



# RECUPERACIÓN DE UN TERRENO CONTAMINADO (SUELOS Y AGUAS) POR DNAPL'S EN CATALUNYA

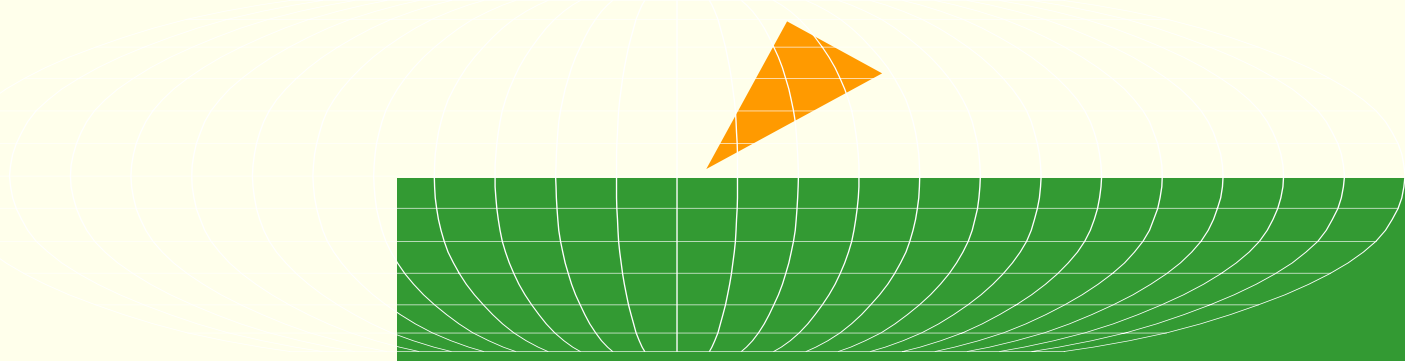
**Junta de Residus**  
**Departamento de**  
**Gestión**

**Dr. Roux, 80**

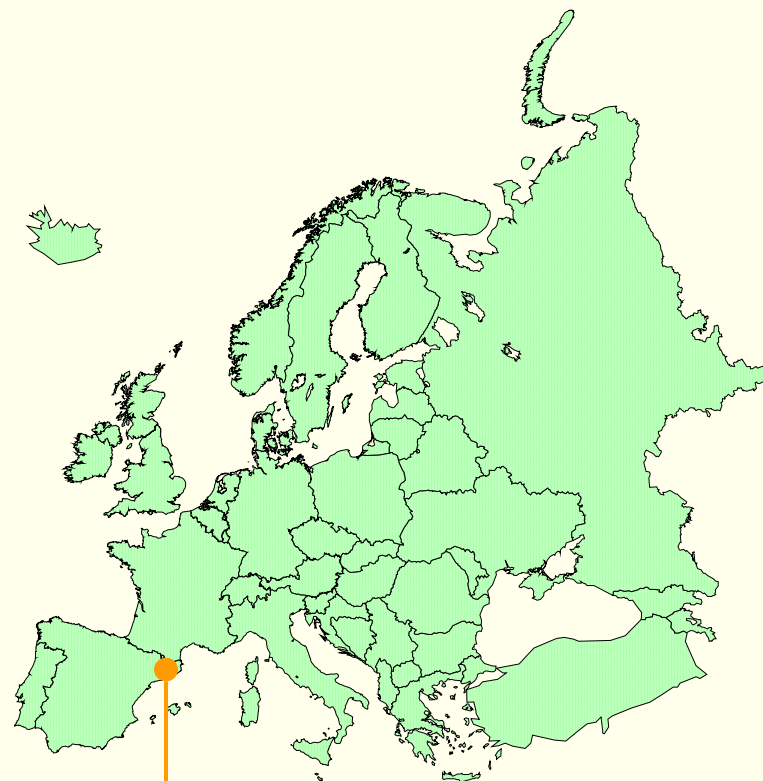
**08017-Barcelona**

**+34 93 567 33 00**

**[www.junres.es](http://www.junres.es)**



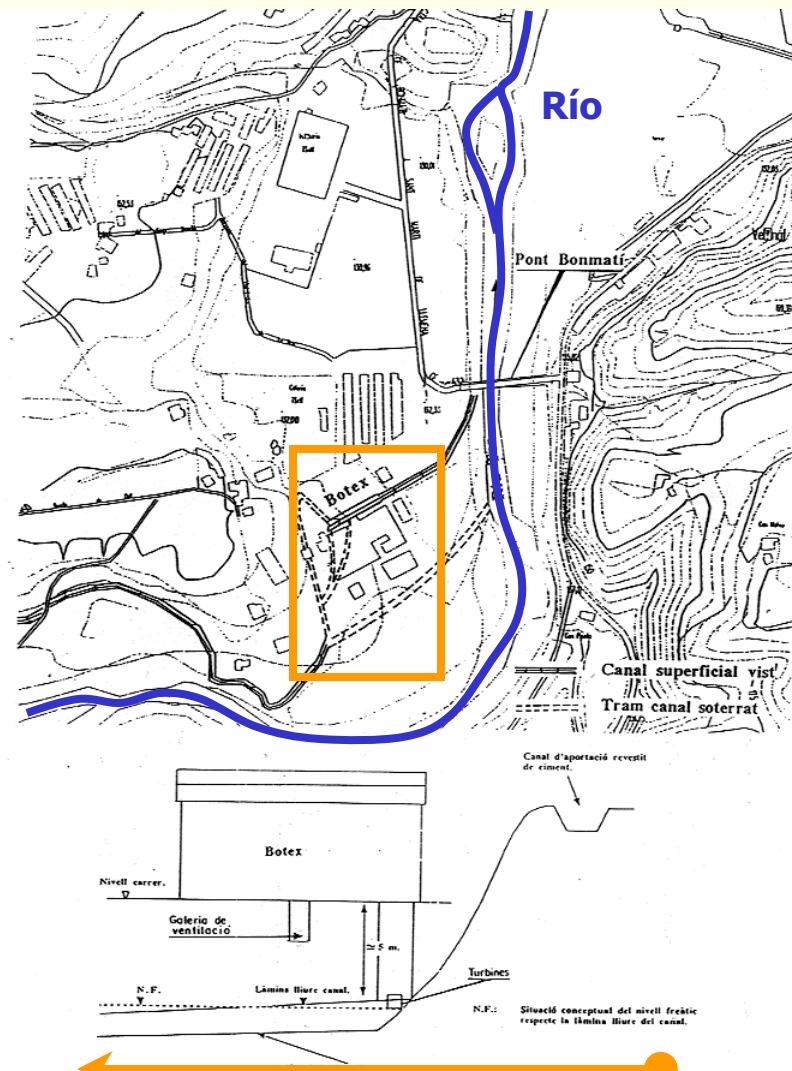
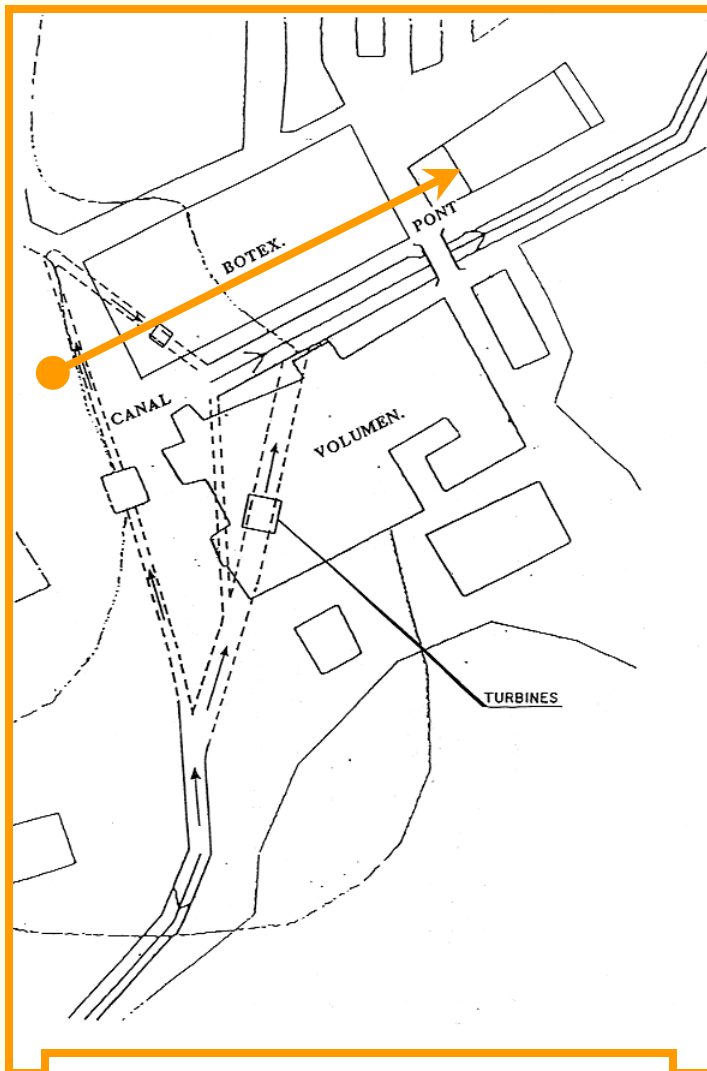
- La Junta de Residus, empresa pública adscrita al Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Catalunya, es la responsable de la gestión de los residuos en esta Comunidad Autónoma, incluyendo los residuos industriales y los municipales.
- Principales objetivos:
  - Promover la minimización de los residuos y de los riesgos asociados
  - Reciclaje
  - Disposición del residuo
  - Recuperación de áreas y suelos degradados por vertidos incontrolados de contaminantes



Catalunya

- A finales de 1994:
  - Detección PCE en el pozo de abastecimiento de un núcleo urbano y residencial (puntualmente  $>5$  mg PCE/l).
  - Clausura inmediata del pozo.
- Ubicación pozo:
  - Junto a un polígono industrial (en una antigua colonia textil de principios del siglo XX, que aprovechaba la energía hidráulica del río).
  - Actualmente ocupan las naves industriales un conjunto de pequeñas industrias de diverso tipo.
- Después de los estudios iniciales y de inspecciones:
  - Se localiza, en una nave, una lavandería industrial que usaba PCE en el proceso.
  - Se observó también una mala gestión histórica de materias primas y residuos.

Introducción  
Problemática  
Caracterización  
Recuperación  
Seguimiento  
Conclusiones



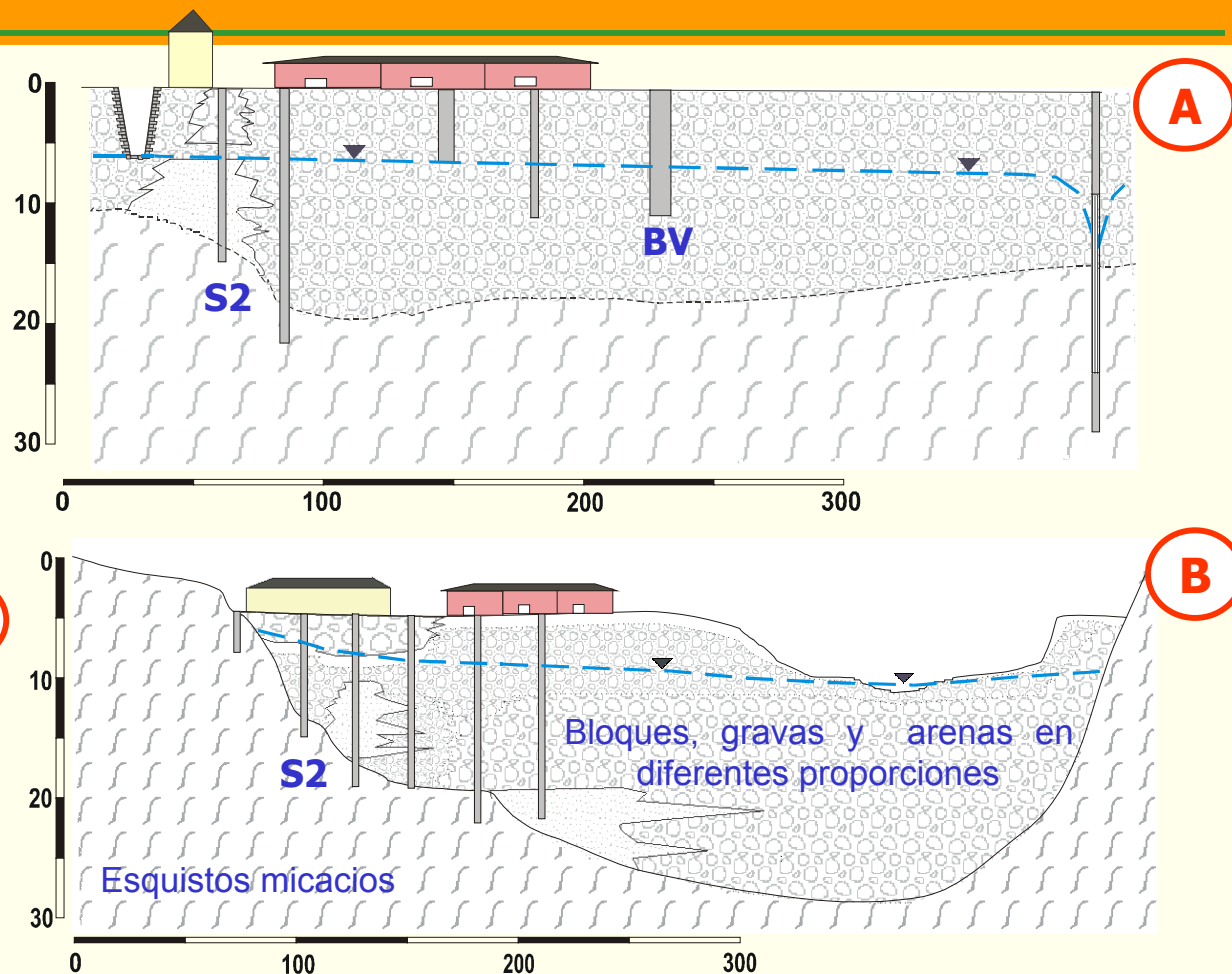
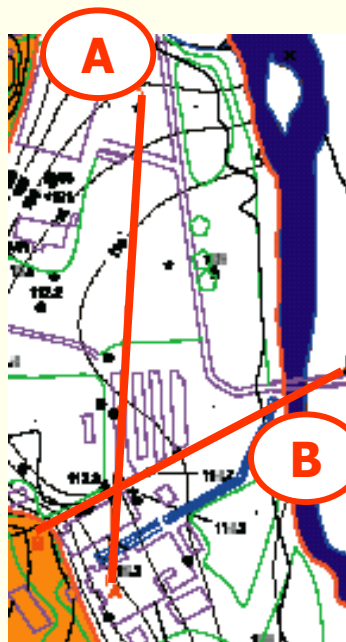
Area afectada 2.000 m<sup>2</sup>  
Profundidad media 12 m

dic  
2002 | 4

- **Calendario de actuaciones:**

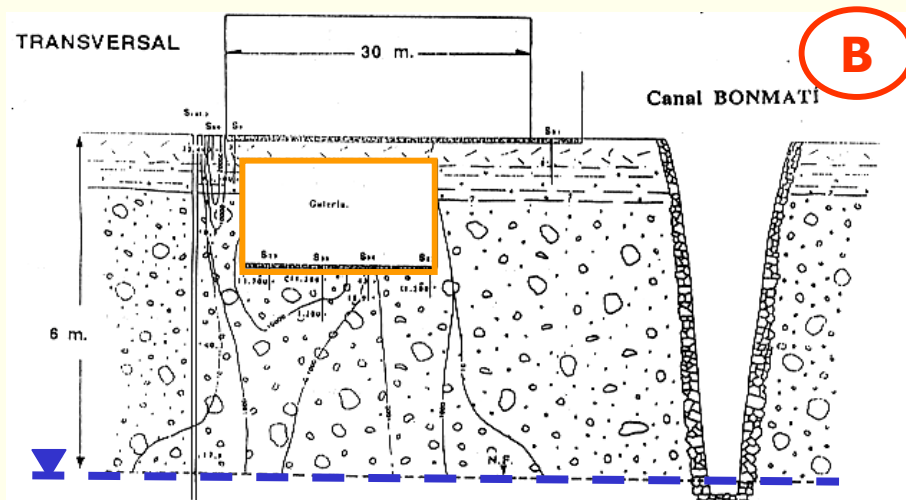
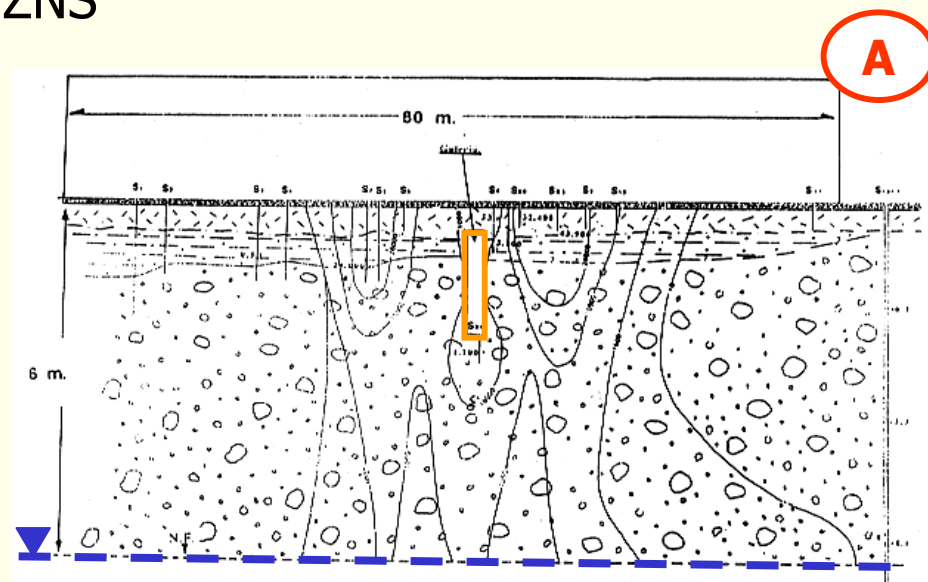
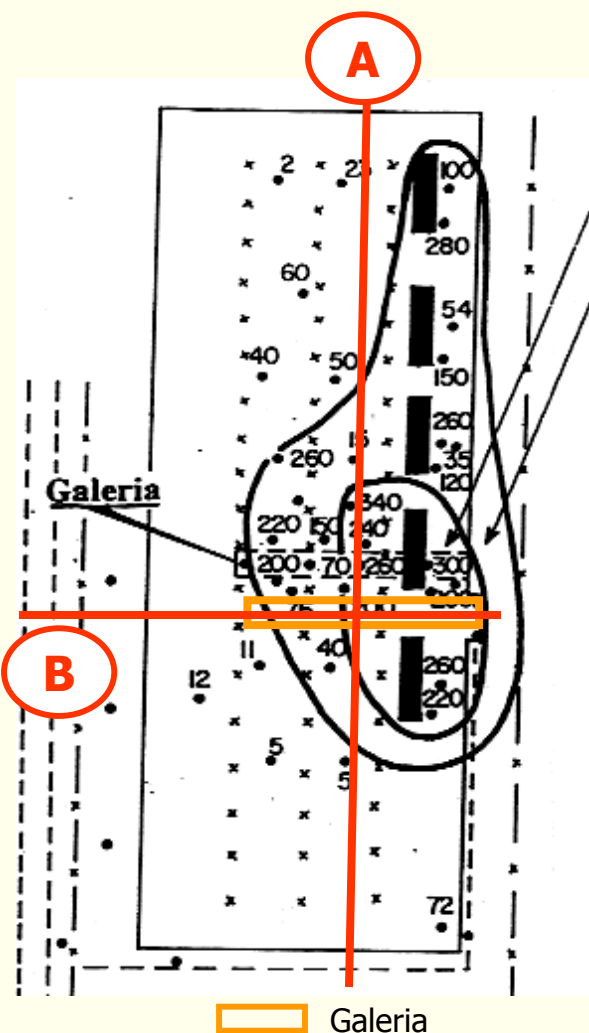
- 1994: Detección PCE y clausura pozo abastecimiento.
- 1995: Gestión y retirada de residuos abandonados.  
Estudios de caracterización del medio (suelos y aguas).
- 1996: Diseño de la recuperación.
- 1997: Inicio de la recuperación (septiembre).
- 1998: Finalización de la recuperación (octubre).
- 1999 a 2002: Seguimiento, control y modelización.

Introducción  
Problemática  
Caracterización  
Recuperación  
Seguimiento  
Conclusiones



- espesor variable: 4 a 17 m.
- acuífero superficial libre.
- captaciones para uso humano, industrial, agrícola

Estudio de gases del subsuelo: cortes con indicación de la máxima concentración de PCE en la ZNS



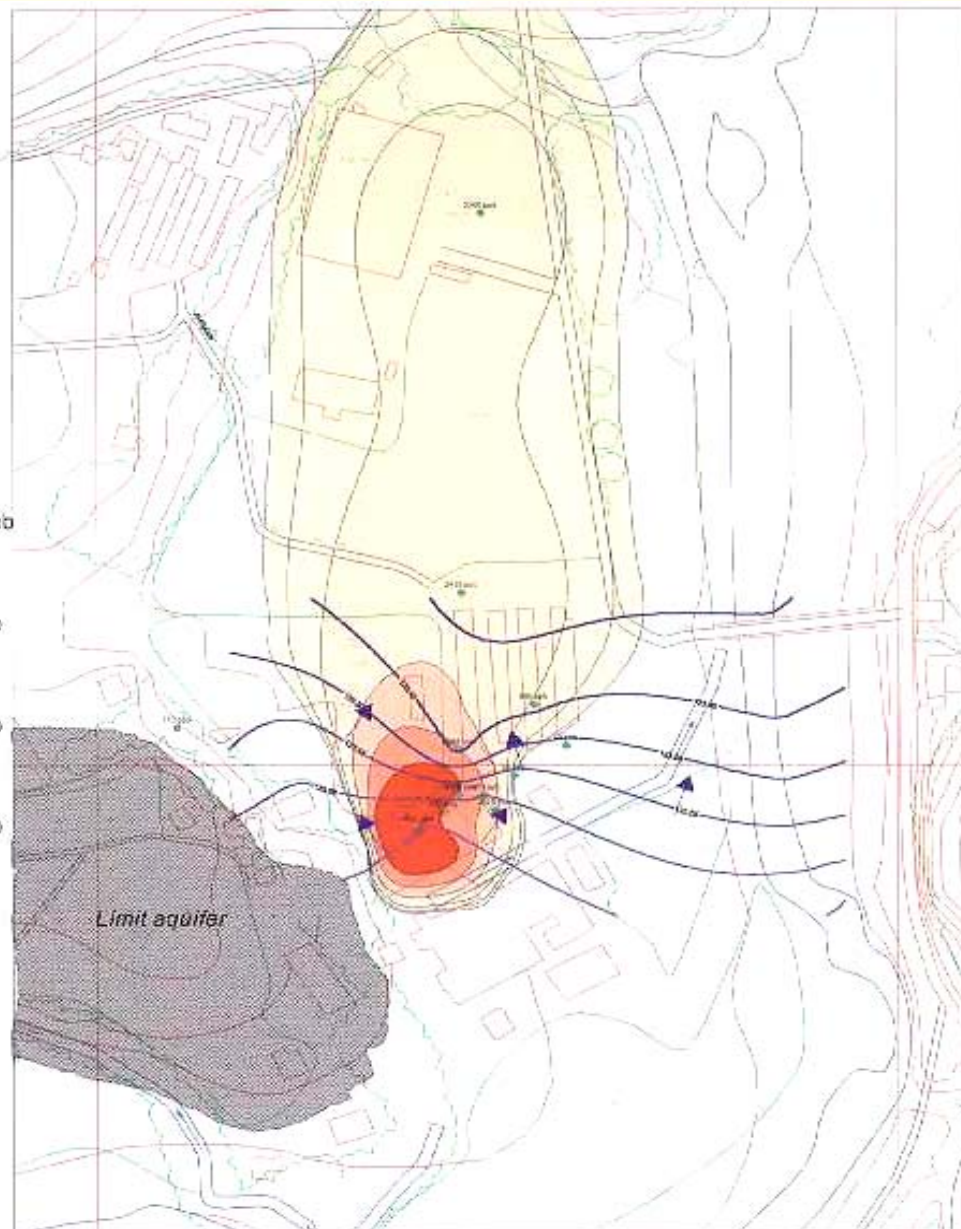


Introducción  
Problemática  
Caracterización  
Recuperación  
Seguimiento  
Conclusiones

Estudio  
hidrogeoquímico:

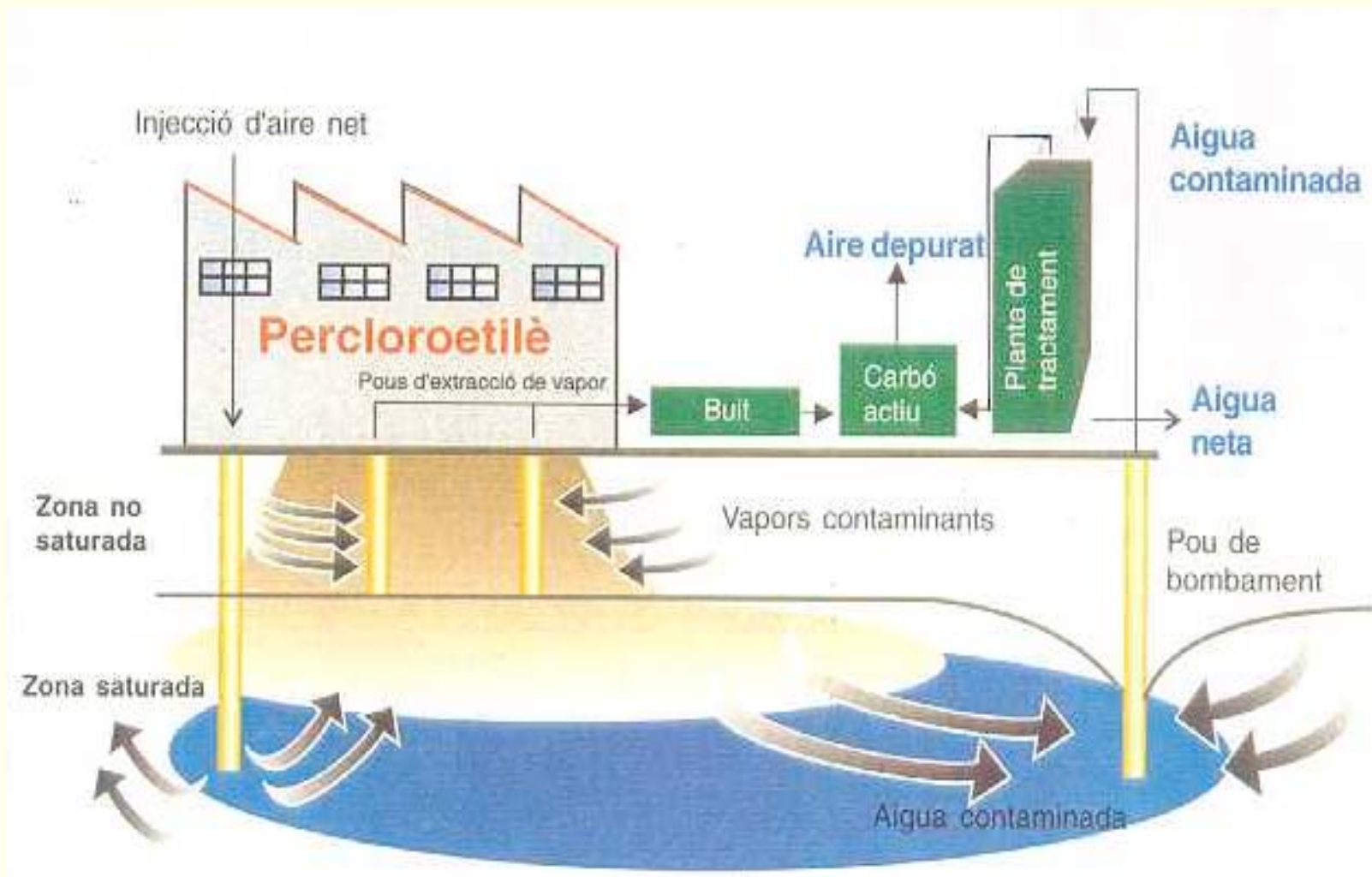
Mapa de  
isoconcentraciones  
de PCE en las aguas  
subterráneas  
(marzo 97)

Conc. PCE  
(ppb)

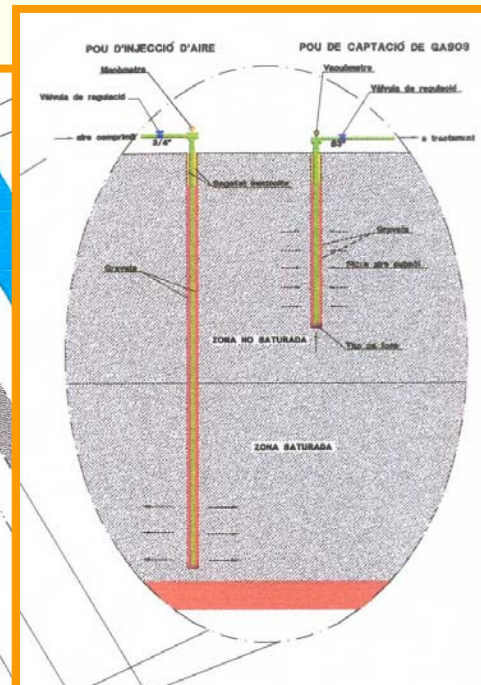
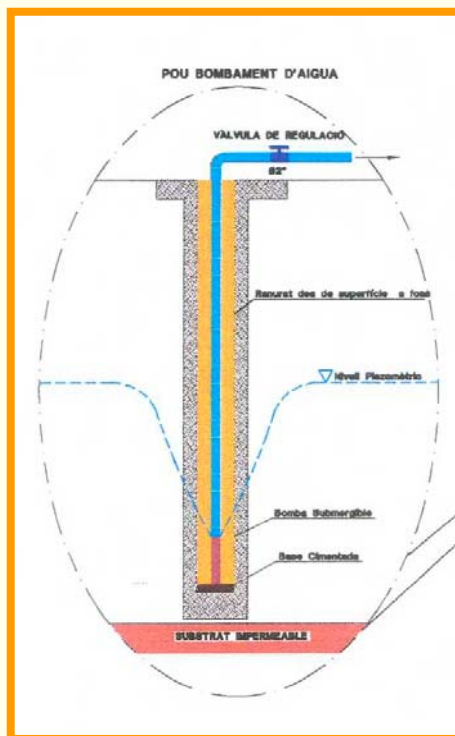




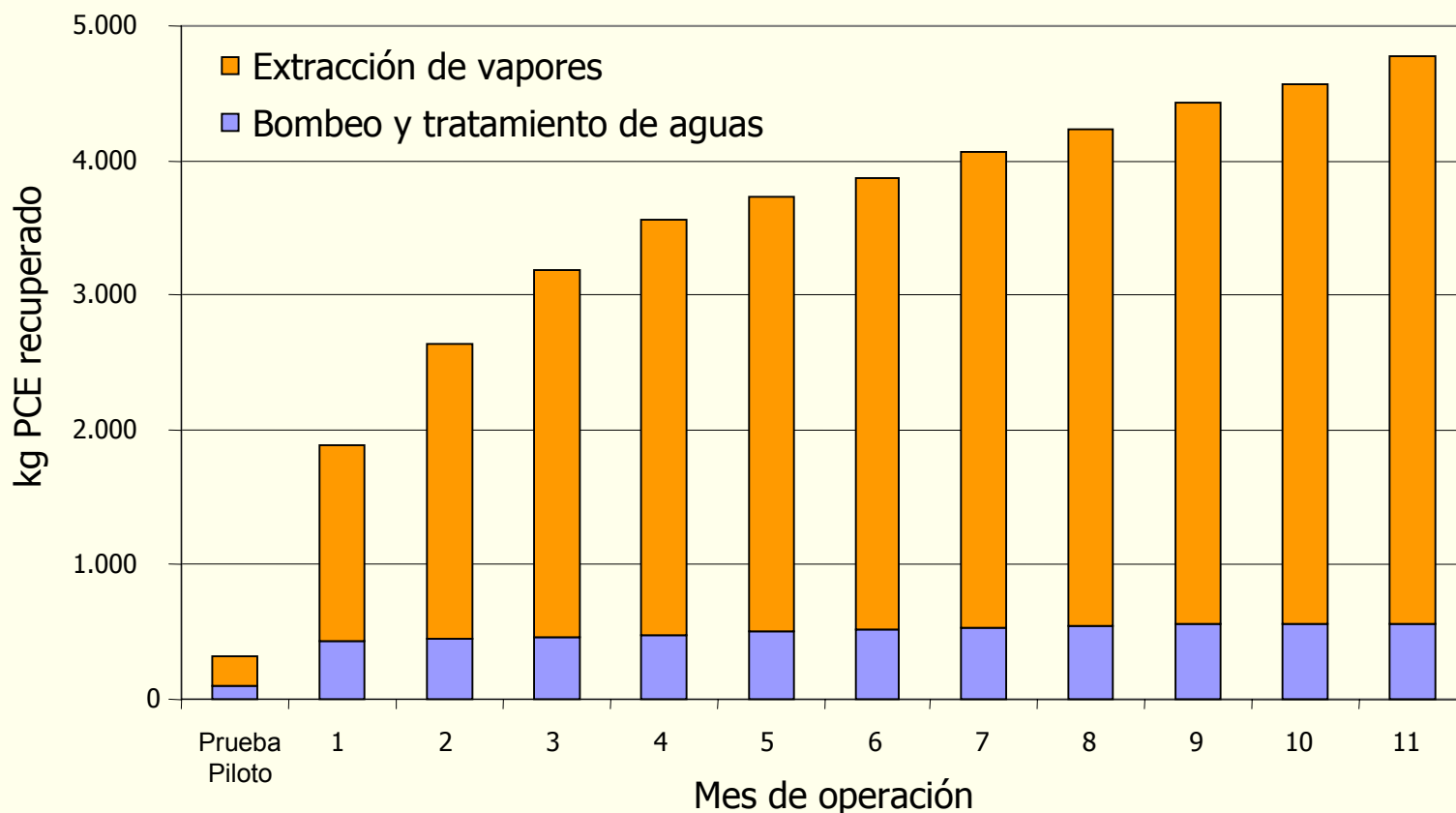
Introducción  
Problemática  
Caracterización  
Recuperación  
Seguimiento  
Conclusiones



Introducción  
Problemática  
Caracterización  
Recuperación  
Seguimiento  
Conclusiones



- Pozo de agua
- Piezómetros existentes
- Pozos de inyección
- Pozos de extracción
- Línea de inyección
- Línea de agua
- Línea de extracción



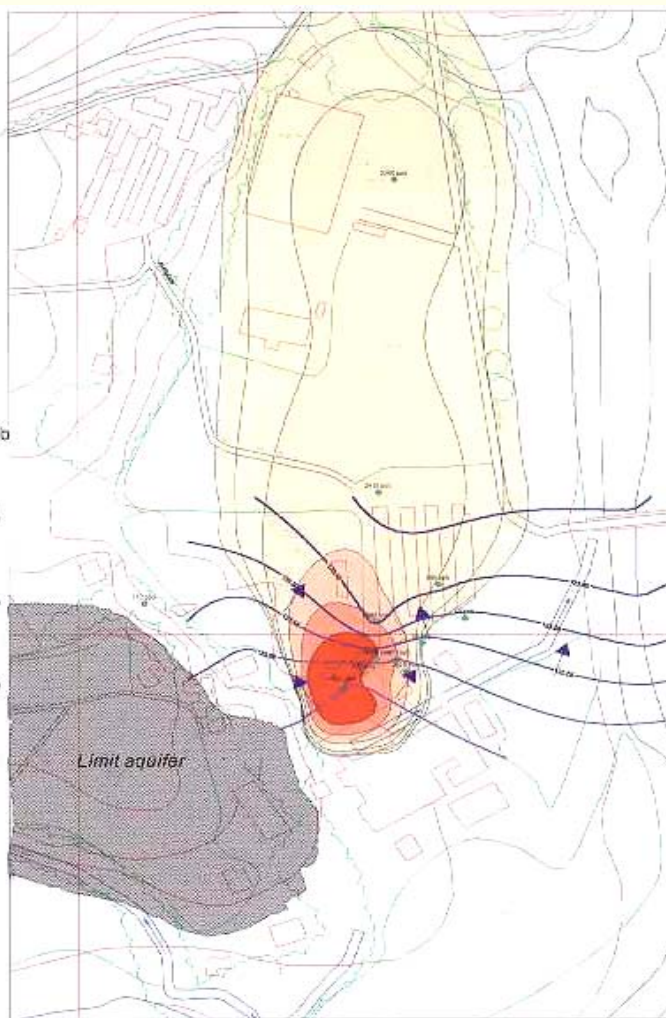
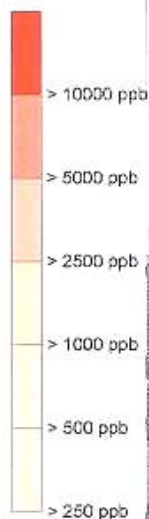
- Balance de la recuperación:**

- Extracción total de 4.760 kg de PCE: 4.200 kg de la ZNS (extracción de gases) y 560 kg de PCE de las aguas bombeadas.
- Duración de la recuperación: 11 meses (sin incluir unos meses previos de pruebas piloto).

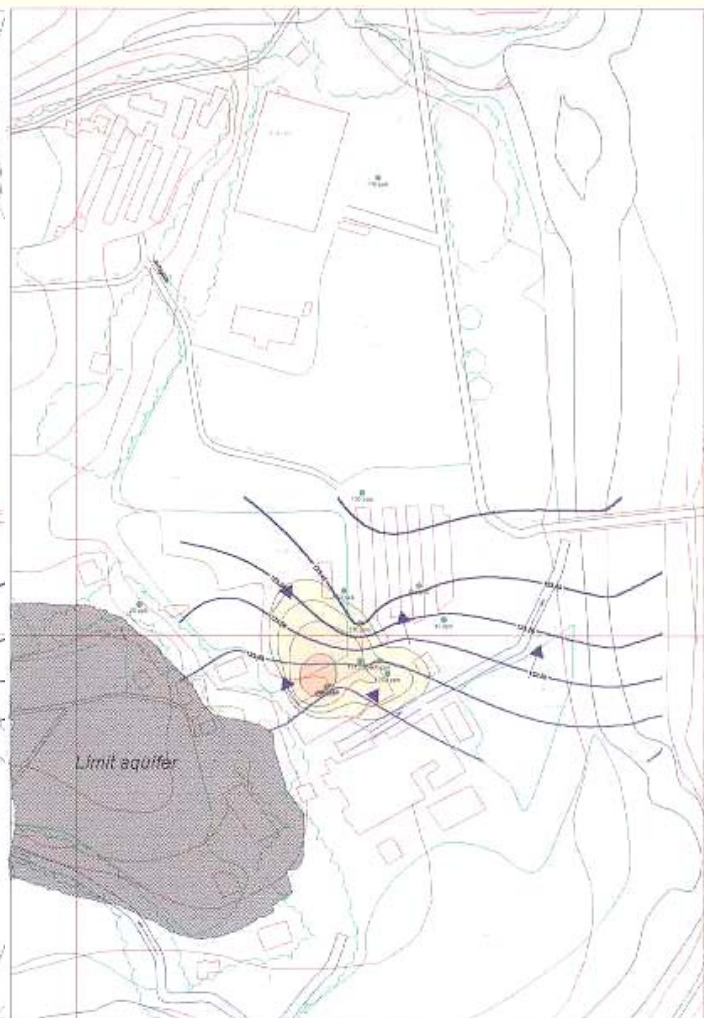


Introducción  
Problemática  
Caracterización  
Recuperación  
Seguimiento  
Conclusiones

Conc. PCE  
(ppb)



**Marzo 1997**

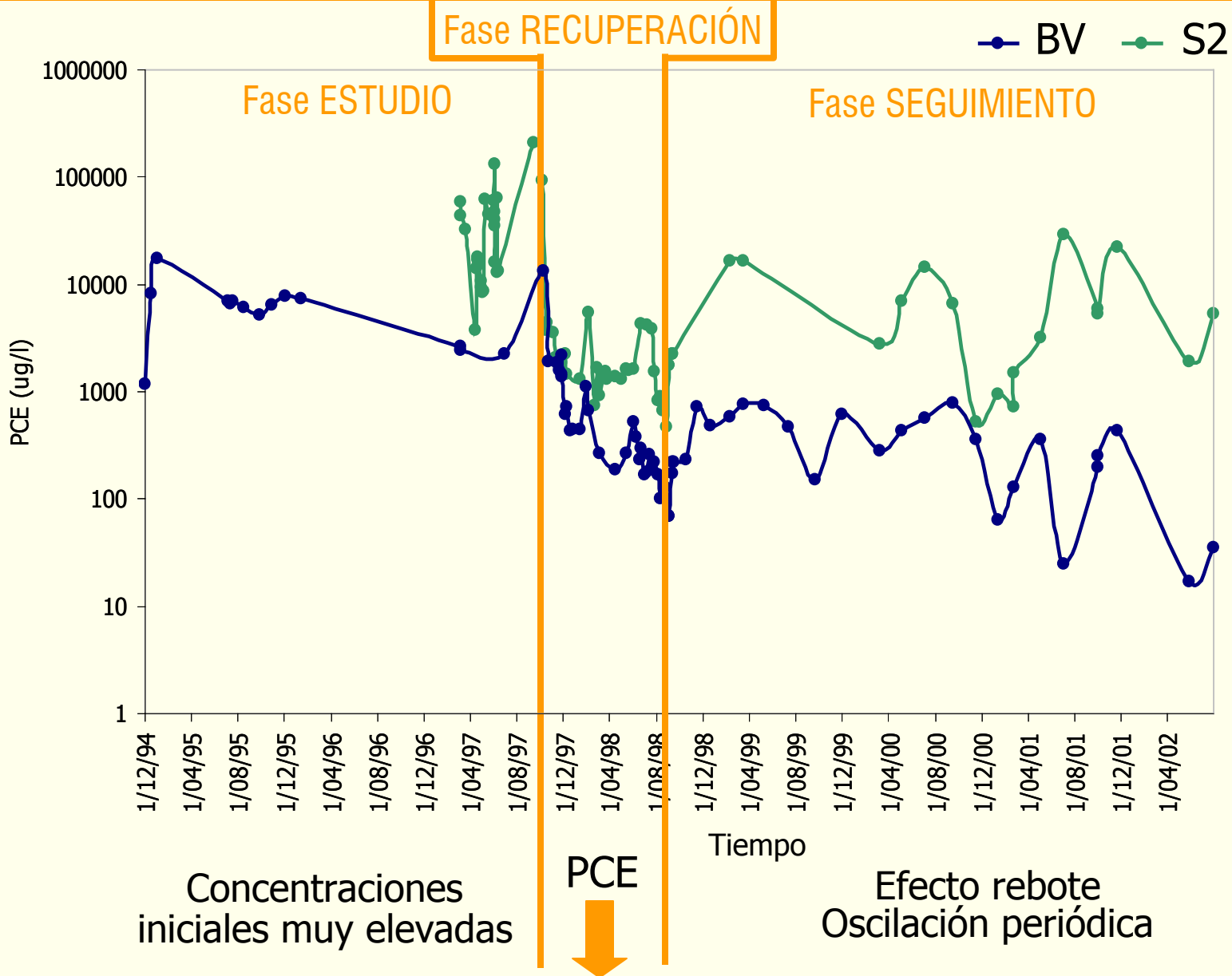


**Octubre 1998**

dic  
2002 | **12**

## Evolución de la concentración de PCE en el foco (S2) y en el pozo de abastecimiento (BV)

Introducción  
Problemática  
Caracterización  
Recuperación  
Seguimiento  
Conclusiones



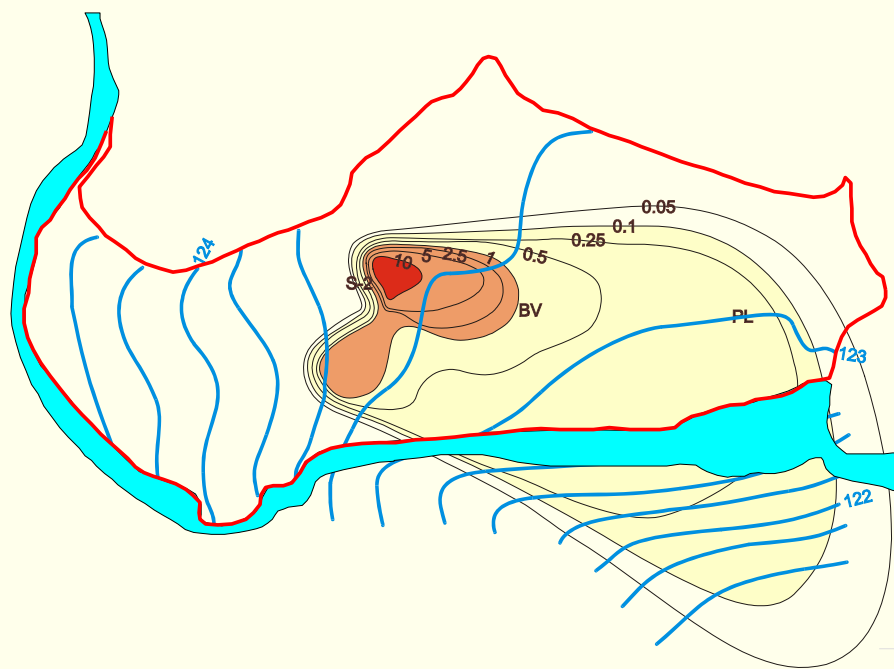
- **Plan de seguimiento y control:**

- Elaboración y calibración de un modelo matemático.
- Ensayos de bombeo y muestreo.
- Construcción de 2 nuevos piezómetros.
- Pruebas piloto en laboratorio: ensayos con columna de  $\text{Fe}^0$ .
- Pruebas piloto en campo: Ensayo de inyección de oxidante en el agua subterránea.

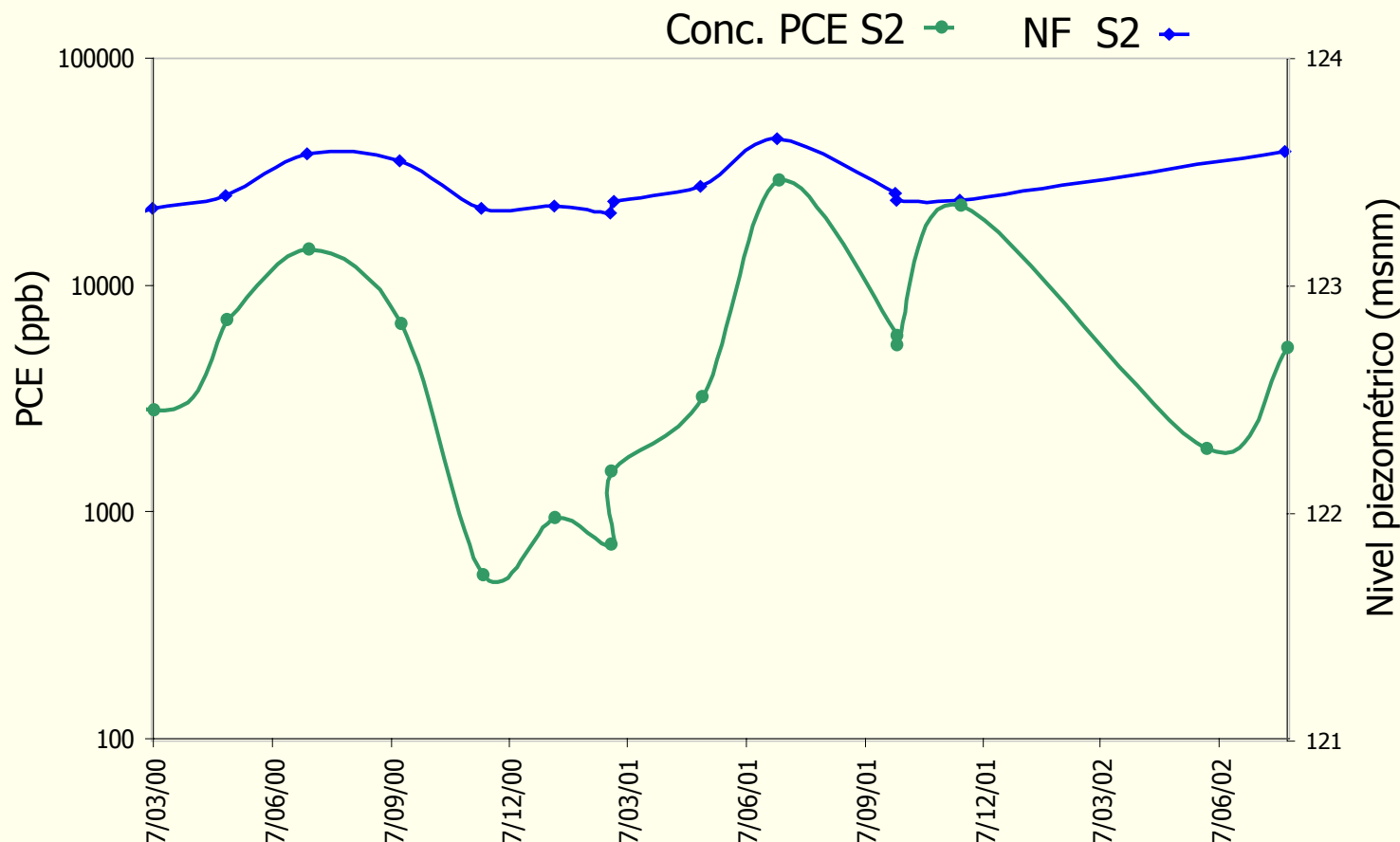


- **Elaboración y calibración de un modelo matemático:**

- Realización de un modelo de flujo y transporte del acuífero que reproduce, razonablemente bien, las concentraciones medidas.
- También se ha modelizado el experimento en columna de hierro en laboratorio y el experimento de oxidación “in situ” de los contaminantes orgánicos.

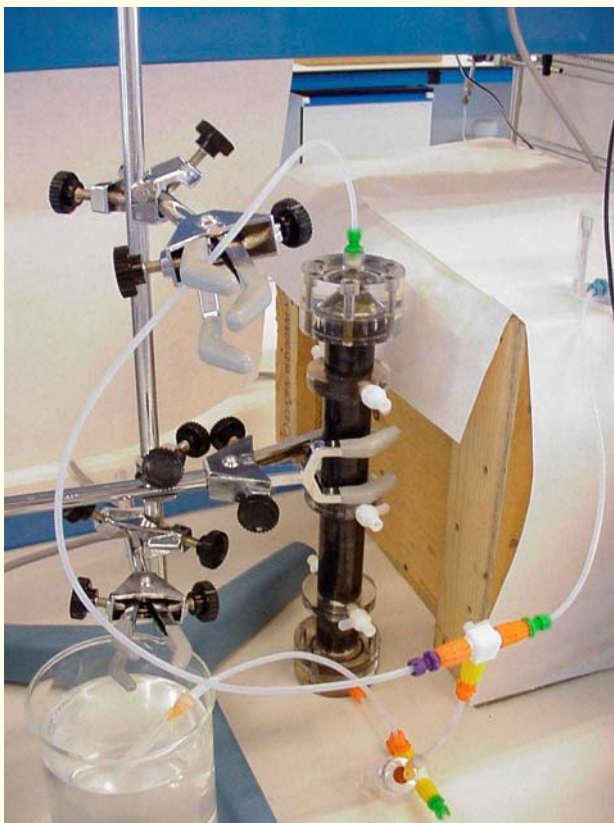


- **Ensayos de bombeo y muestreo:**
  - Inicialmente: ensayos de dilución en piezómetros y pozos para observar variaciones verticales de permeabilidad.
  - Ensayos de bombeo de larga duración en varios pozos con muestreos para observar variaciones en la concentración de PCE e interpretación de resultados.
- **Construcción de 2 nuevos piezómetros de control:**
  - Situados adecuadamente para completar la red de control y seguimiento existente. Básicamente para definir mejor el penacho de contaminación actual.

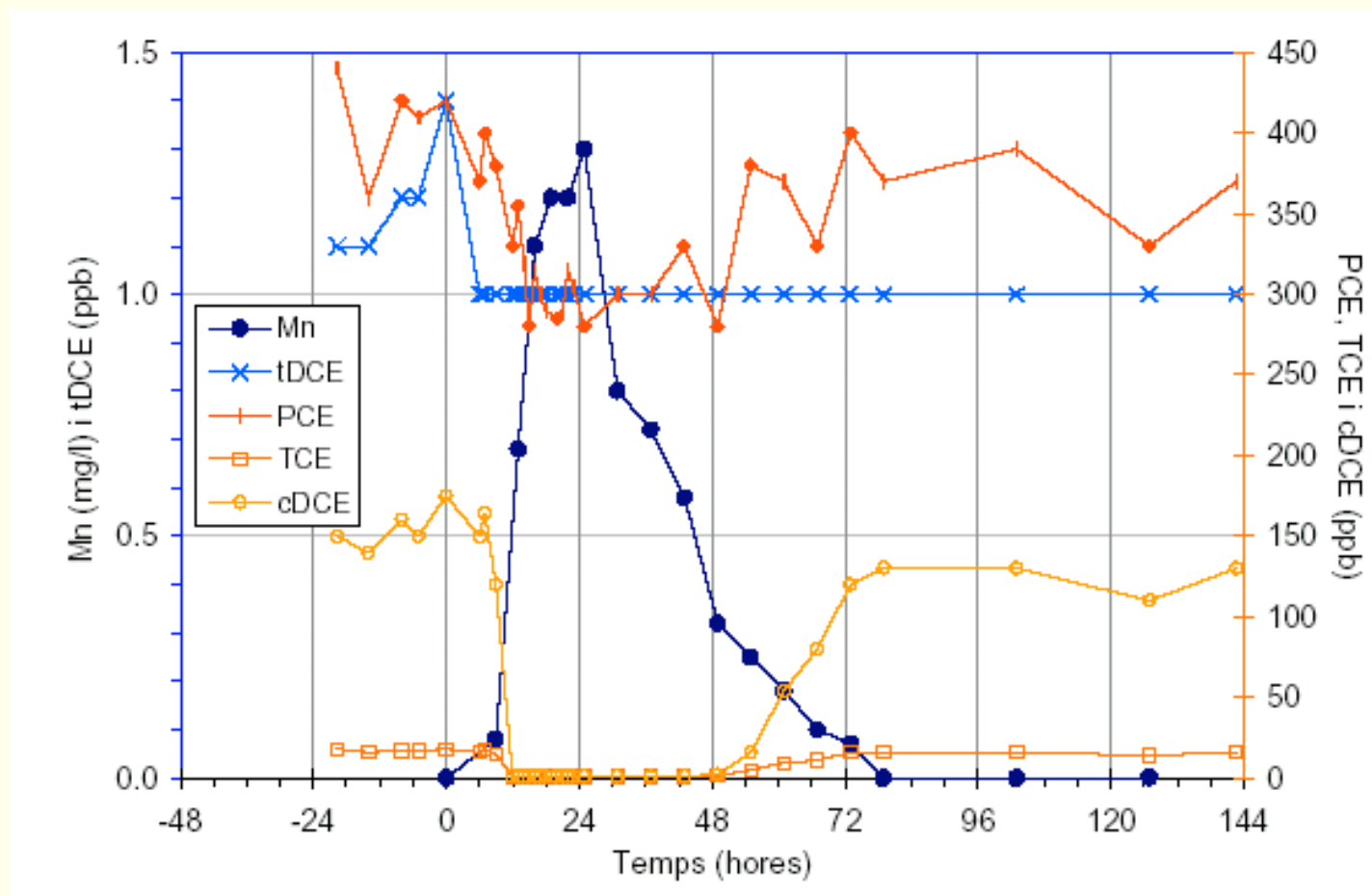


- Existe un paralelismo entre los niveles freáticos y las concentraciones de PCE en el agua subterránea.
- Hipótesis: el contaminante residual (principalmente el acumulado en la zona capilar), con las oscilaciones estacionales del NF, es lavado/lixiviado hacia la zona saturada, produciendo un incremento de concentración de PCE en el agua del acuífero.

- **Pruebas piloto en laboratorio. ensayos con columna de  $\text{Fe}^0$ :**



- Experimento en columna de hierro y agua contaminada para estudiar las posibilidades de descontaminar el acuífero con métodos reductores.
- A largo plazo, se observa una importante decloración de PCE y TCE y un aumento de DCE.
- El paso de agua contaminada por una columna de 20 cm de longitud, ya muestra una decloración, prácticamente total del PCE.



- Se ha comprobado que mientras la concentración de oxidante es elevada en el medio, los componentes como DCE i TCE no son estables y se degradan.
- El PCE tiene una dinámica más lenta, pero también ha disminuido su concentración en más de un 20 % en menos de una semana.

## • Conclusiones:

- Si hasta 1994 se hubiesen gestionado correctamente los residuos, se hubiesen evitado las consecuencias actuales de la contaminación, con un coste 120 veces inferior.
- El seguimiento de la contaminación residual ha evidenciado que los niveles de PCE en el agua subterránea están todavía por encima de los niveles de potabilidad, en más de un orden de magnitud.
- El penacho de contaminación mantiene una geometría estacionaria con un foco centrado en la antigua fábrica y una aureola contaminada de unos 400-500 m por 200m.



- **Posibles actuaciones actualmente en estudio:**
  - Estudio de un dispositivo para confinar el foco contaminante, p.ej.: BPR “funnel and gate” y/o inyección de oxidantes.
  - Si se debe bombear agua del pozo para abastecimiento: instalación de planta de tratamiento (“stripping”).
  - Realizar un Análisis de Riesgo con datos actualizados.
  - Es necesario continuar con:
    - seguimiento de la calidad del agua subterránea.
    - afinar la modelización ya realizada.

- Empresas contratadas en las diferentes fases:
  - Enviro Quantisci.
  - Técnicas de Protección Ambiental SA (TPA).
  - Saboredó, SA.
  - Territorio y Medio Ambiente, SA (TEMA).
- Agradecimientos:
  - USEPA