i debe considerarse igual a A_o, siendo A_o la actividad del espécimen en el tiempo t_o.

5.3.2.2 Fracción anual de actividad lixiviada.

La fracción anual de actividad lixiviada se expresa por la siguiente aproximación:

$$FAL = \sum (a_i / Ai)$$

que es la suma de las fracciones liberadas durante un año de lixiviación en un estado permanente o semipermanente.

a) La fase inicial de lixiviación cuya duración generalmente no excede los 90 días, no debe considerase en la determinación de la fracción anual de actividad lixiviada, ya que la fracción de actividad liberada durante esta fase inicial, es menor que la fracción anual de actividad lixiviada calculada de la velocidad de lixiviación límite.

b) En el caso donde la fracción anual de actividad lixiviada se obtiene de un espécimen de tamaño diferente al inicial, se debe introducir un factor de corrección, asumiendo una velocidad de lixiviación igual para el espécimen actual y el inicial; por lo que, la fracción anual de actividad lixiviada se expresa:

$$FAL = \left[\sum (a_i / Ai)\right] \times (V_1 / S_1) \times (S / V)$$

donde: V_1, es el volumen inicial del espécimen, en m^3.

S_1, es el área inicial de la superficie del espécimen, expuesta al líquido, en m^2.

S, es el área del actual espécimen solidificado, en m^2.

V, es el volumen del actual espécimen solidificado, en m^3.

5.3.2.3 Velocidad media de lixiviación en régimen casi permanente.

La velocidad media de lixiviación se debe calcular después de una fase inicial de lixiviación. Esta se expresa para cada radionúclido, por la siguiente fórmula:

$$R_o = \left[\sum a_i / A_i\right] \times V / S \times 1/\sum \Delta t_i$$

donde: Ro, es la velocidad media de lixiviación de un espécimen de tamaño natural.

$\sum a_i/A_i$, es la fracción anual de actividad lixiviada (FAL), con la eventual corrección por el efecto de escala.

V, es el volumen inicial del material solidificado, en m^3.

S, es el área geométrica inicial del espécimen expuesta al líquido, en m^2.

$\sum \Delta t_i$, es la duración total de la prueba de lixiviación, en segundos.

5.3.2.4 Exactitud de las mediciones.

El número de mediciones, el volumen de la muestra de agua tomada del recipiente de prueba y el tiempo de conteo, deben establecerse de tal forma que se obtenga el mismo error relativo en cada determinación.

5.3.2.5 Interpretación de resultados.

a) El valor tomado para la prueba debe ser la media aritmética de los resultados obtenidos con los diferentes especímenes.

b) En caso de que un resultado exceda en un 50% o más el valor de la velocidad promedio de lixiviación, debe realizarse una prueba adicional para determinar el valor a considerar para la prueba o para determinar que el resultado no es representativo.

6. Reporte de la prueba

El reporte de laboratorio de la prueba de lixiviación debe incluir:

a) La identificación precisa del espécimen y/o bulto al que pertenece.

b) Método de preparación u obtención del espécimen.

c) Métodos de medición utilizados.

d) Para cada radionúclido analizado, los resultados deben presentarse en forma de tablas y gráficas, las cuales pueden ser complementadas con unidades de uso general, colocadas entre corchetes.

e) Fecha de la última calibración de los dispositivos y equipos de medición y prueba.

f) Nombre de la(s) persona(s) que realizaron la prueba.

g) Nombre y firma del responsable de la prueba.

h) Fecha de la prueba.

7. Concordancia

No es posible establecer concordancia con normas internacionales, por no existir referencia en el momento de preparar la presente.

8. Bibliografía

8.1 Francia. Ministere de L'industrie, des P. & T et du Tourisme. Service Central de Surete des Installations Nucleaires. 1986. Basic Safety Rules, Rule No. 111.2.e. Part III: Production. Inspection and Processing of Efluents and Waste. Chapter 2: Solid Waste SIN París No. 3948/86.

8.2 ISO 6961, Long-term leach testing of solidified radioactive waste forms. 1982.

9. Observancia

La presente 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.