



10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10)

SD-25. El desmantelamiento de las centrales nucleares. El caso de la central José Cabrera. Organizada por Enresa

**Proyectos de desmantelamiento en España Aspectos técnicos.
Referencias internacionales**

Sergio Vidaechea. Enresa



Martes, 23 de noviembre de 2010



DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES NUCLEARES

***Proyectos de desmantelamiento en España
Aspectos técnicos. Referencias internacionales***

Sergio Vidaechea – ENRESA

Desmantelamiento

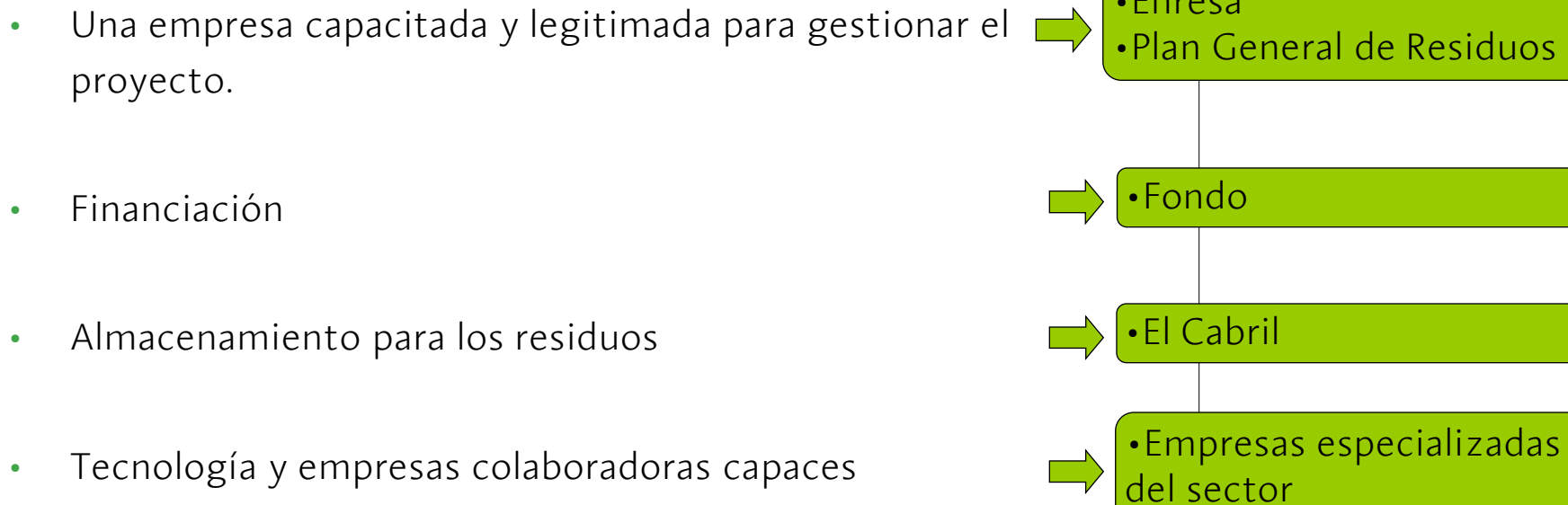
¿Por qué se desmantela una instalación nuclear?

- Existencia de materiales contaminados radiactivamente por el proceso de transformación de la energía nuclear en energía termoeléctrica.
- Opciones:
 - Abandono de la instalación
 - Vigilancia indefinida de la instalación
 - Desmantelamiento
- Voluntad de protección de las personas y el medio ambiente.

Se desmantela para optimizar la seguridad a largo plazo, evitando la degradación de edificios y estructuras y minimizando los costes de vigilancia y mantenimiento

Desmantelamiento

¿Qué se necesita para poder desmantelar?



Desmantelamiento

Niveles de desmantelamiento según la OIEA

NIVELES DE DESMANTELAMIENTO			
	Nivel 1 Cierre bajo vigilancia	Nivel 2 Desclasificación parcial y condicional del emplazamiento	Nivel 3 Desclasificación total e incondicional del emplazamiento
ESTADO DE LA INSTALACIÓN	Mantenimiento en el estado original	Reducción al mínimo de volúmenes confinados. Reforzamiento de estanqueidad y protección biológica	Desmantelada
ESTADO DE LOS EQUIPAMIENTOS	Mantenimiento de barreras. Acceso muy limitado. Confinamiento controlado.	Una o varias barreras, acceso libre alrededor del confinamiento.	Se han retirado los materiales con actividades significativas.
DISPOSICIONES PARTICULARES	Evaluación de fuentes radiactivas	Descontaminación de zonas liberadas	Ausencia de radiactividad
VIGILANCIA	Continua	Restringida e intermitente	No requerida
INSPECCIÓN	Periódica y continua	Escalonada en el tiempo	No requerida
VERIFICACIÓN	Adaptada al nivel de riesgo	Menos rígida y adaptada al nivel de riesgo	No requerida
DURACIÓN	20-50 años	100-200 años	Ilimitada

Desmantelamiento: Aspectos relevantes

- Descargas del combustible
- Inventario radiactivo
- Seguridad
 - Seguridad Radiológica
 - Seguridad Convencional
- Gestión de Materiales / Residuos
 - Gestión de materiales: Desclasificación
 - Gestión de Residuos Radiactivos
 - *Caracterización de los materiales*
 - *Establecimiento de niveles*
 - *Volúmenes*
 - Gestión de Residuos Industriales no Radiactivos
 - Minimización
- Tecnologías
 - Métodos de descontaminación
 - Técnicas de desmontaje
 - Herramientas de corte
 - Herramientas de demolición
 - Operaciones de control remoto
- Coste

Desmantelamiento: Política de clausura en España

- Centrales Nucleares

- **Vandellós I**

- Desmantelamiento parcial (Nivel 2), 1998-2002

- Desmantelamiento total (Nivel 3) tras un período de espera de 30 años

- **Resto CC.NN.**

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

- C.N. José Cabrera (Zorita), parada en mayo 2006 – Desmantelamiento a nivel 3

- Otras Instalaciones

- **PIMIC (CIEMAT) : en fase final de ejecución**

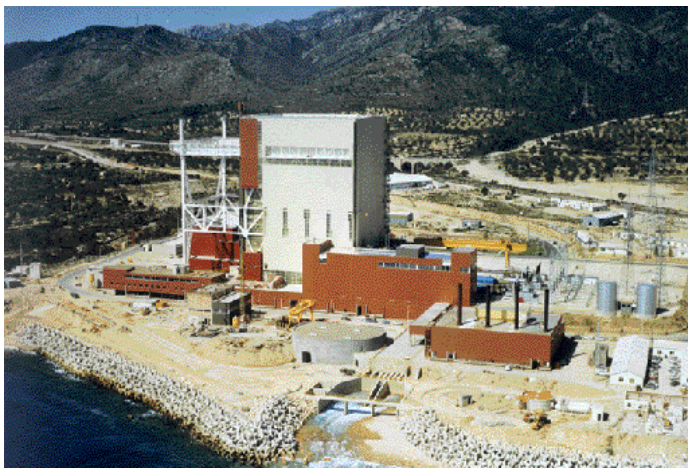
- **FUA y La Haba : finalizadas y en fase de vigilancia**

- **Rehabilitación de Antiguas Minas de Uranio (1997-2000)**

- **Mina Saelices: en ejecución**

PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLÓS-I

Datos básicos



Tipo de reactor: Uranio natural grafito-gas (GCR)

Propietario: HIFRENSA

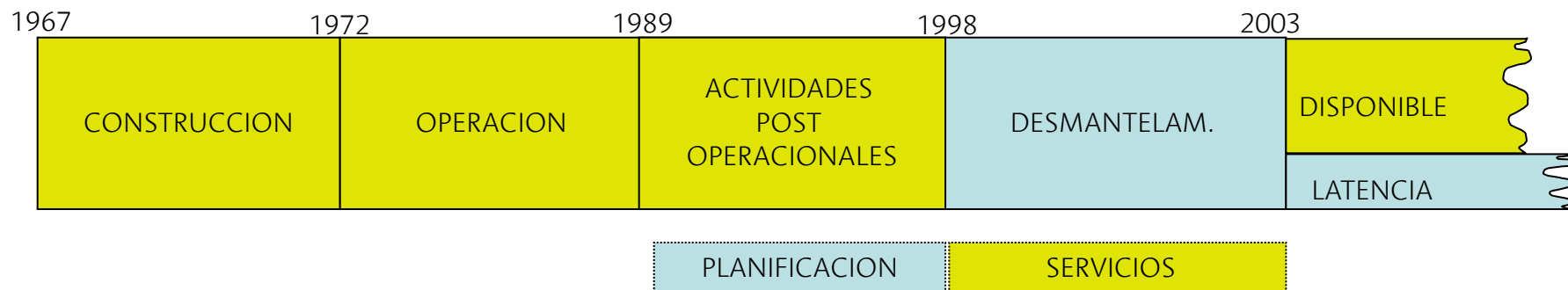
Potencia eléctrica: 500 MWe

Inicio: Mayo de 1972

Cierre: Octubre de 1989

Energía generada: 55.000 Gwh.

TRANSFERENCIA
DE
RESPONSABILIDAD



Hitos del Proyecto

Enero 1998 Aprobación Plan de Desmantelamiento y Clausura

Febrero 1998 Transferencia de la titularidad de la Central

Marzo 1998 Inicio de la fase preparatoria

Enero 1999 Finalización de las pruebas de los nuevos sistemas implantados

Marzo 1999 Autorización del CSN para el desmantelamiento en zona radiológica

Abril 1999 Inicio de los trabajos de desmantelamiento en zona radiológica

Abril de 2000 Aislamiento del cajón del reactor y prueba de estanqueidad

Julio 2001 Aprobación del proceso de desclasificación de materiales

Febrero 2002 Aprobación del proceso de desclasificación de superficies

Julio 2002 Aprobación del proceso de desclasificación combinado

Junio 2003 Conclusión del proyecto

Enero 2005 Autorización para la entrada en latencia

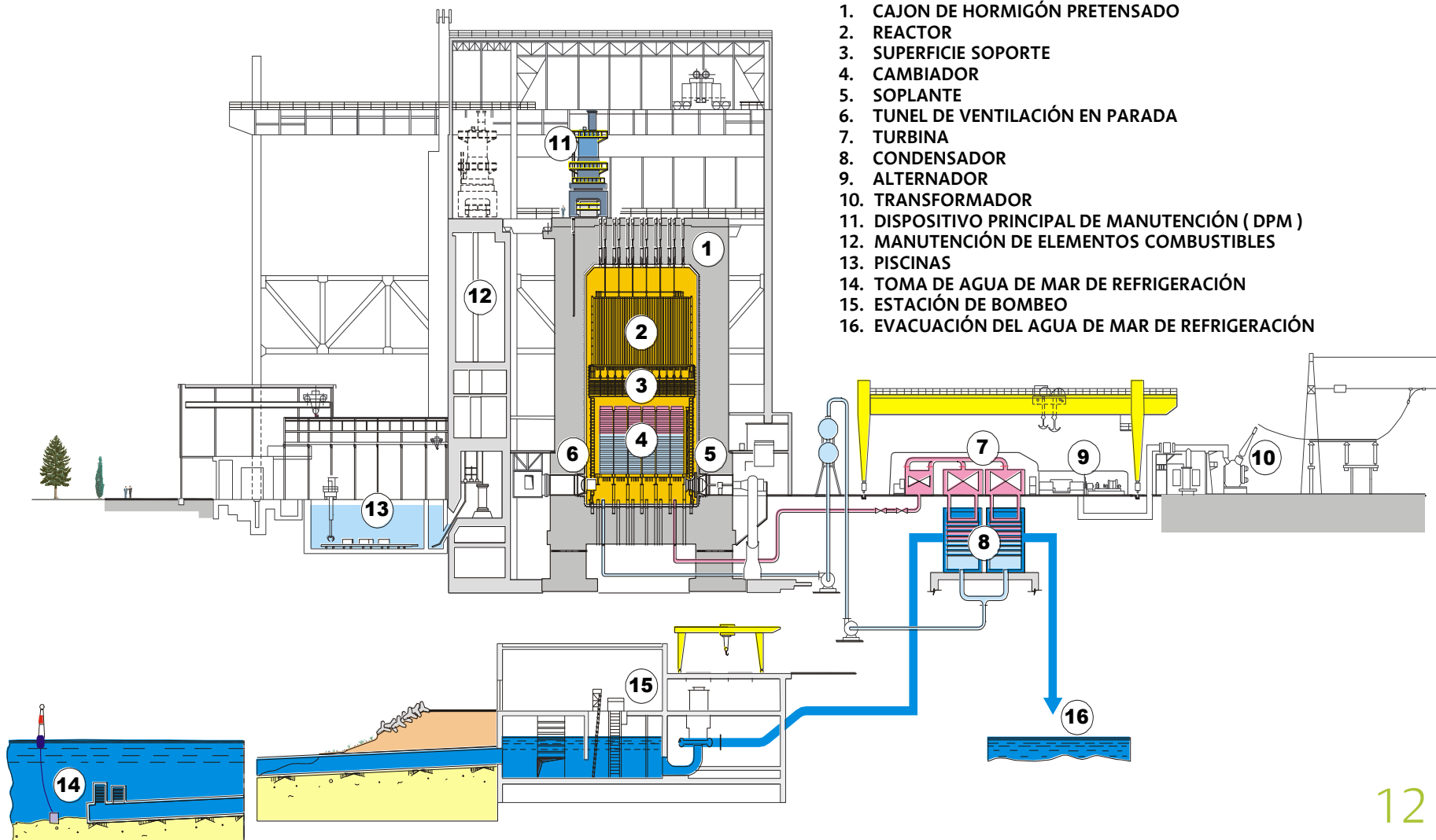
Situación inicial



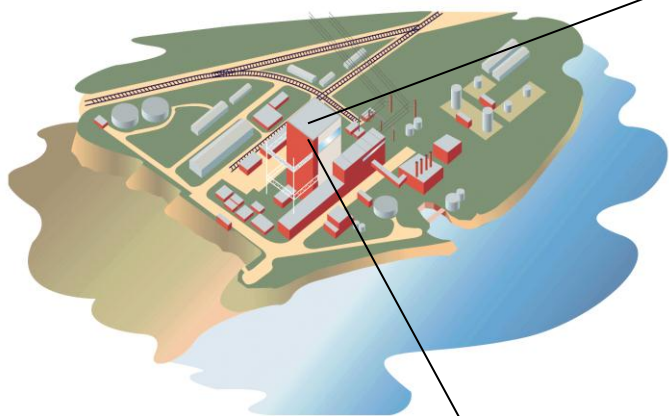
Situación inicial: Descripción

LEYENDA

1. CAJON DE HORMIGÓN PRETENSADO
2. REACTOR
3. SUPERFICIE SOPORTE
4. CAMBIADOR
5. SOPLANTE
6. TUNEL DE VENTILACIÓN EN PARADA
7. TURBINA
8. CONDENSADOR
9. ALTERNADOR
10. TRANSFORMADOR
11. DISPOSITIVO PRINCIPAL DE MANUTENCIÓN (DPM)
12. MANUTENCIÓN DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES
13. PISCINAS
14. TOMA DE AGUA DE MAR DE REFRIGERACIÓN
15. ESTACIÓN DE BOMBEO
16. EVACUACIÓN DEL AGUA DE MAR DE REFRIGERACIÓN



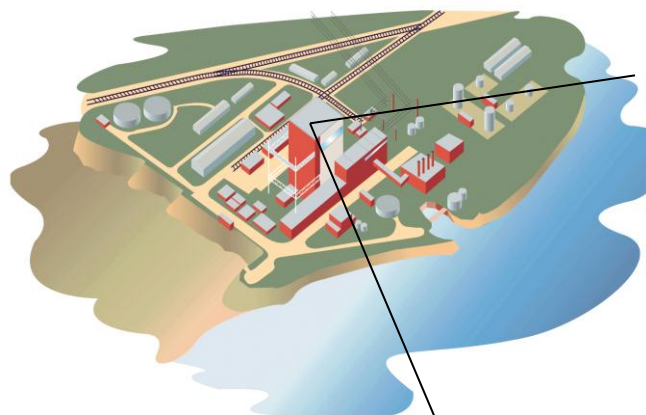
Situación inicial



Cajón del reactor



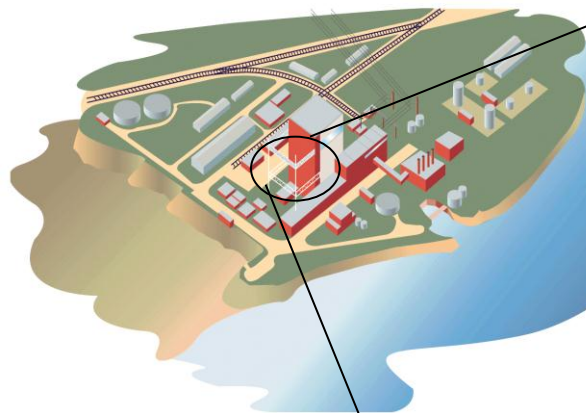
Situación inicial



Dispositivo
Principal de
Manutención



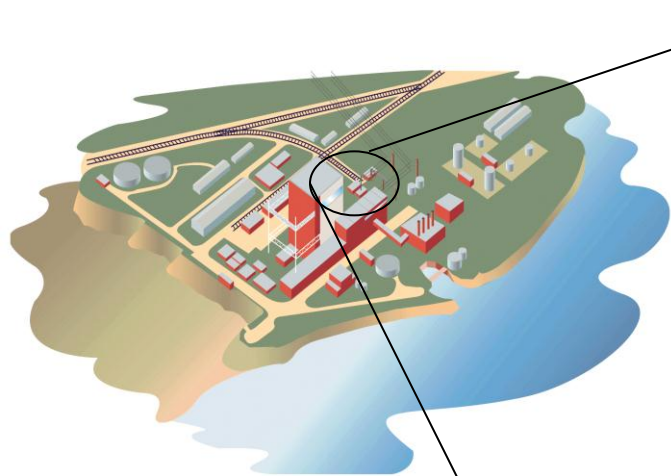
Situación inicial



Piscinas de
almacenamiento
de combustible

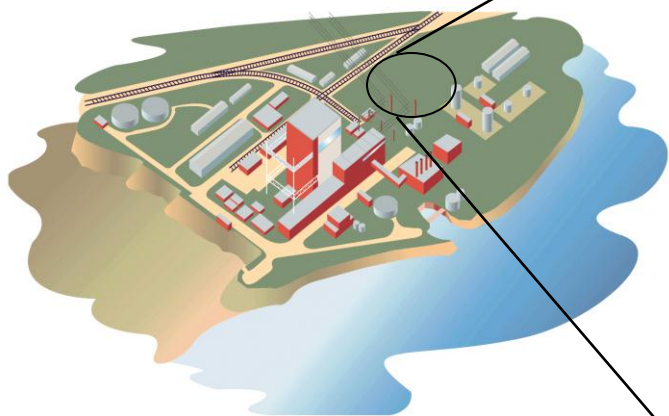


Situación inicial

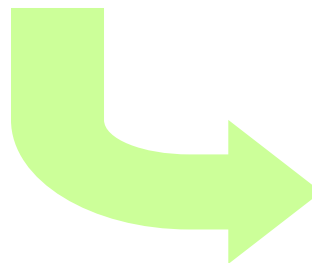


Grupos
turboalternadores

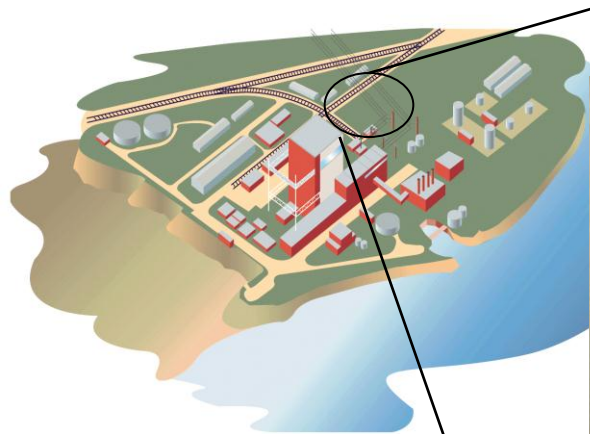
Situación inicial



Central Auxiliar



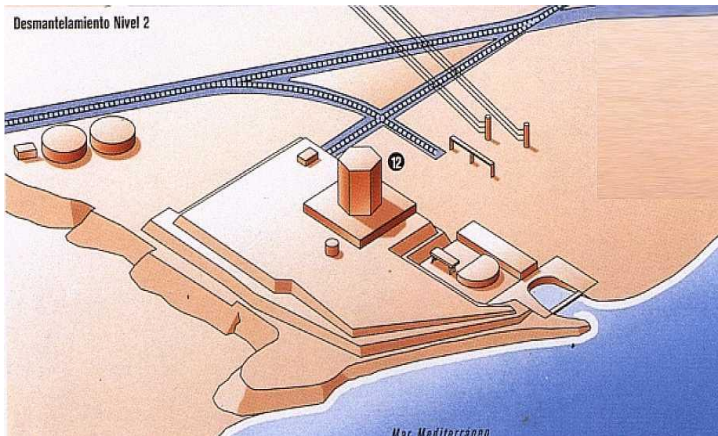
Situación inicial



Sala de Mando



Situación final



Situación final: Periodo de latencia



Control del cajón del reactor:

En continuo:

Temperatura

Presión

Humedad

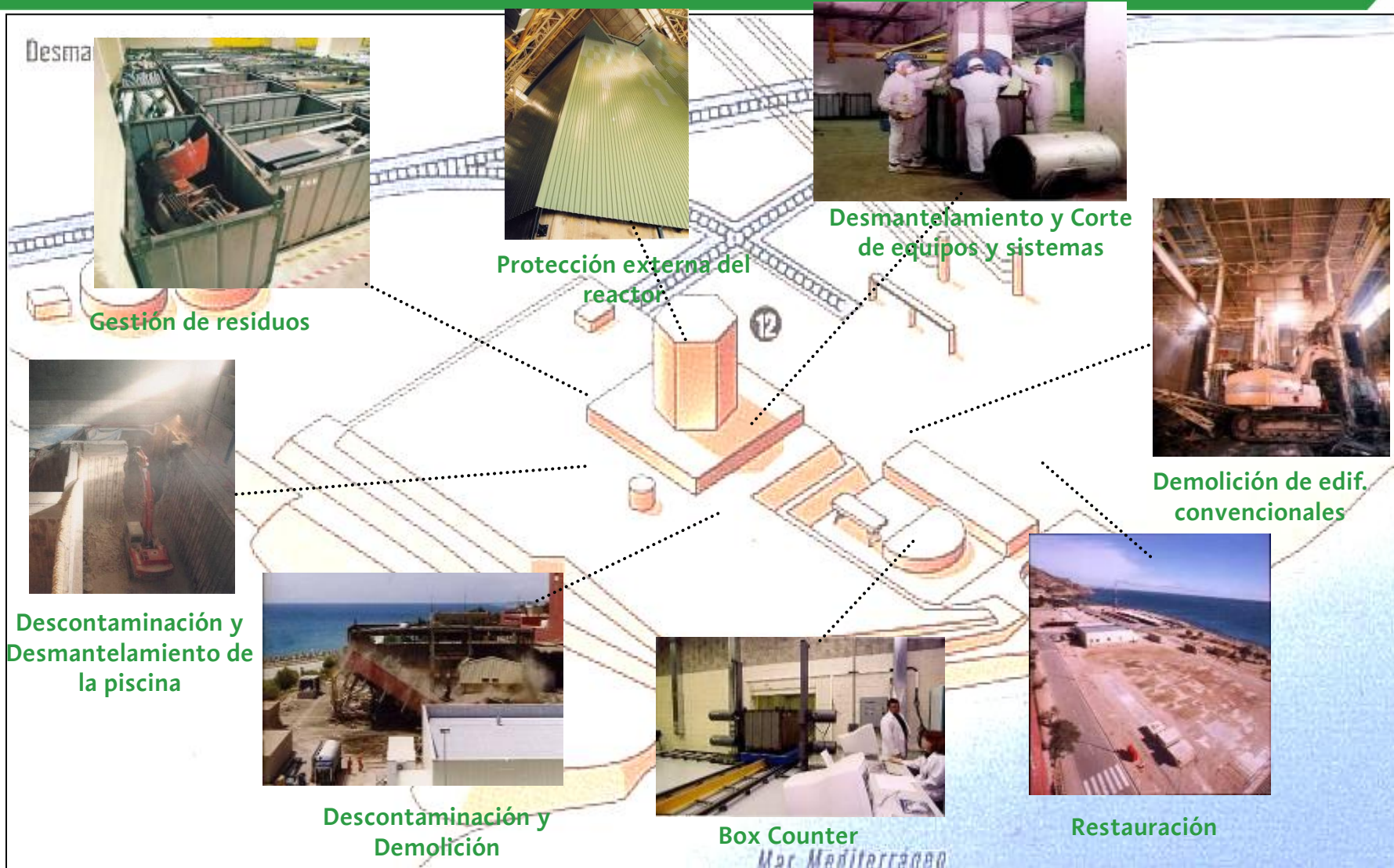
Periódicamente:

Estanqueidad

Control de corrosión

Inspección con cámaras de TV

Actividades realizadas



Actuaciones Realizadas

Desmantelamiento de Equipos y Sistemas en la Nave del Reactor



*** Demolición No Incluida**

- | | | | |
|-----------|---------------|-------------------------|---------------|
| • Inicio: | Abril, 1999 | • Materiales generados: | 4.062 t |
| • Final: | Octubre, 2000 | • Materiales limpios: | 3.974 t (98%) |

Actuaciones Realizadas

Desmantelamiento del Edificio de Combustible



• Inicio: **Diciembre, 1999**

• Final: **Febrero, 2002**

• Materiales generados: **1.032 t**

• Materiales limpios: **875 t (84%)**

Actuaciones Realizadas

Desmantelamiento de la Nave de Piscinas



• Final: **Febrero, 2002**

• Inicio: **Julio, 1999**

• Materiales generados: **1.219 t**

• Materiales limpios: **1.028 t (84%)**

Actuaciones Realizadas

Desmantelamiento de los Silos de Grafito



• Inicio: Septiembre, 2000

• Final: Noviembre, 2002

• Materiales generados: 992 t

• Materiales limpios: 795 (80%)

Actuaciones Realizadas

Demolición del Edificio del Auxiliares Eléctricos

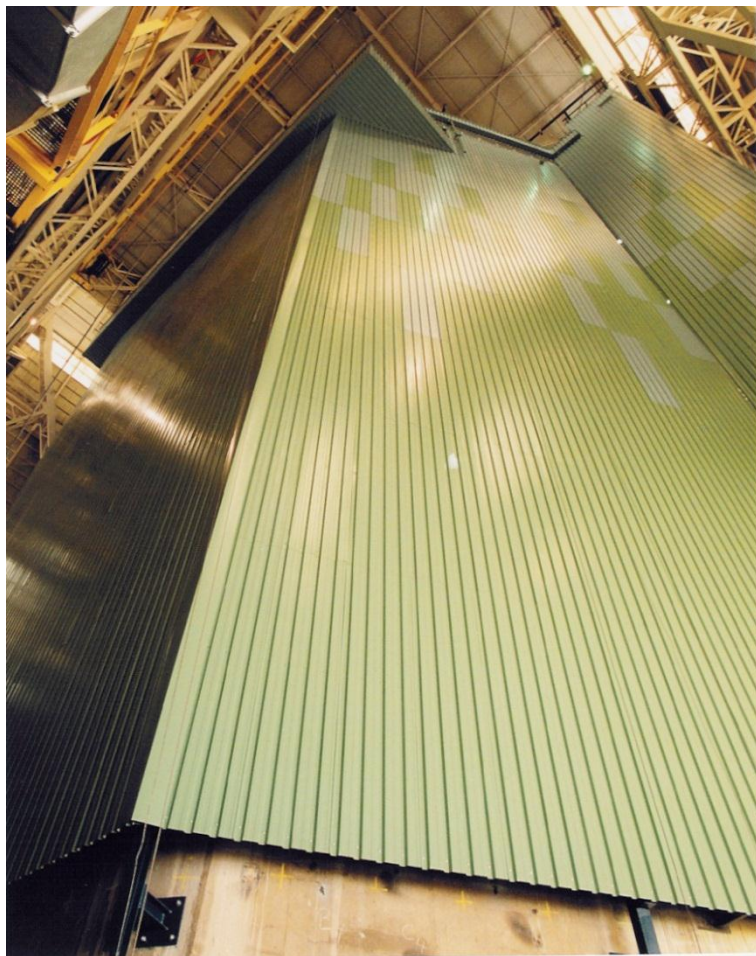


Desmontaje de todos los equipos y sistemas del edificio y demolición de sus cotas superiores. La parte inferior ha sido reutilizada para albergar las **dependencias de seguridad y servicios** de la instalación para el periodo de latencia.

- Inicio: Septiembre, 2001
- Final: Marzo, 2002

Actuaciones Realizadas

Montaje de la Estructura de Protección de Intemperie



- **Definición:** Revestimiento del cajón del reactor con chapa de acero galvanizado situada a 1,5 metros del cajón. Arranca en la cota +16 y se prolonga hasta seis metros por encima de la losa del reactor.
- **Duración:** Enero 2001 / Junio 2001
- **Personal directamente involucrado:** 70
- **Características:**
 - **Peso:** 350 t
 - **Superficie:** 5.700 m²
 - **Resistencia al viento:** 204 km/h

Actuaciones Realizadas

Desmontaje de la protección de la Nave del Reactor

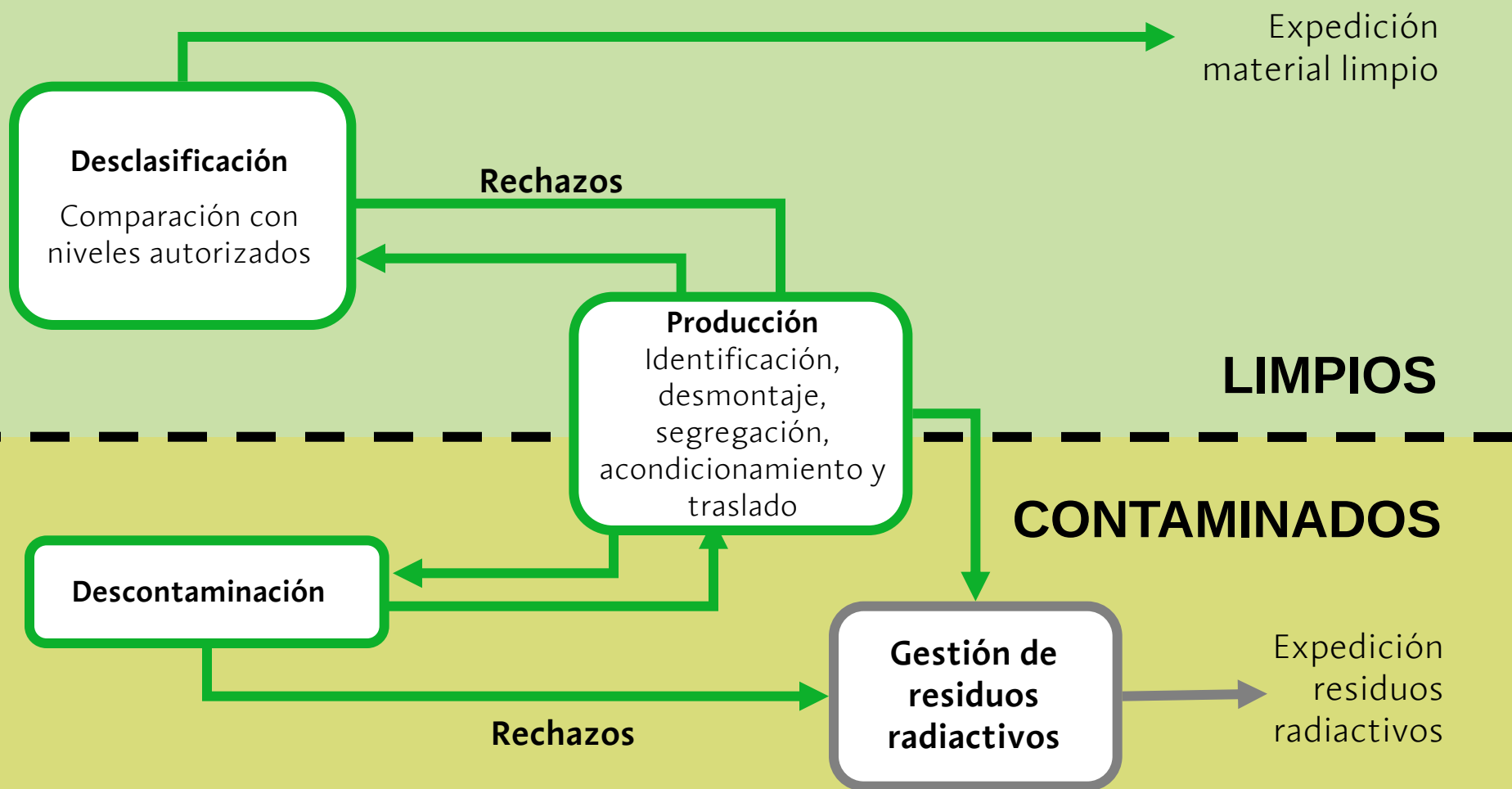


- Inicio: Mayo, 2002
- Final: Octubre, 2002
- Materiales generados:
 - 3.200 t de acero
 - 14.000 m² de chapa
 - 2.000 m² de tela asfáltica
 - 3.500 m³ de hormigón

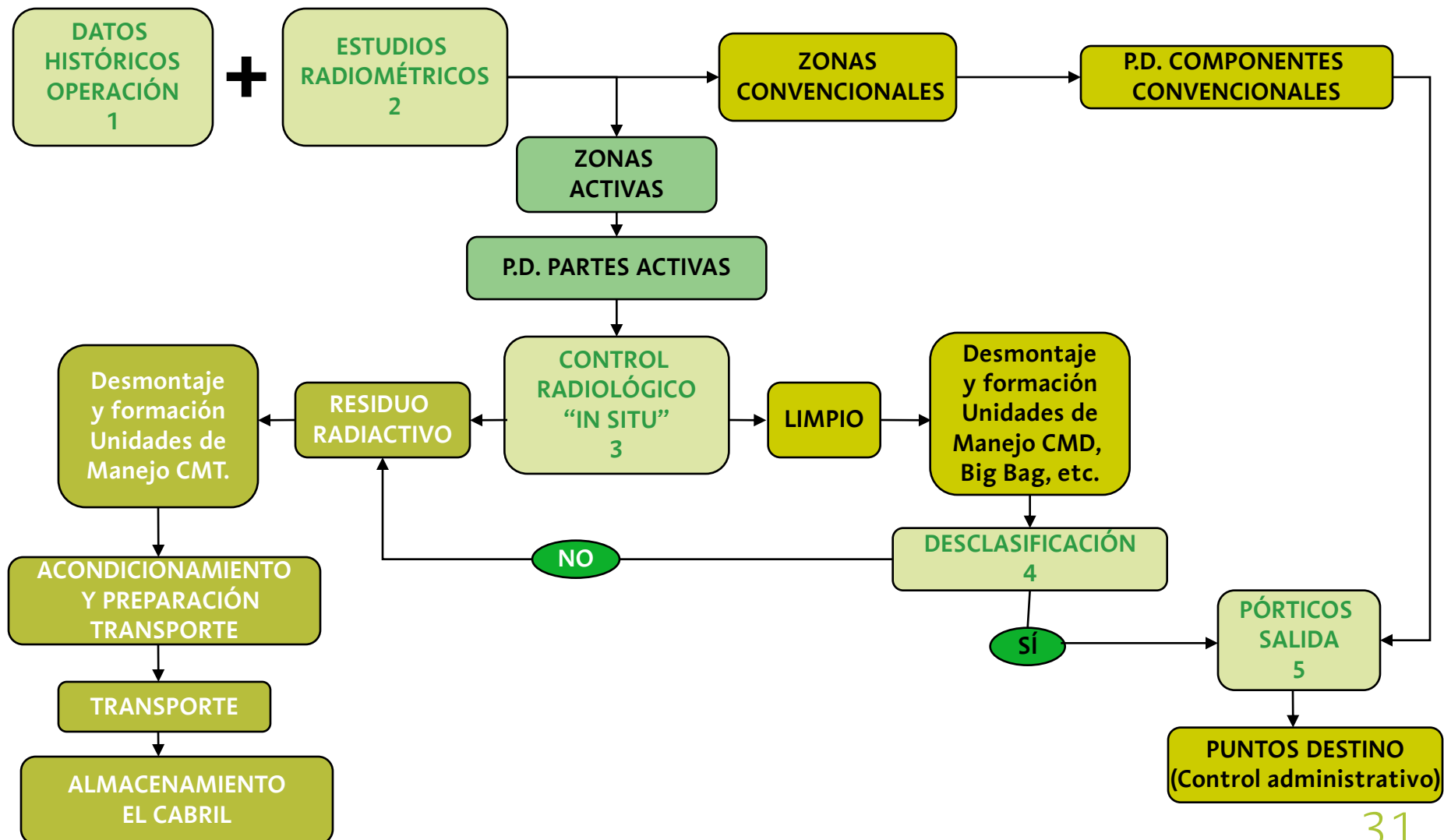
Control Institucional

- Consejo de Seguridad Nuclear (inspector residente)
- Ministerio de Industria y Energía
- Ministerio de Medio Ambiente
- Delegación del Gobierno en Cataluña
- Ayuntamiento de Vandellós-Hospitalet y fuerzas locales
- Delegación de Industria Generalitat Tarragona
- Delegación de Medio Ambiente
- Corporaciones municipales de los ayuntamientos del área de influencia
- Universidad Rovira i Virgili
- Consell Comarcal Baix Camp
- Colegio de Ingenieros de Cataluña

Proceso de gestión de materiales



Proceso de gestión de materiales: Sistema de control



Gestión de Materiales

Almacenamiento



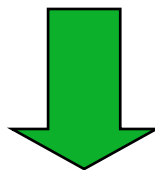
Contenedores Metálicos de Transporte



Centro de
Almacenamiento de El
Cabril



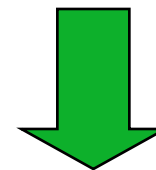
Contenedores de Medida y
Desclasificación



Reciclaje



Contenedores para
segregación de banales



Vertederos controlados

Segregación y conformación de UMAs



Gestión de Materiales



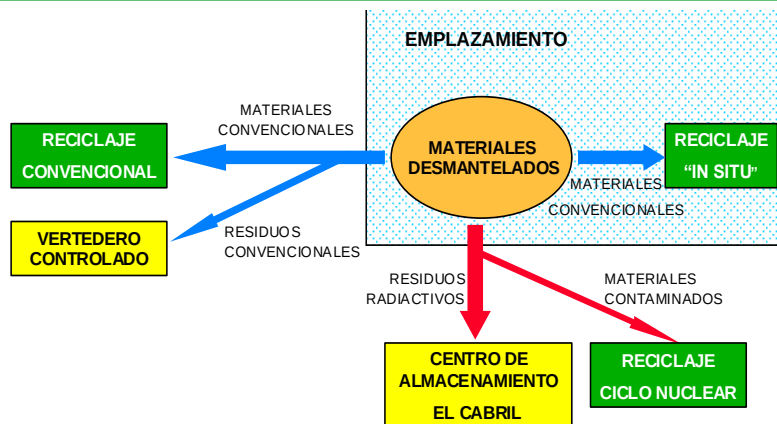
Gestión de Materiales



Gestión de Materiales



Gestión de materiales: Reciclaje



TOTAL MATERIALES: 310.000 t

• **MATERIALES RECICLADOS: 298.000 t**

Hormigones reciclados "in situ": **277.000 t**

Materiales limpios reciclados en el exterior: **20.800 t**

- Chatarras: **16.500 t**

- Otros materiales: **4.300 t**

Materiales contaminados reciclados en el ciclo nuclear: **200 t**



PORCENTAJE RECICLADO: 96%

Descontaminación



DESCONTAMINACIÓN DE MATERIALES

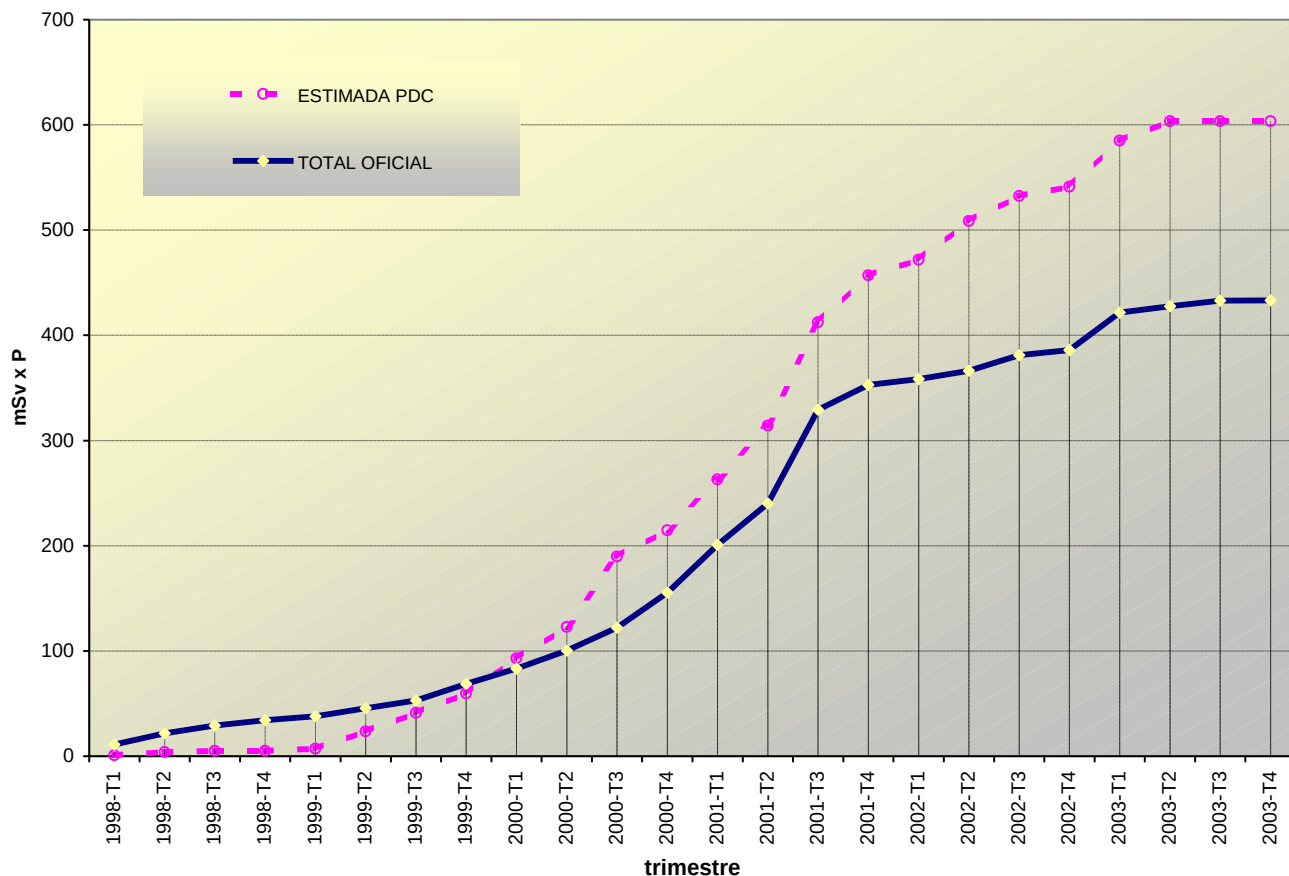
- 7.671 t caracterizadas
- 30 t descontaminadas



DESCONTAMINACIÓN DE SUPERFICIES

- 125.000 m² caracterizadas
- 15.000 m² descontaminadas

Dosis acumulada oficial



603,391

433,130



Algunas Cifras Significativas

- **Presupuesto oficial:** 90.906.000 €
- **Coste final:** 94.605.769 €

- **Duración estimada:** 60 meses
- **Duración real:** 63 meses

***PLAN INTEGRADO PARA LA MEJORA DE LAS
INSTALACIONES DEL CIEMAT (PIMIC)
PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO***

Objetivos y Alcance

Objetivos

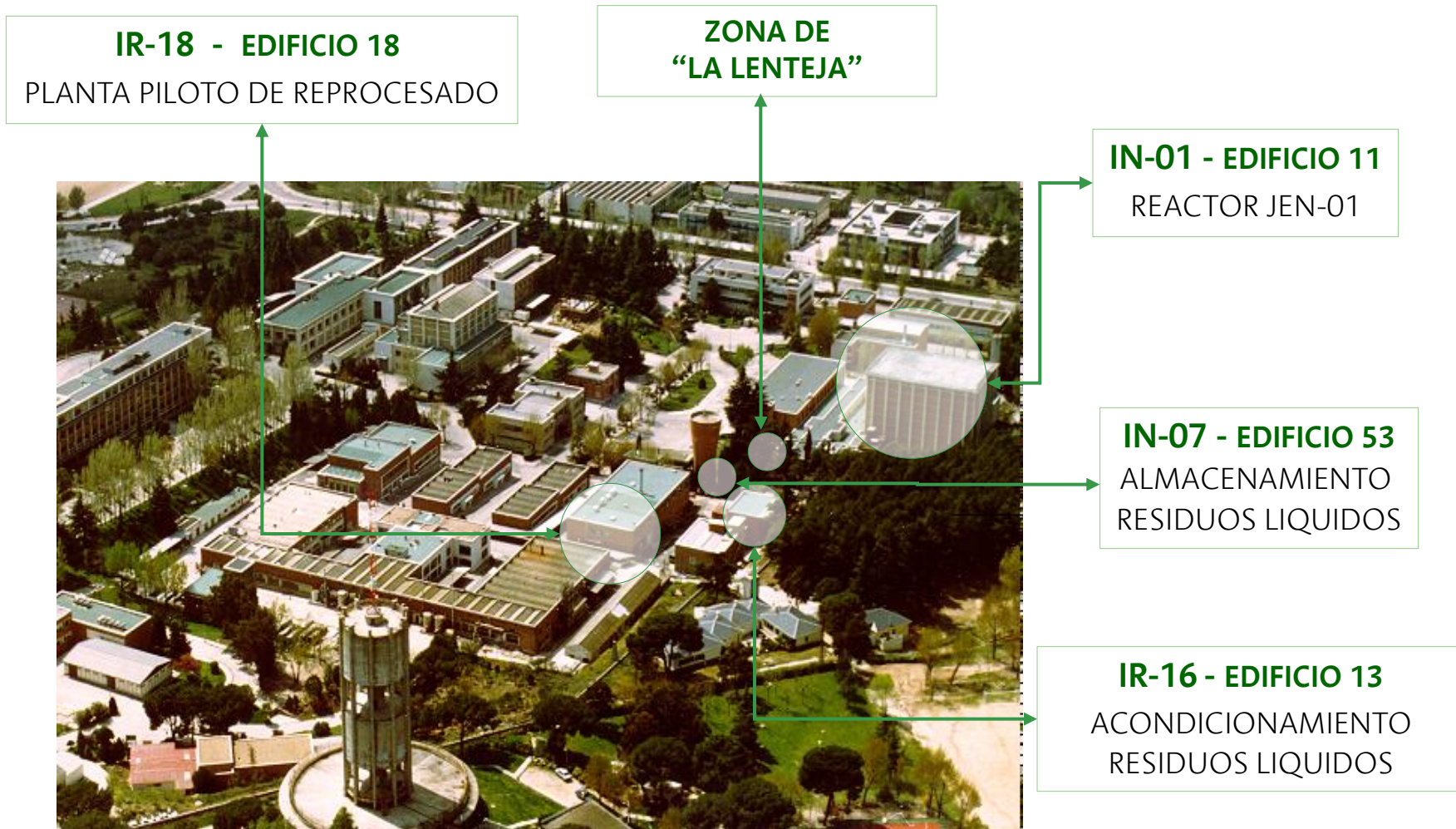
- **DESMANTELAMIENTO** de antiguas instalaciones fuera de Servicio
 - Relacionadas con el Ciclo de Combustible y actividades de I+D
- **RESTAURACIÓN** de zonas afectadas
- **MEJORA** de Edificios + Instalaciones
 - para uso actual y futuro
- **MEJORAR** la **SEGURIDAD**
- **MINIMIZAR** la generación de **RESIDUOS**



TENIENDO PRESENTE

- Respetar las características medioambientales y urbanísticas del Centro,
- Manteniendo el normal uso del Centro y sus actividades de I+D

ALCANCE DEL PROYECTO



Proceso Administrativo

HITOS y AUTORIZACIONES

JUL-2002	CIEMAT presentó Autorización de Desmantelamiento
JUL-2005	Presentación del Plan Desmantelamiento y Clausura + Doc. Licencia (MITyC)
OCT-2005	Resolución Favorable DIA (DG Calidad y Evaluación Ambiental)
NOV-2005	Autorización Desmantelamiento (MITyC)
NOV-2005	Instrucciones Técnicas Complementarias (CSN)
FEB-2006	Concesión de la Licencia de Obras (Ayto. de Madrid)
MAR-2006	Comienzo Obras – Instalaciones Auxiliares
DIC-2006	Inicio trabajos radiológicos ZONA ESTE
ENE-2007	Inicio trabajos radiológicos ZONA OESTE



LICENCIAMIENTO

ACTUACIONES REALIZADAS

- Dic 08: Remisión al CSN del Plan de Control de Materiales Desclasificados (PCMD rev. 4) y del Plan de Pruebas de la Desclasificación de Superficies.
- Febrero 09: Plan de Pruebas Oficial de la Desclasificación de Superficies y Grandes Piezas.
- Marzo 09: Envío al CSN del Plan de Gestión de Residuos (rev. 3) y del Estudio de Seguridad (rev. 3).
- Mayo 09: Autorización de la Metodología de Desclasificación de Superficies.
- Junio 09: Simulacro de activación del Plan de Emergencia.
- Julio 09: Envío al CSN de la Rev.1 del Plan de Restauración del Emplazamiento.

PRÓXIMAS ACTUACIONES

- Plan de Pruebas del proceso de desclasificación de materiales (nuevos isotópicos)
- Licenciamiento del Plan de Restauración del Emplazamiento.

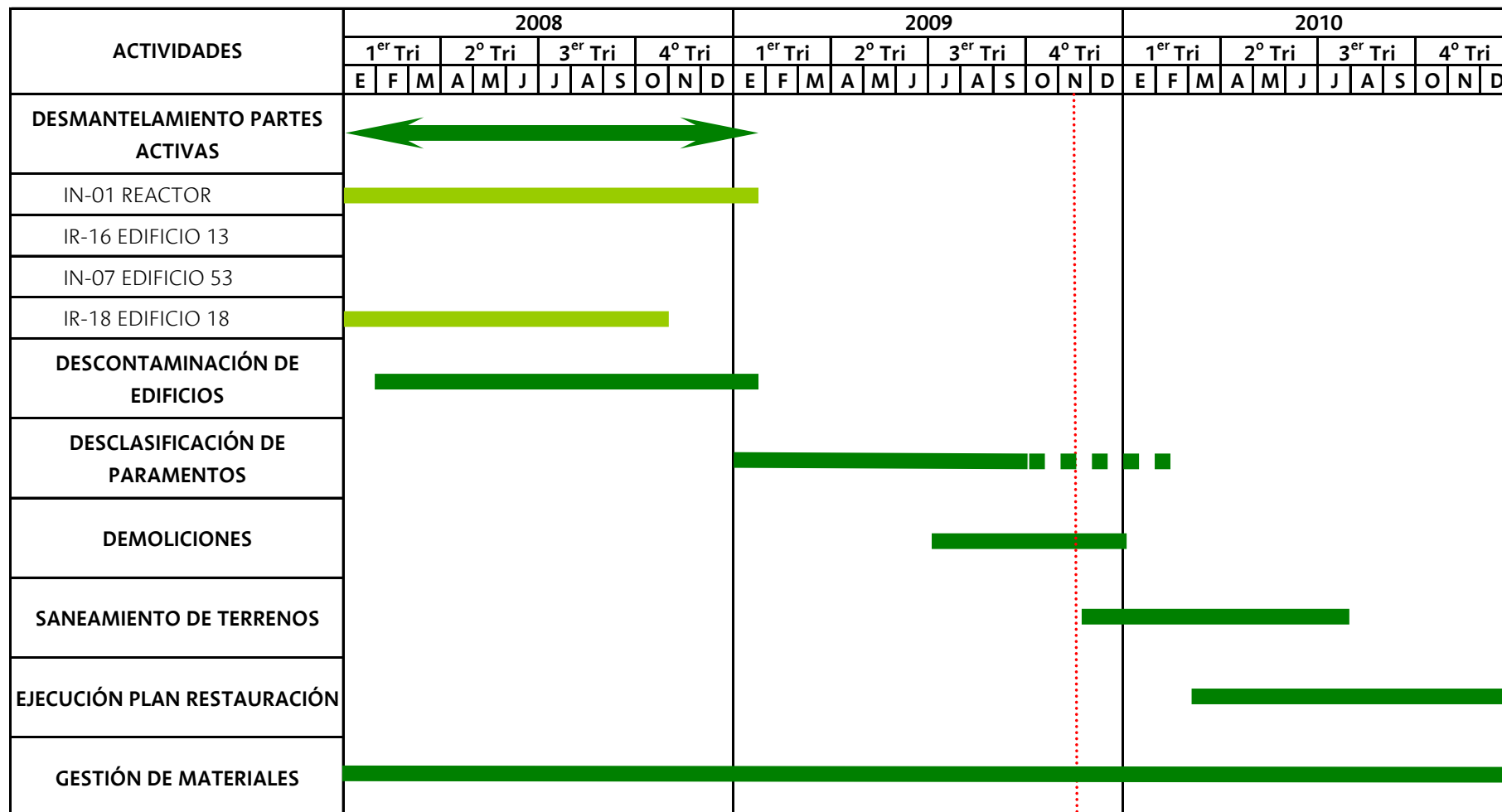


Plan de Pruebas
Desclasificación superficies



Simulacro de Emergencia

CRONOGRAMA



Preparación del emplazamiento: Actividades previas 2006



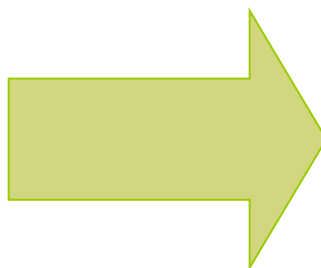
Construcción de instalaciones auxiliares



Construcción de instalaciones auxiliares



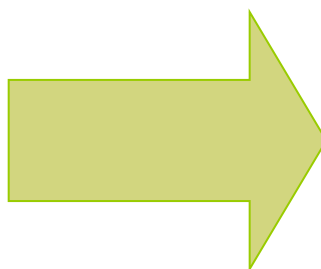
Estado inicial Edificio 11 Anexo



Estado final Edificio 11 Anexo

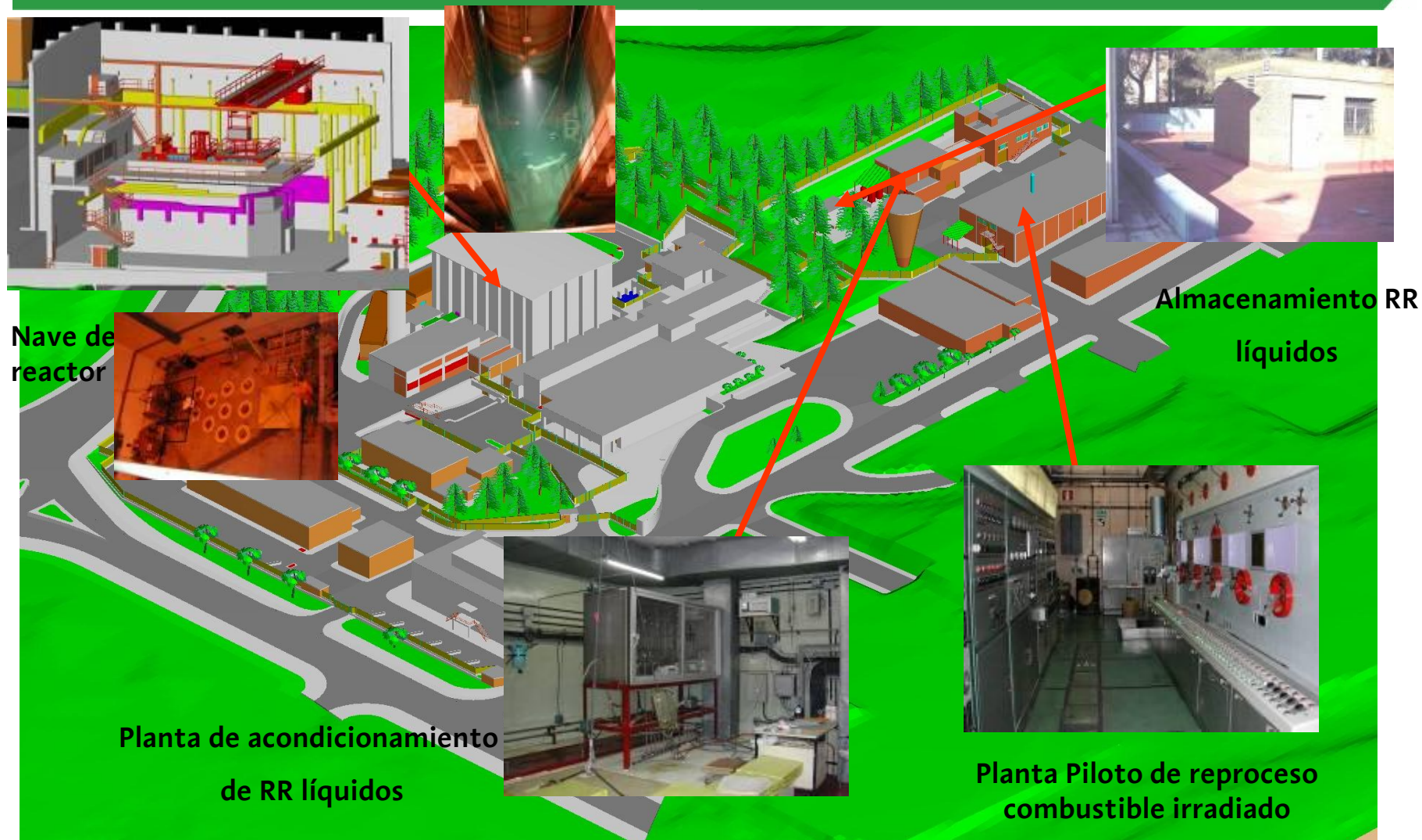


Exterior edificio 64



Exterior edificio 64

Desmantelamiento de partes activas



Caracterización Radiológica

Campaña de Caracterización de las instalaciones afectadas por el desmantelamiento PIMIC (IN 01, IR 18, IR 16, IN 07 y “La Lenteja”)

Objetivos

- Establecer isotópicos / corrientes de materiales
- Actualizar el inventario de residuos
- Planificar detalladamente las medidas de protección radiológica

Principales Actividades desarrolladas

- Medidas directas (Selección de puntos de muestreo)
- 1ª fase de toma de muestras sencillas
- 2ª fase de toma de muestras (Apoyo logístico requerido)
- Análisis radioquímico de las muestras
- Sondeos en el Área de “La Lenteja”



DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

EDIFICIO 13 : ACONDICIONAMIENTO DE RESIDUOS RADIATIVOS LÍQUIDOS

Historia operativa

Operación como Planta Piloto CIES: 1967-1970, para el tratamiento de residuos líquidos de la Planta M-1.

Estado de los trabajos

Han finalizado los trabajos de desmontaje de componentes y sistemas en el ámbito de las actividades de desmantelamiento de partes activas. El edificio se encuentra disponible para las tareas de descontaminación y desclasificación.

Unidades de Intervención desmanteladas

- Áreas exteriores (UIC)
- Sala de extractores
- Zona de operación
- Celdas de evaporación / Cementación
- Techo de celdas
- Celda de tratamiento químico
- Celda F2 (tanque FB-101) y celda F3
- Pasillo y atarjeas
- Trabajos finales en las UI (retirada de embebidos, limpieza, marcado de paramentos).



DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

EDIFICIO 13



Desmontaje en áreas exteriores



Desmontaje en áreas exteriores



Caracterización de materiales



UPV empleada en edif. 13



Desmontaje en techo de celdas



Tanque desmantelado (celda F3)

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

EDIFICIO 13



Mallado de paramentos



Zona de Operación



*Techo de celdas
(inicial)*



Techo de celdas

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

EDIFICIO 53 : ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIATIVOS LÍQUIDOS

Historia operativa

Entra en servicio en 1981 y recibe líquidos procedentes de la Planta M-1 en el tanque T-002 en dos ocasiones en 1981 y 1982 a través de los depósitos FB-102 y FB-103 de la Planta de tratamiento de residuos líquidos.

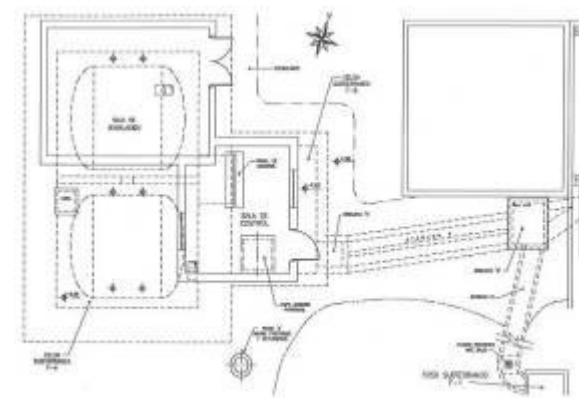
Estado de los trabajos

En el mes de Noviembre finalizaron los trabajos de desmontaje de componentes y sistemas en el ámbito de las actividades de desmantelamiento de partes activas.

El edificio se encuentra disponible para las futuras tareas de descontaminación y desclasificación.

Unidades de Intervención desmanteladas

- Sala de control.
- Sala de ventilación.
- Celdas subterráneas F4 y F5.
- Trabajos finales en las UI (retirada de embebidos, marcado de paramentos, limpieza, etc.)



DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

EDIFICIO 53



Preparación de accesos a celda subterránea



Corte de tanque



Tanque a desmantelar en celda subterránea



Estado final Unidad de intervención

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

DESMANTELAMIENTO DE LA ZONA ESTE

Edificio 18 : Planta reproceso combustible irradiado

Aspectos relevantes

- Mayor riesgo de contaminación α .
- Desmantelamiento manual.
- Confinamientos locales.
- Técnicas de corte en frío.

Trabajos realizados

Se han efectuado trabajos de desmantelamiento en diversas Unidades de Intervención (Laboratorio, Off gas, techo de celdas, etc.).

Se ha ejecutado el desmontaje de componentes y sistemas en las celdas M1 y F1 cuyo desmantelamiento constituía una actividad crítica para el proyecto.

Actividades en curso

- Sistemas de ventilación.
- Atarjeas, arquetas, tuberías enterradas.
- Trabajos finales en las UI



Celda M1 en operación



Exterior Celda M1

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

CELDA M1



Celda M1



Tareas de desmontaje



Interior Celda M1



Estado tras demontaje

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

CELDA F1



SAS instalado para desmantelamiento celda F1



Extracción del tanque de alta A1



Recepción del CE-2a



Carga del tanque de alta A1 en el CE-2a

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

HISTORIA OPERATIVA DEL EDIFICIO DEL REACTOR

JEN 1: 3Mw térmicos, moderado y refrigerado por agua ligera.

Operación: Octubre 1958-Junio 1984

Octubre 1958-Julio 1969: Opera sin revestimiento acero inoxidable en piscina

Julio 1969-julio 1970: colocación revestimiento acero inoxidable en piscina

Julio 1970-Junio 1984 con revestimiento.

CARACTERÍSTICAS DE LA PISCINA

Zona de alta potencia:

Pozo cilíndrico ($P \times D$) = 60 m³

Espesor blindaje de hormigón, por debajo del difusor 2,5m.

Entre zonas:

pozo prismático con 22 m³ de capacidad.

Zona de baja potencia:

Pozo rectangular ($P \times A \times L$) = (228 m³)

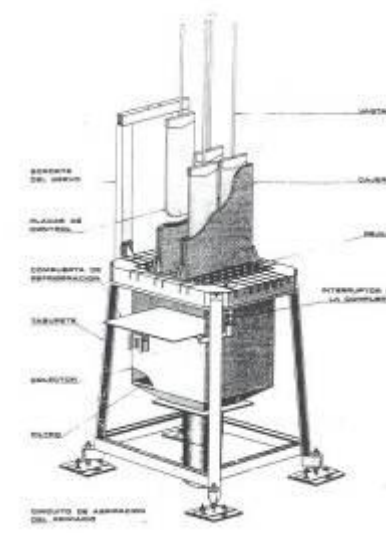
Revestimiento acero inoxidable:

1,5 mm espesor en paredes

10mm espesor en fondo zona de alta potencia.



Nave del reactor



Reactor JEN 1

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

DESMANTELAMIENTO DEL ÁREA DEL REACTOR

Actividades realizadas

- Desmontaje de componentes y sistemas de la planta de operaciones de la nave del reactor.
- Caracterización, extracción y segregación de piezas irradiadas acopiadas en la piscina.
- Aspiración del fondo, filtrado y trasvase del agua de la piscina.
- Desmantelamiento de la sala de máquinas.
- Corte de las bridas de la piscina del reactor

Actividades en curso

- Extracción de los canales de irradiación de la piscina del reactor.
- Corte del liner de la piscina de alta y del hormigón activado.
- Desmontaje de elementos en depósitos enterrados.



Plataforma de la piscina.



Piscina de alta

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

EXTRACCIÓN DE PIEZAS IRRADIADAS Y VACIADO DE LA PISCINA



Estado Inicial Piscina del Reactor



Estado Piscina Nov '07

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS

DESMONTAJE DE COMPONENTES EN LA PLATAFORMA DE LA PISCINA



Estado Inicial Plataforma Piscina



Estado Plataforma Piscina Feb '08

DESMANTELAMIENTO DE PARTES ACTIVAS



Sala de máquinas (antes)



Sala de máquinas (después)



Ejecución de taladros en piscina



Piscina de baja con liner retirado



Bridas de la piscina del reactor

DEMOLICIÓN BLOQUE PISCINA Y ESTRUCTURAS ANEXAS IN-01



DEMOLICIÓN DEPÓSITOS ENTERRADOS

DEMOLICIÓN DEPÓSITOS ENTERRADOS

Tras la aplicación de la metodología de desclasificación de superficies comenzó la demolición convencional de los tres depósitos enterrados que formaban parte del sistema de drenaje de la instalación IN-01.

Los principales trabajos acometidos han sido:

- Actividades previas.
- Refuerzo estructural de los depósitos (zuncho coronación).
- Demolición de cúpulas, paredes y suelos de los depósitos.
- Retirada y evacuación de escombros.
- Caracterización de la cavidad resultante.
- Relleno del hueco de los depósitos con material de aporte y la posterior compactación del terreno



Zona de los depósitos enterrados



Zona de los depósitos enterrados

DEMOLICIÓN DEPÓSITOS ENTERRADOS



DEMOLICIÓN DEPÓSITOS ENTERRADOS



DEMOLICIÓN DEPÓSITOS ENTERRADOS



APLICACIÓN METODOLOGÍA DE DESCLASIFICACIÓN DE SUPERFICIES

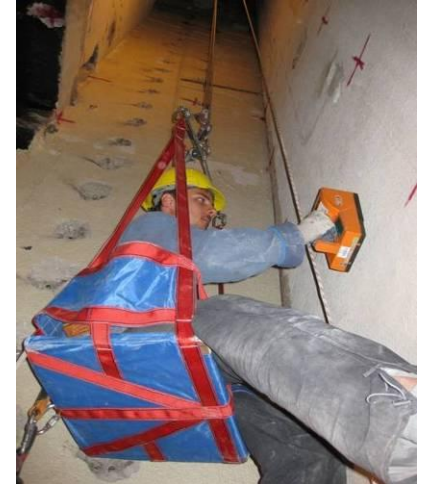
DESCLASIFICACIÓN DE SUPERFICIES Y GRANDES PIEZAS.

La desclasificación de superficies y grandes piezas tiene como objeto demostrar la ausencia de contaminación en los paramentos como condición previa a la demolición o reutilización de los edificios de la instalación.

Las principales actividades realizadas han sido:

- Clasificación de la instalación en Unidades de Desclasificación.
- Separación de zonas y montaje equipamiento auxiliar.
- Diseño del muestreo.
- Medidas de caracterización (estáticas y dinámicas)
- Análisis y evaluación de resultados.
- Verificación de la calidad del proceso.

Una vez concluyan las demoliciones se retomará la campaña de medidas de desclasificación.



Edificio del reactor

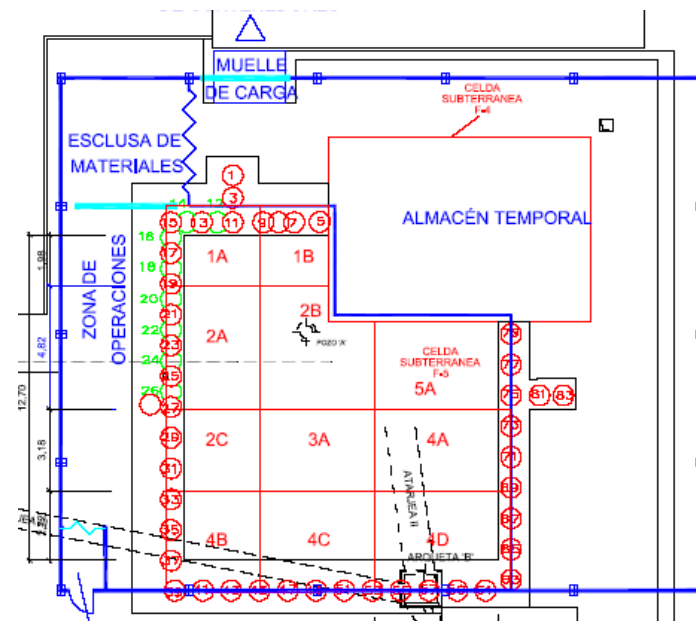


Cavidad depósitos enterrados

SANEAMIENTO DE LA LENTEJA

SANEAMIENTO DE LA LENTEJA

- Como parte de la restauración de terrenos se ha procedido a la extracción de tierras de la Lenteja
- Como paso previo se ejecutaron una serie de acondicionamientos preparatorios: solado, drenaje, etc
 - Construcción de una pantalla perimetral de contención de tierras con pilotes tangentes de $\varnothing 80$ cm y $L=16$ m
 - Carpa de protección 20×25 m y $h=6$ m, con ventilación controlada y los medios de excavación y manutención
 - Medios de protección personal tanto radiológica como de PRL
- Excavación finalizada a 7,1 m de profundidad, con extracción del pozo A a 9,2 m y un perímetro alrededor del foso F4 a 8,5 m.



SANEAMIENTO DE LA LENTEJA: Acondicionamientos preparatorios



SANEAMIENTO DE LA LENTEJA: Actuaciones a 1m.



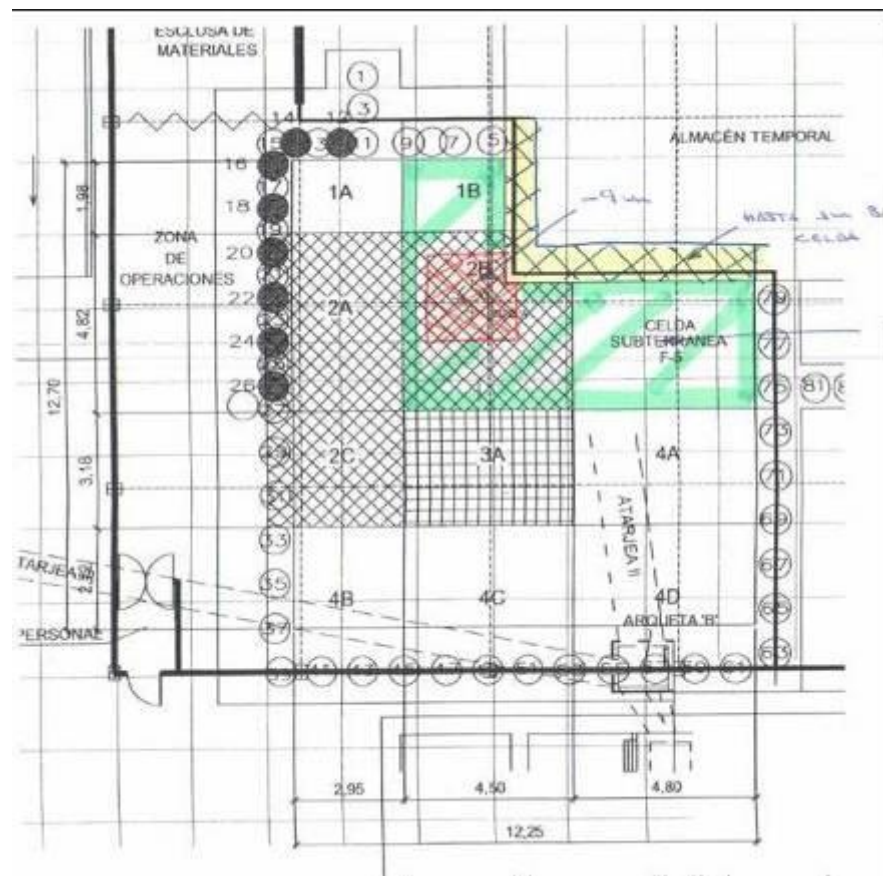
SANEAMIENTO DE LA LENTEJA: Actuaciones a 4,5 m.



SANEAMIENTO DE LA LENTEJA: Actuaciones a 6 m.



SANEAMIENTO DE LA LENTEJA: Estado Actual



GESTIÓN DE MATERIALES

EXPEDICIONES DE MATERIAL DESCLASIFICADO (ACUMULADO PROYECTO)

EXPEDICIONES DE MATERIAL DESCLASIFICADO (Acumulado)

TIPO DE MATERIAL	ACUMULADO		
	Nº UMAS	PESO (Kg.)	VOLUMEN (M3)
CHATARRA METALICA (N2)	9	7.626	18
CHATARRA METALICA (N1)	306	277.528	612
AISLAMIENTO	8	1.892	16
ESCOMBROS / HORMIGÓN	691	1.307.275	1382
VARIOS	91	85.986	182
TOTAL	1.105	1.680.307	2.210

DESCLASIFICACIÓN DE MATERIALES

ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL DESCLASIFICABLE



Campa Sur del área del reactor



Zona acopio en la explanada de Depósitos enterrados

EXPEDICIONES DE RESIDUOS RADIATIVOS (ACUMULADO PROYECTO)

EXPEDICIONES DE RESIDUOS RADIATIVOS (Acumulado)

NATURALEZA		E		D		TOTAL	
		MES	TOTAL	MES	TOTAL	MES	TOTAL
RBMA BULTOS	CMT		77		0	0	77
	BIDON		0		0	0	0
	OTROS (CE-2A)		1		0	0	1
RBBA UMA'S / BULTOS	CMT	20	126		0	20	126
	BIDON		162		0	0	162
	CMD		182		0	0	182
	OTROS (Big Bags)	140	140		0	140	140
TOTAL		160	688	0	0	160	688

Nota:

E: Sólidos heterogéneos no compactables.

D: Sólidos heterogéneos compactables.

GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIATIVOS



Depósito de residuos en edificio 11 Anexo



Depósito de residuos en edificio 55

EXPEDICIONES DE RESIDUOS RADIATIVOS (BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD)



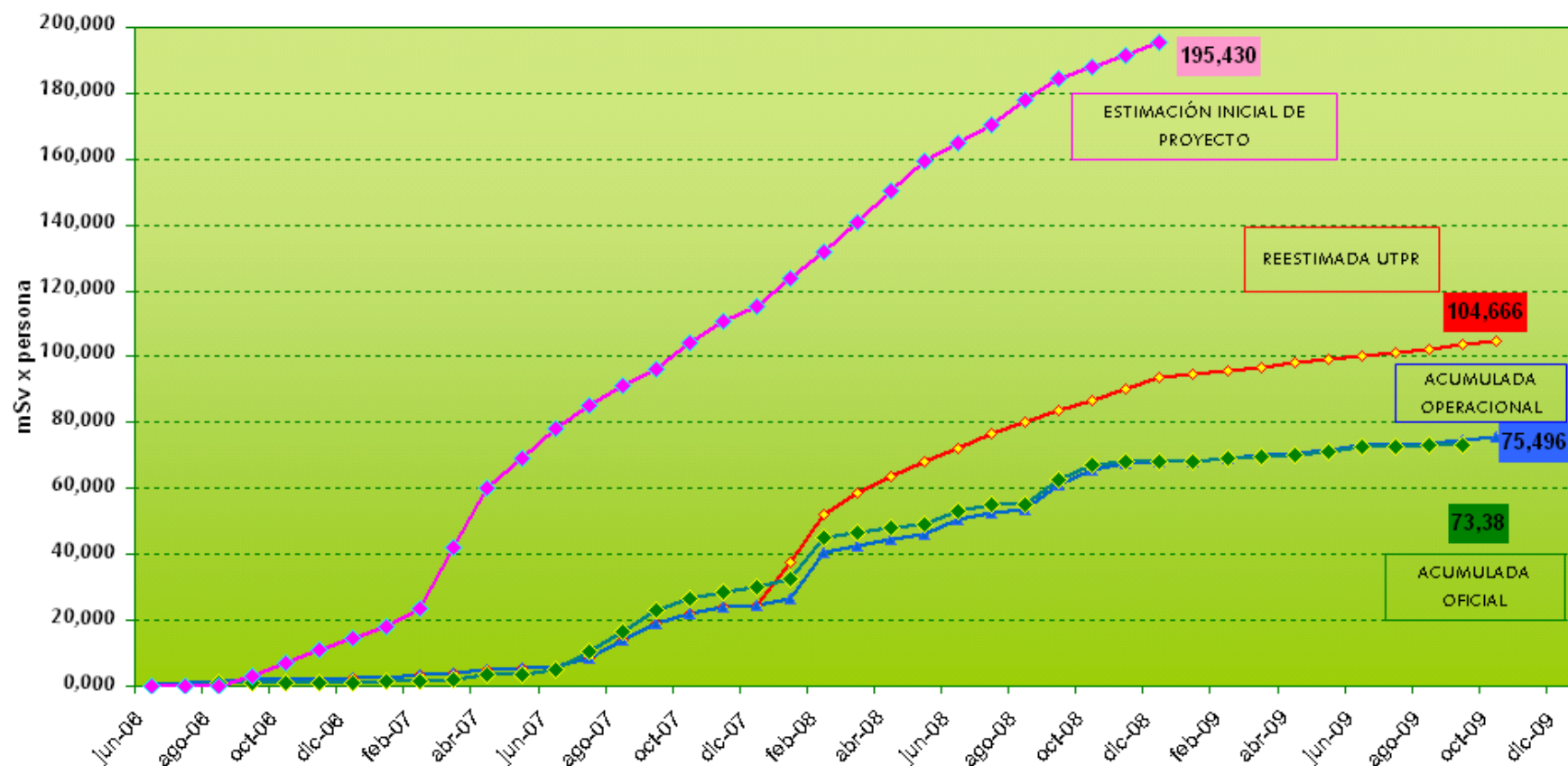
EXPEDICIONES DE RESIDUOS RADIATIVOS (MUY BAJA ACTIVIDAD)



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

DOSIS COLECTIVA DESMANTELAMIENTO PIMIC

DOSIS COLECTIVA P.D. PIMIC (comparación est. UTPR- real)



PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Siguiendo las condiciones de la declaración de impacto ambiental del proyecto, el **Plan de Vigilancia Ambiental** contempla las siguientes actuaciones:

1/ **Vigilancia de la calidad del aire** mediante muestreos periódicos de partículas en suspensión.

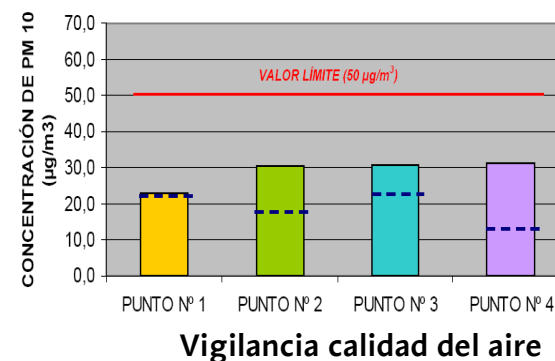
Los valores promedio obtenidos (1º semestre del año 2010) han sido inferiores al valor límite establecido.

Se considera que algunos valores puntuales obtenidos superiores al límite establecido son debidos más al fondo existente en la zona que a los trabajos desarrollados en el proyecto. La comparación con los valores muestreados por la red de vigilancia de la calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid confirma esta hipótesis.

2/ **Control de situación acústica** mediante muestreos diarios de ruido ambiental.

A lo largo del primer semestre del año ha existido un cumplimiento generalizado con los valores establecidos en el Plan de Vigilancia Ambiental.

PROMEDIO SEMESTRAL DE LA CAMPAÑA DE INMISIÓN EN 4 PUNTOS DE CONTROL



Equipo de muestreo de aire

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

La **SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES** constituye un objetivo prioritario del proyecto. Para fomentar la Cultura de Seguridad se han llevado a cabo entre otras las siguientes actuaciones:

- Entrega de **Plan de Prevención de Riesgos Laborales** y evaluación inicial de riesgos por parte de los contratistas.
- Evaluaciones de riesgos específicas para cada paquete de trabajo (SAT)
- Presencia continua de técnicos de PRL
- **Supervisión** de los trabajos de los contratistas en obra
- Reuniones mensuales de coordinación en materia de Seguridad y Salud.
- Actividades **formativas**.
- Protocolo de atención al personal afectado en caso de accidente.
- **Atención médica** asegurada a lo largo de toda la jornada laboral.

El **Índice de Incidencia** del proyecto (n° de accidentes con baja $\times 10^5$ / n° de trabajadores) es aproximadamente 9 veces inferior al correspondiente al sector de la construcción y 2,5 veces inferior al del sector servicios.

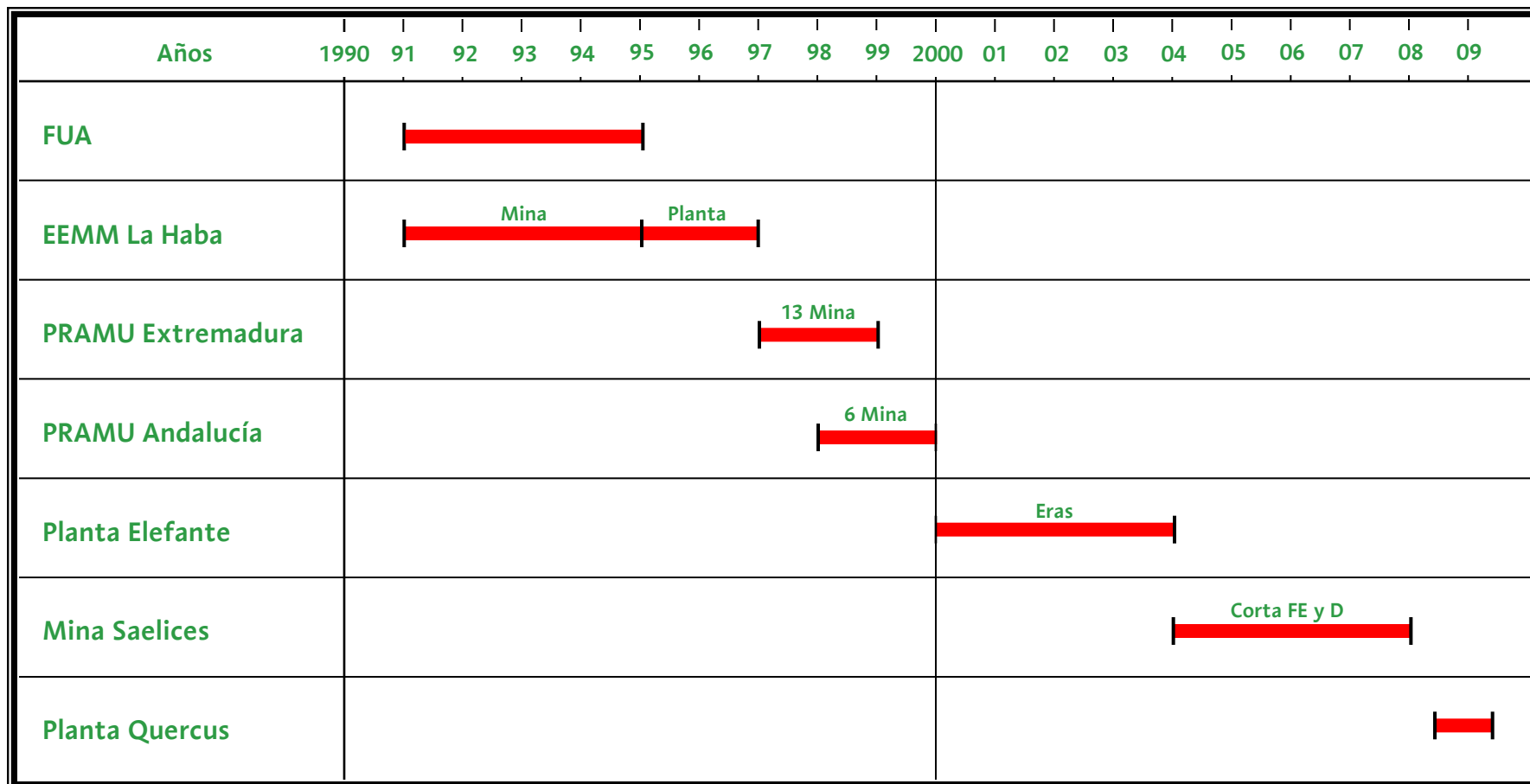
***DESMANTELAMIENTO DE OTRAS
INSTALACIONES***

PROYECTOS DE CLAUSURA Y RESTAURACIÓN

Cronología de la minería de uranio en España

INVESTIGACIÓN Y EXPLOTACIÓN	Yacimientos en Andalucía, Extremadura y Castilla-León  1948 1984
MINERÍA	Minas de Córdoba, Jaén, Badajoz, Cáceres y Salamanca  1950 2000
PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS	FUA, Elefante, La Haba y Quercus  1958 2002
DESMANTELAMIENTO Y CLAUSURA	FUA, EEMM La Haba, PRAMU Extremadura, PRAMU Andalucía, Planta Elefante, EEMM Saelices y Planta Quercus  1991 2008

Cronología de las operaciones de restauración en España



Clausura de las Instalaciones de la Fábrica de Uranio de Andújar



Situación de las antiguas instalaciones de la FUA antes de su desmantelamiento



Estado final del emplazamiento después de las labores de desmantelamiento realizadas por ENRESA

La ejecución de las obras, llevadas a cabo desde 1991 a 1994, supusieron la estabilización de 361.000m³ de estériles.

Clausura de las explotaciones mineras de la HABA. Plan de actuaciones



Situación de la Mina de La Haba antes de su clausura



Estado final del emplazamiento después de las labores de clausura realizadas por ENRESA

P. de clausura definitiva de la Mina de Saelices. Información general

SUPERFICIE AFECTADA POR LA RESTAURACIÓN:

300 Hectáreas

FASES DE LA EXPLOTACIÓN:

Años 1954 a 1972	JEN / CIEMAT
Año 1972 a 2000	ENUSA

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LAS INSTALACIONES

CORTAS

Yacimiento FE: 2 cortas
Yacimiento D: 2 cortas

♦ Superficie	75 hectáreas
♦ Volumen a rellenar	15 millones de metros cúbicos
♦ Profundidad media	20 metros
♦ Profundidad máxima	82 metros

ESCOMBRERAS

Yacimiento FE: 7 escombreras
Yacimiento D: 1 escombrera

♦ Superficie total	175 hectáreas
♦ Talud máximo	39°
♦ Altura media	20 metros
♦ Altura máxima	97 metros
♦ Volumen almacenado	35 millones de metros cúbicos

P. de clausura definitiva de la Mina de Saelices



EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN DESMANTELAMIENTOS

Centrales Nucleares: Resumen estrategias de desmantelamiento seleccionadas

PAIS	INSTALACIÓN	OPCIÓN DESMANTELAMIENTO	
		Inmediato Nivel 3	Diferido Nivel 1-2
Bélgica	BR-3	•	
Alemania	Grundremmingen, KRB-A, HDR, MZFR, VAK Kahl, Greifswald 1, 2, 3, 4 y 5, KNK-II, KKN Niederaichbach, Rheinsberg	•	
	AVR, Linger, THTR		•
Japón	JPDR	•	
Reino Unido	Windscale AGR	•	
	Berkeley, Dounreay FR, Hunterston A, Winfrith SGHWR		•
Estados Unidos	Elk River ^(a) , Fort S. Vrain, Shippingport ^(a) , Shoreham	•	
	CVRT, Dresden 1, Enrico Fermi, Humboldt Bay, Indian Point 1, Lacrosse, Pathfinder (*), San Onofre 1, Saxton, Peach Bottom I, Rancho Seco 1, Three Mile Island 2, Trojan, Vallecitos, Yankee Rowe		•
	Hallam (**), Piqua (**), Bonus (**)		•
Canadá	Douglas Point, Gentilly I, NPD		•
Francia	Cinon A1, A2(*), A3 (*), Chooz A, El-4, St. Laurent A1 (*), A2(*), G1, G2(*), G3(*)		•
Italia	Caorso, Trino, Garigliano, Latina		•
Rusia	Beloyarskaya 1 y 2, Novovoronezh 1 y 2		•
Eslovaquia	A-1 Bohunice		•
España	Vandellós 1 (*)		•
Suecia	Ageta		•
Ucrania	Chernobyl (**)		•

(a) Actualmente desmantelada

(b)(*) Nivel 2 planificado o alzado

(**) Construcción de un sarcófago

Resto sin marca: Nivel 1 seleccionado

Experiencia Internacional: USA

• Trojan (Oregon, PWR)

- Vasija e internos del reactor eliminados como una única pieza (1996-98)
- 965 ton de peso total del transporte (por agua la mayor parte del recorrido)
- $7.4E10$ MBq inventario total del transporte
- 17 años de funcionamiento
- 1.880 MWe

• Shippingport (Pennsylvania)

- Mismo esquema de transporte
- 900 ton de peso total del transporte
- 60 MWe, 1957-1982



Experiencia Internacional: USA

• Big Rock Point (BWR)

- Sólo internos “Greater than Class C” se segmentaron y se almacenaron en contenedores (1998-99)
- Resto de internos introducidos en la vasija y almacenados en su conjunto
- No excedía el límite del almacenamiento de $1.85\text{E}+09$ MBq
- Dimensiones: 7.6m x 3.0m - 300 toneladas



Experiencia Internacional: USA

• San Onofre (PWR), 1968-1992, 438 MWe PWR

– Vasija del reactor extraída mediante grúa externa



Experiencia Internacional: USA

Otros métodos para extraer la vasija pueden ser, mediante un sistema de railes construido al efecto (Trojan) o mediante una grúa interna (Big Rock Point).



Otra posibilidad es cortar los internos dentro de la vasija del reactor (Shoreham 850 MW BWR, sólo 1d funcionando, corte en piezas de 50 ton).

Esta última opción será la elegida para C.N. de José Cabrera (Zorita)

Experiencia Internacional: USA

- Maine Yankee (PWR, 860 MWe)

Ejemplo de demolición de cúpula de contención



- Fort Saint Vrain Colorado (HTGR, 330 MWe)

Decommissioned. 1979-1989

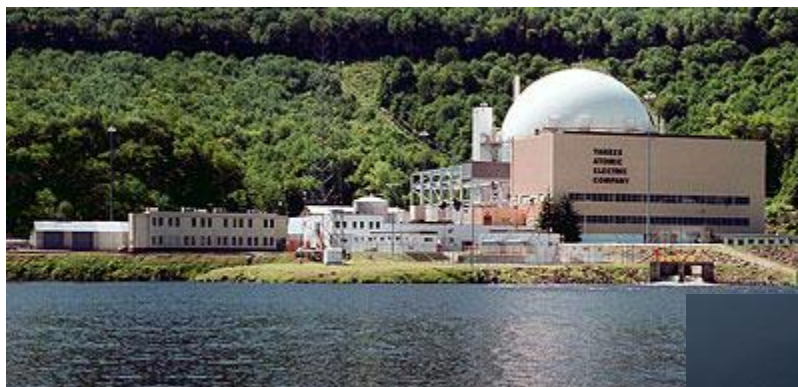
Ejemplo de corte con hilo de diamante



Experiencia Internacional: USA

- Yankee Rowe

Ejemplo de trabajos de desmantelamiento y restauración



Experiencia Internacional: UK

- Windscale's Advanced Gas-cooled Reactor (WAGR), 1962-1981

Ejemplo de extracción del generador de vapor en una sola pieza



Experiencia Internacional: UK

- Calder Hall, Sellafield

Ejemplo de demolición de torres de refrigeración

