

VERTIDOS DE HIDROCARBUROS PROCEDENTES DE PROSPECCIONES PETROLÍFERAS EM EL ENTORNO DE LAS ISLAS BALEARES: SU IMPACTO EM LA ISLA DE IBIZA

J. R. BERGUEIRO¹, J. M. CALVILLA² y F. VIDAL¹

¹ Universidad de las Islas Baleares, Facultad de Ciencias, Departamento de Química. Carretera de Valldemossa km. 7,5. 07122 Palma de Mallorca. ESPAÑA.

² Universidad de La Laguna, Escuela Técnica Superior de Náutica. Vía Auxiliar Paso Alto Nº 2. 38001 Santa Cruz de Tenerife. ESPAÑA.

E-mail para contacto: ramonbergueiro@uib.es

RESUMEN – Se analizaron los impactos generados por un vertido de hidrocarburos. Mediante modelos de simulación se obtuvieron las trayectorias seguidas por diversos vertidos, bajo el efecto de vientos y corrientes marinas. Se calculó la variación con el tiempo del volumen de hidrocarburos que permanece en el mar, de la cantidad evaporada, dispersada y emulsionada y de la masa depositada en la costa. También se estimó la variación con el tiempo, de las dimensiones del derrame y de las zonas costeras de la isla de Ibiza que pueden ser afectadas por los hidrocarburos. Se calculó igualmente la longitud y el ángulo de inclinación con el que deben colocarse las barreras de protección de los entornos costeros afectados por los hidrocarburos. Se estimó el coste de dichas barreras, el del carretel necesario para su almacenamiento, despliegue y recuperación y la fuerza que el viento y la corriente marina ejercen sobre su francobordo y su faldón. También se determinó la vulnerabilidad, la resiliencia y la recuperación inducida de los entornos costeros afectados por los hidrocarburos. Finalmente se calcularon los costes de limpieza y restauración de diferentes entornos costeros, de la isla de Ibiza, al ser afectados por los hidrocarburos.

1. INTRODUCCIÓN

Dado el inminente comienzo de los estudios conducentes a la búsqueda de crudo de petróleo y gas natural en el entorno de las Islas Baleares es necesario realizar un plan de contingencia cuyo objetivo sea el de minimizar el impacto de los hidrocarburos sobre el medio ambiente, en el caso de que se produzca un vertido accidental. Para la realización del presente estudio se analizó previamente todo lo acaecido en el siniestro de la plataforma “DEEPWATER HORIZON” en el Golfo de México, considerado como el mayor desastre ecológico originado por una marea negra, Bergueiro, et al. (2011) y Bergueiro et al. (2012). Las primeras medidas a tomar cuando se ha producido un vertido de hidrocarburos en el mar estarán encaminadas a determinar la trayectoria que seguirá en vertido, bajo la influencia de vientos y corrientes marinas, hasta que llegue a impactar en la costa circundante o se interne en el mar. En el presente estudio los puntos de impacto de los hidrocarburos en la costa de

Ibiza son los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell”. Dichos islotes forman parte del Parque Natural de “Es Vedrá”, “Es Vedranell” y los “Illots de Ponent”, que tiene una superficie de 787 ha.

Dado que los hidrocarburos impactan en la costa es necesario conocer sus principales características de dichos entornos, en orden a poder protegerlos de los hidrocarburos, mediante barreras de protección. También es necesario estimar la sensibilidad de dicha costa ante los hidrocarburos y determinar la mejor técnica que debe utilizarse para su limpieza y restauración, Bergueiro et al. (2002). Igualmente debe contemplarse la posibilidad de recuperar los hidrocarburos de la superficie del mar, mediante skimmers y adsorbentes, o eliminarlos mediante técnicas de quemado o de biodegradación.

2. DERIVA DE LOS HIDROCARBUROS EN EL MAR

Mediante el modelo de simulación OILMAP (2013) se ha estimado la trayectoria que seguirá un vertido de hidrocarburos, bajo el efecto de vientos y corrientes marinas. Los parámetros de entrada al modelo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 – Parámetros de entrada al modelo de simulación

| | |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de crudo derramado: Arabia Ligero | Caudal del vertido (L/h): 10.000 |
| Duración del vertido (h): 96 | Coordenadas del punto en donde se ha originado el vertido: 39° 10' N y 0° 50' E |
| Tiempo de simulación (h): 120 | Corrientes marinas. HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model) |
| Dirección del viento (°): 315 | Velocidad del viento (m/s): 5 |
| Temperatura del aire (°C): 20 | Temperatura del agua (°C): 15 |

El impacto de los hidrocarburos se produce en los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell”, al cabo de 108 horas de haberse originado el derrame. Las zonas de impacto de los hidrocarburos están comprendidas entre los 38° 51' 33,61" N y 1° 10' 36,61" N.

Al cabo de 120 horas los hidrocarburos han impactado en la isla de Formentera. Los hidrocarburos impactan en una zona costera comprendida entre 38° 44' 24,74" N ; 1° 25' 16,24" E y 38° 41' 20,22" N ; 1° 22' 47,96" E.

Los Esquemas 1 y 2 muestra la trayectoria seguida por los hidrocarburos, el punto de impacto de los mismos en la zona suroeste de la isla de Ibiza, el instante en que los hidrocarburos sobrepasan los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell” y cuando el vertido impacta en la isla de Formentera.



Esquema 1 - Posición del vertido instantes antes de impactar en la costa suroeste de la isla de Ibiza.



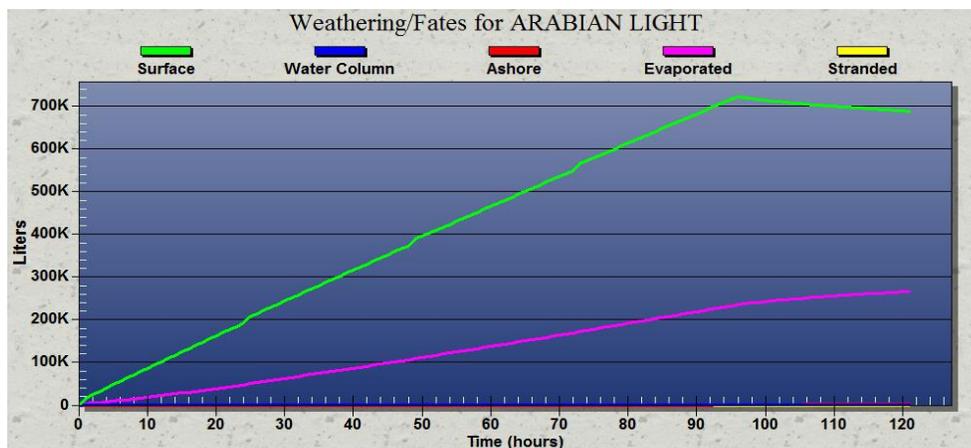
Esquema 2 - Posición del vertido una vez sobrepasado los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell”.

El Esquema 3 muestra los hidrocarburos remanentes en el mar al cabo de cinco días de haberse originado el vertido y las zonas impactadas de las islas de Ibiza y Formentera.



Esquema 3 - Posição de los hidrocarburos remanentes en el mar, al cabo de cinco días, y zonas de Ibiza y Formentera que fueron afectadas por los hidrocarburos.

La Gráfica 1 muestra la variación con el tiempo (h) del volumen de hidrocarburos remanentes (L) en la superficie del mar y el evaporado.



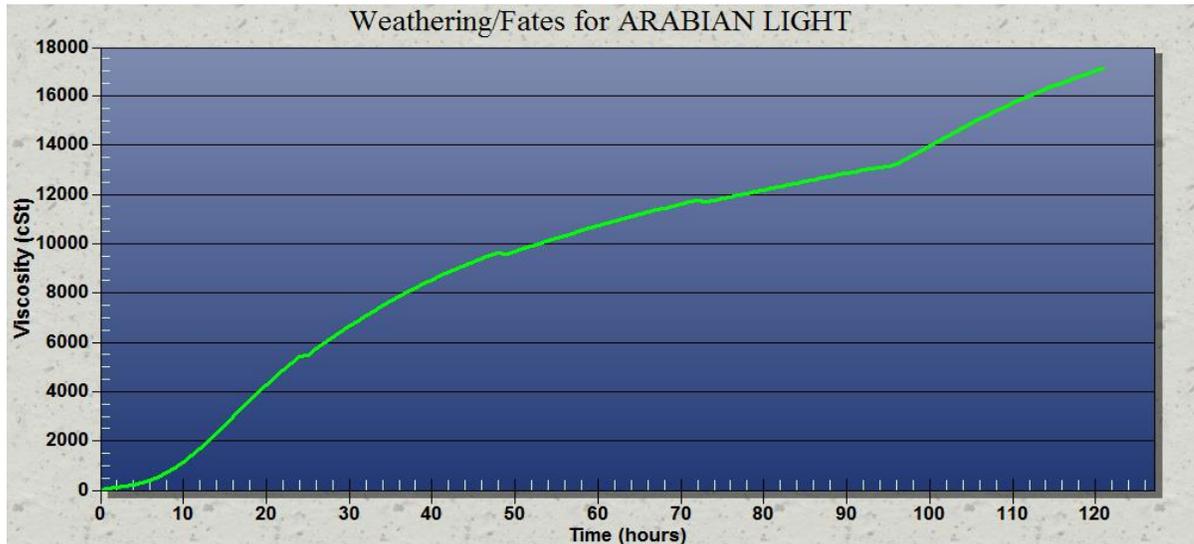
Gráfica 1 - Variación con el tiempo del volumen de hidrocarburos remanentes y del evaporado.

Las coordenadas de las zonas de Ibiza y Formentera que fueron afectadas por los hidrocarburos son las siguientes:

Impacto en Ibiza: $38^{\circ} 54' 16,87''$ N ; $1^{\circ} 12' 54,64''$ N y $38^{\circ} 52' 13,62''$ N ; $1^{\circ} 13' 57,81''$ E

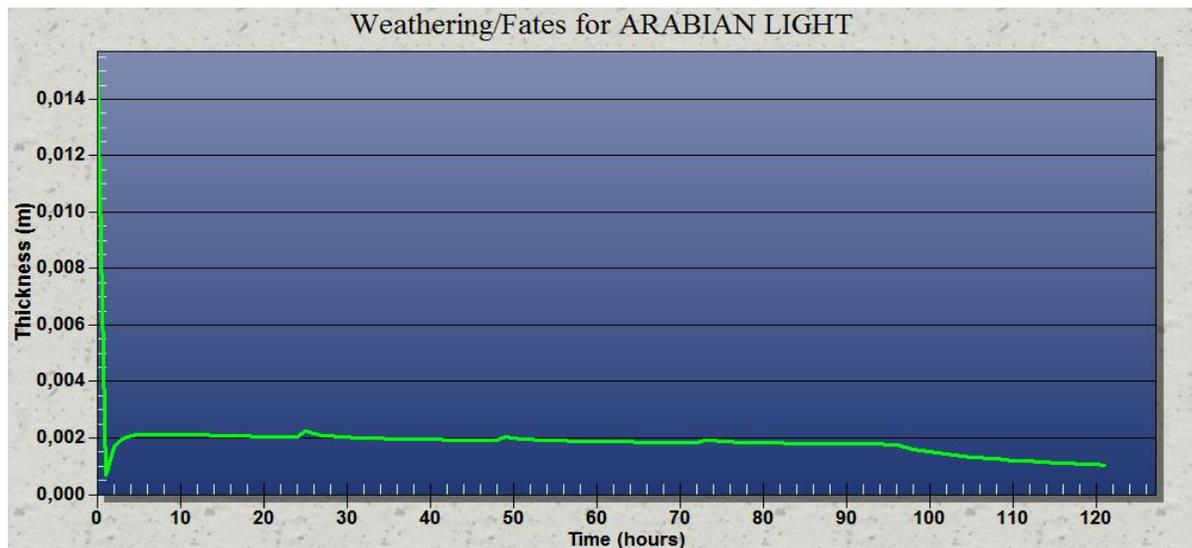
Impacto en Formentera.: $38^{\circ} 44' 28,12''$ N ; $1^{\circ} 25' 11,43''$ E y $38^{\circ} 35' 217''$ N ; $1^{\circ} 22' 49,70''$ E

La Gráfica 2 muestra la variación con el tiempo (h) de la viscosidad (cSt) de la mezcla de hidrocarburos remanentes que permanecen en la superficie del mar.



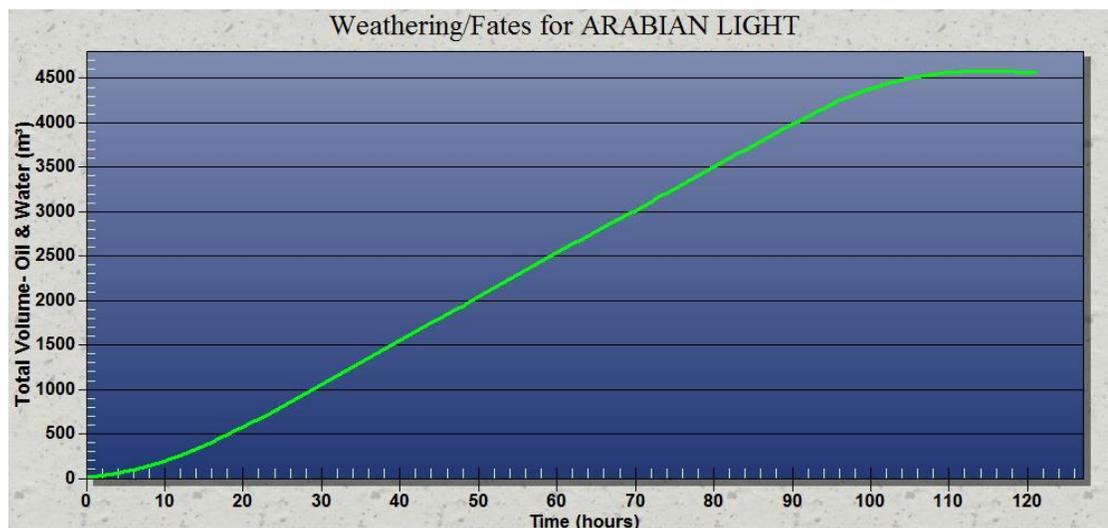
Gráfica 2 - Variação com o tempo de la viscosidad de la mezcla de hidrocarburos remanentes que permanecen en la superficie del mar.

La Gráfica 3 muestra la variación con el tiempo (h) del espesor de la capa de hidrocarburos (m) que permanece en el mar. Del análisis de dicha gráfica se deduce que los hidrocarburos nunca podrán eliminarse de la superficie del mar mediante técnicas de quemado.



Gráfica 3 - Variação com o tempo del espesor de la capa de hidrocarburos que permanece en la superficie del mar.

La Gráfica 4 muestra la variación con el tiempo (h) del volumen de hidrocarburos y el agua que le acompaña (m³).



Gráfica 4. - Variación con el tiempo del volumen de hidrocarburos y el agua que le acompaña.

El siguiente paso, dentro del plan de contingencia, es el de determinar las zonas costeras susceptibles de ser afectadas por los vertidos de hidrocarburos en orden a su protección, mediante barreras de contención. Las zonas, al suroeste de Ibiza, afectadas por los hidrocarburos son los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell”. La Tabla 2 muestra la longitud de las barreras necesarias para la protección, de los islotes contra los hidrocarburos, el coste de dichas barreras y el de los carretes necesarios para su almacenamiento, despliegue y recuperación de las barreras.

Tabla 2 - Cálculo de las barreras de protección de los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell”

| Parámetro | Islote de “Es Vedrá” | Islote de “Es Vedranell” |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Longitud de barrera (m) | 4.388 | 3.414 |
| Fuerza ejercida por el viento y la corriente marina (N) | 11.231 N. en cada uno de los 5 tramos de 800 m. y de 5.449 N. en el tramo de 388 m. | 11.231 N. en cada uno de los cuatro tramos de 800 m. y de 3.018 N. en el tramo de 214 m. |
| Coste de la barrera (€) | Entre 240.000 y 400.000 los tramos de 800 m. Entre 116.400 y 194.000 el tramo de 388 metros. | Entre 240.000 y 400.000 los tramos de 800 metros Entre 64.200 y 107.000 el tramo de 214 metros |
| Coste del carretel (€) | Para cada una de los cinco tramos de barrera de 800 metros el coste es de 120.000 E. Para la barrera de 388 metros el coste del carretel es de 60.000 E. | Para cada una de los cuatro tramos de barrera de 800 metros el coste es de 120.000 E. Para la barrera de 214 metros el coste del carretel es de 60.000 E. |

Para todas las barreras desplegadas el ángulo de inclinación con el que deben colocarse es de 30°, para evitar que los hidrocarburos pasen por debajo del faldón y por encima del francobordo.

El paso siguiente es determinar la forma en que un entorno costero concreto puede ser afectado por un vertido de hidrocarburos y como éste responde a dicho impacto.

Para los entornos de los dos islotes, se ha estimado una Vulnerabilidad de 1 (mínimamente vulnerable), un Índice de Resiliencia de 10, un Grado extremadamente elevado y un Tiempo de Resiliencia de algunos meses.

La Recuperación Inducida por medios mecánicos tiene un valor de 7, por medios químicos un valor de 9 y por medios biológicos un valor de 6.

Mediante el Modelo “COSTES” se ha estimado el coste de limpieza y restauración de los entornos costeros afectados por los hidrocarburos (islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell”). El coste de la limpieza y restauración de dichos entornos es de 1.424.000 y 1.100.000 Euros respectivamente.

3. CONCLUSIONES

Se ha estimado la trayectoria que seguirá un vertido de hidrocarburos, en las inmediaciones de la isla de Ibiza, bajo determinadas condiciones de vientos y corrientes marinas, las zonas costeras susceptibles de ser afectadas por los hidrocarburos y el tiempo de impacto de los mismos en la costa. Los lugares de impacto de los hidrocarburos en la costa son los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell”, después de haber transcurrido 96 horas desde que se originó el vertido de hidrocarburos, en las inmediaciones de la isla de Ibiza. Las zonas impactadas se encuentran comprendidas entre las coordenadas: 38° 54' 16,87" N ; 1° 12' 54,64" N y 38° 52' 13,62" N ; 1° 13' 57,81" E.

Se ha calculado la variación con el tiempo del volumen de hidrocarburos evaporado, el que permanece en la superficie del mar, al igual que del agua que le acompaña y la viscosidad y el espesor de la mezcla de hidrocarburos remanente. Así al cabo de 120 horas se han evaporado del orden de 260.000 Litros de hidrocarburos, permaneciendo en el mar del orden de 700.000 Litros. Debido a la agitación originada por las olas se pueden formar emulsiones de agua en hidrocarburos. En este caso el volumen total de dichas emulsiones, al cabo de 120 horas se estima en unos 4.500.000 Litros.

Como resultado de la estimación de la variación del espesor del derrame con el tiempo se llega a la conclusión de que los hidrocarburos podrán eliminarse de la superficie del mar, mediante técnicas de quemado, hasta un tiempo de 50 horas. Transcurrido ese tiempo el espesor del derrame es inferior a unos 2 mm por lo que ya no se recomienda aplicar dicha técnica de eliminación de hidrocarburos, dada su baja efectividad.

Se ha calculado la longitud de las barreras necesarias para proteger los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell”, su coste y el ángulo de inclinación con el que deben colocarse. La longitud de dichas barreras es de 4.388 y 3.414 m. respectivamente. Su coste está comprendido entre 1.316.400 y 2.194.000 Euros para las primeras barreras y entre 1.024.200 y 1.707.000 Euros para las segundas. El coste de los carreteles necesarios para las primeras barreras es de 660.000 Euros y de 540.000 Euros

para las segundas. Estos datos son de suma importancia, dentro del plan de contingencia, para poder proteger de los hidrocarburos, los islotes de “Es Vedrá” y de “Es Vedranell” pertenecientes ambos al Parque Natural de “Es Vedrá”, “Es Vedranell” y los “Illots de Ponent”.

Se calculó igualmente la fuerza que el viento y la corriente marina ejercen sobre el faldón y el francobordo de las barreras desplegadas, para estimar si es posible que produzcan roturas de las mismas. La fuerza ejercida sobre el francobordo y el faldón de las barreras es de 11.231 Newton en cada uno de los tramos de 800 metros y de 5.449 y 3.018 Newton, para los tramos de 388 y 214 metros respectivamente.

Se ha determinado la Vulnerabilidad (Índice y Grado), la Resiliencia (Índice, Grado y Tiempo) y la Recuperación Inducida por medios mecánicos, por medios químicos y por medios biológicos, de los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell”, para estimar la influencia de los hidrocarburos sobre dichos entornos costeros y la forma en que éstos responden ante los hidrocarburos. Para ambos islotes se ha estimado una Vulnerabilidad de 1 (mínimamente vulnerable), un Índice de Resiliencia de 10, un Grado de Resiliencia extremadamente elevado y un Tiempo de Resiliencia de algunos meses. La Recuperación Inducida por medios mecánicos tiene un valor de 7, por medios químicos un valor de 9 y por medios biológicos un valor de 6.

Mediante el Modelo “COSTES” se ha estimado el coste de limpieza y restauración de los entornos costeros de los islotes de “Es Vedrá” y “Es Vedranell” afectados por los hidrocarburos resultando ser de 1.424.000 y 1.100.000 Euros respectivamente.

4. REFERENCIAS

<http://www.asascience.com/software/oilmap/oilmapweb.shtml>

BERGUEIRO, J.R.; MORENO, S., LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN DE COSTAS CONTAMINADAS POR HIDROCARBUROS: PROCEDIMIENTO OPERACIONAL. ISBN: 699-8769-0. DL PM: 1.203-2002. pp. 1- 442. 2002.

BERGUEIRO, J.R.; MORENO, S.; MARTÍ, A. y DÍAZ, M. EL SINIESTRO DE LA PLATAFORMA DEEPWATER HORIZON EN EL GOLFO DE MÉXICO. ISBN: 978-84-694-2225-0. DL PM: 399-2011. pp. 1- 852. 2011.

BERGUEIRO, J.R.; MORENO, S.; MARTÍ, A. y DÍAZ, M. MODELOS DE SIMULACIÓN Y GESTIÓN UTILIZADOS EN EL VERTIDO DE LA PLATAFORMA “DEEPWATER HORIZON” EN EL GOLFO DE MÉXICO. ISBN: 978-84-694-3381-2. DL pm: 675-2011. pp. 1- 852. 2011.

BERGUEIRO, J.R.; MORENO, S.; MARTÍ, A. y DÍAZ, M. EL SINIESTRO DE LA PLATAFORMA DEEPWATER HORIZON EN EL GOLFO DE MÉXICO: BIBLIOGRAFÍA MÁS RELEVANTE. ISBN: 84-95847-96-4. DL PM: 849-2012. pp. 1- 692. 2012.