



Antonio MORALES LEON es Licenciado en Químicas por la Universidad Complutense de Madrid (1972). Ha trabajado en Empresarios Agrupados, INITEC y CN Valdecaballeros, en distintas fases del diseño y construcción de las Centrales de Almaraz, Ascó y Valdecaballeros. Ha sido becario del INI en el Centro Nuclear de Karlsruhe (RFA). Actualmente pertenece al Departamento de Ingeniería de ENRESA. Es miembro de la SNE.

GESTION DE RESIDUOS DE MEDIA Y BAJA ACTIVIDAD:

Proceso de Caracterización y Metodología de Aceptación

A. MORALES

INTRODUCCION

Desde el comienzo de sus actividades, y como área prioritaria, ENRESA ha abordado la gestión de los residuos de media y baja actividad siguiendo una secuencia lógica, cuyos hitos principales, hasta el momento presente, son los siguientes:

- Selección del tipo básico de almacenamiento definitivo previsto.
- Establecimiento de acuerdos de colaboración y transferencia de tecnología con aquellas empresas o instituciones extranjeras con experiencia operativa en almacenamientos del tipo seleccionado.
- Elaboración de un documento básico de propuesta de "Objetivos y Opciones técnicas de Seguridad" que el almacenamiento deberá cumplir.
- Estudio y clasificación de los bultos existentes en los almacenamientos temporales de las Instalaciones generadoras de residuos.
- Elaboración de unos criterios de aceptación a cumplir por los bultos de media y baja actividad, a producir en el futuro.

- Comienzo del Proyecto de la instalación de almacenamiento a fin de solicitar los permisos pertinentes a las Autoridades.

En este artículo se abordan los criterios generales y la metodología seguida para el Estudio de los bultos de residuos radiactivos almacenados actualmente en las Centrales Nucleares, así como los aspectos más significativos de los Criterios de Aceptación de los bultos que se vayan a producir en el futuro.

ESTUDIO DE LOS BULTOS ACTUALMENTE ALMACENADOS EN LAS CCNN

A partir de la documentación preparada por los productores a lo largo del tiempo de generación de los residuos, así como de la información adicional solicitada, se ha realizado una evaluación de los bultos desde el punto de vista de aceptabilidad en las futuras instalaciones de almacenamiento de ENRESA.

T I

Bultos producidos en las CCNN Tipos de Bultos y Propuesta de Actuación

Tipo de Bulto	Propuesta de Aceptación o Acciones Complementarias
Residuos líquidos o semilíquidos homogéneos incorporados a matriz sólida de cemento en bidón de 200 l.	Se aceptan si su tasa de dosis en contacto 5 R/hr y su resistencia mecánica es adecuada.
Resinas tipo grano incorporadas a matriz sólida de cemento en bidón metálico de 200 l.	- Si la actividad total $\beta - \gamma \leq 1$ Curio/t y la individual $\beta - \gamma \leq 0,1$ Curio/t - Se aceptan si la resistencia mecánica es adecuada. - Si la actividad total e individual $\beta - \gamma$ es superior a las indicadas arriba, se deben realizar ensayos de lixiviación y estudiar los resultados.
Sólidos heterogéneos precompactados en bidón metálico de 200 l.	Reacondicionar por supercompactación introduciendo las pastillas en embalaje de capacidad superior.
Bidones de 200 l conteniendo matrices sólidas reacondicionados en bidones de 400 l.	Aceptables si la tasa de dosis en contacto ≤ 200 mR/hr.
Bidones de 200 l conteniendo mezclas que no formen matrices sólidas monolíticas (tierras absorbentes).	Reacondicionar según método a proponer por el productor respectivo.
Residuos varios no compactables (piezas metálicas, escombros, etc.).	ENRESA definirá contenedores normalizados.

T II

Bultos producidos en las CCNN Clasificación por Tipos

* Líquidos o semilíquidos en matriz de cemento: (Bidón de 200 l)	30 %
* Resinas grano en matriz de cemento: (Bidón de 200 l)	8,5 %
* Sólidos heterogéneos precompactados: (Bidón de 200 l)	20 %
* Bultos de 400 l procedentes de reacondicionamiento:	11 %
* Mezclas que no forman matrices sólidas monolíticas: (Bidón de 200 l)	24 %
* Residuos varios no compactables (piezas metálicas, escombros, etc.):	6,5 %

T III

Límite de Actividad $\beta - \gamma$ y α de los Bultos Bloqueados

- Actividad de isótopos emisores $\beta - \gamma$ individualmente MBq/kg (Curios/t) (excepto Tritio)	$\leq 3,7$ (0,1)
- Actividad de Tritio MBq/kg (Curios/t)	$\leq 7,4$ (0,2)
- Actividad total en emisores $\beta - \gamma$ MBq/kg (Curios/t)	≤ 37 (1)
- Actividad total en emisores α MBq/kg (Curios/t)	$\leq 1,85 \cdot 10^{-1}$ (0,005)
- Actividad de Ra^{226} MBq/kg (Curios/t)	$\leq 3,7 \cdot 10^{-2}$ (0,001)
- Actividad de Th^{232} MBq/kg (Curios/t)	$\leq 3,7 \cdot 10^{-2}$ (0,001)

Nota: Cuando la actividad está por encima de estos valores se consideran bultos *caracterizados*.

La evaluación se ha basado en dos premisas fundamentales: los bultos deben estar acondicionados e identificados, es decir, no se aceptarán residuos sin acondicionar, ni bultos que requieran reacondicionamientos antes de su ubicación en el almacenamiento definitivo, ni aquellos en que el residuo, el agente de solidificación o inmovilización o la actividad del bulto no sean conocidos.

De forma resumida se exponen en la tabla I las conclusiones de esta evaluación.

En la tabla II se indica de una forma aproximada el porcentaje existente de cada uno de los bultos mencionados en la tabla anterior, habiéndose evaluado, hasta mediados del año 86, 25.000 bultos procedentes de Centrales Nucleares.

Para comprobar en unos casos y en otros completar algunos de los datos físico-químicos o radiológicos de los bultos, se han seleccionado una serie de ellos considerados representativos que serán sometidos a una serie de ensayos destructivos, en laboratorios extranjeros con experiencia en este campo. En un futuro próximo estos ensayos sobre bultos reales se espera puedan realizarse en laboratorios nacionales.

CRITERIOS DE ACEPTACION DE BULTOS DE PRODUCCION FUTURA

A continuación se explican los dos aspectos más importantes de que constan los criterios de aceptación; por una parte, las propiedades que deben cumplir o simplemente ser medidas en los bultos y, por otra, la metodología a seguir para la aceptación de los bultos.

Propiedades a cumplir por los bultos

Se considera como bulto al conjunto formado por un residuo y un agente de solidificación íntimamente mezclados (si el residuo es líquido) o inmovilizado por él si el residuo es sólido, y todo ello dentro de un embalaje.

La actividad másica de un bulto se mide en becquerelios o curios por unidad de peso, considerando ese peso el correspondiente al residuo y al agente de solidificación o inmovilización; no se incluirá, sin embargo, el peso del material añadido como blindaje del bulto, bien sea cemento o metálico.

Los bultos cuyos valores estén por debajo de los límites de actividad másica que se dan en la tabla III, se denominan homogéneos o heterogéneos (según sea la naturaleza de los residuos) bloqueados, simplídicamente "Bultos Bloqueados".

Para este tipo de bultos se requieren los ensayos necesarios para determi-

nación de sus propiedades relacionadas con su integridad mecánica y la existencia de líquido libre, además, claro está, de los que solicita el TPC (Reglamento de Transporte por Carretera) para su transporte.

Los bultos cuyos valores superen los límites de la tabla III ya mencionados, se considerarán incorporados (en caso de residuos homogéneos) o inmovilizados (en caso de residuos heterogéneos) a matriz sólida caracterizada, simplifícamamente "Bultos Caracterizados".

Los bultos de este tipo requieren ensayos para la determinación de propiedades relacionadas con:

- Integridad mecánica.
- Capacidad de confinamiento de radionucleidos.
- Mantenimiento de las propiedades durante el tiempo de almacenamiento, considerando la dosis integrada, los ciclos de temperatura, etc.
- Requisitos del Reglamento de Transporte por Carretera.

Sobre unas propiedades determinadas (resistencia a la compresión uniaxial, resistencia a la tracción, lixiviación), los criterios de aceptación exigen el cumplimiento de unos ciertos valores numéricos y sobre otras propiedades (comportamiento de la matriz a los ciclos de temperatura, porosidad, permeabilidad al agua, contracción) únicamente se requiere la realización de ensayos sin fijar valores límites.

Los bultos deberán cumplir unos límites máximos de actividad másica tanto en α como en β , γ .

En la tabla IV se dan los límites de la actividad másica α por encima de los cuales los bultos no son aceptables en una instalación de almacenamiento definitivo tipo El Cabril (Superficial con barreras de Ingeniería). No se han determinado los límites superiores para la actividad másica β - γ por bulto hasta que no se realicen los cálculos de capacidad radiológica que el centro admite, dentro del Estudio de Seguridad que formará parte de la documentación para la solicitud del Permiso de Construcción de la Instalación.

En la tabla V se indican, asimismo, las propiedades que para los bultos-tipo tienen que ser determinadas mediante ensayos.

Metodología a seguir para la aceptación de los bultos

Todo tipo de bulto de media y baja actividad, de producción regular, debe llevar asociado, para su aceptación, un denominado Libro de Proceso en el que se describen y recogen las características del residuo, método de evaluación de la actividad, acondicionamiento, ensayos realizados, resultados de los mismos y el programa de Garan-

T IV

Criterios de Aceptación Límite de Actividad β - γ y α

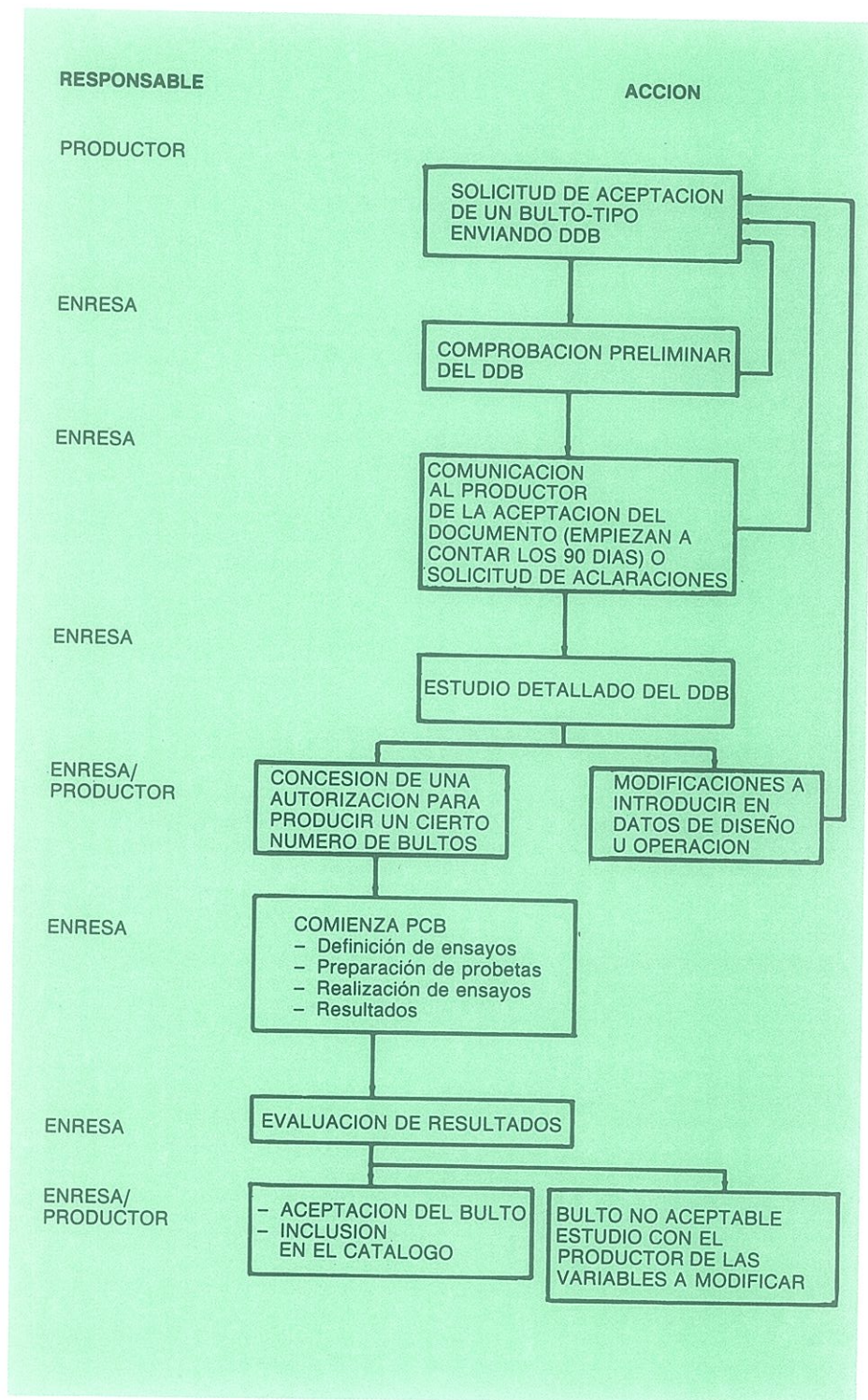
- Actividad de isótopos emisores β - γ individualmente. MBq/kg (Curios/t) (excepto Tritio)	(pendiente)
- Actividad de Tritio MBq/kg (Curios/t)	(pendiente)
- Actividad total en emisores β - γ MBq/kg (Curios/t)	(pendiente)
- Actividad total* en emisores α MBq/kg (Curios/t)	$\leq 3,7$ (0,1)
- Actividad α media por bulto MBq/kg (Curios/t)	$\leq 0,37$ (0,01)

* Excepcionalmente, y de forma puntual, pueden aceptarse bultos con actividad total en emisores α de hasta 18,5 (0,5) MBq/kg (Curios/t).

T V

PROPIEDADES A CONSIDERAR

Tipo de Bulto	Propiedades
Homogéneo bloqueado	- Existencia de líquido libre - Resistencia a la compresión uniaxial de matriz - Resistencia al peso del bulto - Requisito del TPC
Heterogéneo bloqueado	- Resistencia a la compresión uniaxial del agente de inmovilización - Resistencia al peso del bulto - Requisitos del TPC
Homogéneo incorporado a matriz sólida caracterizada	- Resistencia a la compresión uniaxial de la matriz - Resistencia a la tracción de la matriz - Homogeneidad - Porosidad - Permeabilidad al agua - Contracción - Comportamiento frente a ciclos térmicos - Comportamiento frente al fuego (matriz orgánica) - Lixiviación - Resistencia al peso del bulto - Requisitos del TPC
Heterógenos inmovilizados por matriz sólida caracterizada	- Resistencia a la compresión uniaxial del agente de inmovilizado - Resistencia a la tracción del agente de inmovilizado - Difusión de radionucleidos a través del agente de inmovilización - Resistencia al peso del bulto - Requisitos del TPC



FI
PROCESO DE ACEPTACION DE BULTOS-TIPO

tía de Calidad aplicado por el productor a las distintas etapas de la fabricación de un bulto.
Un Libro de Proceso consta de tres partes perfectamente diferenciadas:

- Documento de Descripción del Bulto (DDB).
- Desarrollo del proceso de Caracterización del Bulto (PCB).
- Interpretación de los resultados de

la Caracterización y Firma del Acuerdo de aceptación del Bulto-Tipo (FAB).

A continuación se explican cada una de ellas:

Documento de Descripción del Bulto (DDB)

Se denomina DDB a un documento que el productor de un Bulto-Tipo de media y baja actividad debe enviar a ENRESA como solicitud de aceptación para que le sea retirado por ENRESA para su almacenamiento definitivo.

Es el documento donde se recogen las características físico-químicas y radiológicas del residuo y del bulto resultante, el método de acondicionamiento y el programa de Garantía de Calidad utilizado en las distintas etapas de la producción.

La preparación de dicho documento será responsabilidad del Productor.

Proceso de Caracterización del Bulto (PCB)

Se denomina PCB al conjunto de actividades encaminadas a comprobar los valores de las propiedades mecánicas, físico-químicas y radiológicas del Bulto-Tipo cuya aceptación se solicita, así como su evolución con el tiempo.

El nivel de caracterización (es decir, las propiedades a medir durante el proceso) se define a partir de la actividad másica que tiene la matriz sólida del bulto propuesto.

Es responsabilidad de ENRESA, a partir de los datos que el productor indica en el DDB, coordinar todo el proceso de caracterización.

El PCB, pues, incluye todo lo concerniente a:

- Definición de los laboratorios que realizarán los ensayos.
- Preparación de las probetas (activas e inactivas) y bultos reales.
- Realización de los ensayos.
- Presentación de los resultados obtenidos.

Interpretación de los resultados de la Caracterización y Firma del Acuerdo de Aceptación del Bulto-Tipo (FAB)

Se denomina FAB al conjunto de actividades que, una vez finalizados los ensayos, se realizan con el fin de evaluar los resultados y dictaminar la aceptación definitiva del Bulto-Tipo propuesto o proponer al productor las modificaciones a introducir en los parámetros de diseño u operación del proceso para que el Bulto-Tipo pueda ser aceptado.

La realización de este proceso es responsabilidad de ENRESA.

Todo lo indicado anteriormente se resume en el diagrama de flujo que se presenta en la figura I.