

PETROLEO SUBMARINO, PROBLEMAS DE CONTAMINACION

Por

Ives BARBIER

Ayudante del Presidente de la Sociedad de ESSO-REP y Presidente del Comité de Técnicos de la Investigación de Petróleo y de Gas Natural.



Nota de la Dirección.— Este artículo es una síntesis o extracto del original. Se han suprimido algunos conceptos por considerarse innecesarios, pues no alteran la intención u objetivo del autor.



LA CONTAMINACION marítima producida por el petróleo representa solamente el 1,5% del volumen total del combustible derramado. Este pequeño porcentaje es el resultado de los dispositivos de seguridad de gran complejidad empleados en los equipos. Debido a estos sistemas se producen muy pocos accidentes en los equipos submarinos: desde 1964 a 1974, no hubo una sola explosión en más de 800 perforaciones en el Mar del Norte. Los buques y plataformas de perforación están dotados de tal modo que no exista ni una sola fuente de contaminación. Para ello se han ideado, con gran cuidado, precauciones y medios para detener incendios, una gran cantidad de alarmas, dispositivos automáticos para cerrar compuertas, etc. Chequeos periódicos aseguran que la extracción de petróleo submarino se está efectuando sin dañar el medio ambiente.

Desde que se habla de contaminación marítima, una de las reacciones del grueso público, que llamaríamos condicionado, es exclamar: ¡petróleo! A decir verdad, este pensamiento está afianzado por el desagrado que la opinión pública encuentra cuando ve en las playas ciertas bolas de hidrocarburo oxidadas.

Es casi seguro que si todos los buques de transporte de petróleo estuviesen equipados como lo están los de las grandes sociedades petroleras y aplicasen los reglamentos, si la totalidad de los aceites utilizados fuese concentrada cuidadosa-

mente en lugar de ser derramada desconsideradamente en los ríos o directamente en el mar, el desagrado en cuestión disminuiría considerablemente. Partiendo de algo tan elemental como esto y que, sin embargo, pone en discusión la industria petrolera, pretendemos aquí examinar la situación en un campo generalmente poco, mal o simplemente desconocido: el de la búsqueda y de la explotación de hidrocarburos en el mar.

¿La naturaleza se contamina a sí misma?

Examinemos lo que sucede en el medio marino natural, en lo referente a los hidrocarburos. Veamos primero el estudio geológico de los aires continentales. Este presenta numerosos brotes de hidrocarburos, "fuegos eternos" del Medio Oriente, fisuras con gran cantidad de betunes, lagos de asfalto. Son lo que los geólogos petroleros califican como índices de superficie.

Así pues, mucho antes que la industria petrolera hubiese hecho su aparición, las esferas de alquitrán se depositaban en algunas playas, como por ejemplo en las de California o del Golfo de México. En la primera de estas dos regiones, un franciscano, Pedro Font, en Goleta, distrito de Santa Bárbara, escribió en 1876: "una parte del alquitrán que el mar arroja se encuentra en las playas. También se han encontrado pequeñas esferas de alquitrán. Tal vez existan fuentes de esta materia que vienen del mar". Más tarde, los geólogos W.P. Blake en 1885 y J.D. Whitney en 1865, señalaban la presencia de materiales alquitranados en las cercanías de Carpintería (Uruguay). Es probable, por no decir seguro, que estas manifestaciones se produjeron desde hace mucho antes que se escribiera sobre ellas. En el estrecho de Santa Bárbara el petróleo se encuentra en ciertos puntos a 120 metros bajo el nivel del fondo marino, se producen diariamente emisiones de 8 a 16 metros cúbicos en Coal Point, en las aguas del Pacífico.

Hace algunos siglos también se han encontrado esferas de alquitrán en las playas de Texas y Luisiana.

Si en el primer caso el origen de la emisión está en la vecindad inmediata, en el segundo el origen se halla en la

parte meridional del Golfo de México y del Caribe. California y el Caribe son regiones sísmicamente activas. En efecto, en el curso de los últimos años, serios estudios han demostrado que el fondo marino, como el de los continentes, es el lugar de emisiones de hidrocarburos, cuyo volumen para los mares del globo y para las únicas fuentes identificadas, razonablemente puede ser evaluado en 600.000 toneladas por año como término medio. Por otra parte los biólogos nos enseñan además que la vida marina, como la terrestre, fabrican hidrocarburos. Es el caso particular del plancton. En efecto, se ha observado que la producción de hidrocarburos presente en el mar es mucho más alta que la de la productividad planctónica; las extracciones de agua se han efectuado a lo largo de las zonas no contaminadas. De este modo esta proporción en los extractos de cloroformo es de 18% en el Mediterráneo y alcanza a un 55% en el Océano Atlántico. No hay que perder de vista que el petróleo extraído actualmente de los yacimientos tiene su origen en la vida marina. Así la cantidad de petróleo de los mares del mundo producida por la vida marina, sería de $1,3 \times 10^{10}$ (13.000 millones) de toneladas basada en el poseedor más débil observado: 10 microgramos por litro (10 partes por mil millones). La producción mundial anual de petróleo actualmente es del orden de 2×10^9 toneladas. El medio marino natural desde hace mucho que no está exento de hidrocarburos. ¡Casi se podría decir que la naturaleza se contamina a sí misma!

En marzo de 1973, en Washington se efectuó un congreso al que concurrieron el Instituto Americano del Petróleo, la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (E.P.A.) y los Guardacostas (U.S.C.G.) y de allí nacieron importantes recomendaciones acerca de los volúmenes de hidrocarburos que pueden ser rechazados por diferentes actividades.

La Sociedad de Arquitectos Navales ha hecho una evaluación en 1971 de los derrames de hidrocarburos en el mar que vemos al final del presente artículo. Allí se señala que la contaminación cuyo origen es la producción petrolera en el mar, estimada en 80.000 to-

neladas anuales, sólo representa un 15% del volumen total rechazado. Esto se compara con las 600.000 toneladas de emisiones naturales de los fondos marinos.

Estas evaluaciones no consideran ni cantidades rechazadas por los buques de turismo, ni resurgimientos de hidrocarburos emitidos en la atmósfera, en especial los residuos que escapan a la combustión.

Aunque la extracción del petróleo del subsuelo de los mares ya constituye casi un 20% de la producción mundial total, la contribución de esta actividad en la contaminación de los mares es muy baja, fácil de comprobar. Esto no se debe al azar.

LAS DIFERENTES FASES DE LA INVESTIGACION Y DE LA EXPLOTACION DE LOS HIDROCARBUROS

Cuando se descubre la posibilidad de explotar cinco de cada cien veces como promedio en la tierra y a menudo aún menos en el mar, la búsqueda y la explotación de los hidrocarburos experimentan dos grandes etapas que presentan cada una dos fases sucesivas.

En una primera fase, de la "exploración", la síntesis de los resultados obtenidos por la prospección geológica y geofísica permite escoger los lugares de las perforaciones correspondientes. Estas últimas constituyen la segunda fase de la exploración.

Habiéndose hecho un descubrimiento, se procede a la "explotación" del yacimiento mediante la perforación y el equipamiento de los pozos productores, así como a la creación de instalaciones necesarias para ello, lo que constituye una primera fase de esta etapa. La segunda, que dura de 20 a 30 años para el petróleo y más para el gas natural, es la fase de explotación que permite, entre otros trabajos, las operaciones de intervención en los pozos para su mantenimiento.

EXPLORACION Y PREVENCION CONTRA DAÑOS Y CONTAMINACIONES

Geofísica

En el mar es muy caro recurrir a la prospección geológica propiamente di-

cha. Los métodos utilizados son la magnetometría aérea, que no tiene ningún contacto con el medio marino, y no es fuente ni de daño ni de contaminación.

Las objeciones que podrían hacerse al empleo de la prospección sísmica han desaparecido, al menos en gran parte, desde el abandono de los explosivos como fuente de energía para la producción de ondas sísmicas. Los nuevos métodos, que son numerosos, no tienen efecto mortal en la fauna. A lo más puede producirse una dispersión momentánea en ciertas especies de peces. Es la razón por la cual en las zonas marinas que dependan de la soberanía francesa, las fechas de las campañas de prospección sísmica son fijadas por las sociedades petroleras, después de un acuerdo con el Instituto Científico y Técnico de Pesca Marítima. Por lo demás, estas campañas se realizan con rapidez y brevedad. El tiempo necesario para un mismo resultado es de 8 a 10 veces inferior al que exige la prospección en tierra.

Perforación de Exploración

La perforación se realiza con rapidez y dispersión. Se efectúa con la ayuda de instalaciones móviles, plataformas de autoelevación autónomas, plataformas sumergibles, dos tipos de máquinas que se apoyan en el fondo, máquinas flotantes, plataformas semi sumergibles y buques de perforación. En este período, las causas de contaminación pueden ser ya sea accidentales, ocasionales u operacionales.

Entre las primeras, las erupciones de los pozos son las más temibles.

La prevención en este campo es objeto de atenciones y esfuerzos considerables de parte de las sociedades petroleras. Los puntos esenciales de estas disposiciones de prevención son:

- La adquisición de un conocimiento muy profundo del fondo submarino y de la parte superior del subsuelo, por la batimetría, la microsísmica y la geotécnica.
- La elaboración de un preciso programa de perforación adaptado a las condiciones del lugar, que permita en especial un programa muy serio de tu-

berías y de cimentación de los tubos, el control de la impermeabilidad con adiciones, si es necesario.

Para una misma profundidad y en las mismas condiciones geológicas, una perforación en el mar admite 2 ó 3 tubos suplementarios, si se le compara con la correspondiente perforación terrestre, lo que puede aumentar el costo de 10 a 15%.

—La disposición de un bloque de obturación de pozos (B.O.P.) con las numerosas posibilidades debidamente probadas. Estos conjuntos comprenden, en general, dos obturadores dobles que permiten cerrar en diferentes diámetros los componentes de la marcha de perforación, e incluso cortar los troncos de perforación instantáneamente, de modo que un obturador universal pueda cerrar totalmente en todos los diámetros o inclusive en otras formas, además de cilíndricas, si es necesario.

—La formación de un personal altamente calificado: formación mediante cursos teóricos y práctica en pozos, en los cuales el origen de las erupciones se reproduce con la ayuda del gas natural bajo fuerte presión. Los buenos reflejos se crean de esta forma después de ser sostenidos por el personal. También esta formación es efectuada como la de los alumnos pilotos de aviones con la ayuda de simuladores.

Estos métodos y materiales, objeto de continuas investigaciones, han demostrado su eficacia.

En 15.000 pozos de exploración y de explotación submarina perforados en EE.UU. antes de 1972, solamente se han producido 30 erupciones. Desde entonces se han hecho progresos. Durante los años 1971, 1972 y 1973 se han perforado en el mundo un total de 4.000 pozos marinos, que han dado lugar a 6 erupciones, de las cuales 3 eran menores.

Desde 1964 hasta fines de 1974, más de 500 pozos de exploración, 120 de delimitación de yacimiento, aproximadamente 200 de explotación, han sido perforados en el Mar del Norte sin que se haya producido erupción. Algunos de estos pozos han sido perforados en regiones donde la profundidad del oleaje

puede alcanzar 25 a 30 metros efectivamente medidos. A fines de 1972, 200 pozos, de los cuales 90 eran de exploración, fueron perforados en el Adriático sin haberse producido erupción.

Cuando hay una erupción producida por gas natural, éste se quema sin demora, ya sea por autoignición o por ignición voluntaria. Entonces la contaminación es reducida y muy restringida.

En el petróleo, la emisión es progresiva, a razón de algunas decenas y eventualmente dos o tres centenas de metros cúbicos diarios.

Este petróleo puede también, en algunos casos, consumirse por sí mismo o ponerse voluntariamente en combustión, lo que en este caso también limita la contaminación.

A decir verdad, si la erupción de un pozo de petróleo en el mar es extremadamente molesta para el público cuando este combustible llega a la costa, es indispensable no confundir los efectos de su presencia en el medio marino con los de los productos obtenidos de este petróleo bruto.

Este último proviene directamente de la naturaleza. Esparcido en el mar, al salir de un pozo, de ahí se evapora una cantidad no despreciable. Una parte se dispersa, la cual es degradada por el medio marino. De ningún modo se ha probado que esta biodegradación engendra productos tóxicos. Una parte se oxida.

Por último, nunca ha sido probado que el proceso de concentración en la cadena alimenticia de cuerpos como el mercurio, por ejemplo, existe debido a los hidrocarburos naturales.

La emoción, aumentada por la prensa, radio y televisión, es bastante superior a los daños biológicos reales. Las numerosas investigaciones realizadas a través de los años que han seguido a las emisiones de Santa Bárbara lo han demostrado.

En este último caso, la dificultad venía principalmente del hecho que no ha habido erupción del pozo, sino emisión a partir de una fisura del suelo. A decir verdad, esta región desmembrada a la vez por su historia geológica y petrolífera a flor de tierra, es probablemente

única en el mundo. Si hubiera habido muchos incidentes de este tipo, ya no se hablaría más de ello. Si esta causa mayor de contaminación es objeto de una atención mayor también, sólo resta, en consecuencia, no omitir las causas que podríamos calificar de menores.

Puede tratarse de derramamientos accidentales de gas oil, durante las operaciones de abastecimiento de las plataformas en el mar. Los volúmenes en cuestión son, en efecto, muy bajos y esto tanto más porque existen divisiones en los conductos, y a que numerosos flexibles están provistos de dispositivos de cierre automático.

Pero sobre todo, en la concepción, construcción y ejecución de las plataformas y buques de perforación como instalaciones industriales y hoteleras, las causas de contaminación se han suprimido: colecta, decantación, tratamiento de las aguas de lavado, de aguas de lluvias de escurrimiento, tratamiento de aguas servidas, incineración, atenuación compacta de desechos, transporte a tierra de materias plásticas, aceites usados, diversas piezas metálicas u otras en desuso... Las consignas son formales.

Algunas veces se rechazan volúmenes de algunas decenas de metros cúbicos de fluido de perforación. Este último se forma de una suspensión coloidal de arcilla bentónica (bentonita) que es un producto natural. Sus propiedades son mejoradas por incorporación de productos en grados muy bajos, de los cuales algunos además son naturales como el almidón. La barita (sulfato de bario) agregada para aumentar la densidad en neutra. El rechazo del mar de algunas decenas de metros cúbicos de fluidos de perforación, se traduce en una coloración momentánea sin consecuencia.

EXPLOTACION, PREVENCIÓN CONTRA LA CONTAMINACION Y SEGURIDAD

La perforación de los pozos destinada a la producción normalmente ocasiona menos riesgos que la de los pozos de exploración. Los terrenos que hay que atravesar son más conocidos, lo que permite una buena adaptación de la técnica de perforación. En esta fase, las erupciones son muy escasas.

La explotación misma produce causas de contaminación accidentales, ocasionales y crónicas.

La causa principal de contaminación accidental es la erupción. Puede producirse debido a los trabajos de mantenimiento de los pozos. Una segunda causa en este terreno es el fuego.

Las causas de contaminación ocasional radican en la instalación misma. Finalmente la causa principal de contaminación tiene su origen en el rechazo de las aguas de yacimiento, cuando hay.

La prevención contra el riesgo de erupción durante la explotación normal es el objetivo del equipamiento especial de los pozos, por una parte, y el de las plataformas por otra. Con el fin de reducir el riesgo de incendio, principalmente si la producción está constituida por gas natural, a menudo se adopta una disposición, que es la constitución de "grupos de producción", compuestos de dos plataformas a 30 metros de distancia y de un soporte de tubería, que también está separado aproximadamente una decena de metros.

Una de las plataformas sirve de punto de partida para la perforación de los pozos y lleva los índices de producción de estos últimos. Los pozos son inclinados gracias a la técnica de perforación dirigida de tal manera que sus partes inferiores respectivas se encuentran en el yacimiento conforme a una disposición que permite obtener el drenaje óptimo.

Además de las cabezas de pozos, esta primera plataforma sostiene los dispositivos de recolección y distribución de la producción.

También existen plataformas especializadas: abastecimiento, cabeza de tubería, estación intermedia de bombeo o de recompresión.

Seguridad en los pozos

Las disposiciones preventivas para los pozos son las siguientes:

- Un programa de tuberías y de cimentaciones ajustados a las condiciones locales.
- Durante la perforación, el pozo está provisto de un bloque de obturación, que para la explotación es reemplaza-

do por una cabeza de producción: "el árbol de Pascua" (Christmas Tree) en lenguaje petrolero. Este último es de un modelo corriente. Sin embargo, así como existe en tierra para algunos pozos, algunos de los cuales son muy profundos, al menos una parte de las compuertas es duplicada.

- Inmediatamente, como aval de la cabeza de pozos, se encuentra una válvula automática de seguridad por "todo o nada" (seguridad de falla). Instalaciones móviles especiales permiten que se regulen tales válvulas en el lugar mismo. Estas válvulas son teledirigidas mediante un circuito de gas o de aire comprimido. La liberación de la presión produce el cierre.
- La tubería, conducto interior en el pozo mediante el cual la producción desde el fondo llega a la superficie, tiene una válvula de seguridad, teledirigida, ya sea desde la superficie o sujeta a una variación de caudal.
- un pozo más arriba de las capas productivas, la tubería lleva un dispositivo llamado "recipiente de producción" que crea una obturación anular entre el tubo y la pared interna del recipiente. También sirve para reforzar este último.
- Encima de éste, el espacio anular entre el tubo-revestimiento está lleno de un fluido coloidal especial en el cual, la densidad y la estabilidad son las características. Ante un incidente, el recipiente puede aflojarse y el fluido en cuestión ejerce inmediatamente una presión hidrostática superior a la de las capas productivas. Hacia el fondo del pozo, algunas veces se coloca una válvula de seguridad de fondo (storm choke) sujeta a una variación de caudal.

Sin embargo, tales válvulas se utilizan menos desde la aparición de las válvulas descritas anteriormente.

Cuando se deben efectuar trabajos de mantenimiento en un pozo, la cabeza de producción es reemplazada por un BOP y el equilibrio de las presiones en el pozo se obtiene con la ayuda del fluido espeso del cual se habló anteriormente. La conducción de tales trabajos está confiada a un personal altamente calificado.

Seguridad en la explotación

Por diferentes razones, las sociedades explotadoras son inducidas a dejar en las plataformas solamente muy bajos efectivos o incluso suprimirlos durante la explotación normal. Las operaciones relativas a esta última son programadas en el tiempo y en el espacio. Se trata de un sistema completo de telemedidas, telecontroles y telecomandos con registro de todas las informaciones necesarias. Un sistema de redes de radio de alta seguridad asegura el enlace con las instalaciones de tierra, y en particular, un computador que ciertos explotadores instalan actualmente en las plataformas mismas. Cuadros permiten conocer a cada instante la posición de todas las válvulas esenciales en el funcionamiento y en la seguridad, los niveles en los diferentes aparatos de explotación, la situación de las bombas, las cantidades producidas, las cantidades entregadas.

Esta automatización ha provocado la creación de equipos de regulación y secuelas, con un dispositivo de alarma. Una anomalía en un pozo o en el nivel del líquido de un aparato, por ejemplo, provoca la detención automática de la producción del pozo, que desencadena hacia abajo una secuencia de disposiciones automáticas de seguridad. Lo mismo sucede a los niveles en los aparatos de explotación.

Los mecanismos de transmisión manuales se encuentran en diferentes puntos de las plataformas, que permiten estas mismas detenciones.

El conjunto de la instalación funciona siguiendo el principio de la seguridad autónoma del "todo o nada".

Prevención y lucha contra el fuego

La lucha contra el fuego es el blanco de las preocupaciones y cuidados totalmente particulares y esto sobre todo en la medida en que el explotador ha debido renunciar a la disposición en "grupo de producción" para adoptar una plataforma única de tres puentes.

Numerosos detectores de calor, de llamas o de humo, y explosiones desencadenan automáticamente cierres de vál-

vulas, diluvios, proyecciones de musgo, pólvoras contra incendios, emisiones de gas inactivas en espacios cerrados.

En Estados Unidos, un análisis del valor de tales sistemas ha sido confiado por uno de los principales grupos petroleros a una importante firma que trabaja para la NASA. La conclusión global del estudio ha demostrado que la abundancia de medios del sistema está concebida correctamente por cuanto incluye diversas medidas con diferentes detectores para cada anomalía potencial mayor. Esto ha demostrado que en relación con la seguridad, la cubierta de las plataformas concebidas de esta forma es buena. Además, se ha visto que la falla de un detector, de un relay o de un aparato comprometido en el circuito no podría ser la causa de un incidente mayor.

Las causas de la contaminación ocasional durante la explotación son análogas a las que han sido descritas para la perforación de exploración.

Los medios que permiten evitar estas contaminaciones son los mismos.

Prevención contra la contaminación crónica

La causa principal de la contaminación crónica es el rechazo eventual de las aguas de yacimiento cuando se produce la emanación.

En efecto, la producción de hidrocarburos a menudo va acompañada de una cantidad de agua que al comienzo de la explotación puede ser nula o muy pequeña, pero que aumenta con el tiempo.

La primera fase de la explotación consiste en tratar la emanación a la salida de los pozos. En los separadores y procesadores de emulsiones se disocian el gas natural disuelto en el petróleo, el petróleo y el agua. Esta última, a la salida de las instalaciones, arrastra pequeñas cantidades de hidrocarburos, que es necesario eliminar hasta terminar en los recipientes impuestos por los reglamentos; si esta agua debe ser rechazada del medio marino es necesario eliminar el agua y, en cambio, de acuerdo con las características propias del yacimiento, se hace preciso o conveniente devolver toda o parte del agua eliminada. Para ello es

preciso volver a inyectarla. El agua inyectada, también debe sufrir un procesamiento, pero de otra naturaleza.

Cuando las cantidades de yacimiento que se rechazan son pequeñas, el procesamiento puede realizarse sobre la plataforma de explotación. En algunos casos, ha debido crearse una plataforma especial. También se puede tener en perspectiva una instalación flotante. Sin embargo, si la distancia a la costa es pequeña y la cantidad de agua importante, el procesamiento de agua de yacimiento se hace en tierra.

Este consiste en el problema de desaceitar aguas mineralizadas. Conocidos procedimientos se adaptan a las circunstancias y las nuevas soluciones se reinvestigan.

Los medios de los cuales se dispone son procedimientos físicos y físico-químicos.

Los primeros hacen la decantación en diversas condiciones, a la cual se puede añadir uno u otro de los siguientes efectos: acción térmica, acción electrostática o centrifugación. Finalmente, otro procedimiento físico es la absorción.

Los procedimientos físico-químicos son: la coagulación-floculación (precipitado) y la flotación por inyección de aire o gas natural. Este último procedimiento actualmente parece tener la preferencia de los explotadores, especialmente, porque se trata de importantes volúmenes de agua que hay que procesar.

Gracias a todas las precauciones que acaban de exponerse, las aguas marítimas, cuando están naturalmente claras, permanecen alrededor de las explotaciones petroleras marítimas desde California hasta el Mediterráneo, pasando por el Golfo de México.

No solamente las aguas son claras, sino también las estructuras de las plataformas llegan a ser el lugar de encuentro de una abundante fauna marina que, a su vez, atrae a los pescadores, deportivos o aficionados. Este fenómeno puede observarse alrededor de todas las plataformas de perforación.

Controles periódicos con actas de ordenanzas en las playas de regiones de producción petrolera marítima, como es

el caso de Tarragona en España, donde se encuentra la explotación del yacimiento Amposta-Marine, muestran que los hidrocarburos recogidos jamás han sido señalados como provenientes de este yacimiento.

EVALUACION DE LOS DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN EL MAR

(Según datos de "The Society of Naval Architects" — 1971)

1.—Buques petroleros de todos los tamaños

Contaminaciones operacionales:

—Buques que practican Load on Top ..	260.000 T/an.
—Otros buques	700.000 „
—Accidentes Marítimos	280.000 „
—Otros rechazos (derrames, pérdidas al cargar o descargar, rechazos de aguas de cala (bodega), etc.	
TOTAL	
	1.450.000 T/an. 30%

2.—Buques no petroleros

—Rechazos de agua de cala (bodega, pérdidas en derrames), etc.	600.000 T/an.
—Accidentes	250.000 „
TOTAL	
	850.000 T/an. 17,5%

3.—Producción petrolera "Submarina" (Mar Afuera)

80.000 T/an.
que representan 1,5% del total.

4.—Contaminaciones de origen terrestre

—Refinerías y fábricas químicas	300.000 T/an.
—Aceites usados y varios	2.190.000 „
es decir	
	2.490.000 T/an. 51%

Total de derrames (vertimientos)
en el mar: 4.870.000 T/an.
100%