
**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 PLAYA HERMOSA**

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

Profesionales que aportaron a este documento:



ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. OBJETIVOS	4
3.1. Objetivo general	4
4. ÁREA DE ESTUDIO	4
5. MODELO CONCEPTUAL	5
6. METODOLOGÍA	6
6.1. Guías utilizadas para la evaluación	6
6.2. Ubicación de puntos de muestreo	8
6.2.1. Zona Intermareal	8
6.2.2. Zona Submareal	12
6.3. Parámetros y métodos de análisis	12
6.4. Equipos utilizados	14
6.5. Procesamiento de datos	14
6.6. Criterios de evaluación	15
7. RESULTADOS	18
7.1. Ambiente Intermareal	18
7.1.1. Agua superficial de mar	18
7.1.2. Sedimento (arena de playa)	20
7.1.3. Hidrobiológico	22
7.1.4. Superficie de litoral	25
7.2. Ambiente submareal	25
7.2.1. Hidrobiológico	25
8. DISCUSIÓN	26
8.1. Ambiente Intermareal	27
8.2. Ambiente Submareal	34
9. CONCLUSIONES	35
10. RECOMENDACIONES	36
11. BIBLIOGRAFÍA	36

**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

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 el ambiente intermareal de playa Hermosa	10
Tabla 6.3. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimento (arena de playa) en el ambiente intermareal de playa Hermosa	11
Tabla 6.4. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos y <i>Emerita analoga</i> (muy muy) en el ambiente intermareal de playa Hermosa.....	11
Tabla 6.5. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos y <i>Emerita analoga</i> (muy muy) en el ambiente intermareal de las playas control (puntos blanco)	11
Tabla 6.6. Ubicación de los puntos de muestreo de megabentos en el ambiente submareal de playa Hermosa.....	12
Tabla 6.7. Ubicación de los puntos de muestreo de megabentos en el ambiente submareal de las playas control (puntos blanco)	12
Tabla 6.8. Parámetros evaluados en agua superficial de mar, sedimento (arena de playa) e hidrobiología	12
Tabla 6.9. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento (arena de playa), según los ECA vigente y niveles de fondo de las zonas “blanco”	15
Tabla 7.1. Parámetros de campo en agua superficial de mar en el ambiente intermareal de playa Hermosa.....	19
Tabla 7.2. Concentraciones de metales totales en sedimento (arena de playa) intermareal de playa Hermosa.....	21
Tabla 8.1. Características del petróleo crudo derramado - Refinería La Pampilla	30
Tabla 8.2. Lista de especies registradas en la comunidad de megabentos frente a playa Hermosa y las playas blanco evaluadas.....	34

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 4.1. Mapa de ubicación del litoral marino de playa Hermosa	5
Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación ambiental realizada en la playa Hermosa, afectada por el derrame de petróleo crudo.....	6
Figura 6.1. Puntos de muestreo de agua superficial de mar a nivel intermareal en playa Hermosa	8
Figura 6.2. Puntos de muestreo de sedimento intermareal en playa Hermosa.....	9
Figura 6.3. Puntos de muestreo de hidrobiología intermareal y submareal en playa Hermosa	10
Figura 7.1. Distribución batimétrica de la abundancia promedio de <i>E. analoga</i> en los puntos evaluados de playa Hermosa	22
Figura 7.2. Distribución batimétrica de la biomasa promedio de <i>E. analoga</i> en los puntos evaluados de playa Hermosa	23
Figura 7.3. Frecuencia de tallas de <i>E. analoga</i> en los puntos evaluados de playa Hermosa	23
Figura 7.4. Proporción de sexos/estadios de madurez de <i>E. analoga</i> en los puntos evaluados en playa Hermosa	24
Figura 7.5. Riqueza de especies de la comunidad de macrobentos de orilla rocosa en playa Hermosa	24
Figura 7.6. Riqueza de especies de la comunidad de macrobentos de orilla rocosa en playa Hermosa	25
Figura 8.1. Modelo conceptual de la afectación por el derrame de petróleo crudo en el medio acuático - playa Hermosa.....	26
Figura 8.2. Resultados de la EAF, EAS, DSEM y EAC para concentraciones de TPH _(C6-C40) en sedimento intermareal en la playa Hermosa.....	29
Figura 8.3. Distribución batimétrica de la abundancia promedio de <i>E. analoga</i> en el punto evaluado de playa Hermosa comparado con los puntos de las playas blanco.	31
Figura 8.4. Distribución batimétrica de la biomasa promedio de <i>E. analoga</i> en los puntos evaluados la playa Hermosa comparados con los puntos de las playas blanco.....	32
Figura 8.5. Frecuencia de tallas de <i>E. analoga</i> en los puntos evaluados en playa Hermosa comparados con los puntos de las playas blanco.....	33
Figura 8.6. Proporción de sexos/estadios de madurez de <i>E. analoga</i> en los puntos evaluados de playa Hermosa comparados con los puntos de las playas blanco.	34

**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

1. INTRODUCCIÓN

El 15 de enero de 2022, a las 22:26:36 horas, el representante de la Refinería La Pampilla (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), referida 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, operada por Relapasaa, en el 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, responsabiliza a Relapasaa el cumplimiento de las medidas administrativas impuestas, entre ellas, realizar la limpieza de playas como Acciones de Primera Respuesta³. Asimismo, 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° 00299-2022-OEFA/DSEM de fecha 25 de febrero de 2022 y el Memorando N° 480-2022-OEFA/DSEM, 24 de marzo de 2022, encargó a la Dirección Evaluación Ambiental la verificación de la limpieza de las playas y Áreas Naturales Protegidas

1 Buque de bandera italiana.

2 Resolución Ministerial N° 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.

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.»

**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

y ecosistemas frágiles., afectadas por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N° 2 de Refinería La Pampilla, ocurrido los días 15 y 24 de enero del 2022.

La verificación de limpieza de playas 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° 039-2014-EM y en la modificación del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos aprobada mediante Decreto Supremo N.° 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 entre el 2, 6 y 7 de abril del 2022, que tuvo como objetivo verificar el cumplimiento de la limpieza de la zona marino costera (orilla arenosa) de la playa Hermosa realizada por REPSOL debido a la afectación por el derrame de petróleo ocurrido frente a la refinería La Pampilla. La evaluación de la calidad ambiental a nivel intermareal y submareal del agua superficial, arena, sedimento⁷ (arena de playa y sedimento marino), el estado de la comunidad de macrobentos, megabentos y de la población de *Emerita análoga* (muy-muy) consideró la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA) vigente, los niveles de fondo (NF) y niveles de referencia (NR) establecidos para sedimento en relación a los hidrocarburos de petróleo y otros elementos (asociados a la caracterización del petróleo derramado) en zonas “blanco”, con condiciones similares a la playa evaluada, las cuales no fueron afectadas por el derrame precisado.

- 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.° 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 66°.- 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».

**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

Complementariamente, se realizó fotogrametría con Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) para la evaluación del litoral de la zona marino-costera de la playa Hermosa, con el fin de identificar superficialmente colores y texturas que representen manchas de petróleo crudo tanto en arena de playa como en la zona submareal.

2. ANTECEDENTES

El 15 de enero de 2022, a las 22:26:36 horas, el representante de la Refinería La Pampilla, 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*⁸, en las instalaciones del Terminal Multiboyas N.º 2, de la Refinería La Pampilla, operada por Relapasa, ubicado en el distrito de Ventanilla, provincia y departamento 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 Focal⁹ 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 Seguimiento¹⁰ 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 Seguimiento¹¹, realizadas entre 17 al 27 de febrero de 2022, para identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad de arena de las playas de los distritos Ancón, Santa Rosa (provincia Lima) y Ventanilla (Provincia Constitucional del Callao), departamento de Lima, como consecuencia del derrame de petróleo crudo.

⁸ Buque de bandera italiana.

⁹ 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.

¹⁰ 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.

¹¹ 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.



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

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

En atención a lo solicitado; la Subdirección Técnica Científica realizó la presente evaluación ambiental para verificar el cumplimiento de la limpieza de la zona marino costera y el estado de las comunidades del macrobentos, megabentos y de la población de *Emerita analoga*) en la playa Hermosa.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Realizar la evaluación ambiental (agua superficial de mar, arena de playa, el estado de la comunidad de macrobentos, megabentos y de la población de *Emerita analoga*) a nivel intermareal en la playa Hermosa a fin de verificar la limpieza realizada por el administrado Refinería La Pampilla S.A.A., debido a la afectación por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022.

4. ÁREA DE ESTUDIO

La playa Hermosa se ubica en el distrito de Ancón, provincia y departamento de Lima. Pertenece 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 Hermosa (zona litoral afectada por el derrame de hidrocarburos de petróleo ocurrido el 15 y 24 de enero de 2022) entre el segmento E-02 (E-02-A hasta E-02-B)¹² según las cartas emitidas por Repsol que

12 Los segmentos de E-02 se ubican desde E-02-A 261670, 8697605; E-02-B 262050, 8697490.

definen los tramos de tratamiento en divisiones, segmentos¹³ y ubicaciones puntuales¹⁴ de las playas. (Figura 4.1).



Figura 4.1. Mapa de ubicación del litoral marino de playa Hermosa

Fuente: CSIG-OEFA-2022.

5. MODELO CONCEPTUAL

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

Se evaluó la línea litoral a lo largo del área afectada por el derrame de petróleo en playa Hermosa, considerando el ambiente intermareal (orilla arenosa, pedregosa y rocosa) y submareal. Los componentes físicos evaluados fueron agua superficial de mar superficial y sedimento (arena de playa) y sedimento submareal, mediante muestreos a pie a lo largo de la orilla; así también, la evaluación hidrobiológica se realizó con el apoyo de embarcaciones para la inmersión de buzos en el ambiente submareal, y en el ambiente intermareal con muestreos sobre modelos de zonación. Complementariamente, se realizó fotogrametría con sobrevuelos con Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (drones) para la evaluación del litoral de la zona marino-costera de la playa Hermosa.

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

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

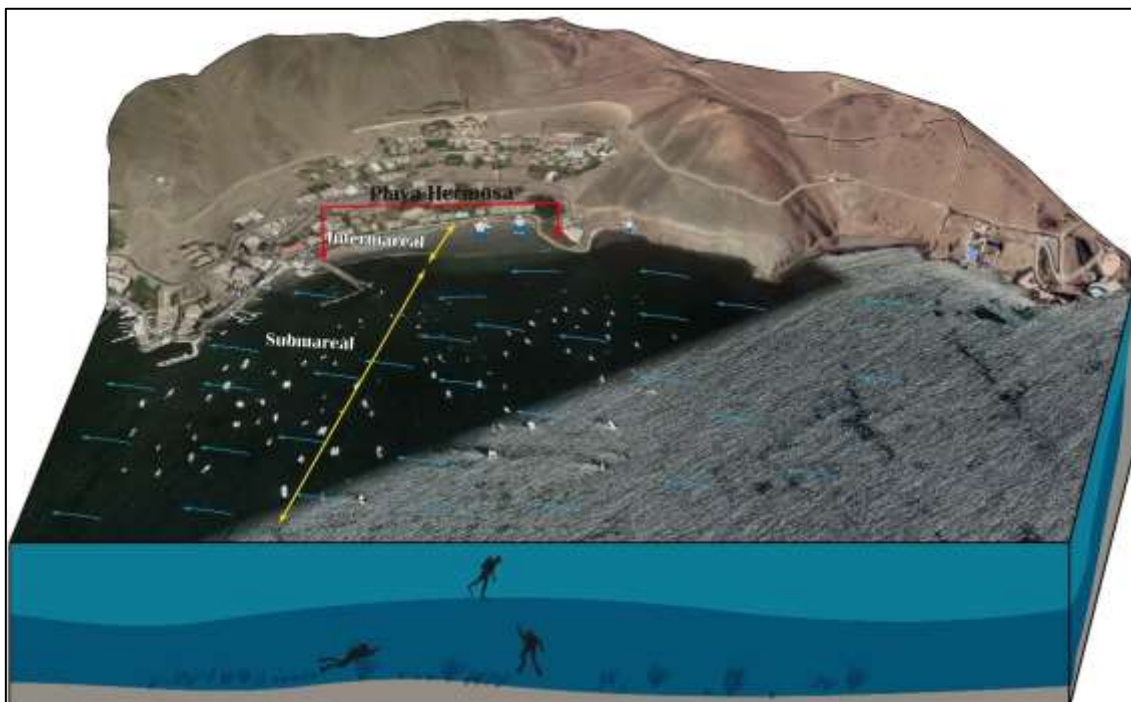


Figura 5.1. Modelo conceptual de la evaluación ambiental realizada en la playa Hermosa, afectada por el derrame de petróleo crudo.

6. METODOLOGÍA

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

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) e hidrobiología 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

Componentes ambientales	Guía/Protocolo/Manual/Procedimiento	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Sedimento intermareal (arena de playa)	Guía para el muestreo de suelos	Plan de muestreo sección 1.3.1. Muestreo de identificación (MI) Anexo 2: Patrones de muestreo para definir la localización de puntos de muestreo en suelos contaminados	Resolución Ministerial N.º 085-2014-MINAM	Ministerio del Ambiente (MINAM)	Perú
	Manual técnico Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimento para análisis químicos y toxicológicos de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: technical manual, 2001)	Capítulos 4	-	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Estados Unidos
	Procedimiento de Operación Estándar – <i>Standard Operating Procedure</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	-	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Estados Unidos
	NOAA. Shoreline Assessment Manual 4ta Edition	5. Shoreline Assessment Process and Activities	-	Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. (NOAA)	Estados Unidos
Macrobentos (incluye <i>Emerita analoga</i>)	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater	Section 10500 – B. Benthic macroinvertebrates Sample Collection	Guía internacional	American Public Health Association (APHA)	Estados Unidos 2012
Megabentos	Methods for the Study of marine benthos	Section 4-4.1: Diving systems: Hookah systems y Section 4-4.3: Data collection and recording	Guía internacional	Hellenic Centre for Marine Research	Reino Unido 2005

6.2. Ubicación de puntos de muestreo

6.2.1. Zona Intermareal

La calidad del agua superficial de mar de playa Hermosa fue evaluada en un total de 3 puntos de muestreo distribuidos a lo largo de la playa, a una distancia aproximada de 170 m entre un punto y otro para la caracterización de la zona intermareal de la playa (Figura 6.1)



Figura 6.1. Puntos de muestreo de agua superficial de mar a nivel intermareal en playa Hermosa

En el ambiente intermareal se muestrearon 8 puntos de muestreo de sedimento (arena de playa) (Table 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-STE, a nivel superficial considerando una profundidad de 0 – 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 Policíclicos



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

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



Figura 6.2. Puntos de muestreo de sedimento intermareal en playa Hermosa

En el componente hidrobiológico, se evaluaron un total de 2 puntos en intermareal, un punto correspondiente a la evaluación de Macrobenetos de orilla rocosa (HR-R1) y otro para la evaluación de *Emerita analoga* (HR-2) (Figura 6.3). Asimismo, se evaluaron 4 puntos blancos, ubicados en las playas La Encantada, La Herradura, Cocoy y Chica. La ubicación de los puntos blancos se muestran en el reporte de campo de playas blanco (Anexo 3)



Figura 6.3. Puntos de muestreo de hidrobiología intermareal y submareal en playa Hermosa

En la Tabla 6.2 y la Tabla 6.3 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo del agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) en el ambiente intermareal de playa Hermosa

Tabla 6.2. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial de mar en el ambiente intermareal de playa Hermosa

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	Her-AS-1	261683	8697528	0	Playa Hermosa, punto intermareal ubicado en la zona sur de la playa, al este de la zona de anclaje de embarcaciones y aproximadamente a 280 m al sur del muelle
2	Her-AS-2	261854	8697486	0	Playa Hermosa, punto intermareal ubicado al este de la zona de anclaje de embarcaciones y aproximadamente a 180 m del punto Her-AS-1 y 90 m al sur del muelle

**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

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
3	Her-AS-3	262019	8697467	0	Playa Hermosa, punto intermareal ubicado entre el Club de Yates de Ancón y aproximadamente a 170 m del punto Her-AS-2 y 60 m al norte del muelle

Tabla 6.3. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimento (arena de playa) en el ambiente intermareal de playa Hermosa

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	Her-SD-1	261660	8697538	0	Ubicado en el extremo oeste de la playa Hermosa y aproximadamente a 305 m al oeste del muelle
2	Her-SD-2	261693	8697524	0	Ubicado en la playa Hermosa a 35 m del punto Her-SD-1 y a 270 m aproximadamente al oeste del muelle
3	Her-SD-3	261725	8697499	0	Ubicado en la playa Hermosa a 40 m del punto Her-SD-2 y a 235 m aproximadamente al oeste del muelle
4	Her-SD-4	261792	8697499	0	Ubicado en la playa Hermosa a 65 m del punto HER-SD-3 y a 170 m aproximadamente al oeste del muelle
5	Her-SD-5	261850	8697483	0	Ubicado en la playa Hermosa a 60 m del punto HER-SD-4 y a 110 m aproximadamente al oeste del muelle
6	Her-SD-6	261904	8697472	0	Ubicado en la playa Hermosa a 55 m del punto HER-SD-5 y a 57 m aproximadamente al oeste del muelle
7	Her-SD-7	261948	8697470	0	Ubicado en la playa Hermosa a 45 m del punto HER-SD- y al costado del muelle
8	Her-SD-8	262019	8697463	0	Ubicado en el Club de Yates de Ancón, de la playa Hermosa

En la Tabla 6.4 y 6.5 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo del componente hidrobiológico en playa Hermosa y de los puntos blanco (playa Chica, La Encalada, La Herradura y Cocoy).

Tabla 6.4. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos y *Emerita analoga* (muy muy) en el ambiente intermareal de playa Hermosa

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	HR-R1	261649	8697522	0	Playa Hermosa, intermareal rocoso ubicado al extremo oeste de la playa
2	HR-2	261765	8697501	0	Playa Hermosa, intermareal arenoso ubicado a aproximadamente 115 m del punto HR-R1

Tabla 6.5. Ubicación de los puntos de muestreo de macrobentos y *Emerita analoga* (muy muy) en el ambiente intermareal de las playas control (puntos blanco)

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	BE-1	283696	8647741	0	Playa La Encantada, intermareal arenoso ubicado frente a la parte sur de los Pantanos de Villa, Chorrillos

**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

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
2	BrP-1	278113	8652408	0	Playa La Herradura, intermareal rocoso ubicado a 900 m al suroeste de la zona de playa, ingresando por el paso La Araña
3	BP-1	213443	8758705	0	Playa Cocoy, intermareal arenoso ubicado a 2 km al oeste del humedal Paraiso
4	BSP-1	215988	8765594	0	Playa Chica, intermareal arenoso ubicado a 1,4 km al norte del extremo norte del humedal Paraiso

6.2.2. Zona Submareal

En las Tablas 6.6 y 6.7 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo del componente hidrobiológico en el ambiente submareal de playa Hermosa y de los puntos blanco (playa La Encantada, La Herradura y Cocoy) (Figura 6.3). La ubicación de los puntos blancos se muestran en el reporte de campo de playas blanco (Anexo 3)

Tabla 6.6. Ubicación de los puntos de muestreo de megabentos en el ambiente submareal de playa Hermosa

Playa Hermosa					
N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	HR-S1	261801	8697705	5	Punto submareal ubicado frente a Playa Hermosa, a aproximadamente 150 m de la línea de costa. Fondo Blando

Tabla 6.7. Ubicación de los puntos de muestreo de megabentos en el ambiente submareal de las playas control (puntos blanco)

N.º	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	Descripción
		WGS 84 – Zona 18L			
		Este (m)	Norte (m)		
1	BE-S1	283623	8647466	12	Punto submareal ubicado frente a Playa La encantada, distrito de Chorillos, a aproximadamente 200 m de la línea de costa. Fondo Blando
2	BrP-S1	278213	8652764	8	Punto submareal ubicado al lado Sur de Playa La Herradura, distrito de Chorillos, a aproximadamente 200 m de los acantilados. Fondo Blando
3	BP-S1	213457	8758982	6	Punto submareal ubicado frente a Playa Cocoy, distrito de Huacho, a aproximadamente 250 m de la línea de costa. Fondo Blando

6.3. Parámetros y métodos de análisis

En las Tabla 6.9 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 playa Hermosa.

Tabla 6.8. Parámetros evaluados en agua superficial de mar, sedimento (arena de playa) e hidrobiología

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
Agua salina	Agua superficial de mar – Ambiente Intermareal	Hidrocarburos totales de petróleo (C6-C40)	3	EPA Method 8015C Rev.03 2007	ALAB E.I.R.L
		Hidrocarburos totales de petróleo (fracción aromática)	3	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018	

**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

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
		Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): 1-Metilnaftaleno, 2-Metilnaftaleno, Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(a)fluoranteno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno, Pireno	3	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018	
		Aceites y grasas	3	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	
		Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Fósforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Titanio, Uranio, Vanadio y Zinc)	3	EPA Method 200.8, Revision 5.4 / EPA Method 200.8, Revision 5.4. VALITED (Applied out of reach), 2020	
		BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, m+p Xileno, Xileno, Xilenos)	3	EPA Method 5021A Rev. 2, 2014/EPA Method 8015C Rev. 3, 2007	
Sedimento	Arena de playa – Ambiente Intermareal	Hidrocarburos totales de petróleo (fracciones F1, F2 y F3)	8	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	AGQ PERU S.A.C
		Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(e)pireno, 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	8	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)	8	EPA Method 3050 B Rev2 / EPA Method 6020 B. Rev.2	
		Análisis granulométrico	1	ASTM D422-63 (Reapproved 2007)	ALS LS PERU
Hidrobiología	Hidrobiología – Ambiente Intermareal	Macrobentos (macroinvertebrados bentónicos)	1	SMEWW 10500 C (parte 2) SMEWW 10900	OEFA - OTEC
		Análisis poblacional de <i>Emerita analoga</i> (muy muy)	1	SMEWW 10500 C (parte 2) SMEWW 10900	OEFA - OTEC

**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

Componente	Tipo de muestra	Parámetros	Cantidad	Método de análisis	Laboratorio contratado
	Hidrobiología – Ambiente Submareal	Megabentos	1	Methods for the Study of marine benthos - 2013	<i>In situ</i>

Fuente: Anexo 4: Informes de Ensayo

Agua Salina:

Informes de ensayo: IE-22-5240 y IE-22-5247 emitidos por ALAB E.I.R.L.

Sedimentos:

Informes de ensayo: SAA-22-00366, SAA-22-00385 y SAA-22-00379 emitidos por AGQ Perú S.A.C.

Informe de ensayo: 24917/2022 emitido por ALS LS Perú S.A.C.

Hidrobiología: 080-2022-OEFA/OTEC, 081-2022-OEFA/OTEC, 082-2022-OEFA/OTEC, 157-2022-OEFA/OTEC, 158-2022-OEFA/OTEC

6.4. Equipos utilizados

Los equipos utilizados para la medición de parámetros de campo, los certificados de calibración, fichas de verificación y ajuste se detallan en el reporte de campo N.º RC-034-2022-STEC, RC-021-2022-STEC y RC-022-2022-STEC.

6.5. Procesamiento de datos

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

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 correlación¹⁵.

La presentación de las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo fue realizada según la interpolación espacial de Kriging, donde se observa la mayor concentración de TPH en relación con los puntos aledaños. Esta interpolación es solamente para visualizar las concentraciones del PTH en playa Hermosa.

En el caso de los datos biológicos, los resultados de laboratorio de *E. analoga* sirvieron para elaborar figuras de barras e histogramas de frecuencias de acuerdo a Sánchez (1988). Para la abundancia y biomasa, considerando que se evaluaron 3 transectos por cada punto, se trabajó con individuos promedio por cada distancia de muestreo a lo largo de los transectos; en el caso de frecuencia de tallas, estas se trabajaron con el total de individuos por cada distancia de muestreo a lo largo de los transectos de cada punto. Asimismo, para las proporciones por sexo, se trabajó mediante el cálculo de porcentajes de sexo/estadio, considerando la escala propuesta por Osorio et al. (1967). Respecto a los datos de

¹⁵

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

macrobentos y megabentos, se elaboraron figuras de abundancias de individuos en cada punto de muestreo, considerando las réplicas correspondientes para cada punto y comunidad.

6.6. Criterios de evaluación

La clasificación de la playa Hermosa 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 costeros y marinos» por ubicarse en la Zona Reservada de Ancón¹⁶ (en adelante, Cat. 4 E4). Por lo tanto, los resultados obtenidos se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua vigente aprobado por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

Referencialmente se compararon con los ECA de la Categoría 1: «Poblacional y Recreacional, Subcategoría B1: Contacto Primario» (en adelante, Cat. 1 B1) y Categoría 2 «Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras» (en adelante, Cat. 2 C2) para comparar los resultados de parámetros de interés¹⁷ que la categoría Cat.4 E3 no incluya valores para su comparación (ver Tabla 6.10).

Los resultados del análisis de sedimentos se compararon con los valores de nivel de fondo de Hidrocarburos Totales de Petróleo (y fracciones F1, F2 y F3), 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 (distritos Chorrillos) y Las Sombrillas (distrito Barranco), provincia Lima, detallados en el 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».

En la Tabla 6.10 se detallan los valores de comparación para los componentes agua superficial de mar y sedimento (arena de playa).

Tabla 6.9. Comparación de resultados para agua superficial de mar y sedimento (arena de playa), según los ECA vigente y niveles de fondo de las zonas “blanco”

Componente	Parámetro	Unidad	ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	Nivel de Fondo - Ambiente Intermareal
			E3: Ecosistemas costeros y marinos	
Agua Superficial de Mar	Aceites y grasas	mg/L	5,0	-
	TPH	mg/L	0,5	-
	TPH (Fracción aromática)	mg/L	0,1*	-

¹⁶ Creada el 28 de noviembre del 2011, mediante la Resolución Ministerial N°275-2011-MINAM. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1932980-zona-reservada-ancón>

¹⁷ Los parámetros analizados para agua superficial así como para sedimento intermareal 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 REPSOL, según el Anexo F, Tabla I, información remitida por la DSEM del OEFA.

**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

Componente	Parámetro		Unidad	ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	Nivel de Fondo - Ambiente Intermareal
				E3: Ecosistemas costeros y marinos	
	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 (arena de playa)	TPH (C6-C40)		mg/kg PS	-	<0,30
	Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs)	Acenafteno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Acenaftileno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Antraceno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (a) antraceno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (a) pireno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (b) fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (e) pireno	mg/kg PS	-	< 0,030
		Benzo (g,h,i) perileno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Benzo (k) fluoranteno	mg/kg PS	-	< 0,005
		Criseno	mg/kg PS	-	< 0,005
		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

**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

Componente	Parámetro		Unidad	ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	Nivel de Fondo - Ambiente Intermareal
				E3: Ecosistemas costeros y marinos	
		Cadmio	mg/kg PS	-	0,11
		Calcio	mg/kg PS	-	14236
		Cobalto	mg/kg PS	-	3,71
		Cobre	mg/kg PS	-	7,91
		Cromo	mg/kg PS	-	8,64
		Estaño	mg/kg PS	-	1,03
		Estroncio	mg/kg PS	-	54,77
		Fósforo	mg/kg PS	-	1159
		Hierro	mg/kg PS	-	12403
		Litio	mg/kg PS	-	9,14
		Magnesio	mg/kg PS	-	4451
		Manganeso	mg/kg PS	-	185,5
		Mercurio	mg/kg PS	-	-
		Molibdeno	mg/kg PS	-	0,28
		Niquel	mg/kg PS	-	3,64
		Plomo	mg/kg PS	-	7,56
		Potasio	mg/kg PS	-	1007
		Selenio	mg/kg PS	-	1,79
		Sodio	mg/kg PS	-	2081
		Talio	mg/kg PS	-	0,04
		Titanio	mg/kg PS	-	507,7
		Vanadio	mg/kg PS	-	33,01
		Zinc	mg/kg PS	-	35,23

- No aplica

* Se incluyeron referencialmente los valores del ECA Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras

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

Para la evaluación hidrobiológica se consideró a la población de *Emerita analoga* en el ambiente intermareal y a la comunidad de megabentos en el ambiente submareal. Se eligió a *E. analoga* por ser una especie de distribución continua en las playas de la costa central de Perú y por ser una de las especies dominantes de las playas de arena en el departamento de Lima (Tarazona et al., 1986), así mismo, los individuos de esta especie son consideradas como receptores ecológicos potencialmente muy importantes para la exposición a contaminantes en muchas áreas costeras (Barron et al., 1999).



Los resultados obtenidos en la playa Hermosa, tanto en ambiente intermareal y submareal, fueron comparados con lo obtenido en los puntos de muestreo de las zonas blanco ubicados al norte, en las playas Cocoy y playa Chica (distrito Huacho, provincia Huaura), y al sur en las playas La Encantada y La Herradura (distrito Chorrillos, provincia 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 a ello, los puntos blancos y todas las playas verificadas se ubican dentro de la ecorregión Humboltiana (Spalding et al., 2007). Otro criterio utilizado fue el alcance del hidrocarburo derramado, considerando la dirección predominante de las corrientes marinas frente a la costa central de Perú, el hidrocarburo no tendría presencia en las playas al sur del Callao, como es el caso de playa La Encantada y la Herradura, ambas ubicadas en el distrito de Chorrillos, provincia y departamento de Lima; en el caso de las playas blanco Cocoy y Chica, sus ubicaciones distantes al evento del derrame presentan condiciones adecuadas (libres de hidrocarburos) para hacer las comparaciones respectivas con las playas que correspondan. Otro criterio útil fue 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 (Tarazona et al., 1986; Sánchez, 1988; Arguelles et al., 2010, Ibanez-Erquiaga et al., 2018).

Finalmente, se tomaron muestras puntuales de sedimento para el análisis de TPH y granulometría en los puntos blanco de las playas arenosas, a fin de tener la certeza de la ausencia de TPH en estas.

7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de calidad de agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) en el ambiente intermareal, además de los resultados de la evaluación de la comunidad de macrobentos y *Emerita analoga*, realizada entre el 2, 6 y 7 de abril de 2022 en playa Hermosa; mientras que en el ambiente submareal solo se evaluó a la comunidad de megabentos.

7.1. Ambiente Intermareal

7.1.1. Agua superficial de mar

Los resultados de las mediciones en campo y parámetros físico químicos en el agua superficial de mar se detallan en el Anexo 5.

Parámetros de campo

En todos los puntos de muestreo de playa Hermosa, los valores de potencial de hidrógeno (pH) y oxígeno disuelto (O.D.) cumplieron con los ECA para agua 2017 Cat. 4 E3 y referencialmente con la Cat.1 B1 (Tabla 7.1). El potencial de hidrógeno se encontró entre 7,55 unidades de pH y 8,10 unidades de pH, el oxígeno disuelto presentó una media de 7,98 mg/L mayor a 4 mg/L y 5 mg/L, establecidos por los ECA en mención. La conductividad eléctrica registró valores entre 51,1 al 52,0 mS/cm.

**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**Tabla 7.1.** Parámetros de campo en agua superficial de mar en el ambiente intermareal de playa Hermosa

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo		Parámetros			
		Fecha	Hora	T (°C)	pH (unidad de pH)	O.D. (mg/L)	C.E. (mS/cm)
1	Her-AS-1	02/04/2022	11:15	21,6	7,84	7,27	51,8
2	Her-AS-2	02/04/2022	11:45	22,2	8,10	10,57	52,0
3	Her-AS-3	02/04/2022	12:30	21,3	7,55	6,11	51,1
Estándares de Calidad Ambiental para Agua Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM			Cat. 1 B1	-	6,0 - 9,0	≥ 5	-
			Cat. 4 E3	-	6,8 - 8,5	≥ 4	-

Fuente: Anexo 3: RC-034-2022-STECC

Parámetros fisicoquímicos

Aceites y grasas

Los resultados analíticos de aceites y grasas en agua superficial de mar del ambiente intermareal de playa Hermosa reportaron valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. < 0,50 mg/L en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con los ECA Cat.4 E3 (5 mg/L).

Hidrocarburos totales del petróleo - TPH (C₆-C₄₀)

Los resultados analíticos de hidrocarburos totales del petróleo en agua superficial de mar incluyeron la sumatoria de fracciones F₁, F₂ y F₃. En playa Hermosa 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, 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 playa Hermosa reportó valores menores al límite de cuantificación analítico L.C.M. < 0,0050 en todos los puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA para agua, 2017, Cat.4 E3 para Benceno (0,05 mg/L), única categoría que contempla dicho parámetro del grupo de BTEX.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)

Se analizaron un grupo de 18 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)¹⁸ en agua superficial de mar de playa Hermosa, 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 el ECA en mención.

¹⁸ Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): 1-Metilnaftaleno, 2-Metilnaftaleno, Acenafreno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(a)fluoranteno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h), antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno y Pireno.

**Hidrocarburos totales del petróleo (fracción aromática)**

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

Metales totales

Se analizaron 32 metales totales, de los cuales ninguno superó los ECA Cat.4 E3, cumpliendo con dicha norma en todos los puntos de muestreo. El níquel y vanadio, parámetros de interés¹⁹ para la evaluación, se encontraron por debajo del límite de cuantificación (< 0,0004 mg/L y < 0,0003 mg/L, respectivamente), cumpliendo con el ECA Cat. 4 E3 (Ni: 0,0082 mg/L) y Agua Cat. 1 B1 (V: 0,1 mg/L), respectivamente.

La concentración de todos los metales totales en las muestras en las muestras colectadas de agua superficial de mar de playa Hermosa se encuentra en el Anexo 5.

7.1.2. Sedimento (arena de playa)**Parámetros fisicoquímicos****Hidrocarburos totales del petróleo – TPH**

La determinación analítica en las muestras colectadas de sedimento (arena de playa) de playa Hermosa reportó presencia de hidrocarburos totales de petróleo por debajo del límite de cuantificación (L.C.: <0,30 mg/kg) en todos los puntos de muestreo, por lo tanto, debajo del nivel de fondo (NF_{TPH}: <0,30 mg/kg) y nivel de referencia (NR_{TPH}: <0,30 mg/kg).

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.

Las concentraciones de hidrocarburos F1, F2 y F3 estuvieron por debajo del límite de cuantificación (L.C.: <0,30 mg/kg, L.C.: <5,00 mg/kg y L.C.: <5,00 mg/kg) en todos los puntos de muestreo, por lo tanto, debajo de los niveles de fondo (NF_{TPH (F1)}: <0,30 mg/kg, NF_{TPH (F2)}: <5,00 mg/kg y NF_{TPH (F3)}: <5,00 mg/kg) y niveles de referencia (NR_{TPH (F1)}: <0,30 mg/kg, NR_{TPH (F2)}: <5,00 mg/kg y NR_{TPH (F3)}: <5,00 mg/kg).

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's)

Las concentraciones de los 18 compuestos de la familia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's) determinados en las muestras colectadas de sedimento (arena de playa) de playa Hermosa fueron valores menores a los límites de cuantificación del método de análisis del laboratorio en todos los puntos de muestreo; por lo tanto, también debajo de los valores de NF y NR de los parámetros.

¹⁹ Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por REPSOL, el Anexo F, Tabla I, reporta los metales presentes en su composición: 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).

**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

Las concentraciones de HAP's de todas las muestras colectadas de sedimento de playa Hermosa se encuentra en el Anexo 5.

Metales totales

Se determinó un total de 30 metales totales en todos los puntos de muestreo, de los cuales se incluyeron al cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, plomo, sodio, níquel y vanadio para su comparación con los niveles de fondo y niveles de referencia respectivos, debido a considerarse parámetros de interés en esta evaluación considerando la caracterización del crudo²⁰ por parte del administrado.

Particularmente, se tomó en consideración al níquel y vanadio debido a encontrarse en cantidades considerables en la composición del crudo²⁰ señalado. Del análisis, se reportó que en ningún punto de muestreo se presentaron concentraciones de níquel que superaran los niveles de fondo y referencia (NF_{Ni}:3,64 mg/kg y NR_{Ni}:4,39 mg/kg); de manera similar, las concentraciones de vanadio tampoco superaron los niveles de fondo (NF: 33,01 mg/kg) y referencia (NR_V: 47,06 mg/kg), tal como se observa en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Concentraciones de metales totales en sedimento (arena de playa) intermareal de playa Hermosa

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
Her-SD-1	0,1341	5959	7,7	839	7964	2,99	4,782	2070	22,00
Her-SD-2	0,30204	4002	7,5	783	7619	2,99	4,923	3453	22,00
Her-SD-3	0,11517	4235	7,5	903	8019	2,98	4,863	2722	22,00
Her-SD-4	0,10632	5198	8,3	1100	8805	3,11	5,007	4456	26,00
Her-SD-5	0,1075	5751	8,8	1222	9275	3,37	5,344	1451	27,00
Her-SD-6	0,1385	4139	7,1	836	7792	3,33	4,633	3093	24,00
Her-SD-7	0,09152	3875	6,8	783	7541	2,85	4,459	2361	21,00
Her-SD-8	0,10283	4779	6,8	1053	8025	3,07	4,881	1941	23,00
Nivel de Fondo - NF (mg/kg)	0,11	14236	7,91	1159	12403	3,64	7,56	2081	33,01
Nivel de Referencia - NR (mg/kg)	0,21	25955	11	1815	15396	4,39	9,49	3299	47,06



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

Granulometría

La granulometría fue evaluada con 1 muestra compuesta (Her-SD-COM1) para caracterizar la playa. Se reportó que el sedimento (arena de playa) presentó predominancia de arena

²⁰ Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por REPSOL, el Anexo F, Tabla I, reporta 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).



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

con un 98,8 % en la composición del sedimento intermareal, determinando una clase textural Arenosa.

7.1.3. Hidrobiológico

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del componente; asimismo, previamente se destaca lo obtenido respecto a los parámetros de TPH y granulometría en las playas blanco, donde el sustrato predominante es la arena al igual que la playa Hermosa y las concentraciones de TPH están por debajo del límite de cuantificación ($<0,30$ mg/kg) (Anexo 4), siendo así las playas blanco, adecuadas para la comparación con playa Hermosa.

7.1.3.1. Análisis Poblacional de *Emerita analoga*

A. Distribución batimétrica

La distribución de la abundancia de *Emerita analoga* presento mayores valores en los niveles más alejados de la línea de acarreo, siendo los 15 m la distancia donde inicia la distribución alcanzada la mayor abundancia promedio a los 40 m de distancia, con 10 ind/0,028 m². En general, se apreció una baja abundancia de individuos de *E. analoga* en los puntos evaluados (Figura 7.1).

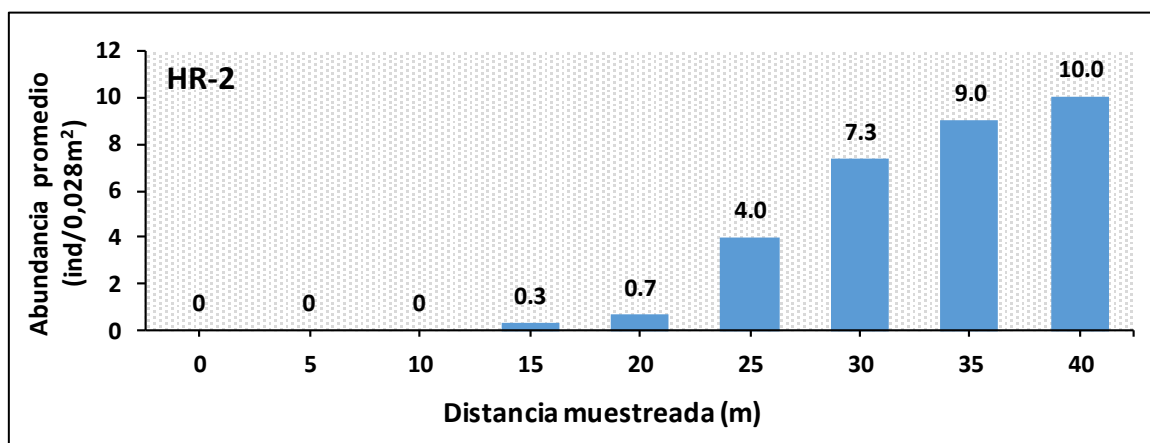


Figura 7.1. Distribución batimétrica de la abundancia promedio de *E. analoga* en los puntos evaluados de playa Hermosa

Un caso similar se presentó en la distribución de la biomasa; con valores a partir de los 15 m de distancia de muestreo; asimismo, la mayor biomasa promedio fue de 7,5 g/0,028 m², a los 40 m (Figura 7.2). En general, la biomasa presenta valores relativamente bajos en toda su distribución.

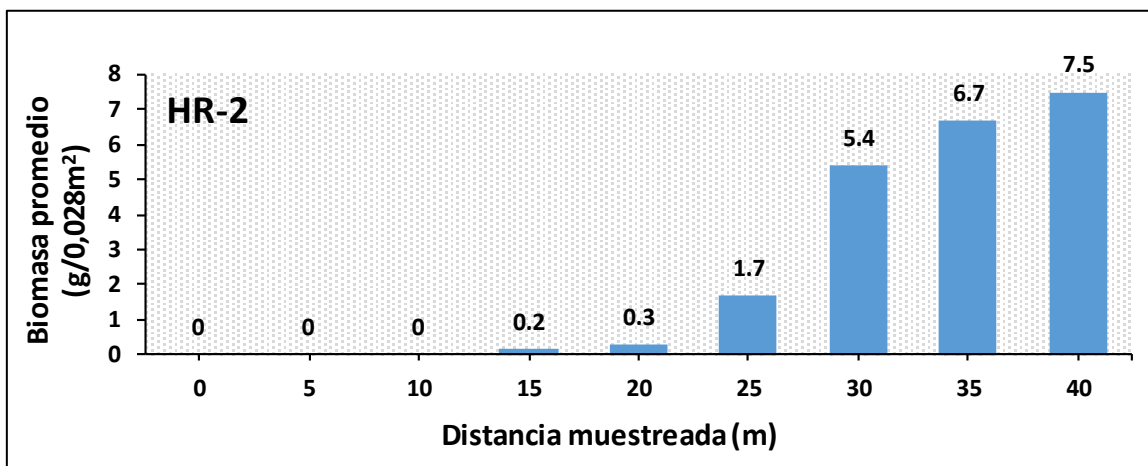


Figura 7.2. Distribución batimétrica de la biomasa promedio de *E. analoga* en los puntos evaluados de playa Hermosa

B. Frecuencia de tallas

El histograma de frecuencia de tallas del total de individuos de *E. analoga* en el punto de playa Hermosa muestran una estructura de tallas congregados en 1 grupo, que va desde los 8 mm hasta 15 mm, con presencia discontinua de individuos hasta los 21 mm. (Figura 7.3). La talla con mayor frecuencia se presenta alrededor de los 12 mm.

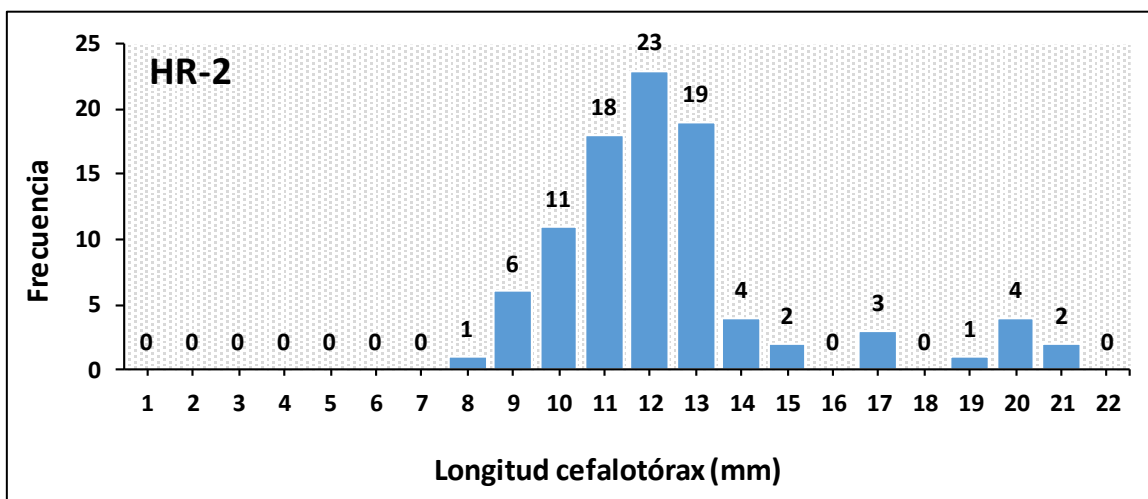


Figura 7.3. Frecuencia de tallas de *E. analoga* en los puntos evaluados de playa Hermosa

C. Proporción de sexos

La proporción por sexos y estadios de *E. analoga* en playa Hermosa muestra predominancia de machos con el mayor porcentaje de 86,2 %, seguida de hembras ovígeras con 9,6 %, hembras con 4,3 %. y ausencia de juveniles (Figura 7.4).

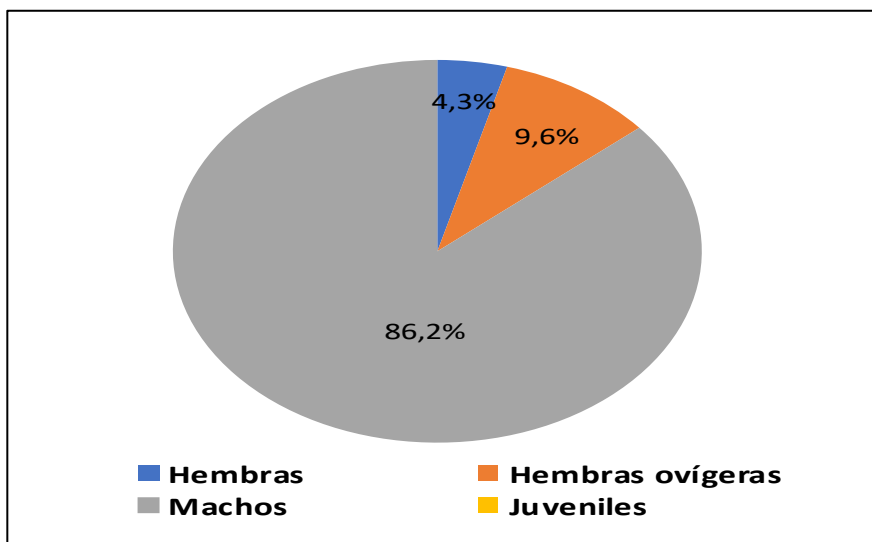


Figura 7.4. Proporción de sexos/estadios de madurez de *E. analoga* en los puntos evaluados en playa Hermosa

7.1.3.2. Análisis comunitario

Los resultados de la evaluación de la comunidad de macrobentos de orilla rocosa de playa Hermosa, muestra la existencia de 16 especies en el único punto evaluado (HR-R1), para la zona litoral. Donde los grupos predominantes fueron Annelida y Mollusca, ambos con 5 especies, seguido de Arthropoda con 4 especies, Cnidaria y Nemertea ambos con 1 especie. Asimismo, el grupo de las macroalgas registro un total de 7 especies (Figura 7.5).

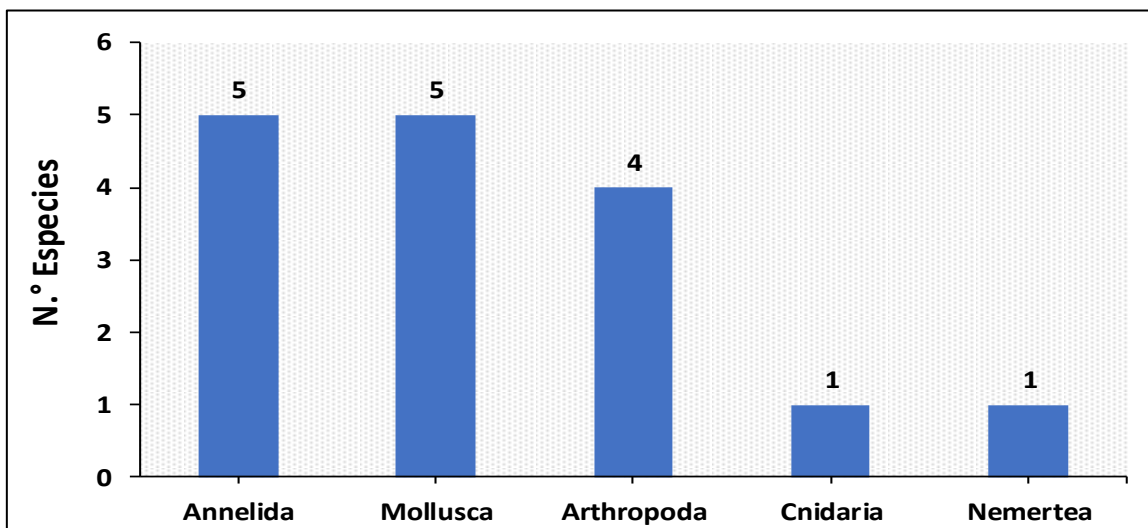


Figura 7.5. Riqueza de especies de la comunidad de macrobentos de orilla rocosa en playa Hermosa

En cuanto a la abundancia, los moluscos *Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus algosus* fueron las especies dominantes con 4651 y 4338 ind/0,188m², respectivamente; seguido bastante por debajo por el crustáceo *Jehlius cirratus* con 482 ind/0,188m² (Figura 7.6).

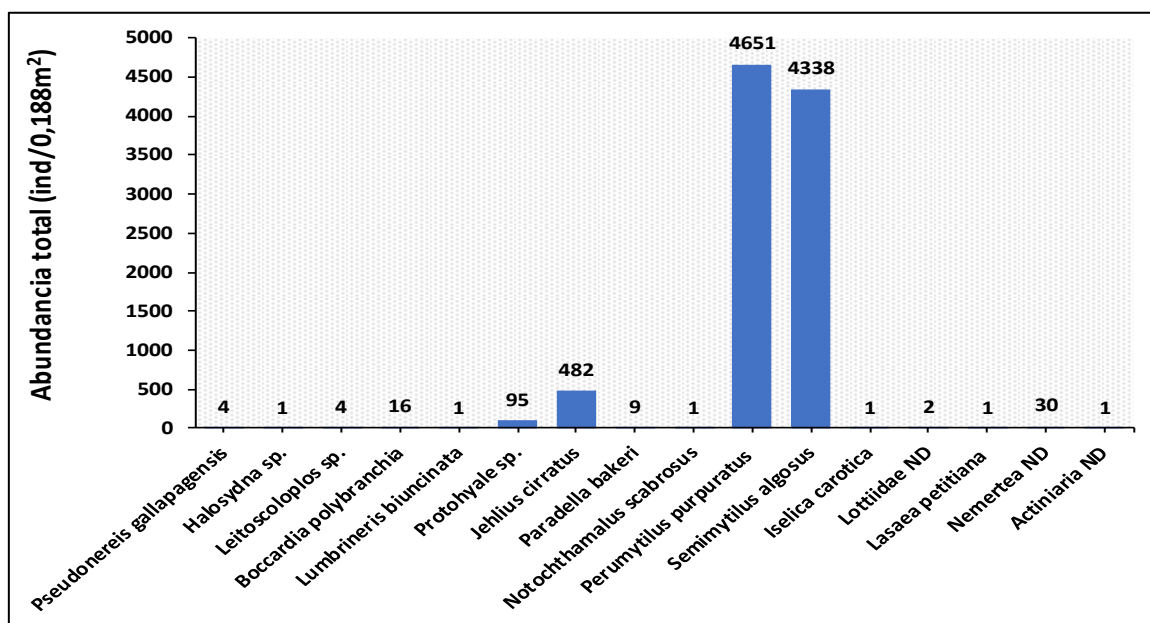


Figura 7.6. Riqueza de especies de la comunidad de macrobentos de orilla rocosa en playa Hermosa

7.1.4. Superficie de litoral

Fotogrametría con Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS)

Resultado del estudio fotogramétrico con Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) en el periodo evaluado del 26 de marzo al 6 de abril, en la zona marino-costera del segmento E-02²¹ (dividido desde E-02-A hasta E-02-B) que corresponden a la playa Hermosa, no se visualizó superficialmente colores y texturas que representen: Manchas de petróleo crudo en arena de playa, manchas de petróleo crudo en zona de mar, manchas en zonas de turbulencias en mar y manchas cercanas a zonas donde se observa actividades de limpieza, como muestra el Mapa de fotogrametría con RPAS en superficie de litoral en el Anexo 7.

El reporte de resultados N.º RR-007-2022-STECC del estudio de fotogrametría en el marco de la ejecución de la verificación de la limpieza de playas y Áreas Naturales Protegidas, afectadas por el derrame de petróleo crudo en el Terminal Multiboyas N°2 de la refinería La Pampilla ocurrido los días 15 y 24 de enero de 2022, se encuentran en el Anexo 8.

7.2. Ambiente submareal

7.2.1. Hidrobiológico

En el caso de la evaluación hidrobiológica submareal que corresponde a la comunidad de megabentos, se evaluó un solo punto (HR-S1), se pudo verificar que el fondo presenta un tipo de sedimento compuesto al 100 % de arena en las 8 réplicas evaluadas a lo largo del transecto. Asimismo, la única especie registrada fue la estrella frágil Ophiuroidea ND, con una

21 El segmento de E-02 se ubica entre los puntos E-02-A (261670/ 8697605) hasta E-02-B (262050/ 8697490).

abundancia >100 Ind. /0,25m² en cada una de las réplicas. Estas condiciones estarían principalmente condicionadas por el tipo de sustrato del fondo marino frente a playa Hermosa.

8. DISCUSIÓN

Para realizar la evaluación ambiental de causalidad para la verificación de la limpieza en el agua superficial de mar y sedimento (arena de playa) de playa Hermosa, afectada por el derrame de petróleo crudo derramado en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, se evaluó la línea litoral del ambiente o zona intermareal. Los componentes físicos del ambiente intermareal fueron evaluados mediante muestreos a pie a lo largo de la orilla, la evaluación hidrobiológica con muestreos sobre modelos de zonación; en el ambiente submareal se realizó con el apoyo de embarcaciones y la inmersión de buzos para evaluar comunidades hidrobiológicas.

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

La zona intermareal según su extensión en la línea de la costa según los segmentos E-02 (E-02-A hasta E-02-B)²² indicados por el administrado^{23, 24}. Considerando las posibles vías de transporte de petróleo crudo tomando en cuenta el transporte físico del contaminante a nivel de la columna de agua y en su distribución espacial considerando la dirección del flujo marítimo.

La Figura 8.1 presenta el modelo conceptual de la afectación en un cuerpo de agua, tal como playa Hermosa.

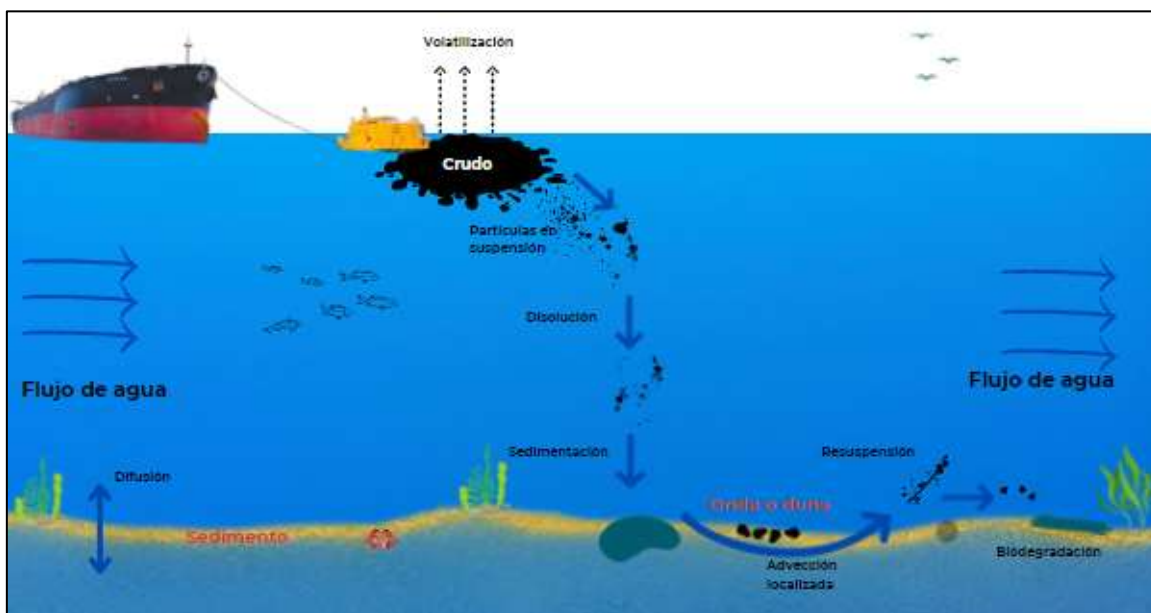


Figura 8.1. Modelo conceptual de la afectación por el derrame de petróleo crudo en el medio acuático - playa Hermosa

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

22 Los segmentos de E-02 se ubican desde E-02-A 261670, 8697605; E-02-B 262050, 8697490.

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

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



La zona intermareal se ubica entre la línea de mareas más alta y la línea de marea más baja; zona que representa una transición gradual entre el ambiente terrestre y el ambiente acuático, es caracterizado por su variabilidad en temperatura, luz y humedad, entre otras variables y se distingue por su relativa estabilidad ambiental. La alternancia entre procesos de inundación y exposición al aire determina un ambiente físico único creando gradientes ambientales que determinan los patrones de distribución y abundancia de los organismos que viven en las costas rocosas (Carefoot, 1977; Barnes y Hughes, 1999; Menge y Branch, 2001; Karkeskint *et al.*, 2009).

La zona submareal se encuentra dentro del dominio nerítico o litoral, la que se extiende desde la orilla de la costa hasta el borde de la plataforma continental, a una profundidad de entre 100 m a 200 m de profundidad dependiendo de la localización. Esta zona se encuentra además dentro de la denominada zona eufótica, la que va desde la superficie del agua hasta donde penetra la luz (entre 80 y 200 m, dependiendo de la turbidez del agua).

En el ambiente submareal se considera una distancia perpendicular a la línea de orilla del ambiente intermareal de 500 metros de acuerdo con la clasificación de ANA²⁵. Para la playa Hermosa, el alcance submareal fue para evaluar comunidades hidrobiológicas.

8.1. Ambiente Intermareal

De la evaluación en ambiente intermareal se determinó lo siguiente:

Para la evaluación de la calidad del agua superficial de mar se evaluaron 3 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, para la «Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos» por ubicarse en el área de la Bahía de Ancón en la Zona Reservada de Ancón²⁶ y referencialmente con la «Categoría 1, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación - Contacto primario» y «Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales, subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras». Estas últimas se emplearon de manera complementaria, ya que presentan valores para la comparación de Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracción aromática) y Metales totales, según corresponda.

La medición de parámetros de campo en agua superficial de mar registró pH próximo al neutro (entre 7,55 y 8,1 unidades de pH), conductividad eléctrica (51,55 mS/cm en promedio), temperatura (21,75 °C en promedio) y oxígeno disuelto (> 6,11 mg/L), particularmente para último parámetro, el punto Her-AS-02 registró un valor alto (10,57 mg/L) con respecto a los otros dos puntos, lo cual, pudo estar asociado a la presencia abundante de algas verdes observadas en el agua y las condiciones del día (hora muestreo 11:45 horas, tiempo soleado). Los valores medidos de unidades de pH y oxígeno disuelto cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Cat. 4 E3, en todos los puntos de muestreo, tal como se indica en la Tabla 7.1 de la sección de Resultados.

²⁵ Clasificación del cuerpo de agua marino – costero, aprobado mediante RJ N° 030-2016-ANA

²⁶ Creada el 28 de noviembre del 2011, mediante la Resolución Ministerial N°275-2011-MINAM. La Bahía de Ancón comprende una superficie marina de 2,193.01 ha que representa el 21% de la Zona Reservada de Ancón. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1932980-zona-reservada-ancón>



Los resultados analíticos de calidad de agua superficial de mar para los parámetros Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH), Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracción aromática), Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs), Aceites y Grasas, BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos) reportaron concentraciones menores al límite de cuantificación analítico de cada uno de los parámetros analizados en los 3 puntos de muestreo, cumpliendo con el ECA Agua Cat.4 E3 y referencialmente con los ECA Agua Cat.1 B1 y ECA Agua Cat.2 C2; los que se detallan en el ítem Resultados y el Anexo 3.

Para Metales totales, los resultados mostraron, que 26 de los 32 metales analizados presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación analítico y cumplieron con los ECA para agua (2017) Cat.2 C2 y referencialmente con el ECA para agua Cat.1 B1; el boro superó referencialmente el ECA para agua (2017) Cat.1 B1 (0,5 mg/L) en los 3 puntos de muestreo, sin embargo, no se identificó relación alguna con el derrame del crudo.

La evaluación de la calidad de sedimento (arena de playa), se determinó en áreas de potencial interés (API) donde se estableció un punto de muestreo por cada área²⁷, que fue construida a partir de los segmentos de playa remitidos por Relapasaa²⁸, obteniéndose 9 puntos de muestreo. Los resultados obtenidos para Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH) y sus fracciones F₁ (C₆-C₁₀), F₂ (C₁₀-C₂₈) y F₃ (C₂₈-C₄₀), HAPs, Metales Totales fueron comparados con los niveles de fondo²⁹ determinados en playas no afectadas por el derrame de crudo ocurrido en la Refinería La Pampilla.

Se identificó, según el análisis granulométrico realizado (1 compósito), el sedimento intermareal presentó composición predominante de arena (98,8%), siendo arena fina en mayor proporción, determinando una textura arenosa y estructura de grano simple y de coloración gris, los cuales caracterizan a playa Hermosa como una playa Arenosa, de tipo plana con baja pendiente (0 – 2%).

Se registró TPH (C₆-C₄₀) en concentraciones por debajo del límite de cuantificación analítico (L.C. <0,30 mg/kg). Por lo tanto, no hubo resultados que superaran a los NF_{TPH} <0,30 mg/kg y NR_{TPH} <0,30 mg/kg establecidos. De igual manera, las fracciones F₁, F₂ y F₃ no superaron sus límites de cuantificación.

Ninguno de los 8 puntos de muestreo de playa Hermosa registró Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs) que superaran los límites de cuantificación, por lo tanto, tampoco los NF y NR de los 17 compuestos analizados.

Las evaluaciones realizadas por el OEFA desde enero de 2022 (evaluación ambiental focal³⁰ y las acciones de supervisión realizadas por la DSEM) registraron concentraciones de

²⁷ 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.»

²⁸ Carta N.º RLP-GSCMA-155-2022 de fecha 15 de febrero de 2022

²⁹ 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 6)

³⁰ INFORME N.º 00026-2022-OEFA/DEAM-STEAC. 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.



función de la caracterización del crudo³² por parte del administrado, tal como se muestra en la Tabla 8.1. Particularmente, se tomó en consideración al níquel y vanadio debido a encontrarse en cantidades considerables en la composición del crudo señalado.

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

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

Fuente: REPSOL S.A.A.

De los resultados obtenidos se observó que las concentraciones del níquel se encontraron por debajo del límite de cuantificación analítico, por ende, no superaron los $NF_{Ni} = 3,64$ mg/kg y $NR_{Ni} = 4,39$ mg/kg en ningún punto de muestreo; así como también, el vanadio no superó el nivel de fondo ($NF_V = 33,01$ mg/kg) y nivel de referencia ($NR_V = 47,06$ mg/kg) en ningún punto, tal como se muestra en el ítem Resultados.

Respecto a la evaluación hidrobiológica, la comparación entre playa Hermosa con los puntos de las playas blanco La Encantada (BE-1), Cocoy (BP-1) y Chica (BSP), se aprecia una clara diferencia en abundancias promedio de *E. analoga* solo con la playa Cocoy, siendo considerablemente mayor en este último. Asimismo, existe un patrón de distribución semejante entre los puntos blanco de playa La Encantada y playa Chica con playa Hermosa, considerando las mismas distancias de muestreo. Cabe destacar que estos patrones de distribución de la abundancia son semejantes a los registrado previamente por Tarazona et al., (1986) y Sánchez (1988). En general, se puede afirmar que no existe cambios considerables en la distribución batimétrica de la abundancia de *E. analoga* en playa Hermosa (Figura 8.3).

32

Según información remitida por la DSEM del OEFA, sobre la caracterización del hidrocarburo realizada por REPSOL, el Anexo F, Tabla I, reporta 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).



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

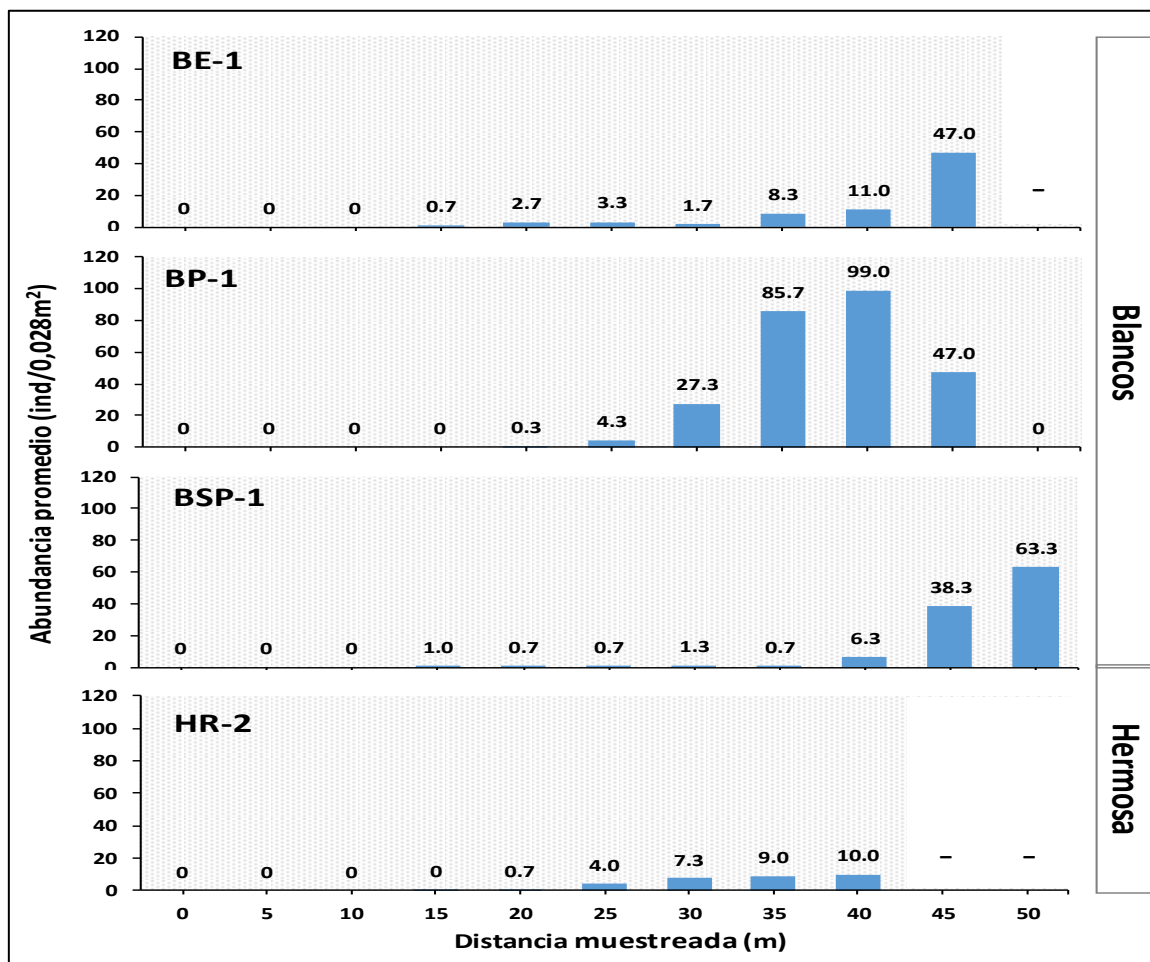


Figura 8.3. Distribución batimétrica de la abundancia promedio de *E. analoga* en el punto evaluado de playa Hermosa comparado con los puntos de las playas blanco.

En cuanto a la distribución de la biomasa, la comparación entre los puntos de playa Hermosa con los puntos de las playas blanco La Encantada (BE-1), Cocoy (BP-1) y Chica (BSP), se aprecia biomasa promedio de *E. analoga* semejante en las mismas distancias de muestreo. Por otro lado, playa Cocoy presenta biomasa considerablemente mayores a las otras playas blancas y playa Hermosa, con un mayor valor a la distancia de 40 m de distancia de muestreo con 74,3 g/0,028m² (Figura 8.4). En general, no existe cambios en la distribución batimétrica de la biomasa de *E. analoga* en playa Hermosa.

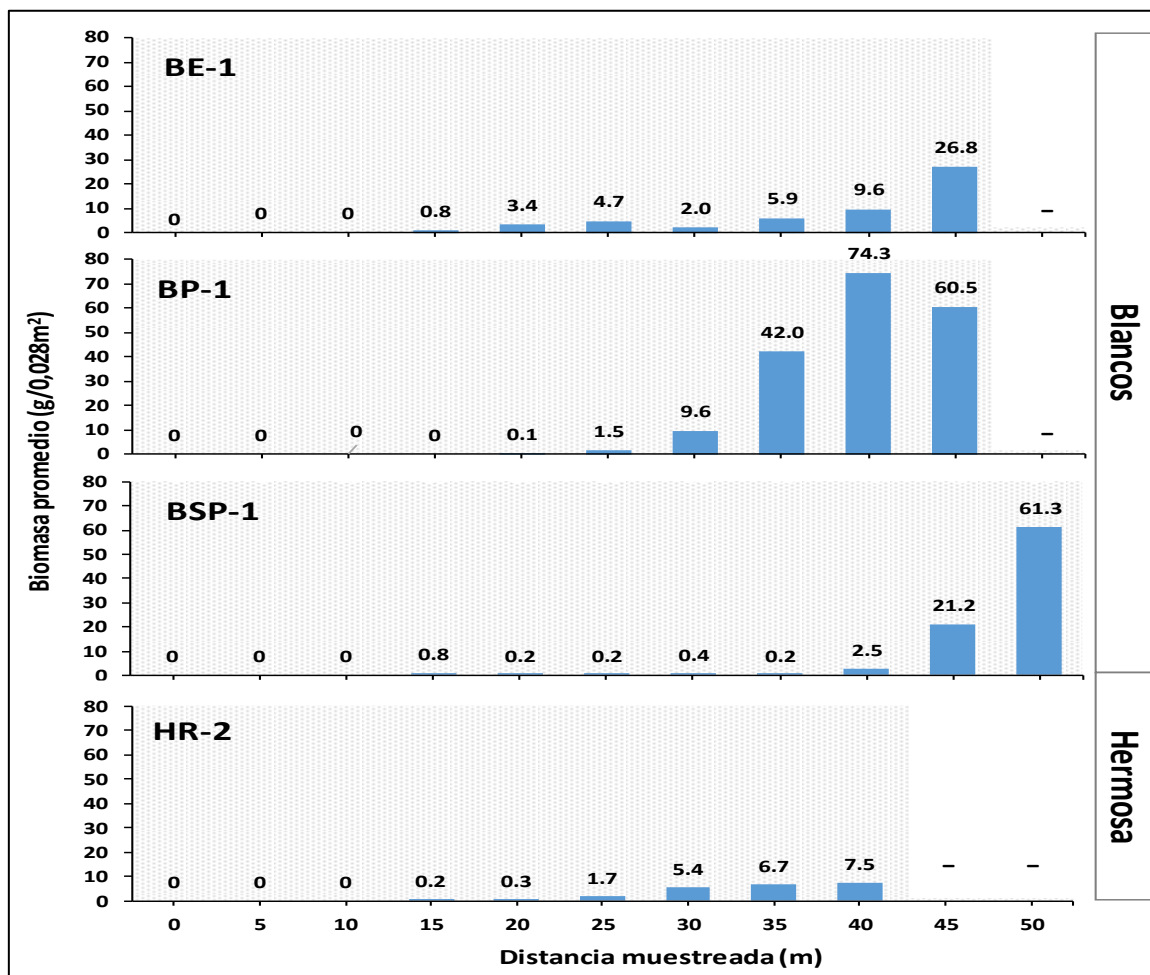


Figura 8.4. Distribución batimétrica de la biomasa promedio de *E. analoga* en los puntos evaluados la playa Hermosa comparados con los puntos de las playas blanco.

En cuanto a la frecuencia de tallas, se puede apreciar que en las playas blanco existen 2 grupos de tallas, con presencia de individuos de tallas intermedias a estos 2 grupos. En el caso de playa Hermosa, presenta solo un grupo de tallas que se corresponde con el primer grupo de los puntos blanco (Figura 8.5). En general, playa Hermosa presenta ausencia de individuos de mayor tamaño, con la máxima longitud de 21,6 mm.

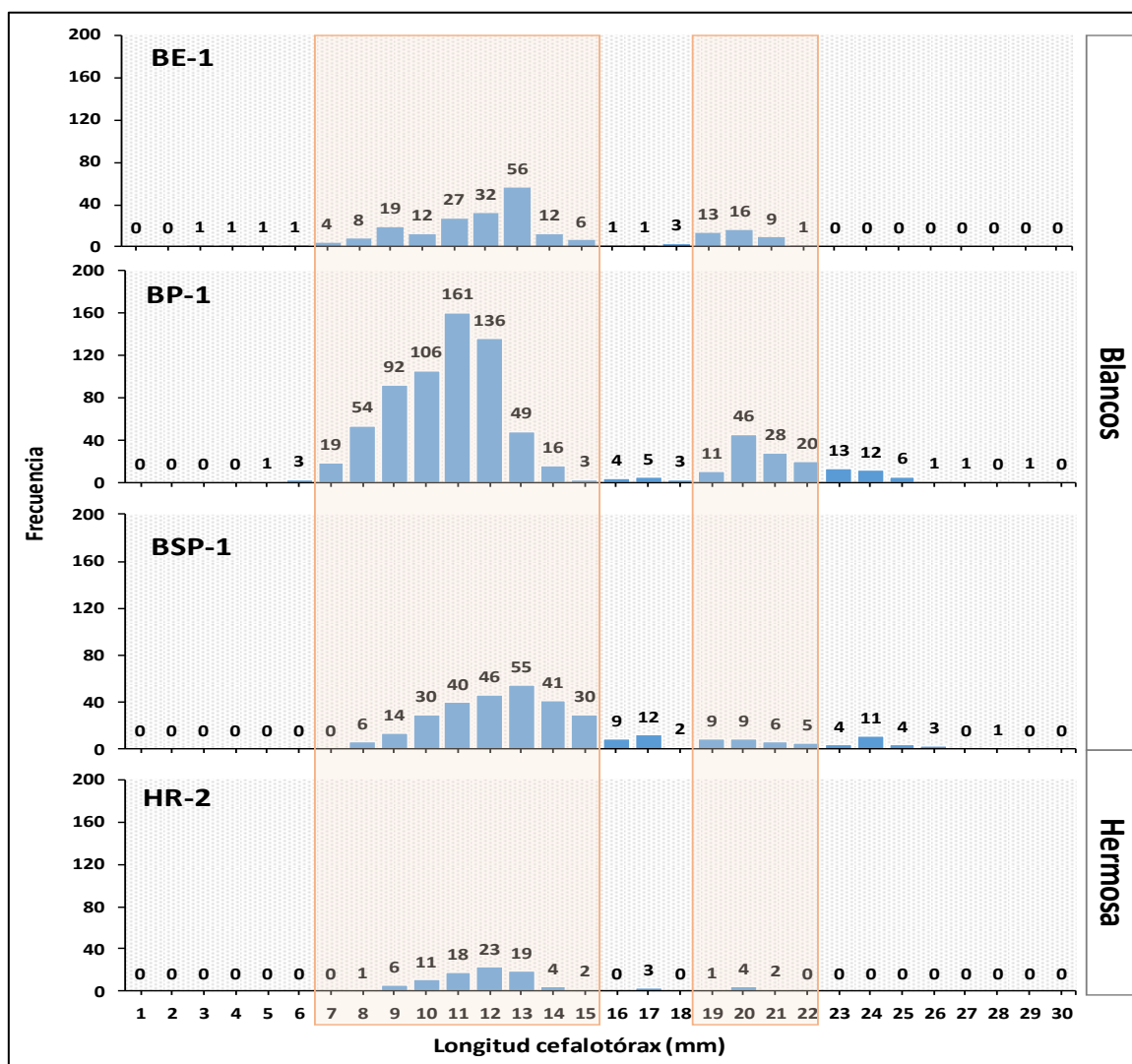


Figura 8.5. Frecuencia de tallas de *E. analoga* en los puntos evaluados en playa Hermosa comparados con los puntos de las playas blanco.

En cuanto a las proporciones de sexos y estadios, existe predominancia de machos tanto en los puntos blancos como en playa Hermosa; sin embargo, es considerablemente mayor en playa Hermosa con hasta el 86% (Figura 8.6). Un aspecto muy importante a considerar para estas diferencias es la distancia de muestreo alcanzada en playa Hermosa, que solo se alcanzó hasta 40 m, considerando que las mayores abundancias se presentan a mayor distancia, y que solo se alcanzaron en los puntos blancos, además, teniendo en cuenta que las hembras prefieren las zonas de la playa con mayor turbulencia (zona más alejada desde la línea acarreo), se tendría un submuestreo de estas en playa Hermosa. Por lo tanto, no se puede afirmar que exista evidencia clara de diferencias de la proporción de sexos entre playa Hermosa y las playas blanco.

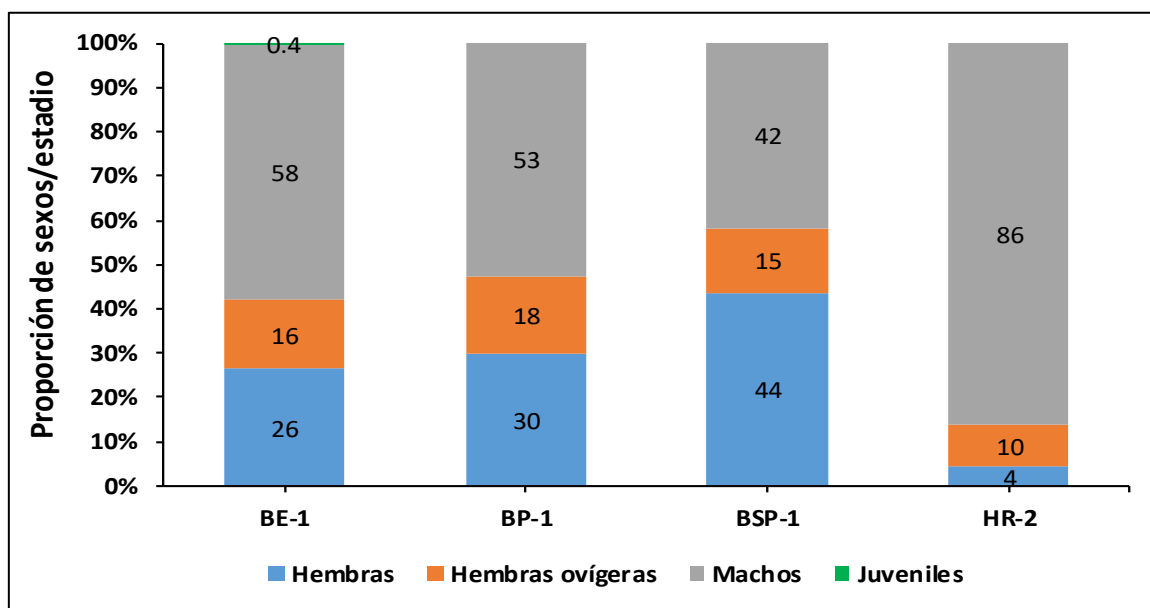
**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFADirección De Evaluación
AmbientalDecenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

Figura 8.6. Proporción de sexos/estadios de madurez de *E. analoga* en los puntos evaluados de playa Hermosa comparados con los puntos de las playas blanco.

En cuanto a la evaluación hidrobiológica en las playas arenosas, se puede afirmar que no existe evidencias de cambios significativos de la estructura poblacional de *E. analoga* en playa Hermosa comparados con las playas blanco evaluadas.

Respecto a la comunidad de macrobentos, si bien es cierto que 16 especies es una cantidad relativamente baja para un ecosistema de intermareal rocoso, se debe considerar que esta playa solo tiene presencia de sustrato rocoso en su extremo oeste, el cual corresponde a un tipo de sustrato artificial (concreto), este tipo de sustratos puede presentar características no apropiadas para el establecimiento de las especies típicas de un sustrato de intermareal rocoso, propiciando la dominancia de unos pocos.

8.2. Ambiente Submareal

Respecto a la comunidad de megabentos evaluada en el ambiente submareal frente a playa Hermosa, el único punto evaluado (HR-S1) presenta características típicas de un ambiente de fondo arenoso, con predominancia de una sola especie (Ophiuroidea ND), asu vez, esta misma especie se presenta como la más abundante en los puntos blanco BrP-S1 y BP-S1 (Tabla 8.2). Se debe destacar que, el tipo de sustrato (100 % arena) tanto en el punto frente a playa Hermosa como en los puntos blanco, sería el principal factor que condiciona a una comunidad de megabentos dominada por una o dos especies, sin necesidad de la ocurrencia de un factor antrópico.

Tabla 8.2. Lista de especies registradas en la comunidad de megabentos frente a playa Hermosa y las playas blanco evaluadas

Playas Blancas					
BrP-S1			BP-S1		
R1	Paguridae ND	1	R1	Ophiuroidea ND	> 100
	<i>Hepatus chilensis</i>	1		<i>Nassarius dentifer</i>	3

**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

Playas Blancos					
BrP-S1			BP-S1		
R2	Ophiuroidea ND	< 100	R2	Ophiuroidea ND	> 100
R3	Paguridae ND	1	R3	Ophiuroidea ND	> 100
	<i>Nassarius dentifer</i>	2	R4	<i>Nassarius dentifer</i>	2
R4	-	0	R5	-	0
R5	<i>Hepatus chilensis</i>	1	R6	Ophiuroidea ND	> 100
R6	<i>Hepatus chilensis</i>	1	R7	-	0
R7	-	0	R8	Ophiuroidea ND	> 100
R8	Ophiuroidea ND	> 100			
	<i>Nassarius dentifer</i>	3			
Playas Blancos			Playa Hermosa		
BE-S1			HR-S1		
R1	Paguridae ND	3	R1	Ophiuroidea	>100
	<i>Nassarius dentifer</i>	6	R2	Ophiuroidea	>100
R2	Paguridae ND	1	R3	Ophiuroidea	>100
R3	-	0	R4	Ophiuroidea	>100
R4	Paguridae ND	2	R5	Ophiuroidea	>100
R5	-	0	R6	Ophiuroidea	>100
R6	Paguridae ND	4	R7	Ophiuroidea	>100
R7	Paguridae ND	1	R8	Ophiuroidea	>100
	<i>Nassarius dentifer</i>	3			
R8	Paguridae ND	3			

9. CONCLUSIONES

De la evaluación ambiental para la verificación de la limpieza en la en el segmento entre el segmento E-02 (E-02-A hasta E-02-B) en la Playa Hermosa, afectada por el petróleo crudo derramado en el Terminal Multiboyas N.º 2 de Refinería La Pampilla, el 15 y 24 de enero 2022, con base de los indicadores planteados por el OEFA y de acuerdo a lo señalado en el Artículo 66-B.3 del D.S. 005-2021-EM «En caso que los resultados de los muestreos realizados en la supervisión respectiva superen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o en caso corresponda, niveles de fondo; o en caso de persistir alteraciones en el ecosistema de acuerdo a los monitoreos de flora y/o fauna de corresponder...», no se evidenció incumplimiento de los ECA Agua (2017), nivel de fondo en sedimento (arena de playa), ni afectación de la fauna marina (*Emerita analoga*, macrobentos y megabentos) durante la evaluación realizada entre el 2, 6 y 7 de abril del 2022.

- La evaluación de la calidad del agua superficial de mar determinó que en los 3 puntos de muestreo se cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, para la «Categoría 4: Conservación del



ambiente acuático, E3: Ecosistemas costeros y marinos» y referencialmente la «Categoría 1: Poblacional y Recreacional, B1: Contacto Primario» y «Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras» 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, los 31 metales analizados excepto boro, cumplieron con los ECA Agua Cat.4 E3 y referencialmente con los ECA Agua y Cat.2 C2Cat.1 B1. Excepcionalmente, el boro superó referencialmente el ECA Cat.1 B1 (0,5 mg/L) en los 3 puntos de muestreo, cuya presencia no tendría una relación con la actividad evaluada.

- La evaluación de la calidad del sedimento (arena de playa) en el ambiente intermareal determinó que los 8 puntos de muestreo no 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 establecidos; asimismo, los resultados de Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAPs) resultaron por debajo del límite de cuantificación analítico en todos los puntos de muestreo, los cuales no superaron los Niveles de Fondo y Niveles de Referencia respectivos.
- Los metales totales superaron los valores establecidos de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en 5 de los 8 puntos de muestreo considerando a los 9 metales (cadmio, calcio, cobre, fósforo, hierro, plomo, sodio, níquel y vanadio) evaluados por su relación con composición del crudo derramado; de los cuales, particularmente el níquel y vanadio se encontraron en concentraciones por debajo al límite de cuantificación analítico respectivo, por ende, menores a los NF y NR establecidos. Determinándose que no se encontró relación alguna con el derrame de hidrocarburos.
- No existe evidencia de alteraciones o cambios negativos de la comunidad de macrobentos y de la población de *E. analoga* en el ambiente intermareal de playa Hermosa, ni de la comunidad de megabentos en el ambiente submareal frente a esta misma playa.

10. RECOMENDACIONES

Remitir a la Dirección de Supervisión en Energía y Minas

11. BIBLIOGRAFÍA

- Barnes, R.S.K. & Hughes, R. (1999). An Introduction to Marine Ecology, Third Edition.
- Barron M., T. Podrabsky, R. S. Ogle, J. E. Dugan & R. W. Flicker. (1999). Sensitivity of the Sand Crab *Emerita analoga* to a Weathered Oil. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 62:469-475.
- Carefoot, T. 1977. Pacific seashores: a guide to intertidal ecology. University of Washington Press. Seattle. 208 pp.



- Corona-Ramírez, L. & Iturbe-Arguelles, R. (2004) Atenuación natural en suelos contaminados con hidrocarburos. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 6(2), 119-126.
- Ibanez-Erquiaga B, Pacheco AS, Rivadeneira MM, Tejada CL. (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., R. Turner y J. Small. 2009. Introduction to Marine Biology, 3a edición, editorial Brooks/Cole, Belmont Canada, 581 pp.
- Keramea, P.; Spanoudaki, K.; Zodiatis, G.; Gikas, G.; Sylaios, G. Oil Spill Modeling: A Critical Review on Current Trends, Perspectives and Challenges. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 181. <https://doi.org/10.3390/jmse9020181>.
- Menge, B. A. y G. M. Branch. 2001. Rocky intertidal communities. Capítulo 9 In: Bertness, M. D., S. D. Gaines, M. E. Hay (eds) *Marine community ecology*. Sunderland; Sinauer Associates, pág 221-251.
- McCarthy, K. J., Uhler, A. D., & Stout, S. A. (1998). Weathering affects petroleum identification. *Soil and Groundwater Cleanup*, Aug/Sept. En PNUD, 2018. Estudio técnico independiente (ETI) del Ex Lote 1AB. Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú.
- Moreno RA, Labra FA, Cotoras DD, Camus PA, Gutiérrez D, Aguirre L, Rozbaczylo N, Poulin E, Lagos NA, Zamorano D, Rivadeneira MM. (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.
- Osorio, C., N. Bahamonde & M.T. López. (1967). El limache *Emerita analoga* (Stimpson) en Chile. *Bol. Mus. Nac. de Hist.Nat.*, Chile, 29(6): 61-116.
- Payne, J. R., Clayton, J. R., McNabb, G. D. & Kirstein, B. E. (1991). Exxon Valdez oil weathering fate and behavior: Model predictions and field observations. *Proceeding of the 1991 Oil Spill Conference*, 641-654. En PNUD, 2018. Estudio técnico independiente (ETI) del Ex Lote 1AB. Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú.
- Sánchez G. (1988). Algunos aspectos bio-icologicos del "muy muy" *Emerita analoga* (Stimpson, 1857) (decápoda: anomura) en playas al sur de Lima. Tesis Para Optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
- Spalding MD, Fox HE, Allen GR, Davidson N, Ferdaña ZA, Finlayson M, Halpern BS, Jorge MA, Lombana A, Lourie SA, Martin KD, McManus E, Molnar J, Recchia CA,



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

Robertson J. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience* 57(7):573–583 DOI 10.1641/B570707.

- Tarazona J., Paredes C., Igreda M., (1986). Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Perú. *Revista de ciencias de U.N.M.SM.* Vol. 94, N° 1. Pp 103 -116.