

EJEMPLO DE REMEDIACIÓN SOBRE MERCURIO EN ÁREA MINERA / INDUSTRIAL: ESCOMBRERA DE LA MINA DE ALMADÉN

**TALLER SOBRE LA PROBLEMÁTICA DE GESTIÓN DEL MERCURIO EN LA
REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y CARIBE**

BRASILIA, BRASIL

21-22 DE MAYO DE 2012

SITUACION



La mina de Almadén, explotada desde el siglo III a.C., es la mina más antigua del mundo cuya explotación ininterrumpida ha llegado hasta nuestros días.

El cierre definitivo se produjo en julio de 2003





Tras el cierre, se hizo precisa la restauración ambiental de sus escombreras, al objeto de minimizar los efectos de la explotación de más de 2000 años en el medioambiente.

MINAS DE ALMADEN 1961



MINAS DE ALMADEN 1961



***ESCOBRERA DEL
CERCO DE SAN
TEODORO AÑO 1967***



ESCOMBRERA AÑO 1973



ESCOMBRERA AÑO 1982

RESTAURACIÓN ESCOMBRERA CERCO DE SAN TEODORO

La escombrera ha recibido durante siglos:

- Estériles procedentes de las labores mineras,
- Escorias producidas en los procesos metalúrgicos

Son 3,5 millones de toneladas extendidos en diez hectáreas.



MAYO 2005

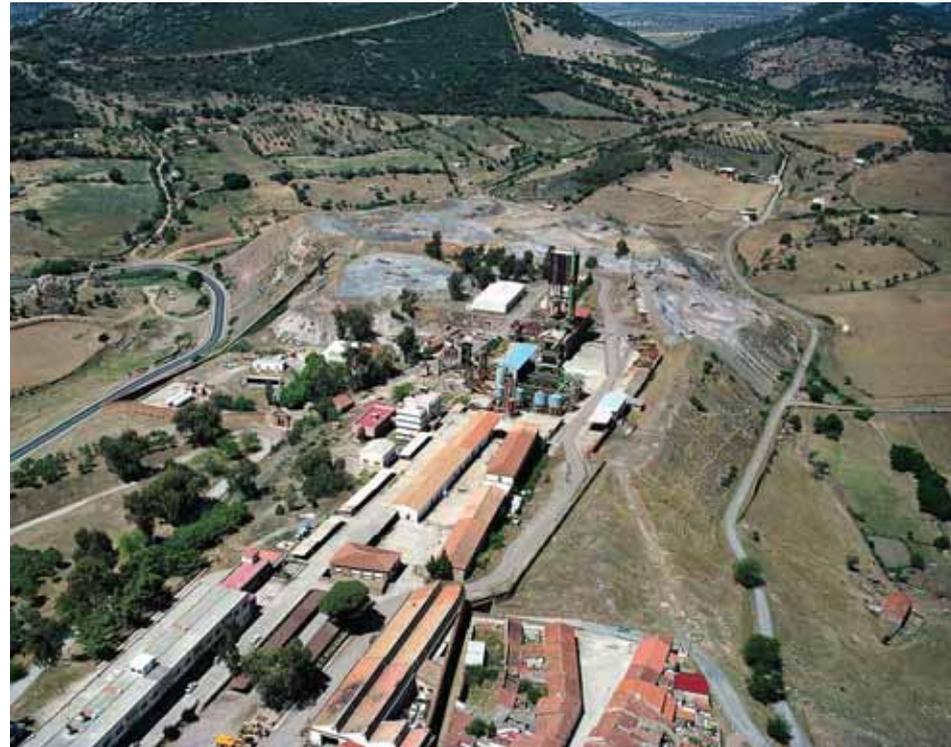
AFECCIONES AMBIENTALES

- **CONTAMINACIÓN HIDROLÓGICA**
- **CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**
- **OCUPACIÓN DE SUELOS**
- **RIESGOS GEOTÉCNICOS**
- **MORFOLOGÍA Y PAISAJE**



ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN

- **TRASLADO Y CONSTRUCCION DE UN VERTEDERO DE SEGURIDAD**
 - Alto impacto ambiental y económico
- **REMODELACIÓN Y SELLADO IN SITU**
 - Condiciones hidrogeológicas del emplazamiento favorables



Objetivos del sellado in situ:

- Estabilidad e integración paisajística de la escombrera en su entorno
- El aislamiento hídrico y térmico de su superficie.

Las obras se iniciaron en el año 2005 y finalizaron en mayo de 2008

Coste ejecución material 8.200.000 €



AGOSTO 2008

FASES

1. CONFORMACIÓN ESCOMBRERA

Funciones:

- Remodelar los taludes y cumbre de la escombrera
- Mejorar las condiciones de estabilidad

Desmante y terraplenado de 493.582 m³ de material





JUNIO 2007



FASÉS

2. SELLADO ESCOMBRERA

Funciones:

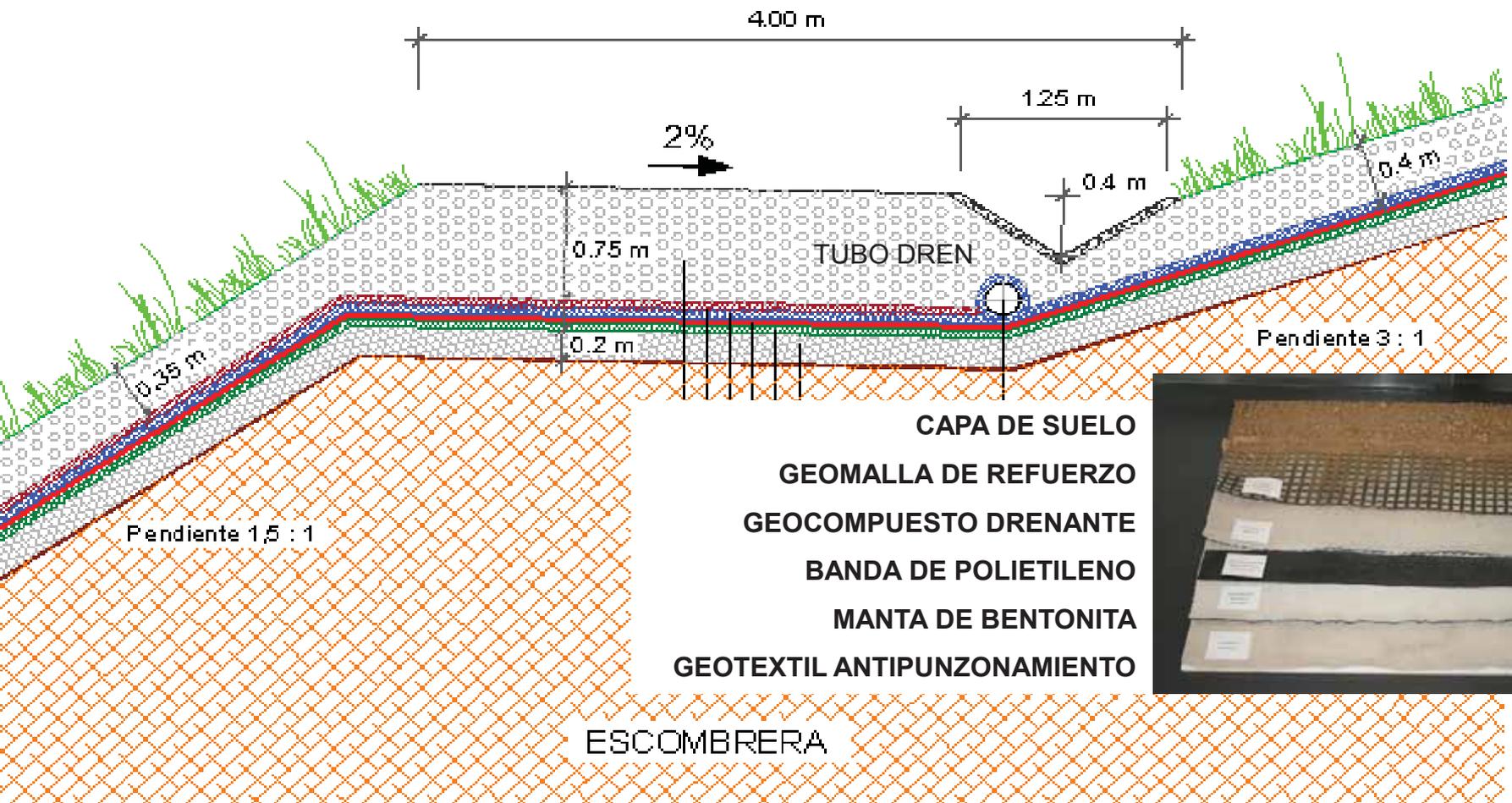
- Impedir la entrada de agua en la escombrera, evitando la generación de lixiviados y la dispersión de materiales
- Aislamiento térmico, evitando la evaporación de mercurio



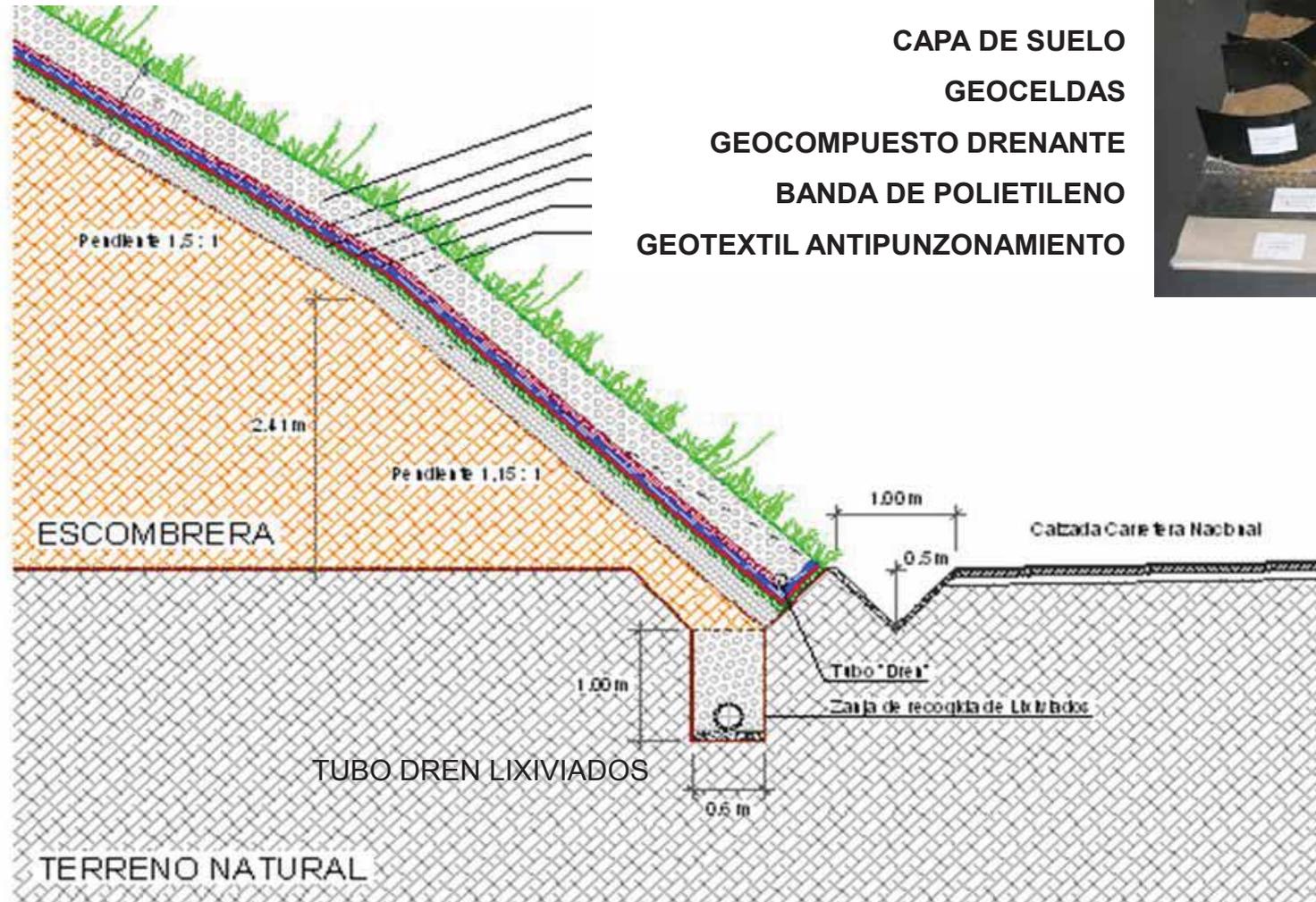




AGOSTO 2007



ESQUEMA CAPAS SELLADO TALUDES PENDIENTE BAJA



CAPA DE SUELO
GEOCELIDAS
GEOCOMPUESTO DRENANTE
BANDA DE POLIETILENO
GEOTEXTIL ANTIPUNZONAMIENTO



ESQUEMA CAPAS SELLADO
TALUDES PENDIENTE ALTA



Superficie de sellado equivalente a 20 campos de fútbol



GEOELDAS TALUD SUR



El paquete de sellado está compuesto por un total de:

- 175.250 m² de geotextil**
- 139.932 m² de bentonita**
- 202.566 m² de polietileno de alta densidad**
- 202.116 m² de geocompuesto drenante**
- 100.346 m² de geomalla de refuerzo**
- 50.000 m² de geoceldas**





FASES

3. INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RECOGIDA, CIRCULACIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS

Funciones:

- Evitar los efectos erosivos que puedan afectar a la estabilidad de la escombrera





ENERO 2008

FASES

4.RESTAURACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL.

Funciones:

- Recuperar la vegetación en la superficie restaurada
- Integración paisajística de la escombrera en su entorno

Aporte de 50 cm de tierra vegetal 170.000 m³

Hidrosiembra mecánica en un total de 16 ha.





AGOSTO 2008





PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LA ESCOMBRERA DE LA MINA DE ALMADÉN

Control de diversos parámetros
en aguas subterráneas,
superficiales, suelos y aire

La duración prevista 50 años.



ESCOBRERA MINA DE ALMADÉN

Resultados inmediatos:
Emisiones a la atmósfera



**Mediciones en el
aire durante las
obras (ng/m3)**

**Mediciones en
el aire tras
obras (ng/m3)**

ESCOBRERA MINA DE ALMADÉN

VIGILANCIA EN AGUAS

Las actividades de vigilancia en la fase de postclausura de la escombrera se refieren a la vigilancia de las aguas, concretamente:

- Aguas subterráneas
- Aguas superficiales

Los parámetros a controlar entre otros pH, metales pesados, sulfatos, nitratos, nitritos,



ESCOMBRERA CERCO SAN TEODORO

VIGILANCIA EN AGUAS

DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ALREDEDOR DE LA ESCOMBRERA

Centro Tecnológico Nacional de Descontaminación del Mercurio

SIG.WEB AZOGUE
Aplicación informática para la vigilancia ambiental
escombrera de la mina de Almadén

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Buscar

Gestión de mapas

Datos

- Caracterización de aguas
 - Aguas Superficiales
 - Aguas Subterráneas
 - Balsas lixiviados y Arquetas
- Caracterización de materiales de escombrera
 - Materiales Escombreras (Sondeo)
 - Muestras Superficiales
- Caracterización de suelos del entorno
 - Suelos superficiales
 - Suelos en profundidad

Cartografía

Base 2011

Curvas de Nivel

Ortofoto



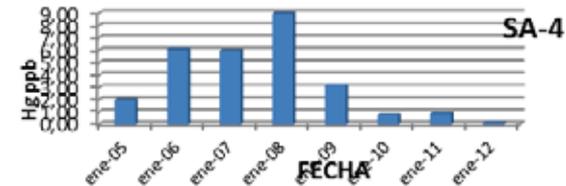
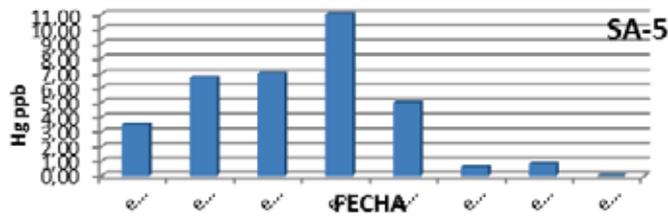
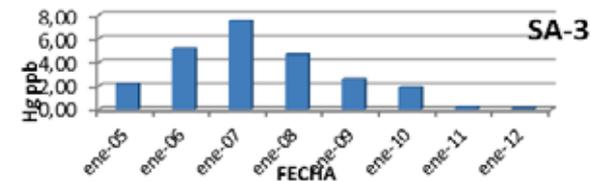
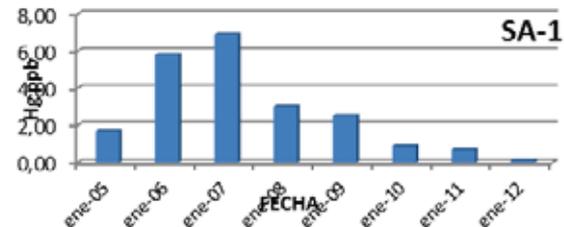
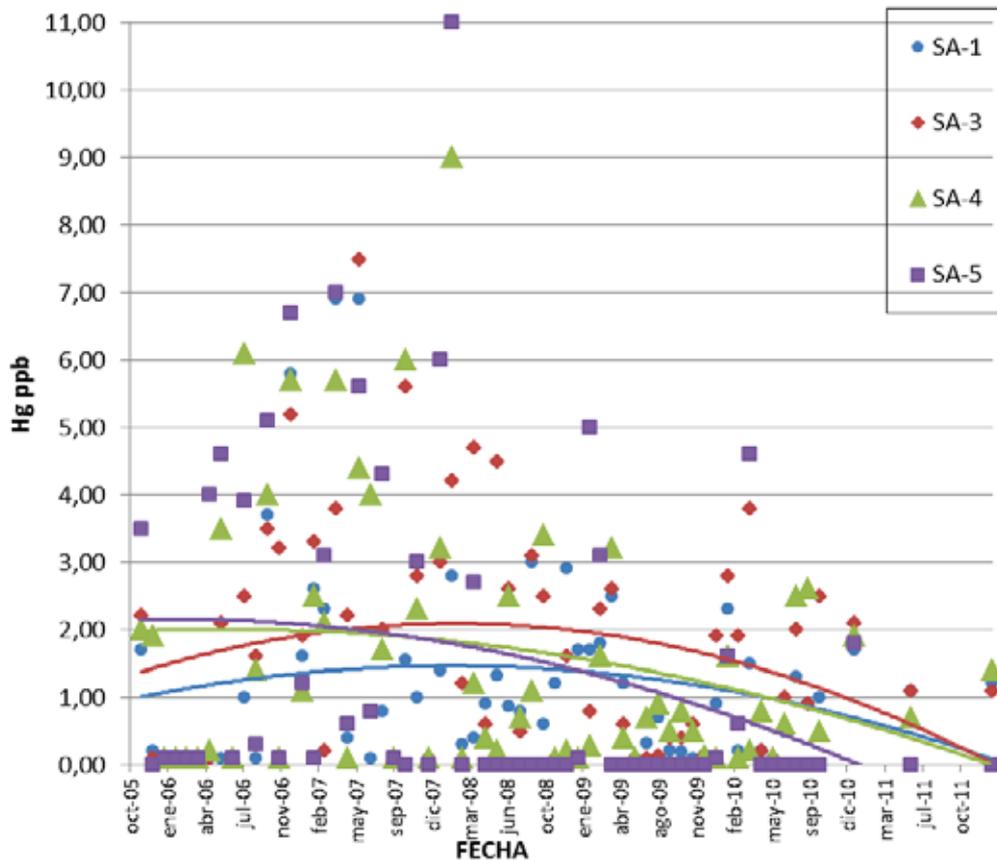
X: 338564.93m Y: 4293319.90m (ETRS89)

200 m

ESCOMBRERA CERCO SAN TEODORO

VIGILANCIA EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

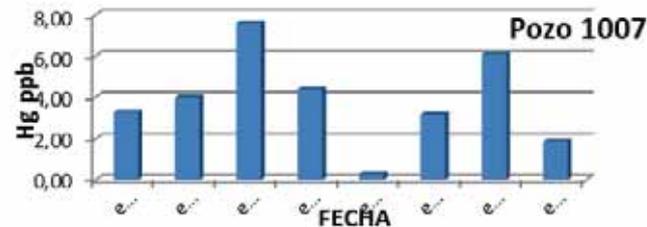
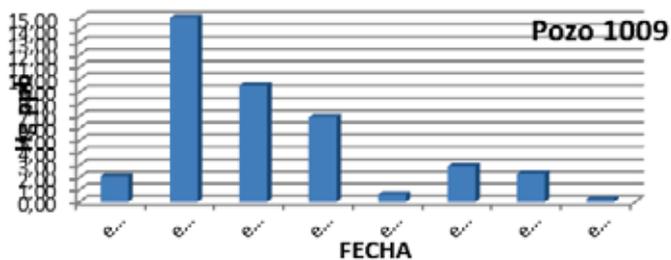
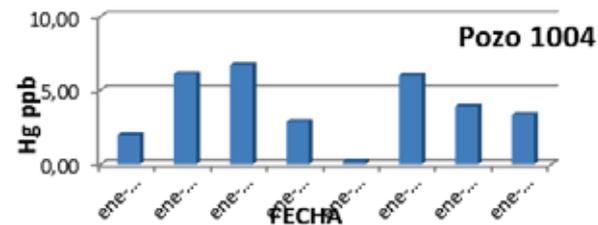
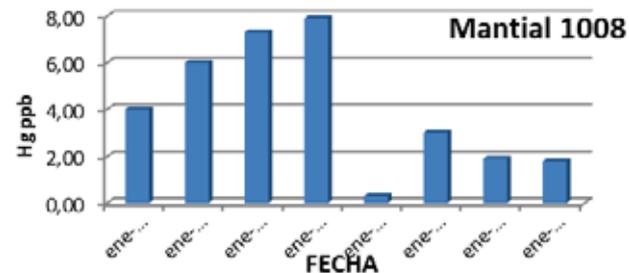
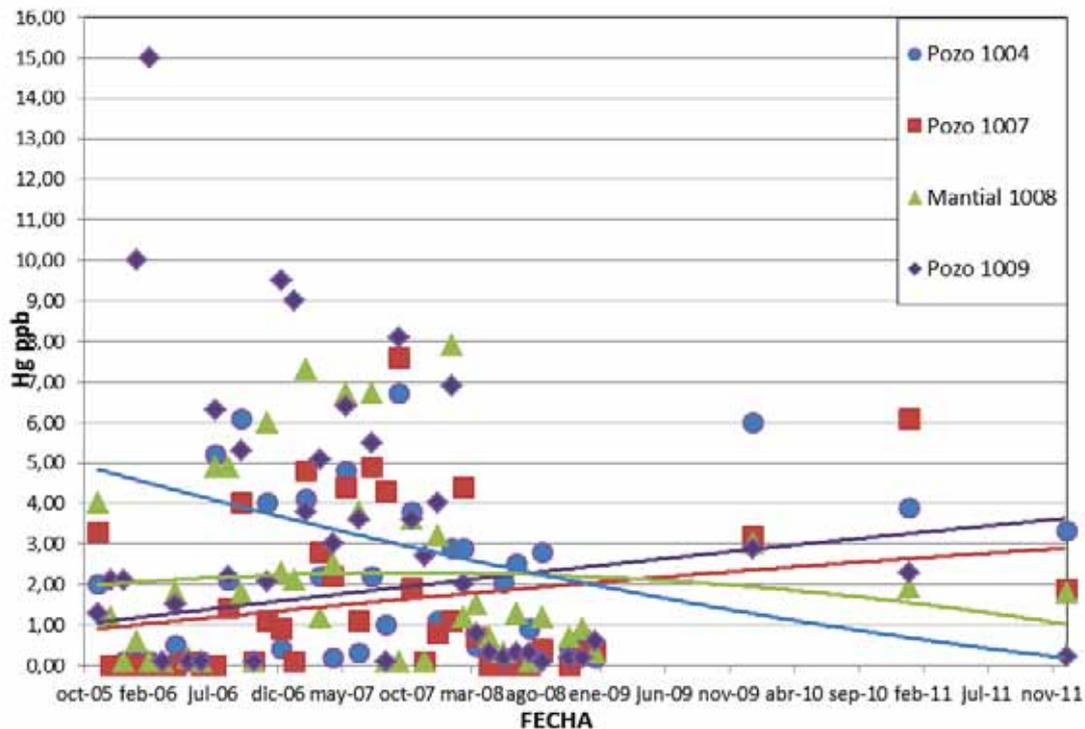
PUNTOS DE CONTROL AGUAS SUBTERRÁNEAS: SONDEOS



ESCOMBRERA CERCO SAN TEODORO

VIGILANCIA EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

PUNTOS DE CONTROL AGUAS SUBTERRÁNEAS: POZOS Y MANANTIALES



ARROYOS FUENTE VIEJA Y AZOGADO

The screenshot displays the SIG.WEB AZOGUE web application interface. The top header includes the logo of the Centro Tecnológico Nacional de Descontaminación del Mercurio, the application name "SIG.WEB AZOGUE" with the subtitle "Aplicación informática para la vigilancia ambiental escombrera de la mina de Almadén", and the logos of the Spanish Government and the Ministry of Environment and Rural Affairs.

The interface features a search bar, map management options, and a "Datos" (Data) panel on the left. The "Datos" panel is organized into three sections:

- Caracterización de aguas**
 - Aguas Superficiales
 - Aguas Subterráneas
 - Balsas lixiviados y Arquetas
- Caracterización de materiales de escombrera**
 - Materiales Escombreras (Sondeo)
 - Muestras Superficiales
- Caracterización de suelos del entorno**
 - Suelos superficiales
 - Suelos en profundidad

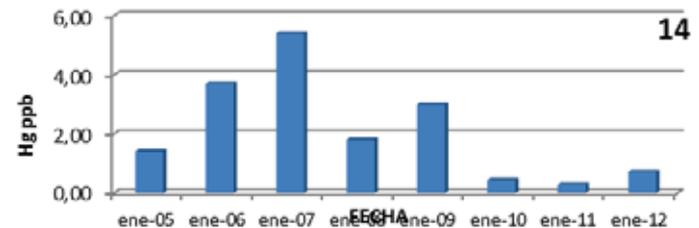
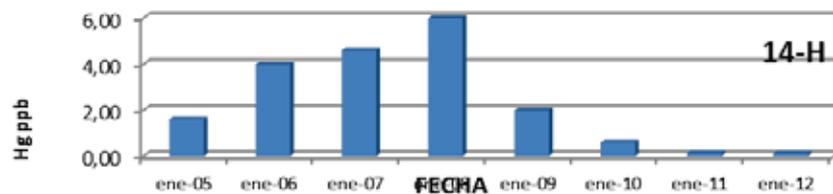
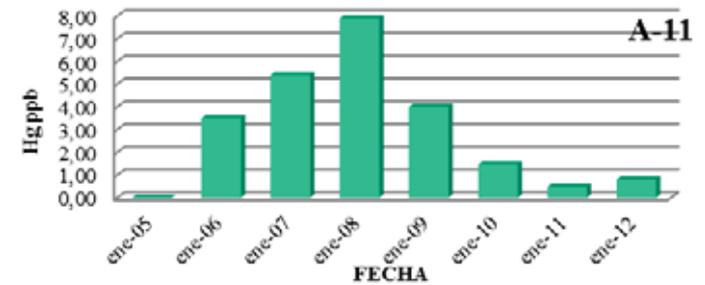
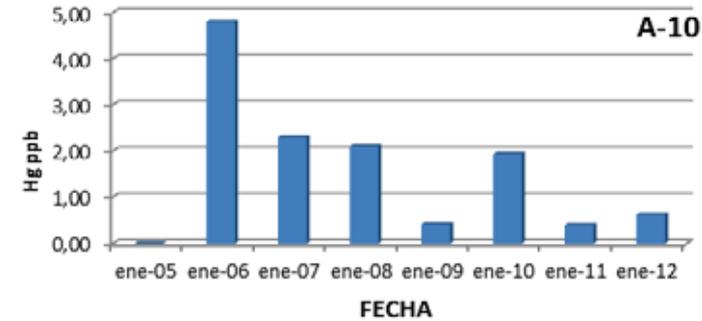
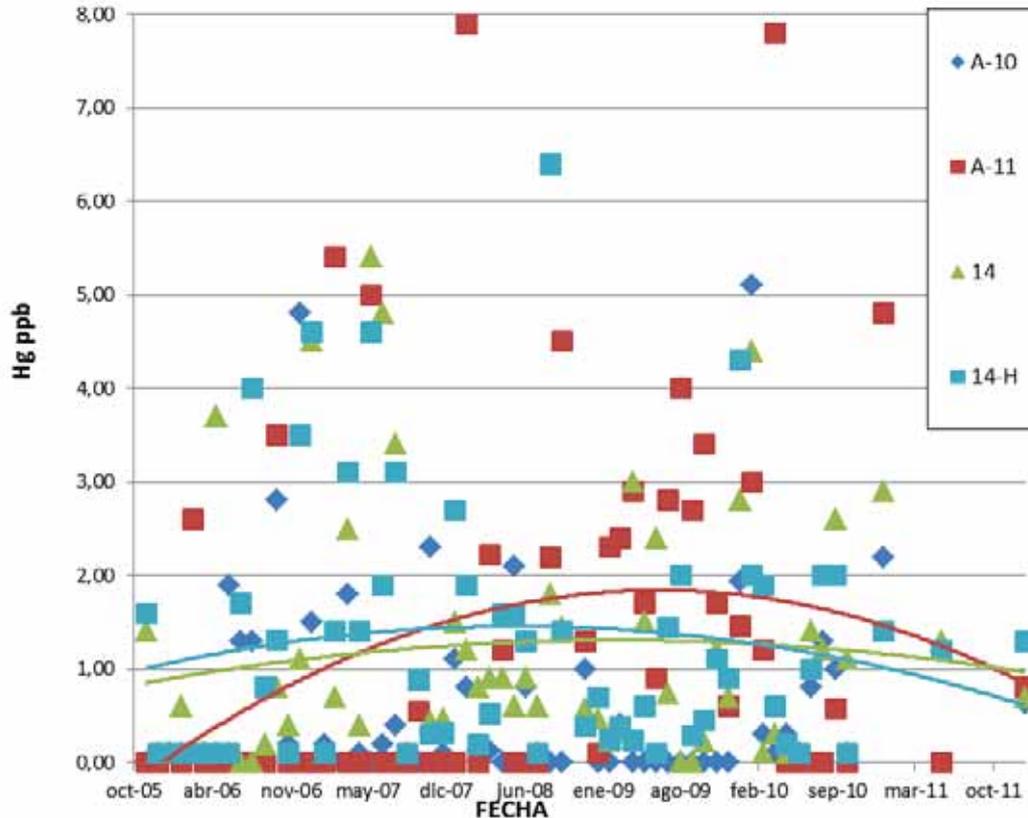
The "Cartografía" (Cartography) section at the bottom left shows the base map set to "2011" and includes options for "Curvas de Nivel" (contour lines) and "Ortofoto" (aerial photo).

The main map area shows an aerial view of the waste dump site. A blue line indicates a watercourse, with several blue square markers placed along it to represent water control points. A scale bar at the bottom right indicates 1000 meters. The map coordinates are X: 336154.14m Y: 4293210.91m (ETRS89).

ESCOMBRERA CERCO SAN TEODORO

VIGILANCIA EN AGUAS SUPERFICIALES

PUNTOS DE CONTROL AGUAS SUPERFICIALES: ARROYOS PRÓXIMOS



•9,10 Río Valdeazogues

•15 Arroyo Azogado

Centro Tecnológico Nacional
de **Descontaminación**
del Mercurio

SIG.WEB AZOGUE
Aplicación informática para la vigilancia ambiental
escombrera de la mina de Almadén

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Buscar

Gestión de mapas

- Materiales Escombreras (Sondeo)
- Muestras Superficiales

Caracterización de suelos del entorno

- Suelos superficiales
- Suelos en profundidad

Cartografía

Base 2011

- Curvas de Nivel
- Ortofoto

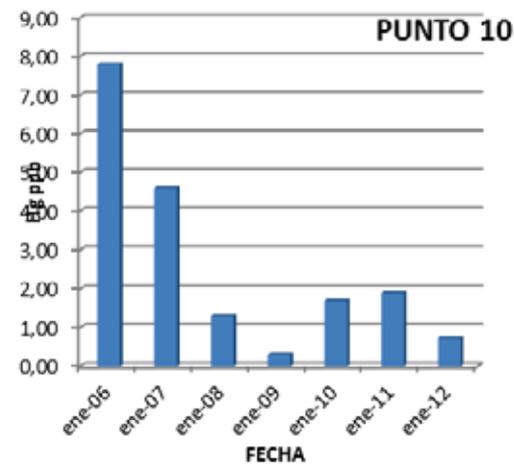
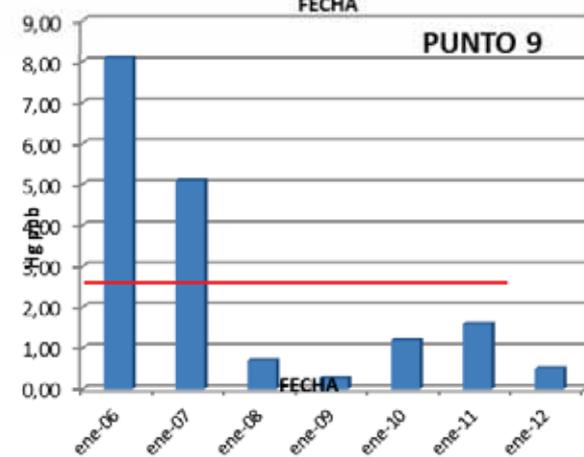
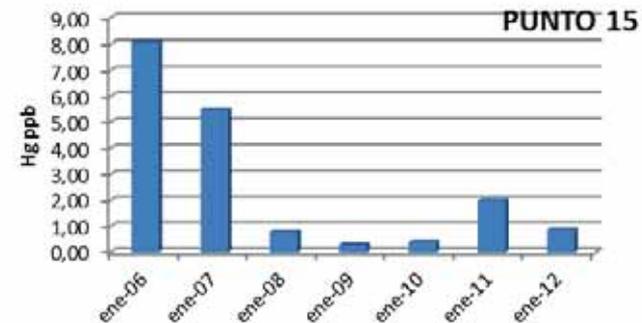
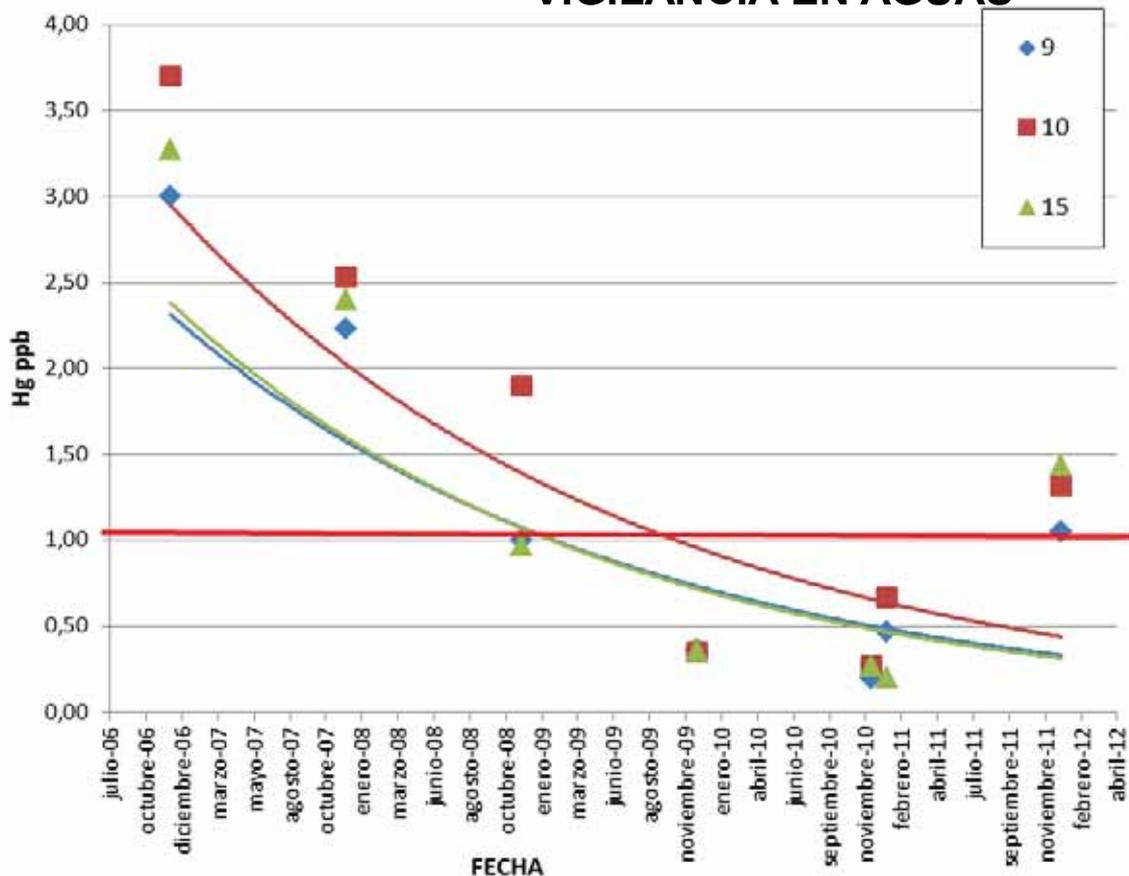
Cartografía externa

- Catastro
- Foto Aérea / Satélite (PNOA 2006)
- IDEE - BASE

X: 345499.61m Y: 4293433.20m (ETRS89)

2 km

ESCOMBRERA CERCO SAN TEODORO VIGILANCIA EN AGUAS



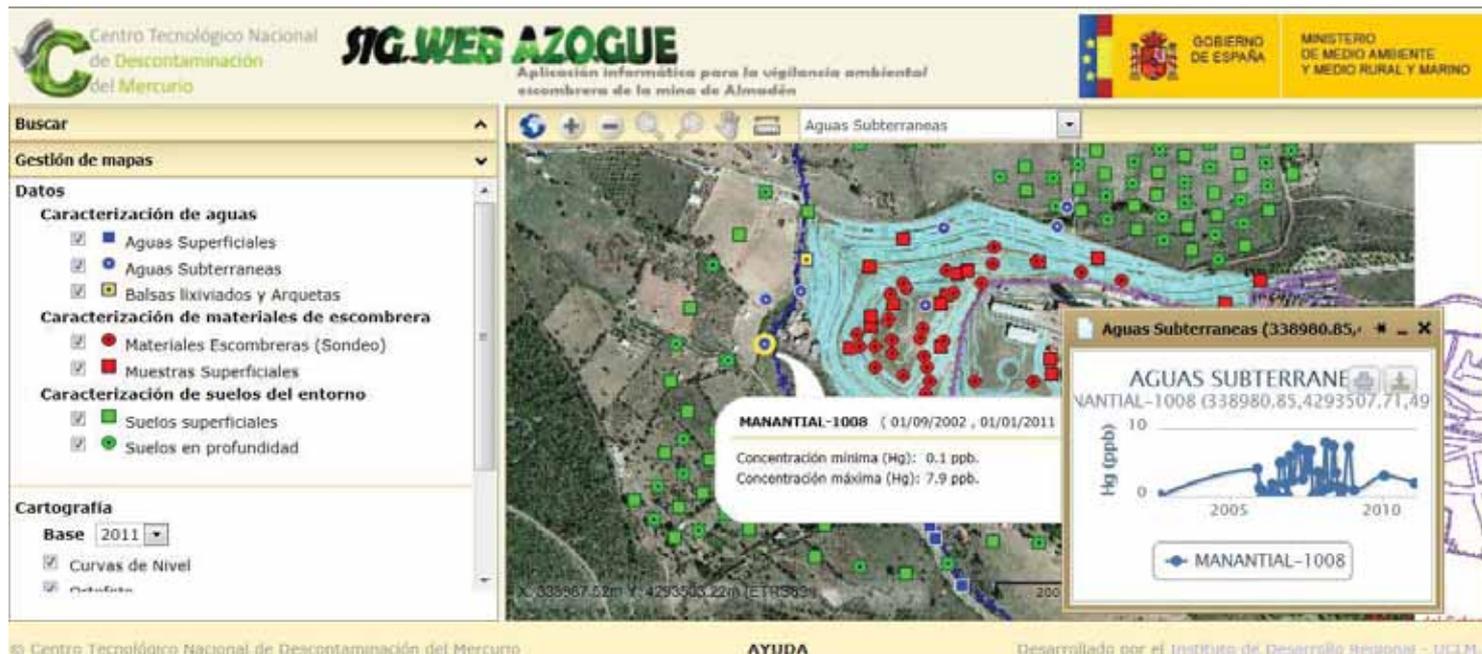
RÍO VALDEAZOGUES ANTES DE SU
CONFLUENCIA CON EL ARROYO
AZOGADO (PUNTO 9), Y DESPUÉS
DE ESTA (PUNTO 10)

Las acciones de restauración ejecutadas:

- ✓ Están reduciendo drásticamente la producción de lixiviados hacia los arroyos circundantes.
- ✓ Están evitando el flujo subterráneo dentro de la misma
- ✓ Están evitando la dispersión de materiales y la evaporación de mercurio.

Para facilitar el seguimiento de los datos:

www.ctndm.es/proyectos/1.php





**MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN**

Javier Carrasco Milara: jcarrasco@ctndm.es