

QUALITY INNOVATION AWARD 2018

A&B Laboratorios de Biotecnología		
Dirección: C/ Paduleta esquina C/Júndiz		Código postal: 01015 Ciudad: Vitoria-Gasteiz
Categoría de la competición		
	Innovación Potencial: Para planteamientos de innovación que aún no se han llevado a la práctica o no tienen resultados	
x	Innovación responsable: Para innovaciones con un foco claramente medioambiental	
	Innovación en el sector social y sanitario: Para innovaciones en el sector social y sanitario	
	Innovación en el sector educativo: Para innovaciones en el sector educativo	
	Innovación en el sector público: Para innovaciones en el sector público / administración local	
	Innovación en empresa (Microempresas & startups): Para organizaciones con una facturación menor a 2 millones de euros y menos de 10 personas en plantilla	
	Innovación en empresa (Pymes): Para organizaciones con una facturación menor a 50 millones de euros y menos de 250 personas en plantilla	
	Innovación en empresa (Gran empresa): Para organizaciones con una facturación superior a 50 millones de euros y/o más de 250 personas en plantilla	
Buscador de Gestión: En caso de que esta práctica sea finalista o ganadora, nos ofrecemos a cederla para su difusión a través del Buscador de Gestión: SÍ X No		
Título de la innovación		
Producto biológico para biorremediación in situ de agua subterránea contaminada por hidrocarburos.		
Descripción corta de la innovación		
Producto ecodiseñado con bacterias psicrófilas, degradadoras de hidrocarburos y productoras de biosurfactantes. Cumple requisitos de las mejores técnicas disponibles y fomenta la economía circular.		
Descripción de la innovación (Explica esencia de esta innovación, punto de partida, pasos dados, recursos empleados y una descripción de cómo la innovación ha supuesto una diferencia a nivel económico o medioambiental).		
<p>Las aguas subterráneas constituyen un recurso natural dotado de un significativo valor estratégico, cuya protección reviste especial interés para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos de ellas dependientes y para el abastecimiento de agua potable. Los derrames de hidrocarburos son los mayores contaminantes de las aguas subterráneas, y llegan a ellas por el derrame y vertido accidental durante su proceso de extracción, transporte y almacenamiento. La dimensión de esta problemática es de carácter mundial, y tiene lugar tanto en países desarrollados como en los menos desarrollados. Se estima que sólo en Europa puede haber 2,5 mil de lugares potencialmente contaminados. Los tratamientos actuales tradicionales son básicamente físico-químicos, complejos y requieren muchos recursos.</p> <p>Tanto el know-how y experiencia de A&B Laboratorios de Biotecnología en procesos de biorremediación y desarrollo de bioprocesos, así como su conocimiento del mercado, impulsaron el proyecto de investigación para el desarrollo de un nuevo producto biotecnológico, que respondiera a las necesidades y problemáticas detectadas en la biorremediación de aguas contaminadas por hidrocarburos, y especialmente de aguas subterráneas. El desarrollo del producto ha sido realizado íntegramente por el personal investigador de la empresa A&B laboratorios de Biotecnología, con gran experiencia y conocimiento tanto en biotecnología medioambiental como microbiología industrial, y se ha ejecutado con financiación propia.</p> <p>El producto desarrollado con nombre comercial "Biorremediación HC-DD 4110" aporta como innovación, la propia composición microbiana del mismo (>10⁷ UFC), caracterizada por la capacidad de crecer en bajas temperaturas (psicrófilos) del agua subterránea (unos 17°C) y su capacidad de producir de biosurfactantes. Además, el producto presenta las siguientes ventajas técnico-económicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación sencilla y de bajo coste, no requiere equipamiento y por lo tanto no hay consumo energético (aplicación manual). • No genera subproductos ni residuos peligrosos ni tóxicos. • Puede aplicarse tanto en biorremediaciones in situ, como ex situ. • No causa alteraciones ni molestias en el entorno en el que se realiza el proceso de biorremediación. • Producto ecodiseñado ISO 14.006, totalmente seguro de uso (sin pictogramas de peligrosidad) y con mejoras en el ciclo de vida. • Fomenta la economía circular (cepas fermentadas producidas a partir de subproductos alimentarios) • Reúne los requisitos para ser considerada como Mejor Técnica Disponible (MTD) para la recuperación de zonas contaminadas 		

INNOVACIÓN

Autoevaluación de las características novedosas de la innovación. ¿Cómo satisface y/o supera la innovación las necesidades de clientes, sociedad o medio ambiente de modo nuevo o significativamente revisado?

Tanto el estudio de mercado realizado sobre la oferta de productos microbianos para la biorremediación de aguas contaminadas por hidrocarburos como en el estudio del arte, muestran un enfoque de tratamiento con microorganismos mesófilos, es decir, microorganismos que crecen a temperatura ambiente, pero no se han encontrado referencias sobre productos que incorporen microorganismos psicrófilos, que puedan crecer a temperaturas inferiores a 20°C. Asimismo, tampoco se describe la capacidad de producción de biosurfactantes por microorganismos psicrófilos utilizados en procesos de biorremediación. Por lo tanto es un producto único.

La innovación, a nivel del cliente, permite aportar una alternativa respetuosa y eficaz, de alto rendimiento, para la descontaminación de las aguas subterráneas, y que frente a las técnicas convencionales ofrece importantes ventajas económicas como ambientales (solución de menor coste y requiere menor disponibilidad de recursos para su aplicación).

En cuanto a su contribución a las necesidades de la sociedad y medioambiente, además de las ventajas mencionadas anteriormente, la innovación tiene como añadido el fomento de la economía circular, mediante la utilización de residuos alimentarios como fuente de nutrientes para el proceso productivo de los microorganismos que componen el producto.

Autoevaluación de la utilidad. ¿Cómo se aplica la innovación en la práctica? ¿Se hace de un modo sistemático y de acuerdo a un plan de la organización? ¿Es la innovación utilizable?

La innovación es un producto ya comercializado desde 2018, con excelentes resultados de eficacia. Está orientado a la descontaminación de aguas subterráneas afectadas por hidrocarburos. El ámbito de mercado se enfoca a toda actividad que extraiga, almacene o transportes combustibles, por lo tanto el espectro de mercado incluye desde grandes instalaciones petrolíferas, empresas industriales así como estaciones de servicio de combustibles. Es sobre estas EESS en donde actualmente se está focalizando la actividad comercial por su potencial. Se estima que en España existen más de 10.000 gasolineras. El consumo de gasolina en España se situó en torno a los 4,6 millones de toneladas, mientras que el de gasóleo se situó en torno a los 17,7 millones de toneladas. Estos productos combustibles son almacenados en tanques enterrados en el suelo de las estaciones de servicio, y este hecho conlleva el riesgo de que si dichos tanques, o conductos que se utilizan para rellenar el tanque sufren roturas, ocurra un derrame, que puede dar lugar a acumulaciones importantes de hidrocarburos y con el consiguiente impacto tanto el suelo como en las aguas subterráneas.

La innovación desarrollada a su vez también contempla la aplicación en otras matrices, como suelos y aguas marítimas, por lo que la utilidad de la misma permite abordar problemáticas en otros ecosistemas también afectados por derrames y vertidos de hidrocarburos. En el año 2017 se estima que se derramaron accidentalmente unas 7.000 t de hidrocarburos de buques tanque que transportaban hidrocarburos.

Aprendizaje. ¿Se basa la innovación en una nueva idea o descubrimiento? ¿Se basa la innovación en un proceso de desarrollo sistemático? ¿La innovación hace extensivo un conocimiento o práctica existente?

Seleccionar microorganismos que a la vez degraden hidrocarburos, generen surfactantes (favorecen la biodisponibilidad), crezcan a bajas temperaturas y pueda optimizarse su producción industrial para su comercialización rentable han sido las claves del proyecto de innovación que se ha concluido con éxito tras 1 año de investigaciones sobre el tema empleando las técnicas biotecnológicas más avanzadas que dispone la organización.

El desarrollo de la innovación tiene como base el conocimiento científico de las capacidades metabólicas de los microorganismos en la degradación de hidrocarburos y así como de su fisiología. La metodología de biorremediación es ya utilizada en la biorremediación de aguas. Sin embargo, si bien la innovación desarrollada tiene como base la misma metodología, dicha innovación tiene el plus tecnológico de alcanzar un mejor resultado en las aplicaciones reales de biorremediación gracias a los **microorganismos psicrófilos** y productores de biosurfactantes que componen el producto, lo que conlleva una mayor efectividad para la descontaminación en las bajas temperaturas que existen en el subsuelo.

Además, el proceso de innovación ha sido llevado a cabo bajo las directrices de las normas **UNE EN 166002 (Sistema de Gestión IDI) e ISO 14006 (Ecodiseño)**, ambos certificados por AENOR, lo que ha permitido ser más eficiente en todo el proceso.

Competencia. ¿En qué se diferencia la innovación respecto a lo que ofrece la competencia? ¿Por qué esta innovación es

relevante y posiciona a la organización en una situación preferente respecto a la competencia?

La competencia actual oferta tratamientos de carácter físico o químico, que en la mayoría de los casos por la limitación física de su aplicabilidad no permiten la eliminación completa del contaminante, suponen el traslado de la contaminación a otro entorno, la generación de residuos e incluso, como en el caso de los tratamientos químicos, pueden dar lugar a un incremento de la contaminación. Son procesos largos, complejos y requieren altos recursos e infraestructura (bombas, camiones, excavadoras..)

En el caso de la biorremediación, el proceso de biodegradación de los hidrocarburos por parte de los microorganismos, al ser natural, no genera ningún residuo ni subproductos que perjudiquen ni al medio ambiente ni a las personas, además de ser un proceso más económico que los tratamientos convencionales. Los microorganismos se difunden de forma natural allá donde esté el contaminante, dado que es su alimento, ello permite conseguir unos altos % de eliminación en toda la zona contaminada.

Esta innovación se desarrolla bajo el paraguas de la línea estratégica de ecoinnovación de la organización con soluciones con mínimo impacto en el medio ambiente y en la salud de las personas. El ecodiseño (norma ISO14.006) del producto refuerza a su vez el objetivo de que la sostenibilidad tanto económica como ambiental están presentes en todo su ciclo de vida.

El producto, asimismo, se alinea con las políticas de innovación de nuestro entorno (Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación del GV) y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en concreto ODS-6 Agua limpia y saneamiento, ODS-9 Industria e innovación, ODS-12 Producción y consumos responsables y el ODS-15 Ecosistemas, todos ellos promovidos dentro del Agenda Basque Country 2030 y en la Alianza Alavesa por la Sostenibilidad para fomentar los ODS.

CALIDAD

Autoevaluación de la orientación al cliente. ¿Cómo se corresponde la innovación con las necesidades actuales y futuras de los clientes? ¿Cómo satisface y supera la innovación sus requerimientos y expectativas?

La Ley de Responsabilidad Medioambiental (Ley 26/2007) estableció un nuevo régimen administrativo de reparación de daños medioambientales en virtud del cual, los operadores que ocasionen daños al medio ambiente o amenacen con ocasionarlos, deben adoptar las medidas necesarias para prevenir su causación o, cuando el daño se haya producido, para evitar que se produzcan nuevos daños y devolver los recursos naturales dañados al estado en el que se encontraban antes de la causación del mismo. En dicha ley se hace referencia a los daños a las aguas, entendidos como cualquier daño que produzca efectos adversos significativos tanto en el estado ecológico, químico y cuantitativo de las masas de aguas superficiales o subterráneas.

En la definición y diseño de cualquier proceso de recuperación de emplazamientos afectados por cualquier contaminante, ha de contemplar el uso y aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) para cada medio y tipo de contaminación. La innovación que se presenta cumple totalmente con los requisitos definidos para considerarse tecnología MTD:

- Generar pocos residuos y usar sustancias menos peligrosas.
- Fomentar la recuperación y reducir el uso de materias primas.
- Prevenir o reducir al mínimo el impacto y los riesgos para el medio ambiente.

Con estas premisas el producto DD4110, responde de manera satisfactoria a las necesidades, no solo de tipo técnico-económico y medioambiental, sino también a la obligación de cumplimiento legal señaladas por las leyes y políticas de protección ambiental.

Autoevaluación de la efectividad. ¿Ha mejorado el rendimiento tecnológico y comercial generando un impacto en los clientes y/o responsabilidad social / ecología?

Las características de esta innovación permiten al cliente solventar la problemática de manera eficaz y sostenible, lo que a su vez y en último término contribuye a sostenibilidad social y ecológica del entorno. Esta innovación, por su propia esencia biológica y sostenible, hace que el enfoque comercial se entienda y se reciba por parte del cliente sin objeciones, y como un proceso de sensibilización e incluso de formación hacia prácticas respetuosas, que puede aplicarse en las diferentes actividades industriales que pueda llevar a cabo.

El producto se ha comenzado a comercializar en 2018 con notable éxito (niveles de descontaminación superiores en todos los casos al 90%). Comercialmente se ha dirigido a aplicaciones de descontaminación de aguas subterráneas en EESS. En los últimos meses se han dirigido acciones comerciales para la promoción del producto, se han producido ventas directas con notable éxito y también hay interés por empresas de aplicaciones convencionales interesadas en probar el producto para complementar así sus propios tratamientos convencionales.



live Bio!

PRODUCTOS RESPONSABLES PARA
UN DESARROLLO SOSTENIBLE

QUALITY INNOVATION AWARD 2018

BIORREMEDIACIÓN HC DD 4110

(bacterias psicrófilas productoras de biosurfactantes especializadas en la degradación de hidrocarburos)

ESTUDIO DEL ARTE

Cuando ocurre un derrame de hidrocarburos como por ejemplo gasolina o diésel, éstos comienzan a lixiviar hacia el acuífero bajo la acción de la gravedad; a medida que el hidrocarburo avanza, parte del mismo va quedando retenido dentro de los poros y fracturas del suelo debido a las fuerzas capilares, y otra fracción continúa migrando. Estos compuestos al ser poco solubles en el agua y teniendo en cuenta que el agua subterránea sufre una renovación muy lenta, **pueden permanecer durante décadas y siglos en el acuífero.**

Cuando un recurso es afectado por el derrame de sustancias contaminantes se requiere la implementación de un adecuado plan de contingencia a corto plazo. La remediación, en un sentido amplio, se refiere a la reducción del riesgo causado por la exposición a sustancias que resultan nocivas para el ser humano, animales y plantas.

Existen diferentes técnicas de remediación, diferenciándose técnicas físicas, químicas y biológicas. Las técnicas de tipo físico, bien basadas en una extracción y bombeo del agua contaminada, así como técnicas físicas de contención dan lugar a residuos bien acuosos o sólidos que posteriormente se han de gestionar. En otros casos se recurre a las técnicas químicas consistentes en la inyección de sustancias químicas, desde oxidantes a surfactantes químicos, sustancias con cierta peligrosidad tanto en la salud como en el medio ambiente. **Estas técnicas convencionales, en la mayoría de los casos, no destruyen los componentes contaminantes, y en su lugar los trasladan de un ecosistema a otro.**

Como **alternativa mucho más ventajosa se encuentra la biorremediación microbiana.** La biorremediación es un proceso biológico que permite eliminar la mayor parte de los hidrocarburos presentes en el medioambiente. Esta técnica de remediación se basa en la **capacidad metabólica de los microorganismos para transformar o mineralizar los contaminantes orgánicos en sustancias menos nocivas y no peligrosas, que luego se integran en ciclos biogeoquímicos naturales.** Los microorganismos, igual que los seres humanos, comen y digieren sustancias orgánicas, de las cuales se nutren y obtienen energía. Ciertos microorganismos pueden digerir sustancias orgánicas, como combustibles o disolventes, que son peligrosas para los seres humanos.

Los microorganismos descomponen los contaminantes orgánicos en productos inocuos, principalmente dióxido de carbono y agua en el caso de la biodegradación aerobia. Por otra parte, **la biorremediación puede llevarse a cabo in situ, en el área contaminada, y además su aplicación es relativamente sencilla,** no requiriendo de equipamientos mecánicos complejos y sin gasto energético ni de mantenimiento.

La eficacia de un proceso de biorremediación depende en gran medida de factores abióticos tales como la **temperatura y la biodisponibilidad del contaminante.**



Estos factores tienen una gran influencia pudiendo acelerar o inhibir el proceso de biorremediación. La existencia en el entorno de bajas temperaturas es señalada como una de las principales limitaciones para una biodegradación eficaz. En el subsuelo y en las aguas subterráneas de climas templados, **la temperatura media raramente excede los 17°C**, temperatura a la cual muchos microorganismos ralentizan su actividad biológica. Sin embargo, en dichos ambientes, de forma natural existen microorganismos capaces de crecer a dichas temperaturas, pero no son muy numerosos. Dichos microorganismos se conocen como psicrotolerantes o psicrófilas y algunos de ellos exhiben interesantes actividades biológicas, entre ellas la degradación de compuestos hidrocarbonados.

La biodisponibilidad del contaminante, es otro factor reconocido limitante de la eficacia de la biorremediación. Para superar este inconveniente, se han venido aplicando surfactantes químicos, pero en muchos casos esta aplicación ha supuesto una contaminación adicional en el medio ambiente ya afectado. **Los biosurfactantes de origen microbiano se han postulado como alternativas sostenibles a los químicos**, por sus características biodegradables, baja toxicidad, y mejor compatibilidad medioambiental.

Tabla 1. Comparativa de técnicas de remediación de aguas subterráneas

TÉCNICA DE REMEDIACIÓN	DEGRADACION DEL HIDROCARBURO	TRANSFERENCIA CONTAMINACIÓN	REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES	GESTIÓN DE RESIDUOS	GASTO ENERGÉTICO	IMPACTO EN EL ENTORNO DE APLICACIÓN	TÉCNICA PELIGROSA
BIORREMEDIACIÓN MICROBIANA MESÓFILA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
BIORREMEDIACIÓN MICROBIANA PSICRÓFILA	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
EXTRACCIÓN Y BOMBEO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO
ABSORCIÓN	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO
LAVADO DEL SUELO CON SURFACTANTES	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
INYECCIÓN DE REACTIVOS OXIDANTES	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI

Como puede apreciarse, la biorremediación microbiana, y en concreto la biorremediación psicrófila presenta claras ventajas tanto económicas como medioambientales, frente a las técnicas convencionales más utilizadas, tales como la extracción y bombeo, absorción, lavado de suelos con surfactantes químicos e inyección de reactivos oxidantes.

El tratamiento de descontaminación de masas de aguas mediante biorremediación con microorganismos permite la recuperación de estos entornos de manera ventajosa, tanto desde el punto de vista ambiental como económico. Los tratamientos biológicos permiten la restauración in situ, evitando costosos procesos de excavación y remoción en las áreas contaminadas.

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN

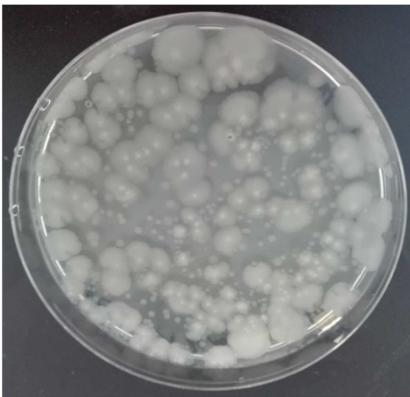
El producto desarrollado con nombre comercial Biorremediación HC DD 4110 aporta como innovación, la propia composición microbiana del mismo, **mezcla de cepas de bacterias seleccionadas por la capacidad de degradar hidrocarburos, de crecer a bajas temperaturas (psicrófilos) y su capacidad de producir de biosurfactantes**. Además, el producto también presenta las siguientes ventajas técnico-económicas:

- Puede aplicarse tanto en biorremediaciones in situ, como ex situ.
- Aplicación sencilla y de bajo coste, no requiere equipamiento y por lo tanto no hay consumo energético.
- No genera subproductos ni residuos peligrosos ni tóxicos.
- No causa alteraciones ni molestias en el entorno en el que se realiza el proceso de biorremediación.
- Producto no peligroso.

Añadido a todo esto, el proceso de desarrollo de la innovación ha sido llevado a cabo bajo las directrices de las **normas UNE EN 166002 e ISO 14006 (Ecodiseño)**, lo que ha permitido llevar a cabo la innovación de manera más eficiente y con mayor seguridad de éxito.

El desarrollo del producto ha sido realizado íntegramente por el personal investigador de la empresa A&B laboratorios de Biotecnología, con gran experiencia y conocimiento tanto en biotecnología medioambiental como microbiología industrial, y se ha ejecutado con financiación propia.

El producto está formulado con **bacterias, que fueron aisladas de entornos ambientales naturales y en áreas climáticamente frías**. Para la producción de estas bacterias se requiere de nutrientes, los cuales son **proporcionados mediante subproductos de la industria alimentaria**, lo que permite a su vez revalorizar estos subproductos y contribuir así a la **economía circular**.



Las bacterias contenidas en el producto **Biorremediación HC DD 4110 (>10⁷ UFC)** utilizan el hidrocarburo como fuente de alimento. La degradación biológica conduce a su eliminación y su transformación en CO₂ y H₂O, permitiendo recuperar y reestablecer el equilibrio biológico en la masa de agua contaminada.

Las cepas bacterianas se han seleccionado en base a su capacidad de crecimiento a temperaturas inferiores a 20°C (psicrófilas) y producción de biosurfactantes, los cuales facilitan la biodisponibilidad del hidrocarburo.

Estas propiedades permiten una mayor eficacia de la degradación en las condiciones ambientales de aplicación

Figura 1. Cepas del producto **Biorremediación HC DD 4110**

PRODUCTO EFICAZ EN LA DEGRADACION DE HIDROCARBUROS

La eficacia del producto en la degradación de hidrocarburos ha sido evaluada tanto a nivel de laboratorio como a nivel de campo.

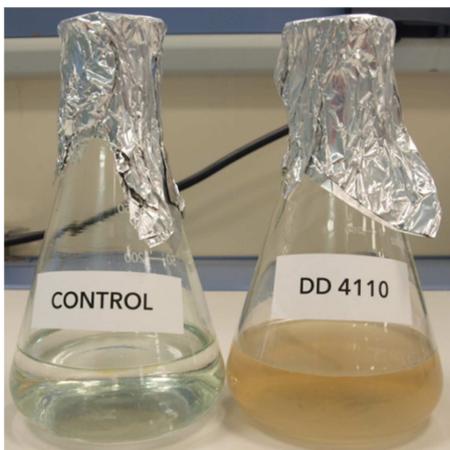


Figura 2. Ensayo de actividad a nivel laboratorio.

A nivel de laboratorio, los ensayos llevados a cabo han consistido en la biorremediación de agua continental contaminada por hidrocarburos en una concentración 150.000 µg/L. Los ensayos fueron realizados tanto a temperatura ambiente como a una temperatura controlada de 16°C. El producto se aplicó en una sola dosis y transcurrida una semana se analizó la concentración de hidrocarburo existente, la cual se **redujo en más de un 95%** en las diferentes temperaturas ensayadas.

En la imagen adjunta, correspondiente al 7 días de tratamiento, se puede observar como la muestra tratada presenta diferente aspecto y los biosurfactantes producidos por los microorganismos del producto promueven microemulsiones que facilitan la biodisponibilidad del hidrocarburo para su eliminación por el metabolismo de las bacterias.

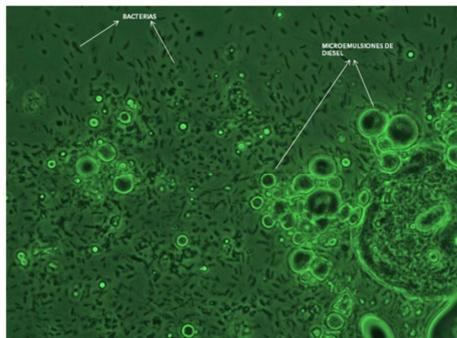


Figura 3. Crecimiento de las cepas del producto Biorremediación HC DD 4110 sobre diésel (1000X).

La observación microscópica de la fase emulsionada muestra la presencia de una importante población de las bacterias que componen el producto, lo que indica el crecimiento de estas utilizando el diésel como fuente de alimento.

En la imagen también se observa las gotas microemulsionadas del diésel, confirmando la producción de biosurfactantes por las cepas.

Tras su evaluación en laboratorio se procedió a su validación en campo. Dicha validación ha consistido en la aplicación del producto en piezómetros instalados en áreas de suministro de combustibles (Estaciones de Servicio), en las que se había detectado la afección del suelo y de las aguas subterráneas por hidrocarburos. Los casos que se analizan, corresponden a dos estaciones de servicio, que en el emplazamiento en el cual se ubican se ha detectado la afección de las aguas subterráneas por hidrocarburos.

Para cada caso se ha evaluado la situación inicial de la afección mediante el análisis inicial de la concentración de hidrocarburos presentes en dichas aguas. Las concentraciones obtenidas en el análisis de las aguas se han evaluado partiendo del documento normativo "Soil Remediation Circular" del 1 de julio de 2013, procedente del gobierno Holandés. Esta normativa, **utilizada como guía técnica de referencia a nivel internacional**, presenta unos "valores objetivo" y unos "valores de intervención" para determinados compuestos químicos. Los primeros marcan el punto de referencia para la calidad ambiental y los segundos, la concentración a partir de la cual las propiedades de los suelos o las aguas subterráneas para las personas, animales o plantas pueden considerarse seriamente dañadas.

RESULTADOS APLICACIÓN REAL - CASO 1.

El tratamiento para la biorremediación de las aguas subterráneas, afectadas por hidrocarburos, con el producto DD 4110, se ha realizado durante tres meses. El producto **se adiciona a través del piezómetro** instalado en el emplazamiento de la EESS. La dosis aplicada del producto fue de 3 litros una vez a la semana, con una frecuencia semanal.

Tabla 2. Análisis químico del agua subterránea

PARÁMETRO	Ud.	feb-18	may-18	Normativa Holandesa 2013 (Valores de intervención)
HIIDROCARBUROS MONOAROMÁTICOS				
Benceno	µg/l	<0,20	0,34	30
Tolueno	µg/l	0,69	<0,20	1000
Etilbenceno	µg/l	29	1	150
o-Xileno	µg/l	300	6,4	
m,p-Xileno	µg/l	420	5	
Xilenos (sum)	µg/l	720	11	70
BTEX (suma)	µg/l	750	13	
CARBACCIÓN VOLÁTIL ACETIL				
Alifáticos > C5 - C6	µg/l	35	26	
Alifáticos > C6 - C8	µg/l	37	34	
Alifáticos > C8 - C10	µg/l	<15	<15	
Total Vol. Alifáticos (C5-C10)	µg/l	72	63	
Suma aromáticos > C6 - C8	µg/l	<15	<15	
Suma aromáticos > C8 - C10	µg/l	1100	36	
Total Vol. Aromáticos (C6-C10)	µg/l	1100	36	
VPH (C5-C10) (3)	µg/l	1172	99	600 (1)
Alifáticos > C10 - C12	mg/l	<0,025	<0,025	
Alifáticos > C12 - C16	mg/l	0,03	<0,030	
Alifáticos > C16 - C21	mg/l	<0,030	<0,030	
Alifáticos > C21 - C35	mg/l	<0,040	<0,040	
Total Alifáticos (C10 - C35)	mg/l	<0,200	<0,200	
Aromáticos > C10 - C12	mg/l	<0,025	<0,025	
Aromáticos > C12 - C16	mg/l	<0,030	<0,030	
Aromáticos > C16 - C21	mg/l	<0,200	<0,060	
Aromáticos > C21 - C35	mg/l	<0,040	<0,060	
Total Aromáticos (C10 - C35)	mg/l	<0,200	<0,200	
EPH (C10 - C35) (4)	mg/l	<0,40	<0,40	0,6 (1)
VPH (C5-C10)+ EPH (C10 - C35)	mg/l	1,5	0,299	0,6 (1)
HIIDROCARBUROS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
MTBE	µg/l	1,1	17	
ETBE	µg/l	180	27	

Como se puede observar, en el mes de diciembre se detectó en las aguas subterráneas, que el valor de varios compuestos químicos que presentaban un valor superior al indicado por la Normativa Holandesa (2013), en concreto los hidrocarburos volátiles (VPH), y los xilenos. Los valores obtenidos en el mes de mayo de 2018, tras el periodo de tres meses de tratamiento con el producto Biorremediación HC DD 4110, muestran una reducción muy significativa de los dos compuestos, siendo **para los VPH del orden del 91 %, y para los xilenos del 98 % y dichos valores se encuentran por debajo de los valores de intervención indicados por la Normativa Holandesa.**

RESULTADOS APLICACIÓN REAL - CASO 2

Seguimiento de eliminación del contaminante hidrocarburo durante tres meses, en EESS con contaminación de aguas subterráneas. Aplicación del producto DD 4110 en dosificación de 3 litros/semana.

Tabla 3. Análisis químico del agua subterránea

Límites de intervención de la Normativa Holandesa	Hidrocarburos Monoaromáticos				Caracterización de Aceite			Hidrocarburos Orgánicos Volátiles	
	30 µg/l	1000 µg/l	150 µg/l	70 µg/l	600 µg/l	0,6 mg/l	0,6 mg/l	9400 µg/l	
P-2	Benceno µg/l	Tolueno µg/l	Etilbenceno µg/l	Xilenos (Suma) µg/l	VPH (C5-C10) Gasolinas µg/l	EPH (C10-C35) Gasoleos mg/l	VPH (C5-C10) + EPH (C10-C35) mg/l	MTBE µg/l	ETBE µg/l
24/04/2018	<0,20	<0,20	21	1,2	291	15	15,291	<0,30	9
11/07/2018	<0,20	<0,20	0,58	<0,40	175	<0,40	0,375	0,88	380

Como se puede observar, en el mes de abril se detectó en las aguas subterráneas, que el valor de varios compuestos químicos que presentaban un valor superior al indicado por la Normativa Holandesa (2013), en concreto los hidrocarburos extraíbles (EPH). Los valores obtenidos en el mes de mayo de 2018, tras el periodo de tres meses de tratamiento con el producto Biorremediación HC DD 4110, muestran una **reducción** muy significativa de dichos compuestos **del orden del 97%** y dichos valores se encuentran por debajo de los valores de intervención indicados por la Normativa Holandesa.

RESUMEN RESULTADOS

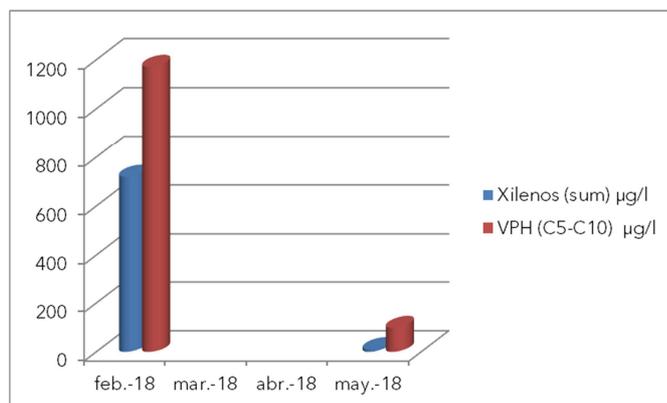


Figura 4. Aplicación en campo, 3 meses tratamiento DD4110 (Caso referenciado 1)

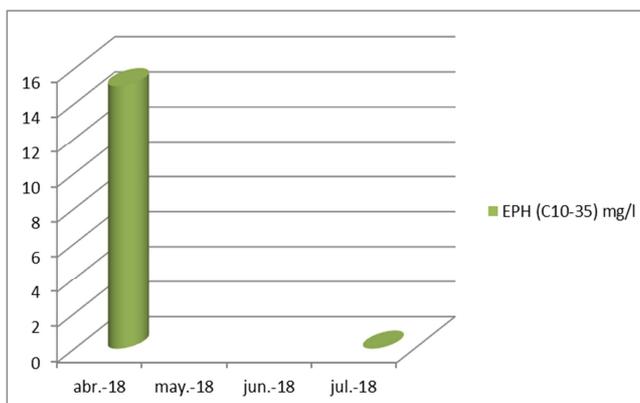


Figura 5. Aplicación en campo, 3 meses tratamiento DD4110 (Caso referenciado 2)

Resultados:
Reducción VPH del orden del 91 %, y para los xilenos del 98 %

Resultados:
Reducción hidrocarburos extraíbles (EPH) del orden del 97%