

Experiencia de Repsol YPF en biorremediación de suelos

Carlos García Fandiño
Coordinador de Medio Ambiente

Repsol YPF, Refino y Logística Europa

Se resume la experiencia alcanzada por una empresa de refino de petróleo en la biorremediación de terrenos contaminados por hidrocarburos, desde las primeras actuaciones, en 1976, limitándose a tomar contacto con la técnica, hasta el momento presente en que ya se emplea cuando es preciso y la investigación se orienta hacia la aplicación en situaciones reales de las distintas opciones conocidas de la biodegradación.

This paper deals with the experience reached by a petroleum refining company in the bioremediation of soils contaminated by hydrocarbons. This covers from the first performances, in 1976, when there was just a first contact with the technique, until present, when it is already used and the investigation is guided towards the application in real situations of the different well-known options of biodegradation.

dora: los lodos de hidrocarburos, extendidos sobre el terreno, se iban degradando como consecuencia de la actividad microbiana; si se estimulaba esa actividad aportando nutrientes, humedad y, por supuesto, oxígeno –ya que de vida aerobia se trataba– se podría contar con un procedimiento de descontaminación de suelos.

Realmente, las primeras aplicaciones experimentales a escala industrial, en terrenos de la refinería de Cartagena, no se llevaron a cabo hasta 1980. Al igual que las refinerías americanas de entonces, se pretendía conocer la cantidad máxima de hidrocarburos (kg/m²) que podía degradarse en un tiempo razonable en terrenos representativos de los alrededores. Para ello se eligieron unas parcelas, se prepararon convenientemente para recoger por pendiente los lixiviados y, manifestando una preocupación por el subsuelo poco frecuente entonces, se hizo un seguimiento de la calidad del freático mediante pozos piezométricos. La aireación del terreno para proporcionar el oxígeno requerido por los microorganismos se efectuaba mediante el arado de las parcelas ("land farming").

Lo único que se buscaba era el conocimiento de la técnica, ya que en ninguna de las refinerías de la empresa, mucho más recientes que las americanas, se acostumbraba a extender los lodos aceitosos sobre el terreno próximo.

La curiosidad por estos temas en Repsol YPF data de 1976, cuando en el Centro de Investigaciones de la empresa en Cartagena se iniciaron las primeras experiencias de selección y desarrollo de cepas bacterianas especialmente efectivas en la degradación de hidrocarburos.

Lo que había sido una mala práctica de algunas refinerías americanas, en los años cuarenta y cincuenta, extendiendo los lodos aceitosos, de limpiezas de tanques y otras actividades, por los terrenos de sus alrededores, había dado lugar a una técnica que en aquellos años setenta se presentaba como promete-

Vista de la biopila de experimentación de la refinería de Puertollano. En primer plano se aprecia la soplante.



Con la misma intención, en 1982, se repitieron experiencias similares, en pequeña escala, en la refinería de Puertollano.

Con estas pruebas, la biorremediación llegó a ser una técnica conocida en las refinerías de Repsol YPF, aunque no se aplicara como método de descontaminación habitual.

En la actualidad, cuando ya la biorremediación ha dejado de ser una técnica prometedora para ser una herramienta habitual y eficaz, la Central de Ingeniería, de Repsol YPF, responsable del desarrollo de todos los grandes proyectos del Grupo, dispone de una dependencia especializada que diseña, contrata y supervisa todos los trabajos de prevención y remediación de la contaminación del subsuelo, acumulando gran experiencia en todas estas tareas, que transmite a los técnicos interesados del Grupo.

La expansión de la Empresa por Latinoamérica ha permitido incorporar al conocimiento general la experiencia de los técnicos de aquella zona, destacando las aplicaciones en tierras contaminadas de yacimientos y refinerías, como en Mendoza (República Argentina), donde se está apli-



Vista del "land farming" de experimentación de la refinería de Puertollano.

cando un "land farming" y van a poner en marcha experiencias de fitorremediación, o en Lima (Perú), donde se va a iniciar un gran proyecto de compostaje de lodos aceitosos.

Aquí en España, es de destacar el "land farming" que se está

Pruebas de compostaje en la refinería de Puertollano.



desarrollando en la refinería de Cartagena, con la autorización de la **Consejería de Medio Ambiente de Murcia**, en el que se eliminan una serie de lodos residuales. Esta práctica va unida a una experiencia que se realiza con el **Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS)**, del **Consejo Superior de Investigaciones Científicas**, por el que se pretende demostrar que la aplicación de lodos al terreno y su tratamiento por "land farming" no sólo es una buena técnica de depuración, sino una forma de recuperar terrenos degradados, especialmente en zonas semidesérticas como las del SE peninsular.

Ocasionalmente los terrenos de alguna estación de servicio se ven afectados por derrames y requieren ser recuperados. En esas circunstancias, son habituales las técnicas de tratamiento "in situ", descontaminando los terrenos sin retirarlos de su emplazamiento,

estimulando la actividad de la vida microbiana local, mediante aireación subsuperficial ("bioventing") y, en su caso, aporte de nutrientes.

Una de las experiencias de biorremediación más importantes que se han llevado a cabo en los últimos años en España tuvo lugar en Málaga; durante 35 años un terminal y un parque de almacenamiento habían sido la cabecera del oleoducto que alimentaba desde aquella población la refinería de Puertollano (Ciudad Real). Cuando llegó el momento de abandonar el lugar, al construirse el nuevo Oleoducto Cartagena-Puertollano, se acordó adecuar los terrenos a los usos futuros mediante técnicas de biorremediación en sus distintas variantes, por ser una técnica "blanda", poco agresiva con el entorno.

Se llevaron a cabo experiencias a escala de laboratorio e industrial para confirmar la biodegradabilidad de los hidrocarburos presentes en aquellos terrenos, tanto por "land farming" como por biopilas. Se efectuaron también pruebas novedosas, como la aplicación al "land farming" de lodos biológicos del tratamiento de aguas residuales de la refinería de Puertollano (para aportar materia orgánica, nutrientes y, sobre todo,



Pruebas de fitorremediación en la refinería de Puertollano.

microorganismos especializados); o la preparación de inóculos de cepas de los lodos biológicos y su incorporación al "land farming".

También en el Terminal, se estudió la disponibilidad para la revegetación de los terrenos con la aplicación de especies seleccionadas (*festuca rubra*, *medicago sativa*, *lolium perenne* y *trifolium alba*), y se comparó el grado de desarrollo alcanzado entre adicionar fertilizantes comerciales y lodos biológicos de depuradora.

Finalmente, se contrató a una empresa especializada -aunque hubo un seguimiento permanente por técnicos de Repsol YPF-, y se trataron unos 25.000 m³ de tierras por "land farming" y unos 150.000 m³ por "bioventing", alcanzando en un plazo de meses los resultados definidos como objetivo de la biorremediación en los terrenos del Terminal.

Vista del "land farming" de experimentación de la refinería de Puertollano.



En la actualidad, y desde hace más de dos años, se están realizando en la refinería de Puertollano experiencias de compostaje de tierras previamente impregnadas con hidrocarburos, con la intención de profundizar en el conocimiento de dicha técnica y disponer de ella como una alternativa a la gestión como residuos peligrosos de las tierras sucias resultantes de pequeños derrames internos.

También en Puertollano se dispone de un área de trabajo para realizar pruebas de "land farming" y biopilas. Para proporcionar aire en la biopilas se dispone de una soplante, unida a una red de tubos ranurados que permanecen en el interior de la pila de tierra, que da un caudal próximo a 900 m³/h, para una presión diferencial de 220 mbar. El criterio de selección ha sido tener capacidad para suministrar 2 m³/h de aire por m³ de tierra. Por su carácter experimental, se ha previsto la posibilidad de aspirar aire a través de la tierra e impulsarlo al exterior, o de aspirar del exterior e impulsarlo a través de la tierra.

También se están iniciando experiencias de fitorremediación.

Aunque pueda resultar paradójico que la máquina más sofisticada que se emplea en un "land farming" sea un arado, para remover y airear las tierras, cualquiera de las técnicas de biorremediación que experimentamos son, en definitiva, de alta tecnología: no hay producto de ingeniería que supere a la complejidad de un ser vivo; y hay un consumo energético importante, pero lo aportan con su actividad y su metabolismo los propios microorganismos.

En Repsol YPF sabemos que la biotecnología no está haciendo más que empezar a mostrarnos sus posibilidades, también en nuestro Sector. Sabemos que hay que seguir investigando en esa línea.