

**DETALLE DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA
VERIFICACIÓN DE LA LIMPIEZA DEL DERRAME DE
PETRÓLEO CRUDO - OCURRIDO EN EL TERMINAL
MULTIBOYAS N.º 2 DE REFINERÍA LA PAMPILLA, EL 15
Y 24 DE ENERO 2022 - EN LA PLAYA CLUB NAVAL DE
ANCÓN**

**SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL**

2022



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación
Ambiental

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

Profesionales que aportaron a este documento:

**ÍNDICE DEL CONTENIDO**

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANTECEDENTES	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1.	Objetivo general	4
4.	ÁREA DE ESTUDIO	4
5.	MODELO CONCEPTUAL	5
6.	METODOLOGÍA.....	6
6.1.	Guías utilizadas para la evaluación	6
6.2.	Ubicación de puntos de muestreo	7
6.3.	Parámetros y métodos de análisis.....	11
6.4.	Equipos utilizados	12
6.5.	Procesamiento de datos	12
6.6.	Criterios de evaluación.....	12
7.	RESULTADOS.....	15
7.1.	Zona Intermareal.....	15
7.1.1.	Agua superficial de mar.....	15
7.1.2.	Sedimento (arena de playa)	16
8.	DISCUSIÓN	21
8.1.	Zona Intermareal.....	22
9.	CONCLUSIONES.....	30
10.	RECOMENDACIONES.....	31
11.	BIBLIOGRAFÍA	31



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1. Guías empleadas para el muestreo de componentes ambientales evaluados ... 6
Tabla 6.2. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial en la zona intermareal de la playa Club Naval Ancón 9
Tabla 6.3. Ubicación de los puntos de muestreo de arena en la zona intermareal de la playa Club Naval de Ancón..... 10
Tabla 6.4. Parámetros evaluados en agua superficial y sedimentos (arena de playa) 11
Tabla 6.5. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento (arena de playa), según los ECA vigente y niveles de fondo de las zonas blanco 13
Tabla 7.1. Parámetros de campo en agua superficial de mar en la zona intermareal de la playa Club Naval de Ancón. 15
Tabla 7.2. Concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos en sedimento intermareal..... 19
Tabla 7.3. Concentraciones de metales totales en sedimento (arena de playa) intermareal 20
Tabla 8.1. Características del petróleo crudo derramado – Refinería La Pampilla 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Mapa de ubicación del litoral marino de la playa Club Naval de Ancón 5
Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación en la playa Club Naval de Ancón afectada por el derrame de petróleo crudo. 6
Figura 6.1. Puntos de muestreo de agua superficial de mar a nivel intermareal en la playa Club Naval de Ancón..... 8
Figura 6.2. Puntos de muestreo de sedimento intermareal en la playa Club Naval de Ancón. 9
Figura 7.1. Concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (C6-C40) en sedimento de la playa Club Naval de Ancón comparado con el NF_TPH (<0,30) 17
Figura 7.2. Fracción de hidrocarburos F2 en sedimento de la playa Club Naval de Ancón 18
Figura 7.3. Fracción de hidrocarburos F3 en sedimento de la playa Club Naval de Ancón 18
Figura 8.1. Modelo conceptual de la distribución y transporte de petróleo crudo en el medio acuático - playa del Club Naval de Ancón 21
Figura 8.2. Vista del muestreo de sedimento con coloración oscura en el punto CNA-SD-17 24
Figura 8.3. Distribución de TPH C6-C40 en la playa Club Naval de Ancón y el alcance proyectado. 25
Figura 8.4. Alcance aproximado del área impactada en la playa Club Naval de Ancón.... 26
Figura 8.5. Relación de fracciones F1, F2 y F3 reportadas en sedimento intermareal..... 27
Figura 8.6. Resultado de la EAF, EAS, DSEM y EAC de las concentraciones de TPH en la playa Club Naval de Ancón. 28



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación
Ambiental

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

1. INTRODUCCIÓN

El 15 de enero de 2022, a las 22:26:36 horas, el representante de la Refinería La Pampilla S.A.A. (en adelante, **Relapasaa**), José Reyes Ruiz (jreyesr@repsol.com), registró la emergencia ambiental con código EA22-00045 en el Sistema de Gestión de Emergencias Ambientales - SGEA del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), referido al derrame de petróleo crudo ocurrido durante las operaciones de descarga del Buque Tanque *Mare Doricum*¹, en las instalaciones del Terminal Multiboyas N.º 2, de la Refinería La Pampilla, distrito Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, departamento Lima, ocurrido el 15 de enero de 2022 a las 17:25:00 horas.

Ministerio del Ambiente mediante Resolución Ministerial N.º 021-2022-MINAM del 23 de enero de 2022 publicó la Declaratoria de emergencia ambiental² en el área geográfica afectada por el derrame de petróleo crudo ocurrido en el mar de Ventanilla, la cual comprendió la zona marina costera detallada en el Anexo 1 de la misma resolución, dictando dicha medida por el plazo de 90 días hábiles.

Asimismo, la Dirección General de Calidad Ambiental del MINAM mediante la señalada resolución³ *Error! Marcador no definido.*, determinó «que el derrame de petróleo crudo constituía 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»; por lo que, en su Anexo 2 dicta la ejecución del Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para la atención de la emergencia ambiental en el área geográfica afectada por el derrame de crudo, en cuyo Eje 1: Calidad Ambiental se incluye al OEFA y a otras instituciones como la Dirección General de Capitanías y Guardacostas – Dicapi, Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin y la Presidencia del Consejo de Ministros – PCM como responsables de la fiscalización y supervisión.

Según la Resolución de Consejo Directivo N.º 00004-2021-OEFA/CD, publicado el 17 de marzo de 2021 en el Diario Oficial El Peruano, que aprueba el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental-PLANEFA 2021, la función evaluadora del OEFA permite proponer, planificar y ejecutar actividades de vigilancia, monitoreo y evaluación ambiental.

En consecuencia, a través de la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas (DSEM), mediante el Memorando N.º 00299-2022-OEFA/DSEM de fecha 25 de febrero de 2022 y el Memorando N.º 480-2022-OEFA/DSEM, 24 de marzo de 2022, encargó a la Dirección Evaluación Ambiental la verificación de la limpieza de las playas y Áreas Naturales Protegidas y ecosistemas frágiles., afectadas por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, ocurrido los días 15 y 24 de enero del 2022.

¹ Buque de bandera italiana.



La verificación de la limpieza de playas², fue atendida mediante una evaluación ambiental de causalidad (EAC)³ que fue realizada en el marco de la función evaluadora, con la finalidad de verificar el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 66^{o4} del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos - RPAAH, aprobado por Decreto Supremo N° 039-2014-EM y en la modificación del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos aprobada mediante Decreto Supremo N.º 005-2021-EM, en el art 66-B.3⁵, indica que los resultados de los muestreos realizados en durante actividades de «Supervisión y resultado de las Acciones de Primera Respuesta por siniestros y/o emergencias ambientales», son comparables con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o en caso corresponda, niveles de fondo; con la finalidad de establecer plazos apropiados para que el/la Titular de la Actividad de Hidrocarburos presente el Plan de Rehabilitación, previa aprobación de la Autoridad Ambiental Competente.

Esta evaluación fue realizada entre el 1 y 2 de abril del 2022, donde el presente documento forma parte del informe de evaluación ambiental de causalidad en la playa Club Naval de Ancón (en adelante, informe de EAC en la Club Naval de Ancón) que tuvo como objetivo verificar el cumplimiento de la limpieza de la zona marino costera de la playa Club Naval de Ancón realizado por Relapasaa debido a la afectación por el derrame de petróleo ocurrido frente a la refinería La Pampilla. La evaluación de la calidad ambiental a nivel intermareal del agua superficial y sedimento⁶ (arena de playa) consideró la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA) vigente, los niveles de fondo (NF) y niveles de referencia (NR) establecidos para sedimento en relación a los hidrocarburos de petróleo y otros elementos (asociados a la caracterización del petróleo derramado) en zonas “blanco”, con condiciones similares a la playa evaluada, las cuales no fueron afectadas por el derrame precisado.

² El Decreto Supremo N° 039-2014-EM Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, en el Artículo N.º 66, dicta como **Acciones de Primera Respuesta** las siguientes acciones: «Control de fuente, Aseguramiento del área y contención, Recuperación superficial y disposición final del contaminante, **Limpieza del área afectada por el contaminante**, Disposición final de los residuos generados en las acciones anteriores, Acciones de rescate de fauna silvestre, Otras acciones que señale el Plan de Contingencia, a fin de minimizar la implicancia ambiental del siniestro o emergencia ambiental.»

³ De acuerdo al Artículo 24 del Reglamento de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental–OEFA, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 13-2020-OEFA/CD, el cual establece que: «La Evaluación Ambiental de Causalidad (EAC) se realiza mediante acciones técnicas, con la finalidad de establecer la relación causa-efecto entre la alteración de la calidad ambiental y las actividades sujetas a fiscalización ambiental. Se desarrolla a partir de la identificación de un indicio o evidencia de impacto ambiental negativo.»

⁴ **Decreto Supremo N° 039-2014-EM Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos «Artículo 66º.- Siniestros y emergencias** En el caso de siniestros o emergencias con consecuencias negativas al ambiente, ocasionadas por la realización de Actividades de Hidrocarburos, el Titular deberá tomar medidas inmediatas para controlar y minimizar sus impactos, de acuerdo a su Plan de Contingencia. Las áreas que por cualquier motivo resulten contaminadas o afectadas por siniestros o emergencias en las Actividades de Hidrocarburos, deberán ser descontaminadas o de ser el caso rehabilitadas en el menor plazo posible, teniendo en cuenta la magnitud de la contaminación, el daño ambiental y el riesgo de mantener esa situación.»

⁵ **Art. 66-B.3** «En caso de que los resultados de los muestreos realizados en la supervisión respectiva superen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o en caso corresponda, niveles de fondo; o en caso de persistir alteraciones en el ecosistema, de acuerdo a los monitoreos de flora y/o fauna de corresponder, la Autoridad Competente en Materia de Fiscalización Ambiental determina el plazo para que el/la Titular de la Actividad de Hidrocarburos presente el Plan de Rehabilitación, plazo que no debe exceder de dieciocho (18) meses. El Plan de Rehabilitación es ejecutado, previa aprobación de la Autoridad Ambiental Competente».

⁶ Según el «Glosario de Términos de Sitios Impactados» publicado por MINAM el 30 de abril de 2016, recuperado de <http://sial.minam.gob.pe/rioja/documentos/glosario-terminos-sitios-contaminados>, el sedimento se define como: «Materiales de depósito o acumulados por arrastre mecánico de las aguas superficiales o el viento depositados en los fondos marinos, fluviales, lacustres y depresiones continentales».



2. ANTECEDENTES

El 15 de enero de 2022, a las 22:26:36 horas, el representante de la Refinería La Pampilla S.A.A., José Reyes Ruiz (jreyesr@repsol.com), registró la emergencia ambiental con código EA22-00045 en el Sistema de Gestión de Emergencias Ambientales - SGEA del OEFA, referida al derrame de hidrocarburos de petróleo ocurrido durante las operaciones de descarga del Buque Tanque *Mare Doricum*⁷, en las instalaciones del Terminal Multiboyas N.º 2, de la Refinería La Pampilla, ubicado en el distrito de Ventanilla, provincia Constitucional del Callao, ocurrida el 15 de enero de 2022 a las 17:25:00 horas.

El 24 de enero de 2022, se produjo un segundo derrame de petróleo crudo, mientras se realizaban trabajos previos al retiro del PLEM (*Pipeline End Manifolds*, el extremo del ducto), que es un equipo de colección y distribución submarina desde la refinería a los buques.

En atención a la emergencia, las acciones inmediatas realizadas por la Dirección de Evaluación Ambiental fueron: 1) Realizar una Evaluación Ambiental Focal⁸ realizada entre el 19 enero al 05 de febrero del 2022, cuyo objetivo fue determinar la extensión del área afectada y los impactos generados en la zona marino costera (agua superficial, sedimento y biota) por el derrame de hidrocarburos de petróleo en el mar ocurrido el 15 y 24 de enero de 2022, frente a la Refinería La Pampilla, distrito Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, dicha evaluación identificó el litoral afectado por el derrame de petróleo crudo desde la playa Ventanilla hasta la playa Cascajo ubicada en el distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima. 2) Primera Evaluación Ambiental de Seguimiento⁹ realizada entre el 17 al 27 de febrero de 2022, a través del monitoreo de parámetros que permitió identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de agua y sedimento; así como el registro de aves muertas y vivas impregnadas con petróleo, del 14 de febrero al 1 de marzo de 2022, y 3) Segunda Evaluación Ambiental de Seguimiento¹⁰, realizadas entre 17 al 27 de febrero de 2022, para identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de arena de las playas de los distritos Ancón, Santa Rosa (provincia Lima) y Ventanilla (Provincia Constitucional del Callao), departamento de Lima, como consecuencia del derrame de petróleo crudo.

La Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas (DSEM), mediante el Memorando N° 00299-2022-OEFA/DSEM de fecha 25 de febrero de 2022 y el Memorandum N°480-2022-OEFA/DSEM, 24 de marzo de 2022 y Memorando N° 00658-2022-OEFA/DSEM, de fecha 26 de abril de 2022, encargó a la Dirección Evaluación Ambiental la verificación de la limpieza de las playas y Áreas Naturales Protegidas y ecosistemas frágiles., afectadas por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N° 2 de Refinería La Pampilla, ocurrido los días 15 y 24 de enero del 2022.

7 Buque de bandera italiana.

8 **INFORME N.º00026-2022-OEFA/DEAM-STECC.** Evaluación Ambiental Focal por el derrame de petróleo crudo en el mar frente a la refinería La Pampilla ocurrido el 15 de enero de 2022.

9 **REAS-035-2022-STECC.** Evaluación ambiental de seguimiento del derrame de petróleo crudo ocurrido en el Terminal Multiboyas N.o 2 de la Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, a través del monitoreo periódico de parámetros que permita identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de agua y sedimento, así como el registro de aves muertas y vivas impregnadas con petróleo, del 14 de febrero al 1 de marzo de 2022.

10 **REAS-036-2022-STECC.** Evaluación ambiental de seguimiento del derrame de petróleo crudo ocurrido en el Terminal Multiboyas N.o 2 de la Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, a través de parámetros que permitan identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de arena de playa, del 17 al 27 de febrero de 2022.



Por otro lado, Relapasaa, mediante Escrito Repsol S/N del 01 de febrero de 2022, Carta RLP-GSCMA-057-2022 del 04 de febrero de 2022, , RLP-GSCMA- 155-2022, de fecha 15 de febrero de 2022, carta RLP-GSCMA- 213-2022 de fecha 23 de febrero de 2022 carta RLP-GSCMA- 280-2022 del 09 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-365-2022 del 18 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-400-2022 del 24 de marzo de 2022 y carta RLP-GSCMA-423-2022, de fecha 25 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-400-2022 del 24 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-490-2022 del 08 de abril de 2022, carta RLP-GSCMA-515-2022, de fecha 13 de abril de 2022; comunicó el avance de las acciones de primera respuesta y la culminación de la limpieza playas de entre los cuales se encuentra la Playa Club Naval Ancón.

En atención a lo solicitado; la Subdirección Técnica Científica realizó la presente evaluación ambiental para verificar el cumplimiento de la limpieza de la zona marino-costera en la playa Club Naval de Ancón.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Realizar la evaluación ambiental (agua superficial de mar y arena de playa), a nivel intermareal en la playa Club Naval de Ancón a fin de verificar la limpieza realizada por el administrado Refinería La Pampilla S.A.A., debido a la afectación por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022.

4. ÁREA DE ESTUDIO

La playa del Club Naval de Ancón se ubica en el distrito de Ancón, provincia de Lima, departamento de Lima, que fue afectada por el derrame de hidrocarburos de petróleo ocurrido el 15 y 24 de enero de 2022, según las cartas emitidas por Repsol define los tramos de tratamiento en divisiones, segmentos^{11,12} y ubicaciones puntuales¹³ de las playas. (Figura 4.1).

La playa Club Naval de Ancón pertenece a la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en agua marino-costeras, según la «Clasificación del cuerpo de agua marino-costero» aprobado mediante Resolución Jefatural N.º 030-2016-ANA el 25 de enero de 2016.

La evaluación ambiental se realizó en la zona marino-costera del segmento D-11 (dividido desde D-11-A hasta D-11-B¹⁴) que corresponden a la playa Club Naval de Ancón.

¹¹ **Carta RLP-GSCMA-155-2022**, febrero 15 de 2022, define la división y segmentos en las playas en tratamientos.

¹² **Carta RLP-GSCMA-426-2022**, 15 de marzo 2022, precisiones sobre playas limpias declaradas como afectadas. Declara limpia a la playa Club Naval Ancón.

¹³ **RLP-GSCMA-515-2022**, abril 13 de 2022, define la ubicación y el estado actual de los segmentos en las playas.

¹⁴ El segmento de D-11 se ubica entre D-11-A (261350,8696370) hasta D-11-B (260890, 8696410).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

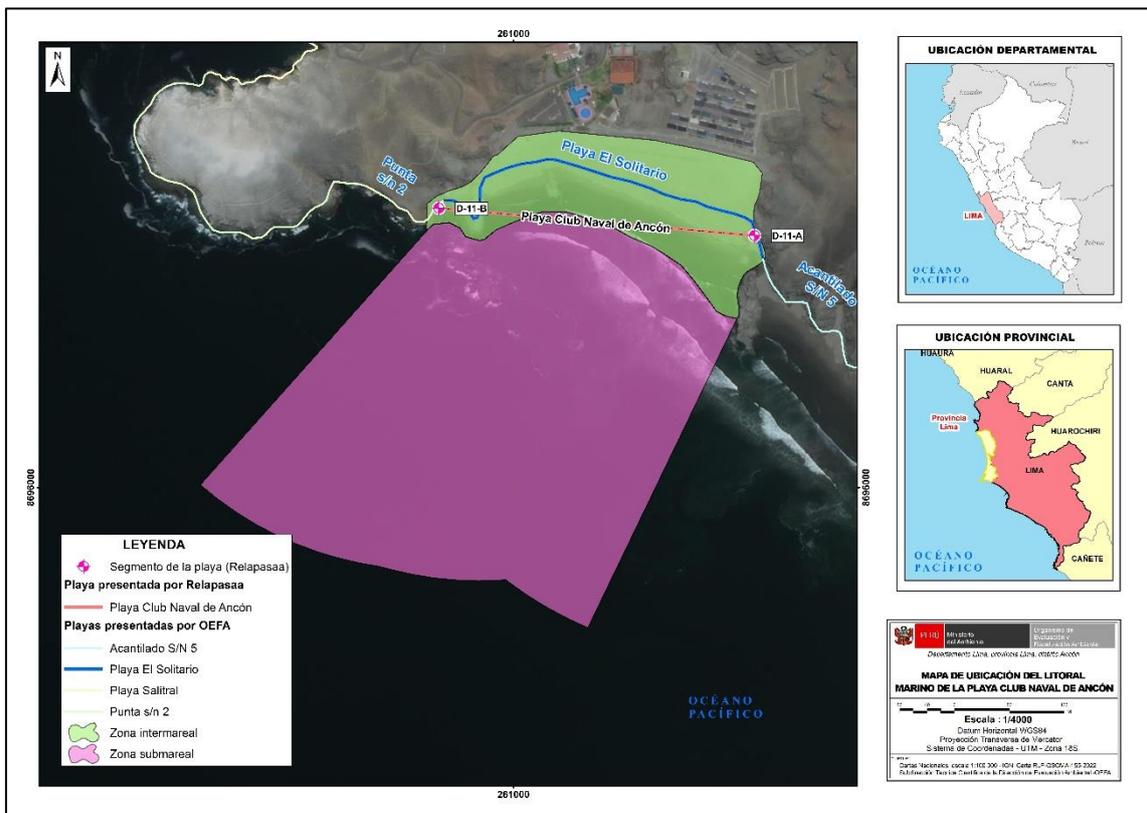


Figura 4.1. Mapa de ubicación del litoral marino de la playa Club Naval de Ancón
Fuente: CSIG-OEFA-2022.

5. MODELO CONCEPTUAL

La Figura 5.1 presenta el modelo conceptual de la evaluación ambiental de causalidad en el área afectada por el derrame de petróleo crudo en la playa Club Naval de Ancón.

Se evaluó la línea litoral a lo largo del área afectada por el derrame de petróleo en la playa Club Naval de Ancón, considerando el ambiente intermareal (orilla arenosa, pedregosa y rocosa). Los componentes físicos evaluados fueron agua de mar superficial y sedimento (arena de playa); mediante muestreos a pie a lo largo de la orilla.

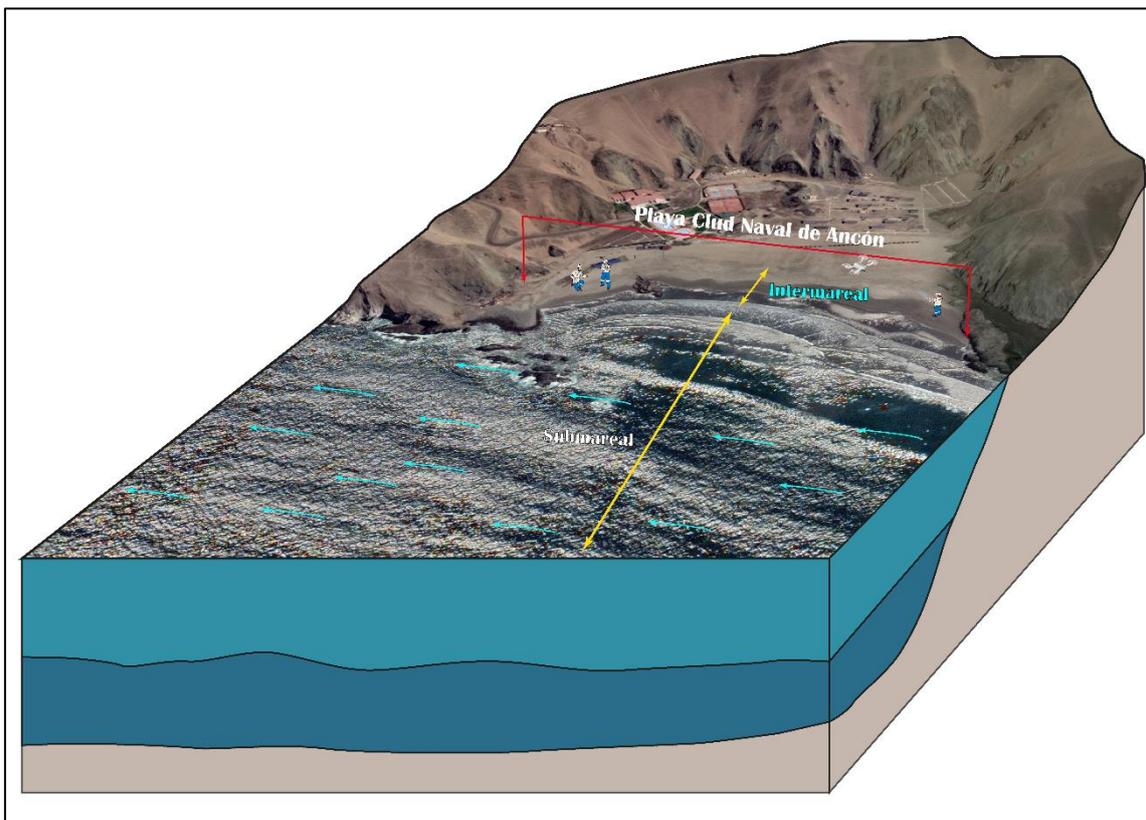


Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación en la playa Club Naval de Ancón afectada por el derrame de petróleo crudo.

6. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología aplicada para verificar la limpieza de los contaminantes asociados al derrame de petróleo en los componentes agua superficial y sedimento (arena de playa) en la zona marino-costera de la playa Club Naval de Ancón.

6.1. Guías utilizadas para la evaluación

Las guías (incluyéndose los protocolos, manuales y procedimientos) para el muestreo de agua de mar y sedimento (arena de playa) se detallan en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Guías empleadas para el muestreo de componentes ambientales evaluados

Componentes ambientales	Guía/Protocolo/Manual/Procedimiento	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Agua superficial de mar	Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	6	Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Perú



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

Componentes ambientales	Guía/Protocolo/Manual/Procedimiento	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Sedimentos Submareal e intermareal (arena de playa)	Guía para el muestreo de suelos	Plan de muestreo sección 1.3.1. Muestreo de identificación (MI) Anexo 2: Patrones de muestreo para definir la localización de puntos de muestreo en suelos contaminados	Resolución Ministerial N.º 085-2014-MINAM	Ministerio del Ambiente (MINAM)	Perú
	Manual técnico Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimento para análisis químicos y toxicológicos de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: technical manual, 2001)	Capítulos 4	-	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Estados Unidos
	Procedimiento de Operación Estándar – <i>Standard Operating Procedure (SOP)</i> . #EH-02, Muestreo de Sedimento, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, adaptado del ERT/EAC SOP # 2016	Capítulo 11	-	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Estados Unidos
	NOAA. Shoreline Assessement Manual 4ta Edition	5. Shoreline Assessment Process and Activities	-	Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. (NOAA)	Estados Unidos

6.2. Ubicación de puntos de muestreo

6.2.1. Zona Intermareal

La calidad del agua superficial de mar de la playa Club Naval de Ancón fue evaluada en un total de 3 puntos de muestreo distribuidos en toda la playa, a una distancia aproximada de 200 m entre puntos (Figura 6.1)



Figura 6.1. Puntos de muestreo de agua superficial de mar a nivel intermareal en la playa Club Naval de Ancón.

En la zona intermareal se muestrearon 17 puntos de sedimento (arena de playa) (Figura 6.2) según las grillas que determinaron las áreas de potencial interés (API) detallados en el Plan de Evaluación Ambiental N.º 00043-2022-OEFA-DEAM-STEC, considerando un muestreo con profundidades que variaron de 0 – 10 cm, para los cuales se analizó Hidrocarburos Totales del Petróleo (C_6 - C_{40}), así como las 3 fracciones de hidrocarburos presentes según la composición de cadenas carbonadas, fracción corta F_1 (C_6 - C_{10}), fracción media F_2 (C_{10} - C_{28}) y fracción F_3 de cadena larga (C_{28} - C_{40}); Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAP), metales totales y análisis granulométrico en compósitos para caracterizar la playa.



Figura 6.2. Puntos de muestreo de sedimento intermareal en la playa Club Naval de Ancón.

En la Tabla 6.2 y la Tabla 6.3 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) en la zona intermareal de la playa Club Naval de Ancón.

Tabla 6.2. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial en la zona intermareal de la playa Club Naval Ancón

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	CNA-AS-1	261314	8696326	0	Playa Club Naval de Ancón, punto intermareal ubicado en el extremo sur de la playa y al oeste de las instalaciones del club
2	CNA-AS-2	261127	8696434	0	Playa Club Naval de Ancón, punto intermareal ubicado en la zona central de la playa, aproximadamente a 230 m al noroeste de las instalaciones del club.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
3	CNA-AS-3	260972	8696422	0	Playa Club Naval de Ancón, ubicado en el extremo norte de la playa, al noroeste de las instalaciones del club y aproximadamente a 160 m al norte del punto CNA-AS-2

Tabla 6.3. Ubicación de los puntos de muestreo de arena en la zona intermareal de la playa Club Naval de Ancón

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	CNA-SD-1	261355	8696361	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 310 m al sureste de la piscina del club Naval Sur
2	CNA-SD-2	261335	8696436	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 254 m al sureste de la piscina del club Naval Sur
3	CNA-SD-3	261264	8696425	0	ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 199 m al sureste de la piscina del club Naval Sur
4	CNA-SD-4	261263	8696387	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 223 m al sureste de la piscina del club Naval Sur
5	CNA-SD-5	261212	8696411	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 172 m al sureste de la piscina del club Naval Sur
6	CNA-SD-6	261200	8696441	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 141 m al sureste de la piscina del club Naval Sur
7	CNA-SD-7	261162	8696438	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 121 m al sureste de la piscina del club Naval Sur
8	CNA-SD-8	261154	8696486	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 75 m al sureste de la piscina del club Naval Sur
9	CNA-SD-9	261112	8696454	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 95 m al sur de la piscina del club Naval Sur
10	CNA-SD-10	261110	8696482	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 65 m al sur de la piscina del club Naval Sur
11	CNA-SD-11	261068	8696431	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 123 m al sur de la piscina del club Naval Sur
12	CNA-SD-12	261071	8696459	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 96 m al sur de la piscina del club Naval Sur
13	CNA-SD-13	261018	8696505	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 95 m al suroeste de la piscina del club Naval Sur
14	CNA-SD-14	260995	8696487	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 124 m al suroeste de la piscina del club Naval Sur
15	CNA-SD-15	261002	8696421	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 160 m al suroeste de la piscina del club Naval Sur
16	CNA-SD-16	260953	8696428	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 192 m al suroeste de la piscina del club Naval Sur



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
17	CNA-SD-17	260958	8696464	0	Ubicado en la playa Club Naval de Ancón, a aproximadamente 168 m al suroeste de la piscina del club Naval Sur

6.3. Parámetros y métodos de análisis

En la Tabla 6.4 se presentan los parámetros y métodos de ensayo considerados para la evaluación del estado de calidad del agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) de la playa Club Naval de Ancón.

Tabla 6.4. Parámetros evaluados en agua superficial y sedimentos (arena de playa)

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
Agua salina	Agua de mar – Zona Intermareal	Hidrocarburos totales de petróleo (C6-C40)	3	EPA Method 8015C Rev.03 2007	ALAB E.I.R.L
		Hidrocarburos totales de petróleo (fracción aromática)	3	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018	
		Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): 1-Metilnaftaleno, 2-Metilnaftaleno, Acenafreno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(a)fluoranteno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno, Pireno	3	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018	
		Aceites y grasas	3	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	
		Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Fosforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeseo, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Uranio, Vanadio y Zinc)	3	EPA Method 200.8, Revision 5.4 / EPA Method 200.8, Revision 5.4. VALITED (Applied out of reach), 2020	
		BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, m+p Xileno, Xileno, Xilenos)	3	EPA Method 5021A Rev. 2, 2014/EPA Method 8015C Rev. 3, 2007	
Sedimentos	Arena de playa – Zona Intermareal	Hidrocarburos totales de petróleo (fracciones F1, F2 y F3)	17	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	AGQ PERU S.A.C.
		Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno,	17	EPA Method 8270E. Rev.6 (2018)	



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
		Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, HAPs (suma), Indeno (1,2,3-cd)pireno, Naftaleno, Pireno			
		Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Fósforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Vanadio y Zinc)	17	EPA Method 3050 B Rev2 / EPA Method 6020 B. Rev.2	
		Análisis granulométrico	2	ASTM D422-63 (Reapproved 2007)	ALS LS PERU

Fuente: Anexo 4: Informes de ensayo

Agua Salina:

Informes de ensayo: IE-22-5196, IE-22-5200, IE-22-5247 emitido por ALAB E.I.R.L.

Sedimentos

Informes de ensayo: SAA-22/00352, SAA-22/00353, SAA-22/00395, SAA-22/00396, SAA-22/00380 emitidos por AGQ Perú S.A.C.

Informes de ensayo: 24914/2022 emitido por ALS LS Perú S.A.C.

6.4. Equipos utilizados

Los equipos utilizados para la medición de parámetros de campo, los certificados de calibración, fichas de verificación y ajuste se detallan en el Reporte de campo N.º RC-032-2022-STEAC

6.5. Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio de agua superficial de mar y sedimento intermareal (arena de playa) se detallan en el Anexo 5: Resultados de laboratorio sistematizados; estos fueron digitalizados y sistematizados en una base de datos, consignando la información recogida por cada punto de muestreo. Se utilizaron figuras de barras con los valores de los parámetros evaluados, a fin de comparar e identificar concentraciones que incumplan valores de los Estándares de calidad Ambiental (ECA) para Agua 2017, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, y el nivel de fondo determinado previamente para sedimento intermareal (arena de playa).

La presentación de las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) fue realizada según la interpolación espacial de *Kriging*, en puntos donde se observaron mayores concentraciones de TPH en relación a los puntos muestreados en la playa. Esta interpolación fue realizada con fines de visualización de las concentraciones de hidrocarburos en la playa.

6.6. Criterios de evaluación

La clasificación de la playa Club Naval Ancón para la zona intermareal, según la «Clasificación del cuerpo de agua marino – costero» aprobado mediante la Resolución Jefatural N.º 030-2016-ANA, fue establecida en la Categoría 2 «Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras» (en adelante, Cat. 2 C2). Por lo tanto, los resultados obtenidos se



compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua vigente aprobado por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

Referencialmente, se emplearon los ECA de la Categoría 1 B1 «Poblacional y Recreacional; Contacto Primario» (en adelante Cat. 1 B1) y Categoría 4 «Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos» (en adelante, Cat. 4 E3) para comparar los resultados de parámetros de interés¹⁵ que la categoría Cat.2 C2 no incluía (ver Tabla 6.5).

Los resultados del análisis de sedimentos se compararon con los valores de nivel de fondo de hidrocarburos de petróleo, fracciones F1, F2 y F3, y metales totales determinados para sedimento intermareal (arena de playa) en zonas “blanco”: playa Chorrillos (distrito Huacho, provincia Huaura) y las playas Agua Dulce (distritos Chorrillos) y Las Sombrillas (distrito Barranco), provincia Lima, detallados en el Informe N.º 00076-2022-OEFA/DEAM-STEAC.

En la Tabla 6.5 se detallan los valores de comparación para los componentes agua superficial de mar y sedimento (arena de playa).

Tabla 6.5. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento (arena de playa), según los ECA vigente y niveles de fondo de las zonas blanco

Componente	Parámetro		Unidad	ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales	Nivel de Fondo
				C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	
				Zona Intermareal	
Agua Superficial de Mar	Aceites y grasas		mg/L	1	-
	TPH		mg/L	0,5**	-
	TPH (Fracción aromática)		mg/L	0,007	-
	BTEX	Benceno	mg/L	0,05**	-
		Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001**	-
	PAH	Antraceno	mg/L	0,0004**	-
		Fluoranteno	mg/L	0,001**	-
	Metales Totales	Níquel	mg/L	0,1	-
Vanadio		mg/L	0,1*	-	
Sedimento	TPH (C ₆ -C ₄₀)		mg/kg PS	-	<0,30
	Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs)	Acenafteno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Acenaftileno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Antraceno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (a) antraceno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (a) pireno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (b) fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (e) pireno	mg/kg PS	-	< 0,030
		Benzo (g,h,i) perileno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (k) fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005
Criseno		mg/kg PS	-	< 0,005	

15 Los parámetros analizados para agua superficial, así como para sedimento intermareal y submareal fueron determinados en función de la relación con la actividad productiva/ económica en evaluación y en función de la composición del crudo de petróleo derramado que caracterizada por Relapasaa, según el Anexo F, información remitida por la DSEM del OEFA.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

Componente	Parámetro	Unidad	ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales	Nivel de Fondo	
			C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras		
			Zona Intermareal		
	Dibenzo (a,h) antraceno	mg/kg PS	-	< 0,0040	
	Fenantreno	mg/kg PS	-	< 0,005	
	Fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005	
	Fluoreno	mg/kg PS	-	< 0,005	
	Indeno (1,2,3-cd) pireno	mg/kg PS	-	< 0,005	
	Naftaleno	mg/kg PS	-	< 0,003	
	Pireno	mg/kg PS	-	< 0,005	
	Metales Totales	Aluminio	mg/kg PS	-	7543
		Antimonio	mg/kg PS	-	0,06
		Arsénico	mg/kg PS	-	7,09
		Bario	mg/kg PS	-	15,8
		Berilio	mg/kg PS	-	0,21
		Boro	mg/kg PS	-	6,2
		Cadmio	mg/kg PS	-	0,11
		Calcio	mg/kg PS	-	14236
		Cobalto	mg/kg PS	-	3,71
		Cobre	mg/kg PS	-	7,91
		Cromo	mg/kg PS	-	8,64
		Estaño	mg/kg PS	-	1,03
		Estroncio	mg/kg PS	-	54,77
		Fósforo	mg/kg PS	-	1159
		Hierro	mg/kg PS	-	12403
		Litio	mg/kg PS	-	9,14
		Magnesio	mg/kg PS	-	4451
		Manganeso	mg/kg PS	-	185,5
		Mercurio	mg/kg PS	-	-
		Molibdeno	mg/kg PS	-	0,28
		Niquel	mg/kg PS	-	3,64
		Plomo	mg/kg PS	-	7,56
		Potasio	mg/kg PS	-	1007
		Selenio	mg/kg PS	-	1,79
	Sodio	mg/kg PS	-	2081	
Talio	mg/kg PS	-	0,04		
Titanio	mg/kg PS	-	507,7		
Vanadio	mg/kg PS	-	33,01		
Zinc	mg/kg PS	-	35,23		

- No aplica

*Se incluyeron referencialmente los valores del ECA Categoría 1: Poblacional y recreacional Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para la recreación B1: Contacto primario

**Se incluyeron referencialmente los valores del ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático E3: Ecosistemas costeros y marinos



7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de calidad de agua superficial de mar y de sedimento (arena de playa) en la zona intermareal, realizada el 01 y 02 de abril de 2022 en la playa Club Naval de Ancón.

7.1. Zona Intermareal

7.1.1. Agua superficial de mar

Los resultados de las mediciones en campo y parámetros físico químicos en el agua de mar de la playa Club Naval de Ancón se detallan en el Anexo 5.

Parámetros de campo

En todos los puntos de muestreo de la playa Club Naval de Ancón, los valores de potencial de hidrógeno (pH) y oxígeno disuelto (O.D.) cumplieron con los ECA para agua 2017 Cat. 2 C2 (Tabla 7.1). El potencial de hidrógeno se encontró entre 7,64 unidades de pH y 7,72 unidades de pH, el oxígeno disuelto presentó una media de 7,67 mg/L mayor a 3 mg/L establecido por el ECA en mención.

Tabla 7.1. Parámetros de campo en agua superficial de mar en la zona intermareal de la playa Club Naval de Ancón.

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo		Parámetros			
		Fecha	Hora	T (°C)	pH (unidad de pH)	O.D. (mg/L)	C.E. (mS/cm)
1	CNA-AS-1	1/04/2022	11:55	18,7	7,72	7,78	51,8
2	CNA-AS-2	1/04/2022	12:25	18,0	7,64	7,51	51,0
3	CNA-AS-3	1/04/2022	12:50	18,3	7,68	7,70	50,9
Estándares de Calidad Ambiental para Agua Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM			Cat. 2 C2	-	6,8 – 8,5	≥ 3	-

Fuente: Anexo 3: RC-032-2022-STEC

Parámetros fisicoquímicos

Aceites y grasas

Los resultados analíticos de aceites y grasas en agua de mar de la zona intermareal de la playa Club Naval de Ancón reportó valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. < 0,50 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con los ECA Cat.2 C2 (1 mg/L).

Hidrocarburos totales del petróleo - TPH (C₆-C₄₀)

Los resultados analíticos de hidrocarburos totales del petróleo en agua incluyeron la sumatoria de fracciones F₁, F₂ y F₃. En la playa Club Naval de Ancón se reportaron valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. < 0,0100 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo referencialmente con el ECA para Agua, 2017, Cat.4 E3 (0,5 mg/L) que fue comparado debido a que el ECA Cat. 2 C2 no contempla un valor de comparación para el parámetro.



BTEX (Benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos)

El análisis de BTEX (benceno, etilbenceno, m+p xileno, o xileno, xilenos y tolueno) en agua de mar de la playa Club Naval de Ancón reportó valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. < 0,0050 en todos los puntos de muestreo, cumpliendo referencialmente con el ECA para agua, 2017, Cat.4 E3 para Benceno (0,05 mg/L), única categoría que contempla dicho parámetro del grupo de BTEX.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)

Se analizaron un grupo de 18 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)¹⁶ en agua de mar de la playa Club Naval de Ancón, en los que se registraron valores menores a los límites de cuantificación analítico L.C.M. <0,00010 mg/L para cada uno de los compuestos en todos los puntos de muestreo.

Los HAP's con estándar de comparación referencial con la Cat.4 E3 son Antraceno (0,0004 mg/L), Benzo(a)pireno (0,0001 mg/L) y Fluoranteno (0,001 mg/L), los mismos que al reportarse en concentraciones menores al L.C.M. cumplieron con los ECA mención.

Hidrocarburos totales del petróleo (fracción aromática)

Los resultados de fracción aromática total de los hidrocarburos totales del petróleo en agua de mar de la playa Club Naval de Ancón registró valores menores al límite de cuantificación <0,00180 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA Agua (2017) Cat.2 C2 (0,007 mg/L).

Metales totales

Se analizaron 32 metales totales, no superando los ECA Cat. 2 C2 y referencialmente el ECA Cat. 1 B1 en ninguno de los puntos de muestreo. Las concentraciones de níquel (Ni) y vanadio (V) en las muestras colectadas de agua de mar de la playa Club Naval de Ancón se encontraron por debajo del límite de cuantificación (< 0,0004 mg/L y < 0,0003 mg/L, respectivamente) en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA Agua Cat. 2 C2 (Ni: 0,1 mg/L) y referencialmente Cat. 4 E3 (V: 0,1 mg/L).

La concentración de todos los metales totales en las muestras en las muestras colectadas de agua de mar de la playa Club Naval de Ancón se encuentran en el Anexo 5.

7.1.2. Sedimento (arena de playa)

Parámetros fisicoquímicos

Hidrocarburos totales del petróleo – TPH

La determinación analítica en las 17 muestras colectadas de sedimento (arena de playa) de la playa Club Naval de Ancón reportó presencia de hidrocarburos por encima del límite de cuantificación en 9 puntos de muestreo (CNA-SD-1, CNA-SD 2, CNA-SD-3, CNA-SD-6, CNA-SD-10, CNA-SD-12, CNA-SD-13, CNA-SD-14 y CNA-SD-17), presentando concentraciones

¹⁶ Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): 1-Metilnaftaleno, 2-Metilnaftaleno, Acenafreno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(a)fluoranteno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h), antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno(1,2,3,-cd)pireno, Naftaleno y Pireno.



de TPH (C₆-C₄₀) superiores al nivel de fondo (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg) y nivel de referencia (NR_{TPH}: <0,30 mg/kg), como se puede apreciar en la Figura 7.1.

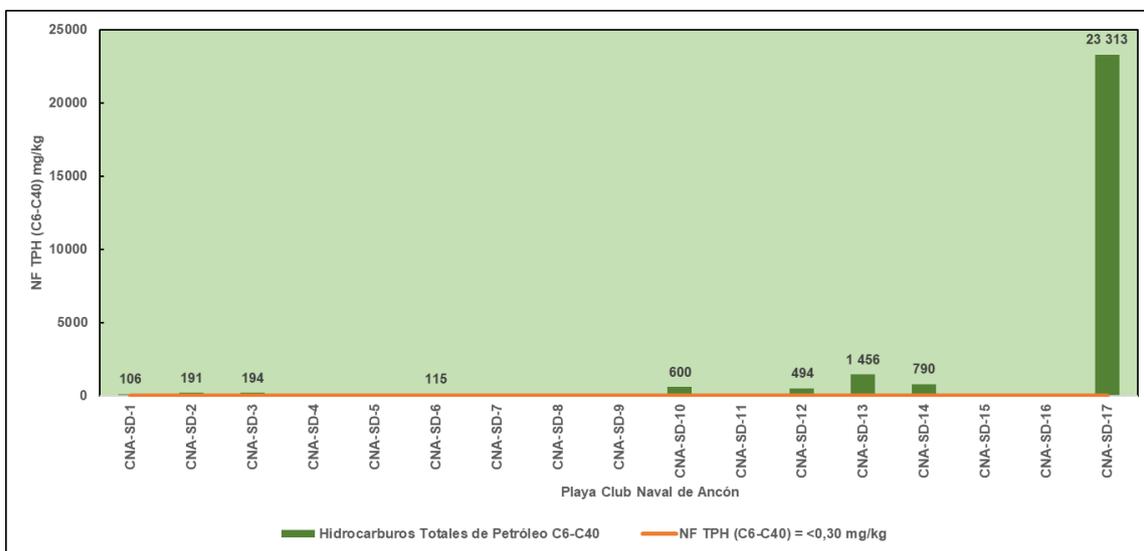


Figura 7.1. Concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (C₆-C₄₀) en sedimento de la playa Club Naval de Ancón comparado con el NF_{TPH} (<0,30)

Fracciones de hidrocarburos F₁, F₂ y F₃

Se determinaron 3 fracciones de hidrocarburos: de cadena carbonada corta entre C₆-C₁₀ en la fracción F₁, de cadena carbonada entre C₁₀-C₂₈ en la fracción F₂ y de cadena larga entre C₂₈-C₄₀ como fracción F₃.

La concentración de hidrocarburos F₁ estuvo por debajo del límite de cuantificación (L.C.<0,30 mg/kg) en todos los puntos de muestreo, por lo tanto, debajo de los niveles de fondo (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg) y niveles de referencia (NR_{TPH}: <0,30 mg/kg).

Las concentraciones de la fracción F₂ superaron los NF_{TPH} (<0,50 mg/kg) y NR_{TPH} (<0,50 mg/kg) en los puntos de muestreo CNA-SD-1, CNA -SD-6, CNA -SD-10, CNA -SD-12, CNA-SD-13, CNA -SD-14, CNA-SD-17 y la réplica CNA-SD-14R, tal como se muestran en la Figura 7.2.

Las concentraciones de la fracción F₃ superaron los NF_{TPH} (<0,50 mg/kg) y NR_{TPH} (<0,50 mg/kg) en los puntos de muestreo CNA-SD-1, CNA-SD-2, CNA-SD-3, CNA-SD-6, CNA-SD-10, CNA-SD-12, CNA-SD-13, CNA-SD-14, CNA-SD-17 y la réplica CNA-SD-14R, tal como se muestran en la Figura 7.3.

Particularmente, el punto CNA-SD-17 registró la mayor concentración en las fracciones F₂ y F₃,



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

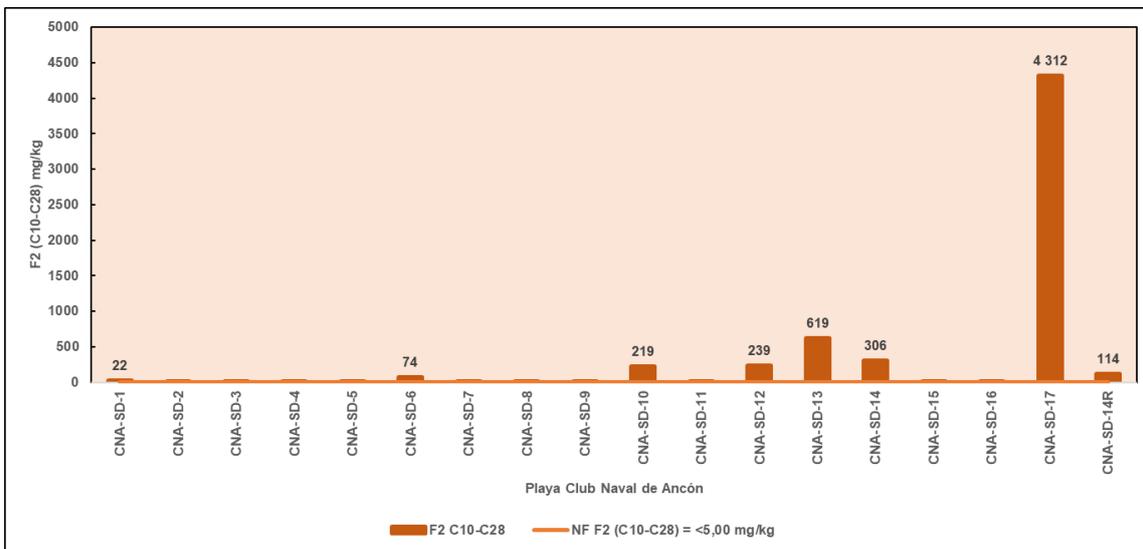


Figura 7.2. Fracción de hidrocarburos F2 en sedimento de la playa Club Naval de Ancón

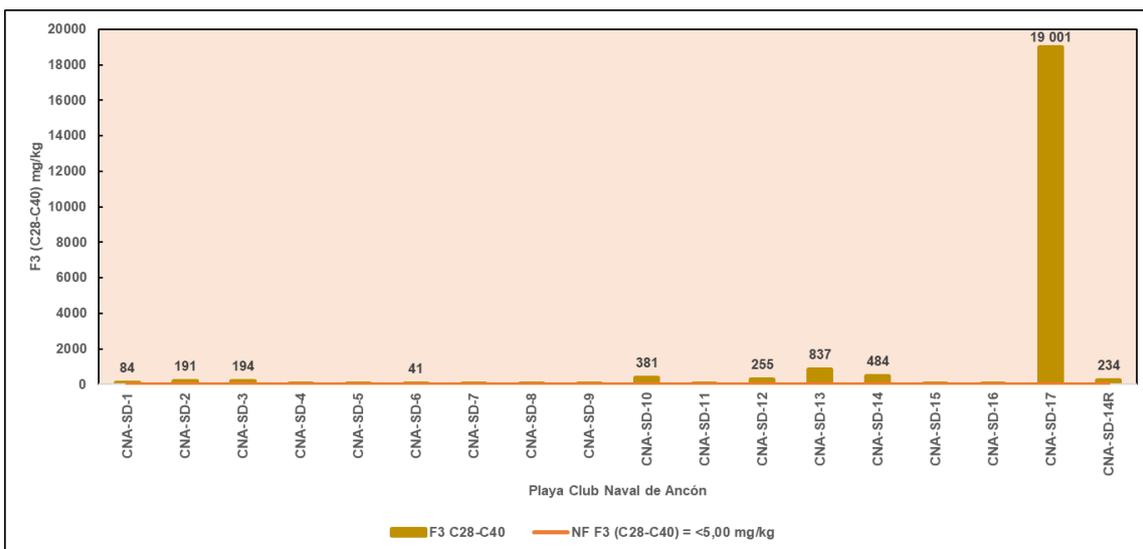


Figura 7.3. Fracción de hidrocarburos F3 en sedimento de la playa Club Naval de Ancón

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's)

Las concentraciones de los 17 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) determinados en las muestras colectadas de sedimento de la playa Club Naval de Ancón se detallan en la Tabla 7.2, estas fueron valores menores a los límites de cuantificación del método de análisis del laboratorio para cada uno de los parámetros en 10 puntos de muestreo (CNA-SD-2, CNA-SD-3, CNA-SD-4, CNA-SD-5, CNA-SD-7, CNA-SD-8, CNA-SD-9, CNA-SD-11, CNA-SD-15 y CNA-SD-16); mientras que para el resto de puntos, como se muestra en la Tabla 7.2, se registraron concentraciones que superaron los NF y NR de los parámetros acenafileno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno,



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

benzo(b)fluoranteno, benzo(e)pireno, criseno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, naftaleno y pireno.

Se evaluaron las concentraciones de los 17 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), determinados en las muestras colectadas de sedimento de la playa Club Naval de Ancón. Los puntos de muestreo CNA-SD-1, CNA-SD-6, CNA-SD-10, CNA-SD-12, CNA-SD-13, CNA-SD-14 y CNA-SD-17 superaron los límites de cuantificación del método de análisis del laboratorio y a su vez superaron los NF y NR de 12 de los 17 compuestos evaluados. Los resultados se detallan en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos en sedimento intermareal

Parámetros	Unidad	Punto de muestreo							Nivel de Fondo	Nivel de Referencia
		CNA-SD-1	CNA-SD-6	CNA-SD-10	CNA-SD-12	CNA-SD-13	CNA-SD-14	CNA-SD-17		
Acenafteno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Acenaftileno	mg/kg PS	< 0,005	0,053	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,005
Antraceno	mg/kg PS	< 0,005	0,027	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,026	< 0,005	< 0,005
Benzo (a) antraceno	mg/kg PS	< 0,005	0,021	< 0,005	< 0,005	0,012	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo (a) pireno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo (b) fluoranteno	mg/kg PS	< 0,005	0,007	< 0,005	< 0,005	0,018	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo (e) pireno	mg/kg PS	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,046	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Benzo (g,h,i) perileno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo (k) fluoranteno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Criseno	mg/kg PS	0,01	0,023	0,065	0,048	0,179	0,101	0,016	< 0,005	< 0,005
Dibenzo (a,h) antraceno	mg/kg PS	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040
Fenantreno	mg/kg PS	< 0,005	0,213	0,121	0,187	0,458	0,101	0,103	< 0,005	< 0,005
Fluoranteno	mg/kg PS	< 0,005	0,09	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,03	< 0,005	< 0,005
Fluoreno	mg/kg PS	< 0,005	0,03	< 0,005	0,023	0,032	< 0,005	0,029	< 0,005	< 0,005
HAPs (Suma)	mg/kg PS	0,01	0,599	0,224	0,296	0,915	0,331	0,292	< 0,004	< 0,004
Indeno (1,2,3-cd) pireno	mg/kg PS	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Naftaleno	mg/kg PS	< 0,003	0,042	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Pireno	mg/kg PS	< 0,005	0,093	0,038	0,038	0,17	0,122	0,08	< 0,005	< 0,005

Supera el nivel de fondo y nivel de referencia de cada parámetro.

Metales totales

Se determinó un total de 30 metales totales en todos los puntos de muestreo, de los cuales se incluyeron al cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, plomo, sodio, níquel y vanadio para su



comparación con los niveles de fondo y niveles de referencia, respectivos debido a considerarse parámetros de interés en esta evaluación considerando la caracterización del crudo¹⁷ por parte del administrado.

Particularmente, se tomó en consideración al níquel y vanadio debido a encontrarse en cantidades considerables en la composición del crudo¹⁷ señalado. Del análisis se reportó que los 16 de los 17 puntos de muestreo evaluados presentaron concentraciones de níquel que superaron los niveles de fondo (NF:3,64 mg/kg y NR:4,39 mg/kg); así también, 6 de los 17 puntos de muestreo superaron las concentraciones de niveles de fondo (NF: 33,01 mg/kg) y referencia (NR: 47,06 mg/kg) del vanadio, tal como se observa en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3. Concentraciones de metales totales en sedimento (arena de playa) intermareal

Puntos de muestreo	Metales Totales								
	Cadmio Total	Calcio Total	Cobre Total	Fósforo Total	Hierro Total	Níquel Total	Plomo Total	Sodio Total	Vanadio Total
	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS
CNA-SD-1	0,06976	4 743	12	741	12 234	4,52	6,858	3 462	32
CNA-SD-2	0,04048	4 710	9,5	809	11 370	3,65	6,846	2 475	31
CNA-SD-3	0,05626	4 348	9,4	690	10 757	3,71	6,21	2 341	28
CNA-SD-4	0,05607	4 570	9,9	768	10 818	3,86	5,945	2 428	29
CNA-SD-5	0,0832	5 189	10	846	12 253	4,46	6,543	2 348	34
CNA-SD-6	0,0744	5 387	11	855	12 491	4,44	6,711	1 990	34
CNA-SD-7	0,06418	4 975	10	803	11 859	4,00	6,334	2 851	33
CNA-SD-8	0,05716	4 767	10	794	11 531	3,94	6,464	2 079	32
CNA-SD-9	0,07471	5 381	10	885	12 762	4,37	6,711	1 843	35
CNA-SD-10	0,07173	5 615	11	890	13 432	4,49	7,347	2 300	38
CNA-SD-11	0,0901	4 852	10	743	11 380	4,13	6,295	3 222	31
CNA-SD-12	0,08309	5 309	11	799	12 588	4,44	6,899	2 891	34
CNA-SD-13	0,06373	5 132	11	853	12 863	4,15	7,397	2 231	36
CNA-SD-14	0,06328	4 308	10	676	10 814	3,68	6,006	2 714	29
CNA-SD-15	0,06303	5 007	9,7	962	11 757	4,03	6,054	2 535	33
CNA-SD-16	0,0591	4 293	9,9	710	10 668	3,98	5,913	2 460	28
CNA-SD-17	0,0581	4 844	11	718	11 036	3,64	6,839	2 103	29
Nivel de Fondo - NF (mg/kg)	0,11	14236	7,91	1159	12403	3,64	7,56	2081	33,01
Nivel de Referencia - NR (mg/kg)	0,21	25955	11	1815	15396	4,39	9,49	3299	47,06

Supera el nivel de fondo y nivel de referencia de cada elemento

¹⁷ Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por REPSOL, Anexo F, Tabla I, los metales presentes en su composición son: cadmio (1 ppb), calcio (0,8 ppm) cobre (0,7 ppm), fósforo (<5), hierro (1,2 ppm), níquel (6,9), plomo (1 ppm), silicio (<10 ppm), sodio (3,5 ppm) y vanadio (9,6 ppm).

Granulometría

La granulometría fue evaluada con 2 puntos de muestreo compósitos (CNA-SD-COM1 y CNA-SD-COM2) para caracterizar la playa. Se reportó que el sedimento presentó predominancia de arena de 98,6% y 97,1% respectivamente, en la composición del sedimento intermareal, determinando una clase textural Arenosa en toda la playa.

8. DISCUSIÓN

Para realizar la evaluación ambiental de causalidad para la verificación de la limpieza en el agua de mar y sedimento intermareal (arena de playa) de la playa Club Naval Ancón, afectada por el derrame de petróleo crudo derramado en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, se evaluó la línea litoral a lo largo del área afectada por el derrame de petróleo en la playa Club Naval de Ancón, en el ambiente intermareal. Los componentes físicos evaluados fueron agua de mar superficial y sedimento; mediante muestreos a pie a lo largo de la orilla.

Los principales aspectos considerados para el desarrollo de la discusión fueron los siguientes:

Considerar el ambiente intermareal según su extensión a partir de la línea de la costa, y tener en cuenta las posibles vías de transporte de petróleo crudo tomando en cuenta el transporte físico del contaminante a nivel de la columna de agua y en su distribución espacial considerando la dirección del flujo marítimo.

La Figura 8.1 presenta el modelo conceptual de la distribución y transporte del petróleo crudo en un cuerpo acuático marino.

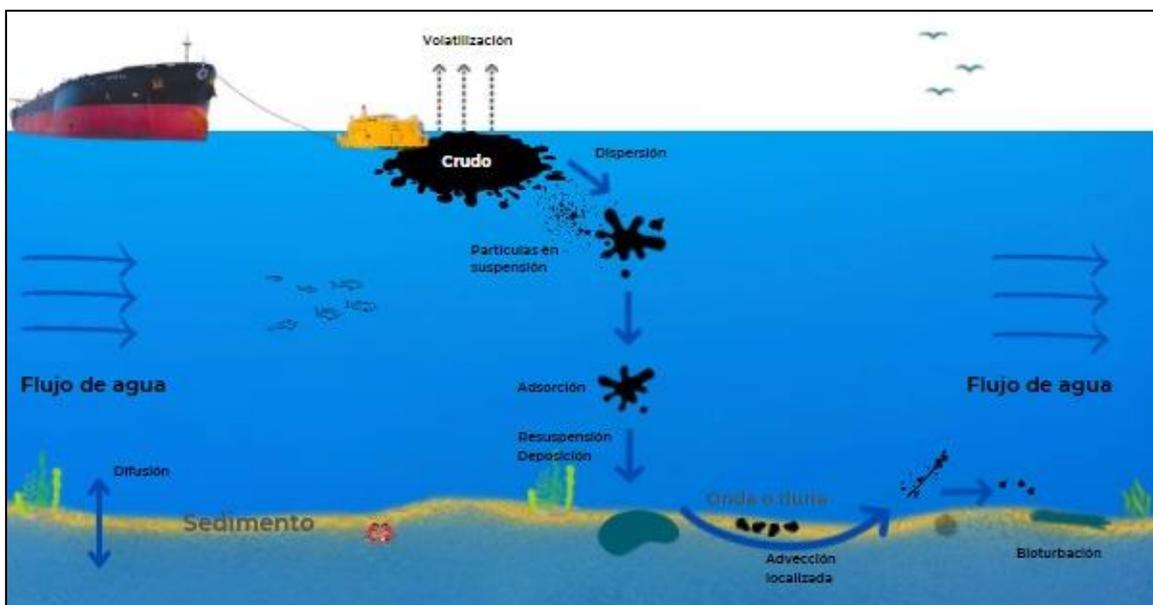


Figura 8.1. Modelo conceptual de la distribución y transporte de petróleo crudo en el medio acuático - playa del Club Naval de Ancón

Fuente: Adaptado de Keramea et al (2021) y Reible (2014)

La zona intermareal se ubica entre la línea de mareas más alta y la línea de marea más baja; dicha zona representa una transición gradual entre el ambiente terrestre, caracterizado por su



variabilidad en temperatura, luz y humedad, entre otras variables, y el ambiente acuático, distinguido por su relativa estabilidad ambiental. La alternancia entre el proceso de inundación y exposición al aire determina un ambiente físico único creando gradientes ambientales abruptos que determinan los patrones de distribución y abundancia de los organismos que viven en las costas rocosas (Carefoot, 1977; Barnes y Hughes, 1999; Menge y Branch, 2001; Karkeskint *et al.*, 2009). Dicha zona fue considerada en su extensión y sus componentes como el receptor directo donde se evidenció afectación por el derrame de petróleo crudo, por lo cual, fue objeto de verificación.

8.1. Zona Intermareal

En el ambiente intermareal de playa Club Naval de Ancón se determinó lo siguiente:

La evaluación de la calidad del agua superficial de mar fue realizada con el muestreo de 3 puntos, cuyos resultados se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, para la «Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras», y referencialmente con las «Categoría 1, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación - Contacto primario» y «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos», estas últimas empleadas de manera complementaria, ya que presentan valores para la comparación de Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH), Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos) y Metales totales, según corresponden.

La medición de parámetros de campo en agua superficial registró pH próximo al neutro (7,64 y 7,72 unidades de pH), oxígeno disuelto (>7,51 mg/L), conductividad eléctrica (51,23 mS/cm en promedio) y temperatura (18,33 °C en promedio). Dichos valores medidos cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (2017) Cat.2 C2, en todos los puntos de muestreo, y caracterizan la zona marítima como condiciones normales, tal como se indica en la Tabla 7.1 de la sección de Resultados.

Los resultados analíticos de calidad de agua superficial de mar para los parámetros Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH), Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracción aromática), Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), Aceites y Grasas, BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos) reportaron concentraciones menores al límite de cuantificación analítico de cada uno de los parámetros analizados en los 3 puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA Agua Cat.2 C2 y referencialmente con los ECA Agua Cat.4 E3; los que se indican en detalle en el ítem 7. Resultados y el Anexo 3. Reportes de Campo.

Para Metales totales, los resultados mostraron que los 31 metales analizados presentaron concentraciones que no superaron los ECA Agua Cat.2 C2, y referencialmente con el ECA Agua Cat.1 B1 para los metales de interés como níquel y vanadio. Particularmente, el boro superó referencialmente el ECA Cat. 1 B1, que no es objeto de evaluación debido a no haberse relacionado con el crudo debido a que la composición del crudo no contiene concentraciones registradas de dicho metal. (Ver Anexo N.º 5 del informe de la EAC en la playa Club Naval de Ancón).



Para la evaluación de la calidad del sedimento intermareal (arena de playa) se determinó áreas de potencial interés (API) donde se estableció un punto de muestreo por cada área¹⁸, que fue construida a partir de los segmentos de playa remitidos por Relapasaa¹⁹, obteniéndose 17 puntos con muestra, y adicionalmente una réplica. Los resultados obtenidos para Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH) y sus fracciones F₁ (C₆-C₁₀), F₂ (C₁₀-C₂₈) y F₃ (C₂₈-C₄₀), HAPs y Metales Totales, los que fueron comparados con los niveles de fondo²⁰ determinados en playas no afectadas por el derrame de crudo ocurrido en la Refinería La Pampilla.

Se identificó, según el análisis granulométrico realizado en 2 compósitos, que el sedimento intermareal presentó composición predominante de arena (> 97,1%) siendo arena fina en mayor proporción, determinando una textura arenosa y estructura de grano simple y de coloración gris, los cuales caracterizan a Club Naval de Ancón como una playa arenosa con buena capacidad de drenaje e infiltración, de tipo plana con baja pendiente (0 – 2%).

De los 17 puntos muestreados, en CNA-SD-1, CNA-SD-2, CNA-SD-3, CNA-SD-6, CNA-SD-10, CNA-SD-12, CNA-SD-13, CNA-SD-14 y CNA-SD-17 se registraron concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) por encima del límite de cuantificación analítico (L.C. <0,30 mg/kg), por lo tanto, superaron a los NF_{TPH} <0,30 mg/kg y NR_{TPH} <0,30 mg/kg establecidos. El punto de muestreo CNA-SD-17, ubicado en el sector norte de la playa es donde se registró la concentración más alta de TPH (C₆-C₄₀) en sedimento, donde organolépticamente se evidenció olor a hidrocarburo y color gris oscuro en la arena expuesto a nivel superficial (Figura 8.2).

¹⁸ Según el Plan de Evaluación Ambiental Informe N.º 00043-2022-OEFA/DEAM-STEAC e Informe N.º 00057-2022-OEFA/DEAM-STEAC «Precisiones al plan de evaluación ambiental de causalidad para la verificación de la limpieza de las playas y Áreas Naturales Protegidas, afectadas por el derrame de petróleo crudo en el terminal Multiboyas N.º 2 de la refinería La Pampilla, ocurrido el 15 y 24 de enero 2022».

¹⁹ Carta N.º RLP-GSCMA-155-2022 de fecha 15 de febrero de 2022

²⁰ De acuerdo al Informe N.º 00076-2022-OEFA/DEAM-STEAC «Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia de Metales e Hidrocarburos de Petróleo en Sedimento Marino de las Bahías de Lima y Huacho» (Anexo N.º 6 del informe de la EAC en la playa Club Naval de Ancón)



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación
Ambiental

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú



Figura 8.2. Vista del muestreo de sedimento con coloración oscura en el punto CNA-SD-17

Según un ajuste de inferencia espacial «Kriging» realizado con base a los resultados reportados se permitió visualizar la el alcance de la distribución de las concentraciones de TPH (C6-C40) en el área muestreada, lo cual mostró mayores concentraciones en la zona próxima al club, en arena no saturada de agua al momento del muestreo; mientras que, la zona saturada presentó concentraciones menores al límite de cuantificación analítico (<0,30 mg/kg) (Figura 8.3).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

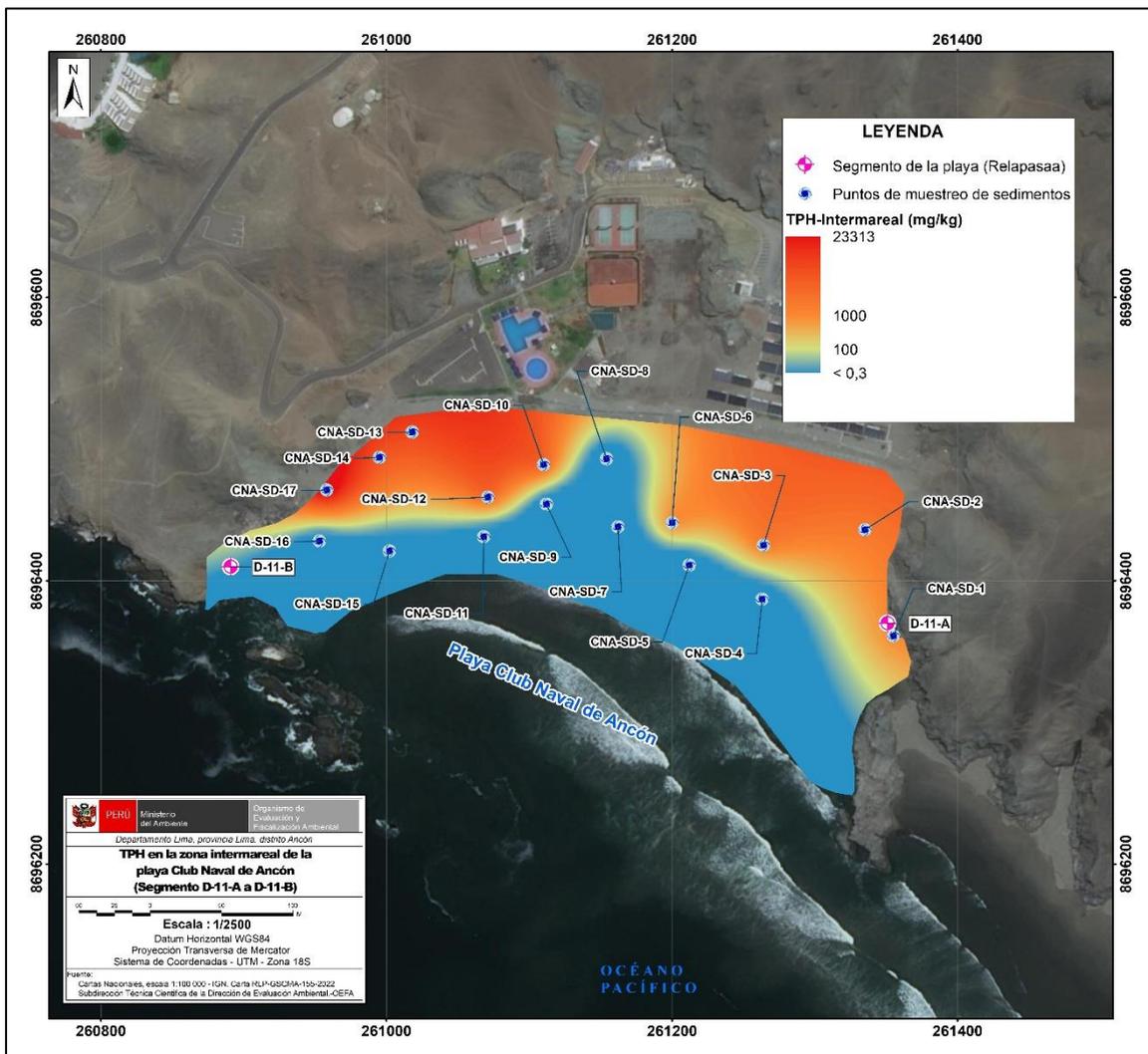


Figura 8.3. Distribución de TPH C₆-C₄₀ en la playa Club Naval de Ancón y el alcance proyectado.

La Figura 8.4, muestra el alcance del área impactada, donde se observa que de las 6,58 ha evaluadas, aproximadamente 3,26 ha presentan concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) que superan el nivel de fondo ($NF_{TPH} < 0,30$ mg/kg) en sedimento (arena de playa).

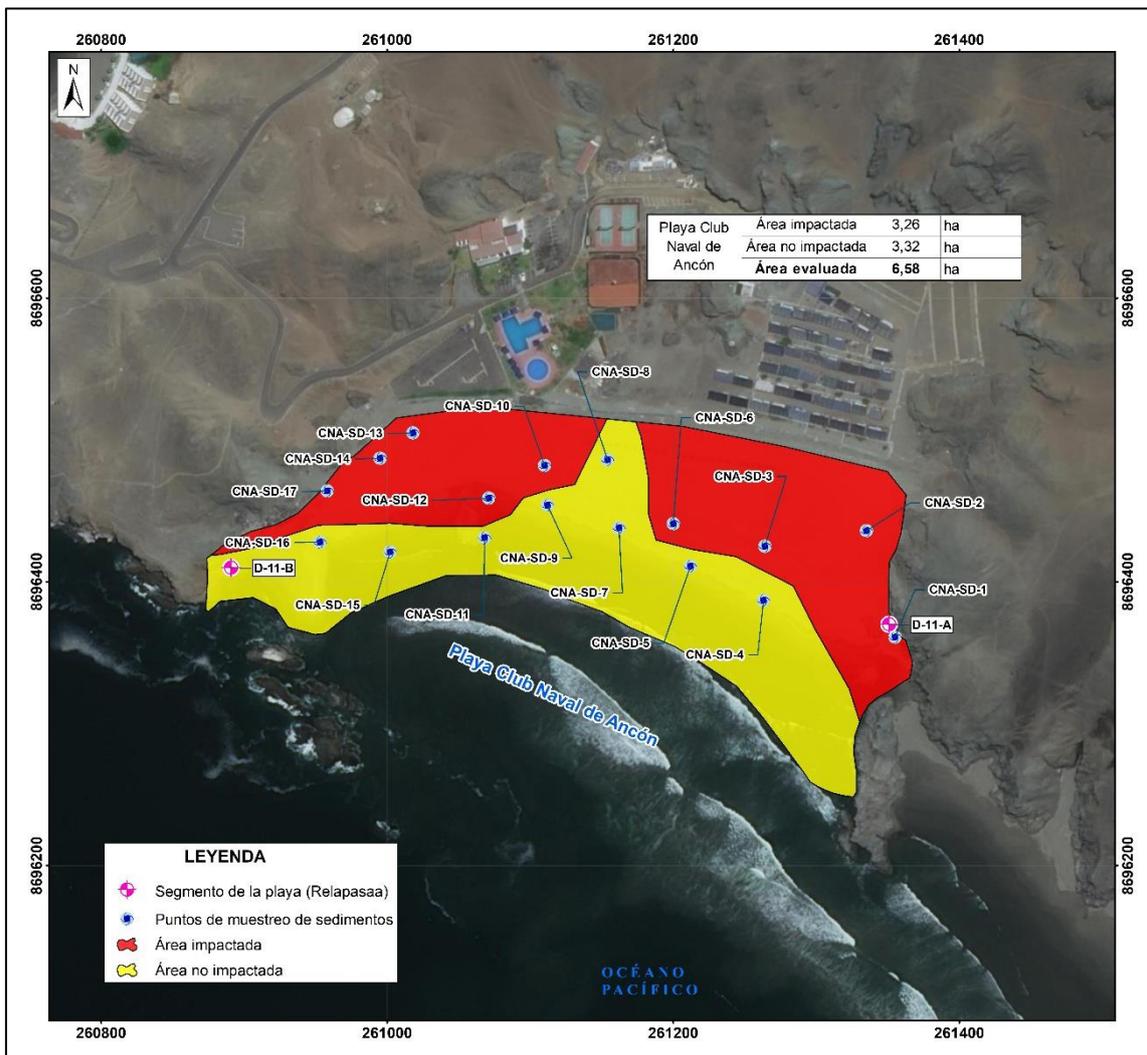


Figura 8.4. Alcance aproximado del área impactada en la playa Club Naval de Ancón.

De manera complementaria a lo observado, en los 9 puntos de muestreo con TPH cuantificable se reportó que la fracción F₂ (C₁₀-C₂₈) de cadena carbonada intermedia superó los NF TPH F₂ < 0,50 mg/kg en 7 puntos de muestreo; mientras que la fracción F₃ (C₂₈-C₄₀) de cadena carbonada larga, superó los NF TPH F₃ < 0,50 mg/kg en los 9 puntos de muestreo. El punto CNA-SD-17 que reportó la mayor concentración de TPH cuantificable, presentó un predominio de la concentración de F₃ sobre la fracción F₂, tal como se muestran en la Figura 8.5.

Adicionalmente, la réplica CNA-SD-14R presentó una mayor concentración en la fracción F₃ (C₂₈-C₄₀) con un valor de 234 mg/kg PS, con respecto a la fracción F₂ (C₁₀-C₂₈) con un valor de 114 mg/kg PS. En dicha réplica, ambas fracciones superaron el NF TPH F₂ y F₃ < 0,50 mg/kg y NR TPH F₂ y F₃ < 0,50 mg/kg, tal como se muestran en el Anexo 5.

La composición de hidrocarburos F₁ estuvo por debajo del límite de cuantificación L.C.<0,30 mg/kg en todos los puntos de muestreo, por lo tanto, debajo de los NF TPH < 0,30 mg/kg y NR TPH < 0,30 mg/kg.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

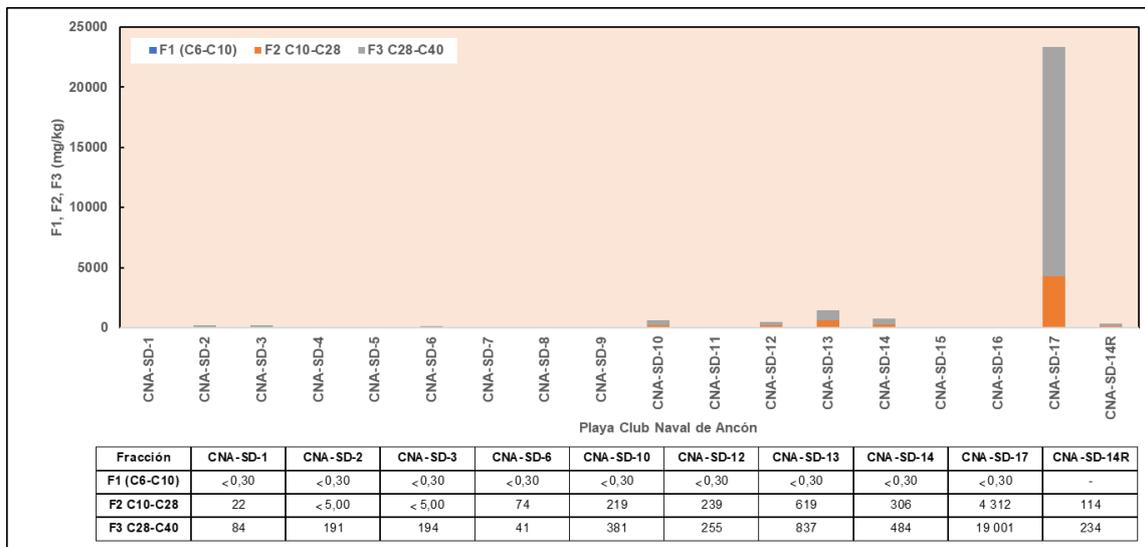


Figura 8.5. Relación de fracciones F1, F2 y F3 reportadas en sedimento intermareal

Considerando las evaluaciones realizadas por el OEFA desde enero de 2022, evaluación ambiental focal (EAF)21, evaluación ambiental de seguimiento (EAS)22, y las acciones realizadas por la DSEM, así como los resultados del presente informe (EAC), se observan resultados con un registro heterogéneo de concentraciones TPH(C6-C40) que superan los NF TPH < 0,30 mg/kg, así como sus fracciones F2 y F3 en todas las evaluaciones mencionadas (Figura 8.6). En cuanto a los resultados obtenidos para la fracción F1, registraron concentraciones menores al límite de cuantificación analítico en los reportes o informes respectivos, por lo cual, no fueron incluidos en la Figura 8.6.

21 INFORME N.º00026-2022-OEFA/DEAM-STE. Evaluación ambiental Focal por el derrame de petróleo crudo en el mar frente a la refinería La Pampilla ocurrido el 15 de enero de 2022.

22 REAS-035-2022-STE. Evaluación ambiental de seguimiento del derrame de petróleo crudo ocurrido en el Terminal Multiboyas N.º 2 de la Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, a través del monitoreo periódico de parámetros que permita identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de agua y sedimento, así como el registro de aves muertas y vivas impregnadas con petróleo, del 14 de febrero al 1 de marzo de 2022.

REAS-036-2022-STE. Evaluación ambiental de seguimiento del derrame de petróleo crudo ocurrido en el Terminal Multiboyas N.º 2 de la Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, a través de parámetros que permitan identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de arena de playa, del 17 al 27 de febrero de 2022.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

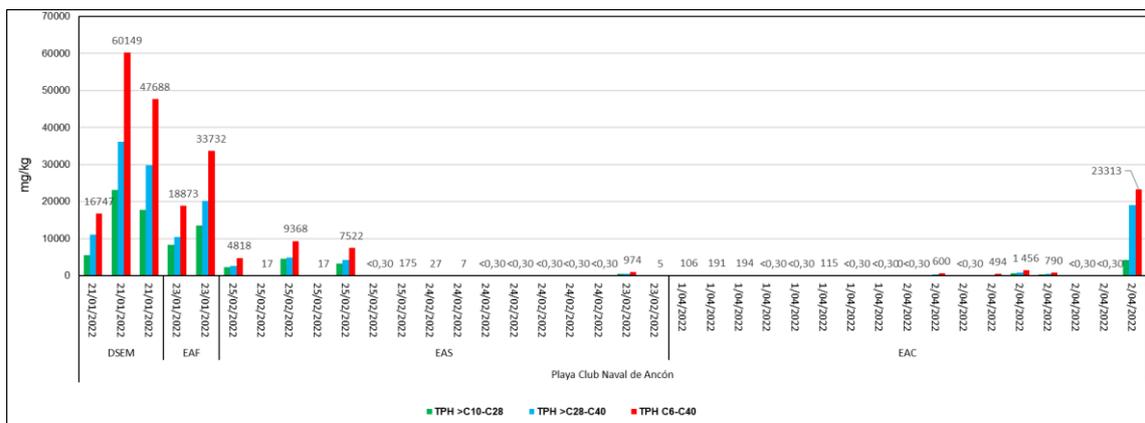


Figura 8.6. Resultado de la EAF, EAS, DSEM y EAC de las concentraciones de TPH en la playa Club Naval de Ancón.

Según la Figura 8.6, las mayores concentraciones registradas fueron en monitoreos entre enero y febrero, posteriores al derrame de petróleo crudo, y marcaron una tendencia a la disminución de concentraciones posiblemente atribuidos a las Acciones Primera Respuesta ejecutadas por el administrado. Sin embargo, aún se registró TPH en concentraciones importantes en la zona intermareal de la playa, y en mayor proporción en zonas con menor saturación de agua, tal como se muestran en las Figura 8.3 y Figura 8.4.

En 7 de los 17 puntos de muestreo de la playa Club Naval de Ancón se registró Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs) en concentraciones que superaron los NF y NR para 11 de los 17 compuestos analizados, tal como se detalló en la Tabla 7.2 del ítem Resultados. Estos parámetros fueron: Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Criseno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Naftaleno y Pireno, los cuales estuvieron directamente relacionados a las concentraciones de TPH reportadas.

Los HAPs fueron registrados en 7 de los 9 puntos de muestreo donde se registró TPH por encima del NF, lo cual, determina que existe una relación directa al hidrocarburo proveniente del derrame, ya que no se han observado otras fuentes que aporten el contaminante en la playa. La presencia de fenantreno, naftaleno, criseno, benzo(a) pireno indican que tienen un origen petrogénico típico (Kerr et al., 2001).

La gran variedad de HAPs registrados (hasta 10 especies por punto de muestreo), indica que la arena de playa del Club Naval de Ancón presenta compuestos aromáticos con alto potencial tóxico a nivel ambiental reconocido (Figueroa y Marino, 2004; Montes, 2008), por su resistencia a la biodegradación, potencial de bioacumulación, toxicidad, carcinogenicidad y mutagenicidad (Corona, et. al, 2005).

Asimismo, cabe indicar, que, según el análisis granulométrico y las observaciones en campo, la playa tiene condición arenosa por lo que presenta alta permeabilidad y capacidad de infiltración, lo cual, permitiría la movilidad o retención de los componentes del petróleo que estaría sujeto a sus características físicas como su solubilidad y viscosidad. (Alvaro, et al, 2017). Esta última característica, basada en la información obtenida de la caracterización del crudo derramado en la Refinería La Pampilla, tiene un valor de viscosidad de 44,21 cSt a



20°C, que corresponde una alta viscosidad a temperatura ambiente, que determina una mayor capacidad de retención en el sustrato (Maroto, E., 2003).

También se analizaron 30 metales en todos los puntos muestreados; sin embargo, se enfatizó la comparación del cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, plomo, sodio, níquel y vanadio con los NF y NR debido a considerarse parámetros de interés en esta evaluación en función de la caracterización del crudo²³ por parte del administrado, tal como se muestra en la Tabla 8.1. Particularmente, se tomó en consideración al níquel y vanadio debido a encontrarse en cantidades considerables en la composición del crudo señalado.

Tabla 8.1. Características del petróleo crudo derramado – Refinería La Pampilla

Parámetros	Unidad	Concentración / Valor
Densidad API	° API	28,57
Cadmio Total	ppb	1
Calcio Total	ppm	0,8
Cobre Total	ppm	0,7
Fósforo Total	ppm	5
Hierro Total	ppm	1,2
Níquel Total	ppm	6,9
Plomo Total	ppm	1
Sodio Total	ppm	3,5
Vanadio Total	ppm	9,6

Fuente: REPSOL S.A.A.

De los resultados obtenidos se compararon las concentraciones del níquel y vanadio con los Niveles de Fondo y Niveles de Referencia obtenidos, observándose que 16 de los 17 puntos muestreados presentaron concentraciones de níquel que superaron los $NF_{Ni} = 3,64$ mg/kg; mientras que en 6 de los 17 puntos de muestreo presentaron concentraciones de vanadio que superaron a los $NF_V = 33,01$ mg/kg, tal como se muestra en el ítem Resultados.

Considerando los resultados de la caracterización del crudo y su comparación con los NF para los metales listados en la Tabla 8.1, se identificó que los metales cadmio, cobre, hierro, sodio, níquel y vanadio que superan los NF no estarían relacionados por el derrame de hidrocarburos debido a encontrarse en concentraciones muy próximas a los NF y NR establecidos para cada parámetro (ver Anexo N.º 6 del informe de la EAC en la playa Club Naval de Ancón). Asimismo, en relación al níquel y vanadio, en puntos que superaron los NR y NR, los resultados fueron entre 3,64 y 4,52 mg/kg para níquel y entre 28 y 38 mg/kg para vanadio, valores próximos a los NF y NR de ambos metales (líneas arriba indicados), por lo tanto, no se identificó una relación de la excedencia de los Niveles de fondo con las concentraciones reportadas en el hidrocarburo; siendo otros factores, como las condiciones geológicas de la playa los que determinen los valores registrados.

²³ Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por REPSOL, Anexo F, Tabla I, los metales presentes en su composición son: cadmio (1 ppb), calcio (0,8 ppm) cobre (0,7 ppm), fósforo (<5), hierro (1,2 ppm), níquel (6,9), plomo (1 ppm), silicio (<10 ppm), sodio (3,5 ppm) y vanadio (9,6 ppm).



9. CONCLUSIONES

De la evaluación ambiental para la verificación de la limpieza en la **Playa Club Naval de Ancón** asociado al **segmento D-11-A hasta D-11-B**, afectada por el petróleo crudo derramado en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, con base de los indicadores planteados por el OEFA y de acuerdo a lo señalado en el Artículo 66-B.3 del D.S. 005-2021-EM «*En caso que los resultados de los muestreos realizados en la supervisión respectiva superen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o en caso corresponda, niveles de fondo; o en caso de persistir alteraciones en el ecosistema de acuerdo a los monitoreos de flora y/o fauna de corresponder*», se evidenció superación de nivel de fondo, donde de las 6,58 ha evaluadas, aproximadamente 3,26 ha presentan concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) que superan el nivel de fondo (NF_{TPH}<0,30 mg/kg) en sedimento (arena de playa) durante la evaluación realizada.

- La evaluación de la calidad del agua de mar en zona intermareal determinó que en los puntos de muestreo se cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, para la «Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras», y referencialmente con la «Categoría 1: Poblacional y Recreacional; B1 Contacto Primario» y «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos» para Hidrocarburos Totales del Petróleo, Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracción aromática), Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), Aceites y Grasas, BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos) y Metales totales.
- La evaluación de la calidad del sedimento, en la zona intermareal (arena de playa) en 9 de 17 puntos de muestreo se registraron concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) que superaron los valores de nivel de fondo (NF_{TPH} <0,30 mg/kg) y nivel de referencia (NR_{TPH} <0,30 mg/kg) para los puntos de muestreo CNA-SD-1, CNA-SD 2, CNA-SD-3, CNA-SD-6, CNA-SD-10, CNA-SD-12, CNA-SD-13, CNA-SD-14, y un valor máximo de (23 313 mg/kg de TPH_{C6-C40}) en el punto CNA-SD-17.
- En 7 puntos de muestreo CNA-SD-1, CNA-SD-6, CNA-SD-10, CNA-SD-12, CNA-SD-13, CNA-SD-14, CNA-SD-17, presentaron concentraciones de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) que superaron los Niveles de Fondo y Niveles de Referencia para 10 de los 17 compuestos evaluados, los que estuvieron directamente relacionados a los puntos con TPH_(C6-C40) en concentraciones superiores al NF_{TPH} (<0,30 mg/kg).
- Los metales totales en sedimento superaron los valores de NF y NR establecidos para 20 de los 30 metales registrados, de los cuales 5 correspondieron a los 9 metales (cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, plomo, sodio, níquel y vanadio) evaluados por su relación con composición del crudo derramado; sin embargo, no se identificó ninguna relación con respecto a puntos de muestreo con presencia TPH por lo que su origen estaría relacionado a otras fuentes como la geología de la zona.



- El alcance aproximado del área impactada fue de 3,26 ha, de total de 6,58 ha evaluadas, donde se registraron concentraciones de TPH (C₆-C₄₀) que superaron el NF_{TPH} en sedimento en la zona no saturada de la playa.

10. RECOMENDACIONES

Remitir a la Dirección de Supervisión en Energía y Minas

11. BIBLIOGRAFÍA

- Álvaro S., Arocena A., Martínez M.A., & Nudelman N. (2017) Biodegradación aerobia de fracciones de hidrocarburos provenientes de la actividad petrolera en un suelo de la región Patagonia norte, Argentina.
- Barnes, R.S.K. & Hughes, R. (1999). An Introduction to Marine Ecology, Third Edition.
- Carefoot, T. 1977. Pacific seashores: a guide to intertidal ecology. University of Washington Press. Seattle. 208 pp.
- Corona, R, L. & Iturbe, A. R. (2004) Atenuación natural en suelos contaminados con hidrocarburos. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 6(2), 119-126.
- Karleskint, G., R. Turner y J. Small. 2009. Introduction to Marine Biology, 3a edición, editorial Brooks/Cole, Belmont Canada, 581 pp.
- Keramea, P.; Spanoudaki, K.; Zodiatis, G.; Gikas, G.; Sylaios, G. Oil Spill Modeling: A Critical Review on Current Trends, Perspectives and Challenges. *J. Mar. Sci. Eng.* (2021), 9, 181. <https://doi.org/10.3390/jmse9020181>.
- Kerr J.M., McMillen S.J., Magaw R.I., Melton H.R y Naughton G. (2001). Risk-Based Soil Screening Levels for Crude Oil: The Role of Polyaromatic Hydro carbons. The petroleum Environmental Research Forum, USA.
- Figueruelo, J. y M. Marino-Dávila. 2004. Química Física del Medio Ambiente y de los Procesos Ambientales. Editorial Reverté. Ciudad de México. México. 614 p.
- Maroto Arroyo, E. (2003). *Procesos de evolución de la descontaminación" in situ" de suelos afectados por hidrocarburos* (Doctoral dissertation, Caminos). Universidad Politécnica de Madrid.
- Menge, B. A. y G. M. Branch. (2001). Rocky intertidal communities. Capítulo 9 In: Bertness, M. D., S. D. Gaines, M. E. Hay (eds) Marine community ecology. Sunderland; Sinauer Associates, pág 221-251.