



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO



La gestión de residuos radiactivos en España

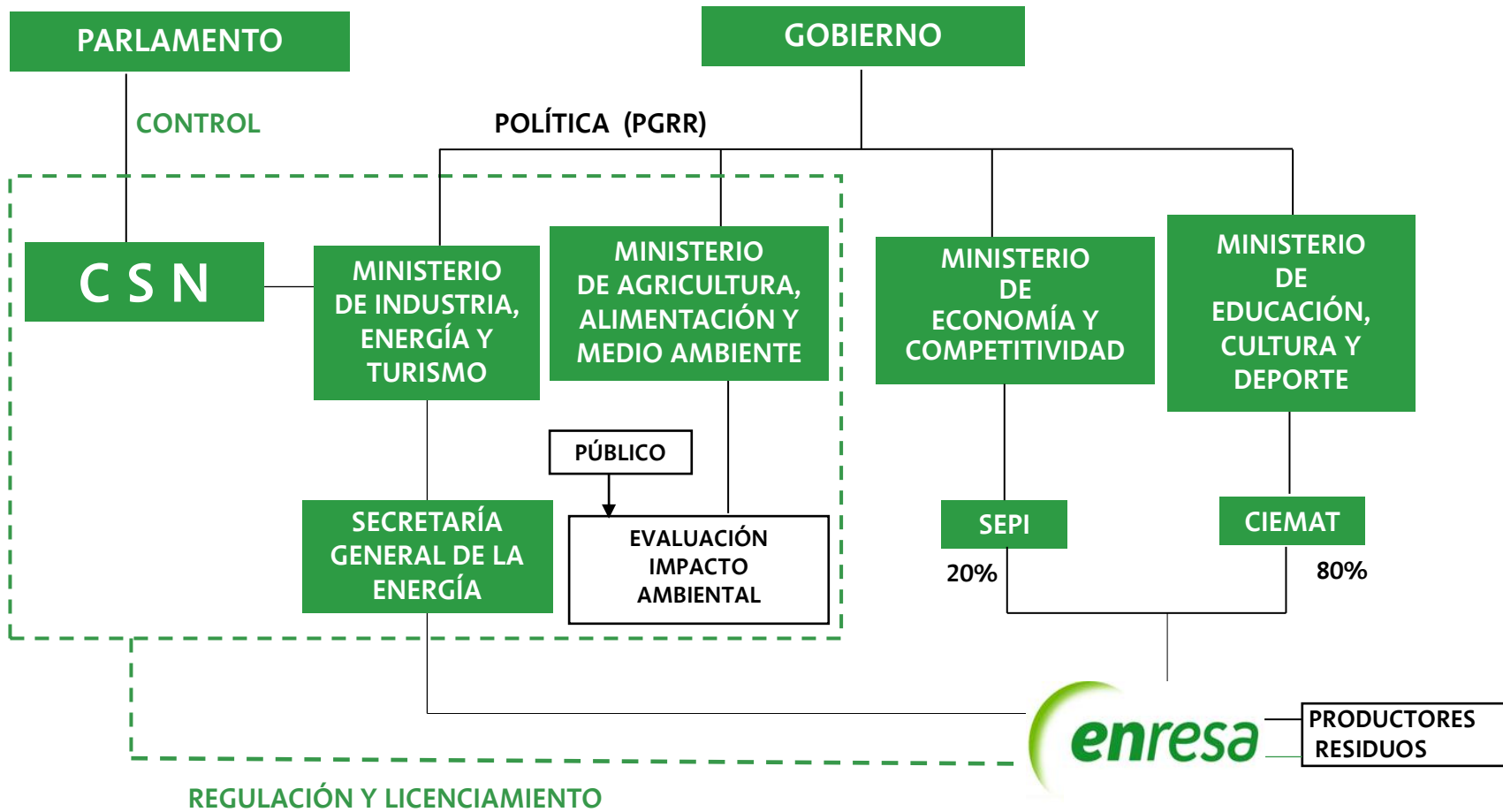
CICLO DE JORNADAS ENERGÉTICAS
Tercera Jornada: La energía nuclear

Cámara de Comercio e Industria de Zaragoza, 10 de abril de 2014



Índice

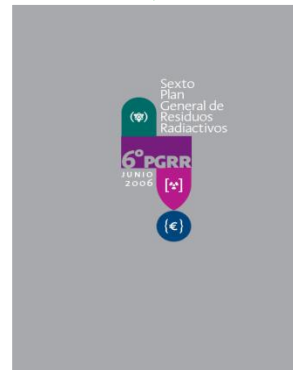
1. Origen, clasificación y estructura organizativa
2. Gestión de residuos radiactivos de baja y media actividad (RBMA) y de muy baja actividad (RBBA)
3. Gestión del combustible gastado (CG) y residuos radiactivos de alta actividad (RAA). El almacén temporal centralizado (ATC)
4. Clausura de instalaciones nucleares y radiactivas
5. Otras actuaciones



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

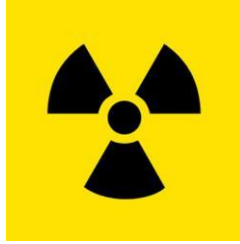
Aprobación Consejo de Ministros

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



Información a las Cortes





Cualquier material o producto de desecho, para el cual no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por las autoridades competentes (CSN y MINETUR).

Los residuos radiactivos se generan en las siguientes actividades:

- Producción de energía eléctrica de origen nuclear y etapas necesarias para ello (Ciclo del Combustible Nuclear).
- Aplicación de isótopos radiactivos en múltiples actividades (medicina, industria, agricultura, investigación, etc.).
- Desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas.

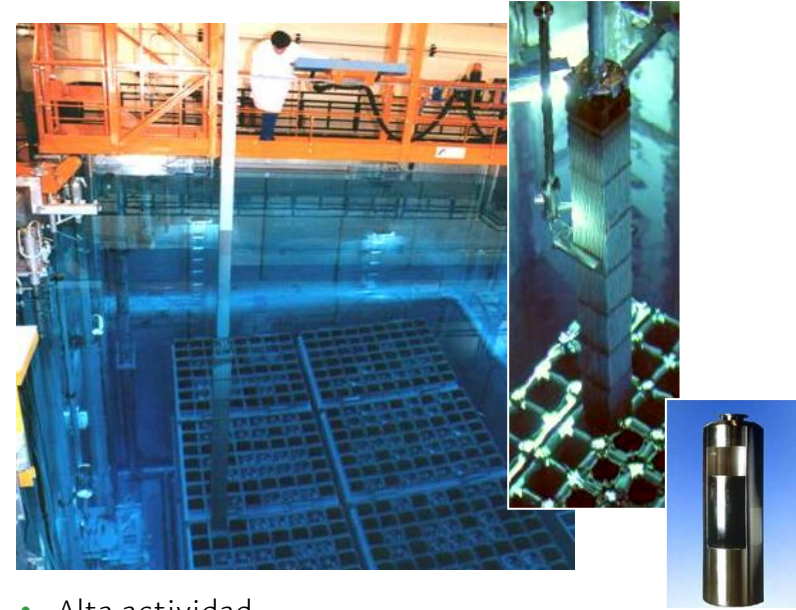


Residuos de baja y media actividad (RBMA)



- Baja actividad específica
- Vida media < 30 años
- Incluyen el subconjunto de muy baja actividad

Residuos de alta actividad (RAA)



- Alta actividad
- Vida media muy larga
- Generan calor

Gestión

Se almacenan de forma definitiva en el Almacén Centralizado de El Cabril

1.- Piscina

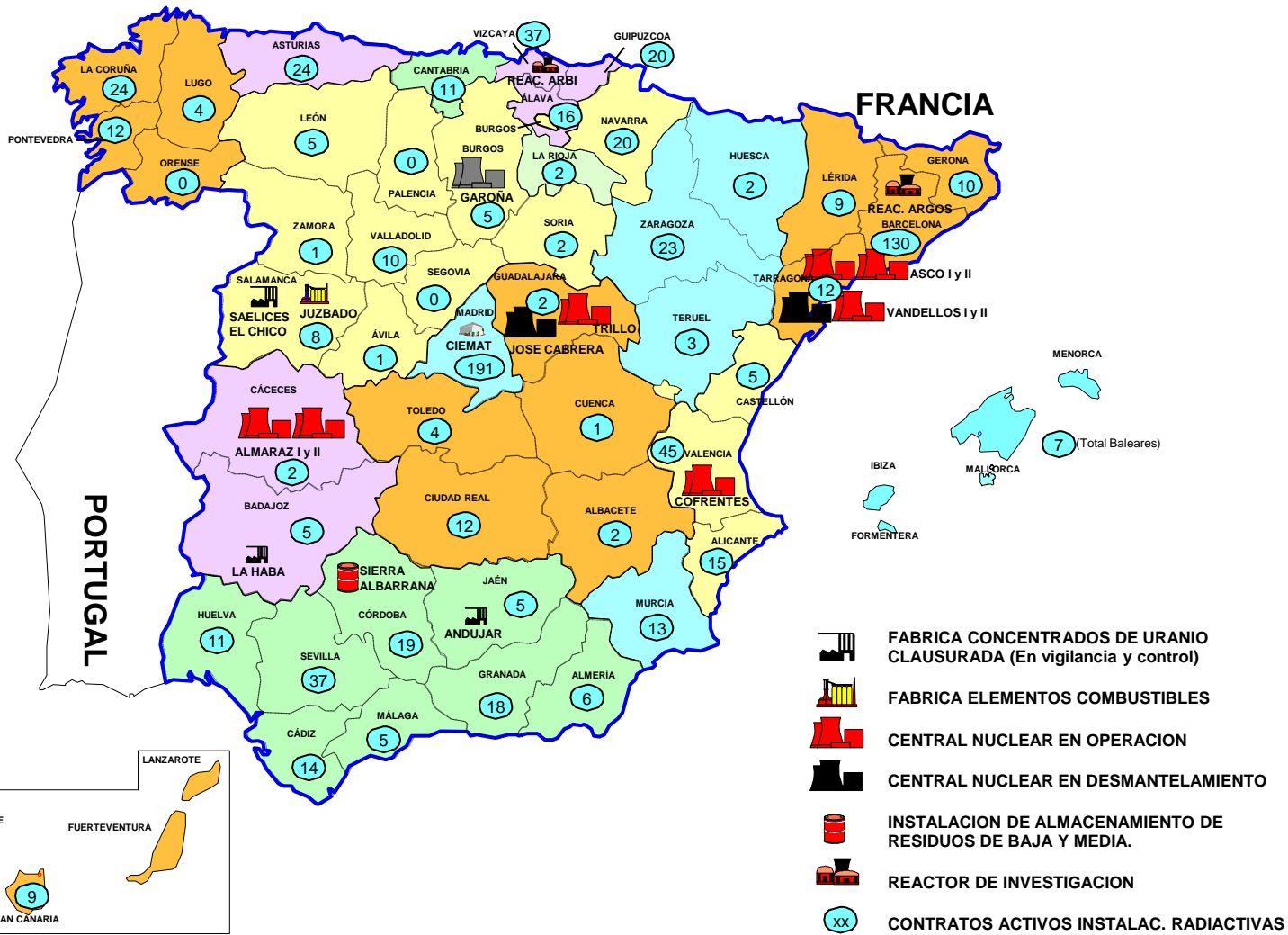
2.- ATC

3.- AGP

Parque nuclear actual

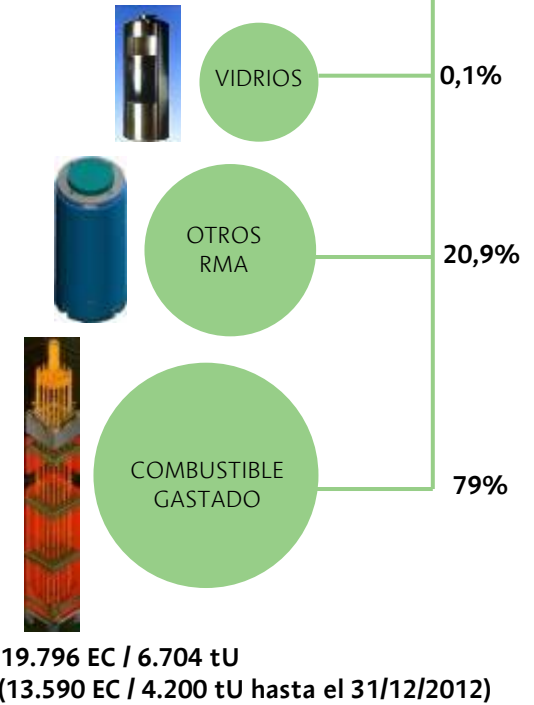
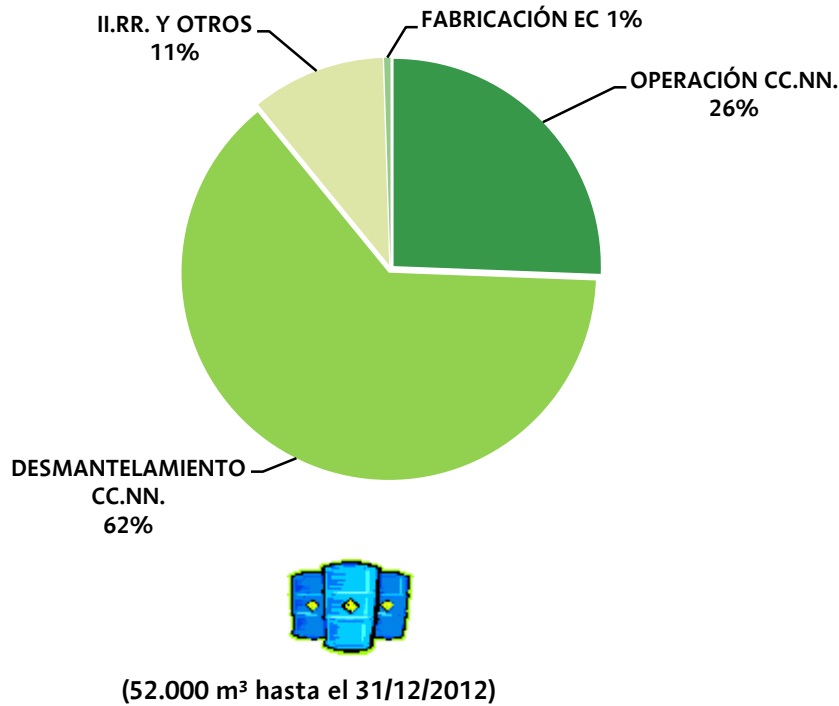
CC.NN.	TIPO REACTOR	POTENCIA (Mwe)	INICIO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL
José Cabrera	PWR	160	1968	Parada desde 2006. En desmantelamiento
Santa María de Garoña	BWR	466	1971	Parada desde junio 2013
Vandellós I	GCR	500	1972	Desmantelada a Nivel 2
Almaraz I	PWR	1.035,27	1981	En operación
Almaraz II	PWR	980	1983	En operación
Ascó I	PWR	1.032,50	1983	En operación
Ascó II	PWR	1.027,20	1985	En operación
Cofrentes	BWR	1.092	1984	En operación
Vandellós II	PWR	1.087,14	1988	En operación
Trillo	PWR	1.066	1988	En operación

- 40 años vida útil CC.NN. en operación
- Ciclo abierto del combustible (no reproceso)
- Desmantelamiento total (Nivel 3) de las CC.NN. de agua ligera, a iniciar 3 años después de su parada



RBMA \cong 180.000 m³ (*)

**CG/RAA
13.000 m³**

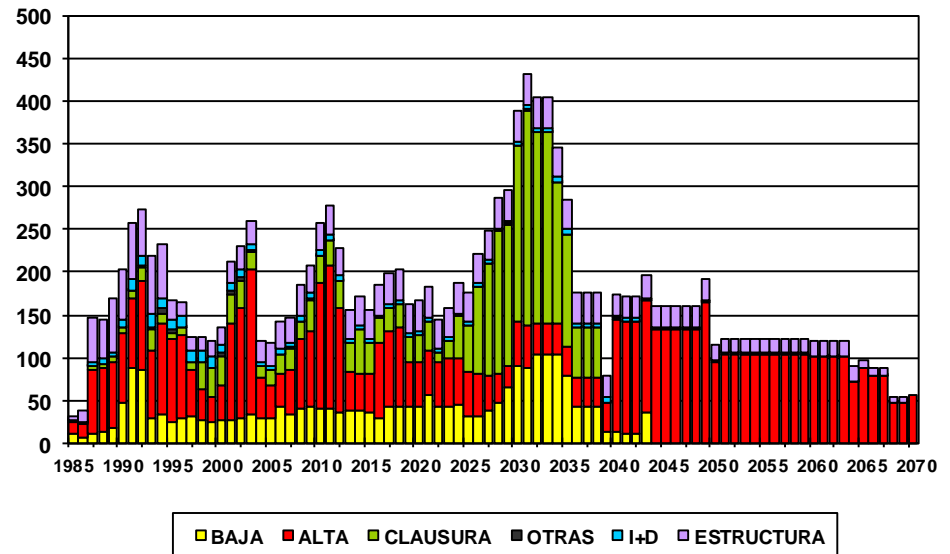
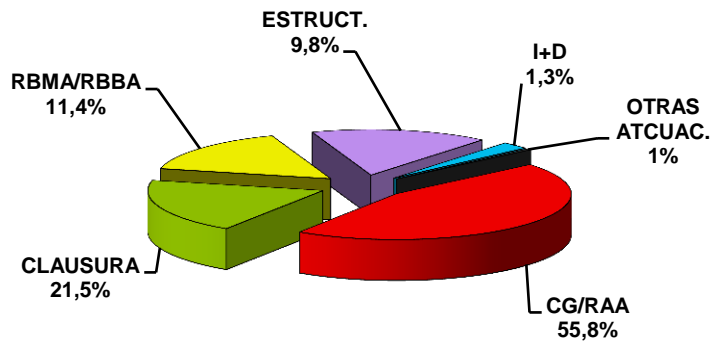


- RBMA Residuos de Baja y Media Actividad acondicionados (incluye residuos de muy baja actividad)
- CG/RAA Combustible Gastado y Residuos de Alta Actividad encapsulados (incluye residuos de media actividad)
- EC Elementos Combustibles
- CC.NN. Centrales Nucleares
- II.RR. Instalaciones Radiactivas

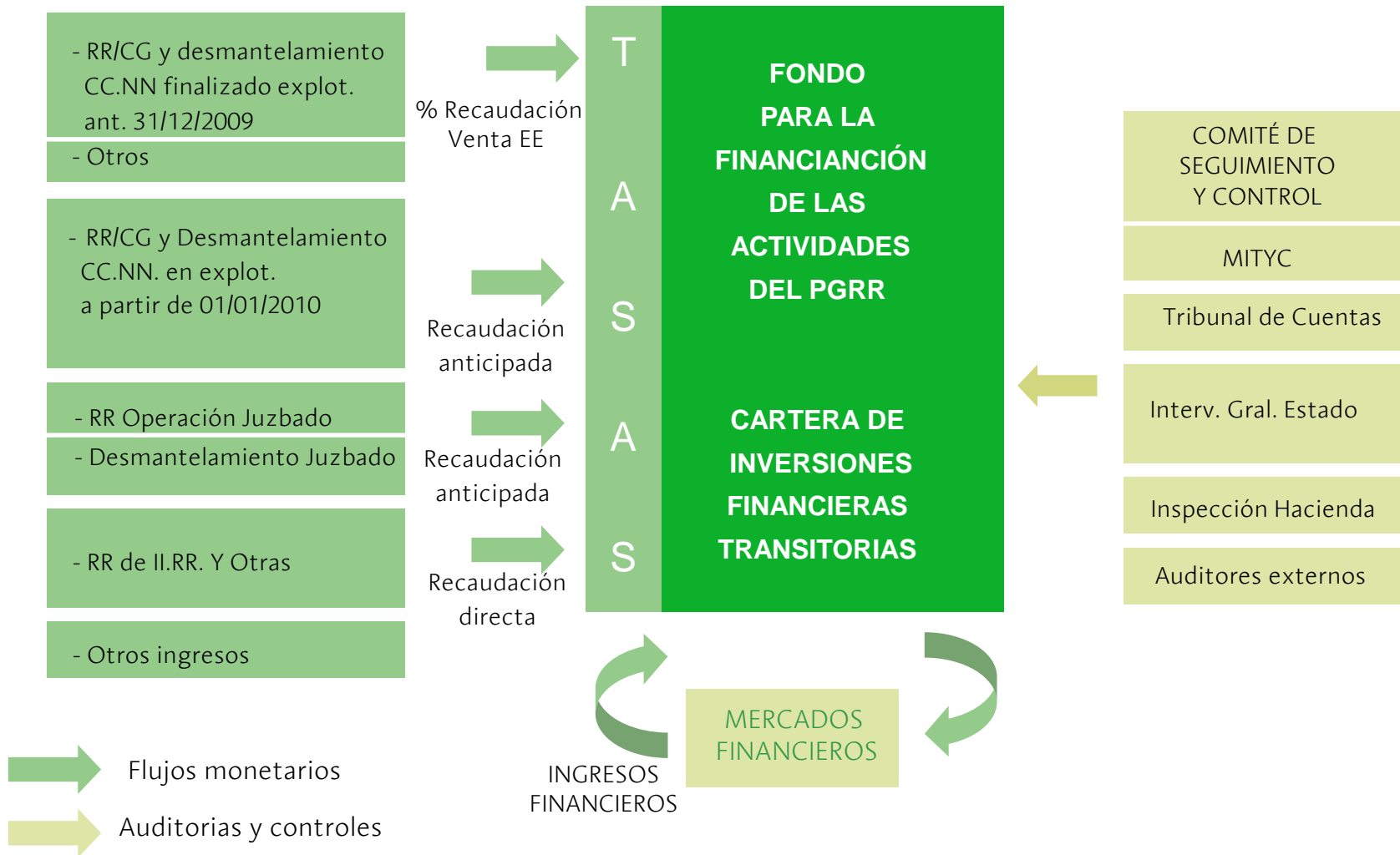
(*) Previsiones de generación para 40 años

Coste de la gestión

Coste total estimado ≈ 17.769.585k€14 (1985-2080) (*)



(*) Actualizado con respecto al borrador de VII PGRR. Previsiones para 40 años



Instalaciones radiactivas (II.RR.)



Instalaciones nucleares (II.NN.)



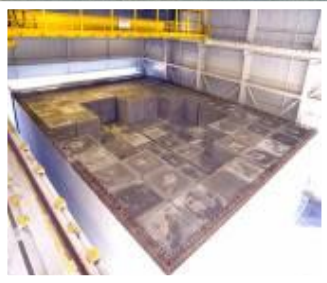
OBJETIVOS:

- INMOVILIZAR Y AISLAR LOS RESIDUOS RADIOACTIVOS DEL MEDIO AMBIENTE

BARRERAS DE CONFINAMIENTO:

- 1ª BARRERA FÍSICO-QUÍMICA
- 2ª BARRERA DE INGENIERÍA
- 3ª BARRERA GEOLÓGICA





CELDA DE ALMACENAMIENTO



NAVE DE FABRICACIÓN DE CONTENEDORES



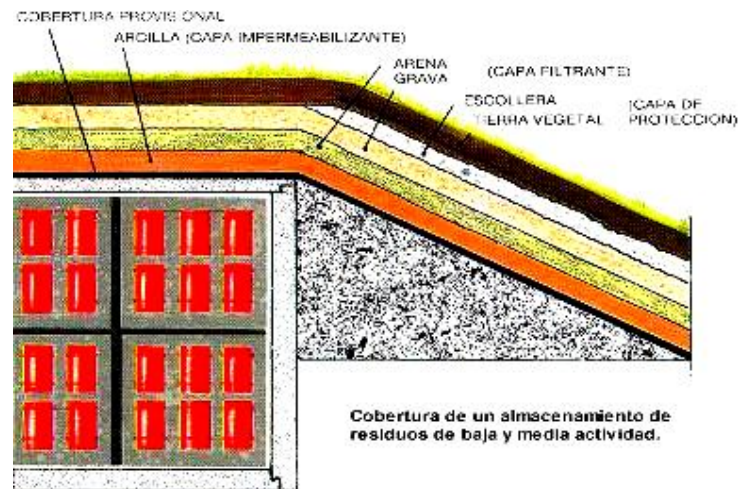
RED DE CONTROL DE INFILTRACIONES



SALA DE CONTROL



EDIFICIO ACONDICIONAMIENTO



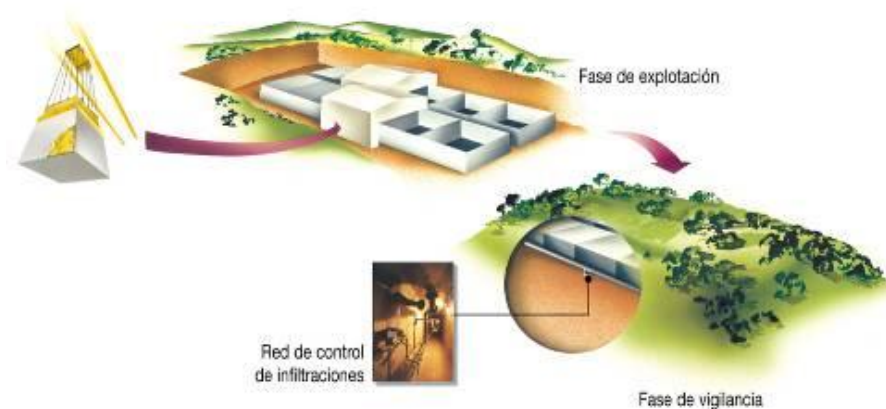
+ 300 años vigilancia institucional

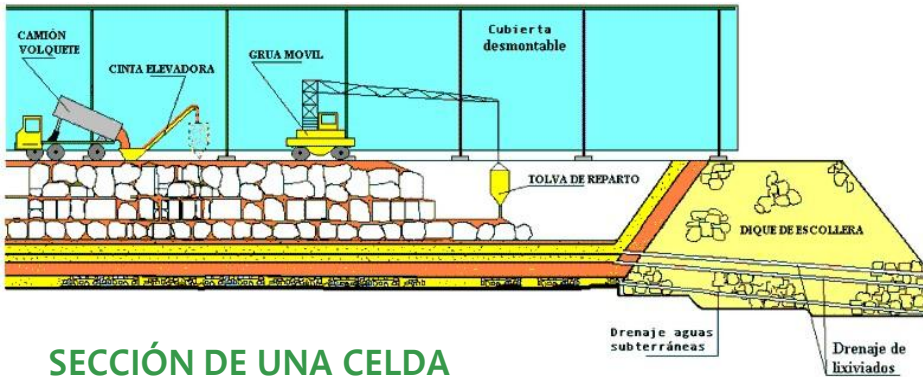
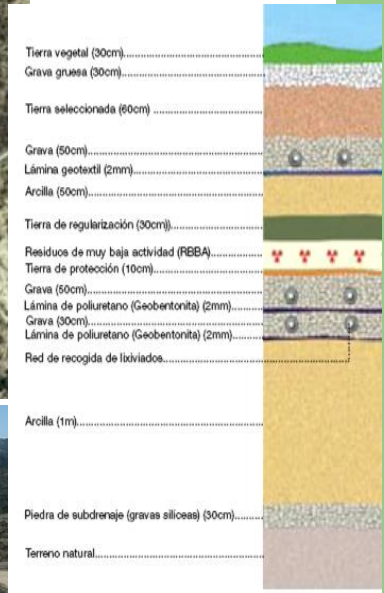
Durante 300 años, una vez cubierto el emplazamiento

- Mantenimiento necesario de la instalación
- Acceso restringido
- Vigilancia institucional, que incluye: toma periódica de muestras y medidas de radiactividad en el agua, aire y seres vivos, debiéndose mantener los valores medidos por debajo de los indicados en la reglamentación vigente

Pasados 300 años

- Libre disposición del emplazamiento para cualquier actividad





SECCIÓN DE UNA CELDA



CELDA 29



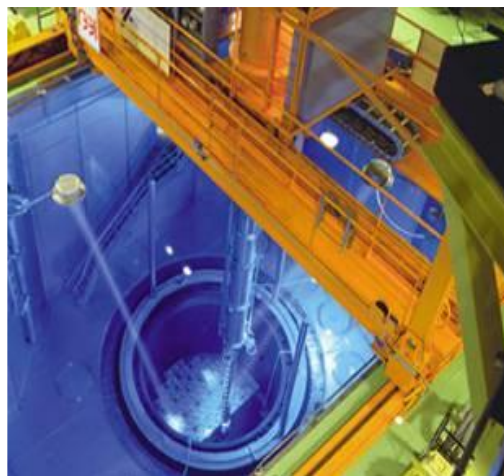
Centrales Nucleares



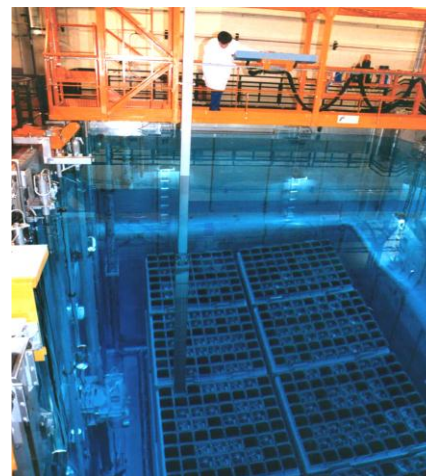
PASTILLAS DIÓXIDO URANIO



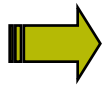
ELEMENTO COMBUSTIBLE FRESCO



NÚCLEO REACTOR

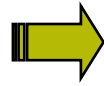


PISCINA CENTRAL NUCLEAR



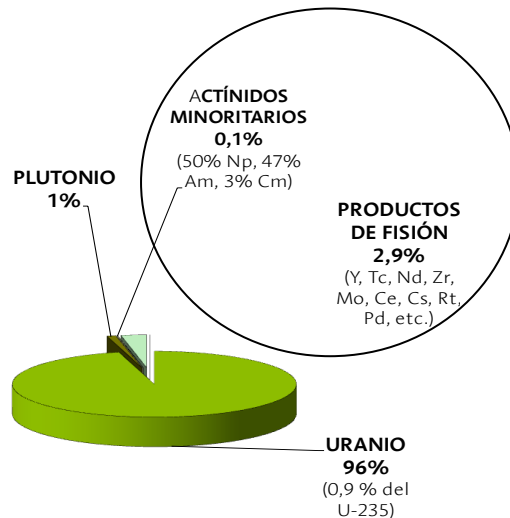
Opción 1

Considerar el combustible gastado como residuo de alta actividad y proceder a su gestión como tal (Ciclo Abierto)



Opción 2

Extraer el uranio y el plutonio remanentes, para utilizarlos en la fabricación de nuevos combustibles nucleares (Ciclo Cerrado)



VITRIFICADO



STA. Mª DE GAROÑA



ALMARAZ I Y II



TRILLO



JOSÉ CABRERA



ASCÓ I Y II



VANDELLÓS I

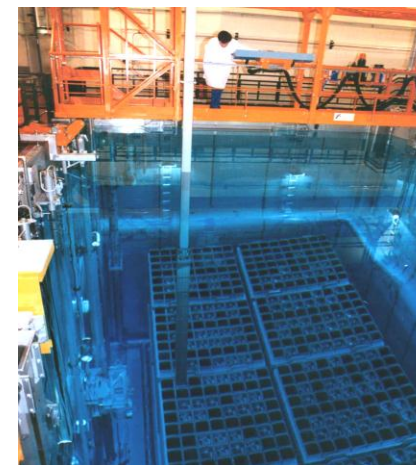


VANDELLÓS II



COFRENTES

CENTRAL NUCLEAR	AÑO PUESTA EN MARCHA	AÑO SATURACIÓN ANTES CAMBIO BASTIDORES	AÑO FIN DE VIDA ÚTIL ESTIMADA
José Cabrera	1969	1998	-
Sta. M ^a de Garoña	1971	1998	2011
Almaraz I	1981	1993	2021
Almaraz II	1983	1994	2023
Ascó I	1984	1994	2024
Ascó II	1986	1996	2026
Cofrentes	1985	1999	2025
Vandellós II	1988	2010	2028
Trillo	1988	7 recargas	2028



CN Trillo



ALMACÉN TEMPORAL INDIVIDUALIZADO (ATI)



CN Vandellós I



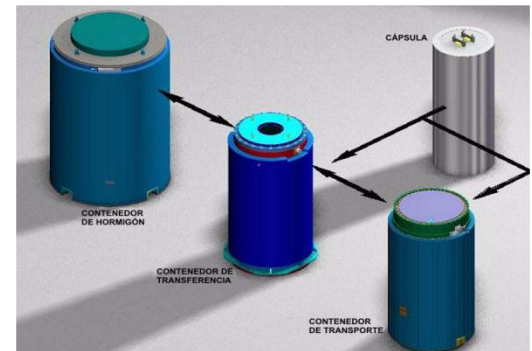
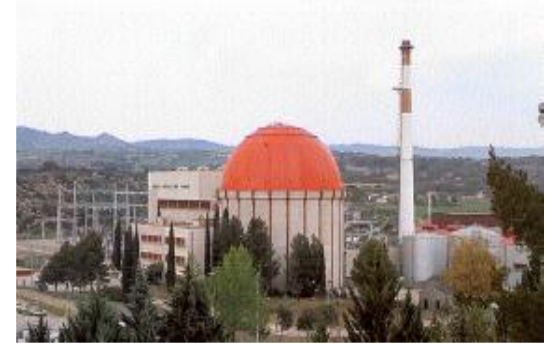
1998



2004



CN José Cabrera



DISEÑO CONCEPTUAL SISTEMA HOLTEC



	TIPOS	CANTIDAD	%
COMBUSTIBLE GASTADO	PWR 14x14 Westinghouse	377 elementos	79%
	PWR 17x17 Westinghouse	9.141 elementos	
	PWR 1x16 KWU	1.793 elementos	
	BWR 8x8 GE, SVEA	8.260 elementos	
	Total: 19.608 elementos (~ 6.720 tU equivalente)		
ALTA ACTIVIDAD (REPROCESO VANDELLÓS I)	Residuos alta	cápsulas vidrios CSD-V	21%
	Residuos media	cápsulas de vidrios tipo CSD-B	
		cápsulas de vidrios tipo CSD-B	
ACTIVIDADES DE DESMANTELAMIENTO	Diversos residuos acondicionados	1.905 m ³	



ATC: objetivo básico prioritario

- Insuficiente capacidad de las piscinas de las centrales a partir de 2013
- Necesaria retirada del CG de sus piscinas para poder abordar el desmantelamiento de las CC.NN.
- Necesario retorno a España de los residuos del reproceso de la central nuclear Vandellós I



- **España necesita un almacenamiento de carácter temporal para el combustible gastado y los residuos de alta actividad**

SOLUCIÓN PROPUESTA: ALMACÉN TEMPORAL CENTRALIZADO (ATC)



TECNOLOGÍA ELEGIDA: BÓVEDAS Y NAVES DE HORMIGÓN

Diciembre 2004

**Resolución de la Comisión de Industria del Congreso**

- ✓ Insta al Gobierno a que, en colaboración con ENRESA, desarrolle los criterios para llevar a cabo una instalación de almacenamiento temporal para el combustible gastado y los residuos de alta actividad en España

Abril 2006

**Proposición no de Ley de la Comisión de Industria del Congreso**

- ✓ Insta al Gobierno a crear una Comisión Interministerial para establecer los criterios que debe cumplir el emplazamiento ATC

Junio 2006

**Gobierno aprueba 6º Plan General de Residuos Radiactivos**

- ✓ ATC es objetivo estratégico

Diciembre 2009

**Resolución de la Secretaría de Estado de la Energía**

- ✓ Convocatoria Pública para la selección de municipios candidatos para albergar en emplazamiento para el ATC

Septiembre 2010

**Comisión Interministerial remite al Gobierno informe de propuesta de emplazamientos candidatos**

Diciembre 2011

**Consejo de Ministros aprueba la designación del municipio de Villar de Cañas**

Enero 2012

**Publicación en BOE del Acuerdo de Consejo de Ministros**

- ✓ Resolución de la Secretaría de Estado de la Energía
 - Designa el emplazamiento de Villar de Cañas
 - Declara el ATC servicio público esencial encomendado a ENRESA

Vía húmeda:

PISCINAS



CLAB (SUECIA)

Vía seca:

CONTENEDORES METÁLICOS:

- Almacenamiento
- Almacenamiento y transporte



SURRY (EE.UU.)



ZWILAG (SUIZA)

CONTENEDORES DE HORMIGÓN

NICHOS DE HORMIGÓN

CÁMARAS O BÓVEDAS



PICKERING PH1 (CANADÁ)



O'CONNOR (EE.UU.)



HABOG (HOLANDA)

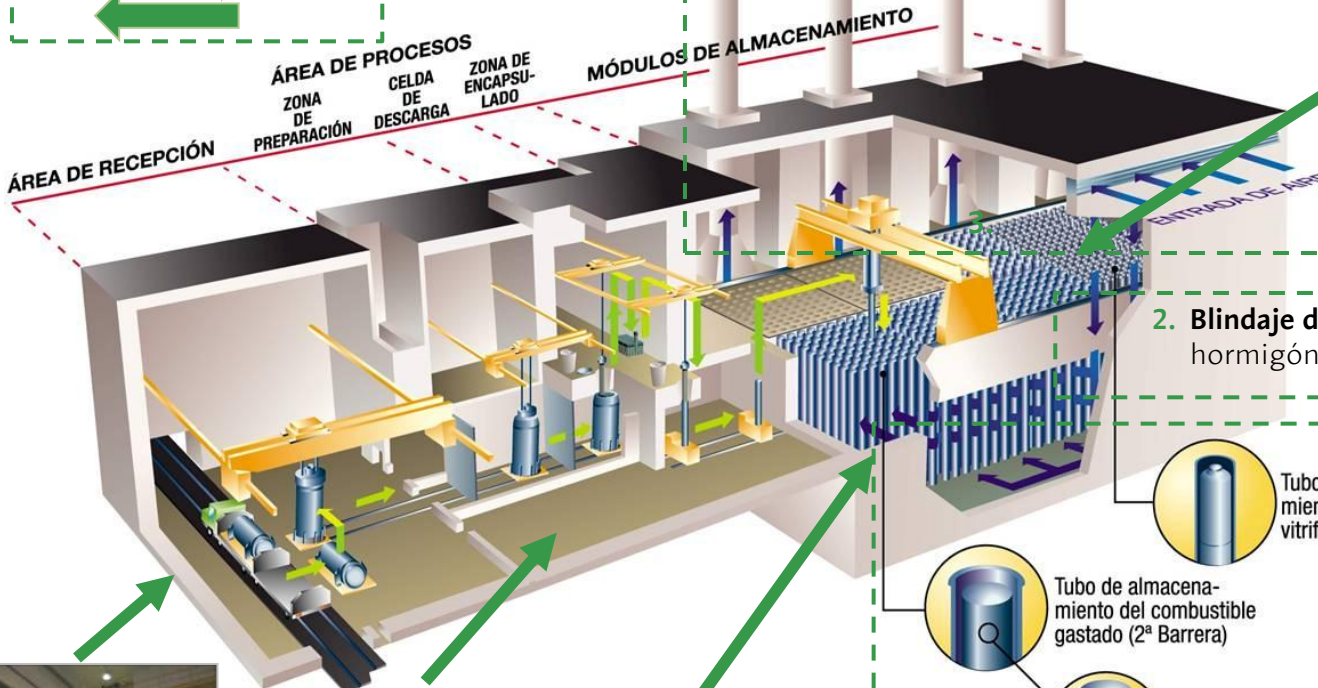
4. Recuperabilidad

Instalación de carácter reversible



3. Refrigeración pasiva

Tiro natural. El propio calor residual hace de motor de la refrigeración



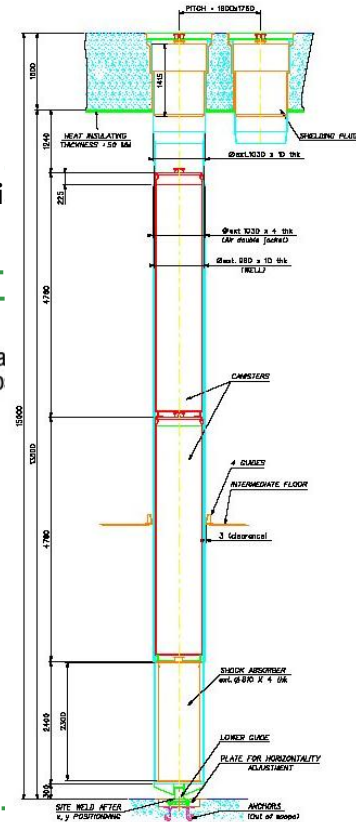
2. Blindaje de las radi hormigón de 1,8m

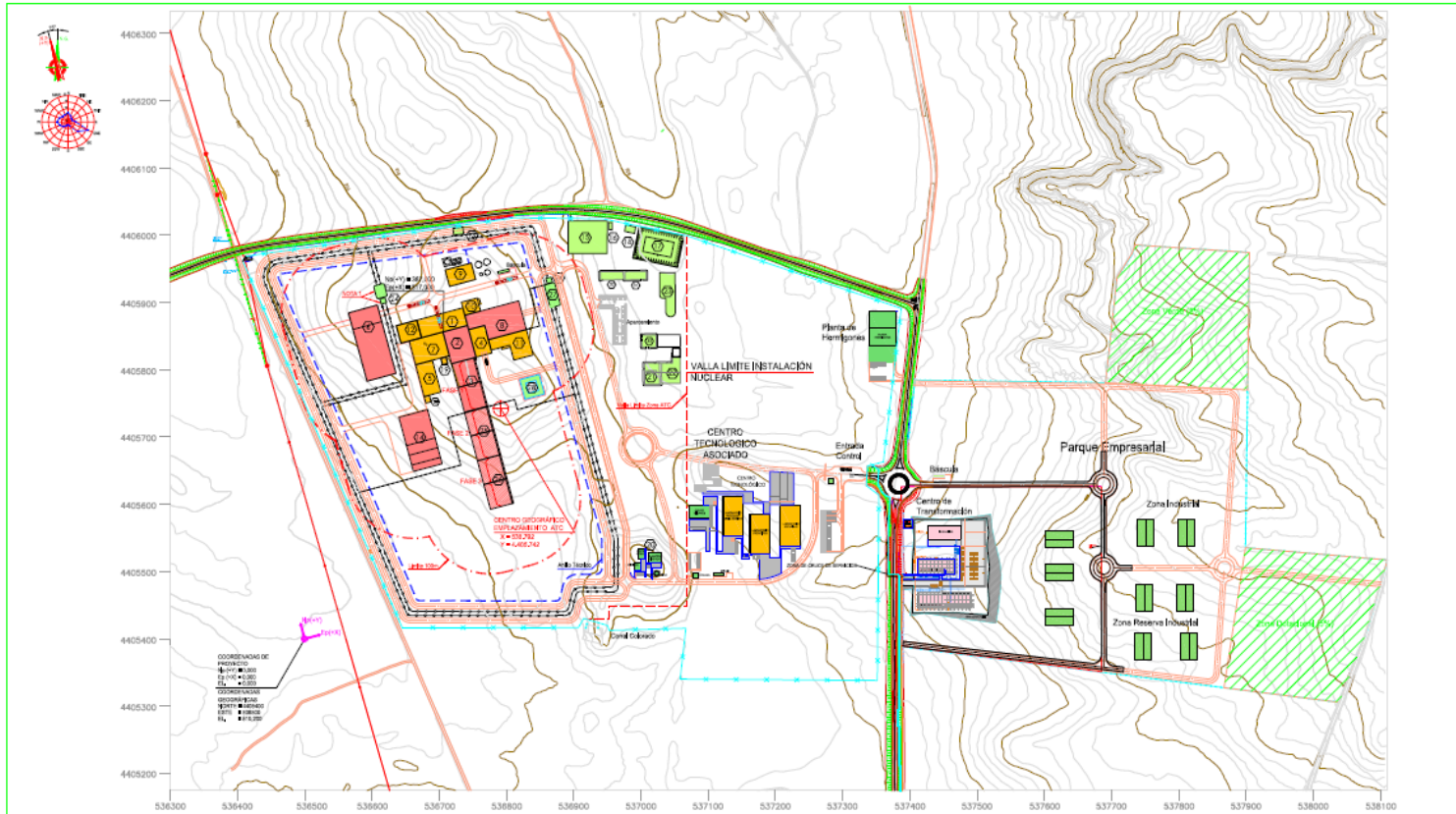
Tubo de almacenamiento de residuo vitrificados

Tubo de almacenamiento del combustible gastado (2ª Barrera)

Cápsula (1ª Barrera)

1. Confinamiento de la radiactividad:
aislamiento del medio ambiente.
Doble barrera (cápsula y tubo)





LEYENDA

- ① SERVICIO DE RECEPCIÓN
 - ② SERVICIO DE PROCESOS
 - ③ SERVICIO DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE GASTADO Y BAA FASE 1
 - ④ SERVICIO DE SERVICIOS AUXILIARES
 - ⑤ EDIFICIO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS RADIACTIVOS
 - ⑥ ALMACÉN DE ESPERA DE CONTENEDORES
 - ⑦ SALÓN DE MANTENIMIENTO DE CONTENEDORES
 - ⑧ LABORATORIO DE COMBUSTIBLE GASTADO
 - ⑨ EDIFICIO DE SERVICIOS TÉCNICOS
 - ⑩ EDIFICIO ELÉCTRICO
 - ⑪ SERVICIO DE SERVICIOS GENERALES
 - ⑫ PARRILLO DE CONTENEDORES VACÍOS
 - ⑬ ÁREA DE MUESTRA DE DESCARGA DE GASOL
 - ⑭ ALMACÉN DE RESIDUOS ESPECIALES
 - ⑮ SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
 - ⑯ CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
 - ⑰ BASE DE PLUMALES
 - ⑱ ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
 - ⑲ ALMACÉN DE GASES
 - ⑳ CENTRO DE DATOS METEOROLÓGICOS, SERVICIOS Y MEDIOAMBIENTALES
 - ㉑ SERVICIO DE FALDERES Y SERVICIOS 1
 - ㉒ SERVICIO DE FALDERES Y SERVICIOS 2
 - ㉓ SERVICIO ZONA DE SERVICIOS
- ⑳ CONTROL DE ACCESOS A ÁREA PROTEGIDA
 - ㉑ SERVICIO DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE GASTADO Y BAA FASE 2 (FUTURO)
 - ㉒ SERVICIO DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE GASTADO Y BAA FASE 3 (FUTURO)
 - ㉓ SEGURIDAD FÍSICA
 - ㉔ OFICINAS ENRISA
 - ㉕ ALMACÉN DE ORGANISMOS
 - ㉖ PANGAR
 - ㉗ VIVERO 2 AJUARAR 1
 - ㉘ VIVERO AJUARAR 2

- Edificio ATC
- Edificio ATC (combustible)
- Edificio Tecnológico
- Edificio de Servicios
- Calles / Aparcamiento
- Límite Actuación Vivero de Empresas
- Doble Vallado
- Límite Valta Exterior
- Futuras Ampliaciones

NOTAS
 1. EL SERVICIO VIVERO DE PROTECCIÓN DE ALMACÉN DE BARRAS DE COMBUSTIBLE DE BARRAS BAA VERDEBANDA LA INSTALACIÓN DE ATC Y VERDEBANDA EL CONTROL DE ACCESO A BARRAS BAA DEL SERVICIO VIVERO DE BARRAS BAA.

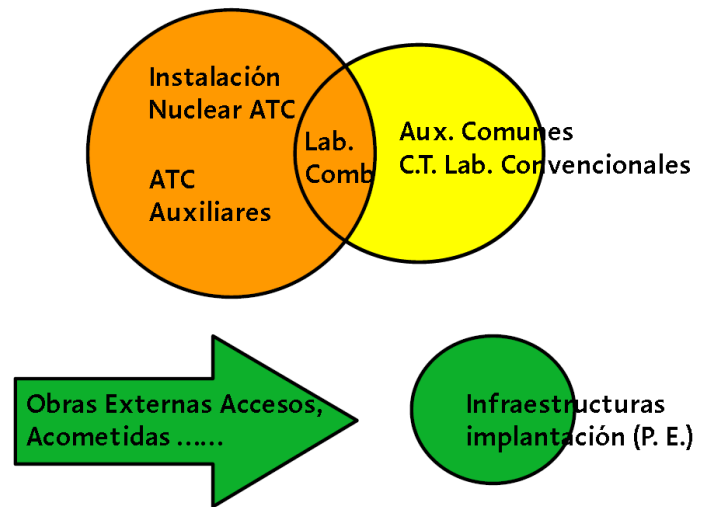
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	COMPROBADO	APROBADO
4		ESTADO PRELIMINAR	PKL	PTL	MM
3		ESTADO PRELIMINAR	PKL	PTL	MM
2		ESTADO PRELIMINAR	PKL	PTL	MM
1		ESTADO PRELIMINAR	PKL	PTL	MM
0		ESTADO PRELIMINAR	PKL	PTL	MM

	PROYECTO ATC Y CENTRO TECNOLÓGICO ASOCIADO	
	TÍTULO PLANO	
	DISPOSICIÓN GENERAL PRELIMINAR LOS BOLEOS / EL CHAFARRAL	
PROYECTO	PLANO Nº	ESCALA:
0 2	042 PA TC 0100	REV:
NIVEL DE CALDO	0	



• Instalación Nuclear

- Proceso principal: recepción, celda, bóvedas
- Módulo de Almacenamiento de Residuos de Media Actividad
- Almacén de espera de contenedores
- Laboratorio de Combustible y Residuos
- Taller de Mantenimiento
- Auxiliares



• Centro Tecnológico

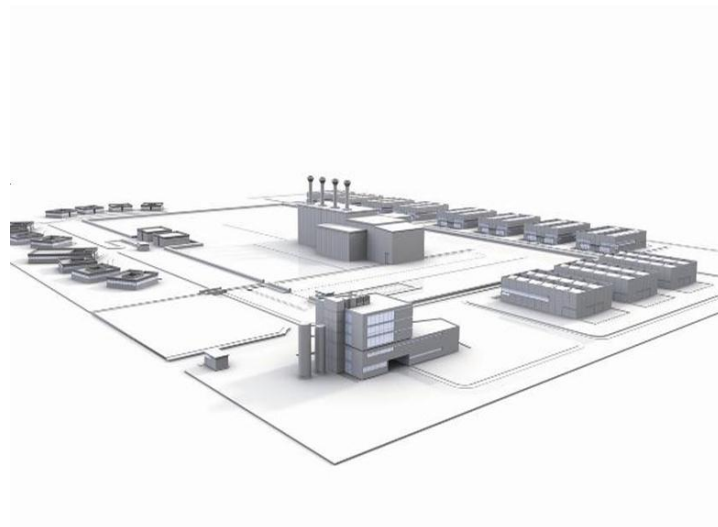
- Laboratorios no nucleares

• Parque empresarial

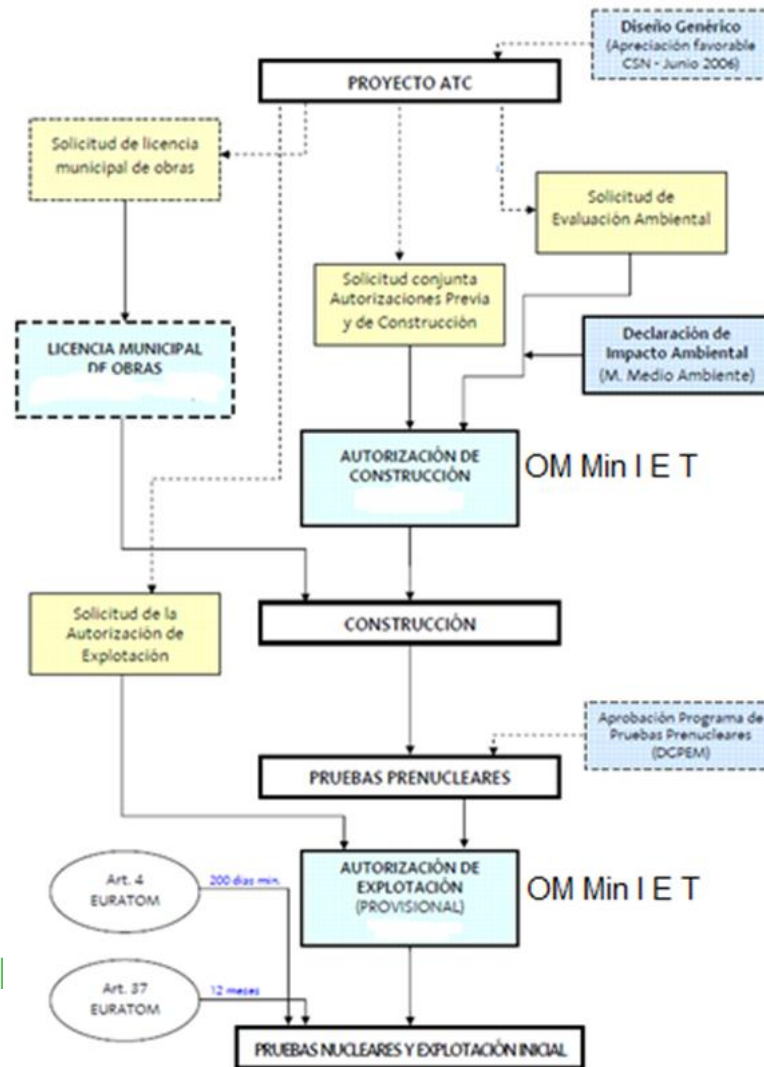
- Edificio de Vivero de Empresas y Laboratorio Conjunto
- Naves Industriales y tecnológicos

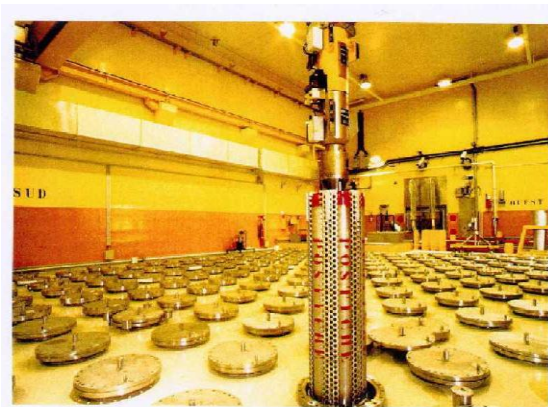
• Actuaciones externas

- Acometidas y accesos



- Para iniciar construcción se requiere
 - Autorización previa y de construcción (conjuntamente) por Orden Ministerial del Ministerio de Industria, Energía y Turismo:
 - Previo informe favorable del CSN
 - Previa Declaración de Impacto Ambiental positiva del Min. A y MA
 - Previo informe de la Comunidad Autónoma
 - Licencia urbanística
- Para iniciar la operación se requiere
 - Autorización de explotación por Orden Ministerial del Ministerio de Industria, Energía y Turismo
 - Previo informe favorable del CSN
 - Previo informe de la Comunidad Autónoma
- Objetivo de puesta en servicio desde la disponibilidad de los terrenos: 5 años





CASCAD (FRANCIA)



MARCOULE (FRANCIA)



LA HAGUE (FRANCIA)



HABOG (HOLANDA)



FORT ST. VRAIN (COLORADO, EEUU)



PACKS (HUNGRÍA)



FERROCARRIL



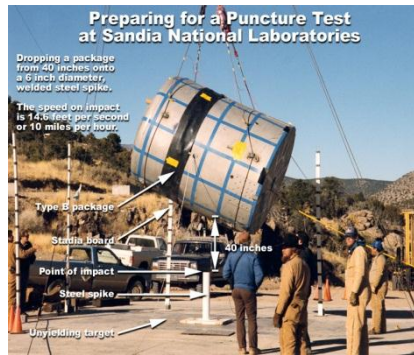
CARRETERA

Ambas modalidades son viables, pudiendo coexistir

- Tras la realización de un Estudio Logístico, para el ATC se ha seleccionado el **transporte por carretera**.
- La seguridad en el transporte de combustible gastado está garantizada por el **embalaje** y las **condiciones de transporte**.
- Los embalajes deben de estar sometidos a diferentes ensayos de caída libre, ensayos de fuego e inmersión para poder ser homologados:



CAÍDA LIBRE DESDE 9m SOBRE BLANCO RÍGIDO

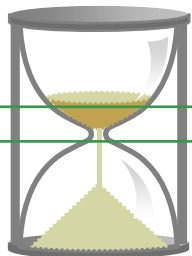


CAÍDA LIBRE DESDE 1m SOBRE PUNZÓN ACERO



FUEGO A 800° DURANTE 30 MINUTOS

ALMACENAMIENTO TEMPORAL



VÍA SECA



BÓVEDAS: HABOG (HOLANDA)



C. METÁLICOS: SURRY (EEUU)



C. HORMIGÓN: PICKERING (CANADÁ)



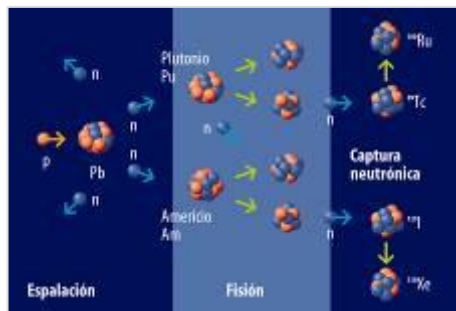
NICHOS: O'CONNOR (EEUU)

VÍA HÚMEDA

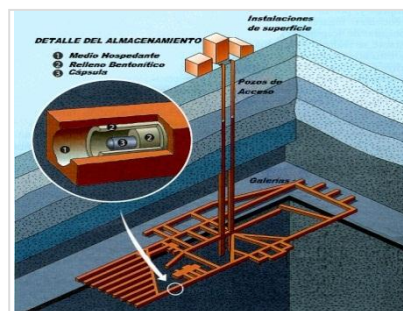


PISCINAS: CLAB (SUECIA)

GESTIÓN FINAL



SEPARACIÓN Y TRANSMUTACIÓN



ALMACENAMIENTO SUBTERRÁNEO

Clausura de instalaciones nucleares y radiactivas

- Cuando una instalación nuclear o radiactiva finaliza su vida útil, es necesario proceder a su desmantelamiento y clausura.
- El OIEA establece tres niveles para llevar a cabo las tareas de desmantelamiento de una C.N.



Desmantelamiento de Centrales Nucleares

- **C.N. Vandellós I**

- Desmantelamiento parcial (Nivel 2) finalizado (1998-2003)
- Desmantelamiento total (Nivel 3) tras un período de espera de 25 años



1998: SITUACIÓN INICIAL



2004: PERIODO DE LATENCIA

- **Resto CC.NN.**

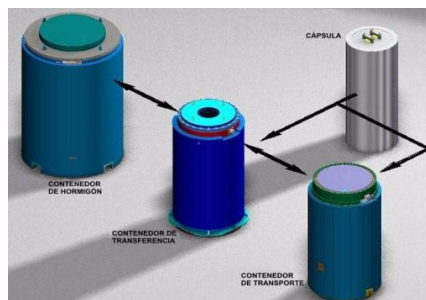
- Desmantelamiento total (Nivel 3), a efectos de cálculo y planificación, tres años después de la parada del reactor

Desmantelamiento de C.N. José Cabrera



- 2006-2009: Nivel 1

Parada de la central. Extracción del CG de la piscina del reactor y traslado a un Almacén Temporal Individualizado (ATI) para su almacenamiento en contenedores de hormigón (sistema HOLTEC)



DISEÑO CONCEPTUAL SISTEMA HOLTEC



UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN



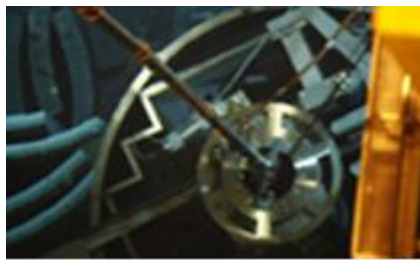
TRASLADO DEL CONTENEDOR



ALMACÉN TEMPORAL INDIVIDUALIZADO

- 2010-2016: Niveles 2 y 3

Desmantelamiento y clausura. Trabajos de desmontaje y descontaminación que incluyen la retirada del reactor y la rehabilitación final del emplazamiento para uso libre



CORTE DE LOS INTERNOS DEL REACTOR

Otras instalaciones

- FUA y La Haba : finalizadas y en fase de vigilancia
- Rehabilitación de Antiguas Minas de Uranio (1997-2000) $\left\{ \begin{array}{l} \text{Andalucía y Extremadura (1997-2000)} \\ \text{Salamanca (2006)} \end{array} \right.$
- Saelices El Chico (2001-2008)

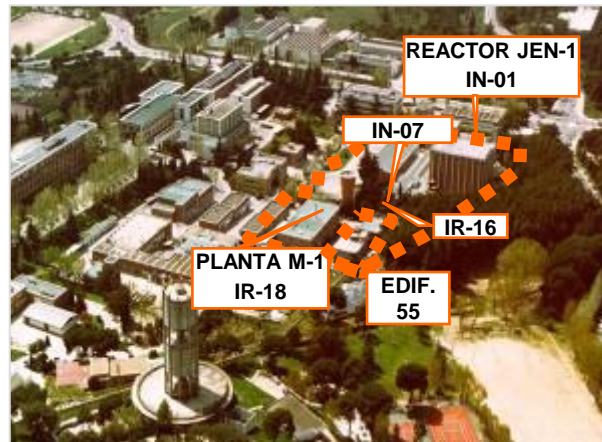


ANTES Y DESPUÉS DEL DESMANTELAMIENTO INSTALACIONES DE LA FUA



PROYECTO DE RESTAURACIÓN Saelices EL CHICO (SALAMANCA)

- CIEMAT (PIMIC) (2001-2014)



PLAN DE MEJORA DE LAS INSTALACIONES DEL CIEMAT

Otras actuaciones

- Protocolo colaboración sobre la vigilancia radiológica de los materiales metálicos
- Apoyo a la respuesta en caso de emergencia
- Gestión cabezales radiactivos de pararrayos
- Gestión detectores iónicos de humos (DIH's)
- Gestión otros materiales radiactivos aparecidos fuera del sistema regulador



POLVO CONTAMINADO ACERÍA



RETIRADA PARARRAYOS



FUENTE INTERVENIDA

Objetivos

- Obtener conocimientos y tecnología
- Poner a punto técnicas y metodologías industriales

Criterios

- Potenciar capacidades propias en marco internacional
- Recursos y objetivos acordes con PGRR
- Flexibilidad para adaptarse a cambios
- Continuidad en los programas

Desarrollo

- Planes quinquenales (6º Plan I+D 2010-2014)
- Participación en Programas Marco UE
- CIEMAT y otros OPIS, Universidades, empresas, fundaciones, etc. con coordinación y gestión de ENRESA

Resultados

- Capacidades operativas y aplicaciones directas en todos los ámbitos de la gestión
- Infraestructura organizada y “estable”
- Reconocimiento internacional y refuerzo imagen de ENRESA



enresa

Oficina Virtual Empleo Perfil de contratante Contacto **English**

Inicio | Nosotros | Actualidad | Actividades y Proyectos | Seguridad y Medio Ambiente | Publicaciones y Multimedia

El ATC Español

Toda la información sobre el proyecto técnico del Almacén Temporal Centralizado

¿Qué es el ATC?
Toda la información sobre el proyecto técnico del Almacén Temporal Centralizado

- [Nota de prensa](#)
- [Dossier ATC](#)
- [La gestión de los residuos de alta actividad](#)
- [Estratos 93 especial ATC, incluye referencias internacionales](#)
- [Estratos 96, curso de verano sobre el ATC en la UIMP](#)
- [Vídeo: Un modelo de gestión eficaz y segura de los residuos radiactivos](#)
- [Vídeo: Descripción de procesos del ATC](#)
- [Vídeo: El ATC Español. Una solución, un impulso.](#)
- [Infografía del ATC](#)

explora Enresa

Investigadores y Estudiantes Profesionales Prensa

¿Qué hacemos?



Lo más popular

[almacenamiento, alta actividad, ATC, baja y media actividad, blindaje,](#)

03/04/2014
[El Cabril realiza con éxito su simulacro de emergencia anual](#)
El Centro de Almacenamiento de El Cabril ha celebrado esta mañana con éxito su simulacro de emergencia anual bajo la supervisión del Consejo de...

Muchas gracias



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

