

Control del Proceso de Solidificación de Residuos Radiactivos de Media y Baja Actividad

MADRID. JULIO DE 1991

Indice

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Objetivo
- 1.2 Ambito de aplicaclón

2. FINALIDAD DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL PROCESO (PCP)

3. CRITERIOS BÁSICOS DEL PCP

4. CONTENIDO DEL PCP

- 4.1 Descripción del proceso de solidificación
- 4.2 Descripción del sistema
- 4.3 Programa de verificación de muestras (PVM)
- 4 4 Regrstros

DEFINICIONES

Apéndice I.- Formato de verificación de muestras

Apéndice II.- Resultados de las comprobaciones y pruebas realizadas sobre la muestra solidificada

Apéndice III Cálculo de las condiciones de solidificación a escala real

Prólogo

En la legislación nuclear española el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes exige específicamente a los titulares de las actividades que puedan dar lugar a residuos radiactivos de cuantía significativa, estar equipados con los necesarios sistemas de tratamiento y almacenamiento de los mismos.

Estos sistemas están sometidos al proceso de autorizaciones reglamentario a lo largo del mismo y durante el funcionamiento de las Instalaciones especialmente, se requiere del productor de residuos la elaboración y aplicación de los correspondientes procedimientos de control de los sistemas de tratamiento para garantizar de manera razonable su funcionamiento dentro de los límites y condiciones establecidos en la autorización y la obtención de productos finales que cumplan con los requisitos de calidad exigibles.

La presente guía de seguridad del CSN recomienda qué criterios básicos debe contemplar el control del proceso de solidificación de residuos estableciendo además una serie de pautas y contenidos básicos que orienten en la elaboración del Programa de Control del Proceso (PCP).

El PCP como procedimiento técnico-administrativo asociado a la gestión del titular de la Instalación se considera de utilidad para el proceso general de caracterización de residuos, fundamentalmente en las etapas del mismo encaminadas al conocimiento del propio residuo y a la consecución de garantías acerca de la aceptabilidad del proceso de tratamiento empleado.

Madrid, julio de 1991

1. Introducción

1.1 Objetivo

Esta guía recomienda los aspectos generales que deben estar contemplados en un Programa de Control del Proceso de Solidificación de Residuos Radiactivos de Baja y Media Actividad (PCP), así como los requisitos básicos y específicos que han de considerarse en su elaboración y aplicación.

1.2 Ámbito de aplicación

El contenido de la presente guía es aplicable a cualquier Instalación nuclear o radiactiva en la que exista un sistema de solidificación de residuos radiactivos de baja y media actividad

2. Finalidad del Programa de Control del Proceso (PCP)

El PCP tiene por objetivo garantizar mediante su aplicación que, de forma previa a la solidificación de los residuos a escala real, se ha llevado a cabo la caracterización de los mismos y se han establecido los parámetros fundamentales de operación del sistema, contribuyendo a asegurar de manera razonable, que los productos solidificados obtenidos se sitúan en rangos e intervalos aceptables respecto a determinadas propiedades y requisitos de calidad

El PCP se considera parte integrante del proceso general de caracterización de los residuos radiactivos, como un procedimiento técnico-administrativo asociado al control de calidad del proceso general e implantado en la gestión del titular de la Instalación.

El PCP deberá ser elaborado por el titular de la instalación y remitido al CSN como parte de la documentación asociada al licenciamiento y funcionamiento de la Instalación de acondicionamiento de residuos

3. Criterios básicos del PCP

Para alcanzar el objetivo del PCP se recomienda que en la elaboración del mismo se sigan los criterios que se exponen a continuación:

Criterio 1.

Identificación y delimitación de los parámetros que gobiernan el proceso de solidificación, en espe-

cial. aquellos mediante los que se relaciona la operación del sistema con la calidad del producto final obtenido. en lo que se refiere a su comportamiento y estabilidad a largo plazo

En este sentido se recomienda que sean considerados. entre otros los siguientes aspectos

- Caracterización de la corriente de residuos desde el punto de vista físico-químico y radiológico (principales constituyentes grado de segregación de otros residuos. etc)
- Pretratamiento a que será sometida la corriente de residuos en función de la caracterización cualitativa y cuantitativa realizada (modificación del pH. introducción de agentes aditivos. precipitación. etc)
- Dosificación del agente aglomerante y otros aditivos.
- Condiciones de mezclado del residuo y el agente aglomerante
- Condiciones de solidificación. ventilación humedad. temperatura. control de las condiciones de curado. etc

Criterio 2.

Asegurar la operación del sistema dentro de los parámetros de proceso establecidos

Una vez seleccionados los parámetros del proceso adecuados. se debe asegurar que el sistema operará dentro de las condiciones y valores establecidos Esto lleva consigo la necesidad de que el sistema disponga de la Instrumentación y capacidad de control necesarios. así como de los procedimientos de calibración de equipos e Instrumentos de medida

4. Contenido del PCP

Para garantizar que se obtienen productos solidificados con las propiedades requeridas es necesario seguir una serie de pautas operativas que lo aseguren de forma razonable. Las acciones. secuencias de operación procedimientos de verificación de muestras y criterios de aceptación encaminados a dicho objetivo. constituyen el contenido básico del PCP

Dicho programa debe ser aplicado por el personal encargado de la operación de la planta cada vez que se vaya a proceder a la solidificación de cualquier corriente de residuos

Se recomienda que en la elaboración del PCP se desarrollen los siguientes apartados.

4.1 Descripción del proceso de solidificación

Este apartado debe incluir la descripción de la reacción residuo-agente aglomerante para cada corriente de residuos que se vaya a tratar Deberá considerarse todos los posibles agentes químicos presentes en el residuo que pudiesen alterar la calidad del producto final (sulfatos ácido bórico agentes quelantes. aceites ácidos orgánicos etc) Se incluirán también los rangos considerados como permisibles para cada uno de los diversos compuestos químicos. en la composición de las distintas corrientes de residuos. Además se describirán de forma detallada las acciones de pretratamiento requeridas en cada caso para evitar los efectos negativos de dichos compuestos en la calidad del producto final

Se incluirán también. especificaciones de temperatura pH. humedad. as como cualquier otra clase de parametros que pudieran afectar la calidad del producto final.

4.2 Descripción del sistema

Este apartado incluirá una descripción resumida del sistema principal y de los diferentes subsistemas que lo componen o apoyan. Por ejemplo

- Alimentación y dosificación de residuos radiactivos
- Alimentación y dosificación de agente aglomerante y aditivos
- Mezclado.
- Aporte de agua de alimentación
- Adición de agentes químicos
- Eliminación de agua
- Toma de muestras.
- Manejo llenado y cierre de bidones
- Control visual. etc

Asimismo se hará mención a las interrelaciones entre los diferentes subsistemas mencionados

Se hará especial hincapié en la Instrumentación y control del sistema que pueda repercutir mas directamente en la calidad del producto final Se Indicarán además. en su caso las funciones del panel de control principal de la Instalación de acondicionamiento

4.3 Programa de verificación de muestras (PVM)

El PVM servirá para determinar el pretratamiento exacto requerido en cada tanda de residuos o grupo de tandas de características físicas químicas y radio-

lógicas equivalentes. así como los aditivos necesarios y la relación agente aglomerante/residuo. para conseguir un producto solidificado óptimo. permitiendo además la identificación de problemas potenciales antes de llevar a cabo la solidificación a escala real. Se recomienda incluir los siguientes aspectos

a) Precauciones radiológicas

Se señalarán las precauciones y medidas de protección radiológica aplicables al conjunto del programa de verificación. Se tendrán en cuenta las posibles limitaciones debidas a consideraciones ALARA.

b) Requisitos aplicables

En este apartado se identificarán e incluirán entre otros aquellos aspectos relacionados con la obtención de una muestra representativa de la tanda de residuos.

Recirculación mínima u otras condiciones de agitación que se requieran en el tanque de almacenamiento de residuos para una adecuada homogeneización.

- Operaciones que puedan afectar a la adecuada homogeneización de la muestra (p.ej. introducción adicional de residuo para dar de la recirculación etc.) y acciones que se emprenderán, si esto ocurre.
- Toma de muestra correspondiente a cada tanda de residuos antes de proceder a su pretratamiento y posterior solidificación.
- Representatividad de la muestra. Una forma de garantizarla es la verificación de los mismos parámetros mediante análisis químico en varias muestras consecutivas.

Se incluirá además información acerca del equipo mínimo necesario para realizar las actividades de verificación incluidas en el PVM.

c) Criterios de aceptación de la muestra solidificada

En este apartado se incluirán los criterios en los que estará basada la confirmación de que el producto solidificado obtenido es considerado aceptable. En la descripción de cada prueba o ensayo se incorporarán además las referencias a los criterios anteriormente mencionados. Por ejemplo,

- Criterios cualitativos dirigidos a confirmar la homogeneidad de la mezcla residuo/agente aglomerante/aditivo.
- Criterios cualitativos que confirmen que la reacción se lleva a cabo correctamente a

lo largo del tiempo de observación que se determine.

- Criterios para la aceptación de los resultados de las pruebas de dureza, resistencia a la penetración y otras pruebas de evaluación de propiedades mecánicas.
- Criterios para la aceptación de los resultados de cualquier otra prueba realizada en la muestra solidificada.

d) Proceso de verificación de las muestras.

El proceso de verificación de las muestras incluirá la referencia a los procedimientos que deberán ser usados específicamente, tanto para la ejecución de las pruebas, como para la verificación de las muestras de cada tanda o grupo de tandas equivalentes de residuos que vayan a ser solidificadas en la planta (concentrados, lodos, resinas de intercambio iónico agotadas, etc.).

Para dejar constancia de los resultados, se recomienda la utilización de formatos como los que a continuación se indican:

- Formato similar al que se facilita en el Apéndice de esta guía para registrar la naturaleza y cantidades de los materiales utilizados en la verificación de muestras satisfactoria.
- Formatos similares al que se facilita en el Apéndice II de esta guía para registrar los resultados de las comprobaciones cualitativas y/o cuantitativas que confirmen la obtención de un buen producto final, mediante las distintas pruebas que se realicen sobre la muestra solidificada (A título de ejemplo, el formato que se presenta recoge el registro correspondiente a comprobaciones realizadas en relación con condiciones de solidificación de la muestra).
- Formato que registre, al menos, la información que se facilita en el Apéndice III de esta guía para reflejar los cálculos correspondientes a la planificación de la solidificación a escala real, a partir de los resultados obtenidos en la aplicación del PVM.

En consecuencia, para cada tanda o grupo de tandas equivalentes de residuos se deberán incluir:

- i) La referencia a los formatos anteriormente mencionados, en los que deberá estar contenida la información conocida y que se vaya obteniendo a lo largo de las pruebas.

- ii) Las referencias de los procedimientos aprobados de toma de muestras que utilizará el operador.
- iii) El volumen de muestra que será utilizado y análisis y medidas que se realizarán (pH, componentes químicos destacables, bórico, sulfatos, etc.)
- iv) Las precauciones o medidas especiales que se tendrán en cuenta, como por ejemplo en el caso de necesitar mantener el residuo a temperatura superior a la ambiente
- v) Secuencia de operación (ajuste de pH y registro del mismo, registro de cantidades de aditivos, pretratamiento de agentes químicos, si se requiere, adición del agente aglomerante y vigilancia de parámetros de mezclado hasta homogeneidad y obtención del producto final).
- vi) Registro, durante el proceso de endurecimiento, de las comprobaciones, visuales y de otro tipo que se realicen en distintos intervalos de tiempo prefijados (por ej. presencia de líquido libre en superficie, reabsorciones posteriores, resistencia a la penetración, etc.) (Formato del Apéndice II).
- vii) Problemas que pueden presentarse en la verificación de las muestras y acciones correctoras que deberán emprenderse en cada caso. Por ejemplo:
 - Presencia de excesivo líquido libre en la superficie de la muestra solidificada transcurridas las primeras horas de endurecimiento, expresando las causas Posibles y las acciones correctoras.
- viii) En el caso de que existiera un archivo-almacén de las muestras, indicar en este apartado las condiciones de mantenimiento del mismo

4.4 Registros

En este apartado se Indicarán los formatos conteniendo la información del PVM, que deberán ser archivados convenientemente, así como referencia de la documentación que se estime procedente.

Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos contenidos en la presente guía, se corresponden con los contenidos en los siguientes documentos legales

- Ley 2511964 de 29 de abril, sobre Energía Nuclear (B.O.E. n- 107. del 4-5-64 artículo segundo)
- Ley 1511980. de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear (B O E nº 100 del 25-4-80)
- Decreto 286911972 del Ministerio de Industria de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (B.O.E. n- 255. del 24-10-72).
- Real Decreto 251911982. de 12 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (B.O.E. nº 241. del 8-10-82) y Real Decreto 175311987. de 25 de noviembre, por el que se modifica parcialmente el mismo (B O E nº 13 del 15-I-88).

Además, en la guía se utilizan otros términos que dentro del contexto de la misma, se entienden como sigue:

Aglomerante: Sustancia con propiedades adhesivas capaz de aglutinar los residuos sin posibilidad de disgregación, formando con ellos una mezcla fluida que fragua y endurece posteriormente.

Alara: Acrónimo de la expresión inglesa 'As Low As Reasonably Achievable' (valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse), concepto que significa que el diseño y uso de fuentes radiactivas, y las prácticas correspondientes, deben ser tales que se tenga la seguridad de que las exposiciones a la radiación se reducen al valor más bajo que sea razonablemente conseguible, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales.

Caracterización: En el marco de los residuos radiactivos consiste en el estudio y determinación de las propiedades de los mismos, cuyo conocimiento es necesario para la evaluación de las condiciones de seguridad de su almacenamiento temporal y definitivo.

Corriente de residuos: Cada uno de los distintos tipos de residuos (resinas, concentrados, lodos, etc.) producidos como consecuencia de la operación de una instalación y que pueden ser solidificados en una o en sucesivas tandas

Curado: Proceso por el cual se impide perder la humedad que necesita una masa de hormigón o una mezcla aglomerante en su etapa inicial de fraguado y endurecimiento

Dureza: Resistencia a la deformación en superficie o a la abrasión de un cuerpo sólido. Se mide por la resistencia a la penetración de un elemento patrón que se presiona contra la superficie de forma normalizada.

Fraguado: Proceso de transformación de una mezcla fluida aglomerante en sustancia sólida consistente que endurecerá posteriormente.

Gestión de residuos radiactivos: Conjunto de actividades administrativas y operacionales que lleva consigo el manejo, Tratamiento, acondicionamiento, transporte y almacenamiento de los residuos radiactivos.

Homogeneidad: Apariencia de que los distintos componentes de una mezcla se encuentran íntimamente mezclados o igualmente distribuidos.

Matriz: Material no radiactivo usado para Inmovilizar residuos radiactivos en una estructura monolítica. Ejemplos de matrices son cemento, bitumen, polímeros etc.

Pretratamiento: Cualquier acción llevada a cabo antes del tratamiento, acondicionamiento, transporte y almacenamiento del residuo. Las técnicas de pretratamiento pueden incluir recolección y segregación de residuos, reducción de tamaño, ajuste químico.

Quelante: Reactivo que en presencia de un ión metálico forma un quelato (compuesto de coordinación en el que un átomo central, generalmente metal, está unido mediante enlaces covalentes a dos o más átomos de una o más moléculas o iones).

Residuo radiactivo: Cualquier material de desecho que contenga o este contaminado con radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a las cantidades exentas establecidas por la autoridad competente.

Residuo de baja actividad: Desde el punto de vista operacional es un residuo que debido a su bajo contenido en radionucleidos no requiere blindaje ni en su manejo ni en su transporte en condiciones normales.

Residuo de media actividad: Desde el punto de vista operacional, es un residuo radiactivo que tiene menor contenido de actividad y generación de calor que el de alta actividad pero que requiere blindaje durante su manejo y transporte.

Residuo radiactivo solidificado: Residuo radiactivo originariamente líquido o sólido dispersable que ha sido inmovilizado por incorporación (física o química) en una matriz sólida.

Solidificación: Proceso mediante el cual se mezclan homogéneamente materiales líquidos o húmedos con un aglomerante para formar una matriz sólida.

Tanda de residuos: Volumen de residuos de una misma corriente, cuyas características se consideran homogéneas y tienen los mismos parámetros de acondicionamiento.

APENDICE I
VERIFICACION DE MUESTRAS

FECHA DE VERIFICACION:

TIPO DERESIDUO:

Resinas c l Concentrados ☐ Lodos c l Barros ☐ Otros
(indicarlos)

ORIGEN:

IDENTIFICACION DE LA TANDA:

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:

VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm³):

1 Características iniciales de la muestra		
- pH inicial: - Agentes químicos presentes Concentración Intervalo de concentración permisible		
-Sulfatos	☐	
- Ácido bórico	c l	
-Agentes quelantes	☐	
- Aceite	c l	
Características radiológicas (referencia del análisis isotópico) -Otros (indicarlos)		

2 Pretratamiento de la muestra	
Identificación de aditivos	Cantidad
.....	
.....	
Características finales de la muestra pretratada (incluir los datos del punto 1, en lo que sea aplicable)	

3 Solidificación de la muestra
- Peso agente aglomerante: - Peso aditivos de fraguado (si procede): - Características finales de la muestra solidificada
Peso (g): Volumen (cm ³): Otros (indicarlos):

Realizado por:

Revisado por:

APENDICE II

RESULTADOS DE LAS COMPROBACIONES Y PRUEBAS REALIZADAS
SOBRE LA MUESTRA SOLIDIFICADA

PRUEBA REALIZADA, (Por ejemplo : Comprobación de las condiciones de solidificación).

FECHA DE COMPROBACION:

I D E N T I F I C A C I O N D E L A T A N D A :

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:<.....

CONDICIONES DE LA MEZCLA

• Homogeneidad

Si ☐

No ☐

• Apariencia (color)

.....<.....<.....

EVOLUCION DE LAS CONDICIONES DE LA MUESTRA

(Describir la apariencia de la muestra, resistencia a la penetración y presencia de líquido libre; así como resultado de otras pruebas realizadas, si procede)

• DESPUES DE 1 • 2 HORAS

Apariencia.....

Resistencia a la penetración

SI ☐



Líquido libre

SI ☐

NO ☐

• DESPUES DE 6 HORAS

A p a r i e n c i a

Resistencia a la penetración

SI ☐



Líquido libre

SI ☐

NO ☐

• DESPUES DE 12 HORAS

Apariencia , , ,

Resistencia a la penetración

SI ☐

NO ☐

Líquido libre

SI ☐



• DESPUES DE 24 HORAS

Apariencia

Resistencia a la penetración

SI ☐

NO ☐

Líquido libre

SI ☐

NO ☐

Realizado por:

Revisado por:

APENDICE III

CALCULO DE LAS CONDICIONES DE SOLIDIFICACION A ESCALA REAL

FECHA:
I D E N T I F I C A C I O N D E L A T A N D A :
I D E N T I F I C A C I O N D E L A M U E S T R A D E R E F E R E N C I A :
VOLUMEN DELATANDA:

- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGENTES ADITIVOS NECESARIOS EN LA ETAPA DE PRETRATAMIENTO
- CALCULO DE LA CANTIDAD NECESARIA DE AGENTE AGLOMERANTE Y ADITIVOS DE FRAGUADO (si procede)
- CALCULO DE LA RELACION AGENTE AGLOMERANTE / RESIDUO /ADITIVOS
- OTROS CALCULOS NECESARIOS

Realizado por:
Revisado por: