



Daño ambiental en el litoral marino peruano causado por el derrame de petróleo (enero 2022) en la refinería La Pampilla

Environmental damage to the Peruvian marine littoral caused by the oil spill (January 2022) at the La Pampilla refinery

Víctor Pulido Capurro^{1,*}; José Cruz Martínez²; César Arana Bustamante³; Edith Olivera Carhuaz⁴

1 Escuela Profesional de Medicina Humana, Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú.

2 Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes, Perú.

3 Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

4 Escuela Profesional de Medicina Humana, Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú.

*Autor corresponsal: vpulidoc@hotmail.com (V. Pulido Capurro).

ID ORCID de los autores

V. Pulido Capurro:  <https://orcid.org/0000-0002-9238-5387>

J. Cruz Martínez:  <https://orcid.org/0000-0002-9175-6510>

C. Arana Bustamante:  <https://orcid.org/0000-0002-7566-5205>

E. Olivera Carhuaz:  <https://orcid.org/0000-0002-7400-8625>

RESUMEN

Un desastre ambiental de dimensiones hasta ahora incalculables fue ocasionado por el derrame de petróleo ocurrido el sábado 15 de enero de 2022, cuando el ducto de descarga de la embarcación italiana Mare Dorium se rompió durante sus actividades de carga y descarga del crudo en el litoral marino de la Refinería La Pampilla. El objetivo del estudio fue realizar una primera aproximación del daño ambiental producido 30 días después del derrame de petróleo en la Refinería La Pampilla. Ha sido elaborado tomando como base el análisis documental, de la información de documentos de organismos públicos y artículos científicos de bases indexadas. El petróleo derramado ha sido de 11.900 barriles que se han desplazado en dirección norte por efecto de las corrientes marinas, el área de expansión del crudo es de 1.739.000 m², más de 24 playas están contaminadas y la zona impactada por el petróleo es de 713 ha de mar y 180 ha de litoral, afectando los hábitats y la biodiversidad de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras y la Zona Reservada Ancón. Cerca de 500 especies de algas marinas, invertebrados, aves y mamíferos han sido afectadas. La Universidad y los organismos públicos deben establecer líneas de investigación que incluyan el manejo y conservación de especies, para que se ejecuten en las costas del litoral marino peruano, a cargo de profesionales especializados, así como proporcionar la logística y recursos económicos, para la recuperación y mantenimiento de la biodiversidad marina.

Palabras clave: Océano Pacífico; contaminación; plan de contingencia; ecosistema marino costero; desastre ambiental.

ABSTRACT

An environmental disaster of incalculable dimensions was caused by the oil spill that occurred on Saturday, January 15, 2022, when the unloading pipeline of the Italian tanker Mare Dorium ruptured during its loading and unloading activities in the marine littoral of La Pampilla Refinery. The objective of the study was to make a first approximation of the environmental damage produced 30 days after the oil spill at the La Pampilla Refinery. It has been elaborated based on documentary analysis, information from documents of public agencies and scientific articles from indexed bases. The oil spill has spilled 11,900 barrels that have moved in a northerly direction due to the effect of marine currents, the area of oil expansion is 1,739,000 m², more than 24 beaches are contaminated, and the area impacted by the oil is 713 ha of sea and 180 ha of coastline, affecting the habitats and biodiversity of the Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras and the Zona Reservada Ancón. Nearly 500 species of marine algae, invertebrates, birds, and mammals have been affected. The Academy and public agencies should establish lines of research that include the management and conservation of species, to be carried out on the coasts of the Peruvian marine coast, in charge of specialized professionals, as well as provide the logistics and economic resources for the recovery and maintenance of marine biodiversity.

Keywords: Pacific Ocean; contamination; contingency plan; coastal marine ecosystem; environmental disaster.

Recibido: 18-01-2022.

Aceptado: 25-02-2022.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Los derrames de petróleo han escrito historias, una y otra vez, con la negra tinta de la contaminación, la muerte de la biodiversidad y la destrucción de los hábitats. Una mirada en retrospectiva indica que, el 16 de marzo de 1978 se produjo una catástrofe ecológica, producto de un accidente del barco petrolero Amoco Cádiz, perteneciente a la compañía norteamericana Amoco Transport, cuando el temporal causó daños considerables en el buque, que terminó por romperse en dos mitades y toda la carga de 68,7 millones de galones de petróleo se derramó en el mar, contaminando unos 340 kilómetros de costa de Bretaña. En 1991, durante la Guerra del Golfo, el ejército iraquí destruyó buques petroleros, instalaciones petroleras y pozos de petróleo en Kuwait provocando el derrame de unos 900 millones de barriles de petróleo; considerado como la mayor catástrofe petrolera en la historia (Olmedo, 2017). La producción y el transporte de petróleo en alta mar han generado derrames con graves consecuencias ambientales, biológicas, sociales y económicas, que han amenazado y destruido los ecosistemas marinos (Keramea et al., 2021).

En el Perú, hace un poco más de siglo y medio, se estableció en Zorritos, Tumbes, el primer pozo petrolero. Actualmente, existen tres zonas petroleras de gran impacto: la costa noroccidental en el departamento de Piura (La Brea, Pariñas, Lobitos, El Alto, Talara y los Órganos), el zócalo continental en Piura con 539 pozos de producción y Loreto en la Amazonia que distribuye el petróleo en siete refinerías a nivel nacional (Tamayo et al., 2015).

Al respecto, la Dirección General de Capitanías y Guardacostas señala que desde el año 2008 al 2019, se han producido seis derrames de hidrocarburos provenientes de buques y plataformas petroleras que operan en los puertos y zonas adyacentes: en el ámbito acuático de la jurisdicción de Zorritos en Tumbes, con una descarga total de 2,54 m³, en Supe con una descarga de 0,227 m³, Talara con dos descargas en 0,027 m³, Ilo con tres descargas en 0,744 m³, Mollendo una descarga en 0,076 m³, Pucallpa con dos descargas en 0,319 m³ y 14 descargas en Yurimaguas con 918,81 m³. Las diferentes operaciones acuáticas con hidrocarburos involucran la identificación, evaluación, valoración y cuantificación de sus impactos en el ambiente (Ramírez, 2021).

Los derrames ocurren durante la descarga del petróleo a las refinerías, por fallas en los oleoductos y plataformas petrolíferas en el transporte de petróleo, en el proceso de extracción de petróleo y derrames accidentales en la colisión o hundimiento de buques petroleros, etc. (Keramea et al., 2021). El impacto ambiental que produce los derrames de hidrocarburos tiene un efecto severo en los ecosistemas costeros, el mismo que puede ser inmediato como a largo plazo y un deplorable evento común en las últimas décadas (Chen et al., 2015). Desafortunadamente, la información sobre derrames accidentales a menudo está incompleta y algunas veces es inexacta, lo que resalta la

necesidad de mejorar la detección y su monitoreo. El derrame de crudo tiene un impacto inmediato y de largo plazo y las consecuencias se evidencian en distintos niveles, diferenciados por el grupo afectado y el tiempo en que se muestran dichos efectos. El primer impacto se relaciona con el inicio del derrame y su esparcimiento, la acumulación de crudo en la superficie del mar, que obstaculiza las funciones vitales de los organismos que la habitan. En este nivel se compromete principalmente los organismos que realizan un proceso fotosintético para sobrevivir (Villamizar, 2021).

Otro grupo de organismos que sufren las consecuencias del derrame de crudo, son aquellos que obtienen sus alimentos del lugar contaminado, como es el caso de los lobos marinos, guanay, piqueros, gaviotas, pelícanos, chorlos, playeros y diversas especies de peces (Capcha, 2018). Las aves sufren en mayor medida debido a que el petróleo se adhiere al plumaje y obstruyen el pleno funcionamiento de sus alas. Además, el petróleo en el plumaje afecta la salud y el éxito reproductivo de las especies que tienen dicho lugar como hábitat cotidiano o también de paso en su ruta migratoria a través de las costas del Pacífico en el hemisferio occidental (Giner, 2021).

Los efectos de mediano a largo plazo dependen de la solubilidad del hidrocarburo derramado que podría generar alteraciones histológicas, bioquímicas, conductuales y reproductivas (Ahumada-Villafañe et al., 2016). El petróleo es un crudo viscoso y pesado, tóxico, de difícil disolución, que asfixia a los organismos marinos de baja movilidad, y que permanecerá un gran tiempo en el ambiente debido a su difícil disolución (Sánchez, 2021).

El derrame de petróleo genera una mancha en la superficie del mar, debido a la densidad, la cual puede ser arrastrada grandes distancias, se esparcirá por efecto de factores geográficos y meteorológicos, transmitiendo los efectos nocivos a otros ecosistemas cercanos (Leturia & Nugoli, 2017). En consecuencia, la contaminación por hidrocarburos, reduce en gran medida la población de la vida marina, bloqueando su alimentación y sus procesos reproductivos (Sánchez-Arévalo & Rodríguez, 2018).

Además de los efectos ambientales y biológicos hay que tener en cuenta los sociales y económicos. Un importante sector que reside en el litoral marino depende para su subsistencia de los ingresos obtenidos por la pesca artesanal y el turismo que fue paralizado debido al bloqueo y declaración de emergencia de las playas afectadas. Efectivamente, la Dirección General de Calidad Ambiental del MINAM generó la Resolución Ministerial 021-2022-MINAM, del 22 de enero de 2022, la cual determina que el derrame "constituye un evento súbito y de impacto significativo sobre el ecosistema marino costero de alta diversidad biológica (fauna silvestre y recursos hidrobiológicos), y un alto riesgo para la salud pública" y por ello recomendó la declaratoria de emergencia ambiental. Adicionalmente, indica que

el objetivo es “garantizar el manejo sostenible de la zona afectada, realizando los correspondientes trabajos de recuperación y remediación para mitigar la contaminación ambiental, a fin de proteger la salud de la población”. La mencionada emergencia ambiental está orientada a la aprobación y ejecución del Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para remediar el área

afectada (Ministerio del Ambiente, 2022b). Por lo anteriormente mencionado, el objetivo del presente artículo es realizar una primera aproximación hasta el 15 de febrero, del daño ambiental producido por el derrame de petróleo en la Refinería La Pampilla en las costas del litoral marino, Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

La refinería La Pampilla está ubicada en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, departamento de Lima, Perú (Figura 1). El periodo de análisis de los hechos comprende entre el 15 de enero y el 15 de febrero del presente año. Se revisó la información contenida en documentos de organismos públicos nacionales e internacionales, normas legales, así como artículos científicos

(Scopus, WOS y Scielo), en español e inglés. Cabe precisar que se utilizaron fuentes primarias y que la búsqueda de la información se segmentó en tres aspectos principalmente: la descripción de los hechos, las causas o efectos y la reacción de los órganos responsables ante el desastre ambiental ocurrido en la refinería La Pampilla, Callao.

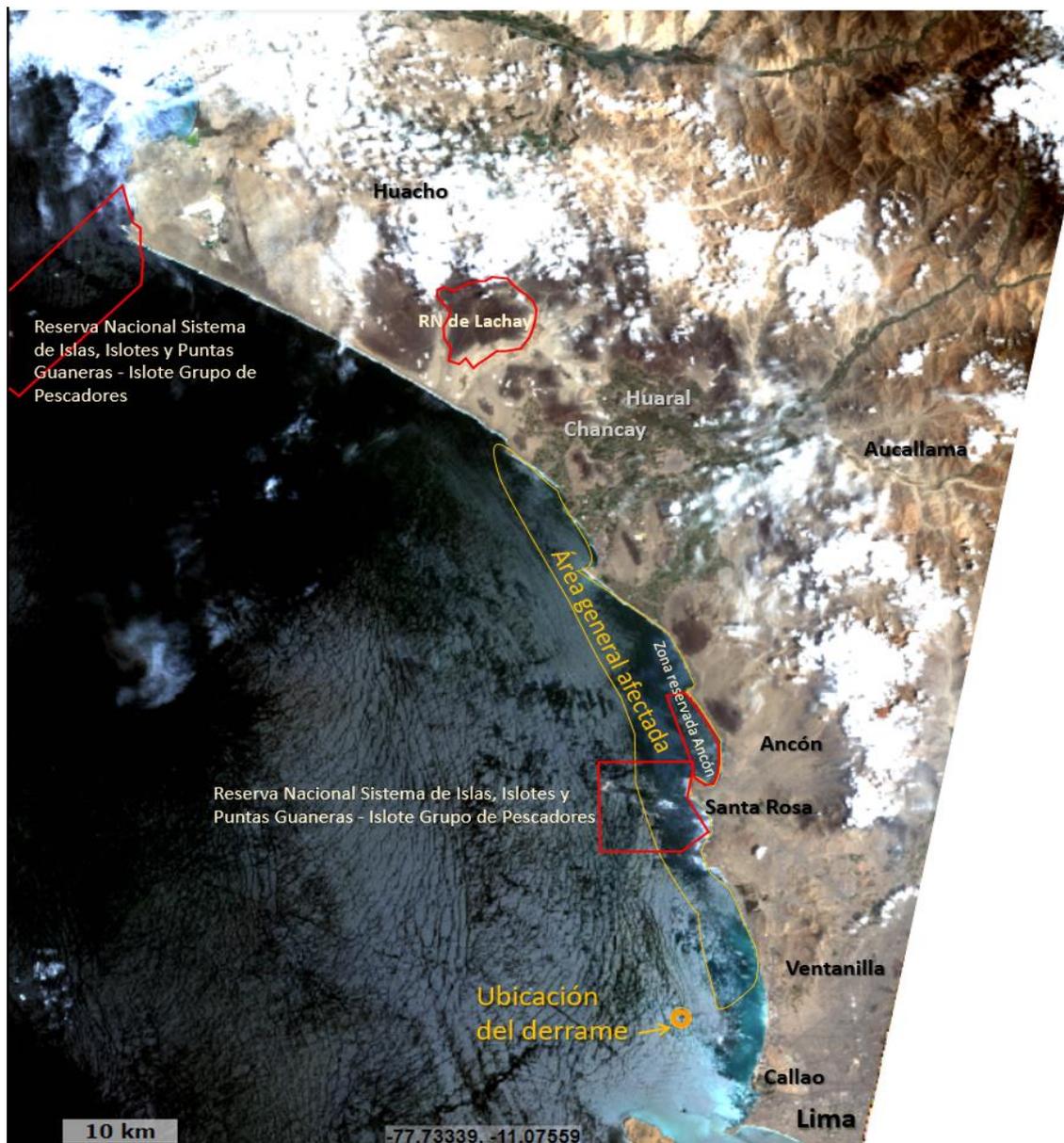


Figura 1. Imagen satelital de la ubicación del área general afectada, la ubicación del derrame y la ubicación de las áreas naturales protegidas (basado en imagen Sentinel (<https://www.sentinelvision.eu/gallery/download/491687a0a0bd487d8408350d79f6281f/fig01b.jpg> y <https://www.sentinelvision.eu/gallery/download/491687a0a0bd487d8408350d79f6281f/fig02b.jpg>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desastre ambiental

El derrame de petróleo ocurrió el sábado 15 de enero del 2022 a las 17:18 horas cuando se registró la rotura de las amarras en el terminal de boyas 2 de la Refinería La Pampilla, de la embarcación Mare Dorium, de bandera italiana, mientras desarrollaba sus actividades de carga y descarga del crudo. Poco después se registró en las playas de nuestro litoral, un cambio en su coloración y la expulsión de un olor desagradable (Ministerio del Ambiente, 2022a). El derrame de petróleo afectó al mar de Ventanilla y el norte de la zona litoral costera. El esparcimiento del crudo registrado hasta el momento es de 1.739.000 metros cuadrados, producto del derrame de 11.900 barriles de petróleo; aunque la empresa Repsol aduce que son 10.396 barriles (Ministerio del Ambiente, 2022c).

Al respecto son varios factores los que han intervenido; el más evidente es la poca capacidad que hubo para detectar la fuga de petróleo a fin de adoptar las medidas correctivas. Los sistemas de control tienen válvulas que miden la presión en la hidrostática lo que permite detectar si hay fuga; lo que indicaría que no han estado funcionando apropiadamente. Por ello, se desconoce con exactitud la cantidad de petróleo que se ha derramado en el mar, precisamente porque el sistema de control de flujo no habría estado funcionando bien. Tampoco se puede dejar de lado el hecho de que hubo una ruptura, la válvula se cierra mientras el barco se aparta, la manguera queda flotando y arrojando petróleo al mar. Ahora bien, estos sistemas de resguardo se cierran de forma automática, ante cualquier circunstancia. Así mismo se debe considerar el factor humano; es muy probable que el personal no estaba debidamente capacitado en situaciones de riesgo, lo que trajo como consecuencia que no siguieran los protocolos establecidos que les permitiera responder con eficacia, ante tales circunstancias.

El 15 de enero, a más de 10.300 kilómetros de distancia de las costas del Pacífico del Perú, se produjo en Oceanía, la erupción del volcán submarino, llamado Hunga Tonga-Hunga Ha'apai que duró 11 horas. El volcán envió una nube de cenizas a la atmósfera superior y provocó un tsunami que destruyó casas en las islas cercanas de Tonga (Rodríguez, 2022). Basado en este evento, Repsol argumenta que el oleaje anómalo que se produjo por la erupción del volcán submarino en Tonga, ocasionó la ruptura de los ductos de descarga.

El responsable

La administración de la Refinería La Pampilla y las operaciones de desembarco de petróleo están a cargo de Repsol. En este escenario, varios son los factores que inducen a pensar que hubo negligencia y todo señala a la empresa Repsol. Así tenemos que no se efectuó la alerta temprana ante la fuga de petróleo y se escondió información de lo que había sucedido debido a que no se dijo la cantidad exacta de barriles de petróleo que habían llegado al mar

producto de la fuga, ni cuales fueron las medidas adoptadas para mitigar los efectos del derrame. Por lo tanto, más allá de la tardía reacción de las autoridades ambientales del gobierno, la responsabilidad recae únicamente en la empresa Repsol.

La cantidad de petróleo derramado

Es necesario resaltar que, desde un principio, ha habido una gran confusión sobre el total de barriles de petróleo vertidos al mar. Según declaraciones de la empresa Repsol, inicialmente la cantidad fue de 0,16 barriles, luego seis barriles y posteriormente 6.000 barriles. Las cifras emitidas fueron confusas y la información que recibió la población no fue fidedigna. Recién el día 27 de enero de 2022, el MINAM confirma que fueron 11.900 barriles de petróleo; por lo tanto, es un derrame de gran magnitud debido a que son cantidades mayores a 700 toneladas (ITOPF, 2020).

El derrame de petróleo forma una mancha que es una fina capa aceitosa que flota sobre la superficie del mar, donde se producen procesos advectivos a gran escala dominados por corrientes marinas, las olas y los vientos que transportan a la mancha a una velocidad de cientos de metros por día; también se producen lentos procesos de difusión de baja escala que remodelan la mancha, los mismos que pueden ser del orden de centímetros a metros por día y que son responsables de modificar la concentración de contaminantes (Ramírez, 2021). El derrame de hidrocarburos en el mar genera una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que están determinados en gran medida tanto por las propiedades del hidrocarburo derramado, las condiciones ambientales, hidrometeorológicas tales como oleaje, vientos, corrientes, radiación solar, etc., y características de descarga que comprende la instantánea/continua, aguas superficiales/profundas. El destino y el comportamiento de un derrame de petróleo pueden verse influido por los procesos fisicoquímicos de meteorización del petróleo: dispersión, evaporación, emulsificación, disolución, fotooxidación, biodegradación, sedimentación y los procesos de transporte físico (Molina-Santos et al., 2018; Luter et al., 2019).

La mancha de petróleo se ha esparcido más amplia y rápidamente, debido al lento accionar de la empresa Repsol y las entidades gubernamentales - a 30 días de producido el derrame la mancha de petróleo- se ha extendido por más de 40 km de costa y ha llegado a las zonas de Islotes de Pescadores de la Reserva Nacional Sistemas de Islas, Islotes y Puntas Guaneras y de la Zona Reservada Ancón (Ministerio del Ambiente, 2022a). El derrame ocurrido es altamente peligroso no solo para los organismos marinos, sino también para otros ecosistemas costeros como es el caso de los humedales (Aponte et al., 2022).

La dimensión de la catástrofe ecológica ocurrida por efecto del derrame petrolero es consecuencia de la implementación inadecuada de un Plan de Contingencia por parte de la empresa. Cada vez que

ocurre un derrame de petróleo, el público pierde la fe en las autoridades y en las compañías petroleras debido a su falta de capacidad para implementar respuestas rápidas para mitigar los impactos (Walker et al., 2015). La severidad de los impactos generalmente depende de varios factores como la cantidad y el tipo de derrame de petróleo, condiciones ambientales, la fragilidad de los hábitats y la sensibilidad de los organismos vivos (Guerrero-Useda, 2021).

Tiempo de espera para la recuperación del litoral marino

Las escalas de tiempo y la importancia relativa de los procesos dependen de factores ambientales y específicos del derrame, como la cantidad de petróleo derramado, las características físico-químicas iniciales del petróleo y las condiciones meteorológicas y del estado del mar (Keramea et al., 2021). Los hidrocarburos son contaminantes no conservativos, sus características físicoquímicas cambian con el tiempo por efecto de la difusión, evaporación, la dispersión, la emulsificación y la disolución, que actúan en las primeras etapas del derrame de petróleo, mientras que la foto-oxidación, la biodegradación y la sedimentación actúan a más largo plazo y determinan el destino final del petróleo derramado (Azevedo et al., 2014). La densidad del aceite y la viscosidad son los parámetros más alterados después del derrame (Pérez et al., 2019). La contaminación por hidrocarburos ocurre no solo en la superficie del mar, sino también en aguas más profundas y los impactos ambientales son aún más amplios (Chen et al., 2015). La explotación en curso de aguas profundas, las reservas de petróleo y la instalación de oleoductos a grandes profundidades aumentan los riesgos de derrames accidentales de petróleo por reventones de pozos y roturas de oleoductos. La recuperación del ecosistema costero marino depende de la cantidad de petróleo derramado y del trabajo de contención que vienen haciendo los diversos actores; aunque la fase de limpieza podría demorar varios meses, mientras que muchos de los efectos secundarios y crónicos del derrame podrían durar varios años (Ainsworth et al., 2018; Fallon et al., 2021).

En las fases finales del derrame, las bacterias marinas se encargan de procesar lo que queda del hidrocarburo; esta propiedad es la que permite utilizar a estos organismos en procesos de bioestimulación y bioaumentación (Sayed et al., 2021). Una alternativa para solucionar esta problemática es la aplicación de procesos de remediación mediante el uso de microorganismos, debido a su alta efectividad, bajos costos y sinergia ambiental (Liu et al., 2020; Patiño et al., 2021). De allí la necesidad de elaborar una metodología para la valorización del daño por la comisión de delitos ambientales, ya que su inexistencia impide la cuantificación de los daños ambientales y no permite el accionar del Ministerio del Ambiente.

Las consecuencias

La contaminación producida por el derrame de petróleo ha causado un gran impacto sobre el ecosistema marino y especialmente sobre los recursos hidrobiológicos. Hasta el presente se sabe que 24 playas del Pacífico están contaminadas y la zona impactada por el petróleo es de 713 ha de mar afectadas y 180 ha de litoral (Ministerio del Ambiente, 2022c).

El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), reportó que el petróleo derramado se ha desplazado por efecto de las corrientes marinas en dirección norte, afectando a los hábitats y la biodiversidad presente en la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras en 512 hectáreas aproximadamente y la Zona Reservada Ancón en 1758,1 ha.

En el Perú, la diversidad de algas marinas está representada por 602 especies (Tarazona et al., 2003) que está relacionada con factores ambientales como temperatura, iluminación, salinidad, sustrato, exposición mareal y cumplen un rol fundamental en la cadena trófica como fotosintetizadores. Estos recursos hidrobiológicos son utilizados por el hombre en forma sostenible a fin de evitar la pérdida de la biodiversidad y la erosión genética (Rodríguez et al., 2018). El Catálogo Ilustrado de Macroalgas de la Costa Central del Perú, reporta 87 especies, incluyendo 67 Rhodophyta, 10 Chlorophyta y 10 Phaeophyceae, identificadas, en la perspectiva de sus usos potenciales y aplicaciones biotecnológicas (Arakaki et al., 2018; Carbajal et al., 2018). Otro estudio efectuado en el Callao reporta 40 especies de macroalgas, de las cuales las Rodophyta o algas rojas con 24 especies, Chlorophyta ocho especies y Ochrophyta con ocho especies (Carbajal et al., 2019). Aunque no tenemos cifras precisas sobre el número de especies de algas para la zona del derrame se estima que no menos de 100 especies se han visto seriamente afectadas.

En el litoral marino rocoso de Lima se han registrado 175 especies invertebrados marinos, pertenecientes a 126 géneros, 76 familias, 39 órdenes y 11 Phyla; la mayoría fueron moluscos (79 especies), crustáceos (44 especies) y poliquetos (30 especies). Mientras que en el litoral marino rocoso de Ancón se han registrado 151 especies de invertebrados (Paredes et al., 1999). En la orilla rocosa se observa una alta diversidad, sobre todo en las comunidades de mitílidos y en la comunidad asociada al poliqueto tubícola *Phragmatopoma moerchi*, en las que se ha registrado hasta 87 especies, excluyendo los briozoos encostrantes y los nemátodos (Paredes & Tarazona, 1980). En la playa arenosa es frecuente encontrar a *Emerita analoga* muy muy y *Occipode gaudichaudi* el cangrejo carretero.

Los mamíferos más representativos son *Otarya flavescens* lobo chusco, *Arctocephalus australis* lobo fino y *Lontra felina*, nutria de mar.

En el Perú, 500 especies de aves habitan en ambientes acuáticos marinos y continentales o están asociadas a ellos, lo cual representa cerca del 27% de la riqueza total de aves en nuestro país. Tomando como referencia uno de los inventarios más cercanos a la zona de derrame como es el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, situado al sur de Ventanilla, se han registrado 211 especies de aves: 97 residentes, 82 migratorias neárticas, australes, andinas y 32 visitantes ocasionales (Pulido et al., 2020). Álvarez & Iannacone (2008) para los humedales y playa de Ventanilla reportan 78 especies: 52 residentes, 18 migratorias neárticas, tres migratorias altoandinas, dos migratorias antárticas y tres ocasionales.

Los impactos de la contaminación por efecto del derrame han traído como consecuencia:

a. Eliminación casi total de especies en el área de impacto. En este grupo se encuentran la mayoría de las especies de invertebrados marinos que usualmente habitan en la zona supralitoral, mesolitoral e infralitoral. Muchas de estas especies son sésiles es decir están fijadas al substrato y carecen de movimiento propio como el caso de las esponjas del Phylum de los Porifera, los Pelecypodos como los bivalvos; o los de movimientos muy restringidos como son los poliquetos. También algunas especies de algas que habitan en la zona supralitoral.

b. La desaparición parcial de las especies en el área de impacto. Comprende algunos grupos de invertebrados con mayor capacidad de movimiento como es el caso de algunas especies de crustáceos, algas marinas flotantes y aves como *Spheniscus humboldti* pingüino, *Phalacrocorax bouganvilli* guanay *Phalacrocorax brasilianus* cushuri, *Phalacrocorax gaimardi* chuita, *Haematopus palliatus* ostrero americano, *Larosterna inca* zarcillo, *Sula variegata* piquero, *Calidris alba* playero blanco.

c. El desplazamiento de las especies hacia lugares sin contaminación. Se han registrado numerosos ejemplares que por su mayor capacidad de desplazamiento han logrado huir de los efectos de la contaminación petroleras como *Lontra felina*, nutria de mar, *Otarya flavescens* lobo de mar. En cuanto a las aves el impacto debe ser mucho mayor debido a que esta es la época de migración y alrededor de 60 especies provenientes de la Región Neártica como los Laridae, Scolopacidae y Charadriidae, están sufriendo por la contaminación de los hábitats en el litoral marino.

Una reflexión al respecto es que el mayor problema de conservación del mundo no es la extinción de especies, sino la disminución de la población hasta el punto en que muchas especies existen solo como remanentes de su abundancia anterior (Briggs, 2017). El derrame petrolero ha traído consecuencias nefastas para la biodiversidad de esta zona del litoral marino y muchas especies probablemente lleguen a sus límites mínimos poblacionales. A 30 días del derrame, se estima que se han visto afectadas cerca de 500 especies de la biodiversidad marina, sin contar a los peces y otras

especies bentónicas. Aunado a ello es importante la implementación de centros de rescate a cargo del Estado. La notable labor desempeñada por SERFOR se ha reflejado en el traslado de los ejemplares afectados por el petróleo al zoológico del Parque de las Leyendas, donde personal altamente especializado, como biólogos y veterinarios, han acondicionado un centro de rescate, en el que, hasta el presente, 989 ejemplares de aves vienen siendo recuperadas. Por ello, es necesario modificar la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, para que SERFOR pueda establecer los Centros de Rescate, con presupuesto, personal, instalaciones y capacidad operativa.

La reacción institucional

Hubo una reacción tardía del Ministerio del Ambiente; ésta recién se produjo varios días después, cuando a través de los medios de comunicación el derrame de petróleo era conocido por toda la población. En los 30 primeros días, después del derrame de petróleo, tres ministros del Ambiente estuvieron al frente de este portafolio, lo que demuestra la ineficiencia en ese nivel del Estado.

Siete días después de conocerse el derrame de petróleo en la costa peruana se promulgó la Resolución Ministerial 021-2022-MINAM, que declara en emergencia ambiental el área geográfica que comprende la zona marina costera afectada por el derrame; aprueba la ejecución del Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para la atención de la emergencia ambiental en el área geográfica afectada, a cargo de las entidades públicas involucradas en su cumplimiento, en coordinación con los respectivos gobiernos regionales y locales (Ministerio del Ambiente, 2022b). Para ello es necesario que la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, desarrollen protocolos para el rescate y recuperación de la fauna y la apertura y cierre de puertos.

Los derrames de petróleo afectan la salud humana (O'Callaghan-Gordo et al., 2016) y siempre han existido (Tabla 1). Estos efectos dependen del tipo de petróleo que se ha derramado. Otros factores incluyen el tipo y la cantidad de exposición que hubo. Las personas que limpian derrames están en mayor riesgo y pueden tener irritación cutánea y ocular, problemas neurológicos, respiratorios y estrés (Yu et al., 2021). Por ello las actividades de limpieza deben estar a cargo de personal capacitado, disponer de tecnología y una adecuada protección personal (mascarillas, lentes, guantes, respiradores, overoles, botas, etc.) que reduzca todos los peligros asociados con esta actividad. Por ello, la empresa Repsol, el Ministerio del Ambiente, el Gobierno Regional, la Municipalidad Provincial y la Municipalidad Distrital son las entidades que tienen la responsabilidad de realizar la limpieza ambiental ante el derrame de petróleo y adoptar las medidas correctivas.

Tabla 1
Los más grandes derrames de petróleo

Año	Nombre del Barco	Lugar	Cantidad
1967	Torrey Canyon	Scilly Isles Gran Bretaña	119.000 t
1972	Sea Star	Golfo de Oman	115.000 t
1975	Jakob Maersk	Oporto, Portugal	88.000 t
1976	Urquiola	La Coruña, España	100.000 t
1976	Argo Merchant	Bancos de Nantucket, Massachusetts	7.7 millones de galones
1977	Hawaiian Patriot	300 NM off Honolulu	95.000 t
1978	Amoco Cadiz	Off Brittany, Francia	223.000 t
1979	Independenta	Bosphorus, Turquía	95.000 t
1979	Atlantic Empress	Off Tobago, West Indies	287.000 t
1979	Burmah Agate	Golfo de México	2.6 millones de galones
1980	Irenes Serenade	Navarino Bay, Grecia	100.000 t
1983	Castillo de Bellver	Off Saldanha Bay, Sud Africa	252.000 t
1985	Nova	Kharg Island, Golfo de Iran	70.000 t
1988	Odyssey	Nueva Escocia, Canadá	132.000 t
1989	Khark 5	Costa del Atlántico, Marruecos	70.000 t
1989	Exxon Valdez	Prince William Sound, Alaska	11 millones de galones
1990	Megaborg	Galveston, Texas	5,1 millones de galones
1990	Cibro Savannah	Linden, Nueva Jersey	127.000 galones
1991	ABT Summer	700 NM off Angola	260.000 t
1991	Haven	Geo, Italia	144.000 t
1992	Aegean Sea	La Coruña, España	74.000 t
1992	Katina P	Maputo, Mozambique	67.000 t
1993	Braer	Shetland Islands, Gran Bretaña	85.000 t
1993	Bouchard	Bahía de Tampa, Florida	336.000 galones
1996	Sea Empress	Milford Haven, Gran Bretaña	72.000 t
2002	Prestige	Galicia, España	63.000 t
2007	Hebei Spirit	Corea del Sur	11.000 t
2018	Sanchi	Off Shanghai, China	113.000 t
2022	Mare Dorium	Ventanilla, Perú	11.900 barriles

Nota: Adaptado de Ainsworth et al. (2018); Galieriková & Materna (2020); ITOPF (2020).

CONCLUSIONES

El derrame de petróleo producido en las costas marinas de la refinería de La Pampilla ha sido producto de la negligencia de la empresa Repsol que no adoptó las medidas correctivas correspondientes inmediatamente. Sumado a ello se ha escondido información a tal punto que no existe hasta ahora la certidumbre del total de barriles que han sido arrojados al mar. Además, la reacción de los organismos gubernamentales ha sido tardía y poco eficiente; a excepción de los esfuerzos desplegados por SERFOR y el zoológico del Parque de las Leyendas. Por lo que es necesario fortalecer y consolidar la institucionalidad ambiental, así como promover su evolución continua para el óptimo funcionamiento de dichos organismos públicos. Todo ello debe ir de acompañado de un cambio en la normatividad y de voluntad política, que permita aplicar medidas para fortalecer al sector ambiental, donde los temas ambientales son transversales y considerados en toda política pública.

Las labores de limpieza continúan lentamente, pero carecen de la efectividad y rapidez requerida. La población local que depende de la pesca artesanal y los recursos hidrobiológicos se ha visto perjudicada por el envenenamiento de las aguas. La afectación de la biodiversidad llega al medio millar

de especies, especialmente los invertebrados marinos, las algas y el tiempo que transcurre para el proceso de remediación y recuperación del ecosistema es incalculable. Es responsabilidad de la Universidad y los organismos públicos nacionales establecer líneas de investigación, manejo y conservación de especies, para que se ejecuten en las costas del litoral marino peruano; dotando de profesionales altamente especializados como biólogos, oceanógrafos, ecólogos, así como la logística y recursos económicos, para la recuperación y mantenimiento de la biodiversidad marina.

Es necesario aprender de este terrible desastre para evitar futuras acciones inadecuadas por todos los componentes privados y estatales encargados de la industria petrolera, recordemos que hay en el Perú varias regiones con alto riesgo ambiental, incluyendo una Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural cerca de la Reserva Nacional de Paracas en Pisco, Ica. En ese sentido el cumplimiento de los requerimientos de los estudios de impacto ambiental, económico, y social son necesarios ya que contribuyen a que la explotación de la industria petrolera se desarrolle en un clima de sostenibilidad y sustentabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al Vicerrectorado de Investigación y Responsabilidad Social y a la Escuela de Medicina Humana de la Universidad Privada San Juan Bautista, por el apoyo brindado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada-Villafaña, I., Escudero-Sabogal, I., & Gutiérrez-Jaraba, J. (2016). Normatividad de riesgos laborales en Colombia y su impacto en el sector de hidrocarburos. *IPSA Scientia*, revista científica multidisciplinaria, 1(1), 31-42.
- Ainsworth, C. H., Paris, C. B., Perlin, N., Dornberger, L. N., Patterson, W. F., III, Chancellor, E., Murawski, S., Hollander, D., Daly, K., Romero, I. C., Coleman, F., & Perryman, H. (2018). Impacts of the deepwater horizon oil spill evaluated using an end-to-end ecosystem model. *PLOS ONE*, 13, e0190840.
- Álvarez, C., & Iannaccone, J. (2008). Nuevos registros de aves en los humedales de Ventanilla, Callao, Perú. *Biologist*, 6(1), 68-71.
- Aponte, H., Torrejón-Magallanes, J., & Pérez, A. (2022). Marea negra en el Perú: reflexiones sobre un derrame de petróleo en el Pacífico sudamericano. *South Sustainability*, 3(1), e44.
- Arakaki, N., Gil-Kodaka, P., Carbajal, P., Gamarra, A., & Ramírez, M.E. (2018). I- Rhodophyta. En *Macroalgas de la Costa Central del Perú*. Lima, Perú: UNALM.
- Azevedo, A., Oliveira, A., Fortunato, A.B., Zhang, J., & Baptista, A.M. (2014). A cross-scale numerical modeling system for management support of oil spill accidents. *Mar Pollut Bull.*, 80, 132-147.
- Briggs, J. (2017). Emergence of a sixth mass extinction? *Biological Journal of the Linnean Society*, 122, 243-248.
- Carbajal, P., Arakaki, N., Gil-Kodaka, P., Gamarra, A., & Ramírez, M.E. (2018). II- Chlorophyta, & Phaeophyceae. En *Macroalgas de la Costa Central del Perú*. Lima, Perú: UNALM.
- Carbajal, P., Gamarra, A., Arakaki, N., Gil-Kodaka, P., & Ramírez, M.E. (2019). Guía para el reconocimiento en campo de las macroalgas del Callao. Callao, Perú. Instituto del Mar del Perú, 58.
- Chen, H., An, W., You, Y., Lei, F., Zhao, Y., & Li, J. (2015). Numerical study of underwater fate of oil spilled from deepwater blowout. *Ocean Engineering*, 110, 227-243.
- Fallon, J. A., Goodchild, C., DuRant, S. E., Cecere, T., Sponenberg, D. P., & Hopkins, W. A. (2021). Hematological and histological changes from ingestion of Deepwater Horizon crude oil in zebra finches (*Taeniopygia guttata*). *Environmental Pollution*, 290, 118026.
- Galieriková, A., & Materna, M. (2020). World Seaborne Trade with Oil: One of Main Cause for Oil Spills? *Transportation Research Procedia*, 44, 297-304
- Giner, S. (2021). El impacto de los derrames petroleros sobre las aves playeras y sus sitios de parada en Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, 81(1), 40-44.
- Guerrero-Useda, M. (2021). Equilibrio ambiental, extracción petrolera y riesgo de desastres en el oleoducto trasandino colombiano. *IPSA Scientia*, 6(3), 86-101.
- ITOPF. (2020). Oil Tanker Spill Statistics 2020.
- Leturia, M., & Nugoli, S. (2017). La contaminación por hidrocarburos. El caso "Magdalena". *Revista Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 1(46), 320-332.
- Liu, X., Li, Z., Zhang, C., Tan, X., Yang, X., Wan, C., & Lee, D. J. (2020). Enhancement of anaerobic degradation of petroleum hydrocarbons by electron intermediate: Performance and mechanism. *Bioresource technology*, 295, 122305.
- Luter, H. M., Whalan, S., Andreakis, N., Abdul Wahab, M., Botté, E. S, Negri, A. P., & Webster, N. S. (2019). Los efectos del petróleo crudo y el dispersante en la esponja holobionte larvaria. *mSystems*, 4(6), e00743-19.
- Ministerio del Ambiente (2022a). Reporte de Ocurrencias N° 07 - Derrame de Petróleo en los Islotes de Pescadores de la RN Sistemas de Islas, Islotes Y Puntas Guaneras y de la Zona Reservada Ancón.
- Ministerio del Ambiente (2022b). Resolución Ministerial N° 021 -2022-MINAM, Lima, 21 de enero de 2022.
- Ministerio del Ambiente. (2022c). Ministro del Ambiente recaba información sobre verdaderas causas del derrame de petróleo en nuestro litoral. 24 de enero del 2022.
- Molina-Santos, M., Terneus-Jácome, E., Yáñez-Moretta, P., & Cueva-Sánchez, M. (2018). Resiliencia de la comunidad fitoplanctónica en la laguna andina de Papallacta y sus afluentes, ocho años después de un derrame petrolero. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 28(2), 67- 83.
- O'Callaghan-Gordo, C., Orta-Martínez, M., & Kogevinas, M. (2016). Health effects of non-occupational exposure to oil extraction. *Environmental Health*, 15, 56.
- Olmedo, F. (2017). Los 10 derrames de petróleo más grandes de la historia. *Biodisol*.
- Patiño, O., Robles, E., & León, L. 2021. Biodegradación de petróleo por *Bacillus thuringiensis* como alternativa para la recuperación de suelos agrícolas. *Arnaldoa* 28(2), 339-348.
- Paredes, C., & J. Tarazona. (1980). Las comunidades de mitílidos del mediolitoral rocoso del Departamento de Lima. *Rev. Per. Biol.* 2(1), 59-71.
- Paredes, C., Franz Cardoso F., & Tarazona, J. (1999). Invertebrados del intermareal rocoso del departamento de Lima, Perú: una lista comentada de especies. *Revista Peruana de Biología*, 6(2), 143-151.
- Pérez, Y., López, S., Rodríguez, A., & Ramos, A. (2019). Evaluación de impacto socioambiental, por derrame de petróleo de un ducto en Comalcalco, Tabasco. *Journal of Basic Sciences*, 5(15), 134-152.
- Pulido, V., Salinas, L., del Pino J., & Arana, C. (2020). Preferencia de hábitats y estacionalidad de las especies de aves de los Pantanos de Villa en Lima, Perú. *Revista peruana de biología*, 27(3), 349-360.
- Ramirez, A. (2021). Análisis de los derrames de hidrocarburos procedente de buques y su gestión en el Perú. *Rev. Inst. Investig. Fac. minasmetal. cienc. geogr.*, 24 (48), 143-152.
- Rodríguez, E., Fernández, M., Alvítez, E., Pollack, L., Luján, L., Geldres, C., & Paredes, Y. (2018). Algas marinas del litoral de la región La Libertad, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 71-81.
- Rodríguez, E. (2022). Derrame de petróleo sin precedentes toma desprevenidos a investigadores en Perú. *Nature*, 19 de febrero.
- Sánchez, J. (2021). Afectación de los ecosistemas marino-costeros por los derrames de hidrocarburos. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, 81(1), 35-39.
- Sánchez Arévalo, D. C., & Rodríguez, C. M. (2018). Estudio de caso derrames de petróleo y la necesidad de su atención desde una salud. *Revista Facultad Ciencias Agropecuarias - FAGROPEC*, 10(1), 5-10.
- Sayed, K., Baloo, L., & Sharma, N. K. (2021). Bioremediation of Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) by bioaugmentation and bio stimulation in water with floating oil spill containment booms as bioreactor basin. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2226.
- Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A., & De la Cruz, R. (Editores) (2015). La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país. Osinergmin. Lima-Perú.
- Tarazona, J., Gutiérrez, D., Paredes, C., & Indacochea, A. (2003). Overview and challenges of marine

- biodiversity research in Peru. *Gayana*. 67(2), 206-231.
- Villamizar, E. (2021). Impactos de los derrames de petróleo sobre los arrecifes coralinos y sus bienes y servicios ecosistémicos. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, 81(1), 45-52.
- Walker, A. H., Pavia, R., Bostrom, A., Leschine, T. M., & Starbird, K. (2015). Communication practices for oil spills: Stakeholder engagement during preparedness and response. *Human Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 21, 667-690.
- Yu, T., Yang, H., Luo, X., Jiang, Y., Wu, X., & Gao, J. (2021). Scientometric Analysis of Disaster Risk Perception: 2000–2020. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 13003.