



Curso de verano:

Retos de la Energía Nuclear en el Modelo Energético de España

La Granja, 12-13 de julio de 2010

Mesa Redonda: **EL COMBUSTIBLE USADO Y LA GESTIÓN DE RESIDUOS NUCLEARES**



POLITÉCNICA



Eduardo Gallego Díaz

Profesor Titular de Universidad

Departamento de Ingeniería Nuclear, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales,
Universidad Politécnica de Madrid

PUNTOS ESENCIALES

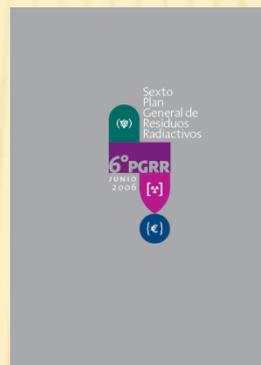
- ❑ Estrategia nacional sobre combustible usado: Plan General de Residuos Radiactivos 
- ❑ Alternativas para la gestión del combustible usado en el futuro 
- ❑ Almacenamiento Geológico Profundo (AGP), condicionado a la alternativa de gestión elegida 
- ❑ Seguridad en la gestión de del combustible usado 
- ❑ Interacción con la sociedad 

PLAN GENERAL DE RESIDUOS RADIACTIVOS (PGRR): RESUMEN FORMULACIÓN POLÍTICA Y ESTRATEGIA

Corresponde al Gobierno establecer la política sobre gestión de los residuos radiactivos y desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares y radiactivas

Aprobación Consejo de Ministros

- Revisión: Cada 4 años o a petición del MITYC
- ENRESA elabora y remite al MITYC
- Trámite de información:
 - CSN, CC.AA, Industria, Agentes sociales, ...
 - Publicación en página web



Información a las Cortes

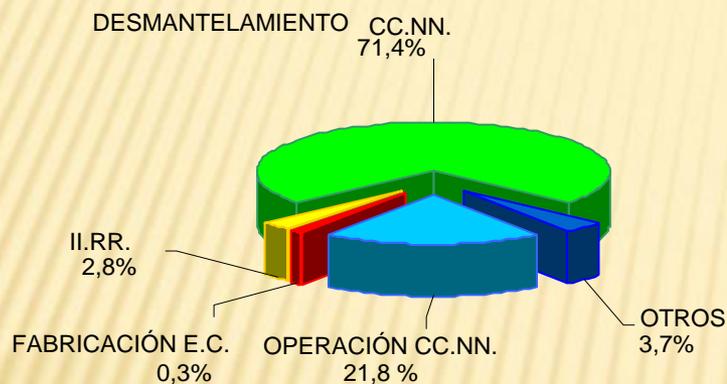


6º PGRR:

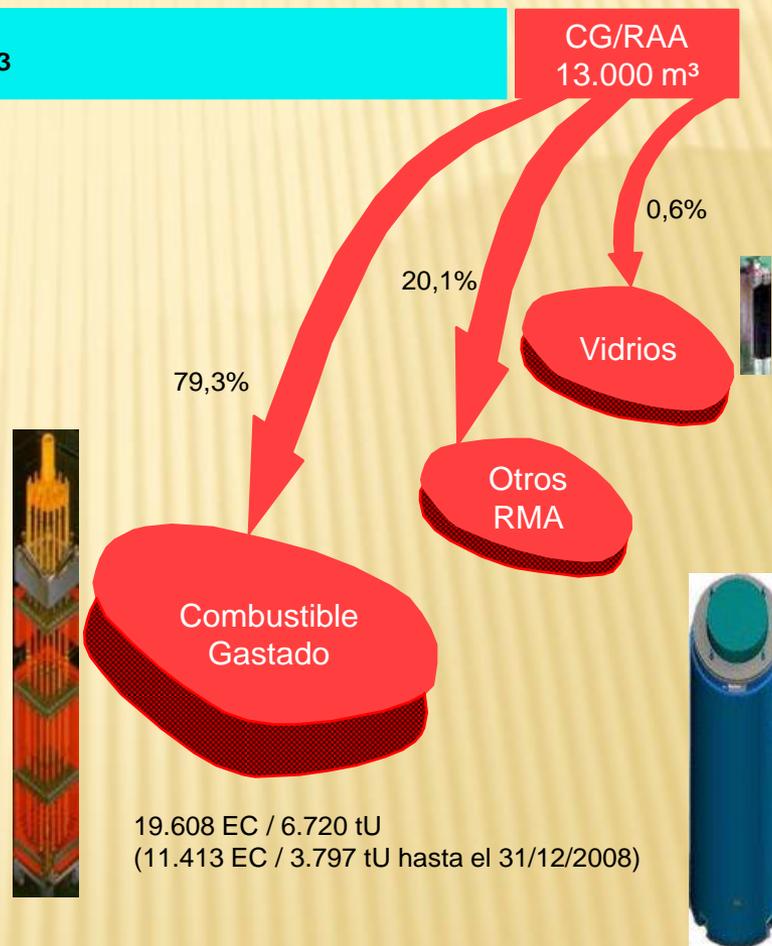
RESIDUOS RADIATIVOS A GESTIONAR EN ESPAÑA

RBMA \approx 172.600 m³

CG/RAA
13.000 m³



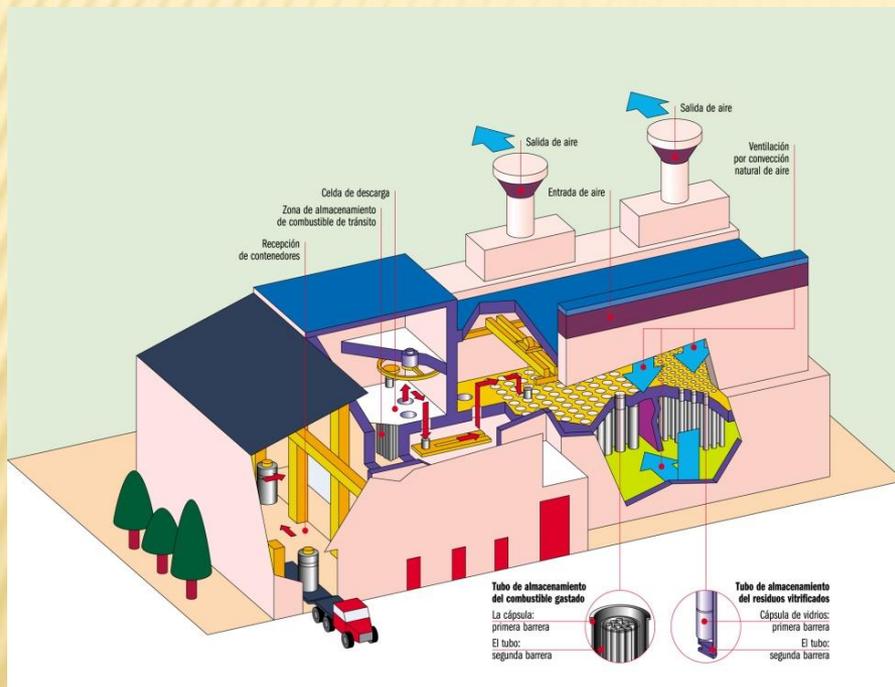
(40.500 m³ hasta el 31/12/2008)



- RBMA = Residuos de Baja y Media Actividad acondicionados (incluye residuos de muy baja actividad)
- CG/RAA = Combustible Gastado y Residuos de Alta Actividad encapsulados (incluye residuos de media actividad)
- EC = Elementos Combustibles
- CC.NN. = Centrales Nucleares
- II.RR. = Instalaciones Radiactivas

6º PGRR: GESTIÓN COMBUSTIBLE GASTADO/RAA

OBJETIVO BÁSICO PRIORITARIO: PUESTA EN MARCHA **ATC** AÑO 2015



Esquema previsto ATC Bóvedas



GESTIÓN
FINAL

ALMACENAMIENTO DEFINITIVO
(retraso instalación a 2050 a efectos de cálculos y planificación)

SEPARACIÓN-TRANSMUTACIÓN
(seguimiento y desarrollo acuerdos capacidades investigación país)

6º PGRR: VENTAJAS DEL ATC SOBRE OTRAS OPCIONES

- × Permite gestión CG/RAA de forma unificada
- × Independiza la gestión temporal de la definitiva
- × Dota al sistema de capacidad de maniobra ante imprevistos
- × Reduce el número de instalaciones de almacenamiento y emplazamientos
- × Disminuye riesgos y servidumbres asociados a estas instalaciones (seguridad física, ...)
- × Permite liberar para otros usos los emplazamientos de las centrales nucleares clausuradas
- × Permite cumplir las cláusulas de repatriación de residuos y materiales del reprocesado del CG en el extranjero
- × Reduce significativamente los costes
- × Permite racionalizar y optimizar la operación y servicios de apoyo

6º PGRR: GESTIÓN FINAL CG/RAA. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE ACCIÓN

Se han reducido significativamente las actividades desarrolladas en planes anteriores

- ✘ Consolidación y actualización del conocimiento adquirido (caracterización, diseños genéricos, evaluación de la seguridad)
- ✘ Profundización en el análisis y conocimiento de las distintas alternativas de gestión, con una dimensión y alcance acorde con las capacidades de investigación existentes en el país, y en estrecha colaboración con los progresos internacionales en este campo

6º PGRR: GESTIÓN FINAL CG/RAA. ACTIVIDADES A CORTO PLAZO (4-5 AÑOS)

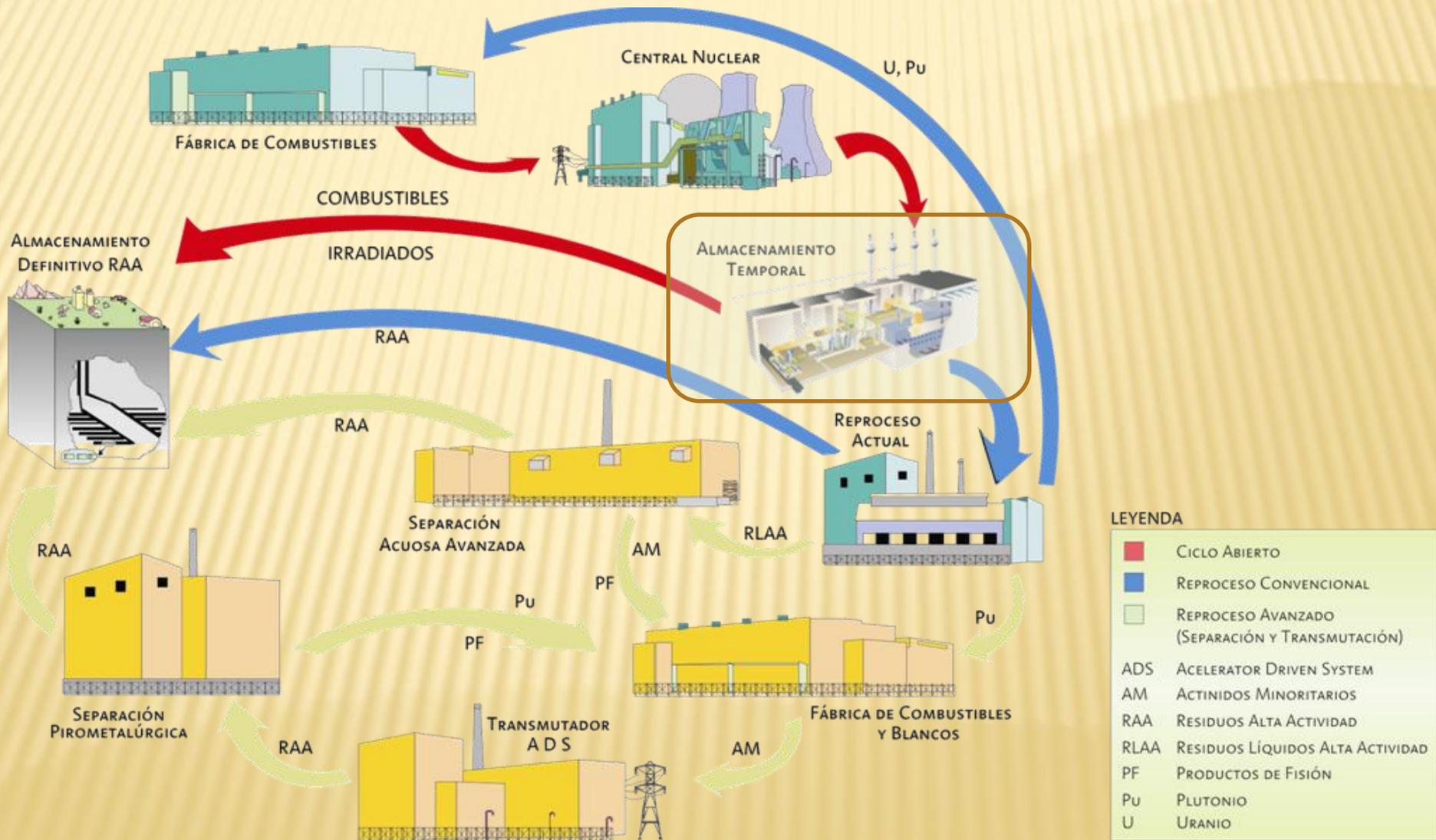
ENRESA presentará al MITYC a lo largo de los próximos años los siguientes informes:

- ✘ Informe sobre opciones de gestión, incluyendo un programa para su desarrollo
- ✘ Informe sobre la viabilidad de las nuevas tecnologías, en particular las posibilidades de la S-T
- ✘ Proyectos básicos genéricos en los que se compendie el conocimiento adquirido
- ✘ Informe que recoja las experiencias sobre los procesos de toma de decisiones en relación con la gestión final del CG/RAA en países con problemática similar a la de España
(iniciativas legislativas, procedimientos de asignación de emplazamientos, métodos de participación de implicados y situación actual de los programas)

Esta información servirá de base para el análisis y formulación de posibles iniciativas parlamentarias que puedan facilitar el proceso de toma de decisiones y de la definición del marco de participación más adecuado

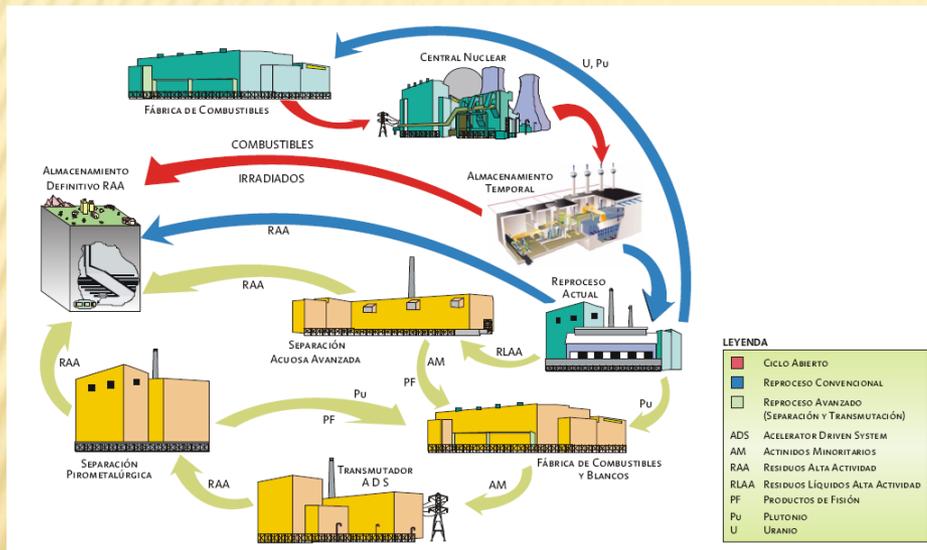


OPCIONES PARA LA GESTIÓN A LARGO PLAZO DEL COMBUSTIBLE IRRADIADO



ESTUDIO A FONDO DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE IRRADIADO EN EL FUTURO:

Opciones para la gestión a largo plazo del combustible gastado



¿QUE PUEDE CONDICIONAR LA SELECCIÓN DE OPCIONES?

- El modelo energético que se decida.
- El coste de cada opción
- La generación de RR.RR. en cada opción
- La vida útil de las CC.NN.
- La puesta en operación de nuevas Centrales.
- El cierre anticipado o paulatino de las CC.NN.

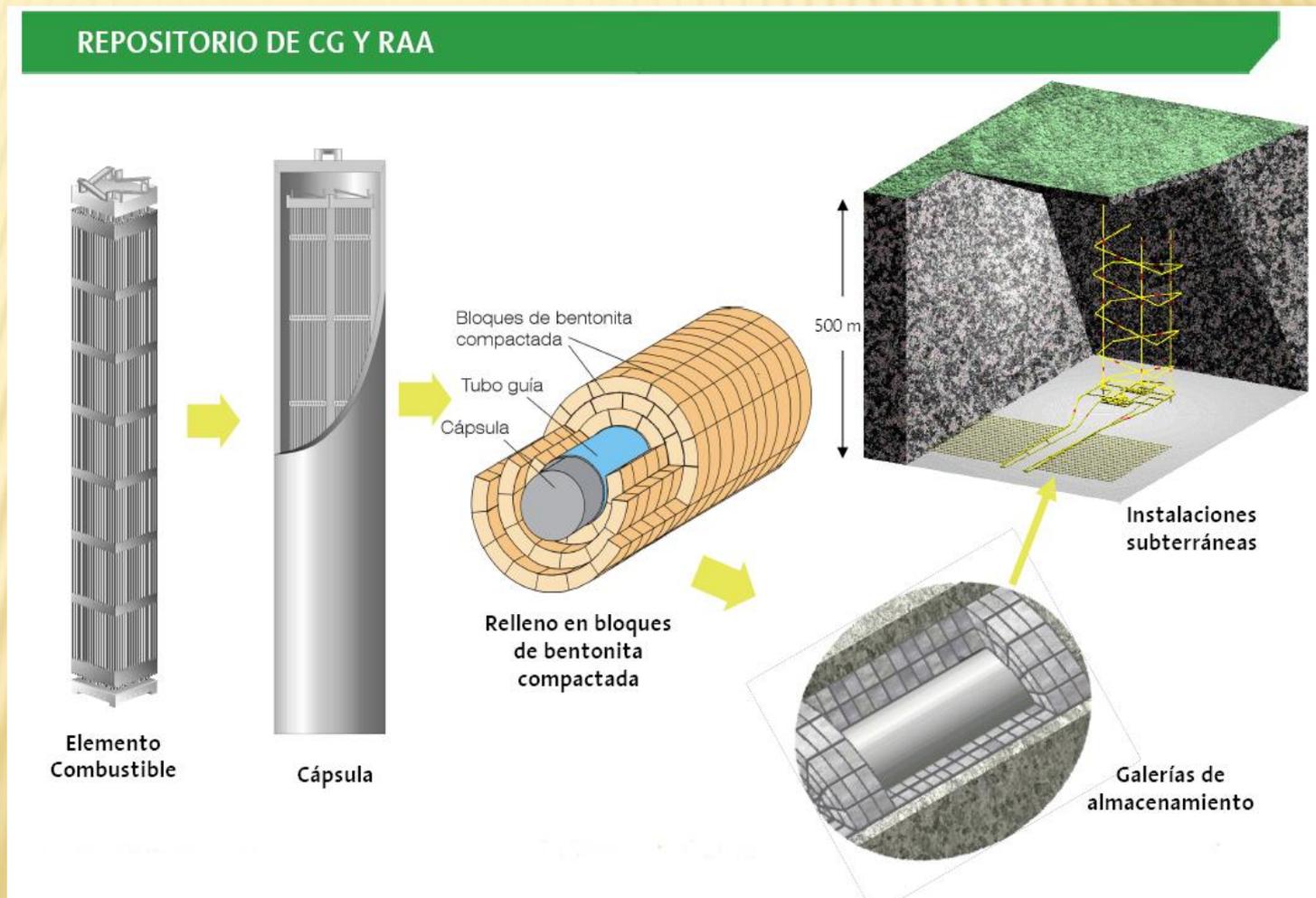
Para cualquiera de las opciones es necesario profundizar el conocimiento y disponer de capacidades para dar soporte y desarrollar la opción de gestión más adecuada

El Centro Tecnológico del ATC puede servir de apoyo

ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO PROFUNDO

- Consolidación de diseños genéricos de AGP realizados previamente (granito, sal)

- Contexto Europeo: IGD-TP (Plataforma Tecnológica para la Implementación del AGP)



IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD EN LA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE USADO Y LOS RAA

Contexto general de la seguridad:
Normas OIEA

Normas de seguridad del OIEA

para la protección de las personas y el medio ambiente

Principios fundamentales de seguridad

Con el patrocinio conjunto de



Nociones fundamentales de seguridad

No. SF-1



OBJETIVO DE SEGURIDAD (SF-1)

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

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

PRINCIPIOS DE SEGURIDAD (SF-1)

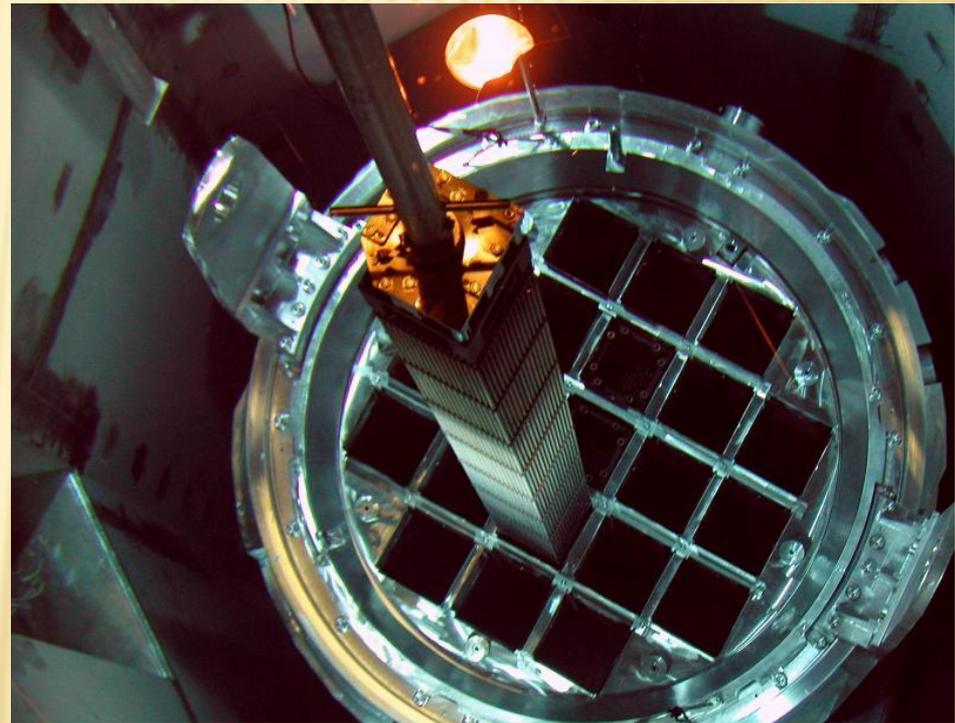
- × Principio 1: Responsabilidad de la seguridad
- × Principio 2: Función del gobierno
- × Principio 3: Liderazgo y gestión en pro de la seguridad
- × Principio 4: Justificación de las instalaciones y actividades
- × Principio 5: Optimización de la protección
- × Principio 6: Limitación de los riesgos 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

ETAPAS EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS Y EL COMBUSTIBLE NUCLEAR

- ✘ **Etapa I. Generación.** Tratamiento y acondicionamiento del residuo. Refrigeración en piscinas del CG.
- ✘ **Etapa II. Gestión.** Transporte. Almacenamiento temporal. Reproceso y alternativas. Almacenamiento definitivo. Disposición final. Clausura.
- ✘ **Etapa III. Vigilancia institucional.** Verificación radiológica de la disposición definitiva.

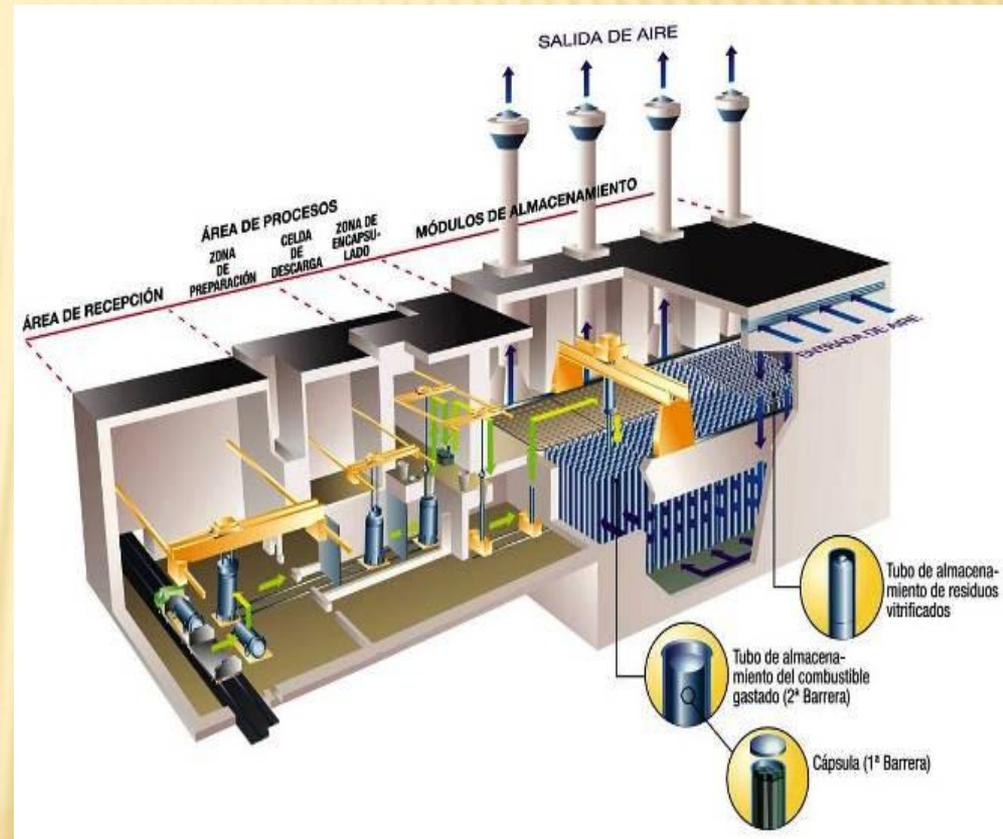
FUNCIONES DE SEGURIDAD PARA EL CG

- **Mantenimiento de la subcriticidad**
- **Confinamiento del material radiactivo**
- **Refrigeración**
- **Blindaje de las radiaciones**
- **Recuperabilidad**



FUNCIONES DE SEGURIDAD EN EL ATC

- **Mantenimiento de la subcriticidad**
Geometría y materiales de los bastidores y pozos de almacenamiento
- **Confinamiento del material radiactivo**
Vainas de los elementos combustibles
Cápsulas y tubos de almacenamiento
- **Refrigeración**
Circulación de aire por convección natural
- **Blindaje de las radiaciones**
Tubos de los pozos y paredes del edificio
- **Recuperabilidad**
Herramientas de manejo de las cápsulas y del combustible



ANÁLISIS DE SEGURIDAD

- Demostración de que la instalación es capaz de cumplir las **funciones de seguridad** en operación normal y en las condiciones más desfavorables
- Análisis de los sucesos de origen interno a la instalación o externos y demostración de que sus consecuencias están dentro de los límites establecidos
- El Estudio de Seguridad que contiene estos análisis debe presentarse con la solicitud de autorización de construcción

AUTORIZACIONES NECESARIAS

- Para las instalaciones de almacenamiento de residuos:
 - Emplazamiento y construcción
 - Puesta en marcha – Explotación
 - Modificaciones de la instalación
 - Desmantelamiento
 - Clausura

- Para los contenedores:
 - Autorización del diseño (Combustible gastado)
 - Bulto de transporte (tipo B de acuerdo con normas internacionales)

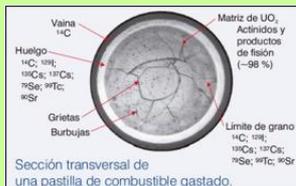
- Autorizaciones de transporte

- Declaración de impacto ambiental



EL CENTRO TECNOLÓGICO

GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS PLAN I+D ENRESA



Tecnología del residuo



Sistemas de tratamiento, acondicionamiento y desmantelamiento



Materiales y sistemas de confinamiento



Protección radiológica, evaluación seguridad y modelación

MEJORA DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS
(Más Seguridad / Optimización Costes)

CENTRO TECNOLÓGICO



Laboratorio de Combustible



Laboratorio de Residuos de Baja y Media Actividad



Laboratorio de Materiales



Laboratorio de Química Avanzada y Medio Ambiente



Laboratorio de Prototipos Industriales, Robótica y Simulación

COMITE DIRECTOR

COMITE ASESOR

COMITE SEGUIMIENTO, etc...

R
E
S
U
L
T
A
D
O
S

PLAN NACIONAL DE I+D

PLANES AUTÓNOMICOS I+D

PROGRAMA MARCO EUROPEO

PROGRAMAS I+D+i EMPRESAS Y PYMES

AGENTES DE LA I+D

UNIVERSIDADES

INSTITUTOS CSIC

OTROS OPI'S

EMPRESAS INVESTIGADORAS

EMPRESAS LOCALES Y PYMES

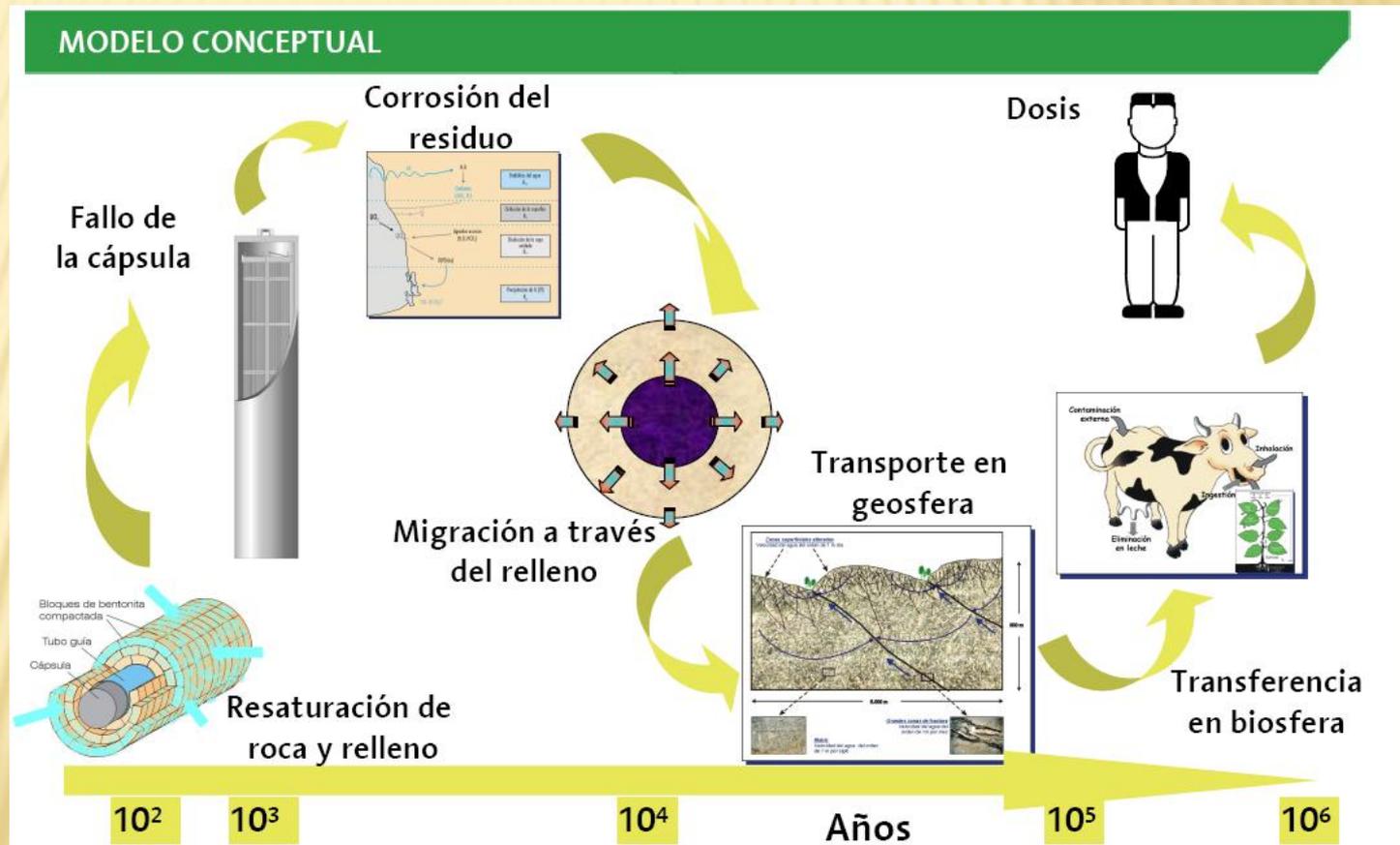
ENTORNO CIENTÍFICO-SOCIECONÓMICO

MEJORA Y DESARROLLO DEL TEJIDO TECNOLÓGICO, CIENTÍFICO Y DE LA COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL A NIVEL LOCAL, AUTÓNOMICO Y ESTATAL

ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO PROFUNDO.

Evaluación de Seguridad y modelización

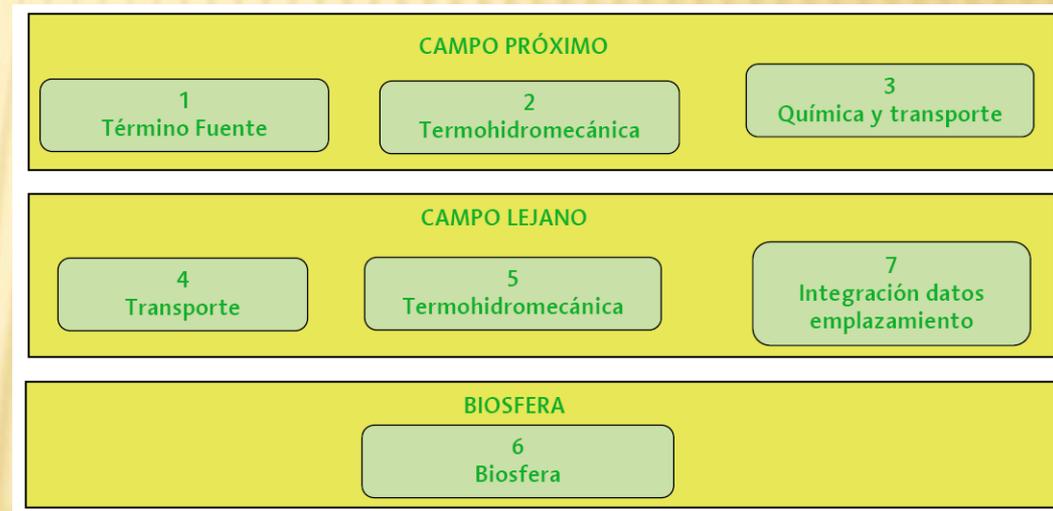
- Mejora de las técnicas de identificación de factores, eventos y procesos



ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO PROFUNDO.

Evaluación de Seguridad y modelización

- ❑ Gestión del conocimiento sobre tecnología y evaluación de seguridad para el AGP
- ❑ Relevamiento generacional inminente y posteriormente durante la vida del ATC.
- ❑ Imprescindible consolidar el conocimiento alcanzado en herramientas de cálculo, bases de datos, material escrito, etc.
- ❑ Mantenimiento de los grupos de investigación a largo plazo ??
- ❑ Riesgo real de pérdida de capacidades
- ❑ Son necesarias acciones anticipatorias del problema



CANALES DE INTERACCIÓN CON LA SOCIEDAD

- ❑ **“Monitor” de aceptación social**
- ❑ **Campañas informativas y educativas aprovechando el proyecto ATC**

- ❑ **Aceptación de la estrategia a largo plazo basada en el consenso social amplio:**
 - ❑ **Promover la creación de un comité de base social amplia y representativa para el análisis de alternativas de gestión post-ATC**
 - ❑ **Expertos, agentes sociales, CC.AA., ONG, ...**
 - ❑ **Política nacional de GRR**
 - ❑ **Aprobación por el Parlamento**



PUNTOS ESENCIALES

¿CÓMO SE GESTIONAN?

- ❑ Estrategia nacional sobre combustible usado: Plan General de Residuos Radiactivos
 - ❑ El ATC como eje de la gestión
- ❑ Alternativas para la gestión del combustible irradiado en el futuro:
 - ❑ Ciclo abierto
 - ❑ Reproceso + gestión de residuos de alta actividad del combustible MOX (de óxidos de U y Pu)
 - ❑ Separación + Transmutación (S+T) : Ciclo Cerrado avanzado
- ❑ Almacenamiento Geológico Profundo (AGP), condicionado a la alternativa de gestión elegida:
 - ❑ Tamaño
 - ❑ Tiempo de diseño
 - ❑ Calor emitido por los residuos
 - ❑ Clave: gestión del conocimiento en cuanto a tecnología y evaluación de seguridad para el AGP
- ❑ Seguridad en la gestión de del combustible usado:
 - ❑ Funciones esenciales
 - ❑ Principios fundamentales
- ❑ Reto: apertura de nuevos canales de interacción con la sociedad