

PRINCIPIOS BÁSICOS DE **SEGURIDAD**

Agustín Alonso
Catedrático Emérito UPM

CONSIDERACIONES SOCIALES DEL DESARROLLO NUCLEAR

- La protección del individuo contra las radiaciones ionizantes
- La seguridad de las instalaciones y de las actividades nucleares
- La gestión de los residuos radiactivos
- El transporte de materiales radiactivos

LAS ÉTAPAS DEL DESARROLLO NUCLEAR Y SU INFLUENCIA

ETAPA	TEMA	PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	SEGURIDAD NUCLEAR	GESTIÓN DE RESIDUOS
EUFORIA (1953-1979)		<ul style="list-style-type: none"> *Bien establecida en otras actividades *Desarrollada para nuevas tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> *Aproximación determinista *Metodología probabilista 	<ul style="list-style-type: none"> *Vertidos ambientales *Pobre consideración
MORATORIA (1980-2000)		<ul style="list-style-type: none"> *Consolidación de los Principios *Introducción del concepto ALARA 	<ul style="list-style-type: none"> *Factores humanos *Cultura de la seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> *Apoyo limitado a la investigación *Rechazos sociales a las soluciones
RENOVACIÓN (>2000)		<ul style="list-style-type: none"> *Medio ambiente *Radiactividad natural 	<ul style="list-style-type: none"> * Nuevos principios *Nuevos requisitos para Generación IV 	<ul style="list-style-type: none"> *Soluciones intermedias *Separación y transmutación

LA PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES

- **Hitos científicos:** El descubrimiento de los rayos x (Roentgen 1896). El descubrimiento de la radiactividad natural (Beckerel 1896)
- **Hitos reglamentarios:** Creación de la Comisión Internacional de Protección radiológica (1925). En España, Publicación de la Orden de la Presidencia del Gobierno de 1959.
- **Situación actual:** Vigencia del Reglamento sobre Protección sanitaria contra los efectos de las radiaciones ionizantes (1999)

LA SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS ACTIVIDADES

- **Hitos científicos:** Pila de Chicago (2 de diciembre de 1942). Creación de la metodología determinista (1957). Creación de la metodología probabilista (1975)
- **Hitos reglamentarios:** Creación del Organismo Internacional de Energía Atómica (1957). Promulgación de la Ley 25/1964 sobre energía nuclear y la Ley 15/1980 sobre creación del Consejo de Seguridad Nuclear
- **Situación actual:** Existencia de un conjunto razonable de reglamentos básicos

GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

- **Hitos relevantes:** Contaminación del Mar de Irlanda y el río Columbia. Vertido de residuos en el Océano Pacífico y en el Atlántico Norte (1980)
- **Hitos reglamentarios:** Creación del Comité sobre Gestión de Residuos Radiactivos de la NEA (1983). Creación de organismos nacionales de gestión, en España ENRESA (1986)
- **Situación actual:** Promulgación de leyes específicas en muchos países. En España no fue posible promulgar una ley sobre residuos radiactivos.

TRANSPORTE DE MATERIALES **RADIATIVOS**

- Desde 1940. Crecimiento del comercio internacional de fuentes de radiación, isótopos radiactivos y sustancias nucleares
- 1961. Promulgación del primer Reglamento del OIEA
- 1996. Última edición del Reglamento

RESUMEN DEL DESARROLLO TEMPORAL

ACTIVIDAD	NACIMIENTO	DESARROLLO NORMATIVO	SITUACIÓN ACTUAL
PROTECCIÓN	1898	1929	MUY DESARROLLA DA
SEGURIDAD	1942	1957	DESARROLLO AVANZADO
GESTIÓN RESIDUOS	1980	1983	DESARROLLO INCOMPLETO

EL RÉGIMEN REGLAMENTARIO DEL OIEA

- **Responsabilidad estatutaria:** Proponer normas sobre la utilización segura de las radiaciones y de la energía nuclear.
- **Niveles normativos:** 1. Nociones fundamentales de seguridad. 2. Requisitos de seguridad. 3. Guías de seguridad.
- **Vigencia:** Recomienda que los Estados, las y otras organizaciones internacionales las utilicen en sus actividades e instalaciones.

NOCIONES FUNDAMENTALES **DE SEGURIDAD**

- **Seguridad Nuclear**, Colección Seguridad No. 110-F, junio de 1993
- **Gestión de los Desechos Radiactivos**, Colección Seguridad No. 111-F, marzo de 1995
- **Protección Radiológica**, Colección Seguridad No. 120, junio de 1995

UNIFICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE SEGURIDAD

- **Inicio proyecto:** 2000
- **Publicación:** Principios fundamentales de seguridad, Colección Seguridad No. N° SF-1, (2007).
- **Participación:** Comunidad Europea de la Energía Atómica (**Euratom**), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (**FAO**), Organización Internacional del Trabajo (**OIT**), Organización Marítima Internacional (**OMI**), Agencia para la Energía Nuclear (**AEN/OCDE**), Organización Panamericana de la Salud (**OPS**), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (**PNUMA**) y la Organización Mundial de la Salud (**OMS**)

ACLARACIONES CONCEPTUALES PROTECCIÓN-SEGURIDAD

- Distinguir entre:
- a) **Protección.** Riesgo de contraer una enfermedad cuando se recibe una dosis de radiación ($R=k_xD$)
- b) **Seguridad.** Riesgo de contraer una enfermedad en caso de accidente en una instalación o actividad ($R=P_xk_xD$)

ACLARACIONES CONCEPTUALES **GESTIÓN DE RESIDUOS**

Instalaciones para la gestión de residuos

Tratamiento

Acondicionamiento

Almacenamiento temporal

Actividades de gestión

Transporte

Clausura

Vertidos

Disposición definitiva: No clasificada

OBJETIVO DE SEGURIDAD

“El objetivo fundamental de la seguridad es proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes”.

MATIZACIONES AL OBJETIVO

- Protegida la persona, ¿Queda protegida la fauna, la flora y los ecosistemas?
- La seguridad es un deber, pero el beneficio es una necesidad
- La gestión de residuos radiactivos no produce beneficios económicos directos, sólo sociales.

ACTIVIDADES PARA GARANTIZAR EL OBJETIVO

- a) **Controlar** la exposición de las personas a las radiaciones y la liberación de material radiactivo al medio ambiente
- b) **Prevenir** escenarios accidentales en las instalaciones nucleares y radiactivas o en cualquier otra fuente de radiación
- c) **Mitigar** las consecuencias de esos sucesos, cuando se produzcan

ETAPAS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE EXPLOTACIÓN

- **Etapa I. *Lugar de origen.***
Tratamiento y acondicionamiento
- **Etapa II. *Almacenamiento.***
Transporte al lugar de almacenamiento temporal o definitivo.
Disposición. Clausura
- **Etapa III. *Vigilancia institucional.***

PRINCIPIOS DE SEGURIDAD

- **Principio 1: Responsabilidad de la seguridad**
- **Principio 2: Función del gobierno**
- **Principio 3: Liderazgo y gestión en pro de la seguridad**
- **Principio 4: Justificación de las instalaciones y actividades**
- **Principio 5: Optimización de la protección**
- **Principio 6: Limitación de los riesgos para las personas**
- **Principio 7: Protección de las generaciones presentes y futuras**
- **Principio 8: Prevención de accidentes**
- **Principio 9: Preparación y respuesta en casos de emergencia**
- **Principio 10: Medidas protectoras para reducir los riesgos asociados a las radiaciones existentes o no reglamentados**

Principio 1: Responsabilidad de la seguridad

“La responsabilidad primordial de la seguridad debe recaer en la persona u organización a cargo de las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados a las radiaciones”.

EL CASO DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

- **Etapa I. *Responsabilidad del Productor.***
Tratamiento y acondicionamiento del residuo
- **Etapa II. *Responsabilidad de Enresa.***
Transporte y disposición de los residuos, cierre y sellado de la instalación
- **Fase II. *Responsabilidad no definida.*** La vigilancia institucional así como la realización de posibles operaciones del futuro

Principio 2: Función del gobierno

“Debe establecerse y mantenerse un marco de seguridad jurídico y gubernamental eficaz, que incluya un órgano regulador independiente”.

FUNCIONES DEL GOBIERNO RESIDUOS RADIOACTIVOS

- **Marco jurídico.** No se ha promulgado una ley específica.
- **Órgano regulador.** La ley 15/1980 crea el organismo regulador.
- **Disposición final.** No se han tomado decisiones

FUNCIONES DEL ÓRGANO REGULADOR

- **Desarrollar y proponer** un conjunto regulador satisfactorio y completo. No lo es en el caso de los residuos.
- **Vigilar el cumplimiento** de las normas.
Control y vigilancia de descargas.
Vigilancia de la salud de la población.
- **Ejercer la coerción** en caso de desviaciones de las normas.

Principio 3: Liderazgo y gestión en pro de la seguridad

Deben establecerse y mantenerse un liderazgo y una gestión que promuevan eficazmente la seguridad en las organizaciones que se ocupan de los riesgos asociados a las radiaciones, y en las instalaciones y actividades que los generan.

PROCEDIMIENTOS PARA LIDERAR Y GESTIONAR LA SEGURIDAD

- Crear una cultura de la seguridad
- Participar en un régimen global de retroinformación sobre la experiencia operacional

LOS TRES PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES

- **Principio de la justificación de una actividad.** Los riesgos de la dosis han de ser superados por los beneficios.
- **Principio de la optimización de la radioprotección.** Las dosis han de ser tan pequeñas como sea posible
- **Principio de la limitación de las dosis.** Las dosis han de ser inferiores a valores establecidos.

Principio 4: Justificación de las instalaciones y actividades

Las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados a las radiaciones deben reportar un beneficio general.

CARACTERÍSTICAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

- La gestión de residuos radiactivos sólo tiene beneficios sociales e individuales
- Los beneficios económicos son los propios de la instalación o de la actividad de donde proceden
- La gestión de residuos debe evitar más daños de los que puede producir a los gestores y a las generaciones futuras

Principio 5: Optimización de la protección

La protección debe optimizarse para proporcionar el nivel de seguridad más alto que sea razonablemente posible alcanzar

EL CONCEPTO DE OPTIMIZACIÓN

Las medidas de seguridad se consideran optimizadas si proporcionan el nivel de seguridad más alto que sea razonablemente posible alcanzar sin limitar indebidamente el uso de la instalación o actividad

LA OPTIMACIÓN EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

- **Fase primera. Productor.** Generar la cantidad mínima posible de residuos homologados
- **Fase segunda. Enresa.** Optimizar el transporte, la disposición y la clausura de la instalación final.
- **Fase tercera. Gobierno.** Establecer un sistema eficaz de vigilancia e intervención.

Principio 6: Limitación de los riesgos para las personas

Las medidas de control de los riesgos asociados a las radiaciones deben garantizar que ninguna persona se vea expuesta a un riesgo de daños inaceptable

LA DEFINICIÓN DE RIESGO INACEPTABLE

- En protección son riesgos tolerables los que resultan de dosis inferiores a las máximas tolerables
- En seguridad los riesgos tolerables no se han definido con precisión. Se admite que los riesgos nucleares sean mil veces inferiores a los de otras actividades comparables

LA LIMITACIÓN EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

- **Fase primera. Productor.** La contribución de los residuos debe ser una fracción muy pequeña del riesgo de la instalación
- **Fase segunda. Enresa.** El riesgo del transporte es el más significativo.
- **Fase tercera. Gobierno.** La vigilancia radiológica institucional está libre de riesgos. Limitar los riesgos de la intervención.

Principio 7: Protección de las generaciones presentes y futuras

Deben protegerse contra los riesgos asociados a las radiaciones las personas y el medio ambiente del presente y del futuro

CAUSAS QUE REQUIEREN LA PROTECCIÓN DE LAS GENERACIONES

- **Vertidos operacionales.** Controlados y vigilados
- **Vertidos accidentales.** Restauración de la habitabilidad de los lugares contaminados. Ejemplo: Chernobyl-4
- **Disposición definitiva.** Prever el comportamiento anormal del repositorio

NIVELES DE PROTECCIÓN DE LAS GENERACIONES FUTURAS

- Las generaciones futuras deben quedar adecuadamente protegidas **sin que tengan que adoptar ninguna medida de protección importante**
- Las generaciones que producen los desechos deben encontrar y aplicar soluciones seguras, viables y ambientalmente aceptables de modo que **no se imponga una carga indebida a las generaciones futuras**

FASES EN LA VIDA DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS

TIPO	FASE	PRE-OPERACIONAL	OPERACIONAL	VIGILANCIA POSTCLAUSURA
SUPERFICIAL		Emplazamiento Diseño Construcción	Transporte Disposición Clausura	100 años
TEMPORAL		Emplazamiento Diseño Construcción	Transporte Llenado Desmantelam.	100 años
DEFINITIVO		Emplazamiento Caracterización Construcción	Transporte Disposición Clausura	innecesaria

Principio 8: Prevención de accidentes

Deben desplegarse todos los esfuerzos posibles para prevenir los accidentes nucleares o radiológicos y para mitigar sus consecuencias

EL CONCEPTO DE SEGURIDAD A ULTRANZA

- Disposición de niveles de protección consecutivos e independientes
- El fallo de un nivel de protección no implica el fallo del siguiente
- Ningún fallo humano o técnico pueda, por si solo, causar accidentes
- Sólo combinaciones remotas de fallos pudieran dar lugar a accidentes con efectos radiológicos

Principio 9: Preparación y respuesta en casos de emergencia

**Deben adoptarse disposiciones de
preparación y respuesta para casos de
incidentes nucleares o radiológicos**

TIPOS DE PLANES DE EMERGENCIA

- **Etapa primera.** Productor. Englobados en los planes de emergencia de la instalación
- **Etapa segunda.** Enresa. Planes de emergencia específicos para el transporte
- **Etapa tercera.** Gobierno. No necesarios salvo comportamiento inesperado del repositorio

Principio 10: Medidas protectoras para reducir los riesgos asociados a las radiaciones existentes o no reglamentados

Las medidas protectoras para reducir los riesgos asociados a las radiaciones existentes o no reglamentados deben justificarse y optimizarse

TEMAS INCLUIDOS

- La exposición a las fuentes de radiación naturales
- La exposición ocasionada por actividades humanas del pasado
- La exposición remanente que puede quedar en los terrenos y sistemas hídricos contaminados en caso de accidente

CONCLUSIONES

- La protección, la seguridad , la gestión de residuos radiactivos y el transporte tienen Principios comunes
- El objetivo de la seguridad es proteger a las personas y el medio contra las radiaciones
- Los **Principios** formulan diez proposiciones, que constituyen la base para elaborar los requisitos
- La gestión segura de los residuos es la actividad menos desarrollada