



**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 POCITOS 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:



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

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	8
6.3. Parámetros y métodos de análisis.....	14
6.4. Equipos utilizados	16
6.5. Procesamiento de datos	16
6.6. Criterios de evaluación.....	16
7. RESULTADOS	19
7.1. Agua superficial de mar	20
7.2. Sedimento (arena de playa).....	22
7.3. Identificación de focos de contaminación	26
7.4. Hidrobiología	27
7.4.1. Análisis comunitario.....	27
8. DISCUSIÓN	28
9. CONCLUSIONES.....	52
10. RECOMENDACIONES	54
11. BIBLIOGRAFÍA	54

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección De Evaluación
AmbientalDecenio 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 de mar en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón.....	11
Tabla 6.3. Ubicación de los puntos de muestreo de arena en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón.....	12
Tabla 6.4. Ubicación del punto de verificación en orilla rocosa para la identificación de focos potenciales de contaminación en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón.....	13
Tabla 6.5. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón.....	13
Tabla 6.6. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos en la zona intermareal de las playas control (puntos blanco).....	14
Tabla 6.7. Parámetros evaluados en agua superficial de mar, sedimentos (arena de playa) e hidrobiología.....	14
Tabla 6.8. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) en ambiente intermareal, según los ECA vigentes y niveles de fondo de las zonas blanco.....	17
Tabla 7.1. Parámetros de campo en agua superficial de mar en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón.....	20
Tabla 7.2. Concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón.....	24
Tabla 7.3. Concentraciones de metales totales en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón.....	25
Tabla 7.4. Clasificación según nivel de evidencia de focos potenciales.....	27
Tabla 8.1. Características del petróleo crudo derramado - Refinería La Pampilla.....	37
Tabla 8.2. Descripción de los focos potenciales de contaminación identificados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón.....	39
Tabla 8.3. Mecanismos de migración de los compuestos relevantes de interés hacia el ambiente y posibles receptores.....	47
Tabla 9.1. Resumen de resultados obtenidos.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Mapa de ubicación del litoral marino y de áreas evaluadas en roca en la playa Pocitos Ancón.....	5
Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación ambiental realizada en la playa Pocitos Ancón.....	6
Figura 6.1. Puntos de muestreo de agua superficial de mar a nivel intermareal en la playa Pocitos Ancón.....	8
Figura 6.2. Puntos de muestreo de sedimento (arena de playa) intermareal en la playa Pocitos Ancón.....	9
Figura 6.3. Puntos de verificación en orillas rocosas a nivel intermareal en la playa Pocitos Ancón.....	10
Figura 6.4. Puntos de muestreo de hidrobiología a nivel intermareal en la playa Pocitos Ancón.....	11



Figura 7.1. Concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (C ₆ -C ₄₀) en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, comparadas con el NF _{TPH}	22
Figura 7.2. Fracción de hidrocarburos F ₂ en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón.....	23
Figura 7.3. Fracción de hidrocarburos F ₃ en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón.....	23
Figura 7.4. Riqueza de especies por grupo taxonómico de la comunidad de macrobentos y macroalgas de orilla rocosa en playa Pocitos Ancón	27
Figura 7.5. Riqueza por grupos taxonómicos de macrobentos en los puntos de playa Pocitos Ancón.....	28
Figura 8.1. Modelo conceptual de la afectación por el derrame de petróleo crudo en el medio acuático marino - playa Pocitos Ancón.....	29
Figura 8.2. Vista del muestreo de sedimento con restos de hidrocarburos de petróleo (coloración oscura observada organolépticamente), con gotículas de hidrocarburos de petróleo en los puntos POC-SD-4 (en a), POC-SD-5 (en b), POC-SD-7 (en c) y POC-SD-10 (en d)	31
Figura 8.3. Distribución de TPH (C ₆ -C ₄₀) en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón y el alcance aproximado	32
Figura 8.4. Alcance aproximado del área impactada en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón.....	33
Figura 8.5. Relación de fracciones F ₁ , F ₂ y F ₃ reportadas en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón	34
Figura 8.6. Resultados de las concentraciones de TPH _(C₆-C₄₀) en sedimento intermareal en las EAF, EAS, acciones de la DSEM y la presente EAC en la playa Pocitos Ancón.....	35
Figura 8.7. Composición y concentraciones de HAPs en puntos de muestreo que superaron los NF y NR establecidos para HAPs en sedimento intermareal en la playa Pocitos Ancón	36
Figura 8.8. Evidencias observadas organolépticamente durante la identificación de los 7 focos potenciales de contaminación en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón	43
Figura 8.9. Áreas rocosas evaluadas y determinadas como focos potenciales de contaminación en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón	44
Figura 8.10. Condiciones del foco potencial de contaminación POC-R4 identificado en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, donde se visualiza macroalgas sobre el contorno de la roca.....	45
Figura 8.11. Condiciones del foco potencial de contaminación POC-R1 identificado en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, donde se visualiza caracolos (<i>Echinolittorina peruviana</i>) sobre la roca.....	46
Figura 8.12. Condiciones del foco potencial de contaminación POC-R7 identificado en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, donde se visualiza macroalgas (algas verdes y pardas) y moluscos mitílidos (choritos) sobre las rocas	47
Figura 8.13. Comparación de la riqueza de especies por grupo taxonómico de invertebrados de playa Pocitos Ancón y puntos blancos	48
Figura 8.14. Comparación de la abundancia de invertebrados dentro de las matrices de mitílidos de la orilla rocosa de playa Pocitos Ancón y sitios blancos (playa Paraíso).....	49
Figura 8.15. Dendograma de clasificación para la composición de especies en playa Pocitos Ancón y playas blancos (BrSP-1, BrE-1)	50



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 8.16. Ordenación multidimensional (nMDs) para la composición de especies en playa Pocitos Ancón y playas blancos (BrSP-1, BrE-1)	51
Figura 8.17. Vista interior de las valvas del mitilidos <i>Perumytilus purpuratus</i> , conteniendo hidrocarburos de petróleo, registrado en el punto POC-HB-R1	52

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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.

El 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 resolución², 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 del 25 de febrero de 2022 y el Memorando N.º 480-2022-OEFA/DSEM del 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 el 15 y 24 de enero de 2022.

¹ Buque de bandera italiana.

² Resolución Ministerial N.º 021-2022-MINAM, «Declaran en emergencia ambiental área geográfica que comprende la zona marina costera y aprueban Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para la atención de la emergencia ambiental», con fecha 21 de enero de 2022.



La verificación de limpieza de playas (como Acciones de Primera Respuesta)³, fue atendida mediante una evaluación ambiental de causalidad (EAC)⁴ que fue realizada en el marco de la función evaluadora, con la finalidad de verificar el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 66⁵ del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos - RPAAH, aprobado por Decreto Supremo N.º 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.3⁶, 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 el 18, 21 y 23 de junio de 2022, donde el presente documento forma parte del informe de evaluación ambiental de causalidad en la playa Pocitos Ancón (en adelante, informe de EAC en la playa Pocitos Ancón), que tuvo como objetivo verificar la limpieza de la zona marino-costera de la playa Pocitos Ancón. La evaluación de la calidad ambiental a nivel intermareal del agua superficial de mar, sedimento⁷ (arena de playa) y el estado de la comunidad de macrobentos, consideró la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA) vigentes, los niveles de fondo (NF) y niveles de referencia (NR)⁸ 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

³ 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.»

⁴ 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.»

⁵ 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.»

⁶ 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.»

⁷ Según el «Glosario de Términos de Sitios Impactados» publicado por MINAM el 30 de abril de 2016 en <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.»

⁸ Informe N.º 00076-2022-OEFA/DEAM-STE. «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 playa Pocitos Ancón).

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección De Evaluación
AmbientalDecenio 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

precisado. Asimismo, se realizó la identificación de focos potenciales de contaminación según indicadores establecidos por el OEFA en áreas donde, por sus condiciones, no fue posible realizar muestreos (orillas rocosas).

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*⁹, en las instalaciones del Terminal Multiboyas N.º 2, de la Refinería La Pampilla, ubicado en el distrito 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 Focal¹⁰ 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 Seguimiento¹¹ 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 Seguimiento¹², realizada 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.º 00299-2022-OEFA/DSEM de 25 de febrero de 2022, el Memorando N.º 480-2022-OEFA/DSEM de 24 de marzo de 2022 y Memorando N.º 00658-2022-OEFA/DSEM de 26

⁹ Buque de bandera italiana.

¹⁰ 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.

¹¹ 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.

¹² 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.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección De Evaluación
AmbientalDecenio 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

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.º 2 de Refinería La Pampilla, ocurrido el 15 y 24 de enero 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, carta RLP-GSCMA-155-2022, del 15 de febrero de 2022, carta RLP-GSCMA-213-2022 del 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, carta RLP-GSCMA-423-2022 del 25 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-426-2022 del 25 de marzo de 2022, carta RLP-GSCMA-490-2022 del 06 de abril de 2022 y carta RLP-GSCMA-515-2022, del 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 Santa Rosa Chica.

En atención a lo solicitado, la Subdirección Técnica Científica realizó la presente evaluación ambiental para verificar la limpieza de la zona marino-costera y el estado de la comunidad de macrobentos en la playa Pocitos Ancón.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Realizar la evaluación ambiental (agua superficial de mar, arena de playa, orillas rocosas y el estado de la comunidad de macrobentos) a nivel intermareal en la playa Pocitos Ancón, a fin de verificar la ausencia de hidrocarburos, según la evaluación del administrado Refinería La Pampilla S.A.A., como parte de las acciones de primera respuesta por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero de 2022.

4. ÁREA DE ESTUDIO

La playa Pocitos Ancón se ubica en el distrito de Ancón, provincia de Lima y departamento de Lima. Perteneció a la «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos», 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 de la playa Pocitos Ancón, la cual tiene una extensión de 1,407 km desde su punto de inicio (E 263327, N 8699315) hasta su punto final (E 263413, N 8700444); y, se ejecutó la verificación de presencia de hidrocarburos en zonas rocosas en la zona marino-costera en la playa en mención, cuyas áreas evaluadas se encontraron distribuidas en casi toda la extensión de la playa señalada; tal como se visualiza en la Figura 4.1.



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

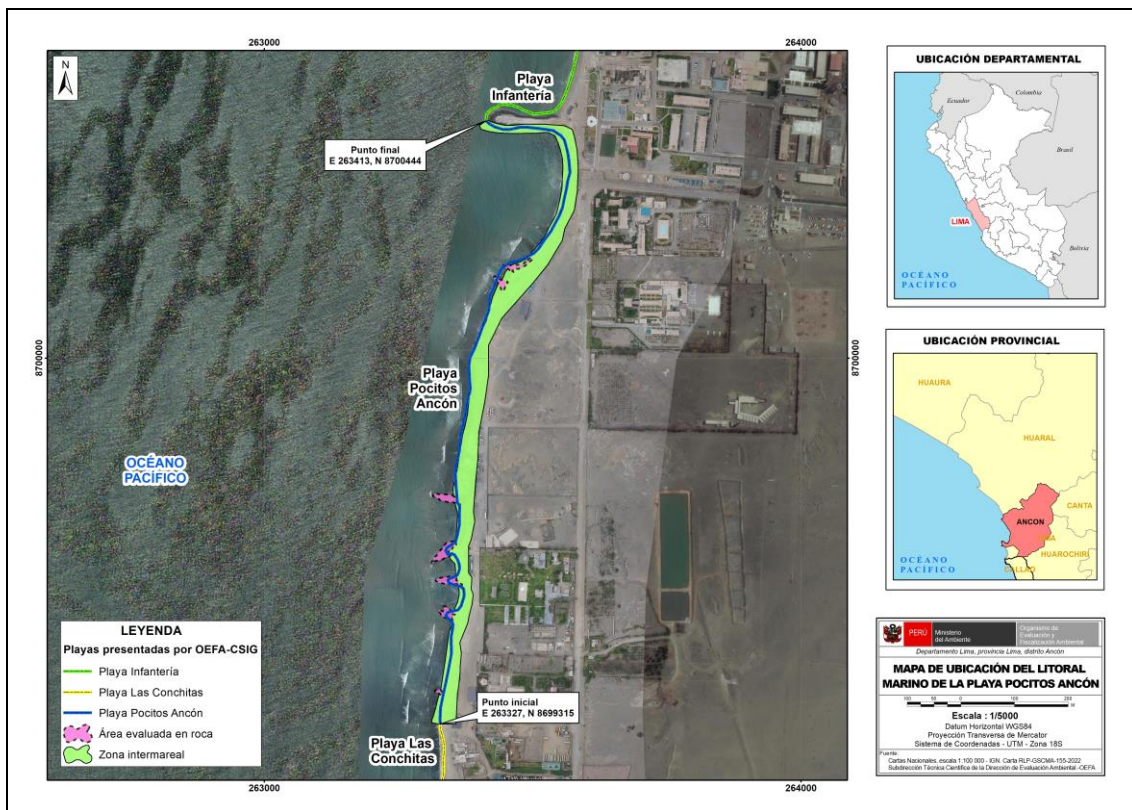


Figura 4.1. Mapa de ubicación del litoral marino y de áreas evaluadas en roca en la playa Pocitos Ancón

Fuente: CSIG-OEFA, 2022.

5. MODELO CONCEPTUAL

La Figura 5.1 presenta el modelo conceptual de la evaluación ambiental realizada en la playa Pocitos Ancón, afectada por el derrame de petróleo crudo.

Se evaluó la línea litoral en la playa Pocitos Ancón, considerando el ambiente intermareal (orilla rocosa). Los componentes físicos evaluados fueron agua superficial de mar, sedimento (arena de playa), mediante muestreos a pie a lo largo de la orilla; así también, la evaluación hidrobiológica se realizó con muestreos sobre modelos de zonación en la zona intermareal.

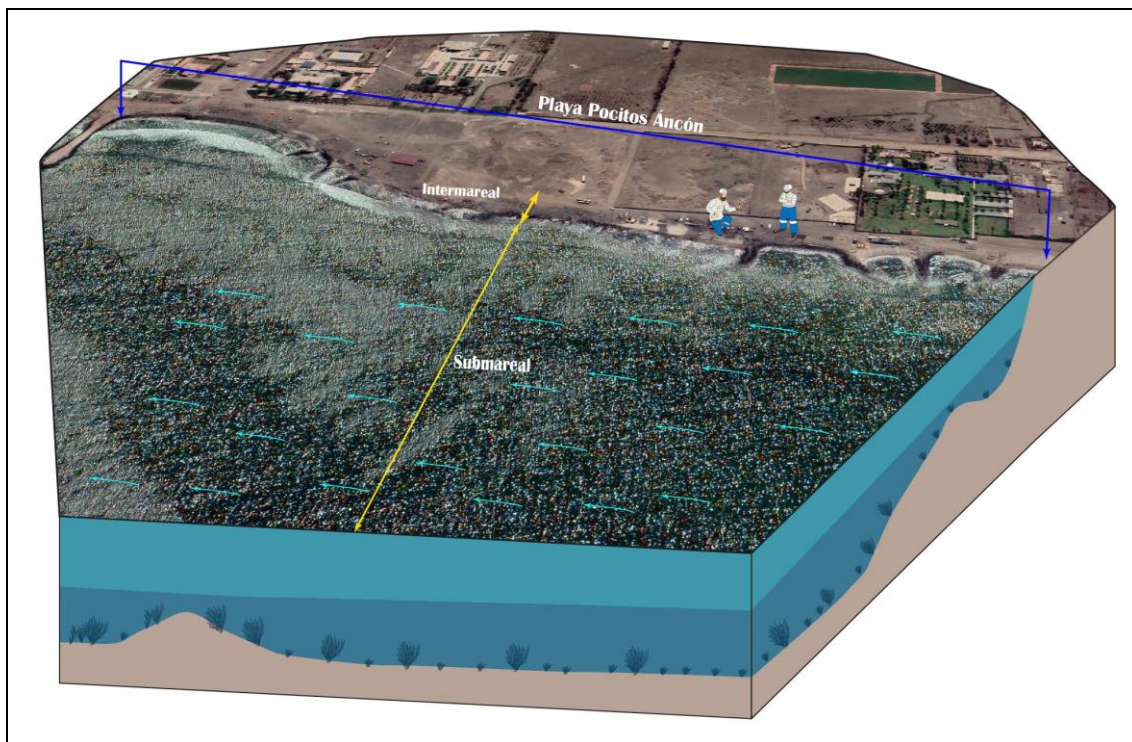


Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación ambiental realizada en la playa Pocitos Ancón

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 de mar, sedimento (arena de playa), áreas rocosas y comunidades hidrobiológicas en la zona marino-costera de la playa Pocitos Ancón.

6.1. Guías utilizadas para la evaluación

Las guías (incluyéndose los protocolos, manuales y procedimientos) para el muestreo de agua superficial de mar, sedimento (arena de playa) y comunidades hidrobiológicas 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

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

Componentes ambientales	Guía/Protocolo/Manual/Procedimiento	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Sedimento (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 (<i>Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: technical manual, 2001</i>)	Capítulo 4	No aplica	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Estados Unidos
	Procedimiento de Operación Estándar – <i>Standard Operating Procedure</i> (SOP). #EH-02, Muestreo de Sedimento, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, adaptado del ERT/EAC SOP # 2016	Capítulo 11	No aplica	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Estados Unidos
	<i>NOAA. Shoreline Assessment Manual 4ta Edition</i>	<i>5. Shoreline Assessment Process and Activities</i>	No aplica	<i>Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. (NOAA)</i>	Estados Unidos
Comunidades hidrobiológicas	<i>Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater</i>	<i>10500 – B. Benthic macroinvertebrates Sample Collection</i>	No aplica	<i>American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation (APHA/AWWA/WEF)</i>	Estados Unidos

La evaluación de orillas rocosas para la identificación de 7 focos potenciales de contaminación, se realizó mediante el empleo de la «Ficha de verificación de presencia de

hidrocarburos en sedimento grava y afloramientos marinos» (ver Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón), para recoger la información mediante observación organoléptica y evaluación del entorno.

6.2. Ubicación de puntos de muestreo

La calidad del agua superficial de mar de la playa Pocitos Ancón fue evaluada en un total de 7 puntos de muestreo distribuidos en toda la playa, a una distancia aproximada de entre 100 m y 210 m entre un punto y otro, para la caracterización espacial del agua superficial de mar a nivel intermareal (Figura 6.1).



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

En la zona intermareal se muestrearon 14 puntos de sedimento (arena de playa) en la playa Pocitos Ancón (ver 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-STEAC, considerando un muestreo con profundidades que variaron de 0 a 10 cm, para los cuales se analizaron Hidrocarburos Totales del Petróleo (C₆-C₄₀), así como las 3 fracciones de hidrocarburos presentes según la composición de cadenas carbonadas, fracción corta F₁ (C₆-C₁₀), fracción media F₂ (C₁₀-C₂₈) y fracción F₃ de cadena larga (C₂₈-C₄₀); Hidrocarburos



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

Policíclicos Aromáticos (HAPs), metales totales y análisis granulométrico en compósitos para caracterizar la playa.

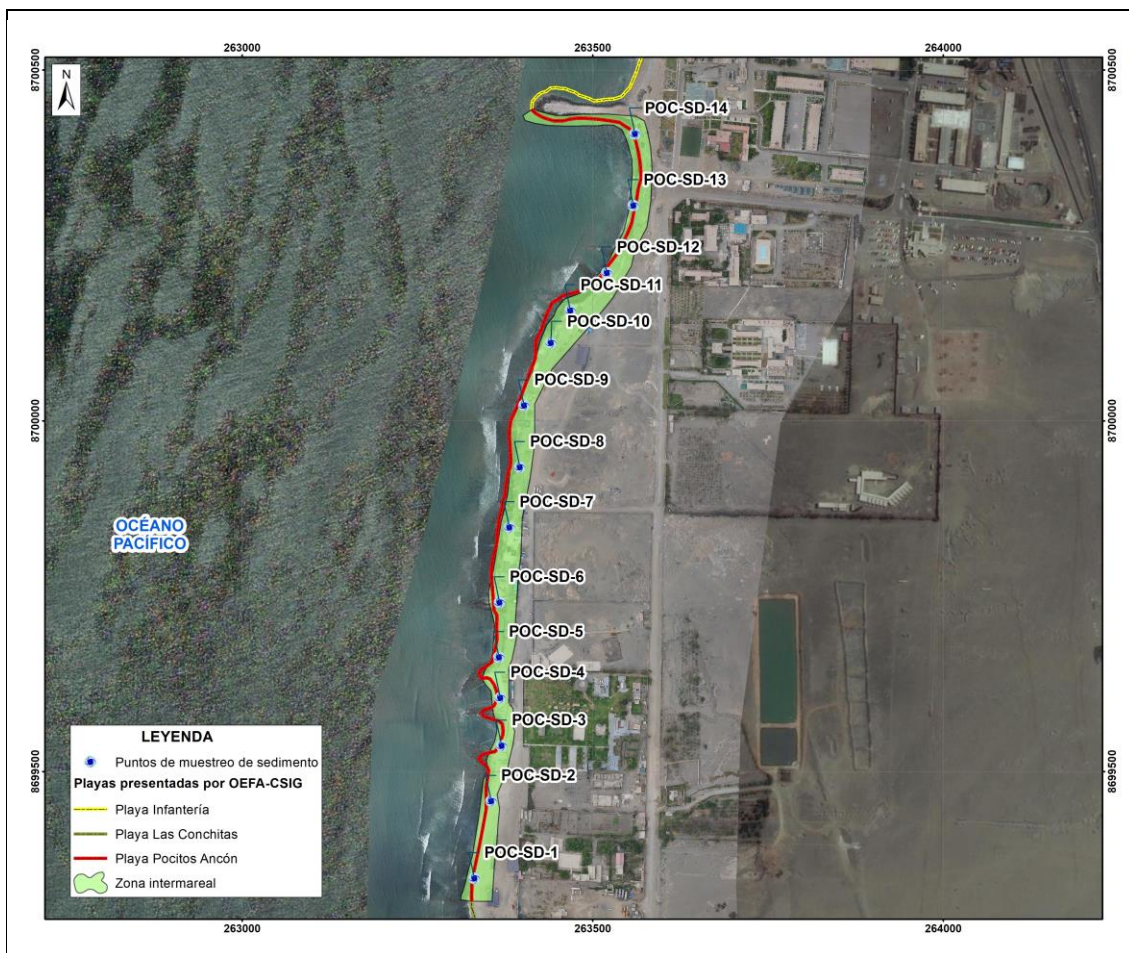


Figura 6.2. Puntos de muestreo de sedimento (arena de playa) intermareal en la playa Pocitos Ancón

En orillas rocosas, donde no fue posible obtener muestras de sedimento, se realizó la verificación para la identificación de focos potenciales de contaminación, tal como se observa en la Figura 6.3.

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 6.3. Puntos de verificación en orillas rocosas a nivel intermareal en la playa Pocitos Ancón

Respecto al componente hidrobiológico, se evaluaron un total de 5 puntos en la zona intermareal de orilla rocosa en la playa Pocitos Ancón, tal como se muestra en la Figura 6.4. Asimismo, se evaluaron 2 puntos blancos ubicados en la playa Paraíso, donde la ubicación de dichos puntos se muestra en el reporte de campo de playas blanco (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón).

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 6.4. Puntos de muestreo de hidrobiología a nivel intermareal en la playa Pocitos 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 Pocitos Ancón.

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

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	POC-AS-1	263342	8699446	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 150 m al norte de la playa Conchitas
2	POC-AS-2	263356	8699615	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 170 m al norte del punto POC-AS-1
3	POC-AS-3	263359	8699693	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 100 m al norte del punto POC-AS-2
4	POC-AS-4	263367	8699815	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 120 m al norte del punto POC-AS-3

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
5	POC-AS-5	263387	8699922	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 110 m al norte del punto POC-AS-4
6	POC-AS-6	263437	8700127	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 210 m al noreste del punto POC-AS-5
7	POC-AS-7	263526	8700248	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 150 m al noreste del punto POC-AS-6

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

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	POC-SD-1	263331	8699348	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 0,20 km al norte de playa Las Conchitas.
2	POC-SD-2	263355	8699458	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 0,30 km al norte de playa Las Conchitas.
3	POC-SD-3	263370	8699537	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 0,40 km al norte de Playa Las Conchitas.
4	POC-SD-4	263368	8699605	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 0,50 km al norte de playa Las Conchitas.
5	POC-SD-5	263366	8699663	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 0,58 km al norte de playa Las Conchitas.
6	POC-SD-6	263367	8699741	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 0,60 km al norte de playa Las Conchitas.
7	POC-SD-7	263381	8699848	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 0,70 km al norte de playa Las Conchitas.
8	POC-SD-8	263396	8699934	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 540 m al noroeste de la Estación Naval Ancón.
9	POC-SD-9	263402	8700022	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 600 m al noroeste de la Estación Naval Ancón y aprox. a 90 m al noreste del punto POC-SD-8.
10	POC-SD-10	263440	8700111	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 640 m al noroeste de la Estación Naval Ancón y aprox. a 100 m al noreste del punto POC-SD-9.
11	POC-SD-11*	263468	8700157	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 520 m al suroeste de la Base Naval de Infantería de Marina y aprox. a 55 m al noreste del punto POC-SD-10.
12	POC-SD-12*	263520	8700211	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 440 m al suroeste de la Base Naval de Infantería de Marina y aprox. a 75 m al noreste del punto POC-SD-11.
13	POC-SD-13*	263558	8700307	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 350 m al suroeste de la Base Naval de Infantería de Marina y aprox. a 100 m al noreste del punto POC-SD-12.
14	POC-SD-14*	263560	8700409	0	Ubicado en la playa Pocitos, aprox. a 290 m al suroeste de la Base Naval de Infantería de Marina y aprox. a 100 m al noreste del punto POC-SD-13.

*: Se actualizó las descripciones de los puntos de muestreo POC-SD-11, POC-SD-12, POC-SD-13 y POC-SD-14, con respecto a las detalladas en el Reporte de campo N.º RC-085-2022-STEC (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón)

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

La Tabla 6.4 presenta la ubicación de las áreas evaluadas para la identificación de focos potenciales de contaminación distribuidas en casi toda la extensión de la playa Pocitos Ancón.

Tabla 6.4. Ubicación del punto de verificación en orilla rocosa para la identificación de focos potenciales de contaminación en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón

N.º	Código*	Hora	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Sustrato	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
1	POC-R1	10:10	263336	8699738	0	Bloques y cantos rodados	Área ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-6 y aproximadamente a 100 m en dirección noreste de la Estación Naval de Ancón. Zona rocosa (espigón).
2	POC-R2	10:40	263343	8699646	0	Bloques y cantos rodados	Área ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-5, y aproximadamente a 50 m al este de la Estación Naval de Ancón. Zona rocosa (espigón)
3	POC-R3	11:05	263344	8699584	0	Bloques y cantos rodados	Área ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-4, zona rocosa (espigón).
4	POC-R4	11:30	263347	8699522	0	Rocoso	Área ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-3, zona rocosa (espigón)
5	POC-R5	12:15	263325	8699373	0	Bloques y cantos rodados	Área ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-1, zona rocosa (espigón).
6	POC-R6	13:10	263448	8700136	0	Bloques y cantos rodados	Área ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-11, zona rocosa (espigón).
7	POC-R7	13:30	263470	8700169	0	Bloques y cantos rodados	Área ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-11, zona rocosa (espigón).

*El código representa a un punto de verificación del área evaluada

En la Tabla 6.5 y 6.6 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo del componente hidrobiológico en la playa Pocitos Ancón y de los puntos blancos (Paraíso), respectivamente.

Tabla 6.5. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	POC-HB-R1	263353	8699514	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 210 m al norte de la playa Conchitas.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
2	POC-HB-R2	263351	8699737	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 220 m al norte del punto POC-HB-R1.
3	POC-HB-R3	263381	8699870	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 140 m al norte del punto POC-HB-R2.
4	POC-HB-R4	263467	8700167	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 300 m al norte del punto POC-HB-R3.
5	POC-HB-R5	263521	8700439	0	Ubicado en la playa Pocitos Ancón, aproximadamente a 280 m al norte del punto POC-HB-R4.

Tabla 6.6. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos en la zona intermareal de las playas control (puntos blanco)

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	BrE-1	213900	8758875	0	Ubicado en la playa Paraíso, aproximadamente a 0,49 km al este del punto BP-1 y 1,5 km del humedal Paraíso.
2	BrSP-1	213952	8758835	0	Ubicado en la playa Paraíso, aproximadamente a 60 m al sureste del punto BrE-1.

6.3. Parámetros y métodos de análisis

En la Tabla 6.7 se presentan los parámetros y métodos de ensayo considerados para la evaluación del estado de calidad del agua superficial de mar, sedimento (arena de playa) e hidrobiología en la playa Pocitos Ancón.

Tabla 6.7. Parámetros evaluados en agua superficial de mar, sedimentos (arena de playa) e hidrobiología

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
Agua salina	Agua superficial de mar – Zona Intermareal	Hidrocarburos totales de petróleo (C ₆ -C ₄₀)	7	EPA Method 8015C, Rev.3. 2007.	ALAB E.I.R.L.
		Hidrocarburos totales de petróleo (fracción aromática)	7	EPA Method 8270E / Rev.6 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	7	EPA Method 8270E / Rev.6 2018.	

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
		Aceites y grasas	7	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, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Uranio, Vanadio y Zinc)	7	EPA Method 200.8 Revision 5.4, 1994 / VALIDATED (Applied out of reach), 2020.	
		BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, m+p Xileno, Xileno, Xilenos)	7	EPA Method 8015C Rev. 3, 2007 / EPA Method 5021A Rev. 2, 2014.	
Sedimento	Arena de playa – Zona Intermareal	Hidrocarburos totales de petróleo (fracciones F ₁ , F ₂ y F ₃)	14	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	AGQ Perú S.A.C.
		Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, 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	14	EPA Method 8270E Rev.6 (2018)	
		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)	14	EPA Method 3050 B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B. Rev.2 (2014) VAL	
		Análisis granulométrico	2	ASTM D422-63 (Reapproved 2007)	ALS LS Perú S.A.C.
Hidrobiología	Hidrobiología – Zona Intermareal	Macrobenetos (macroinvertebrados bentónicos)	5	SMEWW 10500 C (parte 2) SMEWW 10900	Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (OTEC) del OEFA

Fuente: Informes de ensayo (Anexo N.º 4 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón)

Agua Superficial de mar:

Informe de ensayo: IE-22-10206, IE-22-10207, IE-22-10208 y IE-22-10213 emitidos por ALAB E.I.R.L.

Sedimento:

Informes de ensayo: S-22/034967, S-22/035811, S-22/035850, SAA-22/00800, SAA-22/00801, SAA-22/00804 y SAA-22/00805 emitidos por AGQ Perú S.A.C. / Informe de ensayo: 43636/2022 emitido por ALS LS Perú S.A.C.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

Hidrobiología

Informes de ensayo: 271-2022-OEFA/OTEC, 272-2022-OEFA/OTEC, 284-2022-OEFA/OTEC, 289-2022-OEFA/OTEC emitidos por Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (OTEC) del OEFA

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 los Reportes de campo N.º RC-085-2022-STECC y RC-086-2022-STECC.

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 N.º 5: Resultados de laboratorio sistematizados del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón, estos fueron digitalizados y sistematizados en una base de datos, consignando la información recogida por cada punto de muestreo. Los valores de los parámetros evaluados se compararon e identificaron 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).

Se realizó un análisis exploratorio y estructural de los datos de manera que se identificaron los valores extremos de las concentraciones, la distribución normal de las concentraciones o su normalización mediante transformaciones (logarítmicas, box-cox, entre otras), la evaluación de la distribución de las variables y su posible correlación¹³.

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 con los puntos muestreados en la playa Pocitos Ancón. Esta interpolación fue realizada con fines de visualización de las concentraciones de hidrocarburos en la playa en mención.

En el caso de los datos biológicos, para la evaluación de macrobentos de orilla rocosa, se elaboraron figuras de abundancias de individuos en cada punto de muestreo, considerando las réplicas correspondientes para cada punto. La evaluación comunitaria del macrobentos se realizó sobre los hábitats intermareales del tipo de orilla rocosa, específicamente sobre la franja mediolitoral definida según el esquema de zonación de orilla rocosa propuesto para el departamento de Lima (Paredes, 1974); adicionalmente, la composición de grupos taxonómicos de cada punto fueron representados mediante dendogramas de clasificación (Cluster) y métodos de ordenación multivariada (nMDS), calculando para ello el índice de Similitud de Bray – Curtis a partir de los datos de abundancia.

6.6. Criterios de evaluación

La clasificación de la playa Pocitos Ancón, según la «Clasificación del cuerpo de agua marino-costero» aprobado mediante la Resolución Jefatural N.º 030-2016-ANA corresponde a la «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas

¹³

Giraldo-Henao, R. 2002. Introducción a la geoestadística teórica y aplicada. Bogotá: Departamento estadística universidad nacional.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección De Evaluación
AmbientalDecenio 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

costeros y marinos» (en adelante Cat.4 E3). Por lo tanto, los resultados obtenidos de agua superficial de mar en la zona intermareal se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua vigentes, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM (en adelante, ECA para agua (2017)).

Referencialmente, se emplearon los ECA de la «Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, Subcategoría C3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras» (en adelante, Cat.2 C3) y «Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación - Contacto Primario» (en adelante, Cat.1 B1), para comparar los resultados de parámetros de interés¹⁴ que la categoría Cat.4 E3 no incluía (ver Tabla 6.8).

Los resultados del análisis de sedimentos se compararon con los valores de nivel de fondo de Hidrocarburos Totales de Petróleo, fracciones F1, F2 y F3, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) y metales totales determinados para sedimento intermareal (arena de playa) que fueron establecidos en zonas «blanco»: playa Chorrillos (distrito Huacho, provincia Huaura) y las playas Agua Dulce (distrito Chorrillos) y Las Sombrillas (distrito Barranco), provincia Lima, detallados en el Informe N.º 00076-2022-OEFA/DEAM-STE, con asunto «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», aprobado el 09 de mayo de 2022.

En la Tabla 6.8 se detallan los valores de comparación de los parámetros evaluados en los componentes agua superficial de mar y sedimento (arena de playa).

Tabla 6.8. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) en ambiente intermareal, según los ECA vigentes y niveles de fondo de las zonas blanco

En ambiente intermareal, según las ECA vigentes y niveles de fondo de las Zonas Síntesis					
Componente	Parámetro		Unidad	ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	Nivel de Fondo
				Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos	
				Zona Intermareal	
Agua superficial de mar	Aceites y grasas		mg/L	5,0	-
	TPH		mg/L	0,5	-
	TPH (Fracción aromática)		mg/L	0,01*	-
	BTEX	Benceno	mg/L	0,05	-
	PAH	Benzo(a)pireno	mg/L	0,0001	-
		Antraceno	mg/L	0,0004	-
		Fluoranteno	mg/L	0,001	-
	Metales Totales	Níquel	mg/L	0,082	-
		Vanadio	mg/L	0,1**	-
Sedimento	TPH (C ₆ -C ₄₀)		mg/kg PS	-	<0,30
		Acenafteno	mg/kg PS	-	< 0,005

14

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, Tabla I facilitada por REPSOL; información remitida por la DSEM del OEFA.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

Componente	Parámetro		Unidad	ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	Nivel de Fondo
				Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos	
				Zona Intermareal	
	Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs)	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
		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
		Níquel	mg/kg PS	-	3,64
		Plomo	mg/kg PS	-	7,56
		Potasio	mg/kg PS	-	1007
		Selenio	mg/kg PS	-	1,79

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

Componente	Parámetro		Unidad	ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	Nivel de Fondo
				Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos	
				Zona Intermareal	
		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 de los ECA para agua (2017) de la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, Subcategoría C3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras.

** Se incluyeron referencialmente los valores de los ECA para agua (2017) de la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación, B1: Contacto primario.

Los resultados obtenidos en el componente de hidrobiología en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, fueron comparados con los obtenidos en los puntos de muestreo de las zonas blanco ubicados al norte, en la playa Paraíso (distrito Huacho, provincia Huaura, departamento Lima).

Para la elección de puntos blancos se eligió playas que formen parte de un mismo ecosistema que mantenga condiciones ambientales macroecológicas similares, tales como la temperatura superficial del mar, la latitud, distribución de especies, productividad primaria, entre otros, los cuales previamente fueron utilizados por estudios que definen a toda la región Lima como parte de una sola unidad biogeográfica (Spalding et al., 2007, Ibanez-Erquiaga et al., 2018, Moreno et al., 2021). De acuerdo con ello, los puntos blancos y todas las playas verificadas se ubican dentro de la ecorregión Humboldtiana (Spalding et al., 2007). Otro criterio útil es la disponibilidad de información previa de otros estudios que documentan el comportamiento y estado de las comunidades biológicas evaluadas en estas áreas o cercanas a las playas blanco (Paredes, 1974; Paredes et al., 1999).

Para la evaluación de zonas rocosas se tomó en cuenta la información recogida en la «Ficha de verificación de presencia de hidrocarburos en sedimento grava y afloramientos marinos» (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón), mediante observaciones organolépticas y evaluación del entorno; se usó un diseño de verificación de tipo razonado, que tomó en cuenta las pautas establecidas para su determinación como «foco potencial de contaminación», según los criterios para su priorización y validación basado en la Guía orientativa para la Caracterización y ponderación de focos potenciales de contaminación de la Guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos en el marco del Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM.

7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de muestreos de calidad de agua superficial de mar, sedimento (arena de playa) y orillas rocosas, en la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón realizados el 18 y 23 de junio de 2022. También se presentan los resultados de la



evaluación de la comunidad de macrobentos, en la zona intermareal de la playa en mención realizada el 21 y 23 de junio de 2022.

7.1. Agua superficial de mar

Los resultados de las mediciones en campo y parámetros fisicoquímicos en el agua superficial de mar de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, se detallan en el Anexo N.º 5 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón.

Parámetros de campo

En todos los puntos de muestreo de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, los valores de potencial de hidrógeno (pH) y oxígeno disuelto (O.D.) cumplieron con los ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3 (Tabla 7.1). El potencial de hidrógeno se encontró entre 7,74 unidades de pH y 7,93 unidades de pH, el oxígeno disuelto presentó una media de 8,33 mg/L mayor a 4 mg/L establecido por el ECA en mención. La conductividad eléctrica estuvo entre 47,5 mS/cm y 48,1 mS/cm.

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

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo		Parámetros			
		Fecha	Hora	Temperatura (°C)	pH (unidad de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad (mS/cm)
1	POC-AS-1	18/06/2022	09:15	16,2	7,76	8,22	47,6
2	POC-AS-2	18/06/2022	09:40	16	7,74	7,93	48
3	POC-AS-3	18/06/2022	10:05	16,2	7,76	8,4	48,1
4	POC-AS-4	18/06/2022	10:30	16,4	7,81	8,65	47,9
5	POC-AS-5	18/06/2022	10:50	16,3	7,93	8,49	48
6	POC-AS-6	18/06/2022	11:15	16,8	7,83	8,39	47,8
7	POC-AS-7	18/06/2022	11:40	17,1	7,82	8,25	47,5
Estándares de Calidad Ambiental para Agua Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM			Cat.4 E3	-	6,8 a 8,5	≥ 4	-

Fuente: RC-085-2022-STEC (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón)

Parámetros fisicoquímicos

Aceites y grasas

Los resultados analíticos de aceites y grasas en agua de mar de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón reportaron valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. <0,50 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3 (5 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 zona intermareal de la playa Pocitos Ancón se reportaron valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. <0,0100 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3 (0,5 mg/L).



BTEX (Benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos)

El análisis de BTEX (benceno, etilbenceno, m+p xileno, o xileno, xilenos y tolueno) en agua superficial de mar de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, reportó valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. <0,0050 mg/L (benceno, etilbenceno, m+p xileno, o xileno y tolueno) y L.C.M. <0,0089 (xilenos) en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3 para Benceno (0,05 mg/L), único parámetro del grupo de BTEX que contempla dicha categoría.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)

Se analizaron un grupo de 18 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's)¹⁵ en agua superficial de mar de la zona intermareal en la playa Pocitos 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 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 para agua (2017) en mención.

Hidrocarburos totales del petróleo (fracción aromática)

Los resultados de fracción aromática de los hidrocarburos totales del petróleo en agua superficial de mar de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, fueron menores al límite de cuantificación <0,001800 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo referencialmente con el ECA para agua (2017) de la Cat.2 C3 (0,01 mg/L).

Metales totales

Se analizaron los valores de 32 metales totales en los 7 puntos de muestreo, en los cuales ninguno superó los ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3; excepto el boro que superó referencialmente el ECA para agua (2017) de la Cat.1 B1 (0,5 mg/L), en la totalidad de los puntos de muestreo. Entre los metales analizados se incluyeron al níquel y vanadio para su comparación con los ECA para agua (2017), debido a considerarse parámetros de interés¹⁶ para la evaluación.

La concentración de níquel (Ni) y vanadio (V) en las muestras colectadas de agua superficial de mar de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, en todos los puntos de muestreo se encontraron por debajo del límite de cuantificación (<0,0004 mg/L y <0,0003 mg/L, respectivamente), cumpliendo con los ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3 (Ni: 0,0082 mg/L) y, referencialmente, de la Cat.1 B1 (V: 0,1 mg/L) respectivamente.

¹⁵ 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), Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno(1,2,3,-cd)pireno, Naftaleno y Pireno.

¹⁶ Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por Relapasaa, 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).

Los resultados analíticos de todos los parámetros de las muestras colectadas de agua superficial de mar de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, se encuentran en el Anexo N.º 5 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón.

7.2. Sedimento (arena de playa)

Parámetros fisicoquímicos

Hidrocarburos totales del petróleo – TPH (C₆-C₄₀)

La determinación analítica en las muestras colectadas de sedimento (arena de playa), reportó presencia de hidrocarburos por encima del límite de cuantificación en 11 de 14 puntos de muestreo, ubicados en casi toda extensión de la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón y al norte de playa Las Conchitas (del POC-SD-2 al POC-SD-7) y al noroeste de la Estación Naval Ancón (POC-SD-8 y POC-SD-10) y al suroeste de la Base Naval de Infantería de Marina (POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14); además, en un punto de muestreo de réplica (POC-SD-1R). Por lo tanto, con concentraciones 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), tal como se muestra en la Figura 7.1.

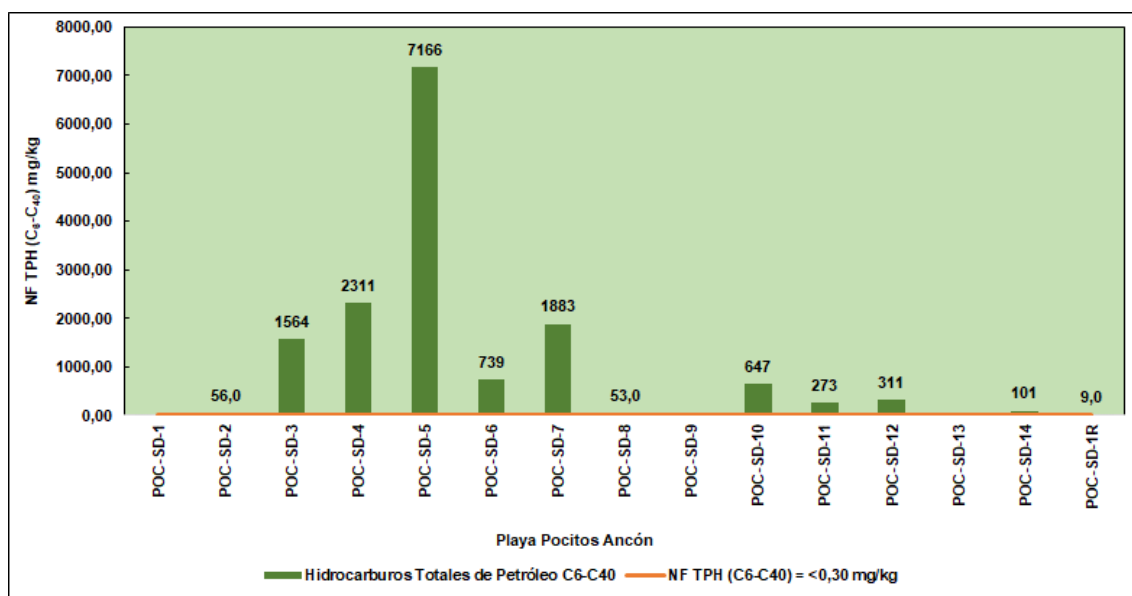


Figura 7.1. Concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (C₆-C₄₀) en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, comparadas con el NF_{TPH}

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 de la fracción 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).



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

Las concentraciones de las fracciones F_2 y F_3 superaron los NF_{TPH} ($<0,50$ mg/kg) y NR_{TPH} ($<0,50$ mg/kg) en los puntos de muestreo, ubicados en casi toda extensión de la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón (del POC-SD-2 al POC-SD-8, POC-SD-10, POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14), y en un punto de muestreo de réplica (POC-SD-1R, solo para la fracción F_3); tal como se muestran en las Figuras 7.2 y 7.3.

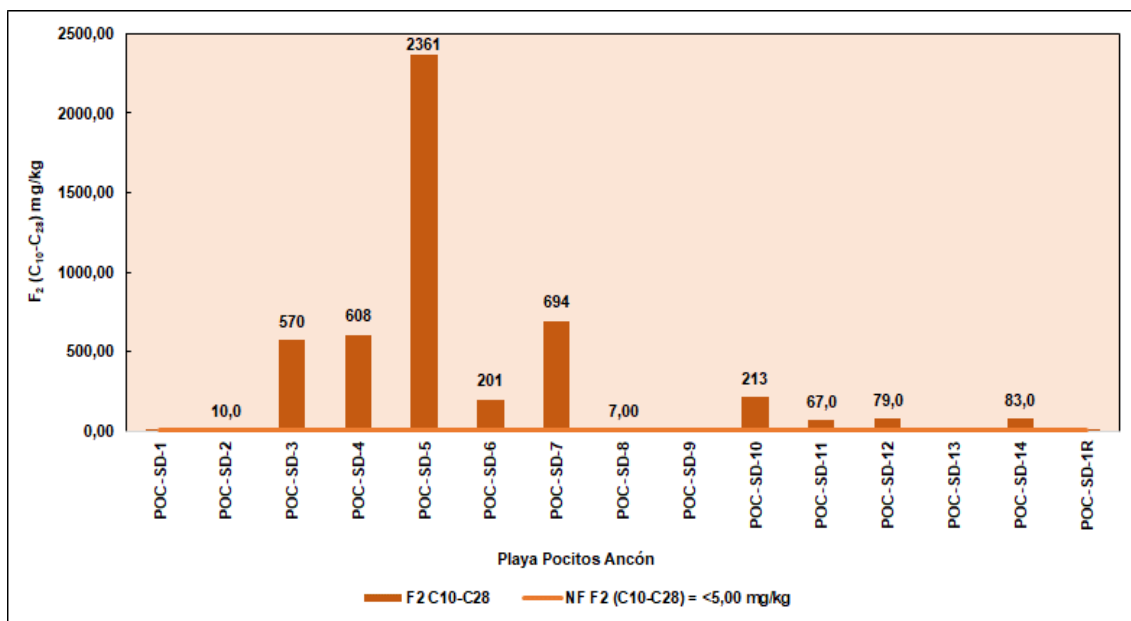


Figura 7.2. Fracción de hidrocarburos F_2 en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón

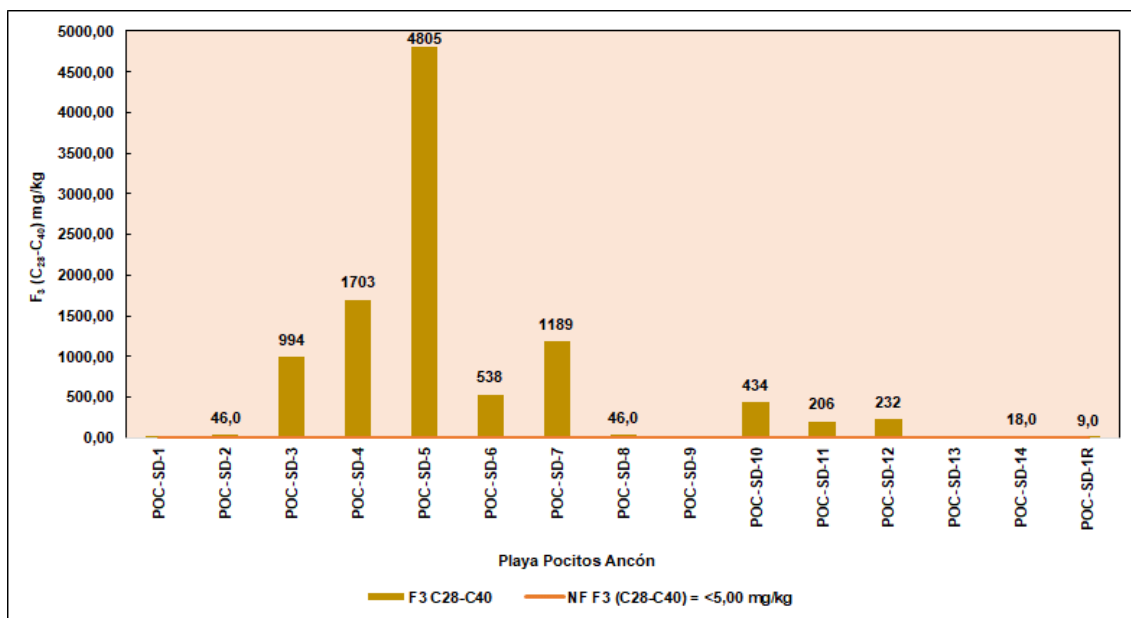


Figura 7.3. Fracción de hidrocarburos F_3 en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección De Evaluación
AmbientalDecenio 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**Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's)**

Se evaluaron las concentraciones de los 17 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), determinados en las muestras colectadas de sedimento (arena de playa) en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón. Los puntos de muestreo del POC-SD-2 al POC-SD-8, POC-SD-10, POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14, superaron los límites de cuantificación del método de análisis del laboratorio y a su vez superaron los NF y NR del Criseno (POC-SD-2 y POC-SD-8), del Acenafteno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Criseno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno y Pireno (POC-SD-3, POC-SD-5 y POC-SD-7), del Antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Criseno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno y Pireno (POC-SD-4), del Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Criseno, Fenantreno, Fluoranteno y Pireno (POC-SD-6), del Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Criseno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno y Pireno (POC-SD-10), del Benzo(b)fluoranteno, Criseno, Fenantreno y Pireno (POC-SD-11) y del Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Criseno, Fenantreno y Pireno (POC-SD-12). Los resultados se detallan en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón

Parámetro	Unidad	Punto de muestreo										Nivel de Fondo - NF (mg/kg)	Nivel de Referencia - NR (mg/kg)
		POC-SD-2	POC-SD-3	POC-SD-4	POC-SD-5	POC-SD-6	POC-SD-7	POC-SD-8	POC-SD-10	POC-SD-11	POC-SD-12		
Acenafteno	mg/kg PS	<0,005	0,018	<0,005	0,061	<0,005	0,024	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	mg/kg PS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	mg/kg PS	<0,005	0,057	0,048	0,116	<0,005	0,059	<0,005	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(a)antraceno	mg/kg PS	<0,005	0,081	<0,005	0,099	<0,005	0,082	<0,005	0,025	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(a)pireno	mg/kg PS	<0,005	0,022	<0,005	0,098	<0,005	0,027	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(b)fluoranteno	mg/kg PS	<0,005	0,091	0,112	0,408	0,047	0,098	<0,005	0,031	0,015	0,018	<0,005	<0,005
Benzo(e)pireno	mg/kg PS	<0,030	0,149	0,191	0,686	0,065	0,167	<0,030	0,054	<0,030	0,032	<0,030	<0,030
Benzo(g,h,i)perileno	mg/kg PS	<0,005	0,045	<0,005	0,158	0,021	0,044	<0,005	0,018	<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	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	mg/kg PS	0,014	0,476	0,388	1,83	0,119	0,524	0,009	0,122	0,047	0,071	<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	<0,0040	<0,0040	<0,0040
Fenantreno	mg/kg PS	<0,005	0,446	0,412	0,216	0,115	0,667	<0,005	0,129	0,013	0,035	<0,005	<0,005
Fluoranteno	mg/kg PS	<0,005	0,031	0,034	0,096	0,016	0,028	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	mg/kg PS	<0,005	0,058	0,012	0,12	<0,005	0,073	<0,005	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
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	<0,005	<0,005	<0,005
Naftaleno	mg/kg PS	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Pireno	mg/kg PS	<0,005	0,125	0,107	0,688	0,036	0,143	<0,005	0,037	0,012	0,018	<0,005	<0,005



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

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección De Evaluación
AmbientalDecenio 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

Metales totales

Se determinó un total de 30 metales totales en todos los puntos de muestreo, entre los cuales se incluyeron al cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, níquel, plomo, sodio 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 10 (del POC-SD-4 al POC-SD-11, y POC-SD13 y POC-SD-14) de los 14 puntos de muestreo, ubicados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, presentaron concentraciones de níquel superiores a los niveles de fondo o niveles de referencia (NF_{Ni}: 3,64 mg/kg y NR_{Ni}: 4,39 mg/kg); y para el caso de vanadio, 4 (POC-SD-4, POC-SD-5, POC-SD-8 y POC-SD-9) de los 14 puntos de muestreo, ubicados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, superaron los niveles de fondo o niveles de referencia (NF_V: 33,01 mg/kg y NR_V: 47,06 mg/kg), tal como se observa en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3. Concentraciones de metales totales en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón

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
POC-SD-1	0,12194	31958	5,9	1467	9140	2,88	5,392	1720	20
POC-SD-2	0,09053	57020	6,2	1589	7201	2,69	4,834	2229	19
POC-SD-3	0,07966	56991	7,5	1243	8386	3,31	12,2	2066	28
POC-SD-4	0,08231	109139	9,0	1422	8732	4,97	5,585	2700	36
POC-SD-5	0,21587	120108	19	1640	10835	6,36	11,9	3930	37
POC-SD-6	0,14521	69008	14	1543	7661	4,34	18,3	8175	24
POC-SD-7	0,13599	206340	23	1521	8203	7,21	4,542	4145	31
POC-SD-8	0,25801	67583	25	1731	13933	9,72	19,4	5127	56
POC-SD-9	0,13377	51839	9,8	1781	10615	4,69	5,235	2015	47
POC-SD-10	0,09975	31160	8,7	1403	8829	4,28	5,503	1691	30
POC-SD-11	0,12166	58638	6,9	1909	7857	3,88	5,25	2370	23
POC-SD-12	0,10702	45000	8,2	1760	9063	4,43	5,145	2092	28
POC-SD-13	0,08637	143880	24	601	10873	12,5	3,361	3618	32
POC-SD-14	<0,00080	173304	19	703	8760	8,01	3,647	3590	32
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 o nivel de referencia de cada elemento

¹⁷

Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por Relapasaa, 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 granulométrica fue evaluada con 2 muestras compósitos (POC-SD-COM1 y POC-SD-COM2) para caracterizar la playa Pocitos Ancón. Se reportó que el sedimento presentó predominancia de arena mayor al 91,8 % en la composición del sedimento intermareal, determinando una clase textural arenosa en toda la playa, siendo arena fina el tipo de material predominante.

7.3. Identificación de focos de contaminación

Los focos potenciales de contaminación o posibles fuentes secundarias comprenden los componentes ambientales afectados, advertidos mediante observaciones organolépticas y evaluación del entorno.

Se identificaron 7 focos potenciales de contaminación¹⁸ de una extensión aproximada entre 90 m² y 700 m², ubicados en casi toda la extensión rocosa sobresaliente de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, evaluados mediante un sondeo visual de la playa y alrededores, incidiendo en zonas rocosas de composición mixta (bloques y cantos rodados), mediante el uso de la «Ficha de verificación de presencia de hidrocarburos en sedimento grava y afloramientos marinos» (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón), que recogió la información mediante observaciones organolépticas en un diseño de verificación de tipo razonado.

Según las evidencias que se encuentran detalladas en las fichas en mención (Anexo N.º 3) y la Tabla 7.4 «Tabla de clasificación del nivel de evidencia» (utilizados como criterios de priorización y validación de sitios contaminados), se determinó un nivel «Confirmado», dado que se ha evidenciado presencia de hidrocarburos en fase libre¹⁹, además de observar organolépticamente manchas de hidrocarburos sobre las rocas con olor, coloración y textura característicos al frotis y raspado a nivel de la superficie de roca y sus intersticios en evidente proceso de degradación (POC-R1, POC-R2, POC-R6 y POC-R7, códigos que representan a un punto de verificación del área evaluada) e iridiscencia en el agua por contacto (POC-R3, código que representa a un punto de verificación del área evaluada) y superficies colonizadas por macroalgas y moluscos como *Echinolittorina peruviana* (POC-R4 y POC-R5, códigos que representan a un punto de verificación del área evaluada), y otras especies detalladas en el Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón y la sección 7.4. Hidrobiología.

¹⁸ Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM
Artículo 4.- Definiciones

(...)

4.9 Foco de contaminación. - Este término se denomina también «fuente secundaria de contaminación» o «hotspot», y comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales.

(...)

¹⁹ Según el Minam, se denomina hidrocarburo de fase libre o «producto libre» y describe la presencia de sustancias no acuosas que se caracterizan por no formar mezclas con el agua o el suelo. Se utiliza frecuentemente para contaminaciones con hidrocarburos que flotan sobre un espejo de agua o que son visibles en la superficie del suelo». Decreto Supremo N.º 012-2017-MINAM, Aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados, aprobado el 02 de febrero de 2017.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

Tabla 7.4. Clasificación según nivel de evidencia de focos potenciales

Nivel de evidencia	Descripción
Confirmado +++	Se ha observado presencia de hidrocarburos en fase libre en los componentes evaluados.
Probable ++	Se ha observado presencia de hidrocarburos (color, iridiscencia, manchas) en los componentes evaluados. Se tiene información analítica histórica que supera los ECA o normas referenciales.
Posible +/-	Se percibió organolépticamente olores a hidrocarburos en los componentes evaluados
Sin evidencia / no confirmado	No se evidenció a nivel organoléptico ninguna afectación, sin embargo, se tiene información referencial de impactos.

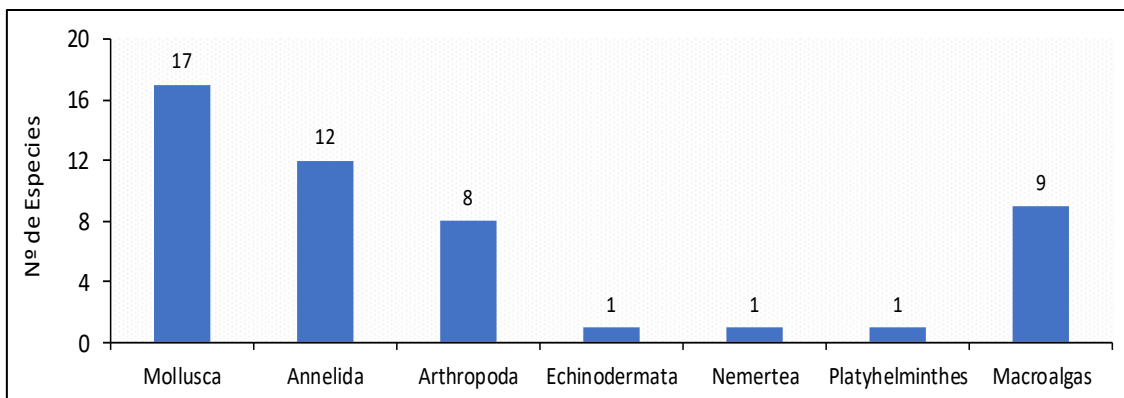
Fuente: DEAM/SSIM, basado en la Guía orientativa para la Caracterización y ponderación de focos potenciales de contaminación de la Guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos en el marco del Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM.

7.4. Hidrobiología

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del componente de hidrobiología correspondiente a la zona intermareal de orilla rocosa de la playa Pocitos Ancón.

7.4.1. Análisis comunitario

Se identificaron un total de 40 especies de invertebrados macrobentónicos (macrobentos) en el intermareal rocoso de playa Pocitos Ancón, los cuales estuvieron distribuidos en 6 grupos taxonómicos mayores (Figura 7.4). El phylum Mollusca fue el grupo con mayor riqueza, con un total de 17 especies que representaron el 42,5 % de la riqueza global de invertebrados; los poliquetos (Phylum Annelida) fueron el segundo grupo con mayor riqueza (12 especies), seguido por el phylum Arthropoda (8 especies), conformado por pequeños crustáceos como anfípodos, cirrípedos e isópodos; mientras que los grupos Echinodermata, Nemertea y Platyhelminthes estuvieron representados por una sola especie en cada caso. Se identificaron un total de 9 especies de macroalgas, incluyendo 4 Chlorophytas (*Ulva* sp., *Chaetomorpha* sp., *Cladophora* sp., *Bryopsis plumosa*) y 5 Rhodophytas (*Chondracanthus chamosoi*, *Asterfilloopsis* sp., *Gelidium* sp., *Symphyocladia dendroidea*, *Neorubra decipiens*).

**Figura 7.4.** Riqueza de especies por grupo taxonómico de la comunidad de macrobentos y macroalgas de orilla rocosa en playa Pocitos Ancón

El punto POC-HB-R1 reunió la mayor riqueza de especies en playa Pocitos Ancón, con 34 especies de invertebrados y 5 especies de macroalgas. Los mitilidos fueron el grupo predominante en este punto, dominado principalmente de *Perumytilus purpuratus* (1467,3 Ind/0,0625 m²) y, en menor proporción, por *Semimytilus algosus* (155,67 Ind/0,0625 m²), entre los invertebrados más abundantes se registraron al cirrípedo *Jehlius cirratus* (354 Ind/0,0625 m²), el crustáceo Tanaidacea (40 Ind/0,0625 m²) y el bivalvo *Carditella* sp. (21 Ind/0,0625 m²), tal como se visualiza en la Figura 7.5.

Muy por debajo de la riqueza observada en POC-HB-R1, se encontraron los puntos POC-HB-R2 y POC-HB-R5 con 11 especies en cada caso, seguido por POC-HB-R4 (8 especies); y finalmente POC-HB-R3, donde solo se registraron 5 especies de invertebrados y una sola especie de macroalga. En los casos en que los mitilidos no fueron el componente predominante, se observó una mayor contribución del cirrípedo *Jehlius cirratus* respecto al resto de invertebrados, mientras que en POC-HB-R5 la franja mediolitoral fue predominantemente cubierta por algas rojas.

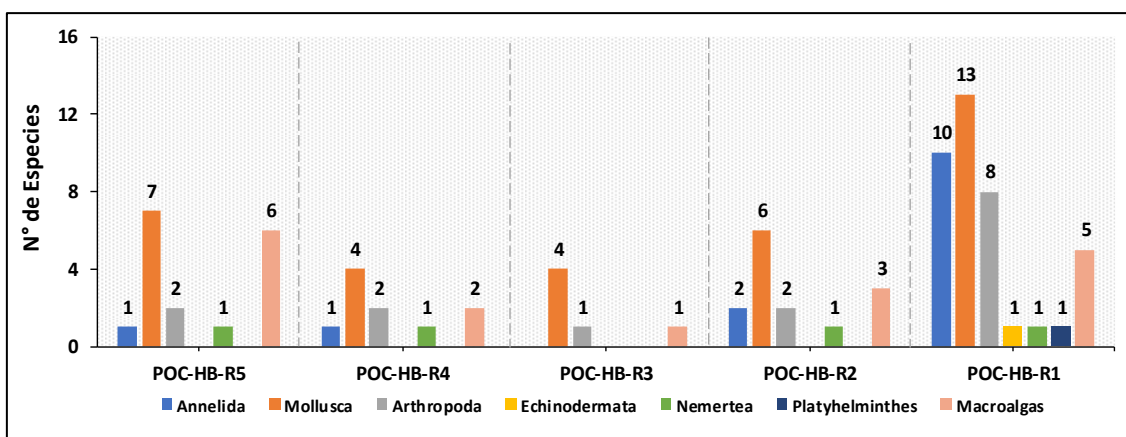


Figura 7.5. Riqueza por grupos taxonómicos de macrobentos en los puntos de playa Pocitos Ancón

8. DISCUSIÓN

Para realizar la evaluación ambiental de causalidad para la verificación de la limpieza en el agua de mar y sedimento (arena de playa) de la playa Pocitos Ancón, se evaluó la línea litoral. Los componentes físicos evaluados fueron agua de mar superficial y sedimento (arena de playa), mediante muestreos a pie a lo largo de la orilla en la zona intermareal; la evaluación de orillas rocosas fue realizado mediante observaciones organolépticas y la evaluación de las condiciones del entorno; así también, la evaluación hidrobiológica se realizó en la zona intermareal con muestreos sobre modelos de zonación.

Para el desarrollo de la discusión se evaluó el ambiente intermareal, considerando las posibles vías de transporte de petróleo crudo tomando en cuenta el transporte físico del contaminante en el agua y en su distribución espacial considerando la dirección del flujo y las condiciones físicas del entorno.

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; Karleskint et al., 2009).

La Figura 8.1 presenta el modelo conceptual de la distribución del crudo de petróleo en el medio marino para la evaluación en la playa Pocitos Ancón.

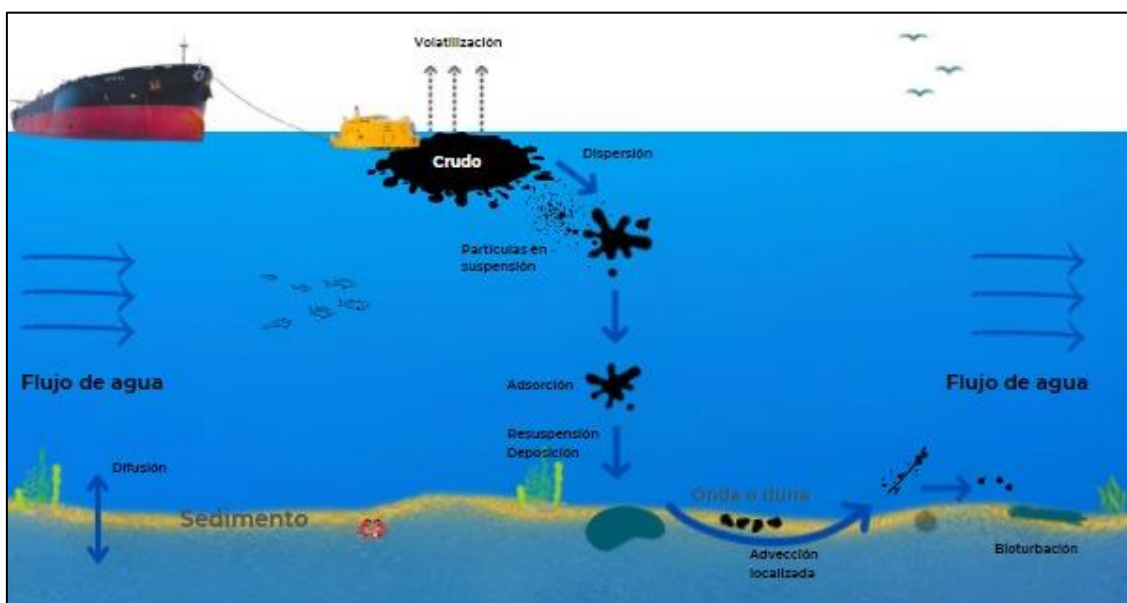


Figura 8.1. Modelo conceptual de la afectación por el derrame de petróleo crudo en el medio acuático marino - playa Pocitos Ancón

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

De la evaluación en ambiente intermareal se determinó lo siguiente:

Para la evaluación de la calidad del agua superficial de mar se evaluaron 7 puntos de muestreo, cuyos resultados se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM (en adelante, ECA para agua (2017)) con la «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos» (en adelante Cat.4 E3), y referencialmente con la «Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, Subcategoría C3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras» (en adelante, Cat.2 C3) y «Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación - Contacto Primario» (en adelante, Cat.1 B1). Estas últimas se emplearon de manera complementaria, ya que presentan valores para la comparación de Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracción aromática) y Metales totales (Vanadio), según correspondan.



La medición de parámetros de campo en agua superficial de mar registró pH cercano a la neutralidad (de 7,74 unidades de pH y 7,93 unidades de pH), conductividad eléctrica (de 47,5 mS/cm y 48,1 mS/cm), temperatura (16,43 °C en promedio) y oxígeno disuelto (8,33 mg/L en promedio) mayor a 4 mg/L establecido por el ECA. Los valores medidos de unidades de pH y oxígeno disuelto cumplieron con los ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3, en todos los puntos de muestreo, 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 7 puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3, y referencialmente con los ECA para agua (2017) de la Cat. 2 C3 y ECA para agua (2017) de la Cat.1 B1, según corresponda. Los resultados se detallan en el Anexo N.º 5 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón.

Para el análisis de los 32 metales totales en agua superficial de mar, entre los que se incluyeron al níquel y vanadio (parámetros de interés²⁰), los resultados mostraron que en todos los puntos muestreados solamente se superó, referencialmente, el ECA para agua (2017) de la Cat.1 B1 del boro; no identificándose relación alguna con el derrame del 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 Pocitos Ancón).

La evaluación de la calidad de sedimento (arena de playa) se realizó con el muestreo de 14 puntos y una réplica, determinados de la identificación del área de potencial interés (API) a lo largo de la playa²¹. 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 fueron comparados con los niveles de fondo²² determinados en playas no afectadas por el derrame de crudo ocurrido en la Refinería La Pampilla.

Según el análisis granulométrico realizado (2 muestras compósitos), el sedimento (arena de playa) presentó composición predominante de arena (62,4 % y 91,8 %), arena fina, determinando una textura arenosa, estructura de grano simple y de coloración gris, que caracterizan a playa Pocitos Ancón como playa Arenosa con alta permeabilidad, de tipo plana con baja pendiente (0 % – 2 %), para la playa señalada. Mientras que, la zona intermareal inmediata (infralitoral, en contacto permanente con el agua de mar) se

²⁰ 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).

²¹ 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».

²² 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 Pocitos Ancón).

caracterizó por presentar sectores con bloques y cantos rodados a manera de puntas rompeolas.

En 11 (del POC-SD-2 al POC-SD-8, POC-SD-10, POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14) de los 14 puntos de muestreo, se registraron TPH (C_6-C_{40}) en concentraciones 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.

Los puntos antes señalados, fueron ubicados en casi toda extensión de la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón y al norte de playa Las Conchitas (del POC-SD-2 al POC-SD-7) y al noroeste de la Estación Naval Ancón (POC-SD-8 y POC-SD-10) y al suroeste de la Base Naval de Infantería de Marina (POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14). Según observaciones organolépticas, los puntos del POC-SD-2 al POC-SD-6 y del POC-SD-10 al POC-SD-12, presentaron olor y color a hidrocarburos, con presencia de TPH (C_6-C_{40}) analíticamente en el sector. En los puntos POC-SD-4, POC-SD-5, POC-SD-7 y POC-SD-10 se identificaron, a nivel de superficie, la presencia de gotículas de hidrocarburos de petróleo en arena gruesa y húmeda y con presencia de material calcáreo biogénico (Figura 8.2).



De acuerdo a, un ajuste de inferencia espacial «Kriging» realizado con base a los resultados reportados, se permitió visualizar el alcance de la distribución de las concentraciones de

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

TPH (C_6 - C_{40}) en el área muestreada, y mostró mayores concentraciones y superiores al NF_{TPH} ($<0,30$ mg/kg) en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón (Figura 8.3), donde el hidrocarburo pudo ser transportado en marea alta o como producto del acarreo de arena intermareal contaminada durante las acciones de primera respuesta realizada por el administrado.

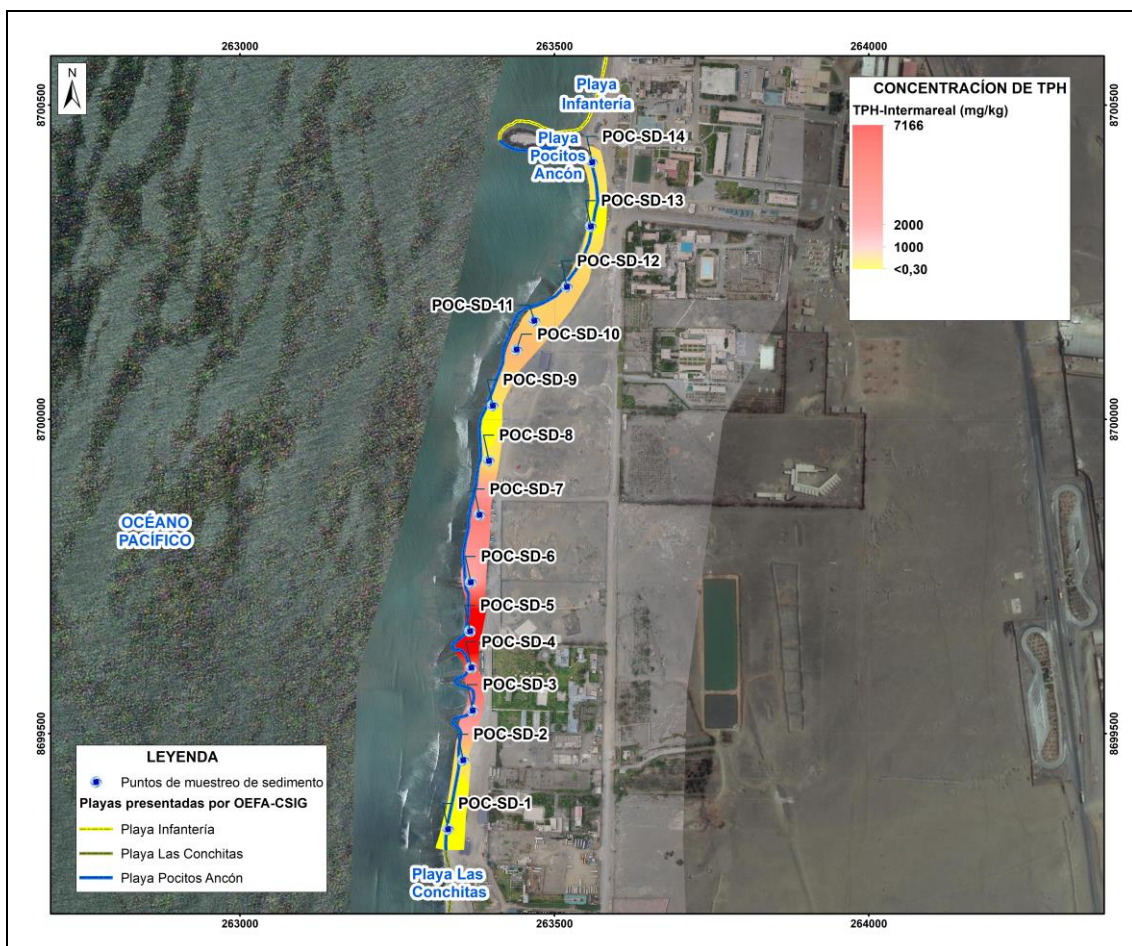


Figura 8.3. Distribución de TPH (C_6 - C_{40}) en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón y el alcance aproximado

La Figura 8.4, elaborada también con base al ajuste «Kriging», muestra el alcance aproximado del área impactada, donde se observa que de las 3,7 ha evaluadas, aproximadamente 2,9 ha representan el alcance de las concentraciones de TPH (C_6 - C_{40}) que superaron el nivel de fondo (NF_{TPH} : $<0,30$ mg/kg) en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón.

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

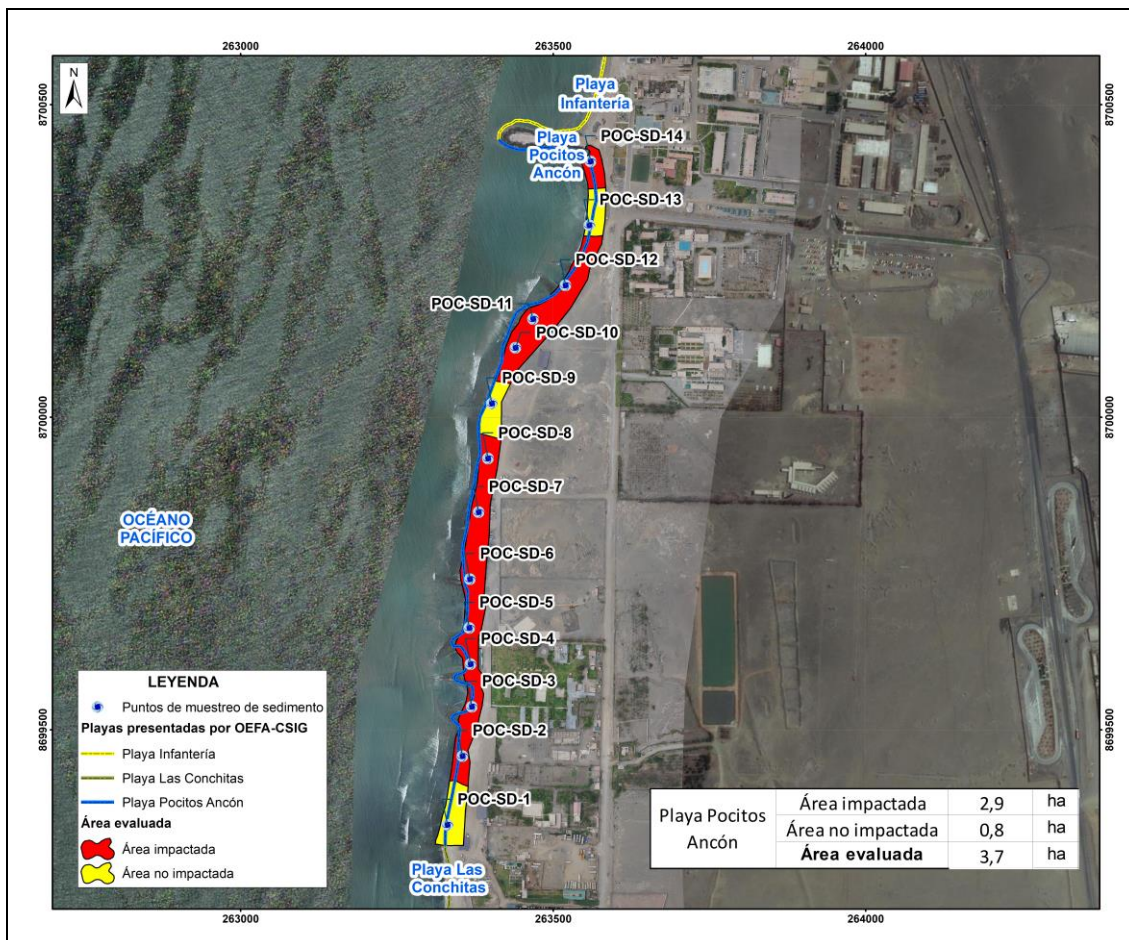


Figura 8.4. Alcance aproximado del área impactada en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón

En los puntos de muestreo del POC-SD-2 al POC-SD-8, POC-SD-10, POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14 de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón que superaron los NF y NR para $TPH_{(C6-C40)}$, también, las concentraciones de sus fracciones F_2 y F_3 fueron superiores a los NF ($<0,50$ mg/kg) y NR ($<0,50$ mg/kg). Particularmente, en el punto POC-SD-5, se registró las mayores concentraciones en las fracciones F_2 y F_3 , tal como se muestra en la Figura 8.5. La composición de hidrocarburos F_1 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

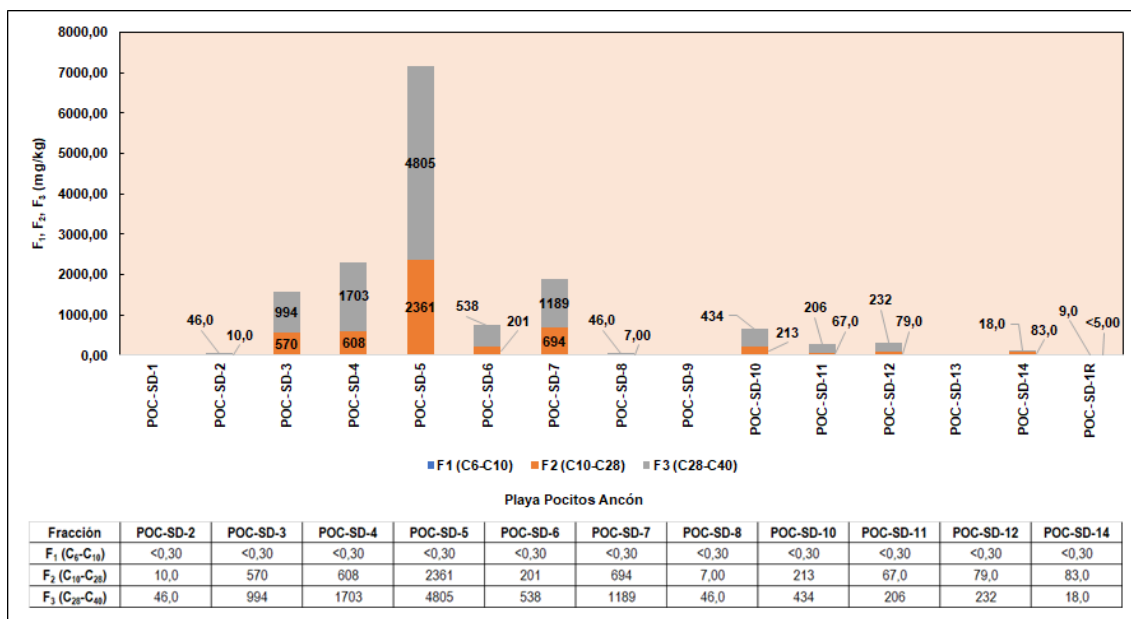


Figura 8.5. Relación de fracciones F₁, F₂ y F₃ reportadas en sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón

Las evaluaciones realizadas por el OEFA, evaluación ambiental focal (EAF)²³ y las acciones llevadas a cabo por la DSEM, que fueron ejecutadas en playa Pocitos Ancón entre enero y febrero de 2022, registraron concentraciones de TPH_{C6-C40}, fracciones F₂ (TPH_{>C10-C28}) y F₃ (TPH_{>C28-C40}) en sedimento intermareal que superaron los niveles de fondo y niveles de referencia establecidos para TPH_{C6-C40} (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg, y NR_{TPH}: <0,30 mg/kg), así como sus fracciones F₂ y F₃ (NF y NR: <0,50 mg/kg). Las mayores concentraciones se registraron días después del derrame, en la EAF (máxima concentración de 60359 mg/kg (TPH_{C6-C40}), el 24 de enero de 2022).

La evaluación ambiental de seguimiento (EAS)²⁴, realizada en la playa Pocitos Ancón en febrero de 2022, registró concentraciones de TPH_{C6-C40} (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg, y NR_{TPH}: <0,30 mg/kg), y fracciones F₂ y F₃ (NF y NR: <0,50 mg/kg) que superaron los niveles de fondo y niveles de referencia; a excepción de un registro de concentraciones de TPH_{C6-C40} y fracciones F₂ y F₃, el 20 de febrero de 2022.

En la fracción F₁, se 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.

²³ INFORME N.º 00026-2022-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.

²⁴ 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.



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

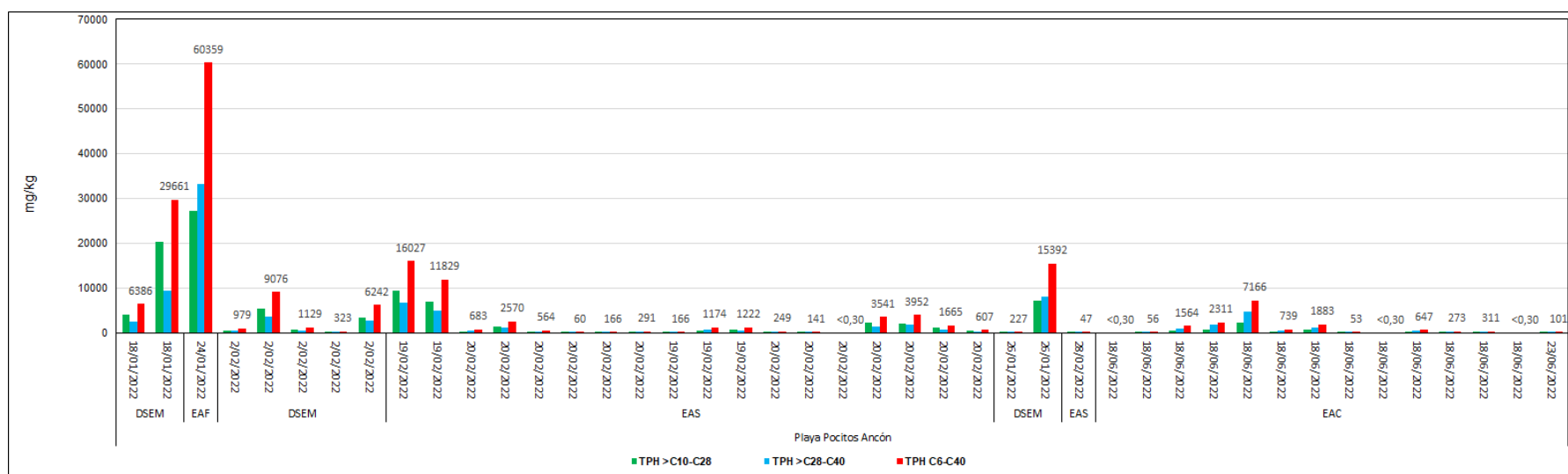


Figura 8.6. Resultados de las concentraciones de TPH_(C6-C40) en sedimento intermareal en las EAF, EAS, acciones de la DSEM y la presente EAC en la playa Pocitos Ancón

Según la Figura 8.6, las mayores concentraciones registradas fueron en monitoreos entre enero y febrero de 2022, fechas posteriores al derrame de hidrocarburos; luego, en la presente evaluación ambiental de causalidad (EAC) se observó disminución de concentraciones de TPH_{C6-C40} y sus fracciones F₂ y F₃, en la playa Pocitos Ancón, posiblemente atribuida a las Acciones de Primera Respuesta ejecutadas por Relapasaa²⁵. Sin embargo, el monitoreo para la EAF, EAS y la presente EAC registraron TPH_{C6-C40} y sus fracciones F₂ y F₃ en concentraciones, que superaron los niveles de fondo y niveles de referencia (hasta un máximo de 60359 mg/kg de TPH_{C6-C40} en la EAF, el 24 de enero de 2022).

Asimismo, en 10 puntos muestreados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón (del POC-SD-2 al POC-SD-8, POC-SD-10, POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14), se registraron Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs) en concentraciones que superaron los NF y NR para 12 de los 17 compuestos analizados, tal como se detalló en la Tabla 7.2 del ítem Resultados 2 y se muestra en la Figura 8.7. Los parámetros fueron: Acenafeno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Criseno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno y Pireno, los cuales estuvieron directamente relacionados a las concentraciones de TPH reportadas; y que la presencia de antraceno, fenantreno, criseno y benzo(a)pireno indican su origen petrogénico típico (Kerr et al., 2001), relacionado al derrame como única fuente de la afectación verificada.

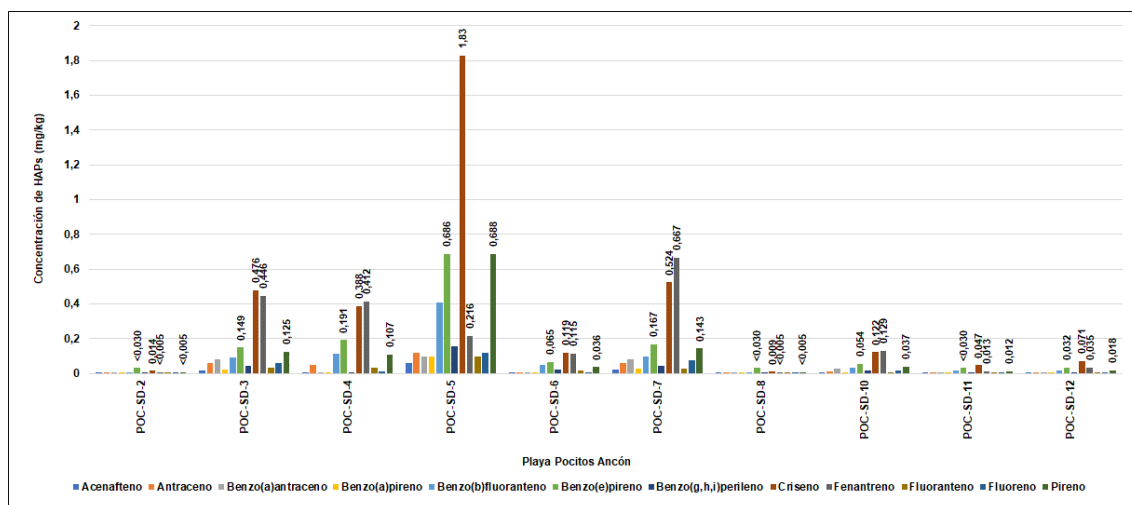


Figura 8.7. Composición y concentraciones de HAPs en puntos de muestreo que superaron los NF y NR establecidos para HAPs en sedimento intermareal en la playa Pocitos Ancón

La variedad de HAPs registrados entre los puntos de muestreo del POC-SD-2 al POC-SD-8, POC-SD-10, POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14 (para 12 compuestos), ubicados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, indica que la arena de playa presenta compuestos aromáticos con alto potencial tóxico a nivel ambiental reconocido (Figueroa y Marino-Dávila, 2004; Montes, 2008), por su resistencia a la biodegradación,

²⁵

RLP-GSMA-155-2022, que propone los objetivos de tratamiento y protocolo para dar por terminadas las actividades de limpieza.



potencial de bioacumulación, toxicidad, carcinogenicidad y mutagenicidad (Corona-Ramírez y Iturbe-Argüelles, 2005).

Cabe indicar que, según el análisis granulométrico y las observaciones en campo, la playa Pocitos Ancón tiene condición arenosa y extensiones compuestas de bloques y cantos rodados; 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 por 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, 2003).

Por otro lado, 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 crudo²⁶ 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: Relapasaa

De los resultados obtenidos se compararon las concentraciones del níquel y vanadio con los Niveles de Fondo y Niveles de Referencia obtenidos, observándose que 10 (del POC-SD-4 al POC-SD-11, y POC-SD13 y POC-SD-14) de los 14 puntos de muestreo evaluados (ubicados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón), presentaron concentraciones de níquel superiores a los niveles de fondo o de referencia (NF_{Ni}: 3,64 mg/kg y NR_{Ni}: 4,39 mg/kg), y para el caso de vanadio, 4 (POC-SD-4, POC-SD-5, POC-SD-8 y POC-SD-9) de los 14 puntos evaluados (ubicados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón), superaron los niveles de fondo o de referencia (NF_V: 33,01 mg/kg y NR_V: 47,06 mg/kg); tal

²⁶

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).



como se indica en el ítem Resultados y el Anexo N.º 5 del informe de EAC en la playa Santa Rosa Chica.

Con base a 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, calcio, cobre, fósforo, hierro, níquel, plomo, sodio y vanadio que superan los NF no estarían relacionados por el derrame de hidrocarburos, debido a encontrarse en concentraciones próximas a los NF y NR establecidos para cada parámetro (ver Anexo N.º 6 del informe de EAC en la playa Pocitos Ancón). Asimismo, con relación al níquel y vanadio, en puntos que superaron los NF, los resultados estuvieron entre 3,88 mg/kg y 12,50 mg/kg y entre 36 mg/kg y 56 mg/kg, respectivamente. 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.

Identificación de focos potenciales de contaminación

En casi toda la extensión de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, se identificaron 7 focos potenciales de contaminación²⁷, representados por los códigos de puntos de verificación: POC-R1, POC-R2, POC-R3, POC-R4, POC-R5, POC-R6 y POC-R7; donde los focos N.º 1 y N.º 2 inspeccionados fueron espigones (aproximadamente 70 %); el foco N.º 3, afloramiento rocoso (aproximadamente 70 %); los focos N.º 4 y N.º 5, afloramiento rocoso (aproximadamente 80 %); el foco N.º 6, afloramiento rocoso (aproximadamente 90 %); y el foco N.º 7, afloramiento rocoso (aproximadamente mayor al 90 %); además en todos los focos, alrededores de material residual pedregoso que fueron evaluados con la verificación de las áreas mediante una «Ficha de verificación de presencia de hidrocarburos en sedimento grava y afloramientos marinos» (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón), que recogió información mediante observaciones organolépticas y evaluación del entorno. Asimismo, se determinó presencia de hidrocarburos de acuerdo con las evidencias encontradas. Las características se detallan en la Tabla 8.2.

²⁷

Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N.º 012-2017-MINAM
Artículo 4.- Definiciones

(...)

4.9 Foco de contaminación. - Este término se denomina también «fuente secundaria de contaminación» o «hotspot», y comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales.

(...)



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

Tabla 8.2. Descripción de los focos potenciales de contaminación identificados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón

N.º	Foco potencial identificado	Características / Descripción	Medio de evidencia	Área aproximada afectada
1	Zona rocosa (espigón), ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-6, y aproximadamente a 100 m en dirección noreste de la Estación Naval Ancón. Impregnada parcialmente por hidrocarburos en proceso de degradación	- Área rocosa (bloques y cantos rodados) con presencia discontinua de hidrocarburos de petróleo en proceso de degradación, visible a manera de manchas entre los intersticios y caras internas de las rocas. Dispersable por el oleaje. - Zona con rocas cubiertas parcialmente por macroalgas, moluscos (<i>Echinolittorina peruviana</i>) visibles en bajamar. - Características organolépticas de hidrocarburos: - Color - Olor - Textura (viscosidad al tacto)	Frotis y raspado	510 m ²
2	Zona rocosa (espigón), ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-5, y aproximadamente a 50 m al este de la Estación Naval Ancón. Impregnada parcialmente por hidrocarburos en proceso de degradación	- Área rocosa (bloques y cantos rodados) con presencia discontinua de hidrocarburos de petróleo en proceso de degradación, visible a manera de manchas entre los intersticios y caras internas de las rocas, en la zona de rompiente del oleaje. - Zona con rocas cubiertas parcialmente por macroalgas, visibles en bajamar; rocas pobladas parcialmente de caracolitos (<i>Echinolittorina peruviana</i>); presencia de arañas de mar (<i>Grapsus grapsus</i>) y afluencia de aves. Alrededores de fondo colonizados por macroalgas a pocos metros de profundidad. - Características organolépticas de hidrocarburos: - Color - Olor - Textura (viscosidad al tacto)	Frotis y raspado	700 m ²
3	Zona rocosa (espigón), ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-4. Impregnada parcialmente por hidrocarburos en proceso de degradación. Iridiscencia en el agua por contacto	- Área rocosa (bloques y cantos rodados) con presencia discontinua de hidrocarburos de petróleo en proceso de degradación, visible a manera de manchas entre los intersticios y caras internas de las rocas, en la zona de rompiente del oleaje. Dispersable por el oleaje. - Zona con rocas cubiertas parcialmente por algas, visibles en bajamar. Zona colonizada parcialmente por molusco (<i>Echinolittorina peruviana</i>), presencia de arañas de mar (<i>Grapsus grapsus</i>) y afluencia de aves. Zona contigua colonizada por macroalgas a pocos metros de profundidad. - Características organolépticas de hidrocarburos: - Color - Olor - Iridiscencia (en el agua) - Textura (viscosidad al tacto)	Frotis y raspado	515 m ²

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

N.º	Foco potencial identificado	Características / Descripción	Medio de evidencia	Área aproximada afectada
4	Zona rocosa (espigón), ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-3. Impregnada parcialmente por hidrocarburos en proceso de degradación	- Área rocosa (rocoso) con presencia discontinua de hidrocarburos de petróleo en proceso de degradación, visible sobre roca a nivel superficial y entre fracturas e intersticios de bloques y cantos rodados, en una zona parcialmente sumergida. - Zona con rocas cubiertas parcialmente por macroalgas, visibles en bajamar; y pequeñas colonias de <i>Echinolittorina peruviana</i>, hábitat de arañas de mar (<i>Grapsus grapsus</i>) y aves. - Características organolépticas de hidrocarburos: - o Color - o Olor - o Textura (viscosidad al tacto)	Frotis y raspado	450 m ²
5	Zona rocosa (espigón), ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-1. Impregnada parcialmente por hidrocarburos en proceso de degradación	- Área rocosa (bloques y cantos rodados) con presencia discontinua de hidrocarburos de petróleo en proceso de degradación, visible sobre roca a nivel superficial y entre fracturas e intersticios de bloques y cantos rodados, en una zona parcialmente sumergida. - Zona con rocas cubiertas por macroalgas, visibles en bajamar; y pequeñas colonias de <i>Echinolittorina peruviana</i>, y presencia de arañas de mar (<i>Grapsus grapsus</i>). - Características organolépticas de hidrocarburos: - o Color - o Olor - o Textura (viscosidad al tacto)	Frotis y raspado	90 m ²
6	Zona rocosa (espigón), ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-11. Impregnada parcialmente por hidrocarburos en proceso de degradación	- Área rocosa (bloques y cantos rodados) con presencia discontinua de hidrocarburos de petróleo en proceso de degradación, visible a manera de manchas entre los intersticios y caras internas de las rocas, en la zona de rompiente del oleaje. - Zona con rocas cubiertas parcialmente por macroalgas, caracólitos (<i>Echinolittorina peruviana</i>), visibles en bajamar; con afluencia de aves. Alrededores colonizados por macroalgas a pocos metros de profundidad. - Características organolépticas de hidrocarburos: - o Color - o Olor - o Textura (viscosidad al tacto)	Frotis y raspado	270 m ²



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	Foco potencial identificado	Características / Descripción	Medio de evidencia	Área aproximada afectada
7	Zona rocosa (espigón), ubicada cerca del punto de muestreo de sedimento POC-SD-11. Impregnada parcialmente por hidrocarburos en proceso de degradación	- Área rocosa (bloques y cantos rodados) con presencia discontinua de hidrocarburos de petróleo en proceso de degradación, visible a manera de manchas entre los intersticios y caras internas de las rocas, en la zona de rompiente del oleaje. - Zona con rocas cubiertas parcialmente por macroalgas, caracolutos (<i>Echinolittorina peruviana</i>), visibles en bajamar; con afluencia de aves. Alrededores colonizados por macroalgas a pocos metros de profundidad. - Características organolépticas de hidrocarburos: - Color - Olor - Textura (viscosidad al tacto)	Frotis y raspado	400 m ²

Fuente: Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón

Organolépticamente, en todos los focos potenciales de contaminación se evidenciaron presencia de hidrocarburos en fase libre^{28,29} y en proceso de degradación (fotooxidación) impregnados en rocas, y adicionalmente, en el foco N.º 3 (POC-R3, código que representa el área evaluada), se comprobó iridiscencia en el agua por contacto. En todos los focos, se observaron color oscuro típico, olor a hidrocarburos y textura (ligeramente aceitoso al tacto al realizar un frotis y raspado directo sobre las rocas). La distribución fue discontinua entre las rocas y sus intersticios, donde se observó restos de hidrocarburos de petróleo en fase libre y en proceso de fotooxidación impregnados con arena sobre la superficie rocosa. Las áreas están parcialmente sumergidas por la marea y cuentan con presencia de macroalgas visibles en bajamar (Figura 8.8).

²⁸ Según el Minam, se denomina hidrocarburo de fase libre o «*producto libre*» y describe la presencia de sustancias no acuosas que se caracterizan por no formar mezclas con el agua o el suelo. Se utiliza frecuentemente para contaminaciones con hidrocarburos que flotan sobre un espejo de agua o que son visibles en la superficie del suelo». Decreto Supremo N.º 012-2017-MINAM, Aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados, aprobado el 02 de febrero de 2017.

²⁹ Los hidrocarburos en fase libre comprenden la presencia de dos fases: una fase líquida no acuosa ligera (LNAPL, por su sigla en inglés) que son líquidos que no se mezclan con el agua y, por tanto, forman una fase separada al contacto con el agua formando una película que flota sobre el agua, y una fase sólida (DNAPL) que se caracteriza por ser más denso que el agua y por lo tanto tiende a infiltrarse y precipitar. («Guía para la evaluación de sitios contaminados y la elaboración de planes dirigidos a la remediación» en el marco del Decreto Supremo N.º 012-2017-MINAM).



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





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

... Continúa



Figura 8.8. Evidencias observadas organolépticamente durante la identificación de los 7 focos potenciales de contaminación en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón

En la Figura 8.9, se muestra que las áreas evaluadas y afectadas en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, hacen la suma de 2938 m² (0,2938 ha), los cuales presentaron hidrocarburos de petróleo impregnados en la superficie de rocas.

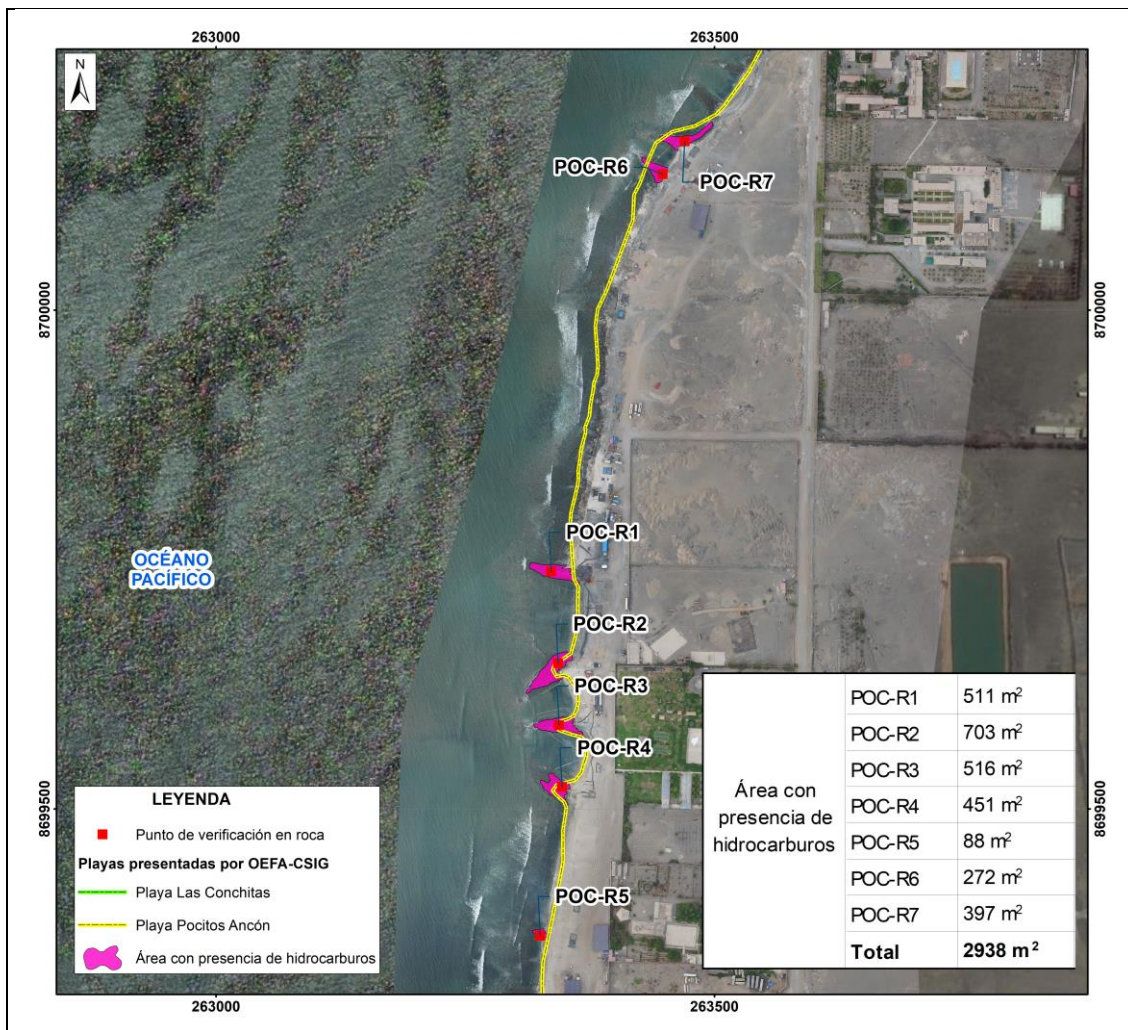


Figura 8.9. Áreas rocosas evaluadas y determinadas como focos potenciales de contaminación en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón

En playa Pocitos Ancón, los focos potenciales de contaminación identificados comprenden espigones de material residual pedregoso (bloques y cantos rodados), con microrrelieve microaccidentado (POC-R1 y POC-R2); afloramiento rocoso de material residual pedregoso (bloques y cantos rodados), con microrrelieve microaccidentado (POC-R3, POC-R6 y POC-R7); y afloramiento rocoso de material residual pedregoso (bloques y cantos rodados), con microrrelieve ondulado (POC-R4 y POC-R5); los cuales son factores que combinados con las condiciones fisicoquímicas del crudo determinarían su transporte y liberación de nuevo hacia el mar o mediante la infiltración hacia el subsuelo. La presencia de hidrocarburos en fase libre determina su toxicidad, ya que constituyen mezclas complejas de compuestos orgánicos como hidrocarburos alifáticos y aromáticos en diferentes proporciones (Minam, 2021).

Con base a la caracterización del petróleo crudo de la Refinería La Pampilla, el crudo derramado presenta una densidad entre 28,57 °API, que caracteriza un hidrocarburo medio (con respecto al peso del petróleo en relación con el agua), densidad (a 15 °C) igual a 8,8835 g/ml (menor que el agua), por lo que tiene características de «alta movilidad», alta viscosidad

a temperatura ambiente (44,21 cSt a 20 °C), que determina una mayor retención en el suelo, en caso de afectación (Maroto, 2003).

Considerando el uso actual del área, los 7 focos potenciales de contaminación presentan afluencia frecuente de la población aledaña por limitar con una zona urbanizada, donde sus áreas son consideradas recreativas y son altamente frecuentadas por la población en meses de verano; en el área ubicada entre los focos POC-R1, POC-R2, POC-R3, POC-R4, POC-R5, POC-R6, POC-R7, los pescadores artesanales extraen mariscos (crustáceos y moluscos) mediante buceo a pocos metros de profundidad.

El punto POC-HB-R1 se ubicó dentro del foco potencial de contaminación POC-R4, donde la zona rocosa del sector sur de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, se encontró cubierta parcialmente por macroalgas en sectores parcialmente sumergidos (Figura 8.10); además, se pudo comprobar la presencia de bivalvos mitílidos conteniendo hidrocarburos de petróleo al interior de sus valvas, tal como se muestra en la Figura 8.17.



Figura 8.10. Condiciones del foco potencial de contaminación POC-R4 identificado en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, donde se visualiza macroalgas sobre el contorno de la roca

En cuanto al punto POC-HB-R2, que se ubicó dentro del foco potencial de contaminación POC-R1, se verificó que la zona rocosa del sector central de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, estuvo cubierta parcialmente por caracolitos (*Echinolittorina peruviana*) en sectores parcialmente sumergidos (Figura 8.11); y a su vez, fue un punto que registró una baja riqueza de especies, tal como se muestra en la Figura 8.13, del análisis hidrobiológico.

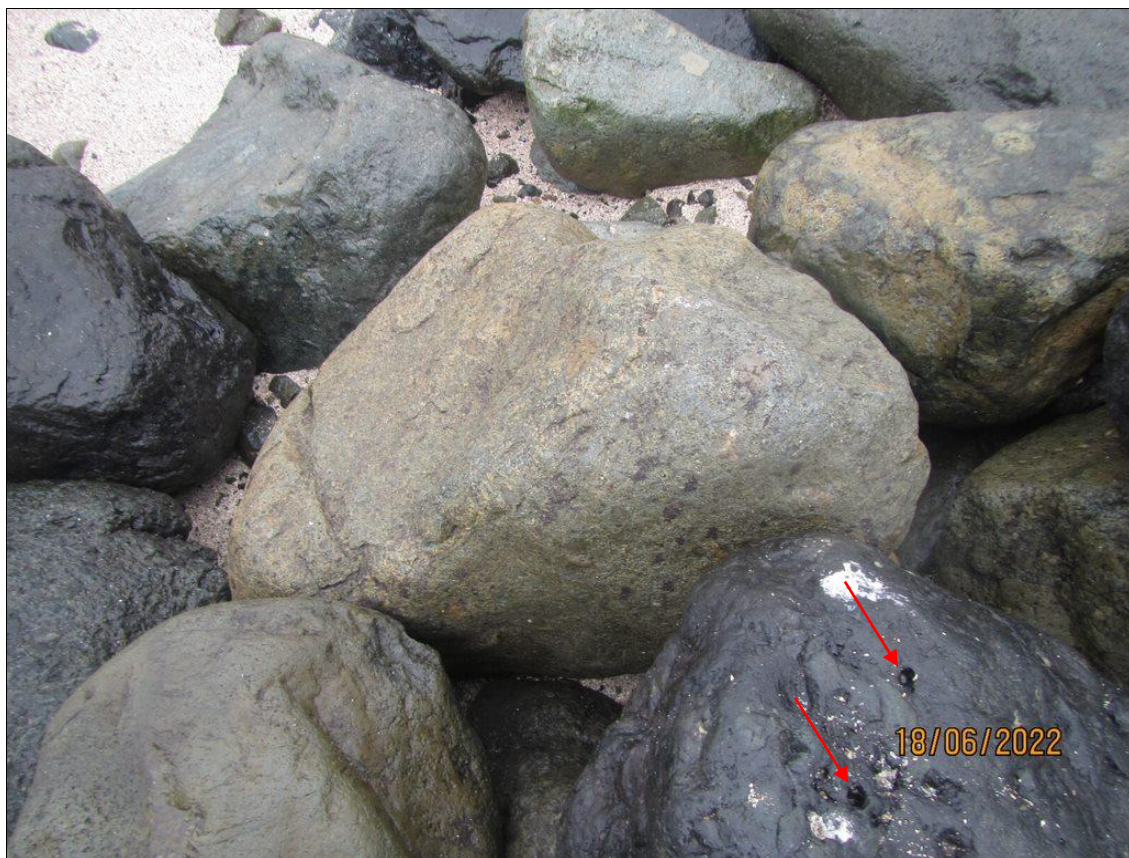


Figura 8.11. Condiciones del foco potencial de contaminación POC-R1 identificado en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, donde se visualiza caracolitos (*Echinolittorina peruviana*) sobre la roca

Respecto al punto POC-HB-R4, que se ubicó dentro del foco potencial de contaminación POC-R7, se comprobó que la zona rocosa del sector norte de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, se encontró cubierta parcialmente por macroalgas (algas verdes y pardas) y moluscos mitílidos (choritos) en sectores parcialmente sumergidos (Figura 8.12); y a su vez, fue un punto que reportó una baja riqueza de especies, tal como se visualiza en la Figura 8.13, del análisis hidrobiológico.

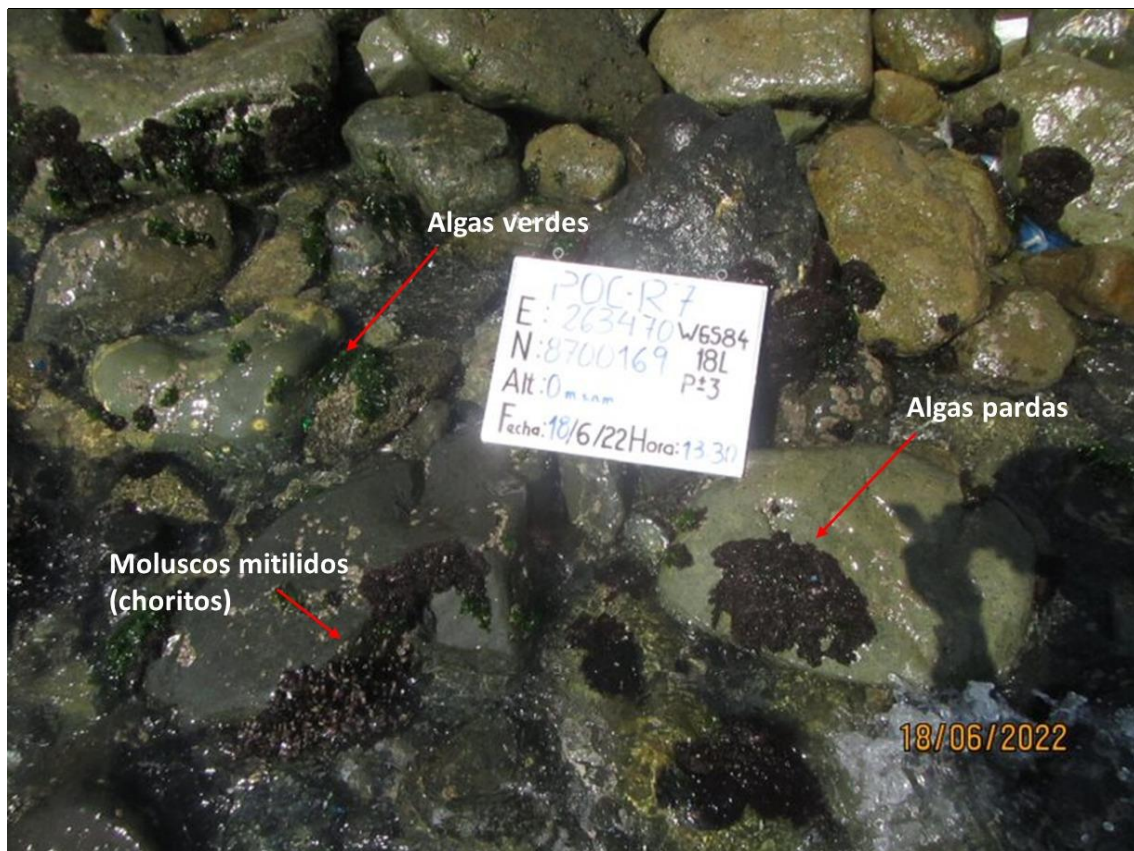


Figura 8.12. Condiciones del foco potencial de contaminación POC-R7 identificado en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, donde se visualiza macroalgas (algas verdes y pardas) y moluscos mitílidos (choritos) sobre las rocas

El contaminante, de ser liberado al ambiente, podría seguir diversas vías de propagación, teniendo en cuenta las características del uso actual y futuro de las áreas. Por lo tanto, según las características de las áreas y su entorno, los probables mecanismos de migración de los compuestos de interés hacia el ambiente y posibles receptores se detallan en la Tabla 8.3.

Tabla 8.3. Mecanismos de migración de los compuestos relevantes de interés hacia el ambiente y posibles receptores

Foco potencial de contaminación	Vías de propagación	Sustancias relevantes de interés	Receptores
Espigones de material residual pedregoso (POC-R1 y POC-R2) y afloramiento rocoso de material residual pedregoso (POC-R3, POC-R4, POC-R5, POC-R6 y POC-R7), con presencia de	Sedimento – drenaje – agua superficial (ingestión o contacto)	- Hidrocarburos totales del petróleo - Fracción de hidrocarburos F₁ (C₆-C₁₀), F₂ (C₁₀-C₂₈) y F₃ (C₂₈-C₄₀) - Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) - Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	- Personas que se trasladan al área para realizar actividades diversas (recreación y pesca artesanal) - Receptores ecológicos³⁰ (flora,
	Sedimento — drenaje – agua superficial – agua subterránea (ingestión o contacto)		
	Agua superficial – dispersión superficial o inundaciones – contacto directo (ingestión y/o contacto)		

³⁰

Los receptores ecológicos incluyen especies de flora, fauna y ecosistemas que estén expuestos, o pueden estarlo, a la contaminación. («Guía para la evaluación de sitios contaminados y la elaboración de planes dirigidos a la remediación», en el marco del Decreto Supremo N.º 012-2017-MINAM).

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

Foco potencial de contaminación	Vías de propagación	Sustancias relevantes de interés	Receptores
características organolépticas de hidrocarburos (color, olor, textura)	Agua superficial –drenaje – infiltración – agua subterránea (ingestión y/o contacto)		fauna y ecosistemas)

Respecto a la comunidad de macrobentos se pudo corroborar, a partir de la comparación entre los puntos evaluados dentro de playa Pocitos Ancón, que la riqueza tiende a incrementarse sobre las matrices de mitilidos, esto debido a la capacidad de especies como *S. algosus* y *P. purpuratus* para facilitar un sustrato secundario que favorece el establecimiento de diversos grupos de invertebrados y que conlleva a un incremento de su riqueza y abundancia (Paredes y Tarazona, 1980; Paredes et al., 1999; Baldarrago et al., 2017). No obstante, los mitilidos no fueron predominantes a lo largo del litoral rocoso, la formación de parches estuvo restringida a determinados sectores de la playa, de manera que el espacio primario fue generalmente compartido con otras especies competidoras, tales como *Jehlius cirratus*, que fue más frecuentes sobre los bloques rocosos junto con el alga oportunista *Ulva* sp. y algunos parches de macroalgas rojas (*Chondracanthus chamissoi*, *Neorubra decipiens*) en el sector del escolladero (POC-HB-R5), lo que podría explicar, en parte, las diferencias de riqueza dentro de playa Pocitos Ancón.

La comparación con los sitios blancos indicó que la riqueza total de invertebrados, dentro de las matrices de mitilidos, fue menor en playa Pocitos Ancón y fluctuó entre 5 y 34 especies en los puntos POC-HB-R3 y POC-HB-R1, respectivamente, en comparación con BrE-1 (44 especies) y BrSP-1 (52 especies), tal como se muestra en la Figura 8.13.

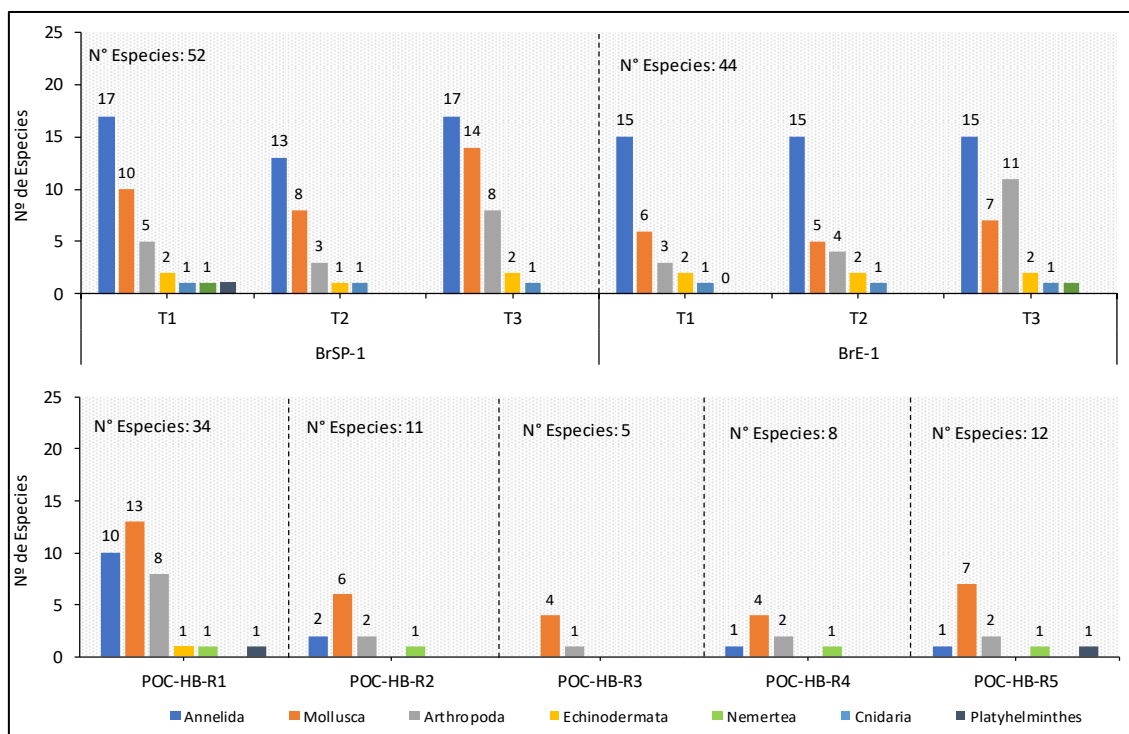


Figura 8.13. Comparación de la riqueza de especies por grupo taxonómico de invertebrados de playa Pocitos Ancón y puntos blancos

De manera similar, si comparamos la abundancia total de invertebrados del punto con mayor riqueza de especies de Pocitas Ancón (POC-HB-R1), este presentó valores más bajos que en los puntos blanco (Figura 8.14), estos resultados podrían indicar un escenario con mayor perturbación para el macrobentos asociado a las matrices de mitilidos de playa Pocitas Ancón. La inspección *in situ* sobre el sector de orilla rocosa se pudo constatar la presencia de hidrocarburos en proceso de degradación impregnados parcialmente en las rocas (ver sección de Identificación de focos potenciales de contaminación), interactuando directamente con algunas especies de moluscos littorinidos en la franja superior del intermareal. Asimismo, la observación organoléptica sobre las muestras hidrobiológicas pudo constatar que diversos individuos de *Perumytilus purpuratus* en POC-HB-R1 presentaron restos de hidrocarburos de petróleo en su manto (tejido blando); estos compuestos afectan potencialmente no solo a los mitilidos, sino también a la fauna asociada a sus matrices, causando un impacto negativo al disminuir su riqueza y abundancia (Castège et al., 2014).

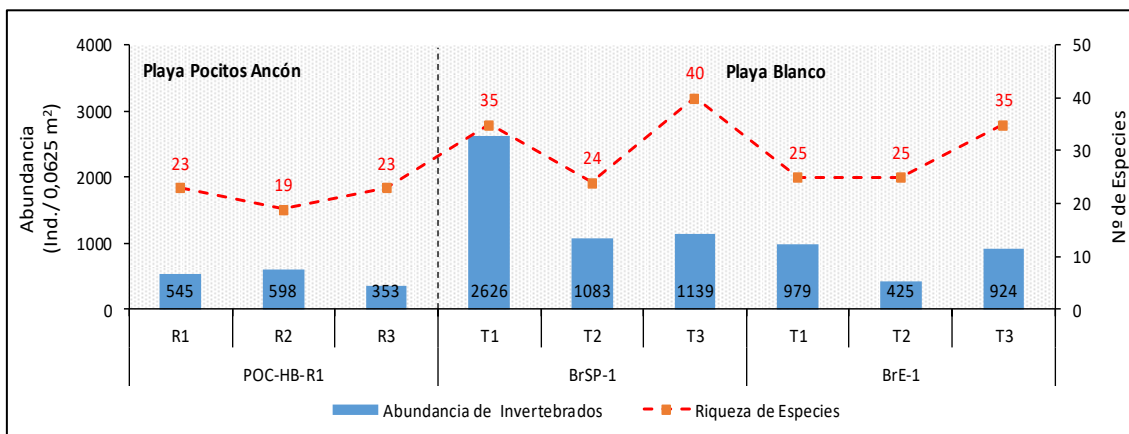


Figura 8.14. Comparación de la abundancia de invertebrados dentro de las matrices de mitilidos de la orilla rocosa de playa Pocitas Ancón y sitios blancos (playa Paraíso)

Los análisis multivariados mostraron que la alta variabilidad en la composición de grupos taxonómicos dentro de playa Pocitas Ancón estuvo asociado con la riqueza específica y de manera complementaria con la abundancia, de manera que el punto POC-HB-R1 tuvo mayor semejanza a los sitios blancos, pero no alcanzó los niveles de riqueza y abundancia observados en tales sitios control (Figura 8.15).

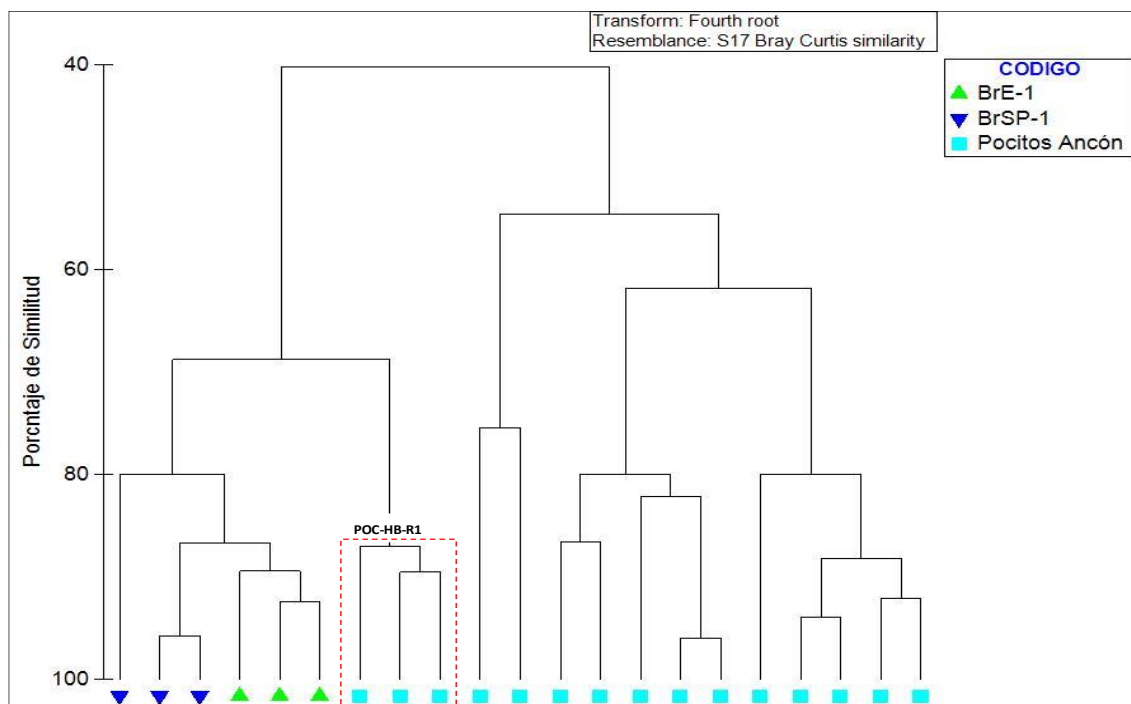


Figura 8.15. Dendrograma de clasificación para la composición de especies en playa Pocitos Ancón y playas blancos (BrSP-1, BrE-1)

También se puede afirmar que las perturbaciones negativas (derrame de hidrocarburos de petróleo y actividades de limpieza) sobre la comunidad de macrobentos de playa Pocitos Ancón tuvo un efecto que muestra una recuperación lenta y heterogénea, siendo el punto POC-HB-R1 el de mejores señales de recuperación, pero sin llegar a las condiciones de un ambiente sin perturbaciones como en los puntos blanco, esto se puede visualizar en el análisis de ordenamiento nMDS calculada con la riqueza promedio de especies en playa Pocitos Ancón y las playas blanco, donde podemos encontrar grupo de puntos con promedios que van desde 3 hasta 25 especies promedio en playa Pocitos Ancón y 38 especies en promedio de las playas blanco (Figura 8.16).

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

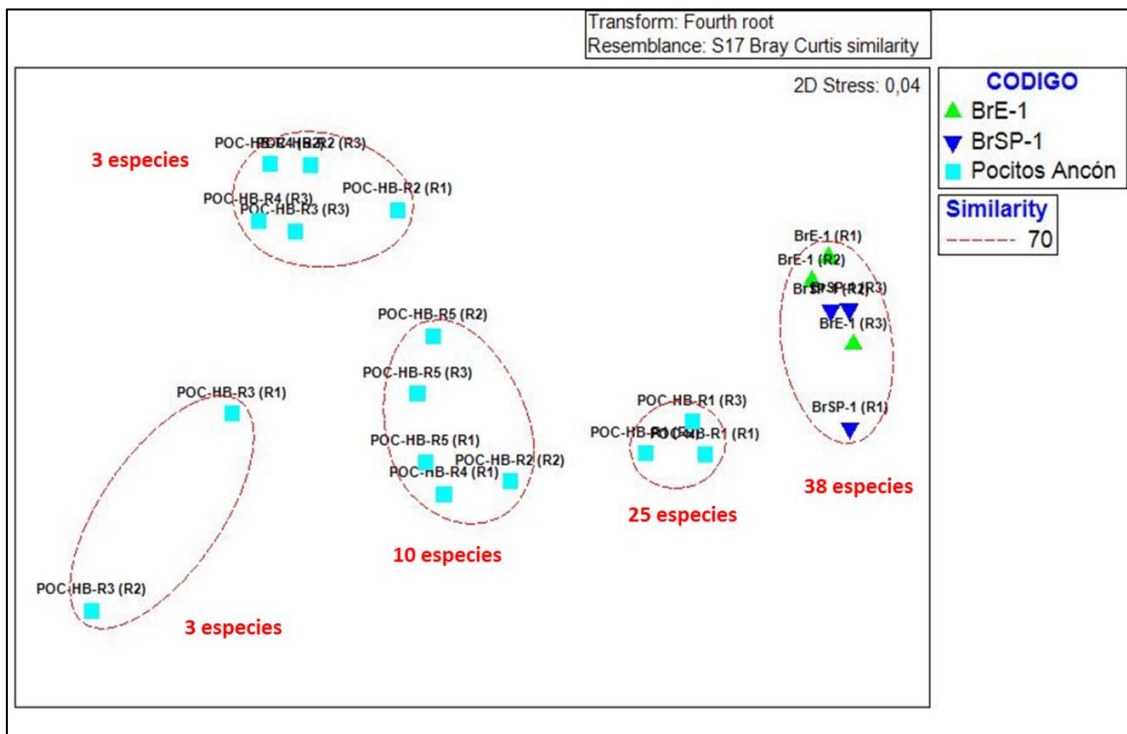


Figura 8.16. Ordenación multidimensional (nMDs) para la composición de especies en playa Pocitos Ancón y playas blancas (BrSP-1, BrE-1)

Nota: Los círculos indican agrupación de sitios al 70 % de similitud del índice de Bray Curtis. Se señala en rojo la riqueza promedio de cada grupo

Por otro lado, una evidencia directa de que aún existe permanencia de perturbación por hidrocarburos de petróleo en playa Pocitos Ancón, y específicamente en el punto POC-HB-R1 (R1), se muestra en los organismos analizados en laboratorio, donde se pudo constatar que algunos bivalvos mitilidos contienen hidrocarburos de petróleo al interior de sus valvas (Figura 8.17), tal como se registra en el Informe de ensayo N.º 284-2022-OEFA/OTEC (Anexo N.º 4 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón). Con eso se puede afirmar que ningún punto evaluado en el componente de hidrobiología presenta una recuperación a condiciones normales en playa Pocitos Ancón. Asimismo, las evidencias y las condiciones del entorno encontradas permiten advertir que hay afectación latente sobre los receptores ecológicos (flora, fauna y ecosistemas).

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 8.17. Vista interior de las valvas del mitilidos *Perumytilus purpuratus*, conteniendo hidrocarburos de petróleo, registrado en el punto POC-HB-R1

9. CONCLUSIONES

De la evaluación ambiental para la verificación de la limpieza en la playa Pocitos Ancón (según la denominación de la CSIG), con base de los indicadores planteados por el OEFA y de acuerdo a lo señalado en el Artículo 66-B.3 del Decreto Supremo N.º 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,...*», no se evidenció superación de los ECA para agua (2017); se evidenció superación del nivel de fondo de TPH (C₆-C₄₀) e Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos, en aproximadamente 2,9 ha de las 3,7 ha evaluadas que corresponden al sedimento (arena de playa) de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, durante la evaluación realizada el 18 y 23 de junio de 2022; así como, existe afectación y alteración en la comunidad de macrobentos en el ambiente intermareal de orilla rocosa en la playa Pocitos Ancón, durante la evaluación realizada el 21 y 23 de junio de 2022. Lo cual se detalla en la Tabla 9.1.

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección 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

Tabla 9.1. Resumen de resultados obtenidos

N.º	Verificación de formaciones costeras – CSIG OEFA			Condición, según evaluación	Componentes afectados
	Formación costera	Coordenadas UTM, WGS 84 18 L			
		Coordenadas de inicio y final			
		Este	Norte		
1	Playa Pocitos Ancón	263327 – 263413	8699315 - 8700444	Afectada	- Sedimento (TPH, HAPs) - Hidrobiología (macrobenos de orilla rocosa) - Roca*

*: Presencia de hidrocarburos de petróleo verificada mediante un sondeo visual en casi toda la extensión de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, incidiendo en zonas rocosas, mediante el uso de la «Ficha de verificación de presencia de hidrocarburos en sedimento grava y afloramientos marinos» (Anexo N.º 3 del informe de la EAC en la playa Pocitos Ancón), que recogió la información mediante observaciones organolépticas en un diseño de verificación de tipo razonado, que tomó en cuenta las pautas establecidas para determinarlas como «focos potenciales de contaminación», según los criterios para su priorización y validación basado en la Guía orientativa para la Caracterización y ponderación de focos potenciales de contaminación de la Guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos, en el marco del Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM.

- La evaluación de la calidad del agua de mar en la zona intermareal determinó que en los puntos POC-AS-1, POC-AS-2, POC-AS-3, POC-AS-4, POC-AS-5, POC-AS-6 y POC-AS-7 en la playa Pocitos Ancón, se cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, para la «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos», y referencialmente con la «Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, Subcategoría C3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras» y «Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación - Contacto Primario» para Hidrocarburos Totales del Petróleo, Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracción aromática), Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), Aceites y Grasas, BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos). Para metales totales, 32 metales cumplieron (a excepción del boro en todos los puntos de muestreo, que superó referencialmente el ECA para agua (2017) de la Cat.1 B1) con los ECA para agua (2017) de la Cat.4 E3, y referencialmente con los ECA para agua (2017) de la Cat.2 C3 y Cat.1 B1 en los 7 puntos de muestreo; donde la presencia, para el caso del boro, no tendría una relación con la actividad evaluada.
- La evaluación de la calidad del sedimento (arena de playa) en la zona intermareal estableció que en 11 de los 14 puntos de muestreo (del POC-SD-2 al POC-SD-8, POC-SD-10, POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14) en la playa Pocitos Ancón, se superaron las concentraciones de los Niveles de Fondo (<0,30 mg/kg) y Niveles de Referencia (<0,30 mg/kg) para Hidrocarburos Totales del Petróleo TPH(C₆-C₄₀); registrándose la mayor afectación en el punto POC-SD-5, por presentar una concentración máxima de 7166 mg/kg de TPH(C₆-C₄₀).
- En sedimento (arena de playa), se superaron los Niveles de Fondo para los 9 metales (cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, níquel, plomo, sodio y vanadio) registrados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, evaluados por su relación con composición del crudo derramado; cuyas concentraciones resultaron próximos a los valores de NF y



NR establecidos en los 14 puntos de muestreo, determinándose que no se encontró relación alguna con el derrame de hidrocarburos.

- Los puntos de muestreo POC-SD-2 al POC-SD-8, POC-SD-10, POC-SD-11, POC-SD-12 y POC-SD-14, ubicados en la zona intermareal de la playa Pocitos Ancón, registraron concentraciones de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (Acenafteno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Criseno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno y Pireno), que superaron los Niveles de Fondo y Niveles de Referencia para 12 de los 17 compuestos evaluados, los que estuvieron directamente relacionados a los puntos con TPH_(C6-C40) en concentraciones superiores al NF_{THP} (<0,30 mg/kg).
- Se identificaron 7 focos potenciales de contaminación en 7 zonas rocosas entre 0,009 ha y 0,07 ha de área, donde se evidenciaron presencia de hidrocarburos de petróleo mediante caracterización organoléptica en 0,2938 ha de área total afectada de la zona intermareal en la playa Pocitos Ancón, los cuales presentan condiciones favorables para la dispersión y transporte de restos de hidrocarburos en fase libre y proceso de degradación con potencial de afectación a personas y receptores ecológicos (flora, fauna y ecosistemas).
- En cuanto a la evaluación hidrobiológica, existe evidencia de alteraciones o cambios negativos sobre la comunidad de macrobentos del ambiente intermareal de orilla rocosa en la playa Pocitos Ancón.

10. RECOMENDACIONES

Remitir a la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Alvaro, C.E.S., Arocena, L.A., Martínez, M.Á. y Nudelman, N.E.S. (2017). Biodegradación aerobia de fracciones de hidrocarburos provenientes de la actividad petrolera en un suelo de la región Patagonia Norte, Argentina. Revista internacional de contaminación ambiental, 33(2), 247-257.
- Barnes, R.S.K. y Hughes, R. (1999). An Introduction to Marine Ecology, Third Edition.
- Baldarrago, D., Pastor Cuba, R., Aragón, B., Liza, C. y Tejada Cáceres, A. (2017). Diversidad y Abundancia de las comunidades bentónicas en matrices de organismos bioingenieros de las regiones de Moquegua y Tacna, 2015. Informe Instituto del Mar del Peru, 44(3): 429 – 441.
- Carefoot, T. (1977). Pacific seashores: a guide to intertidal ecology. University of Washington Press. Seattle. 208 pp.



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

- Castège, I., Milon, E., Pautrizel, F. (2014). Response of benthic macrofauna to an oil pollution: Lessons from the "Prestige" oil spill on the rocky shore of Guéthary (south of the Bay of Biscay, France). Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 106: 192-197.
- Corona-Ramírez, L. y Iturbe-Argüelles, R. (2005). Atenuación natural en suelos contaminados con hidrocarburos. Ingeniería, investigación y tecnología, 6(2), 119-126.
- Figueruelo, J. y Marino-Dávila, M. (2004). Química Física del Medio Ambiente y de los Procesos Ambientales. Editorial Reverté. Ciudad de México. México. 614 p.
- Ibanez-Erquiaga, B., Pacheco, A.S., Rivadeneira, M.M. y Tejada, C.L. (2018). Biogeographical zonation of rocky intertidal communities along the coast of Peru (3.5–13.5° S Southeast Pacific). PLOS ONE 13: e0208244 DOI 10.1371/journal.pone.0208244.
- Karleskint, G., Turner, R. y Small, J. (2009). Introduction to Marine Biology, 3a edición, editorial Brooks/Cole, Belmont Canada, 581 pp.
- Keramea, P., Spanoudaki, K., Zodiatis, G., Gikas, G. y Sylaios, G. (2021). Oil spill modeling: a critical review on current trends, perspectives, and challenges. Journal of marine science and engineering, 9(2), 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 Hydrocarbons. The petroleum Environmental Research Forum, USA.
- Maroto, 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 Branch, G. M. (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.
- Minam, 2021. Resolución Ministerial N.º 118-2021-MINAM. Anexo A. Guía para la evaluación de sitios contaminados y la elaboración de planes dirigidos a la remediación.
- Montes, R. (2008). Efecto ecotoxicológico del petróleo crudo sobre el primer estadio de *Emerita analoga* Stimpson, 1857 (Decápoda: Anomura). Biologist 6(2): 101-111.
- Moreno, R.A., Labra, F.A., Cotoras, D.D., Camus, P.A., Gutiérrez, D, Aguirre, L., Rozbaczylo, N., Poulin, E., Lagos, N.A., Zamorano, D., Rivadeneira, M.M. (2021). Evolutionary drivers of the hump-shaped latitudinal gradient of benthic polychaete species richness along the Southeastern Pacific coast. PeerJ 9:e12010 DOI 10.7717/peerj.12010.



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

- Paredes, C. (1974). El modelo de zonación de la orilla rocosa del Departamento de Lima. *Revista Peruana de Biología*, 1(2): 168-191.
- Paredes, C., Cardoso, F. y 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.
- Paredes, C. y Tarazona, J. (1980). Las comunidades de mitilidos del mediolitoral rocoso del departamento de Lima. *Revista Peruana de Biología*, 2(1): 59-71
- Reible, D. (2014) *Processes, Assessment and Remediation of Contaminated Sediments*. Springer, 496 p.
- Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdaña, Z.A., Finlayson, M., Halpern, B.S., Jorge, M.A., Lombana, A., Lourie, S.A., Martin, K.D., McManus, E., Molnar, J., Recchia, C.A., Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience* 57(7):573–583 DOI 10.1641/B570707.