

## LANDFARMING

### Objetivos marcados por la CAM:

- La retirada del hidrocarburo en fase libre sobrenadante.
- La excavación y tratamiento del suelo que presente concentraciones superiores a 1.000 mg/kg de TPH hasta disminuir la concentración de TPH hasta los 500 mg/kg.

### Principales Ventajas técnica de landfarming:

- Aplicación a HC y orgánicos semivolátiles no halogenados.
- Fácil de ejecutar.
- Buenos resultados: 80% con HC pesados y >95% con HC ligeros
- Bajo coste: 20-40 €/t
- Tratamiento de suelos de baja permeabilidad y textura heterogénea.

### Principales Desventajas técnica de landfarming:

- No válido para inorgánicos.
- No admitirá concentraciones de HC >50.000 mg/kg.
- Necesidad de control en pH, temperatura, nutrientes y contenido en bacterias.
- Necesidad de una gran área de tratamiento.
- Tiempo de tratamiento moderadamente largo (>12 meses).
- Posible generación de lixiviados que deberán drenarse, recogerse y tratarse

### Trabajos realizados: 1- Prueba Piloto

Parámetro	Valores iniciales
TPH	La concentración total se sitúa cerca los 2.300 mg/kg, compuesta mayoritariamente (85%) de hidrocarburos de cadenas largas C16-C35, formados principalmente por cadenas alifáticas.
Nutrientes	La relación C:N:P: 100:1,89:2,30, se sitúa dentro de los límites adecuados para favorecer la biodegradación C: 100; N: entre 1 y 10 y P: entre 0,5 y 1. Existe un exceso de concentración de fósforo, por lo que se recomienda aumentar las concentraciones de nitrógeno en el medio.
Bacterias	La población bacteriana se sitúa en torno a 6,6 10 <sup>6</sup> UFC/g muy por encima de 10 <sup>3</sup> UFC/g requeridos para que el <i>landfarming</i> sea efectivo.
PCB	No se consideran relevantes al encontrarse concentraciones de 0,03 mg/kg.
Metales pesados	Las concentraciones corresponden con las concentraciones de fondo de la zona, lo que no se consideran como parámetros importantes a la hora de monitorizar el tratamiento.
Cianuros	Cianuros por debajo de límites de detección.

Después de 150-180 días de tratamiento, se presentan las siguientes conclusiones:

- El tratamiento del suelo afectado mediante una mezcla de nutrientes, micro-organismos, biosurfactantes y emulsionantes biodegradables ha conseguido validar el método de landfarming para el proceso de mejora de los suelos afectados, consiguiendo reducciones superiores al 50% en TPH en un plazo de entre 5 y 6 meses.
- Es necesario airear el suelo, controlar su pH y humedad, al menos, una vez por semana. Manteniendo el pH en torno a 6,5 y la humedad entre 70-80%.
- Los relación C:N:P a lo largo del proceso se han mantenido dentro de los parámetros admisibles para el proceso de mejora. No obstante, un aumento de concentraciones de N con compuestos nitrogenados, puede acelerar los procesos.

### **Trabajos realizados: 2- Excavación selectiva**

Se realizó una campaña inicial de calibración para el ajuste de los equipos de medición en campo, que consistió en la toma de muestras de suelo representativas, conforme a la experiencia del técnico especialista, sobre las cuales se realizaron, tanto los análisis y mediciones de campo con los equipos PID y Petro-FLAG, como sus correspondientes analíticas en laboratorio acreditado.

Una vez obtenidos los resultados del laboratorio se realizaron las respectivas curvas de calibración para cada equipo, donde se comparan dichos datos con los obtenidos en campo, lo que permite corregir posibles desviaciones en las lecturas de los equipos y determinar las equivalencias de las lecturas con los datos de laboratorio, estableciendo los respectivos factores de corrección para cada equipo.

Posteriormente, se procedió a la realización de la excavación selectiva de los suelos afectados en los focos mediante medios mecánicos utilizando 1 excavadora giratoria y 2 camiones bañeras

La excavación se realizó en rebajamientos de 3 m de profundidad cada uno hasta alcanzar horizontes sin afección. Una vez alcanzada la máxima cota de excavación, se procedió a la toma de muestras de suelo remanente para su caracterización analítica.

Durante todos los trabajos de excavación, se efectuó una vigilancia y control técnico, a pie de obra, que incluyó la emisión de los documentos de control y seguimiento de las tierras excavadas, cargando el camión de tierras a tratar la que presentaban lecturas superiores a 1.000 mg/kg y cargando en el otro camión, las tierras a no tratar con concentraciones inferiores a 1.000 mg/kg.

### **Trabajos realizados: 3- Retirada de hidrocarburo sobrenadante**

El objetivo fue retirar la capa de HC sobrenadante y el tratamiento del agua subterránea bombeada para asegurar el correcto estado ambiental del agua final vertida una vez alcanzada la cota de nivel de agua en la excavación selectiva.

Para los trabajos de retirada de fase libre de HC, se utilizó un equipo de tratamiento consistente en una bomba de alto vacío, con separador de fases (líquido-gaseosa) cuyo efluentes fueron tratados mediante un desarenador, dos separadores de hidrocarburo y filtros de carbón activo para separar y tratarlo. El trabajo de extracción, se realizó mediante slurpers manejados desde la superficie por los operarios de campo.

#### **Trabajos realizados: 4- Landfarming**

En primer lugar, para desarrollar adecuadamente el proceso landfarming se seleccionó, una superficie llana y suficientemente extensa para el volumen de tierras a tratar.

Todo el proceso se llevó a cabo en la antigua zona de la campa de almacenamiento del producto acabado, que contaba con una superficie aproximada de 1 ha y que fue subdividido en diferentes zonas para una mejor gestión y control de todo el proceso de mejora.

Cada una de las subdivisiones o zonas del landfarming fueron adecuadas e impermeabilizadas utilizando un paquete de geocompuestos, que desde el más profundo hasta el más superficial, fueron los siguientes:

- Geotextil 200 gr/m<sup>2</sup>
- Lámina de Polietileno
- Geotextil 200 gr/m<sup>2</sup>
- Capa de 20-30 cm de arcillas compactadas.

Adicionalmente, tal como se hizo en la prueba piloto, se instaló un sistema de drenaje de lixiviados del proceso, formado por una tubería de drenaje en forma de “L” recubierta de geotextil y grava situado en los laterales y puntos bajos de cada celda. En el punto de unión de ambos drenajes, se instaló un pozo de bombeo con bomba de achique, que en función del nivel de lixiviados, bombea el agua a un depósito pulmón donde, posteriormente, una vez aditivada, se reutilizaba como control de humedad y riego.

Una vez adecuada cada zona se dispuso una capa de suelos afectados con un espesor máximo de 0,4-0,5 m y se dio comienzo al proceso de landfarming propiamente dicho.

Durante las labores de mantenimiento, control y seguimiento, se dispuso de los siguientes elementos:

- Tractor para arado de los suelos con el empleo de vertederas como útil de arado.
- Depósito de 3.000 l mezclas y riego.
- Grupo de presión, sistema de tuberías y aspersores para riego.
- Sistemas de control de temperatura, humedad y pH.
- Productos surfactantes, nutrientes.
- Agua.

De forma general, y con base en la información y conclusiones que se desprendieron de la prueba piloto, para lograr la mayor eficacia del proceso de landfarming, se controlaron las siguientes variables: **Contenido bacteriológico, pH, Contenido en humedad, Temperatura del suelo, Nutrientes, Textura del suelo.**

El proceso se realizó en dos fases:

##### **Fase I:**

3.350 m<sup>3</sup> aproximadamente tratados.

Concentraciones media inicial de TPH's: 5.500 mg/kg

Concentración final de TPH's:< 500 mg/kg

Duración: 12 meses.

**Fase II:**

1.450 m3 aproximadamente tratados.

Concentraciones media inicial de TPH's: 3.000 mg/kg

Concentración final de TPH's:< 500 mg/kg

Duración:5 meses.

**Fotografías:**



Excavación selectiva



Extracción de hidrocarburo en fase libre con slurpers



Proceso de arado en landfarming



Equipo de tratamiento Alto Vacío