

**EXPLOTACIONES MINERAS DE SAELICES EL CHICO
ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN MINERA Y
DESMANTELAMIENTO DE FÁBRICAS DE
CONCENTRADOS**



Saelices el Chico (Salamanca, Spain)
09/10/2018

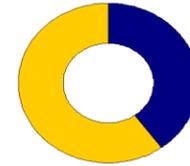
ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS, S.A., S.M.E.

EMPRESA NACIONAL DEL URANIO: Fecha de constitución 1972

GRUPO ENUSA

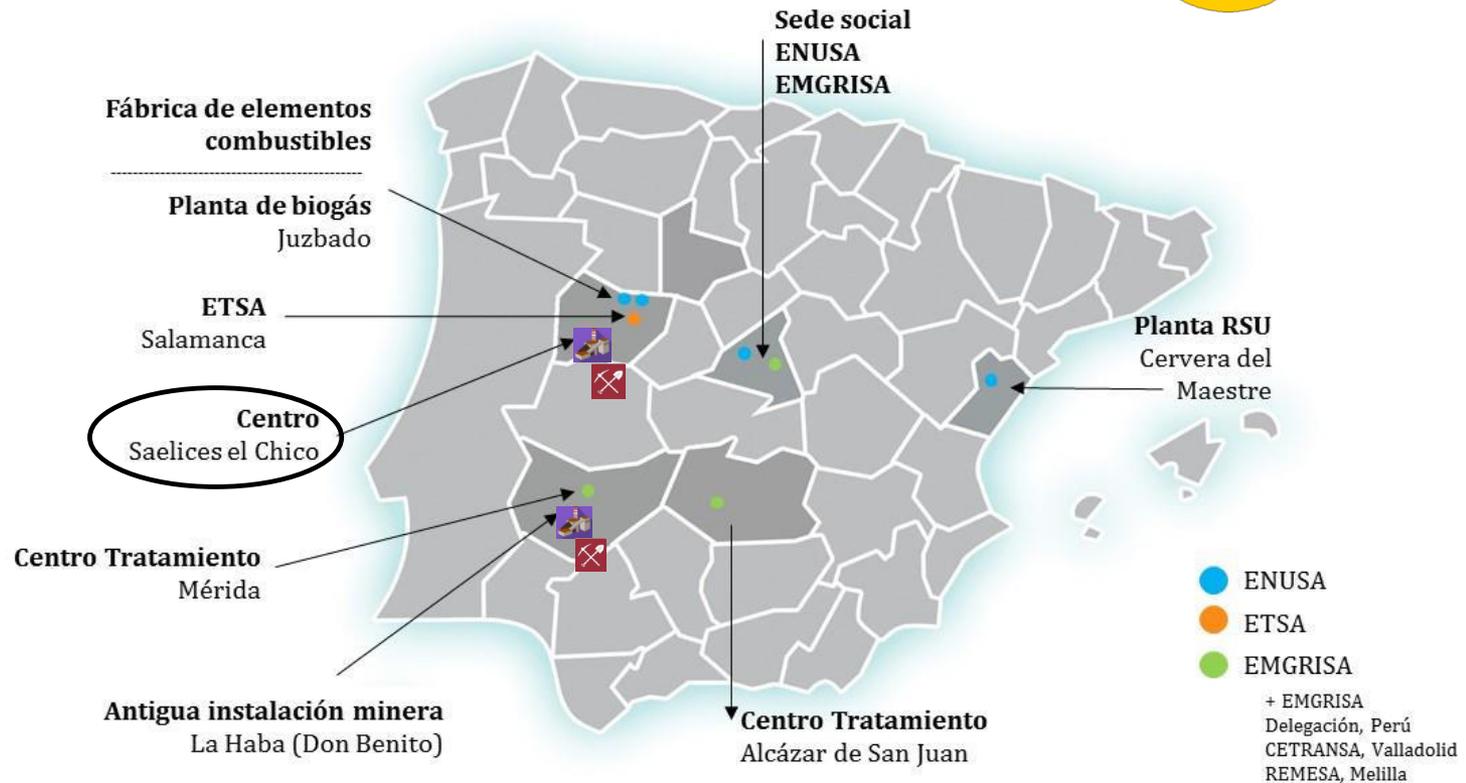


60%



40%

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Minas de uranio

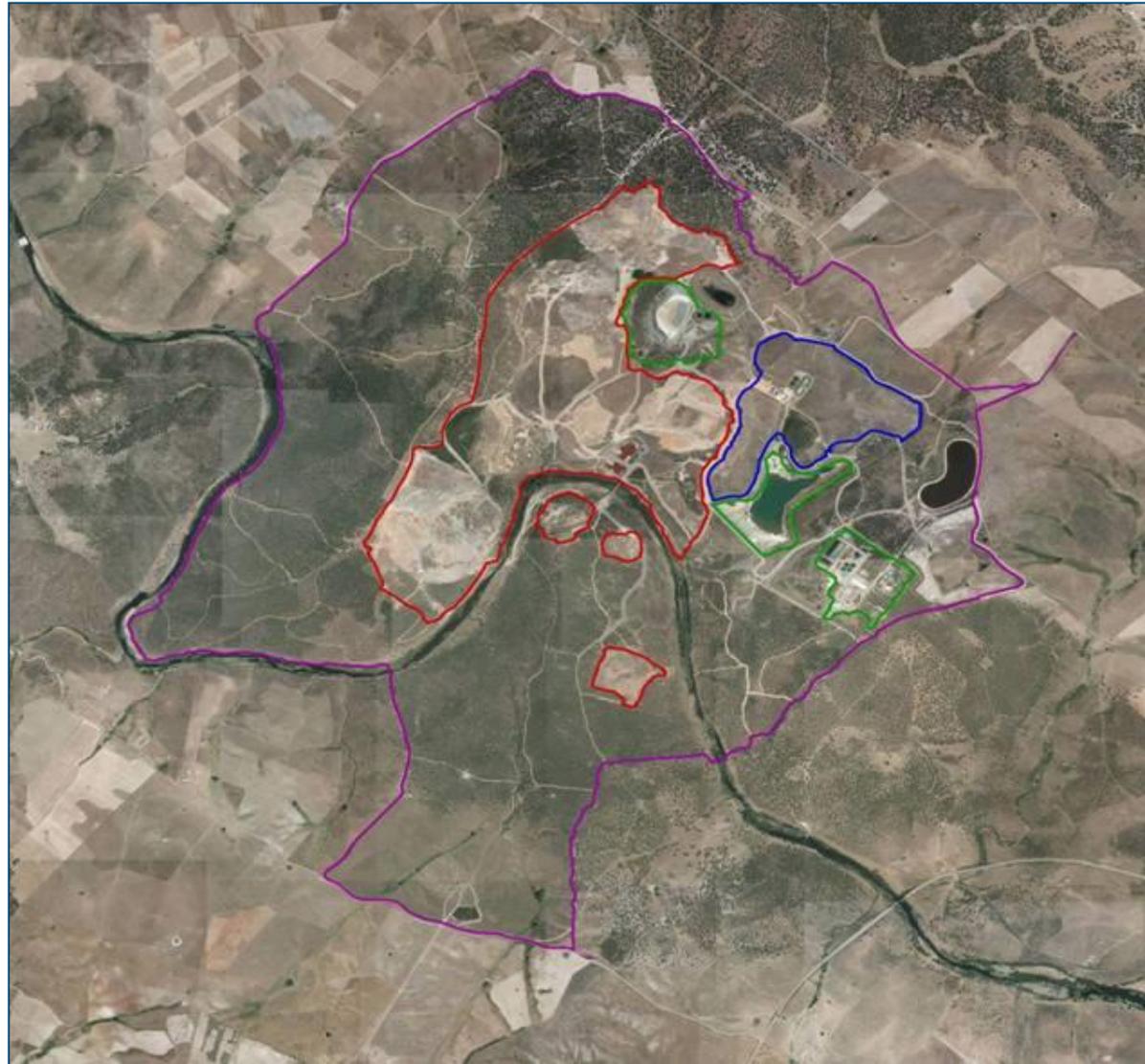


Fábricas de concentrado

SITUACIÓN GENERAL (RECINTO E INSTALACIONES)



- Instalaciones Planta Elefante
- Explotaciones Mineras
- Instalaciones Planta Quercus
- Recinto Propiedad ENUSA



ACTIVIDAD PRODUCTIVA (≈1975 - 2000)

EXPLLOTACIÓN MINERA



MINERALIZACIÓN:
Filones de pechblenda y
óxidos negros en
relleno de diaclasas



MATERIAL MOVIDO
(zafras): 81 Mt



MINERAL: 12 Mt
(Ley media = 600 p.p.m. U_3O_8)
(Ratio E/M = 5-6)

TRATAMIENTO MINERALÚRGICO



PLANTA ELEFANTE
(lixiviación estática)



PLANTA QUERCUS
(lixiviación dinámica)



CONCENTRADO DE URANIO:
5.730 t U_3O_8
(Diuranato amónico)

→ La actividad productiva finalizó en el año 2000 como consecuencia de los bajos precios del uranio en los mercados internacionales (< 10 US\$/lb U_3O_8).

ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN Y DESMANTELAMIENTO (1/2)

SITUACIÓN DE PARTIDA (Diciembre 2000)



HUECOS MINEROS: 15 Mm³
(2,75 Mm³ de aguas ácidas acumuladas)



ERAS DE LIXIVIACIÓN AGOTADAS: > 4 Mm³



INSTALACIONES INDUSTRIALES DE PROCESO: PLANTAS ELEFANTE Y QUERCUS



ESCOMBRERAS: 35 Mm³



DIQUES DE LODOS: > 1 Mm³

ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN Y DESMANTELAMIENTO (2/2)

OBJETIVOS Y CRITERIOS

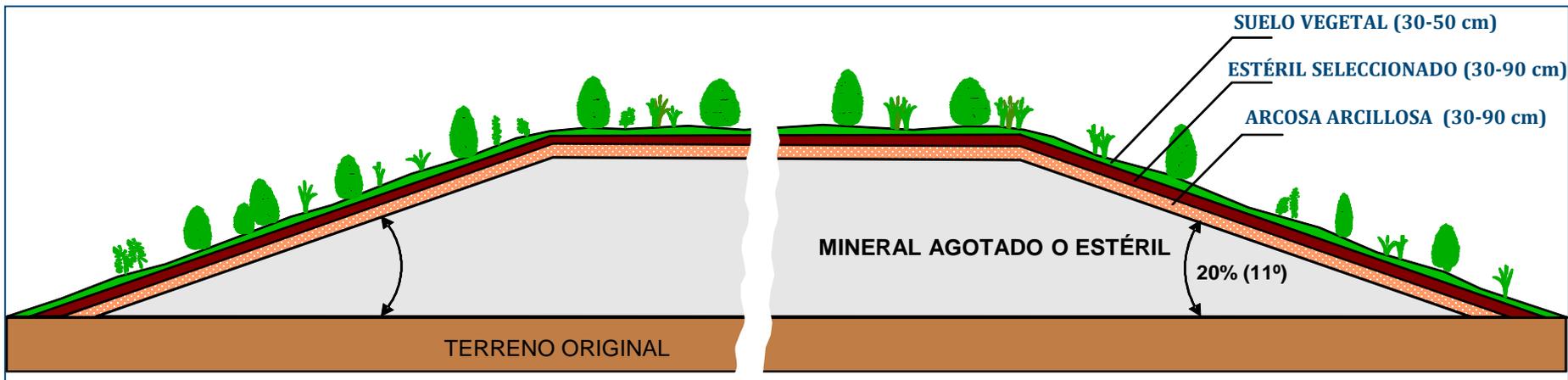
OBJETIVO PRINCIPAL: RECUPERAR LAS CONDICIONES RADIOLÓGICAS Y MEDIOAMBIENTALES SIMILARES A LOS NIVELES PREVIOS AL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD (FONDO RADIOLÓGICO).

PARÁMETRO		FONDO	LÍMITE
RADIOACTIVIDAD EN AGUAS SUBTERRÁNEAS (mBq/l)	U_{natural}	6.096	7.206
	$ALFA_{\text{total}}$	7.711	8.271
	Ra-226	1.261	1.441
TASA DE EXHALACIÓN DE RADÓN (Bq/m ² ·seg)		1,15	1,89
RADIOACTIVIDAD EN SUELOS (Bq/kg)	Ra-226: 0-15 cm	150	330
	Ra-226: 15-30 cm	136	696
TASA DE DOSIS GAMMA (μSv/h)		0,183	0,183

CRITERIOS FUNDAMENTALES:

- Garantizar el confinamiento y estabilidad a largo plazo de las estructuras contaminadas (un único emplazamiento).
- Creación de estructuras sin mantenimiento activo e integradas en el entorno.
- Protección de recursos hidrológicos (superficiales y subterráneos).
- Limitación de emisiones de polvo y radón, de acuerdo con los usos finales del terreno.
- Aplicación de criterios ALARA de protección radiológica.

SECCIÓN TIPO MULTICAPA DE CUBIERTA: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y MEDIOAMBIENTAL



← **Cubierta suelo vegetal**
para integración paisajística

← **Escollera de protección**
contra la erosión

← **Arcosa arcillosa**
contra la infiltración,
exhalación de radón,
radiación gamma...

Esesores variables
en función de la
actividad radiológica
residual del material
subyacente

DESMANTELAMIENTO PLANTA ELEFANTE (2001-2004)

- Estabilización in situ (reperfilado de taludes y bancos) de eras de mineral agotado (lixiviación estática): 7,2 Mt (60 ha).
- Desmantelamiento de planta industrial: residuos almacenados en recinto de contención, bajo las eras de mineral agotado reacondicionadas y capas de impermeabilización.
- Disposición final de multicapa de protección (desde el cimiento):
 - Arcosas arcillosas: para minimizar la infiltración de agua y atenuar la emisión de gas radón y radiación [e=0,9 m].
 - Escollera de protección (estéril de mina seleccionado): para prevenir la erosión de la capa inferior de arcosas [e=0,9 m].
 - Suelo vegetal: para la implantación de vegetación reforzando la actuación de las capas inferiores [e=0,5 m]
- Controles técnicos y radiológicos.

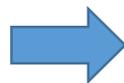
→ Actualmente: **Programa de Vigilancia y Control** (desde 2006) para verificar el cumplimiento de los objetivos del desmantelamiento para el cierre definitivo. Sin novedades significativas.



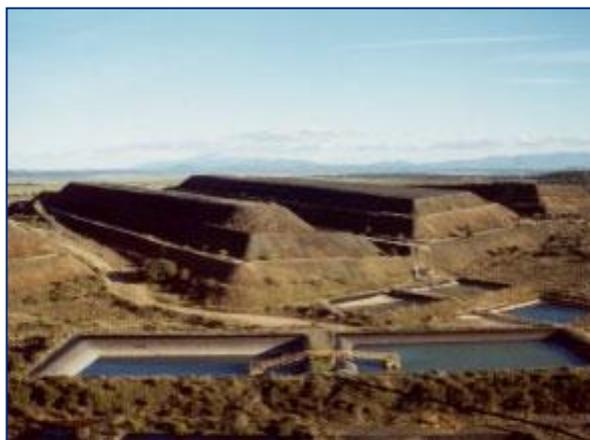
AVANCE DEL DESMANTELAMIENTO DE LA PLANTA ELEFANTE



Diciembre 1995



Julio 2006



Diciembre 2000



Junio 2014

RESTAURACIÓN MINERA (2004-2008)

- Restauración geomorfológica: mediante relleno de huecos mineros con estériles procedentes de escombreras y/o estabilización in situ de las escombreras remanentes, de forma similar a lo realizado para el caso de Planta Elefante.
- Disposición de multicapa de protección:
 - Arcosas arcillosas: para minimizar la infiltración de agua y atenuar la emisión de gas radón y radiación [e=0,3 m].
 - Escollera de protección (estériles de mina seleccionados): para impedir la erosión de la capa inferior [e=0,3 m].
 - Suelo vegetal: para favorecer la implantación de vegetación y reforzar la acción de las capas inferiores [e=0,3 m].
- Controles técnicos y radiológicos.
- Gestión de aguas: captación, tratamiento, drenaje, vertido, controles analíticos y radiológicos...



Movimiento de tierras:
22 Mm³



Diques y Balsas de aguas:
1Mm³



Construcción de drenajes y
canalizaciones: 10 km

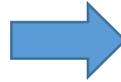


Superficie revegetada:
250 ha

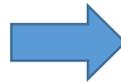
AVANCES EN EL PROCESO DE RESTAURACIÓN MINERA



Mayo 2004



Abril 2018



→ Actualmente: **Programa de Vigilancia y Control** (desde 2014) para verificar el cumplimiento de los límites de restauración. Sin novedades significativas.

PLANTA QUERCUS

HISTORIA:

- Proceso mixto de lixiviación estática y **dinámica**
- En operación período 1993-2000 (producción residual, 2002). Producción total: 2.240 t U_3O_8



Instalaciones industriales
(parcela de proceso)



Era de lixiviación estática



Dique de estériles

SITUACIÓN ACTUAL:

- En Cese Definitivo de Explotación. Pendiente de Autorización de Desmantelamiento y Cierre (Fase I).
- Plan de Vigilancia y Mantenimiento (instalaciones paradas): sin incidencias reseñables.
- Tratamiento de aguas ácidas contaminadas (neutralización química).

ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN Y DESMANTELAMIENTO

AVANCES EN ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN



➤ CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL DESMANTELAMIENTO Y LA RESTAURACIÓN:

- **Condiciones estructurales:** cumplimiento de los objetivos de estabilidad e integridad.
- **Condiciones medioambientales:** integración paisajística, recuperación de hábitats naturales, pero pendiente cumplir la calidad requerida para las aguas.
- **Condiciones radiológicas:** cumplimiento de los objetivos radiológicos (exhalación de Radón, radiación ambiental, Radio-226 en suelos...), con excepción de las aguas.

Motivo: existencia de drenajes ácidos

AGUAS ÁCIDAS DE MINA (1/5)

- La pirita (sulfuro mineral) contenida en los estériles y rocas encajantes es oxidada en condiciones ambientales, provocando la acidez de las aguas y derivado de ello la lixiviación del uranio y otros metales.

Pirita → oxidación → acidez de las aguas → lixiviación metales (U, Fe, Mn...)

- Características principales de las aguas contaminadas: hiperacidez (\ll pH), conductividad eléctrica muy elevada (alta concentración de sulfatos), condiciones oxidantes muy altas (\gg Eh), elevada solubilidad de metales (Al, Fe, Mn, U...), etc.
- Necesidad de eliminación $\sim 500.000 \text{ m}^3/\text{año}$ mediante procesos de neutralización química en Plantas de tratamiento con el objetivo de garantizar la calidad apropiada, de acuerdo con los requisitos impuestos en los distintos parámetros, previo a su vertido controlado al río Águeda.



Balsa de aguas ácidas



Plantas de tratamiento de aguas



Vertido controlado

- Problema de índole mayor: condiciona decisivamente la clausura final del emplazamiento.

AGUAS ÁCIDAS DE MINA (2/5)

ACTUACIONES PREVIAS Y ACTUALES DE REMEDIACIÓN



Enmiendas orgánicas con espumas de azucarera (Carbocal)



Canalizaciones de drenaje



Mejora de la revegetación



Nuevos Diques impermeabilizados



Evaporación forzada



Actuaciones de estabilización in situ (protección de cauces y vaguadas, reparaciones de la multicapa de protección, etc.)

APLICACIÓN DE SUELOS ARTIFICIALES: TECNOSOLES

Se trata de suelos artificiales preparados mediante valorización biogeoquímica de residuos inertes, diseñados y fabricados *"a la carta"*, para resolver problemas específicos que afectan a distintas explotaciones mineras o para acometer las necesidades de restauración de determinados suelos en áreas contaminadas.

Resultados satisfactorios en la recuperación de importantes medios afectados: escombreras de la mina de As Pontes (La Coruña); escombreras, cortas y aguas en la mina de sulfuros de Touro (La Coruña); suelos contaminados del valle del río Guadiamar (relacionados con la rotura de la balsa de lodos de la mina de Aznalcóllar, en Sevilla); etc.

Aplicación directa en el terreno, como depósito superficial sobre suelos degradados, o en zonas con aguas embalsadas, para crear un humedal reactivo



APLICACIÓN DE SUELOS ARTIFICIALES: TECNOSOLES

Ensayos piloto iniciales en humedales y en suelos degradados de antiguas escombreras, incluyendo estudios edáficos, análisis químicos, etc. → Resultados esperanzadores.



Ensayos en dique de recogida de aguas contaminadas (humedal)



Ensayos en suelos degradados (antigua escombrera de estériles de mina)

AGUAS ÁCIDAS DE MINA (5/5)

APLICACIÓN DE SUELOS ARTIFICIALES: TECNOSOLES

PROYECTO “TEKURA”

Proyecto “TEKURA”, aprobado por el CDTI (2016-2019). Construida Planta para fabricación del producto in situ. Se extenderán unas 60.000 t (10 cm de espesor medio) en una zona restaurada de 52 ha .



Planta-Piloto para la
fabricación de tecnosoles



INSTALACIONES MINERAS EN EXPLOTACIÓN



INSTALACIONES MINERAS EN RESTAURACIÓN Y DESMANTELAMIENTO

LABORATORIO DE RADIACIÓN NATURAL



www.enusa.es

