

## **EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS. UNIDADES DE TRATAMIENTO MEDIOAMBIENTAL**

Álvaro Linares-Rivas de Eguibar\*  
Fernando Herrera Rodríguez\*

---

### **RESUMEN**

Se describen brevemente las distintas fases de un estudio de caracterización ambiental de espacios potencialmente contaminados por hidrocarburos, reseñándose las experiencias y equipos desarrollados por GEOTECNIA 2000 en el campo de la remediación.

### **Palabras clave**

Estaciones de servicio; remediación; hidrocarburos.

### **ABSTRACT**

Taking into account experiences and remediation equipments developed by GEOTECNIA 2000, a brief description of different steps of an environmental study of potentially contaminated soils by hydrocarbons is proposed.

### **Key words**

Petrol station; remediation; hydrocarbons.

## EVALUACIÓN MEDIO-AMBIENTAL DE EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS

GEOTECNIA 2000, realiza estudios de evaluación y caracterización de emplazamientos contaminados por hidrocarburos, metales pesados, etc. a través de investigaciones medioambientales, para conocer la calidad de las aguas subterráneas, suelos y gases de la zona no saturada. Se establece la geometría de las posibles plumas, direcciones y velocidades de movimiento, escenarios y vías de afección a terceros (receptores potenciales), con los que poder conocer las concentraciones máximas admisibles para los diferentes contaminantes a través del Análisis Cuantitativo de Riesgos.

Las citadas investigaciones culminan con la “remediación” o descontaminación de los terrenos afectados por medio de Unidades de Intervención Rápida (U.I.R.) y Unidades de Tratamiento Medioambiental (U.T.M.), dotadas con los más modernos sistemas de limpieza, de probada eficacia.

La investigación de espacios contaminados se desarrolla en 3 fases:

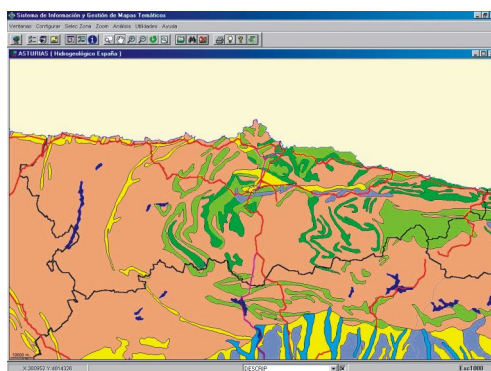
- FASE I: Caracterización a gran escala.
- FASE II: Evaluación medioambiental de los espacios probadamente contaminados o con alto índice de riesgo.
- FASE III: Remediación.

### FASE I: Caracterización a gran escala de espacios potencialmente contaminados

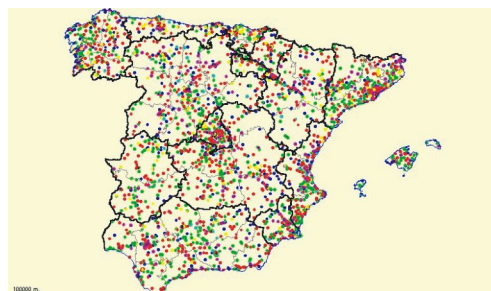
Inicialmente se construye un GIS (Global Information System) que, en el caso español, ha consistido en georreferenciar Unidades de Suministro, Estaciones de Servicio y grandes almacenamientos aeroportuarios, refinerías y estaciones marítimas a escalas 1:1.000.000 y 1:200.000.

Se evalúa mediante índices específicos y con metodología propia, el riesgo medioambiental debido a condicionantes intrínsecos propios del emplazamiento (antigüedad y número de tanques, volumen de almacenamiento y ventas, revestimiento probado de tanques) y extrínsecos condicionados por el entorno: geología, hidrogeología, acuíferos, existencia de pozos y su uso, espacios naturales, hidrología, etc. (Gráfico 1).

Basándose en estos índices se establece el riesgo medioambiental de los emplazamientos, según diversas categorías en cuanto al grado de riesgo (Gráfico 2).



**Gráfico 1.** Captura de pantalla del Sistema de Información Geográfica (GESPLAN), en el que se muestra la hidrogeología a escala 1:1.000.000 de Asturias.

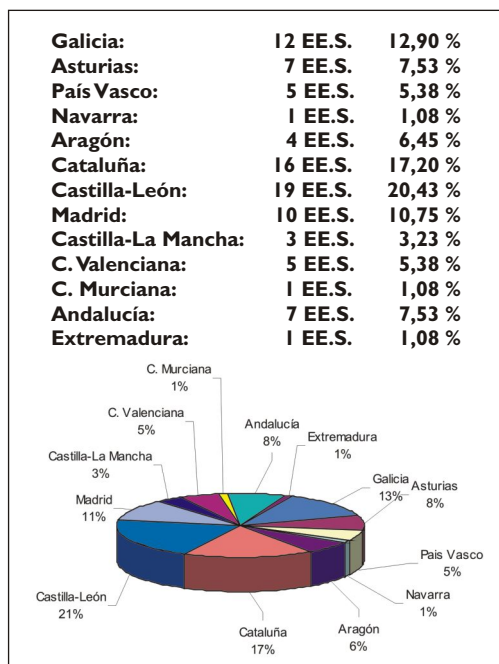


**Gráfico 2.** Ubicación de espacios contaminados. En rojo los de riesgo máximo

Las indicaciones de riesgo máximo localizadas sobre los acuíferos más extensos y productivos, y las de probada existencia de contaminación (quejas de terceros, denuncias, controles rutinarios) son las prioritarias a la hora de iniciar la segunda fase de investigación.

## FASE II: Evaluación medioambiental

Centrados en estaciones de servicio (gasolineras), GEOTECNIA 2000 ha investigado 93 emplazamientos desde 1998. Geográficamente se distribuyen como sigue (Gráfico 3):



**Gráfico 3.** Investigaciones Medioambientales de EE.S por CC.AA.

En todas ellas se ha realizado:

- Campaña de Soil-Gas, con al menos 8 puntos de medición, para el control de la calidad de los gases retenidos en la zona no saturada del subsuelo e indicación de derrames superficiales (Foto 1).



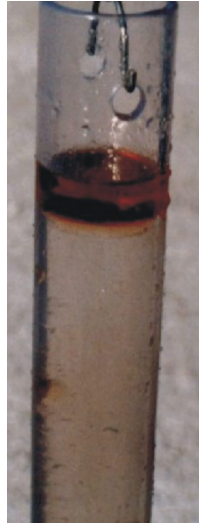
**Foto 1.**

Martillo de perforación para Soil-Gas

- Perforación de al menos 7 sondeos con recuperación continua de testigo, e instalación de piezómetros cuando existe nivel de agua (Foto 2).
- Determinación de compuestos orgánicos volátiles (COV's) mediante la técnica de Head Space.
- Nivelación topográfica de los sondeos y control de los niveles piezométricos para el establecimiento de la red de flujo y gradientes de las aguas subterráneas.
- Realización de pruebas para la determinación de los parámetros hidrogeológicos (permeabilidad, transmisividad y coeficiente de almacenamiento), mediante la ejecución de pruebas de bombeo-recuperación, slug-test, Lefranc, etc.
- Medición de espesores aparentes de producto libre sobrenadante y realización de pruebas de bail-down para el establecimiento de espesores reales (foto 3).
- Control de gases (ppm's) y niveles de explosividad (% LEL) en instalaciones, arquetas, tuberías, edificios, ambiente.



**Foto 2.** Máquina de sondeos realizando un sondeo de gran diámetro a tricono



**Foto 3.** Bailer con producto

- Toma de muestras de suelo y aguas, para su análisis en laboratorio (TPH, BTEX, MTBE, PAH's, Nitratos, Sulfatos, CO2, Fe +3, etc.).
- Descripción del entorno, con especial interés en la enumeración de los posibles receptores.

Realizada la investigación y caracterización de cada emplazamiento, se confecciona un Análisis Cuantitativo de Riesgos, aplicando la metodología RBCA (Risk-Based Corrective Action) de la ASTM Americana (ASTM E1739-95 "Standard Guide for Risk-based Corrective Applied at Petroleum Release Sites").

GEOTECNIA 2000, utiliza programas informáticos (Gráfico 4) para la aplicación del RBCA, (RBCA Tool Kit Chemical Releases), con los que se pueden determinar

**Exposure Pathway Identification**

Site Name: E.S. 96177  
 Location: N-401 PK 17,8 Fuenlabrada (Madrid)  
 Compl. By: Fernando Herrera Rodríguez  
 Job ID: 96177 Date: 9-sep-yy

**1. Groundwater Exposure**

Receptor: None | None | None  
 Type: On-site | Off-site1 | Off-site2

Source Media:

- Affected Groundwater
- Affected Soils Leaching to Groundwater

Distance to GW receptors

0	5000	0
On-site	Off-site1	Off-site2
0	0	0

**GW Discharge to Surface Water Exposure**

- Swimming
- Fish Consumption
- Aquatic Life Protection

**2. Surface Soil Exposure**

Receptor: None  
 Type: On-site | No off-site receptors

Construction Worker:

**3. Air Exposure**

Receptor: None | Com. | Com.  
 Type: On-site | Off-site1 | Off-site2

0	5000	10000
On-site	Off-site1	Off-site2

Construction worker:

- Affected Soils-Volatilization to Ambient Outdoor Air
- Affected Groundwater-Volatilization to Ambient Outdoor Air
- Affected Surface Soils-Particulates to Ambient Outdoor Air

**Volatilization to Indoor Air Inhalation**

Receptor: Com. | No off-site receptors  
 Type: On-site

- Affected Soils-Volatilization to Enclosed Space
- Affected Groundwater-Volatilization to Enclosed Space

**4. Commands and Options**

Main Screen | Print Sheet | Set Units | Help

Exposure Factors & Target Risks | Exposure Flowchart

**Gráfico 4.** Presentación esquemática de resultados del Análisis Cuantitativo de Riesgos

las concentraciones máximas admisibles para las aguas, suelos y aire, en los supuestos siguientes:

■ **USOS DEL SUELO:**

- ▶ Comercial/Industrial
- ▶ Residencial

■ **LUGAR:**

- ▶ ON-SITE (En el emplazamiento)
- ▶ OFF-SITE (Fuera del emplazamiento)

■ **MECANISMOS DE TRANSPORTE:**

- ▶ Erosión y dispersión atmosférica
- ▶ Volatilización a espacios abiertos y cerrados
- ▶ Lixiviado de suelos hacia las aguas subterráneas
- ▶ Migración de la pluma de producto libre
- ▶ Escorrentía superficial

■ **CONTAMINANTES:**

- ▶ TPH (Hidrocarburos totales)
- ▶ BTEX (Benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos)
- ▶ PAH's (Hidrocarburos policíclicos aromáticos)
- ▶ MTBE (Metil-ter-butil-eter)

### FASE III: Remediación

Los sistemas de limpieza y remediación que GEOTECNIA 2000, desarrolla son:

- SVE, Soil Vapor Extraction (extracción de vapores del suelo): con medio y alto vacío.
- DPE, Dual Phase Extraction (extracción dual de agua-aire): mediante bombas de vacío de anillo líquido.
- Slurping y Bioslurping.
- Air Sparging y Biosparging.
- Air Stripping (torres de aireación).
- Bombeo y tratamiento: mediante bombas eléctricas y neumáticas,

separador de hidrocarburos y carbón activo.

- Bombeo selectivo de producto: mediante bombas selectivas neumáticas y skimmers activos y pasivos.
- Atenuación Natural y Biorremediación, mediante adición de ORC.

### UNIDADES DE TRATAMIENTO MEDIOAMBIENTAL (UTM®)

Todos los equipos han sido diseñados y fabricados por GEOTECNIA 2000.

#### Módulo

Los sistemas de tratamiento integral de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos, se encuentran instalados en el interior de un Módulo de 5,00, 4,32 ó 3,20 x 2,40 x 2,72 metros, con aislamiento térmico y acústico de 40 mm de pared, tipo sándwich (Foto 4)

Está dotado de trampilla de 40 x 40 cm<sup>2</sup> en el suelo para facilitar el paso de las mangueras de agua (bombeada y tratada) y líneas de vapores (extracción e inyección).



**Foto 4.**  
Detalle exterior de una Unidad de Tratamiento Medioambiental UTM®

Posee una rejilla de 1,00 m x 0,50 m (0,50 m<sup>2</sup>) dotada de filtro en la parte delantera para permitir la ventilación interior, y suelo en aluminio damero.

### Relación de equipos contenidos en una UTM ® completa

Las UTM's ® realizan un tratamiento simultáneo sobre las aguas subterráneas (línea de aguas) e indirectamente sobre los suelos a través de la aspiración de gases de la zona no saturada del terreno (línea de gases).

#### Línea de Aguas:

- Separador automático de producto, dotado de 6 sondas de nivel de tipo electromagnético, depósito acumulador de producto de 225 litros de capacidad y valvulería de entrada para 5 bombas, con antirretornos y punto de muestreo. Dotado de colectores de recogida de condensados del compresor, separador de gotas, filtro de carbón activo de la línea de gases y filtros reguladores de la presión de aire para la alimentación de las bombas neumáticas (Foto 5).

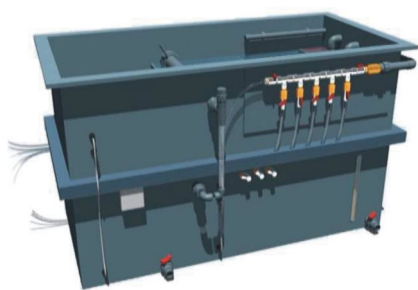


Foto 5. Separador de hidrocarburos

- Bomba de transferencia (QN = 1 l/s) para el trasvase del producto desde el separador a un depósito de mayor capacidad o gestor de residuos, de accionamiento automático y manual.



Foto 6. Torre de aireación

- Torre de aireación con 4 bandejas de acero, y 3 sondas de nivel con accionamiento electromagnético y caudalímetro (foto 6).
- Bomba de transferencia (QN = 1 l/s) para el trasvase de agua desde el separador a la torre de aireación.
- Filtro de carbón activo para aguas, dotado de sonda de nivel electromagnética, válvula de purga y antisifonamiento (foto 7).



Foto 7. Filtro de carbón aguas

- Bomba de transferencia (QN = 1 l/s) para el trasvase de agua desde la torre de aireación a filtro de carbón para aguas y de ahí a saneamiento o reinyección en piezómetros.
- Compresor de aire rotativo de paletas con 2 electroválvulas de 3 vías (NC/NA), para el control de suministro de aire a las bombas y purgado del calderín al separador de hidrocarburos (Foto 8).
- Soplante de 800 m<sup>3</sup>/hora, para inyección de aire a alta presión en el interior de la torre para facilitar el desprendimiento de volátiles (Foto 8).
- Reguladores de aire (manómetros) dotados de filtros automáticos de purga (Foto 8).
- Punto de muestreo de aguas tratadas.
- Compresor de alto caudal para inyección de aire en aguas subterráneas facilitando la liberación de volátiles en los piezómetros.



Foto 8. Compresor y soplante

### Línea de Gases:

- Bomba de vacío, dotada de filtro de 200-300 mbar y 500 m<sup>3</sup>/h (Foto 9).
- Separador de gotas de gran capacidad para provocar la condensación de los vapores aspirados del subsuelo, con



Foto 9. Bomba de vacío

sonda intrínsecamente segura de flotador o electroóptica, y vacuómetro (Foto 10).

- Bomba de transferencia (QN = 1 l/s) para el vaciado de condensados desde el separador de gotas al separador de hidrocarburos.



Foto 10. Separador de gotas

- Filtro de carbón activo para gases, dotado de válvulas de purgado y muestreo de gases de entrada (Foto 11).
- Bomba de transferencia (QN = 1 l/s) para el vaciado de condensados del interior del filtro de carbón de gases, hasta el separador de hidrocarburos.
- Rotámetro para el control del caudal instantáneo en m<sup>3</sup>/h y totalizador digital en m<sup>3</sup> (Foto 11).
- Chimenea de emisión de gases a la atmósfera, con válvula de muestreo.
- Manguera especial de aspiración para gases de Ø 80 mm.
- Enchufes rápidos herméticos tipo Camlock ® para manguera de gases.



Foto 11. Filtro carbón activo gases y rotámetro

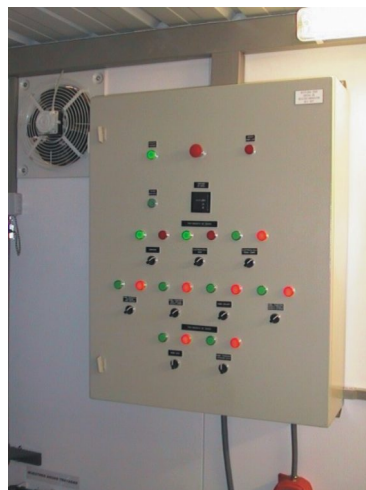


Foto 12. Cuadro eléctrico de control

### **Automatismos:**

- Cuadro eléctrico para el control de los procesos, dotado de temporizadores, relés, automáticos, protecciones térmicas, diferenciales, contador de Kw, transformador 380-220-12 V, enchufe 220-12V, etc. (Foto 12).

### **Medidas de seguridad:**

- Centralita y cabeza detectora de gases calibrada en vapores de hidrocarburos para el control de la atmósfera interior del módulo (valores en % LEL).
- Sondas electromagnéticas e intrínsecamente seguras.
- Cuadro de señalización en el exterior (protegido) con indicación de averías por equipos y señal de llenado del depósito de producto.
- Termostato para aireación interior en función de la temperatura exterior.
- Extractor de gran capacidad para la ventilación del interior del módulo.