

**INFORME N° 00260-2019-OEFA/DEAM-STEC**

|                         |   |  |
|-------------------------|---|--|
| <b>A</b>                | : | <b>FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN</b><br>Director de Evaluación Ambiental   |
| <b>DE</b>               | : | <b>LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS</b><br>Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica  |
|                         |   | <b>JULIO ANDRÉS GONZALEZ ROSSEL</b><br>Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Pesquería,<br>Industria y Otros  |
|                         |   | <b>CARLOS FERNANDO GUTIERREZ ROJAS</b><br>Especialista de Evaluaciones Ambientales   |
| <b>ASUNTO</b>           | : | Evaluación ambiental en el ámbito de las actividades del sector pesca desarrolladas en la Bahía de Chancay, distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima en el 2019 |
| <b>CUE</b>              | : | 2019-01-0020   |
| <b>CÓDIGO DE ACCIÓN</b> | : | 0009-4-2019-401 / 0003-6-2019-401 / 0009-7-2019-401  |
| <b>REFERENCIA</b>       | : | Planefa 2019   |
| <b>FECHA</b>            | : | Lima, 25 de octubre 2019   |

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

Los aspectos generales de la evaluación ambiental en el ámbito de las actividades del sector pesca desarrolladas en la Bahía de Chancay, distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima, se presentan en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1.** Datos generales de la actividad realizada

|    |  |  |
|----|--|--|
| a. | Zona evaluada  | Distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima  |
| b. | Unidades fiscalizables/<br>actividades económicas en la<br>zona de estudio | Establecimientos industriales pesqueros  |
| c. | Problemática identificada  | En el distrito de Chancay se desarrollan actividades del sector pesca (producción de harina y aceite de pescado, producción de enlatados).<br>En los alrededores de estas actividades se encuentran zonas habitacionales como viviendas y colegios que podrían ser afectadas. Según el Sistema Nacional de Denuncias Ambientales (Sinada) se han registrado 13 denuncias en el área de estudio.<br>En ese sentido, se necesita generar información ambiental de la zona de estudio con la finalidad de cumplir con la función evaluadora del OEFA. |
| d. | La actividad se realizó en el marco de                                     | Planefa 2019   |

**Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

|    |                      |   |
|----|----------------------|---|
| e. | Periodo de ejecución | Primera ejecución: Del 10 al 13 de abril 2019<br>Segunda ejecución: Del 1 al 7 de junio 2019<br>Tercera ejecución: Del 19 al 22 de julio 2019 |
| f. | Tipo de evaluación   | Evaluación ambiental que determina causalidad   |

Profesionales que aportaron al estudio

**Tabla 1.2.** Listado de profesionales

| N.º | Nombre y Apellidos              | Profesión        | Actividad desarrollada |
|-----|---------------------------------|------------------|------------------------|
| 1   | Remy Heriberto Canales Ortiz    | Biólogo          | Campo y gabinete       |
| 2   | Noelia Diana Arenazas Gonzales  | Ing. Ambiental   | Gabinete               |
| 3   | Carlos Fernando Gutiérrez Rojas | Biólogo          | Campo y gabinete       |
| 4   | Luis Ángel Aguirre Méndez       | Biólogo          | Campo y gabinete       |
| 5   | Julio Andrés Monzón Anticona    | Biólogo pesquero | Campo y gabinete       |

## 2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros y matrices evaluadas en el ámbito de las actividades del sector pesca desarrolladas en la bahía de Chancay, distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima, se presentan en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Parámetros y matrices evaluadas

| Matriz evaluada               | Fecha (Mes/Periodo)        | Parámetros evaluados   | Cantidad de puntos/estaciones evaluados |
|-------------------------------|----------------------------|--|---|
| Agua superficial              | Del 10 al 13 de abril 2019 | pH, CE, O.D, salinidad, temperatura, fósforo total, coliformes termotolerantes, y aceites y grasas   | 5                                       |
|                               | Del 1 al 7 de junio 2019   | <b>Intermareal:</b> pH, CE, O.D, salinidad, temperatura, fósforo total, coliformes termotolerantes, y aceites y grasas   | 5                                       |
|                               |                            | <b>Submareal:</b> pH, CE, O.D, salinidad, temperatura, fósforo total, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, nitritos, sulfuros, sólidos suspendidos totales, coliformes termotolerantes, y aceites y grasas | 10 *                                    |
|                               | Del 19 al 22 de julio 2019 | pH, CE, O.D, salinidad, fósforo total, coliformes termotolerantes, y aceites y grasas  | 5                                       |
| Sedimento                     | Del 10 al 13 de abril 2019 | Granulometría, materia orgánica, metales + mercurio, material extractable en hexano  | 4                                       |
|                               | Del 1 al 7 de junio 2019   | <b>Intermareal:</b> Granulometría, materia orgánica, metales + mercurio, material extractable en hexano y sulfuros   | 4                                       |
|                               |                            | <b>Submareal:</b> Granulometría, materia orgánica, metales + mercurio, material extractable en hexano y sulfuros   | 10 *                                    |
|                               | Del 19 al 22 de julio 2019 | Granulometría, materia orgánica, metales + mercurio, material extractable en hexano  | 4                                       |
| Hidrobiología                 | Del 10 al 13 de abril 2019 | Macrobentos intermareal (playas) y poblacional <i>Emerita analoga</i>  | 8                                       |
|                               | Del 1 al 7 de junio 2019   | Macrobentos intermareal (playas) y poblacional <i>Emerita analoga</i>  | 8                                       |
|                               |                            | Macrobentos submareal  | 12                                      |
|                               | Del 19 al 22 de julio 2019 | Macrobentos intermareal (playas) y poblacional <i>Emerita analoga</i>  | 8                                       |
| Efluentes de aguas residuales | Del 10 al 13 de abril 2019 | pH, CE, O.D, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, sulfuros, sólidos suspendidos totales, coliformes termotolerantes, y aceites y grasas   | 5                                       |
|                               | Del 1 al 7 de junio 2019   |  | 4**                                     |
|                               | Del 19 al 22 de julio 2019 |  | 4**                                     |

(\*) Inicialmente fueron considerados 18 puntos, pero se redujo a 10 debido a que el periodo de evaluación coincidió con oleaje anómalo.

(\*\*) El punto V-3 no presentó vertimientos para las evaluaciones de junio y julio 2019.

**Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

Los parámetros que excedieron la normativa en el ámbito de las actividades del sector pesca desarrollada en la bahía de Chancay, distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima, se presentan en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Parámetros que exceden normativa ambiental

| Matriz                   | Zona      | Ambiente         | Cuerpo de agua/cuerpo receptor/localidad/poblado | Código OEFA      | Norma ambiental Vigente        |   |  |   |
|--------------------------|-----------|------------------|--|------------------|--------------------------------|---|--|---|
|                          |           |                  |  |                  | Primera ejecución (abril 2019) | Segunda ejecución (junio 2019)              | Tercera ejecución (julio 2019)                 |   |
| Agua de mar <sup>1</sup> | Zona 1    | Intermareal      | Playa El Cascajo                                 | PLAYA 1          | Aceites y grasas               | coliformes termotolerantes                  | aceites y grasas coliformes termotolerantes    |   |
|                          | Zona 2    |                  | Playa Chancay                                    | PLAYA 3          | -                              | -   | Coliformes termotolerantes                     |   |
|                          |           |                  |  | PLAYA 5          | Aceites y grasas               | Aceites y grasas                            | Coliformes termotolerantes                     |   |
|                          | Zona 3    |                  | Playa Chorrillos                                 | PLAYA 7          | Aceites y grasas               | Aceites y grasas Coliformes termotolerantes | Aceites y grasas Coliformes termotolerantes    |   |
|                          |           |                  |  | PLAYA 8          | Aceites y grasas               | Aceites y grasas Coliformes termotolerantes | Aceites y grasas Coliformes termotolerantes    |   |
|                          | zona 2    |                  | Submareal  | bahía de Chancay | CEN-EM (S)                     | -   | Coliformes termotolerantes                     | - |
|                          |           |                  |  |                  | CEN-EM (F)                     | -   | coliformes termotolerantes<br>Oxígeno disuelto | - |
|                          |           |                  |  |                  | CEN-1 (S)                      |   | Aceites y grasas Coliformes termotolerantes    |   |
|                          |           | CEN-1 (F)        |  |                  | -                              | oxígeno disuelto coliformes termotolerantes | -  |   |
|                          |           | CEN-3 (S)        |  |                  |                                | coliformes termotolerantes                  |  |   |
|                          |           | CEN-3 (F)        |  |                  | -                              | oxígeno disuelto coliformes termotolerantes | -  |   |
|                          |           | CAR-2A (S)       |  |                  |                                | oxígeno disuelto                            |  |   |
|                          |           | CAR-2A (F)       |  |                  | -                              | oxígeno disuelto                            | -  |   |
|                          | CAR-4 (F) | oxígeno disuelto |  |                  |                                |   |  |   |
| Sedimento <sup>2</sup>   | Zona 2    | Submareal        | bahía de Chancay                                 | BCH-1            | -                              | cadmio<br>cobre                             | -  |   |
|                          |           |                  |  | BCH-2            |                                | cadmio                                      |  |   |
|                          |           |                  |  | AUS-EM           | -                              | cadmio                                      | -  |   |
|                          |           |                  |  | CEN-1            |                                | cobre                                       |  |   |

(-) No registró parámetros

<sup>1</sup> ECA para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM:

Categoría 1, Subcategoría B1

Categoría 2, Subcategoría C3

<sup>2</sup> Guía de Calidad Ambiental Canadiense (*Canadian Environmental Quality Guidelines*, 2002)

### 3. PRINCIPALES CONCLUSIONES

En la evaluación ambiental ejecutada en abril, junio y julio del 2019, se determinó que la calidad del agua de mar, sedimento e hidrobiología (comunidad del macrobentos y la estructura poblacional de *Emerita analoga* «muy muy») fueron afectadas principalmente por las aguas residuales domésticas e industrial (vertimientos no autorizados por la autoridad competente).

#### 3.1 Agua residual

- La mayor concentración de aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y sulfuros, entre las zonas evaluadas se presentó en el punto V-5 ubicado en la zona 3 (playa Chorrillos) correspondiente a un vertimiento de origen municipal y aparentemente industrial debido a la presencia de residuos de la industria de procesamiento de aves.
- La mayor concentración de coliformes termotolerantes se presentó en el punto V-1 de la zona 1 (playa El Cascajo), seguido del punto V-5 ubicado en la zona 3 (playa Chorrillos), generando condiciones de baja calidad en el ambiente intermareal del cuerpo receptor (mar de Chancay), de manera permanente.

#### 3.2 Agua de mar y sedimento

##### Intermareal

- La zona 3 comprendida por los puntos PLAYA 7 y PLAYA 8 ubicados en la playa Chorrillos, es la zona con menor calidad de agua de mar del área de estudio en el ambiente intermareal, ya que se registraron elevadas concentraciones de aceites y grasas y coliformes termotolerantes superiores a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1 subcategoría B1, debido a los vertimientos de agua residual no autorizados V-4 y V-5.
- Los vertimientos no autorizados V-3 y V-2 de la zona 2, son fuentes del material extractable en hexano registrado en el sedimento de los puntos PLAYA 3 y PLAYA 5.
- Los vertimientos V-3 y V-5 son fuentes de materia orgánica y sulfuros lo cual se reflejó en el sedimento de los puntos PLAYA 3 y PLAYA 8, lo cual podría impactar a las especies que viven en el ambiente intermareal.

##### Submareal

- La presencia de coliformes termotolerantes que superaron los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1 subcategoría B1 en los niveles de superficie y fondo marino, es originada por las descargas autorizadas de los Establecimientos Industriales Pesqueros y además por los vertimientos de agua residual en el ambiente intermareal.
- La hidrodinámica de la bahía de Chancay favorece la dilución de las sustancias vertidas en la bahía como aceites y grasas y sólidos suspendidos.
- Se registró que la concentración de aceites y grasas superó el límite de detección en los puntos CEN-EM (emisario submarino del EIP Centinela S.A.C.) manteniéndose elevada en el punto control CEN-1(ubicado a 250 m al norte), siendo evidencia que la baja disolución supera la zona de mezcla, lo cual tendría implicancias sobre la calidad del agua.
- En el sedimento, se registró concentraciones de cobre (puntos BCH-1, BCH-2 y AUS-EM) y cadmio (puntos BCH-1 y CEN-1) que superaron el valor ISQG de la

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

norma canadiense utilizada referencialmente, que podría atribuirse a la presencia de embarcaciones e infraestructura marítima revestida con pinturas *anti-fouling* (anti incrustante). Asimismo, su distribución y elevada concentración estaría asociada a la predominante corriente norte en la bahía de Chancay.

- Los mayores valores de materia orgánica y sulfuros se registraron en los puntos relacionados al emisario submarino de Austral Group (AUS-EM), Centinela (CEN-1) y el punto BCH-1, dado por un efecto acumulativo de los efluentes pesqueros, y que debido a la hidrodinámica de la bahía de Chancay se registran también en los puntos BCH-1 y BCH-2.

### 3.3 Hidrobiología

#### 3.3.1 Comunidad del macrobentos

##### Intermareal

- Los resultados obtenidos en este estudio mostraron la existencia de claras tendencias en los patrones de distribución espacial y temporal de la comunidad del macrobentos, que indican los efectos de la contaminación del ambiente intermareal. La detección de bajos valores de número de especies (riqueza de especies) y abundancia, estimados principalmente en los puntos cercanos a los efluentes de aguas residuales, como PLAYA 1 (zona 1) y el vertimiento V-1, en PLAYA 3 y el vertimiento V-3, en PLAYA 5 y el vertimiento V-2 (zona 2), y en PLAYA 8 y el vertimiento V-5 (zona 3); y en sus respectivos controles PLAYA 2 (zona 1), PLAYA 4 y PLAYA 6 (zona 2) y PLAYA 9 (zona 3) han afectado la ecología de las playas, siendo más evidente en las evaluaciones de junio y julio.

##### Submareal

- La comunidad del macrobentos submareal presentó 2 grupos bien definidos, el primer grupo conformado por los puntos emisario submarino de la EIP Austral (AUS-EM), emisario submarino de la EIP Caral (CAR-EM) y su punto asociado (CAR-2A), y los puntos control (BCH-1 y BCH-2); y el segundo grupo, conformado por el emisario submarino de la EIP Copeinca (COP-EM) y sus puntos asociados (COP-1, COP-3, COP-2A), y el emisario submarino de la EIP Centinela (CEN-EM), y su puntos asociados (CEN-1 y CEN-3).
- En el primer grupo se registró un mayor número de especies (riqueza de especies) y abundancia, asociado a un estrato más profundo (> 19 m), con bajos valores de oxígeno disuelto y temperatura; y elevadas concentraciones de sulfuros y materia orgánica; y una macrofauna compuesta por especies tolerantes a condiciones de hipoxia.
- En el segundo grupo, además de encontrarse en un estrato somero (< 16 m), se registró bajos valores de número de especies y abundancia, con altos valores de coliformes termotolerantes; y una macrofauna compuesta por especies de respuesta sensible a las perturbaciones orgánicas. Es posible que este comportamiento se deba al sistema dinámico de la bahía de Chancay, lo cual incrementa la complejidad para identificar el efecto de los efluentes de los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros, de la variabilidad natural. Sin embargo, se registró que en los emisarios de Centinela (CEN-EM) y Copeinca (COP-EM), en relación a sus puntos asociados (CEN-1, CEN-3, COP-1, COP-2A, COP-3), la comunidad del macrobentos presentó una baja heterogeneidad, lo cual podría ser indicio de una comunidad alterada, sometida a constata perturbación por parte de los efluentes pesqueros, en la temporada de pesca.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección  
Técnica Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

- El estrato somero, además de la influencia de los efluentes pesqueros de las EIP Centinela y Copeinca, activos en la temporada de producción, también recibe las descargas de los vertimientos de agua residual V-3 y V-5, provenientes del intermareal (playas) de manera constante, ambas fuentes estarían generando condiciones adversas para el sistema marino; y posiblemente sea un factor que genere eventos de mortandad de los organismos bentónicos, principalmente en la estación calida (verano).

#### **Poblacional** *Emerita analoga*

- Las diferencias encontradas en la estructura poblacional de *Emerita analoga* en PLAYA 1 y PLAYA 2 (zona 1); en PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6 (zona 2), y en PLAYA 8 y PLAYA 9 (zona 3) estuvo relacionada a las descargas de agua residual provenientes de la empresa municipal EMAPA-Chancay V-1 (zona 1), V-2 (zona 2) y V-4 (zona 3), las descargas del DPA Chancay (V-3) y las descargas de aguas residuales relacionadas a la industria avícola (V-5), generando una marcada disminución de las abundancias y la proporción sexual (machos y hembras) identificados en las evaluaciones de junio, principalmente en julio.

El desarrollo completo del análisis de resultados y conclusiones se encuentra en el documento adjunto al presente informe.

#### **4. RECOMENDACIONES**

- Aprobar el informe de la evaluación ambiental en el ámbito de las actividades del sector pesca desarrolladas en la Bahía de Chancay, distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima en el 2019.
- Remitir a la Dirección de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas/Coordinación Pesca para los fines que se estimen convenientes.

Atentamente:

[LFAJARDO]

[JGONZALEZ]

[CGUTIERREZR]



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección  
Técnica Científica

**Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

**[FGARCIA]**



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 08108707"



08108707



**PERÚ**

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica  
Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



---

**EVALUACIÓN AMBIENTAL EN EL ÁMBITO DE LAS  
ACTIVIDADES DEL SECTOR PESCA DESARROLLADAS EN LA  
BAHÍA DE CHANCAY, DISTRITO CHANCAY, PROVINCIA  
HUARAL, DEPARTAMENTO LIMA EN EL 2019**

---

**SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA**

**DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL**

**2019**



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica  
Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Profesionales que aportaron a este documento:

**ÍNDICE**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| 2.    | ANTECEDENTES .....   | 2  |
| 2.1   | Actividades productivas identificadas .....                        | 2  |
| 2.2   | Recopilación, revisión y análisis de la información .....          | 2  |
| 2.2.1 | Instrumentos de Gestión Ambiental.....                             | 2  |
| 2.2.2 | Estudios realizados por otras entidades del sector .....           | 5  |
| 2.2.3 | Información obtenida a partir de la visita de reconocimiento ..... | 5  |
| 3.    | OBJETIVOS .....  | 6  |
| 3.1   | Objetivo general .....   | 6  |
| 3.2   | Objetivos específicos .....  | 6  |
| 4.    | ÁREA DE ESTUDIO .....  | 6  |
| 4.1   | Climatología, mareas y corrientes .....                            | 7  |
| 5.    | METODOLOGÍA.....   | 8  |
| 5.1   | Agua de mar.....   | 9  |
| 5.1.1 | Guías utilizadas para la evaluación .....                          | 9  |
| 5.1.2 | Ubicación de puntos de muestreo .....                              | 9  |
| 5.1.3 | Parámetros y métodos de análisis.....                              | 11 |
| 5.1.4 | Equipos utilizados .....   | 11 |
| 5.1.5 | Aseguramiento de la calidad.....                                   | 11 |
| 5.1.6 | Criterios de evaluación.....                                       | 12 |
| 5.2   | Agua residual .....  | 12 |
| 5.2.1 | Guías utilizadas para la evaluación .....                          | 13 |
| 5.2.2 | Ubicación de puntos.....   | 13 |
| 5.2.3 | Parámetros y métodos de análisis.....                              | 13 |
| 5.2.4 | Equipos utilizados .....   | 14 |
| 5.3   | Sedimento .....  | 14 |
| 5.3.1 | Guías utilizadas para la evaluación .....                          | 14 |
| 5.3.2 | Ubicación de puntos.....   | 14 |
| 5.3.3 | Parámetros y métodos de análisis.....                              | 15 |
| 5.3.4 | Equipos utilizados .....   | 16 |
| 5.3.5 | Aseguramiento de la calidad.....                                   | 16 |
| 5.3.6 | Criterios de evaluación.....                                       | 16 |
| 5.4   | Comunidades hidrobiológicas.....                                   | 16 |
| 5.4.1 | Guías utilizadas para la evaluación .....                          | 17 |
| 5.4.2 | Ubicación de puntos.....   | 17 |

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.4.3 | Parámetros y métodos de análisis.....                            | 18  |
| 5.4.4 | Equipos utilizados .....   | 18  |
| 5.4.5 | Procesamiento de datos .....                                     | 18  |
| 5.4.6 | Análisis de datos .....  | 19  |
| 6.    | RESULTADOS Y ANÁLISIS .....                                      | 23  |
| 6.1   | Agua de mar.....   | 23  |
| 6.1.1 | Ambiente intermareal .....                                       | 23  |
| 6.1.2 | Ambiente submareal .....   | 25  |
| 6.2   | Agua Residual.....   | 27  |
| 6.3   | Sedimento .....  | 32  |
| 6.4   | Hidrobiología .....  | 35  |
| 6.4.1 | Comunidad del macrobentos.....                                   | 35  |
| 6.4.2 | Estructura poblacional de <i>Emerita analoga</i> «muy muy» ..... | 63  |
| 7.    | DISCUSIÓN .....  | 77  |
| 7.1   | Agua de mar, agua residual y sedimentos .....                    | 77  |
| 7.1.1 | Zona 1 .....   | 77  |
| 7.1.2 | Zona 2 .....   | 79  |
| 7.1.3 | Zona 3 .....   | 89  |
| 7.2   | Hidrobiología .....  | 93  |
| 7.2.1 | Comunidad del macrobentos.....                                   | 93  |
| 7.2.2 | Poblacional de <i>Emerita analoga</i> .....                      | 98  |
| 8.    | CONCLUSIONES.....  | 103 |
| 8.1   | Agua residual .....  | 103 |
| 8.2   | Agua de mar y sedimento .....                                    | 103 |
| 8.3   | Hidrobiología .....  | 104 |
| 8.3.1 | Comunidad del macrobentos.....                                   | 104 |
| 8.3.2 | Poblacional <i>Emerita analoga</i> .....                         | 105 |
| 9.    | RECOMENDACIONES .....  | 105 |
| 10.   | ANEXOS .....   | 106 |
| 11.   | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                 | 106 |

**ÍNDICE DE TABLAS**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 2.1.</b> Instrumentos de gestión ambiental de los administrados del área de estudio .....   | 2  |
| <b>Tabla 2.2.</b> Relación de administrados podrían afectar la calidad ambiental del cuerpo receptor.....  | 3  |
| <b>Tabla 2.3.</b> Reportes públicos de las supervisiones realizadas a los administrados del área de estudio .....  | 4  |
| <b>Tabla 2.4.</b> Estudios realizados en la bahía de Chancay .....   | 5  |
| <b>Tabla 5.2.</b> Puntos de muestreo de agua de mar en los ambientes intermareal en la bahía de Chancay.....   | 10 |
| <b>Tabla 5.3.</b> Puntos de muestreo de agua de mar en el ambiente submareal en la bahía de Chancay.....   | 10 |
| <b>Tabla 5.4.</b> Parámetros considerados en la evaluación de agua de mar .....  | 11 |
| <b>Tabla 5.5.</b> Categorías de comparación empleados para agua de mar .....   | 12 |
| <b>Tabla 5.6.</b> Puntos de muestreo de agua residual en la bahía de Chancay. ....   | 13 |
| <b>Tabla 5.7.</b> Parámetros considerados en la evaluación de agua residual .....  | 13 |
| <b>Tabla 5.8.</b> Puntos de muestreo de sedimento en el ambiente intermareal en la bahía de Chancay.....   | 14 |
| <b>Tabla 5.9.</b> Puntos de muestreo de sedimento en el ambiente submareal en la bahía de Chancay.....   | 15 |
| <b>Tabla 5.10.</b> Parámetros considerados en la evaluación de sedimento.....  | 15 |
| <b>Tabla 5.11.</b> Estándares de calidad de sedimento marino de Canadá .....   | 16 |
| <b>Tabla 5.12.</b> Puntos de muestreo de comunidad de macrobentos en el ambiente intermareal.....  | 17 |
| <b>Tabla 5.13.</b> Puntos de muestreo de comunidad de macrobentos en el ambiente submareal. ....   | 17 |
| <b>Tabla 5.14.</b> Parámetros considerados en la evaluación de las comunidades hidrobiológicas .....   | 18 |
| <b>Tabla 6.1.</b> Resultados de los parámetros de campo de la evaluación de calidad de agua de mar del ambiente intermareal en la bahía de Chancay comparados con los ECA para Agua 2017 .....   | 23 |
| <b>Tabla 6.3.</b> Concentraciones de sulfuros en el ambiente submareal (zona 2) en junio 2019 .....  | 34 |
| <b>Tabla 6.4.</b> Índices de diversidad alfa de la comunidad de macrobentos en los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, ubicadas en playa El cascajo, en el ámbito del sur de Chancay. ....   | 37 |
| <b>Tabla 6.5.</b> Grupos formados del análisis de similitud de Bray-Curtis de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 1 (P1) y PLAYA 2 (P2), ubicadas en playa El Cascajo, en el ámbito del sur de Chancay. ....   | 37 |
| <b>Tabla 6.6.</b> Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para la comunidad de macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)).....   | 39 |
| <b>Tabla 6.7.</b> Análisis de PERMANOVA entre los ensambles de poliquetos considerando la interacción entre los factores Ejecución (Ej) y Playa_zonación (Pi) basado en similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución*Playa_zonación, en relación al factor Playa_zonación ..... | 40 |
| <b>Tabla 6.8.</b> Análisis de PERMANOVA entre los ensambles de poliquetos considerando la interacción entre los factores Ejecución (Ej) y Playa_zonación (Pi) basado en similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución*Playa_zonación, en relación al factor Ejecución .....      | 40 |



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Tabla 6.10. Grupos formados del análisis de similitud de Bray-Curtis de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 3 (P3), PLAYA 4 (P4), PLAYA 5 (P5) y PLAYA 6 (P6), ubicadas en la zona 2, en el ámbito de Chancay. ....44
Tabla 6.11. Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa\_Zonación) para la comunidad de macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). ....47
Tabla 6.12. Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa\_Zonación) para la comunidad de macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Playa\_zonación .....47
Tabla 6.13. Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa\_Zonación) para la comunidad de macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Ejecución .....48
Tabla 6.15. Grupos formados del análisis de similitud de Bray-Curtis de la comunidad de macrobentos en los puntos del ambiente submareal (zona 2), en el ámbito de la bahía de Chancay.....51
Tabla 6.16. Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para el ensamble de macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1))......53
Tabla 6.17. Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para el ensamble de macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Test pareado .....53
Tabla 6.19. Clasificación del nivel de perturbación a través del índice AMBI.....56
Tabla 6.21. Grupos formados del análisis de similitud de Bray-Curtis de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 8 (P8) y PLAYA 9 (P9), ubicadas en playa Chorrillos, en el ámbito del norte de Chancay. ....59
Tabla 6.22. Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para la comunidad del macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1))......61
Tabla 6.23. Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para la comunidad del macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Playa\_zonación .....62
Tabla 6.24. Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para la comunidad del macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Ejecución ....62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Área de estudio de la bahía de Chancay.....7
Figura 5.1. Esquema de zonación de playa arenosa según Dahl (1952).....19
Figura 6.1. Concentraciones de aceites y grasas en el ambiente intermareal.....24
Figura 6.2. Concentraciones de fósforo total en el ambiente intermareal .....25
Figura 6.3. Concentraciones de coliformes termotolerantes en el ambiente intermareal ...25
Figura 6.4. Concentraciones de oxígeno disuelto del ambiente submareal comparados con los ECA para Agua Categoría 1 B1 – junio 2019.....26
Figura 6.5. Concentraciones de oxígeno disuelto del ambiente submareal comparados con los ECA para Agua categoría 2 C3 – junio 2019 .....26
Figura 6.6. Concentraciones de coliformes termotolerantes en el ambiente submareal ....27



**Figura 6.7.** Ubicación de los puntos de muestreo de agua residual.....28

**Figura 6.8.** Valores de a) temperatura y b) conductividad eléctrica en vertimientos de agua residual .....29

**Figura 6.9.** Concentraciones de aceites y grasas en vertimientos de agua residual .....30

**Figura 6.10.** Concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno en los puntos de vertimiento de agua residual .....30

**Figura 6.11.** Concentraciones de sólidos suspendidos totales en los puntos de vertimiento de agua residual .....31

**Figura 6.12.** Concentraciones de sulfuros en los puntos de vertimiento de agua residual.31

**Figura 6.13.** Concentraciones de coliformes termotolerantes en los puntos de vertimientos de agua residual .....32

**Figura 6.14.** Concentraciones de a) cadmio y b) cobre en sedimentos del ambiente submareal .....33

**Figura 6.15.** Determinación de clase textural del sedimento en el área de estudio .....33

**Figura 6.16.** Número de especies por phylum de la comunidad del macrobentos en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, en las evaluaciones de abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 1 (al sur de Chancay) .....35

**Figura 6.17.** Abundancia por phylum de la comunidad de macrobentos en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 1 (al sur de Chancay). .....36

**Figura 6.18.** Dendograma de similitud de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 1 (P1) y PLAYA 2 (P2), ubicadas en playa El cascajo, en el ámbito del sur de Chancay.....38

**Figura 6.19.** Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la comunidad de macrobentos de las zonas y playas evaluadas. ....39

**Figura 6.20.** Análisis de coordenadas principales (PCO) para la comunidad del macrobentos intermareal en relación a la ejecución (abril, junio y julio) y los puntos de muestreo (PLAYA 1 y PLAYA 2).....41

**Figura 6.21.** Número de especies por phylum de la comunidad del macrobentos en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 2 (en Chancay). .....42

**Figura 6.22.** Abundancia por phylum de la comunidad del macrobentos en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 2 (en Chancay) .....42

**Figura 6.23.** Dendograma de similitud de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 3 (P3), PLAYA 4 (P4), PLAYA 5 (P5) y PLAYA 6 (P6), ubicados en la zona 2, en el ámbito de Chancay.....45

**Figura 6.24.** Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la comunidad de macrobentos de las zonas y playas evaluadas PLAYA 3 (P3), PLAYA 4 (P4), PLAYA 5 (P5) y PLAYA 6 (P6), ubicadas en la zona 1, ámbito de Chancay. Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral. ....46

**Figura 6.25.** Análisis de coordenadas principales (PCO) para el ensamble de macrobentos en relación a la ejecución (abril, junio y julio). Se sobreponen las especies que se relacionan con los niveles mediante un vector mayor a 0,2 para la correlación de Spearman. P3 (PLAYA 3), P4 (PLAYA 4), P5 (PLAYA 5) y P6 (PLAYA 6). Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral.....49



**Figura 6.26.** Número de especies por phylum de la comunidad de macrobentos en los puntos de muestreo en el ambiente submareal, en el ámbito de la bahía de Chancay (zona 2).....50

**Figura 6.27.** Abundancias de especies por phylum de la comunidad de macrobentos en los puntos de muestreo en el ambiente submareal, en el ámbito de la bahía de Chancay (zona 2).....50

**Figura 6.28.** Dendograma de similitud de la comunidad de macrobentos en los puntos del ambiente submareal (zona 2), en el ámbito de la bahía de Chancay .....52

**Figura 6.29.** Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la comunidad del macrobentos de los puntos del ambiente submareal (zona 2), en el ámbito de la bahía de Chancay.....53

**Figura 6.30.** Análisis de coordenadas principales (PCO) para el ensamble de macrobentos en relación a los puntos del ambiente submareal (zona 2), en el ámbito de la bahía de Chancay. Se sobreponen las especies que se relacionan con los niveles mediante un vector mayor a 0,5 para la correlación de Spearman.....55

**Figura 6.31.** Distribución del promedio del índice AMBI en los puntos muestreo de la bahía de Chancay.....56

**Figura 6.32.** Número de especies por phylum de la comunidad del macrobentos en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 2 (al norte de Chancay).....57

**Figura 6.33.** Abundancia por phylum de la comunidad de macrobentos en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 3 (al norte de Chancay) .....58

**Figura 6.34.** Dendograma de similitud de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 8 (P8) y PLAYA 9 (P9), ubicados playa Chorrillos (zona 3), en el ámbito del norte de Chancay.....60

**Figura 6.35.** Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la comunidad de macrobentos de las zonas y playas evaluadas PLAYA 8 (P8) y PLAYA 9 (P9), ubicadas en la playa Chorrillos (zona 3), en el ámbito del norte de Chancay. Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral.....61

**Figura 6.36.** Análisis de coordenadas principales (PCO) para el ensamble de macrobentos en relación a la ejecución (Abril, Junio y Julio). Se sobreponen las especies que se relacionan con los niveles mediante un vector mayor a 0.2 para la correlación de Spearman. P8 (PLAYA 8) y P9 (PLAYA 9). Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral.....63

**Figura 6.37.** Distribución del N° de individuos de *E. analoga* en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1 .....64

**Figura 6.38.** Distribución batimétrica de la biomasa (g) de *E. analoga* en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1 .....65

**Figura 6.39.** Frecuencia de tallas de *E. analoga* en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1 .....66

**Figura 6.40.** Proporción de las categorías sexuales, en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1.....67

**Figura 6.41.** Proporción de hembras ovígeras, machos y reclutas, en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1 .....68

**Figura 6.42.** Distribución batimétrica del N° de individuos de *E. analoga* en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 2 .....69



**Figura 6.43.** Distribución batimétrica de la biomasa (g) de *E. analoga* en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 2 .....70

**Figura 6.44.** Frecuencia de tallas de *E. analoga* en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 2 .....71

**Figura 6.45.** Proporción de las categorías sexuales, en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 2. [1] Hembras, [2] Hembras ovígeras, [3] Machos y [4] Juveniles .....72

**Figura 6.46.** Proporción de hembras ovígeras, machos y reclutas, en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 2 73

**Figura 6.47.** Distribución batimétrica del N° de individuos de *E. analoga* en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1 .....74

**Figura 6.48.** Distribución batimétrica de la biomasa (g) de *E. analoga* en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 3 .....74

**Figura 6.49.** Frecuencia de tallas de *E. analoga* en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 3 .....75

**Figura 6.50.** Proporción de las categorías sexuales, en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1. [1] Hembras, [2] Hembras ovígeras, [3] Machos y [4] Juveniles .....76

**Figura 6.51.** Proporción de hembras ovígeras, machos y reclutas, en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 3 .....77

**Figura 7.1.** Ubicación de los puntos de muestreo en la zona 1 .....77

**Figura 7.2.** Fotografía de los puntos a) PLAYA 1 y b) V-1.....78

**Figura 7.3.** Imágenes satelitales de la zona 1 de los años 2012, 2013, 2014, 2016, 2017 y 2019.....79

**Figura 7.4.** a) Canal de agua residual del punto V-1 y b) zona de descarga de agua residual en la zona de playa.....79

**Figura 7.5.** Ubicación de los puntos de la zona 2 .....80

**Figura 7.6.** Fotografías de a) Vertimiento V-2, b) descarga de V-2 en la playa y c) PLAYA-5 .....81

**Figura 7.7.** Variación de la pluma del vertimiento V-2 .....82

**Figura 7.8.** Fotografía de a) desembarcadero pesquero artesanal, b) vertimiento 3 y c) PLAYA 3 .....83

**Figura 7.9.** Ubicación de los puntos de muestreo submareal en la zona 2.....84

**Figura 7.10.** Mancha de aceites y grasas en los puntos a) CEN-EM y b) CEN-1 .....85

**Figura 7.11.** Resultados de la simulación de dilución de los efluentes de Austral Group a) sólidos suspendidos totales y b) aceites y grasas .....86

**Figura 7.12.** Relación entre las concentraciones de cobre, cadmio, sulfuros y porcentajes de materia.....88

**Figura 7.13.** Relación entre las concentraciones de sulfuros y porcentajes de materia orgánica en sedimento .....88

**Figura 7.14.** Ubicación de los puntos de muestreo de la zona 3.....89

**Figura 7.15.** Puntos de muestreo a) PLAYA 7 y b) V-4 .....90

**Figura 7.16.** Puntos de muestreo a) PLAYA 8 y b) V-5 .....90

**Figura 7.17.** Fotografías de los restos de aves encontradas en PLAYA 8 (piel y plumas de aves) .....91

**Figura 7.18.** Presencia de residuos sólidos en los alrededores del punto V-5.....92

**Figura 7.19.** Imágenes satelitales de los puntos PLAYA 8 y V-5 en los años 2016, 2017, 2018 y 2019.....92

**Figura 7.20.** Comportamiento de la pluma de descarga del río Chancay en zona 1. ....93



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

**Figura 7.21.** Aproximación al grado de exposición a la hidrodinámica (corrientes) de los emisarios submarinos y puntos control. Condición expuesta (AUS-EM, CAR-EM, BCH-1 y BCH-2) y condición semi-expuesta (COP-EM y CEN-EM).....96

**Figura 7.22.** Presencia de escorrentías agrícolas en la zona 3, principalmente activas en la evaluación de abril 2019. ....97

**Figura 7.23.** Valores promedio de velocidad de viento (nudos), para la bahía de Ancón desde enero a agosto 2019..... 101

**Figura 7.24.** Valores promedio de periodo de ola (m), para la bahía de Ancón desde enero a agosto 2019..... 102

**Figura 7.25.** Valores promedio de altura de ola (m), para la bahía de Ancón desde enero a agosto 2019..... 102

**Figura 7.26.** Valores promedio de periodo de ola (m), para la bahía de Ancón desde enero a agosto 2019..... 103



## 1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, Guillén *et al.* (1978)<sup>1</sup> menciona que las fuentes más importantes de contaminación la constituyen las descargas industriales y domésticas, las cuales ocasionan un fuerte impacto negativo al cuerpo marino receptor.

En la bahía de Chancay se ha descrito que los sedimentos del fondo marino están conformados principalmente por arena y limo; indicando una moderada energía hidrodinámica (Solís y Velazco, 2001 y Cabrera, 2002). Asimismo, la zona litoral de la bahía se caracterizó por tener sedimentos arenosos. Los contenidos de materia orgánica total son bajos (2,71 %) si se comparan con los valores registrados en las bahías de Callao, Chimbote, Samanco y Huacho (Solís y Velazco, 2001). Asimismo, las características hidroquímicas de la bahía de Chancay presenta variaciones debido a la contaminación por vertimientos de origen industrial (principalmente pesquero) y doméstico (Solís y Inca, 2001).

Las playas de la ciudad de Chancay se encuentran altamente contaminadas por las descargas de los efluentes de las fábricas procesadores de pescado y la presencia de descargas de colectores urbanos; estas pueden considerarse como las principales fuentes que provocan la contaminación de las aguas costeras de Chancay. Por otra parte, los muestreos de agua de mar realizados por el Hospital de Chancay, durante el año 2000 reportan valores de coliformes totales que están en el rango de 930 NMP/100 ml a  $2,4 \times 10^4$  NMP /100ml, esto estaría creando un ambiente anóxico y carente de vida en el ecosistema marino de la bahía de Chancay (Cabrera, 2002)

Existen estudios puntuales y particulares de empresas del sector pesquería y otras que han realizado estudios, como parte del cumplimiento de directivas establecidas de la R.M. N° 236-94-PE, que obliga la realización de los EIA (Estudios de Impacto Ambiental) y PAMA (Programas de Adecuación y Manejo Ambiental); todos estos trabajos concluyen que la bahía de Chancay tiene niveles de contaminación altos, sobre todo cuando la actividad industrial de procesamiento de harina de pescado entra en funcionamiento.

Según Cabrera (2002), los residuos líquidos de la industria pesquera, contribuyen con el 98,5 % de la carga orgánica, a las aguas costeras de la bahía de Chancay; y con 1,5 % los residuos líquidos urbanos, reforzando que el 80 % de la población de la ciudad de Chancay considera que el mar de Chancay está muy contaminado. Incluso, a inicios del año 1991 fue el punto de inicio de una epidemia de cólera, causada por el bacilo *Vibrio cholerae*, (Flores y Vera, 1991 en Cabrera, 2002).

Hechos recientes ocurridos entre el 18 y 19 de enero del 2017, indican que se registró una varazón de muy muy (*Emerita analoga*) y la de otros invertebrados como el cangrejo violáceo (*Platyxanthus orbigny*), pulpo (*Octopus mimus*), chorito (*Semimytilus algosus*) y cangrejo puñete (*Hepatus chilensis*). Este evento tendría su origen por los bajos valores del oxígeno y de la acidez del agua de mar en relación al estándar establecido (Imarpe, 2017).

Debido a la problemática ambiental existente en la zona y con la finalidad de cumplir con la función evaluadora del OEFA, contribuyendo al cumplimiento de las acciones planificadas en el Plan de Evaluación y Fiscalización Ambiental – Planefa 2019, se desarrolló la

<sup>1</sup> Guillen O. Aquino, A. Valdivia, B. y Calienes, R. (1978). Contaminación en el puerto del Callao. Informe N° 62. IMARPE. Callao.Perú.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

evaluación ambiental en el ámbito de influencia de las actividades industriales desarrolladas en la bahía de Chancay, distrito Chancay, provincia Huaral, y departamento Lima.

La evaluación ambiental en mención comprendió el monitoreo de la calidad del agua de mar, sedimento y comunidades hidrobiológicas en los ambientes intermareal y submareal, y agua residual doméstica e industrial, presentes en el área de estudio.

## 2. ANTECEDENTES

Según el Sistema Nacional de Denuncias Ambientales (en adelante, Sinada) se han registrado 13 denuncias en el área de estudio. Asimismo, diversas instituciones advierten la ocurrencia de descargas de efluentes al cuerpo marino receptor (bahía de Chancay) que contribuyen a la degradación de la calidad del agua en los ambientes intermareal y submareal. Así también, se advierte la alteración de las comunidades hidrobiológicas en el ambiente submareal y la presencia de coliformes termotolerantes, que han sobrepasado los valores establecidos, frente al mar donde se desarrollan actividades industriales, pesqueras y de recreación.

### 2.1 Actividades productivas identificadas

En la zona de estudio se desarrollan diversas actividades productivas tales como la industria alimentaria, actividades agroexportadoras y principalmente establecimientos industriales pesqueros. En la Tabla 2.1 se presenta la relación de actividades productivas que cuentan con Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) aprobado.

### 2.2 Recopilación, revisión y análisis de la información

#### 2.2.1 Instrumentos de Gestión Ambiental

Existen varias actividades productivas en el entorno del área de estudio, las cuales son generadoras de emisiones gaseosas, material particulado, agua residual industrial, entre otros. En la Tabla 2.1 se presentan los instrumentos de gestión ambiental aprobados de los administrados del área de estudio.

**Tabla 2.1.** Instrumentos de gestión ambiental de los administrados del área de estudio

| N.º | Administrado         | Título del IGA                | Número de Expediente/Oficio/Resolución  | Fecha de aprobación | Organismo que aprobó                 |
|-----|----------------------|-------------------------------|---|---------------------|--------------------------------------|
| 1   | Austral Group S.A.A. | Estudio de Impacto Ambiental  | Calificado favorable mediante el oficio N° 702-95-PE/DIREMA   | 31/08/1995          | Ministerio de Pesquería <sup>2</sup> |
| 2   | Austral Group S.A.A. | Plan de Manejo Ambiental      | Evaluado con informe N° 074-2010-PRODUCE/DIGAAP   | 29/03/2010          | PRODUCE                              |
| 3   | Austral Group S.A.A. | Plan de Manejo Ambiental      | Aprobado con Resolución Directoral N° 059-2010-PRODUCE/DIGAAP   | 31/03/2010          | PRODUCE                              |
| 4   | Austral Group S.A.A. | Plan de Manejo Ambiental      | Mediante Resolución Directoral N° 181-2016-PRODUCE/DGCHI se modifica la RD N° 059-2010-PRODUCE/DIGAAP | 10/06/2016          | PRODUCE                              |
| 5   | Pesquera Caral S.A.  | Informe Técnico Sustentatorio | Resolución Directoral N° 067-2018-PRODUCE/DGAAMPA   | 08/06/2018          | PRODUCE                              |

<sup>2</sup> Actualmente Ministerio de la Producción (PRODUCE)

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

| N.º | Administrado                     | Título del IGA                                    | Número de Expediente/Oficio/Resolución   | Fecha de aprobación | Organismo que aprobó             |
|-----|----------------------------------|---|--|---------------------|----------------------------------|
| 6   | Pesquera Caral S.A.              | Programa de Adecuación y Manejo Ambiental         | Resolución Directoral N° 016-96-PE/DIREMA  | 06/07/1995          | Ministerio de Pesca <sup>4</sup> |
| 7   | Pesquera Caral S.A.              | Plan de Manejo Ambiental                          | Resolución Directoral N° 056-2010-PRODUCE/DIGAAP sustentado con informe N° 077-2010-PRODUCE/DIGAAP                       | --                  | PRODUCE                          |
| 8   | Pesquera Caral S.A.              | Cronograma de Inversión de Innovación Tecnológica | Oficio N° 021-2010-PRODUCE/DIGAAP  | --                  | PRODUCE                          |
| 9   | Pesquera Caral S.A.              | Cronograma de Inversión de Innovación Tecnológica | Constancia de verificación EIA N° 015-2010-PRODUCE/DIGAAP  | 24/11/2010          | PRODUCE                          |
| 10  | Pesquera Centinela S.A.C.        | Actualización del Plan de Manejo Ambiental        | Resolución Directoral N° 062-2010-PRODUCE/DIGAAP   | 31/03/2010          | PRODUCE                          |
| 11  | Pesquera Centinela S.A.C.        | Constancia de Verificación EIA                    | Constancia de Verificación EIA N° 006-2010-PRODUCE/DIGAAP  | 19/05/2010          | PRODUCE                          |
| 12  | Pesquera Centinela S.A.C.        | Informe Técnico Sustentatorio                     | Resolución Directoral N° 010-2018-PRODUCE/DGAAMPA  | 17/01/2018          | PRODUCE                          |
| 13  | Corporación Pesquera Inca S.A.C. | Estudio de Impacto Ambiental                      | Certificación Ambiental otorgado mediante Resolución Directoral N° 031-2011-PRODUCE-DIGAAP                               | 18/07/2011          | PRODUCE                          |
| 14  | Corporación Pesquera Inca S.A.C. | Estudio de Impacto Ambiental                      | Constancia de Verificación N° 025-2011-PRODUCE-DIGAAP  | 21/10/2011          | PRODUCE                          |
| 15  | Corporación Pesquera Inca S.A.C. | Plan de Manejo Ambiental                          | Aprobado con Resolución Directoral N° 046-2010-PRODUCE/DIGAAP  | 23/03/2010          | PRODUCE                          |
| 16  | Corporación Pesquera Inca S.A.C. | Plan de Manejo Ambiental                          | Mediante Resolución Directoral N° 067-2016-PRODUCE/DGCHI se modifica la Resolución Directoral N° 046-2010-PRODUCE/DIGAAP | 24/02/2016          | PRODUCE                          |

Según la revisión de los IGA de los administrados del área de estudio, se elaboró la Tabla 2.2 en la cual se presentan los administrados cuya actividad productiva, podrían afectar la calidad ambiental de los cuerpos receptores.

**Tabla 2.2.** Relación de administrados podrían afectar la calidad ambiental del cuerpo receptor

| N.º | Ubicación   | Titular                          | Proyecto   | Resolución de aprobación   | Zonas de Posible Influencia |
|-----|---|----------------------------------|--|--|-----------------------------|
| 1   | Av. Las Canarias s/n, Puerto Chancay  | Pesquera Caral S.A               | Establecimiento industrial pesquero (incluye emisor submarino) | Resolución Directoral -2016-227 Resolución Directoral-IT-IL-IT-1076-2016-ANA-DGCRH-EEIGA | Bahía de Chancay            |
| 2   | Calle Alcatraz N° 177 (Av. Roosevelt s/n - Km 84 de la antigua Panamericana Norte | Corporación Pesquera Inca S.A.C. | Establecimiento industrial pesquero (incluye emisor submarino) | Resolución Directoral-2016-133-RD-IT-IL-IT-0655-2016-ANA-DGCRH-EEIGA                     | Bahía de Chancay            |
| 3   | Av. Prolongación Roosevelt N°   | Austral Group S.A.A.             | Establecimiento industrial pesquero (incluye emisor            | Resolución Directoral N.º 2016-  | Bahía de Chancay            |

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

| N.º | Ubicación   | Titular                               | Proyecto   | Resolución de aprobación   | Zonas de Posible Influencia |
|-----|---|---------------------------------------|--|--|-----------------------------|
|     | 1008  |                                       | submarino)   | 172 Resolución Directoral -IT-IL-IT-0726-2016-ANA-DGCRH-EEIGA                            |                             |
| 4   | Km. 62,5 de la antigua carretera Panamericana Norte | Corporación Pesquera Centinela S.A.C. | Establecimiento industrial pesquero (incluye emisor submarino) | Resolución Directoral -2015-98-Resolución Directoral -IT-IL-IT-0138-2015-ANA-DGCRH-EEIGA | Bahía de Chancay            |

**2.2.1.1 Reportes públicos**

En la Tabla 2.3 se presenta la relación de reportes públicos de supervisión recopilados y revisados para el presente plan de evaluación ambiental.

**Tabla 2.3.** Reportes públicos de las supervisiones realizadas a los administrados del área de estudio

| N.º | Administrado                          | Unidad Fiscalizable                       | Fecha de supervisión   | N.º de Reporte Público  |
|-----|---------------------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| 1   | Austral Group S.A.A                   | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 4 al 10 diciembre 2018 | 004-2019-OEFA/DSAP-CPES |
| 2   | Austral Group S.A.A                   | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 22 de mayo de 2018     | 141-2018-OEFA/DSAP-CPES |
| 3   | Austral Group S.A.A                   | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 15 al 17 de enero 2019 | 032-2019-OEFA/DSAP-CPES |
| 4   | Pesquera Caral S.A.                   | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 3 al 10 diciembre 2018 | 041-2019-OEFA/DSAP-CPES |
| 5   | Pesquera Caral S.A.                   | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 5 al 10 julio 2018     | 190-2018-OEFA/DSAP-CPES |
| 6   | Pesquera Caral S.A.                   | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 22 de mayo de 2018     | 139-2018-OEFA/DSAP-CPES |
| 7   | Pesquera Caral S.A.                   | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 9 al 11 enero 2019     | 046-2019-OEFA/DSAP-CPES |
| 8   | Corporación Pesquera Centinela S.A.C. | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 4 al 10 diciembre 2018 | 043-2019-OEFA/DSAP-CPES |
| 9   | Corporación Pesquera Centinela S.A.C. | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 22 de mayo de 2018     | 142-2018-OEFA/DSAP-CPES |
| 10  | Corporación Pesquera Centinela S.A.C. | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 10 al 11 enero 2019    | 036-2019-OEFA/DSAP-CPES |
| 11  | Corporación Pesquera Inca S.A.C.      | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 3 al 10 diciembre 2018 | 048-2019-OEFA/DSAP-CPES |
| 12  | Corporación Pesquera Inca S.A.C.      | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 22 de mayo de 2018     | 138-2018-OEFA/DSAP-CPES |
| 13  | Corporación Pesquera Inca S.A.C.      | Establecimiento Industrial pesquero - EIP | 16 al 18 enero 2019    | 033-2019-OEFA/DSAP-CPES |



## 2.2.2 Estudios realizados por otras entidades del sector

En la Tabla 2.4 se describen los estudios técnicos realizados por diversas instituciones. Se destaca los informes de la Autoridad Nacional del Agua, los cuales han identificado fuentes de contaminación en la zona litoral de la bahía de Chancay.

**Tabla 2.4.** Estudios realizados en la bahía de Chancay

| N.º | Nombre del estudio  | Número de aprobación de la institución       | Fecha de aprobación | Organismo que aprobó |
|-----|---|--|---------------------|----------------------|
| 1   | Evaluación Técnica a la solicitud de autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas, provenientes del EIP ubicado en el distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima, presentada por la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.  | Informe Técnico N° 726-2016-ANA-DGCRH-EEIGA  | 16/06/2016          | ANA                  |
| 2   | Evaluación Técnica a la solicitud de renovación de la autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas, provenientes de la planta de producción de harina y aceite de pescado, denominada planta Chancay de PESQUERA CARAL S.A. otorgada mediante Resolución Directoral N° 182-2011-ANA-DGCRH y renovada con Resolución Directoral N° 244-2013-ANA-DGCRH         | Informe Técnico N° 1076-2016-ANA-DGCRH-EEIGA | 12/09/2016          | ANA                  |
| 3   | Evaluación Técnica de la solicitud de renovación de autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas provenientes de la planta de producción de harina y aceite de pescado, denominada planta Chancay de PESQUERA CENTINELA S.A.C. otorgada mediante Resolución Directoral N° 044-2011-ANA-DGCRH y renovada con Resolución Directoral N° 250-2013-ANA-DGCRH      | Informe Técnico N° 138-2015-ANA-DGCRH-EEIGA  | 17/02/2015          | ANA                  |
| 4   | Evaluación Técnica de la solicitud de renovación de la autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas provenientes de la planta de harina y aceite de pescado, denominada planta COPEINCA Chancay de CORPORACIÓN PESQUERA INCA S.A.C. otorgada mediante Resolución Directoral N° 074-2012-ANA-DGCRH y renovada con Resolución Directoral N° 127-2014-ANA-DGCRH | Informe Técnico N° 655-2016-ANA-DGCRH-EEIGA  | 03/06/2016          | ANA                  |
| 5   | Estudio sedimentológico y geoquímico en la bahía de Chancay. Setiembre 1999.  | Informe progresivo N° 140                    | Marzo, 2001         | Imarpe               |
| 6   | Características hidroquímicas de la bahía de Chancay durante el periodo de intensa actividad pesquera. Octubre 1999.  | Informe progresivo N° 140                    | Marzo, 2001         | Imarpe               |
| 7   | Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay: propuesta de recuperación   | Tesis de maestría                            | Mayo, 2002          | UNMSM                |

## 2.2.3 Información obtenida a partir de la visita de reconocimiento

La etapa de reconocimiento en campo se llevó a cabo del 20 al 22 de marzo de 2019 y sus resultados se establecieron en el Informe N.º 0053-2019-OEFA/DEAM-STEC. En el ámbito de estudio se encontraron fuentes de contaminación siendo en el ambiente intermareal, los vertimientos de efluentes domésticos que llegan a las playas Cascajo, ubicado frente al humedal Santa Rosa, playas Terminal Chancay, ubicada frente al malecón; y playa Chorrillos, ubicados frente al estadio municipal de Chancay. En el ámbito submareal, se



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

identificaron los puntos de vertimiento de los establecimientos industriales pesqueros que contribuirían a la alteración de la calidad ambiental del área de la bahía de Chancay.

Producto del reconocimiento, en el ambiente intermareal se determinaron 9 puntos de muestreo de agua de mar, 4 de puntos de sedimento y 8 puntos de comunidades hidrobiológicas, y 5 puntos de muestreo de agua residual (vertimientos); y en el ámbito submareal se establecieron 18 puntos conformados por muestreo de agua de mar, sedimento y comunidades hidrobiológicas; en el ámbito de influencia de la actividad industrial pesquera realizada en la bahía de Chancay, distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Evaluar la calidad ambiental del entorno de la bahía de Chancay, asociada a la actividad pesquera y las descargas de agua residual, distrito Chancay, provincia Huaral, departamento Lima.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la calidad de agua de mar y caracterizar las descargas de agua residual en los ambientes intermareal y submareal en el ámbito de la bahía de Chancay
- Evaluar la calidad de sedimento en los ambientes intermareal y submareal en el ámbito de la bahía de Chancay.
- Evaluar las comunidades hidrobiológicas en los ambientes intermareal y submareal; y analizar el estado de la estructura poblacional de *Emerita analoga* "muy muy", en el ámbito de la bahía de Chancay

### 4. ÁREA DE ESTUDIO

La bahía de Chancay se encuentra entre E: 250972,7 N: 8722211,8 y E: 252864,1 N: 8716878,2 (coordenadas UTM, WGS 84 Zona 19L), ubicada en el distrito Chancay, provincia Huaral, departamento de Lima (Figura 4.1).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

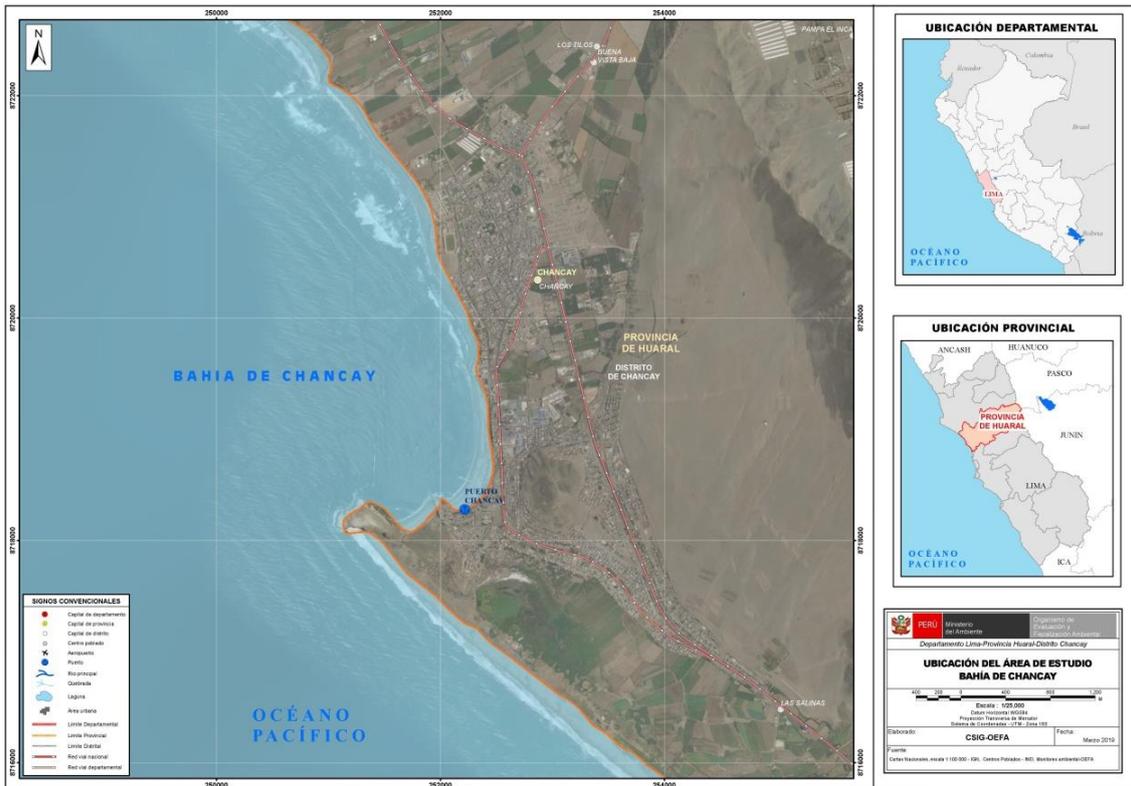


Figura 4.1. Área de estudio de la bahía de Chancay

#### 4.1 Climatología, mareas y corrientes

El clima está influenciado tanto por la condensación de las neblinas invernales de la costa (junio-agosto) procedentes del Océano Pacífico como por lluvias veraniegas provenientes de los Andes (enero – marzo). La temperatura ambiental anual promedio es de 18,5 °C en zonas próximas al mar y de 18,8 °C en el interior, tipificándose como clima semiárido<sup>3</sup>.

Los vientos que se presentan en la zona costera son denominados vientos alisios que influyen en el clima de la zona, tienen predominancia Sur – Suroeste con velocidad promedio de 8 a 12 Km/h, dicha orientación de los vientos es desfavorable para el área urbana de Chancay, llevando los vapores, olores y gases de la industria pesquera<sup>2</sup>.

La zona litoral presenta una gran extensión de playas arenosas y de cantos rodados; en sus extremos las costas son acantilados. La bahía se caracteriza por ser una bahía semiabierta con una intensa actividad hidrodinámica en la zona costera, mostrando características similares a las de la bahía de Huacho; y con una batimetría que alcanza los 20 m de profundidad<sup>4</sup>.

La bahía de Chancay se ve influenciada principalmente por la Corriente Costera Peruana (CCP), que fluye en dirección norte a una velocidad promedio de 5 a 15 cm/s; siendo más intensa entre los meses de abril y setiembre por la mayor acción de los vientos alisios. Además, se caracteriza por presentar masas de aguas conocidas como Aguas Costeras

<sup>3</sup> Cabrera Carranza, Carlos Francisco. 2002. Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de chancay: propuesta de recuperación. Tesis para optar el grado académico de Magister en Geografía.

<sup>4</sup> Informe Progresivo N° 140, 2001. Solís, Juana; Velazco, Federico Estudio sedimentológico y geoquímico en la bahía de Chancay. Setiembre 1999.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Frías (ACF)<sup>5</sup>. Las masas de agua han registrado una temperatura promedio de 18,1°C y salinidad en la estación invernal de 35,1 ups. En tanto, las mareas son semidiurnas; es decir, 2 pleamares y 2 bajamares en un periodo de 24 horas; y con una amplitud de marea de 0,58 m.

## 5. METODOLOGÍA

La evaluación ambiental en el ámbito de las actividades desarrolladas en el sector pesca en la bahía de Chancay se consideró la ejecución de 3 campañas de muestreo, desarrolladas en abril, junio y julio de 2019, en las cuales se analizó los componentes de agua de mar, agua residual, sedimento y comunidades hidrobiológicas (macrofitos y estructura poblacional de *Emerita analoga*).

La primera ejecución se realizó del 10 al 13 de abril, en temporada de veda. La segunda ejecución, del 1 al 7 de junio, durante la producción de harina y aceite de pescado; y la tercera ejecución, del 19 al 22 de julio, posterior a las actividades de producción.

Para la sistematización y análisis de la información, se clasificó el área de estudio en 3 zonas con relación a la actividad pesquera y puntos de descargas de agua residual en el ambiente intermareal, los cuales se detallan en la Tabla 5.1.

**Tabla 5.1.** Clasificación del área de estudio en relación a los efluentes de la actividad pesquera y puntos de descarga de agua residual

| Zona                            | Ejecución 2019 |             |              | Ambiente    | Matriz  | Puntos de muestreo     | Descripción   |
|---------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------------|---|------------------------|---|
|                                 | 1era (Abril)   | 2da (Junio) | 3era (Julio) |             |   |                        |   |
| Zona 1<br>(al sur de Chancay)   | X              | X           | X            | Intermareal | Agua de mar, sedimento, comunidades hidrobiológicas (macrofitos y poblacional <i>Emerita analoga</i> )  | - PLAYA 1              | Evaluación de las descargas de agua residual y el entorno ambiental |
|                                 |                |             |              |             | Hidrobiología (macrofitos y poblacional <i>Emerita analoga</i> )  | - PLAYA 2              |   |
|                                 |                |             |              |             | Agua residual doméstica   | V-1                    |   |
| Zona 2<br>(en la bahía Chancay) | X              | X           | X            | Intermareal | Agua de mar, sedimento y comunidades hidrobiológicas (macrofitos y poblacional <i>Emerita analoga</i> ) | - PLAYA 3<br>- PLAYA 5 | Evaluación de las descargas de agua residual y el entorno ambiental |
|                                 |                |             |              |             | Comunidades hidrobiológicas (macrofitos y poblacional <i>Emerita analoga</i> )                          | - PLAYA 4<br>- PLAYA 6 |   |
|                                 |                |             |              |             | Agua residual doméstica   | - V-2<br>- V-3*        |   |

<sup>5</sup> Octavio Morón. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Boletín del Instituto del Mar del Perú, 19 (1-2): 179-204.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

| Zona                            | Ejecución 2019 |             |              | Ambiente    | Matriz   | Puntos de muestreo  | Descripción   |
|---------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------------|--|---|---|
|                                 | 1era (Abril)   | 2da (Junio) | 3era (Julio) |             |  |   |   |
|                                 |                | X           |              | Submareal   | Agua de mar, sedimento y comunidades hidrobiológicas (macrobentos)                                       | - BCH-1<br>- BCH-2<br>- AUS-EM<br>- COP-EM<br>- CAR-EM<br>- CAR-4<br>- CEN-EM<br>- CEN-1<br>- CEN-3<br>- CAR-2A | Evaluación de los efluentes pesqueros y el entorno ambiental        |
| Zona 3<br>(al norte de Chancay) | X              | X           | X            | Intermareal | Agua de mar, sedimento y comunidades hidrobiológicas (macrobentos y poblacional <i>Emerita analoga</i> ) | - PLAYA 7**<br>- PLAYA 8  | Evaluación de las descargas de agua residual y el entorno ambiental |
|                                 |                |             |              |             | Hidrobiología (macrobentos y poblacional <i>Emerita analoga</i> )  | - PLAYA 9   |   |
|                                 |                |             |              |             | Agua residual doméstica  | V-4   |   |
|                                 |                |             |              |             | Agua residual industrial   | V-5   |   |

(\*) No se colectó en la 2da y 3era ejecución

(\*\*) No se colectó muestras de sedimento e hidrobiología por ser una orilla rocosa.

La evaluación del ambiente submareal de la zona 2 se realizó solo en la segunda ejecución (junio), que corresponde a la temporada de producción de harina y aceite de pescado.

## 5.1 Agua de mar

Para determinar la calidad del agua de mar en el área de estudio se consideró puntos de muestreo en el ambiente intermareal en las zonas 1 (playa El Cascajo), zona 2 (playa Chancay) y zona 3 (playa Chorrillos); y en el ambiente submareal de la zona 2 en la bahía de Chancay.

### 5.1.1 Guías utilizadas para la evaluación

Para la evaluación de agua de mar se tomó como referencia el Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales<sup>6</sup> de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), específicamente la sección 6.5.3 donde brinda las recomendaciones para realizar el monitoreo de agua en la zona marina.

### 5.1.2 Ubicación de puntos de muestreo

La ubicación de los puntos de muestreo de agua de mar se presenta en la Tabla 5.2, correspondiente al ambiente intermareal.

<sup>6</sup> Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

**Tabla 5.2.** Puntos de muestreo de agua de mar en los ambientes intermareal en la bahía de Chancay.

| N.º | Código  | Zona   | Coordenadas UTM<br>WGS-84 Zona 19 L |           | Profundidad<br>(m) | Descripción  |
|-----|---------|--------|-------------------------------------|-----------|--------------------|--|
|     |         |        | Este (m)                            | Norte (m) |                    |  |
| 1   | PLAYA 1 | Zona 1 | 252166                              | 8717193   | 0                  | Punto ubicado en el ambiente intermareal en la playa Cascajo a 130 m al noroeste del punto de vertimiento V-1, y al norte del humedal Santa Rosa (AA.HH Peralvillo)      |
| 2   | PLAYA 3 | Zona 2 | 252094                              | 8718313   | 0                  | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 65 m al noroeste del punto de vertimiento V-3 y de las instalaciones del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) de Fondapes |
| 3   | PLAYA 5 | Zona 2 | 252397                              | 8718872   | 0                  | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 120 m al norte del punto de vertimiento V-2  |
| 4   | PLAYA 7 | Zona 3 | 251905                              | 8720855   | 0                  | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 30 m al sur del punto de vertimiento V-4 y a 100 m al suroeste de la zona residencial condominio El Paraíso                  |
| 5   | PLAYA 8 | Zona 3 | 251674                              | 8721287   | 0                  | Punto ubicado en el ambiente intermareal en la zona norte de la bahía de Chancay, a 50 m al norte del vertimiento V-5, y a 150 m al sur del punto de muestreo PLAYA 9    |

La ubicación de los puntos de muestreo de agua de mar del ambiente submareal se presenta en la Tabla 5.3, cabe indicar que todos estos puntos están ubicados en la zona 2.

**Tabla 5.3.** Puntos de muestreo de agua de mar en el ambiente submareal en la bahía de Chancay.

| N.º | Código     | Coordenadas UTM<br>WGS-84 Zona 19 L |           | Profundidad<br>(m) | Descripción  |
|-----|------------|-------------------------------------|-----------|--------------------|--|
|     |            | Este (m)                            | Norte (m) |                    |  |
| 1   | BCH-1 (S)  | 251652                              | 8719410   | 0                  | Punto blanco ubicado al norte de los emisarios de Copeinca y Centinela           |
| 2   | BCH-1 (F)  | 251652                              | 8719410   | 12,5               |  |
| 3   | BCH-2 (S)  | 250726                              | 8719751   | 0                  | Punto blanco ubicado al norte de los emisarios de Austral Group y Pesquera Caral |
| 4   | BCH-2 (F)  | 250726                              | 8719751   | 18,6               |  |
| 5   | AUS-EM (S) | 250511                              | 8719198   | 0                  | Final del emisario submarino de Austral Group                                    |
| 6   | AUS-EM (F) | 250511                              | 8719198   | 20                 |  |
| 7   | COP-EM (S) | 251491                              | 8718746   | 0                  | Final del emisario submarino de Corporación Pesquera Inca                        |
| 8   | COP-EM (F) | 251491                              | 8718746   | 9,6                |  |
| 9   | CAR-EM (S) | 250697                              | 8718756   | 0                  | Final del emisario submarino de Pesquera Caral                                   |
| 10  | CAR-EM (F) | 250697                              | 8718756   | 15,7               |  |
| 11  | CAR-4 (S)  | 250475                              | 8718739   | 0                  | Punto ubicado a 250 m al oeste del emisor submarino de Pesquera Caral            |
| 12  | CAR-4 (F)  | 250475                              | 8718739   | 19,2               |  |
| 13  | CEN-EM (S) | 251896                              | 8718976   | 0                  | Final del emisario submarino de Pesquera Centinela                               |
| 14  | CEN-EM (F) | 251896                              | 8718976   | 10                 |  |
| 15  | CEN-1 (S)  | 251920                              | 8719223   | 0                  | Punto ubicado a 250 m al norte del emisario submarino de Pesquera Centinela      |
| 16  | CEN-1 (F)  | 251920                              | 8719223   | 10                 |  |
| 17  | CEN-3 (S)  | 251920                              | 8718723   | 0                  | Punto ubicado a 250 m al sur del emisario submarino de Pesquera Centinela        |
| 18  | CEN-3 (F)  | 251920                              | 8718723   | 8,7                |  |
| 19  | CAR-2A (S) | 251100                              | 8718744   | 0                  | Punto ubicado entre los emisarios submarinos de pesquera Caral y Copeinca        |
| 20  | CAR-2A (F) | 251100                              | 8718744   | 12,3               |  |

(S) Superficie de la columna de agua

(F) Fondo de la columna de agua



### 5.1.3 Parámetros y métodos de análisis

Los parámetros seleccionados para la evaluación de agua de mar se determinaron en función a los parámetros establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM (en adelante, ECA para agua 2017) y a las actividades económicas desarrolladas en el área de estudio.

Los parámetros evaluados en campo fueron pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. Así también, se tomaron muestras para la determinación de los parámetros detallados en la Tabla 5.4 y que se enviaron al laboratorio contratado por el OEFA.

**Tabla 5.4.** Parámetros considerados en la evaluación de agua de mar

| Matriz      | Parámetros                    | Método de Análisis                                    | Técnica Empleada  |
|-------------|-------------------------------|---|---|
| Agua de mar | Fósforo total                 | EPA METHOD 365.3, 1983                                | Espect UV-VIS   |
|             | Aceites y grasas              | ASTM D7066-04 (Validado), 2011                        | Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination |
|             | Coliformes termotolerantes    | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017       | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)          |
|             | Sulfuros                      | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D,23rd Ed.2017      | Sulfide: Methylene Blue Method  |
|             | Demanda bioquímica de oxígeno | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017         | Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test   |
|             | Sólidos suspendidos totales   | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012        | Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C   |
|             | Nitritos                      | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO+G692- B,23rd Ed.2017 | Nitrogen (Nitrate):Colorimetric Method  |
|             | Nitratos                      | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E,23rd Ed.2017     | Nitrogen (Nitrate): Cadmium Reduction Method  |

### 5.1.4 Equipos utilizados

En el muestreo de agua de mar se utilizó un equipo multiparámetro para la medición de los parámetros de campo (pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, temperatura y salinidad) y una botella Niskin para la recolección de agua del fondo marino. Mayores detalles se presentan en el Anexo 2: Reportes de campo

### 5.1.5 Aseguramiento de la calidad

La evaluación de la calidad de agua de mar consideró la toma de muestras por duplicado para el análisis de fósforo total tanto para los puntos de muestreo del ambiente intermareal como submareal (Anexo 3: Reportes de resultados N.º RR-005-2019-STEC, RR-017-2019-STEC, RR-025-2019-STEC). Asimismo, los equipos de medición fueron calibrados y verificados previo a su uso.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

### 5.1.6 Criterios de evaluación

Los resultados de agua de mar fueron comparados con los ECA para Agua 2017 aprobados mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, cuya categoría se determinó en función de la «Clasificación de cuerpo de agua marino-costero» aprobado según Resolución Jefatural N.º 030-2016-ANA. En la Tabla 5.5 se detalla las categorías y subcategorías correspondientes a los puntos de muestreo.

**Tabla 5.5.** Categorías de comparación empleados para agua de mar

| Cuerpo de agua             | Categoría de comparación   | Puntos de muestreo   | Normativa de comparación             |
|----------------------------|--|--|--------------------------------------|
| Mar de la bahía de Chancay | Categoría 1: Poblacional y recreacional<br>Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación<br>B1: Contacto primario   | - PLAYA 1<br>- PLAYA 2<br>- PLAYA 3<br>- PLAYA 4<br>- PLAYA 5<br>- PLAYA 6<br>- PLAYA 7<br>- PLAYA 8<br>- CEN-EM<br>- CEN-1<br>- CEN-3<br>- CAR-2A | ECA para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM |
| Mar de la bahía de Chancay | Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales<br>Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras | - BCH-1 (S)<br>- BCH-2 (S)<br>- AUS-EM (S)<br>- COP-EM (S)<br>- CAR-EM (S)<br>- CAR-4 (S)  | ECA para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM |

## 5.2 Agua residual

Para la caracterización del agua residual en el área de estudio se consideró puntos de muestreo de agua residual industrial y doméstica. Para efectos de este informe se consideraron las siguientes definiciones:

- Agua residual industrial<sup>7</sup>: Son aquellas originadas de un proceso productivo, como actividad minera, agrícola, pesquera, agroindustrial, entre otros.
- Agua residual doméstica<sup>7</sup>: Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente.

En esta evaluación se realizó la identificación de los vertimientos de agua residual ubicados en el ambiente intermareal, y que desembocan en las playas Cascajo (zona 1), Chancay (zona 2) y Chorrillos (zona 3).

<sup>7</sup>

Recuperado de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)



### 5.2.1 Guías utilizadas para la evaluación

Para la caracterización del agua residual se tomó en consideración de manera referencial la Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA, donde se aprueba el Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

### 5.2.2 Ubicación de puntos

La ubicación de los puntos de muestreo de agua residual se presenta en la Tabla 5.6.

**Tabla 5.6.** Puntos de muestreo de agua residual en la bahía de Chancay.

| N.º | Código | Zona   | Coordenadas UTM<br>WGS-84 Zona 19 L |           | Altitud<br>(m s. n. m.) | Descripción   |
|-----|--------|--------|-------------------------------------|-----------|-------------------------|---|
|     |        |        | Este (m)                            | Norte (m) |                         |   |
| 1   | V-1    | Zona 1 | 252309                              | 8717207   | 0                       | Punto ubicado frente al humedal Santa Rosa (AA HH Peralvillo), vertimiento de origen doméstico de EMAPA Chancay                   |
| 2   | V-2    | Zona 2 | 252425                              | 8718755   | 0                       | Punto de vertimiento de efluentes domésticos de EMAPA Chancay, ubicado a 80 m al sur del EIP Austral Group en la zona intermareal |
| 3   | V-3*   | Zona 2 | 252091                              | 8718304   | 0                       | Punto de vertimiento ubicado frente al Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) de Fondepes (zona de playa).                       |
| 4   | V-4    | Zona 3 | 251913                              | 8720835   | 0                       | Punto de vertimiento de efluentes domésticos de EMAPA Chancay, ubicado frente al estadio municipal                                |
| 5   | V-5    | Zona 3 | 251700                              | 8721231   | 0                       | Punto de vertimiento de efluentes industriales, ubicado a 300 m al norte de la zona residencial condominio El Paraíso             |

\*Solo se evaluó en la primera ejecución (abril 2019)

### 5.2.3 Parámetros y métodos de análisis

Los parámetros de campo considerados para la caracterización de agua residual fueron pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. Por otro lado, se tomaron muestras para el análisis en laboratorio de los parámetros indicado en las Tabla 5.7.

**Tabla 5.7.** Parámetros considerados en la evaluación de agua residual

| Matriz        | Parámetros                    | Método de Análisis                               | Técnica Empleada  |
|---------------|-------------------------------|--|---|
| Agua residual | Aceites y grasas              | ASTM D7066-04 (Validado), 2011                   | Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination |
|               | Coliformes termotolerantes    | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017  | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)          |
|               | Sulfuros                      | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D,23rd Ed.2017 | Sulfide: Methylene Blue Method  |
|               | Demanda bioquímica de oxígeno | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017    | Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test   |
|               | Sólidos suspendidos totales   | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012   | Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C   |



### 5.2.4 Equipos utilizados

Para la colecta de muestras de agua residual se utilizaron frascos de plástico y vidrio, como también un brazo extensor y los respectivos implementos de protección personal. Para la medición de los parámetros de campo se utilizó un multiparámetro, el cual se calibró y verificó previo a la ejecución de las mediciones.

### 5.3 Sedimento

Para determinar la calidad de sedimento en el área de estudio se consideró puntos de muestreo en el ambiente intermareal, en las zonas 1 (playa Cascajo), zona 2 (playa Chancay) y zona 3 (playa Chorrillos); y en el ambiente submareal correspondiente a la zona 2 en la bahía de Chancay.

#### 5.3.1 Guías utilizadas para la evaluación

Para la evaluación del sedimento se utilizó como referencia el manual de métodos para colección de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos: «*Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses*».

#### 5.3.2 Ubicación de puntos

La ubicación de los puntos de muestreo de sedimento se presenta en la Tabla 5.8, correspondiente al ambiente intermareal.

**Tabla 5.8.** Puntos de muestreo de sedimento en el ambiente intermareal en la bahía de Chancay.

| N.º | Código  | Zonas  | Coordenadas UTM<br>WGS-84 Zona 19 L |           | Profundidad | Descripción  |
|-----|---------|--------|-------------------------------------|-----------|-------------|--|
|     |         |        | Este (m)                            | Norte (m) |             |  |
| 1   | PLAYA 1 | Zona 1 | 252166                              | 8717193   | 0           | Punto ubicado en el ambiente intermareal en la playa Cascajo a 130 m al noroeste del punto de vertimiento V-1, y al norte del humedal Santa Rosa (AA HH Peralvillo)      |
| 2   | PLAYA 3 | Zona 2 | 252094                              | 8718313   | 0           | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 65 m al noroeste del punto de vertimiento V-3 y de las instalaciones del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) de Fondepes |
| 3   | PLAYA 5 | Zona 2 | 252397                              | 8718872   | 0           | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 120 m al norte del punto de vertimiento V-2  |
| 4   | PLAYA 8 | Zona 3 | 251674                              | 8721287   | 0           | Punto ubicado en el ambiente intermareal en la zona norte de la bahía de Chancay, a 50 m al norte del vertimiento V-5, y a 150 m al sur del punto de muestreo PLAYA 9    |

La ubicación de los puntos de muestreo de sedimento se presenta en la Tabla 5.9, correspondiente al ambiente submareal. Cabe indicar que todos estos puntos se encuentran ubicado en la zona 2.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

**Tabla 5.9.** Puntos de muestreo de sedimento en el ambiente submareal en la bahía de Chancay.

| N.º | Código | Coordenadas UTM<br>WGS-84 Zona 19 L |           | Profundidad | Descripción  |
|-----|--------|-------------------------------------|-----------|-------------|--|
|     |        | Este (m)                            | Norte (m) |             |  |
| 1   | BCH-1  | 251652                              | 8719410   | 12,5        | Punto blanco ubicado al norte de los emisario de Copeinca y Centinela            |
| 2   | BCH-2  | 251652                              | 8719410   | 18,6        | Punto blanco ubicado al norte de los emisarios de austral Group y Pesquera Caral |
| 3   | AUS-EM | 250511                              | 8719198   | 20          | Final del emisario submarino de Austral Group                                    |
| 4   | COP-EM | 251491                              | 8718746   | 9,6         | Final del emisario submarino de Corporación Pesquera Inca                        |
| 5   | CAR-EM | 250697                              | 8718756   | 15,7        | Final del emisario submarino de Pesquera Caral                                   |
| 6   | CAR-4  | 250475                              | 8718739   | 19,2        | Punto ubicado a 250 m al oeste del emisario submarino de Pesquera Caral          |
| 7   | CEN-EM | 251896                              | 8718976   | 10          | Final del emisario submarino de Pesquera Centinela                               |
| 8   | CEN-1  | 251920                              | 8719223   | 10          | Punto ubicado a 250 m al norte del emisario submarino de Pesquera Centinela      |
| 9   | CEN-3  | 251920                              | 8718723   | 8,7         | Punto ubicado a 250 m al sur del emisario submarino de Pesquera Centinela        |
| 10  | CAR-2A | 251100                              | 8718744   | 12,3        | Punto ubicado entre los emisarios submarinos de Pesquera Caral y Copeinca        |

### 5.3.3 Parámetros y métodos de análisis

En la Tabla 5.10 se presenta la relación de parámetros considerados para la evaluación de sedimentos y su método de análisis.

**Tabla 5.10.** Parámetros considerados en la evaluación de sedimento

| Matriz    | Parámetros                     | Método de Análisis                  | Técnica Empleada   |
|-----------|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| Sedimento | Análisis granulométrico        | PEC-018                             | Densitometría  |
|           | Material extractable en hexano | EPA Method 9071B Rev.2 (1998)       | Gravimetría  |
|           | Sulfuros                       | PE-4016                             | Análisis elemental   |
|           | Materia orgánica               | ES_NOM21_AS07_MO_TOC                | Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000; ítem 7.1.7 AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkey y Black). (Validado) 2017. |
|           | Metales totales                | EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996 | Acid Digestion of Sediments. Sludges and soils / Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry                                   |
|           | Mercurio total                 | EPA 7471 B, Rev 2, February 2007    | Mercury in solid or semisolid waste (Manual Cold-Vapor technique)  |



### 5.3.4 Equipos utilizados

Para la colecta de muestras de sedimento del ambiente intermareal y submareal se utilizó un cucharón de plástico y bolsas de cierre hermético. Adicionalmente, para la colecta de las muestras del ambiente submareal se utilizó una draga van Veen (para mayores detalles ver Anexo 2: Reportes de campo).

### 5.3.5 Aseguramiento de la calidad

Con la finalidad de contar con un control de calidad del muestreo se tomaron muestras de sedimento para el análisis de metales totales (incluido mercurio) por duplicados, tanto para los puntos de muestreo en el ambiente intermareal y submareal. En el Anexo 3 (Reportes de resultados) se encuentra los resultados de los duplicados.

### 5.3.6 Criterios de evaluación

Los resultados del muestreo de sedimentos fueron comparados de manera referencial con los valores de la Guía de Calidad Ambiental Canadiense (*Canadian Environmental Quality Guidelines*–CEQG), al no contar con una normativa nacional para sedimentos.

En la Tabla 5.11 se presenta los valores establecidos en la guía internacional para arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo y zinc, precisando la concentración por debajo de la cual no se esperan efectos biológicos adversos: valor ISQG (*Interim Sediment Quality Guideline*), y concentración por encima del PEL (*Probable Effect Level*), que con frecuencia registran efectos biológicos adversos.

**Tabla 5.11.** Estándares de calidad de sedimento marino de Canadá

| Parámetro | ISQG (mg/Kg) | PEL (mg/Kg) |
|-----------|--------------|-------------|
| Arsénico  | 7,24         | 41,6        |
| Cadmio    | 0,70         | 4,2         |
| Cromo     | 52,3         | 160         |
| Cobre     | 18,7         | 108         |
| Plomo     | 30,2         | 112         |
| Mercurio  | 0,13         | 0,70        |
| Zinc      | 124          | 271         |

Fuente: Canadian Environmental Quality Guidelines

Recuperado de: [https://www.ccme.ca/en/resources/canadian\\_environmental\\_quality\\_guidelines/](https://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/)

## 5.4 Comunidades hidrobiológicas

La evaluación de las comunidades hidrobiológicas (comunidad de macrobentos) se realizó en el ambiente intermareal de las playas Cascajo (zona 1), Chancay (zona 2) y Chorrillos (zona 3), las cuales están asociadas a vertimientos domésticos e industriales, y en el ambiente submareal (zona 2) correspondiente a la bahía de Chancay, asociada a los emisores submarinos de los Establecimientos Industriales Pesqueros (EIP).



### 5.4.1 Guías utilizadas para la evaluación

Se evaluó las comunidades hidrobiológicas (macrobenetos) de los ambientes intermareal y submareal; sin embargo, debido a que no existe una guía nacional se empleó de manera referencial el documento «*Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. 22st Edition – 2012*», específicamente la sección «10500 – B. Benthic macroinvertebrates Sample Collection».

### 5.4.2 Ubicación de puntos

La ubicación de los puntos de muestreo de macrobenetos en el ambiente intermareal se presenta en la Tabla 5.12.

**Tabla 5.12.** Puntos de muestreo de comunidad de macrobenetos en el ambiente intermareal.

| N.º | Código OEFA | Zonas  | Coordenadas UTM WGS84 – zona 18L |           | Altitud (m s. n. m.) | Descripción  |
|-----|-------------|--------|----------------------------------|-----------|----------------------|--|
|     |             |        | Este (m)                         | Norte (m) |                      |  |
| 1   | PLAYA 1     | Zona 1 | 252166                           | 8717193   | 0                    | Punto ubicado en el ambiente intermareal en la playa Cascajo a 130 m al noroeste del punto de vertimiento V-1, y al norte del humedal Santa Rosa (AA HH: Peralvillo)     |
| 2   | PLAYA 2     | Zona 1 | 251938                           | 8717401   | 0                    | Punto ubicado en el ambiente intermareal en la playa Cascajo, a 300 m al noroeste del punto PLAYA 1  |
| 5   | PLAYA 3     | Zona 2 | 252094                           | 8718313   | 0                    | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 65 m al noroeste del punto de vertimiento V-3 y de las instalaciones del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) de Fondepes |
| 4   | PLAYA 4     | Zona 2 | 252304                           | 8718579   | 0                    | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 60 m al norte del muelle antiguo de Chancay y frente a las instalaciones de la empresa pesquera Caral                        |
| 3   | PLAYA 5     | Zona 2 | 252397                           | 8718872   | 0                    | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 120 m al norte del punto de vertimiento V-2  |
| 6   | PLAYA 6     | Zona 2 | 252363                           | 8719210   | 0                    | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 330 m al norte del punto PLAYA 5.  |
| 8   | PLAYA 8     | Zona 3 | 251674                           | 8721287   | 0                    | Punto ubicado en el ambiente intermareal en la zona norte de Chancay a 50 m al sur del punto de vertimiento V-5 y a 150 m del punto PLAYA-9.                             |
| 9   | PLAYA 9     | Zona 3 | 251576                           | 8721407   | 0                    | Punto ubicado en el ambiente intermareal, a 150 m al norte del punto PLAYA 8.  |

La ubicación de los puntos de muestreo de macrobenetos en el ambiente intermareal se presenta en la Tabla 5.13.

**Tabla 5.13.** Puntos de muestreo de comunidad de macrobenetos en el ambiente submareal

| N.º | Código | Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19 L |           | Profundidad | Descripción  |
|-----|--------|----------------------------------|-----------|-------------|--|
|     |        | Este (m)                         | Norte (m) |             |  |
| 1   | BCH-1  | 251652                           | 8719410   | 12,5        | Punto blanco ubicado al norte de los emisario de Copeinca y Centinela            |
| 2   | BCH-2  | 251652                           | 8719410   | 18,6        | Punto blanco ubicado al norte de los emisarios de austral Group y Pesquera Caral |
| 3   | AUS-EM | 250511                           | 8719198   | 20          | Final del emisario submarino de Austral Group                                    |
| 4   | COP-EM | 251491                           | 8718746   | 9,6         | Final del emisario submarino de Corporación Pesquera Inca                        |



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

| N.º | Código | Coordenadas UTM<br>WGS-84 Zona 19 L |           | Profundidad | Descripción   |
|-----|--------|-------------------------------------|-----------|-------------|---|
|     |        | Este (m)                            | Norte (m) |             |   |
| 5   | CAR-EM | 250697                              | 8718756   | 15,7        | Final del emisario submarino de Pesquera Caral                              |
| 6   | CAR-4  | 250475                              | 8718739   | 19,2        | Punto ubicado a 250 m al oeste del emisario submarino de Pesquera Caral     |
| 7   | CEN-EM | 251896                              | 8718976   | 10          | Final del emisario submarino de Pesquera Centinela                          |
| 8   | CEN-1  | 251920                              | 8719223   | 10          | Punto ubicado a 250 m al norte del emisario submarino de Pesquera Centinela |
| 9   | CEN-3  | 251920                              | 8718723   | 8,7         | Punto ubicado a 250 m al sur del emisario submarino de Pesquera Centinela   |
| 10  | CAR-2A | 251100                              | 8718744   | 12,3        | Punto ubicado entre los emisarios submarinos de Pesquera Caral y Copeinca   |

### 5.4.3 Parámetros y métodos de análisis

En la Tabla 5.14 se presenta los parámetros considerados en la evaluación de las comunidades hidrobiológicas.

**Tabla 5.14.** Parámetros considerados en la evaluación de las comunidades hidrobiológicas

| N.º | Parámetros                                   | Método de análisis  |
|-----|--|---|
| 1   | Macrobentos marino (intermareal y submareal) | Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. 22st Edition – 2012, section 10500 – C. Benthic macroinvertebrates - Sample processing and Analysis. American Public Health Association |

### 5.4.4 Equipos utilizados

Para la colecta de muestras de comunidades hidrobiológicas se utilizó un corer (tubo Penchazadeh) de área de 0,025 m<sup>2</sup>, una draga van Veen y frascos de plástico. Para la preservación de las muestras se utilizó alcohol al 96 %.

### 5.4.5 Procesamiento de datos

Para las comunidades hidrobiológicas no hay un marco normativo que regule la evaluación y comparación de este componente; por lo tanto, el criterio de evaluación se basó principalmente en la comparación de puntos con presencia de fuentes potenciales de perturbación y puntos controles (que no están directamente influenciados).

Las muestras de macrobentos, en el ambiente intermareal de playas se colectó por triplicado para las zonas supralitoral, mediolitoral e infralitoral siguiendo el modelo de zonación de Dahl (1952)<sup>8</sup>, empleando un corer o tubo Penchazadeh de área de 0,025m<sup>2</sup>.

En la Figura 5.1 se muestra un esquema de zonación y la disposición del transecto para la colecta de muestras.

<sup>8</sup> Dahl, E. 1952. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna of sandy beaches, Oikos, 4: 1-27.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 5.1.** Esquema de zonación de playa arenosa según Dahl (1952)

En el ambiente submareal se colectó por triplicado en cada punto de muestreo, con el uso de una draga van Veen de 0,05 m<sup>2</sup> de área de muestreo<sup>9</sup>.

#### 5.4.6 Análisis de datos

El criterio de análisis de las comunidades de macrobentos se basará en el cálculo de diferentes parámetros comunitarios, tales como: composición taxonómica, riqueza y abundancia de especies, índices de diversidad alfa (i.e. diversidad verdadera y dominancia de Simpson) e índices de diversidad beta. Adicionalmente, se realizará la evaluación de la calidad ecológica de la comunidad macrobentónica mediante el cálculo del índice AMBI.

A continuación, se detalla la metodología para el cálculo de los atributos antes mencionados:

##### a. Composición taxonómica, riqueza específica y abundancia de especies

La identificación taxonómica de los organismos bentónicos marinos se realizó por los especialistas del OEFA, siguiendo la metodología descrita en «*Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. 22st Edition – 2012*», concretamente la sección «10500 – C. Benthic macroinvertebrates - Sample processing and Analysis».

Los resultados permitieron determinar la composición taxonómica (i.e. especies presentes en la comunidad), la riqueza (i.e. número de especies en cada muestra), la abundancia (i.e. número total de organismos colectados), la densidad (i.e. número de individuos colectados por unidad de muestreo, organismos/m<sup>2</sup>) y la biomasa (i.e. peso en gramos de los organismos colectados gramos/m<sup>2</sup>), como también la frecuencia (i.e. número de veces que aparece una especie en todas las estaciones muestreadas).

##### b. Índices de diversidad alfa

Los índices de diversidad alfa considerados fueron: la diversidad verdadera de orden uno (N1), también conocida como números de Hill y el índice de dominancia de Simpson ( $\lambda$ ).

<sup>9</sup> Valle Rubio Sonia, (1998). Estructura del Macrobentos Marino frente a Lima y sus factores condicionantes. Tesis para optar el título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM. 97 Pág.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

La diversidad verdadera, permite obtener el número efectivo de especies presentes en la comunidad. El índice de diversidad verdadera facilita la interpretación de resultados debido a que los valores de este índice tienen un comportamiento lineal y sus unidades son comparables; además, sus propiedades matemáticas están más acorde con el concepto empírico de diversidad (Moreno *et al.*, 2011), a diferencia de otros índices ampliamente utilizados. La ecuación 5.1 es empleada para determinar el mencionado índice.

$$N1=(H') \quad (5.1)$$

Dónde: N1 es la diversidad verdadera y H' es el índice de Shannon-Weaver

En cuanto al índice de dominancia de Simpson, es uno de los parámetros que permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, también es usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Dicho índice se calcula mediante la ecuación 5.2.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (5.2)$$

Dónde: S es el número de especies, N es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas) y n es el número de ejemplares por especie.

### c. Índice de diversidad beta

Este índice calcula el grado de semejanza que tienen 2 comunidades entre sí, teniendo en cuenta la diferencia de la abundancia de sus especies. El cálculo de la diversidad beta se realizará a través del análisis de clasificación o índice de similitud de Bray Curtis. La fórmula de este índice es la siguiente:

$$S_{jk}=100 \times \{1 - \sum |y_{ij} - y_{ik}| n_i = 1 \sum |y_{ij} + y_{ik}| n_i = 1\} \quad (5.3)$$

Dónde S es la similitud de Bray Curtis, n es el número de especies, y es la abundancia de cada especie. Con base en la matriz de similitud de Bray Curtis, se construyó un dendrograma que tuvo por objetivo la búsqueda de grupos de variables similares o parecidas. La significancia en la formación de los grupos en el dendrograma se determinará con la prueba Simprof, la cual realiza varias permutaciones a cada nodo de un dendrograma para identificar patrones de asociación significativos en muestras a priori no estructuradas (Clarke *et al.*, 2008).

### d. Comparación entre zonas de la bahía

Para evaluar los cambios en la comunidad macrobentónica se empleó el análisis Permanova con el método de permutación residual bajo un modelo reducido (*Permutation of residuals under a reduced model*). Este análisis permitirá probar la hipótesis general multivariada de diferencias en la composición y/o abundancia relativa de las diferentes especies agrupadas en los diferentes factores elegidos (Anderson, 2001; Mcardle y Anderson, 2001).

Para el análisis de Permanova, en el ambiente intermareal, se empleó un modelo de dos vías cuyos factores fueron: Ejecución («Ej», factor fijo de 3 niveles: abril, junio y julio) y Playa-Zonación (PIZn, factor fijo de tres niveles: zona supralitoral, zona mediolitoral y zona infralitoral); y las diferencias significativas fueron investigadas usando comparaciones



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

pareadas (EjxPIZn y PIZnxEj). Este procedimiento se realizó para la zona 1, zona 2 y zona 3. En el ambiente submareal, se empleó un modelo de una vía cuyo factor fue Punto de Muestreo («PM», factor fijo); y las diferencias significativas fueron investigadas usando comparaciones pareadas. Este procedimiento se realizó solo en la zona 2.

En los casos donde se encontraron diferencias significativas, se realizó un análisis de coordenadas principales (PCO por sus siglas en inglés), con la finalidad de determinar la relación entre las especies y los grupos (y/o puntos de muestreo), empleando una correlación de Spearman, en donde se sobrepusieron las especies que presentaron una longitud de vector igual o mayor a 0,2. Todos los análisis fueron realizados siguiendo los lineamientos dados en Anderson, Goley y Clarke (2008) y Clarke y Warwick (2001).

#### e. Evaluación de la calidad ecológica de la comunidad bentónica

La evaluación se realizó a través del índice AMBI (*AZTI Marine Biotic Index*), establecido por Borja *et al.* (2000). Mediante este índice se puede conocer el estado de la calidad ecológica del ecosistema evaluado; se basa en la clasificación de las abundancias de los organismos bentónicos de sustrato blando en 5 grupos ecológicos. Este índice ha sido utilizado exitosamente bajo diferentes condiciones de perturbación (Borja *et al.*, 2003; Muxika *et al.*, 2005) y ha sido aplicado extensamente en Europa (Borja *et al.*, 2009; Grémare *et al.*, 2009), Asia (Cai *et al.*, 2003; Cheung *et al.*, 2008), Norte de África (Afli *et al.*, 2008; Bakalem *et al.*, 2009; Bazairi *et al.*, 2005), Sudamérica (Muniz *et al.*, 2005) y Norteamérica (Borja y Tunberg, 2011; Borja *et al.*, 2008; Callier *et al.*, 2008; Teixeira *et al.*, 2012).

Para el cálculo del AMBI se utilizó el software libre AMBI Versión 5.0.

$$AMBI = \frac{(0 \times \%GEI) + (1,5 \times \%GEII) + (3 \times \%GEIII) + (4,5 \times \%GEIV) + (6 \times \%GEV)}{100} \quad (5.4)$$

Donde:

EG = grupo ecológico.

GE I: Especies muy sensibles.

GE II: Especies indiferentes.

GE III: Especies tolerantes.

GE IV: Especies oportunistas de segundo orden.

GE V: Especies oportunistas de primer orden.

Una vez calculado el índice, este produce valores dentro de una escala del 1 al 6 (7 en sedimentos azoicos) con 5 categorías que definen la calidad ecológica de la comunidad bentónica como se puede observar en la Tabla 5.15.

**Tabla 5.15.** Interpretación de los resultados del AMBI

| Coefficiente biótico (AMBI) | Grupo ecológico dominante | Salud de la comunidad bentónica | Nivel de disturbio | Estado ecológico |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------|
| 0,0 < AMBI < 0,2            | I                         | Normal                          | No perturbado      | Muy bueno        |
| 0,2 < AMBI < 1,2            |                           | Empobrecido                     |                    |                  |



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

| Coeficiente biótico (AMBI) | Grupo ecológico dominante | Salud de la comunidad bentónica      | Nivel de disturbio        | Estado ecológico |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------|
| 1,2<AMBI<3,3               | III                       | Desbalanceado                        | Ligeramente perturbado    | Bueno            |
| 3,3<AMBI<4,3               | IV-V                      | Transición a contaminado             | Moderadamente perturbado  | Moderado         |
| 4,3<AMBI<5,0               |                           | Contaminado                          |                           |                  |
| 5,0<AMBI<5,5               | V                         | Transición a fuertemente contaminado | Fuertemente perturbado    | Malo             |
| 5,5<AMBI<6,0               |                           | Fuertemente contaminado              |                           |                  |
| 6,0<AMBI<7,0               | Azoico                    | Azoico                               | Extremadamente perturbado | Muy malo         |

Fuente: Adaptado de Borja *et al.* (2000)

#### f. Evaluación de la estructura poblacional de *Emerita analoga* «muy muy» en el ambiente intermareal

Para el desarrollo del registro y procesamiento de datos se consideró los estudios de Brazeiro (2005) y Osorio *et al.* (1967).

En el área de muestreo, se estableció 1 transecto perpendicular a la playa para establecer la distribución espacial de la abundancia de *Emerita analoga*. El transecto estuvo conformado por 7 puntos de muestreo, colectando las muestras biológicas cada 5 metros empleando un corer muestreador (Área = 0,025 m<sup>2</sup>). El material colectado fue lavado con una bolsa de 1 mm de apertura de malla, y los organismos retenidos fueron conservados en alcohol al 96 °.

La estructura poblacional se basó en el análisis de datos de frecuencias de tallas de los individuos obtenidos durante la evaluación. Para cada individuo de *E. analoga* se registró los datos de:

- Longitud del cefalotórax (LC) (mm), desde el rostrum hasta la parte distal del caparazón.
- La identificación del sexo se clasificó en cuatro categorías: 1. hembras (presencia de pleópodos); 2. Hembras ovígeras (huevos en el abdomen); 3. Machos (hemipene y ausencia de pleópodos); y 4. Reclutas (ausencia de caracteres sexuales, LC ≤ 4mm).
- Biomasa (peso húmedo, precisión 0,0001 g), considerando la cantidad de individuos se optará por extraer una muestra al azar de 10 individuos para el registro de la biomasa.

Se analizó la distribución de tallas para cada periodo de evaluación (abril, junio y julio) y se determinó parámetros de la estructura poblacional como N° individuos/muestras, biomasa/muestra, longitud máxima observada, longitud promedio, moda, varianza y desviación estándar. Se consideró como reclutas los individuos menores de 4 mm de longitud; y juveniles y adultos a individuos mayores a 4 mm (talla mínima de madurez poblacional), según lo sugerido por Brazeiro (2005). Los análisis comprendieron las variaciones de estos parámetros de la estructura poblacional en relación a los puntos de muestreo asociados a fuentes de contaminación y sus puntos control, para cada zona (zona 1, zona 2 y zona 3).



## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presenta los resultados de la evaluación de calidad de agua de mar, agua residual, sedimento e hidrobiología (comunidades del macrobentos y estructural poblacional de *E. analoga*), presentadas por zonas. Respecto a los componentes agua de mar y sedimento, se presentan principalmente los resultados de los parámetros que incumplieron la normativa de comparación.

En el Anexo 3: Reportes de resultados (N.º RR-005-2019-STEC, RR-017-2019-STEC, RR-025-2019-STEC) se encuentran mayores detalles sobre los resultados de la evaluación.

### 6.1 Agua de mar

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación ambiental de la calidad de agua de mar realizado en temporada de veda (abril y julio 2019) y en temporada de pesca (junio 2019).

#### 6.1.1 Ambiente intermareal

##### a) Parámetros de campo

En la Tabla 6.1 se presentan los resultados de los parámetros de campo pH, conductividad eléctrica, temperatura y salinidad.

El pH registró el menor valor en PLAYA 3 (7,68 unidades) de la zona 2 en abril de 2019, y el más alto valor se registró en la PLAYA 7 (7,93 unidades) de la zona 3 en julio de 2019. Sin embargo, no se registró una marcada variación de estos valores, e incluso no incumplieron el ECA para Agua 2017.

La conductividad eléctrica registró el mínimo valor en el punto PLAYA 7 (40,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) de la zona 3 en julio 2019, y el más alto valor en el punto en PLAYA 8 (50,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) de la zona 3 en junio 2019.

La temperatura registró el menor los menores valores en los puntos PLAYA 1 de la zona 1 y PLAYA 3 de la zona 3 (16,7 °C), ambos en junio 2019. Por otro lado, el mayor valor de registro en el punto PLAYA 8 (24,1 °C) en abril 2019.

La salinidad registró el menor valor en el punto PLAYA 7 (25,9 ‰) de la zona 3 en abril 2019, y el mayor valor se registró en el punto PLAYA 8 (37,7 ‰) de la zona 3 en junio 2019.

**Tabla 6.1.** Resultados de los parámetros de campo de la evaluación de calidad de agua de mar del ambiente intermareal en la bahía de Chancay comparados con los ECA para Agua 2017

| N.º | Zona   | Código  | Mes de ejecución | Parámetros de campo         |   |                  |               |
|-----|--------|---------|------------------|-----------------------------|---|------------------|---------------|
|     |        |         |                  | Potencial de hidrógeno (pH) | Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | Temperatura (°C) | Salinidad (‰) |
| 1   | Zona 1 | PLAYA 1 | Abril            | 7,79                        | 45,9  | 22,3             | 31,5          |
|     |        |         | Junio            | 7,8                         | 47,9  | 19,5             | 34,8          |
|     |        |         | Julio            | 7,81                        | 45,7  | 16,7             | 35            |
| 2   | Zona 2 | PLAYA 3 | Abril            | 7,68                        | 46,5  | 23,6             | 31,1          |
|     |        |         | Junio            | 7,76                        | 47,4  | 18,1             | 35,5          |
|     |        |         | Julio            | 7,84                        | 45,3  | 16,7             | 34,5          |



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

| N.º   | Zona   | Código  | Mes de ejecución | Parámetros de campo         |                                 |                  |               |
|---|--------|---------|------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------|---------------|
|   |        |         |                  | Potencial de hidrógeno (pH) | Conductividad eléctrica (µS/cm) | Temperatura (°C) | Salinidad (‰) |
| 3   | Zona 2 | PLAYA 5 | Abril            | 7,77                        | 47,5                            | 23,7             | 31,2          |
|   |        |         | Junio            | 7,87                        | 47                              | 18,4             | 35,2          |
|   |        |         | Julio            | 7,84                        | 45,7                            | 17               | 34,5          |
| 4   | Zona 3 | PLAYA 7 | Abril            | 7,81                        | 42,2                            | 23,3             | 25,9          |
|   |        |         | Junio            | 7,86                        | 49,9                            | 19,1             | 36,5          |
|   |        |         | Julio            | 7,93                        | 40,1                            | 17,2             | 30,2          |
| 5   | Zona 3 | PLAYA 8 | Abril            | 7,80                        | 44,8                            | 24,1             | 30,7          |
|   |        |         | Junio            | 7,81                        | 50,6                            | 18,9             | 37,7          |
|   |        |         | Julio            | 7,82                        | 45                              | 17,1             | 34,1          |
| ECA 2017*<br>Categoría 1 B1:<br>Contacto primario |        |         |                  | 6,0 a 9,0                   | ---                             | ---              | ---           |

\* Estándares de Calidad Ambiental para agua (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM)

---: No establecido en los ECA para la categoría correspondiente.

**b) Aceites y grasas**

En la zona 3 se presentaron los más altos valores de aceites y grasas, siendo la PLAYA 8 la que presentó la mayor concentración en la ejecución de junio 2019. Adicionalmente, la PLAYA 7 presentó altos valores en las ejecuciones en abril y julio 2019. Por el contrario, la PLAYA 3 de la zona 2 presentó los menores valores incluso por debajo del límite de detección (Figura 6.1).

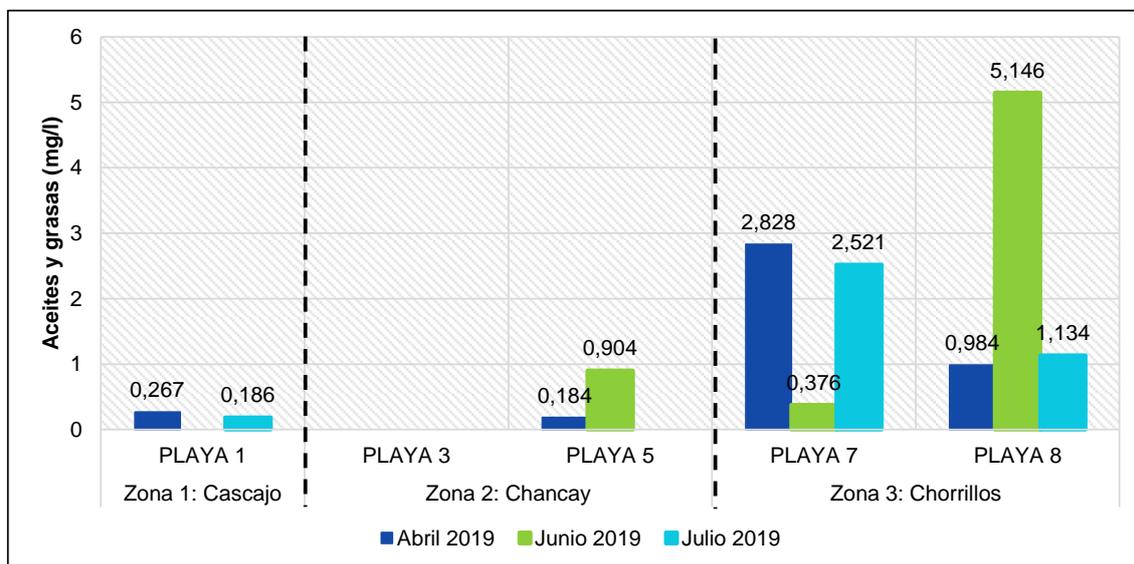


Figura 6.1. Concentraciones de aceites y grasas en el ambiente intermareal

**c) Fósforo total**

La mayor concentración de fósforo total se registró en la PLAYA 7 de la zona 3 en julio 2019 (0,511 mg/l); sin embargo, en junio se registró valores por debajo del límite de detección para los puntos PLAYA 1, PLAYA 7 y PLAYA 8 correspondientes a la zona 1 y 3 (Figura 6.2).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

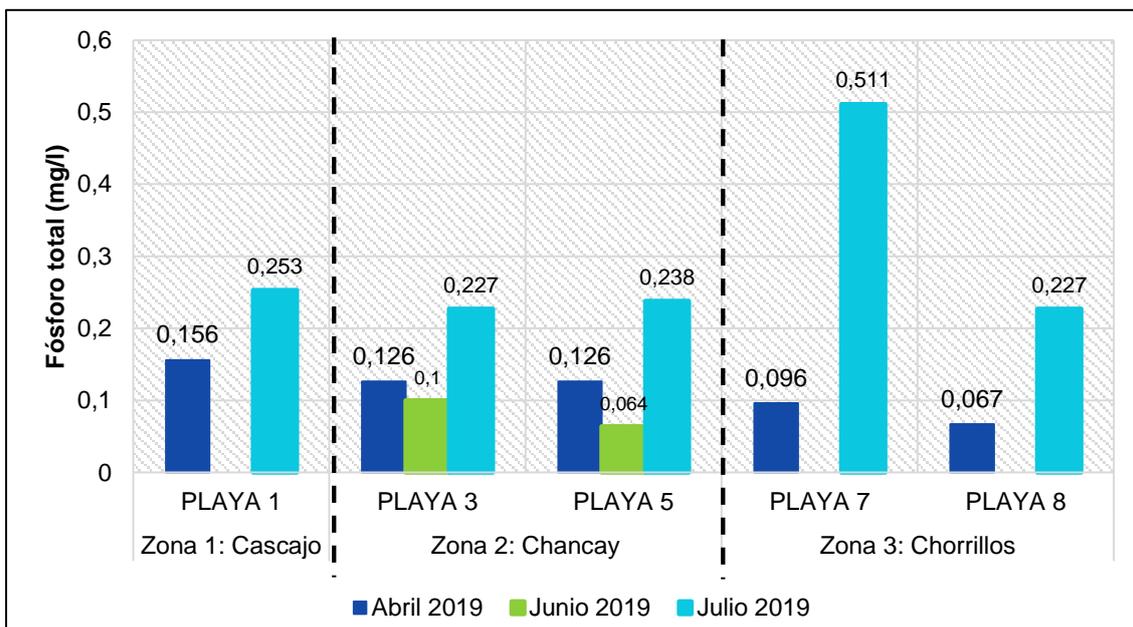


Figura 6.2. Concentraciones de fósforo total en el ambiente intermareal

d) Coliformes termotolerantes

En la Figura 6.3 se observa que todos los puntos evaluados incumplieron el ECA para agua de la categoría 1 B1 (200 NMP/100ml) en las ejecuciones de junio (variando de 17000 a 46000 NMP/100ml) y julio 2019 (variando de 1300 a 46000 NMP/100ml). Sin embargo, en abril los valores estuvieron por debajo del ECA para Agua correspondiente ( $\leq 170$  NMP/100ml).

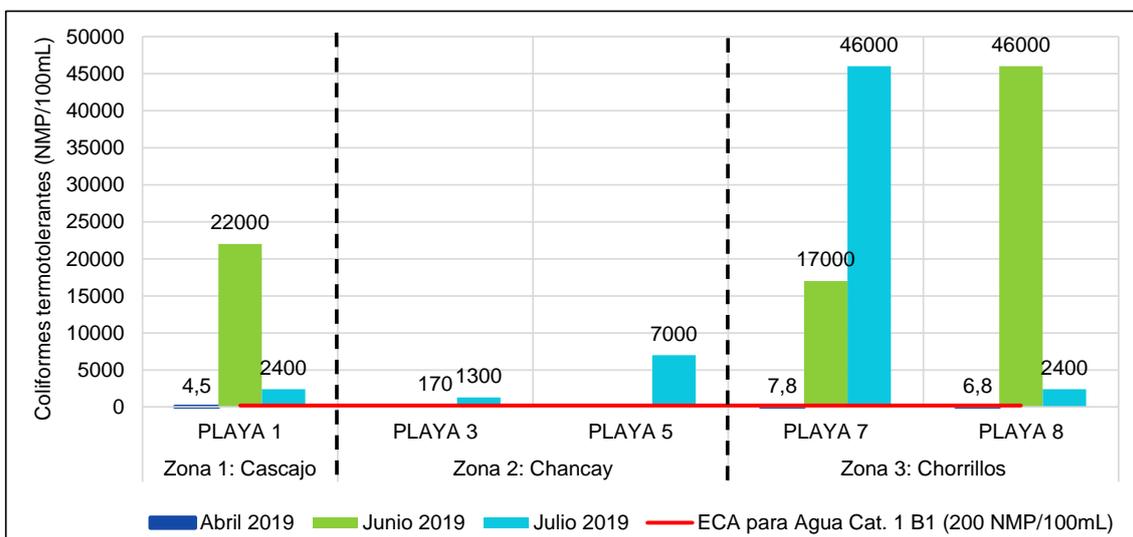


Figura 6.3. Concentraciones de coliformes termotolerantes en el ambiente intermareal

6.1.2 Ambiente submareal

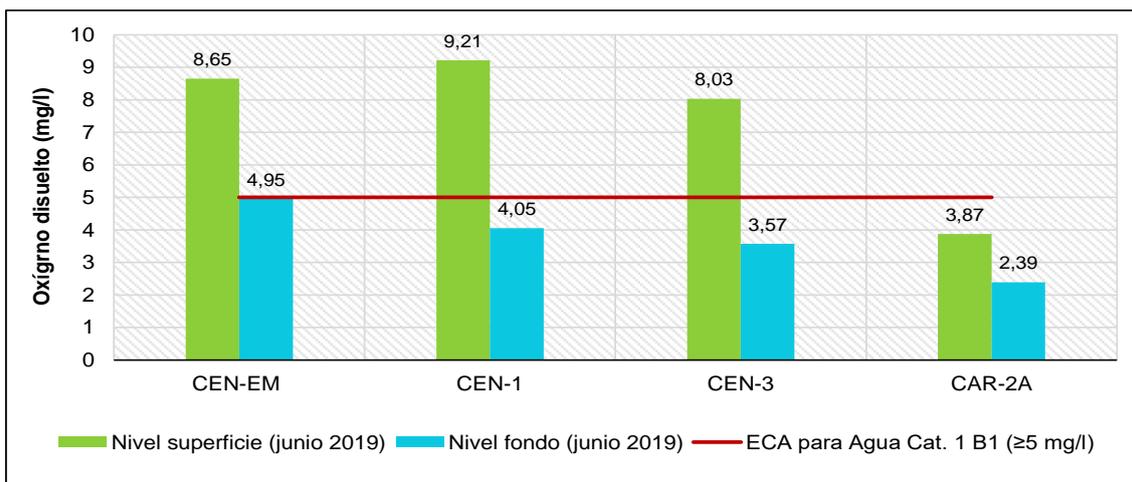
En el ambiente submareal se realizó el muestreo en junio 2019 durante la temporada de pesca. A continuación, se presenta la comparación de los resultados comparados con los ECA para Agua de la categoría 1 B1 (puntos: CEN-EM, CEN-1, CEN-3, CAR-2A) y con la categoría 2 C3 (puntos: BCH-1, BCH-2, AUS-EM, COP-EM, CAR-EM, CAR-4); todos los

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

puntos pertenecen a la zona 2. Los resultados se presentan en su totalidad en el Anexo 3: Reporte de resultados (N.º RR-005-2019-STEC, RR-017-2019-STEC, RR-025-2019-STEC).

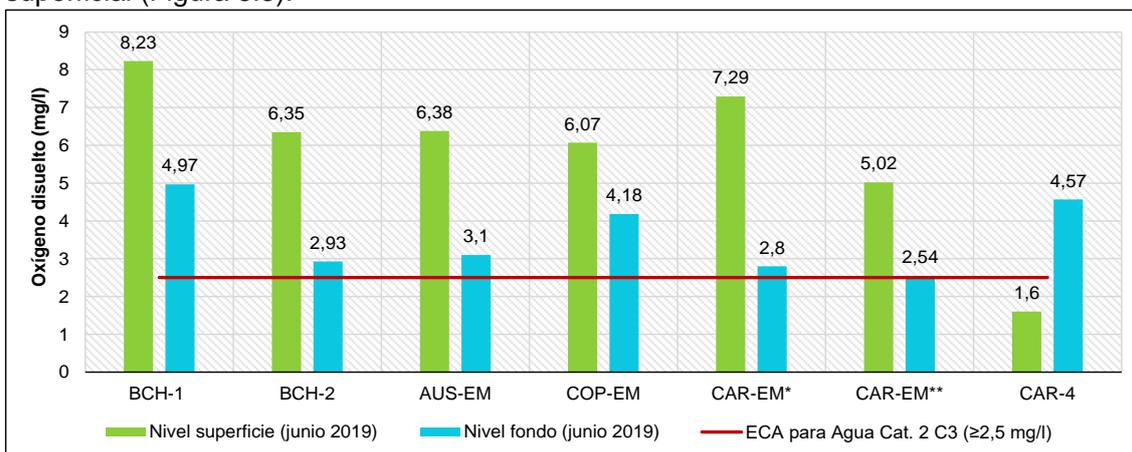
### a) Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto a nivel superficial en el punto CAR-2A incumplió los ECA para Agua de la categoría 1 B1. A nivel de fondo, todos los puntos incumplieron los ECA para Agua correspondientes (Figura 6.4).



**Figura 6.4.** Concentraciones de oxígeno disuelto del ambiente submareal comparados con los ECA para Agua Categoría 1 B1 – junio 2019

Las concentraciones de oxígeno disuelto del ambiente submareal comparables con la categoría 2 C3, cumplieron con los ECA para agua con excepción del CAR-4 a nivel superficial (Figura 6.5).



**Figura 6.5.** Concentraciones de oxígeno disuelto del ambiente submareal comparados con los ECA para Agua categoría 2 C3 – junio 2019

Observación: CAR-EM\*: con fecha de muestreo 05/06/2019, CAR-EM\*\*: con fecha de muestreo 06/06/2019

### b) Aceites y grasas

Las más altas concentraciones de aceites y grasas se registraron en los puntos CEN-EM (0,67 mg/l) y CEN-1 (10,53 mg/l); mientras que, en el resto de puntos la concentración estuvo por debajo del límite de detección. Cabe resaltar que CEN-EM pertenece al punto de descarga del emisario del EIP de Centinela.

### c) Coliformes termotolerantes

Las concentraciones de coliformes termotolerantes en el ambiente submareal superaron los ECA para Agua categoría 1 B1 en los puntos CEM-EM, CEN-1, CEN-3 a nivel superficial y de fondo (Figura 6.6). Cabe indicar que los puntos de muestreo comparables con la categoría 2 C3 no superaron los ECA para Agua para este parámetro (valores  $\leq 490$  NMP/100ml).

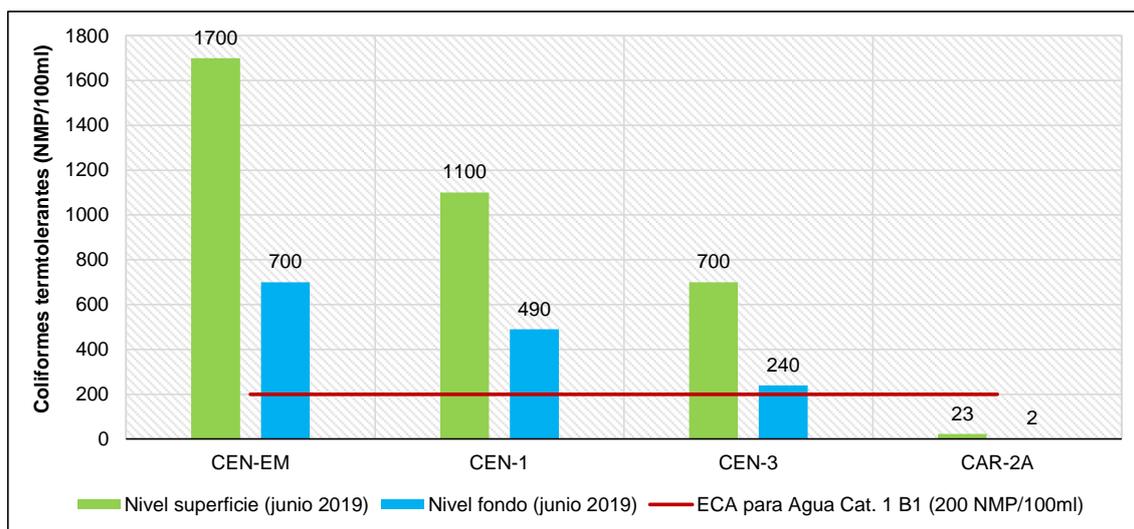


Figura 6.6. Concentraciones de coliformes termotolerantes en el ambiente submareal

### d) Nitratos y nitritos

Se registró la menor concentración de nitratos en el punto AUS-EM (F) con 0,449 mg/l, mientras que la mayor concentración se registró en el punto COP-EM (S) con 1,713 mg/l.

En los puntos BCH-1 (F), BCH-2 (S y F) y AUS-EM (S y F) las concentraciones de nitritos fueron menores al límite de detección. Por otro lado, la mayor concentración de nitritos, por otro lado, se registró en los puntos CAR-EM (F) y CEN-1 (S) con un valor de 0,0166 mg/l.

Los parámetros nitratos y nitritos no superaron los ECA para Agua de la categoría 1 B1; asimismo, es importante señalar que estos parámetros no cuentan con estándar en la categoría 2 C3.

### e) Otros parámetros

En relación a la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y sulfuros no superaron los ECA para agua de las categorías 1 B1 y 2 C3.

## 6.2 Agua Residual

Se consideró realizar la caracterización del agua residual en 5 puntos ubicados en entorno de la bahía de Chancay (Figura 6.7). En la zona 1 (Cascajo) se encuentra el punto V-1, en la zona 2 (Chancay) se encuentran los puntos V-2 y V-3; y en la zona 3 (Chorrillos) se encuentran los puntos V-4 y V-5. Cabe indicar que el punto V-3 solo fue muestreado en abril 2019 debido a que en junio y julio se encontró si flujo.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

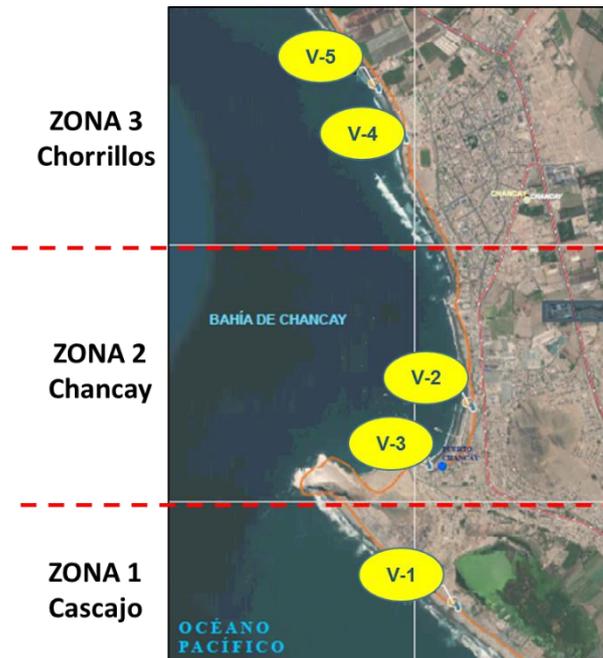


Figura 6.7. Ubicación de los puntos de muestreo de agua residual

#### a) Parámetros de campo

Los valores de temperatura de las descargas de agua residual se presentan en la Figura 6.8a. La mayor temperatura se registró en el punto V-5 de la zona 3 en abril 2019.

Por otro lado, los valores de conductividad eléctrica se presentan en la Figura 6.8b, en la cual se aprecia que en el punto V-3 se presentó el mayor valor durante abril 2019.

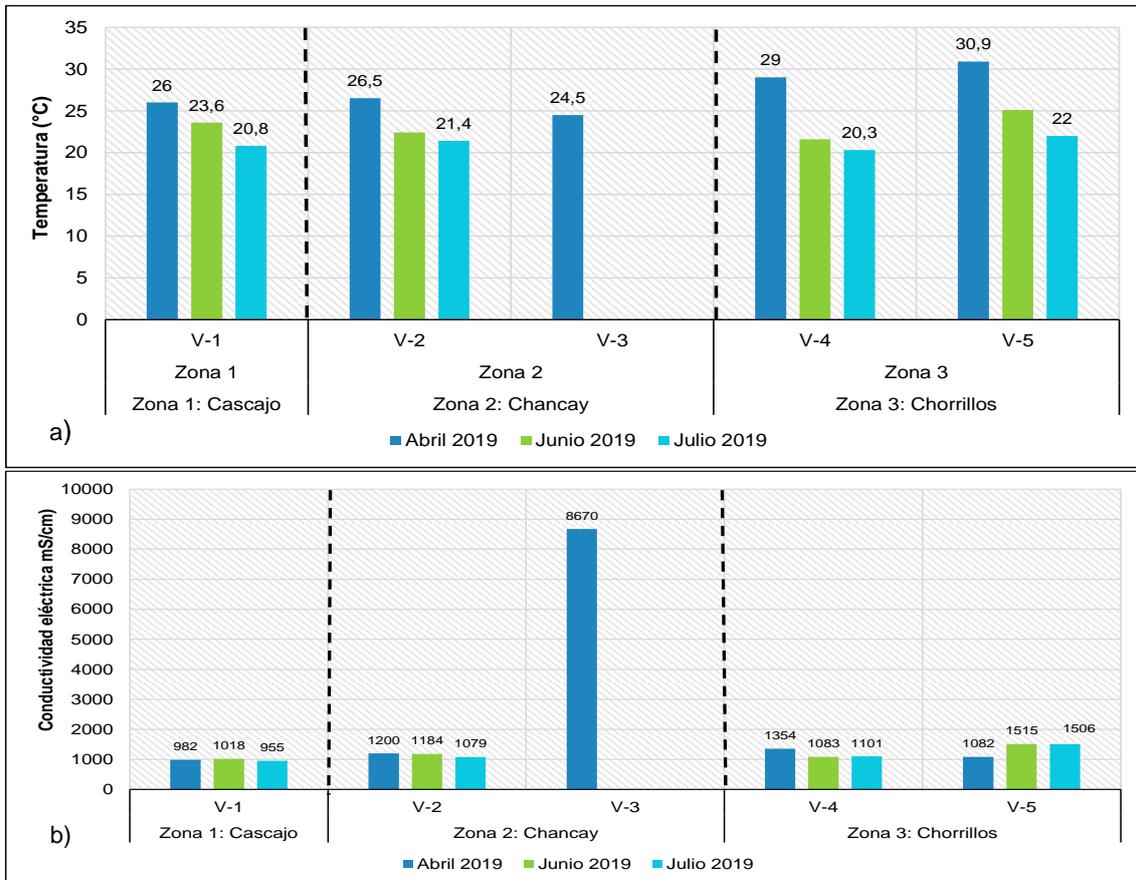
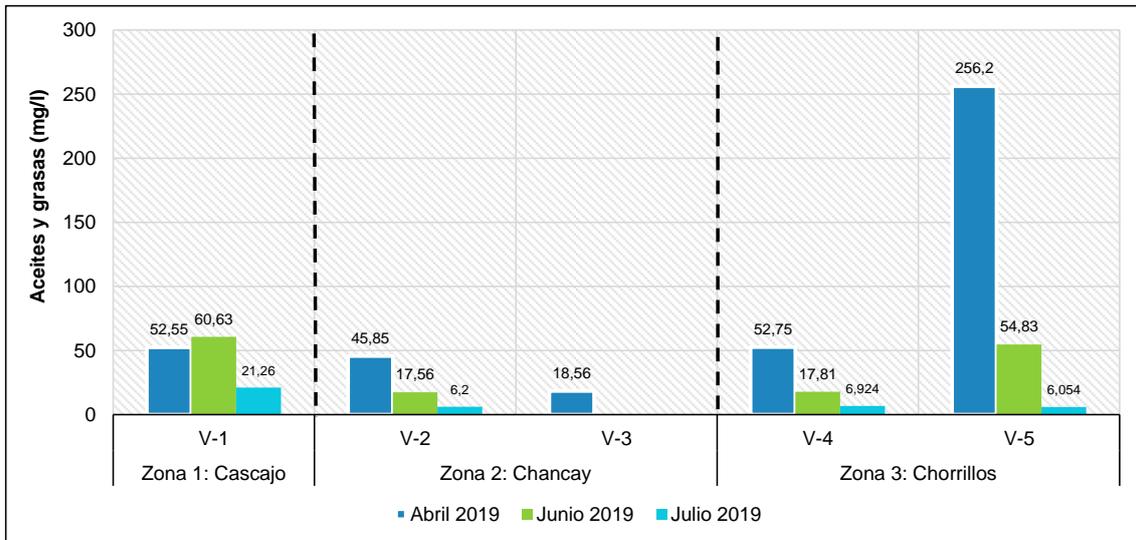
Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Figura 6.8. Valores de a) temperatura y b) conductividad eléctrica en vertimientos de agua residual

### b) Aceites y grasas

En la zona 1 (playa Cascajo) se registró la mayor concentración de aceites y grasas en el punto V-1 (60,63 mg/l) en junio de 2019. En la zona 2 (Chancay), la mayor concentración se registró en abril 2019 en el punto V-2 con 45,85 mg/l. Por último, en la zona 3 (playa Chorrillos), se registró la mayor concentración en abril 2019 en el punto V-5 con 256,2 mg/l (Figura 6.9).

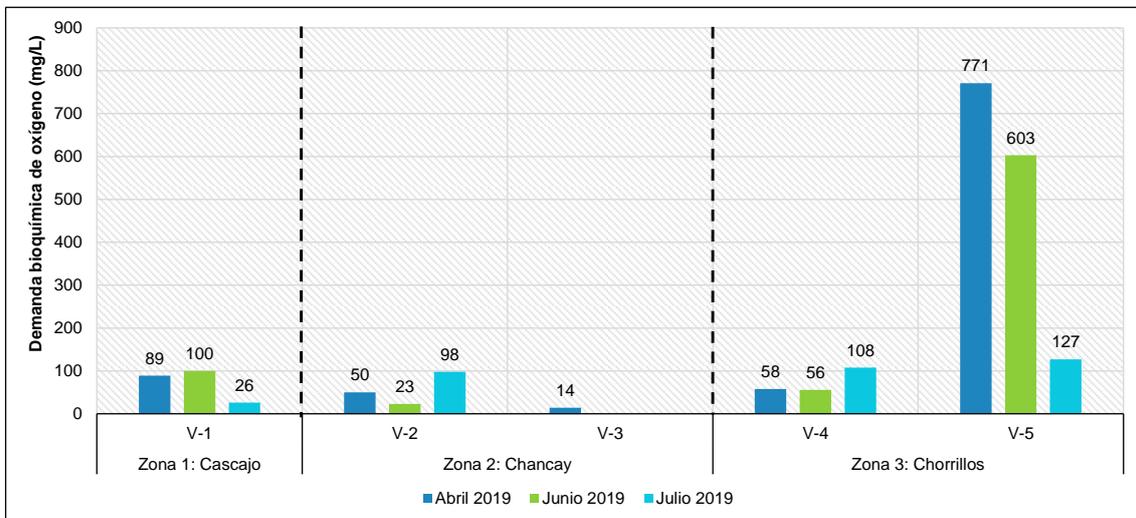
Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
 Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.9.** Concentraciones de aceites y grasas en vertimientos de agua residual

### c) Demanda bioquímica de oxígeno

Las mayores concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno se registraron en el punto V-5 ubicado en la zona 3 (playa Chorrillos), cuyo valor más alto (771 mg/l) se presentó en abril 2019 (Figura 6.10).



**Figura 6.10.** Concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno en los puntos de vertimiento de agua residual

### d) Sólidos suspendidos totales

Las mayores concentraciones de sólidos suspendidos totales se registraron en el punto V-5 ubicado en la zona 3 (playa Chorrillos), cuyo valor más alto (623 mg/l) se presentó en abril 2019.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

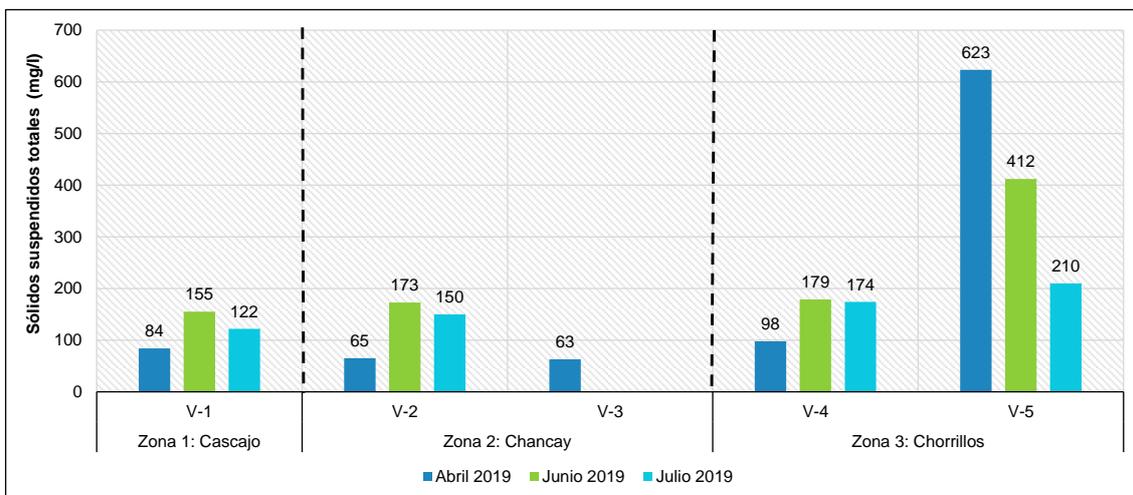


Figura 6.11. Concentraciones de sólidos suspendidos totales en los puntos de vertimiento de agua residual

### f) Sulfuros

En la Figura 6.12 se presentan las concentraciones de sulfuros encontradas en los puntos de muestreo de agua residual. Se observa que las concentraciones variaron entre 0,013 mg/l a 1,214 mg/l, donde la mayor concentración se halló en el punto V-5 en junio 2019.

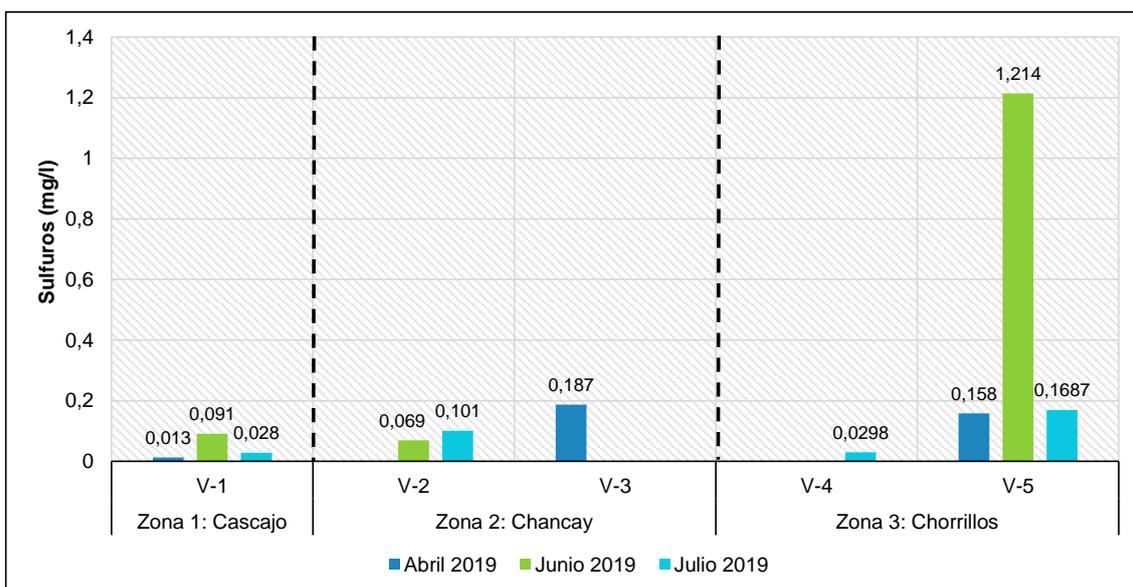


Figura 6.12. Concentraciones de sulfuros en los puntos de vertimiento de agua residual

### g) Coliformes termotolerantes

Durante la evaluación se registraron altas concentraciones de coliformes termotolerantes en todos los puntos de muestreo, principalmente en el punto V-1 de la zona 1 (playa Cascajo) con un valor de  $17 \times 10^7$  NMP/100ml en julio 2019. Por otro lado, las concentraciones en los puntos V-2, V-4 y V-5 presentaron valores elevados en junio y julio 2019 (Figura 6.13).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

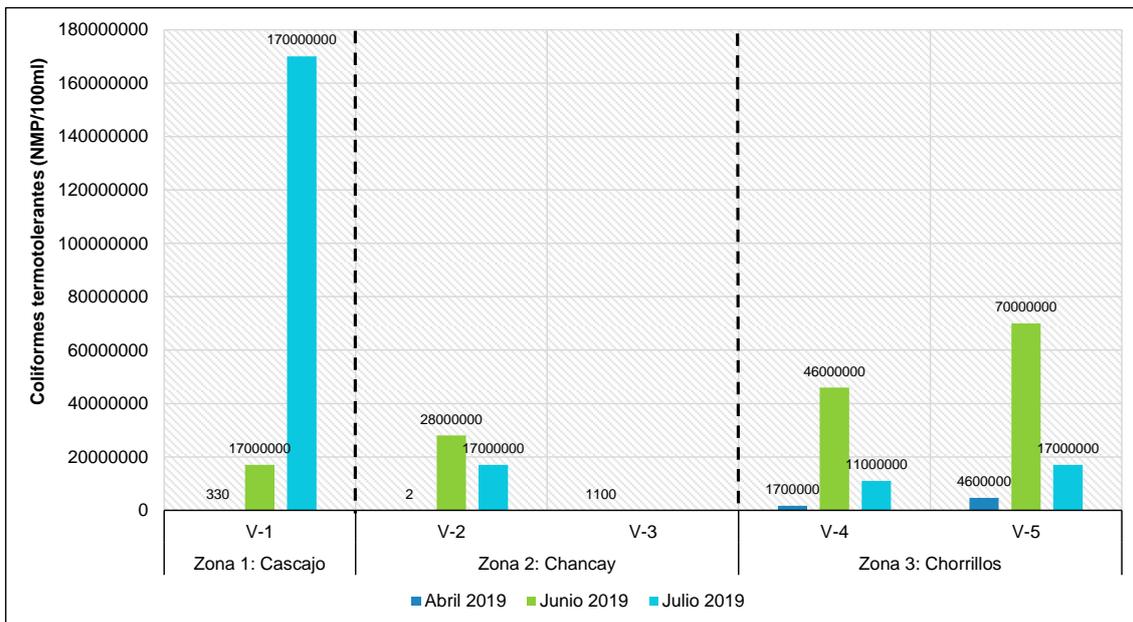


Figura 6.13. Concentraciones de coliformes termotolerantes en los puntos de vertimientos de agua residual

### 6.3 Sedimento

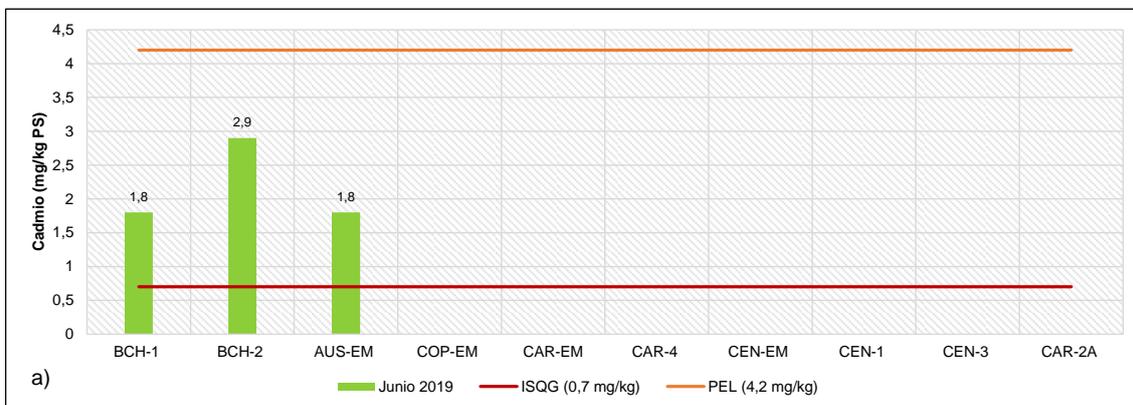
En este capítulo se presenta los resultados de la evaluación de sedimentos que superaron la normativa canadiense utilizada referencialmente y cuyos muestreos se realizaron en abril, junio y julio 2019.

Cabe indicar que todos los puntos evaluados en el ambiente submareal pertenecen a la zona 2.

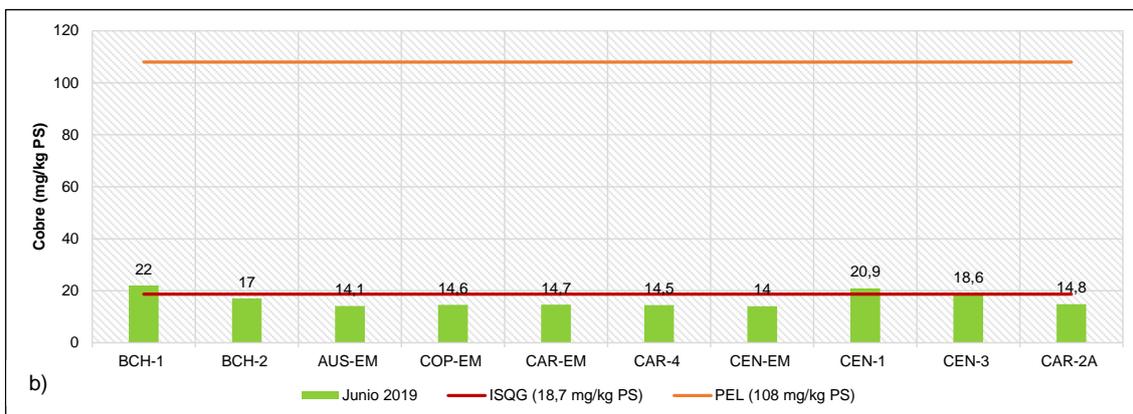
#### a) Metales

En el ambiente intermareal los resultados del análisis de metales en sedimentos del ambiente intermareal fueron menores a los valores ISQG y PEL de la normativa canadiense para arsénico, cadmio, cromo, plomo, zinc y mercurio.

Los resultados en el ambiente submareal, superaron el valor ISQG para cadmio en los puntos BCH-1, BCH-2 y AUS-EM; y para cobre en los puntos BCH-1 y CEN-1 (Figura 6.14).



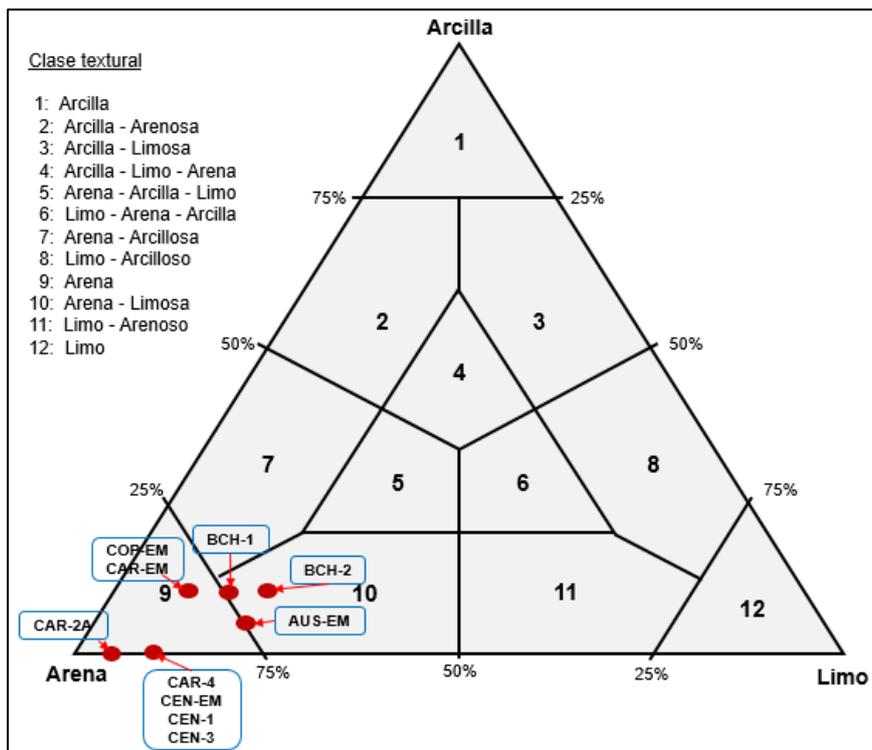
Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.14.** Concentraciones de a) cadmio y b) cobre en sedimentos del ambiente submareal

### b) Análisis granulométrico

Los resultados del porcentaje de arena, limo y arcilla obtenidos del análisis granulométrico fueron usados para determinar la clase textural siguiendo la clasificación de acuerdo al diagrama de Shepard (1954). En la Figura 6.15 se aprecia que las muestras de sedimentos de todos los puntos tienen textura arenosa, con excepción del punto BCH-2, el cual tiene la textura areno-limosa. Por otro lado, las muestras del ambiente intermareal presentaron textura arenosa.



**Figura 6.15.** Determinación de clase textural del sedimento en el área de estudio

**c) Material extractable en hexano**

En el ambiente intermareal, el análisis de material extractable en hexano<sup>10</sup> se tomaron muestras de sedimentos en los puntos PLAYA-3 y PLAYA-5 de la zona 2, durante abril, junio y julio 2019; sin embargo, solo en julio 2019 se encontraron concentraciones de 88,6 mg/kg en PLAYA 3 y de 98,6 mg/kg en PLAYA 5, mientras que en abril y junio 2019 las concentraciones estuvieron debajo del límite de detección.

En el ambiente submareal, se tomaron muestras en los puntos BCH-1, BCH-2, AUS-EM, COP-EM, CAR-EM y CEN-EM del ambiente submareal en junio 2019, pero los resultados estuvieron por debajo del límite de detección (<50 mg/kg).

**d) Materia orgánica**

En el ambiente intermareal, para el análisis de materia orgánica se consideró tomar muestras en los puntos PLAYA 1 (zona 1), PLAYA 3, PLAYA 5 (zona 2) y PLAYA 8 (zona 3) en abril, junio y julio 2019. Sin embargo, solo se obtuvieron porcentajes por encima del límite de detección en PLAYA 3 con 0,6 % (zona 2) y PLAYA 8 con 0,4 % (zona 3), ambos en abril 2019.

En el ambiente submareal, los porcentajes de materia orgánica variaron de 0,3 % a 1,1 % y en algunos puntos los porcentajes fueron menores al límite de detección (Tabla 6.2).

**Tabla 6.2.** Porcentajes de materia orgánica en el ambiente submareal (zona 2) en junio 2019

| Parámetros       | BCH-1 | BCH-2 | AUS-EM | COP-EM | CAR-EM | CAR-4 | CEN-EM | CEN-1 | CEN-3 | CAR-2A |
|------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Materia orgánica | 0,6   | 1,1   | 0,6    | <0,3   | 0,3    | <0,3  | 0,3    | 0,5   | <0,3  | <0,3   |

**e) Sulfuros**

En el ambiente intermareal, se registró una concentración de 146 mg/kg de sulfuros en el punto PLAYA 3 (zona 2), mientras que en los puntos PLAYA 1, PLAYA 5 y PLAYA 8 se registraron concentraciones menores al límite de detección (<100 mg/kg).

En el ambiente submareal, la mayor concentración de sulfuros se registró en el punto BCH-2 y la menor en el punto CAR-4. En la Tabla 6.3 se presentan los resultados de este parámetro en los puntos del ambiente submareal.

**Tabla 6.3.** Concentraciones de sulfuros en el ambiente submareal (zona 2) en junio 2019

| Parámetros    | BCH-1 | BCH-2 | AUS-EM | COP-EM | CAR-EM | CAR-4 | CEN-EM | CEN-1 | CEN-3 | CAR-2A |
|---------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Sulfuro total | 1145  | 2211  | 835    | <100   | <100   | 420   | <100   | 646   | <100  | <100   |

<sup>10</sup> Según el método 9071B de la EPA (1998) rev. 2 es adecuado para el análisis de hidrocarburos relativamente no volátiles, aceites vegetales, grasas animales, ceras, jabones, grasas, lípidos biológicos y materiales relacionados.



### 6.4 Hidrobiología

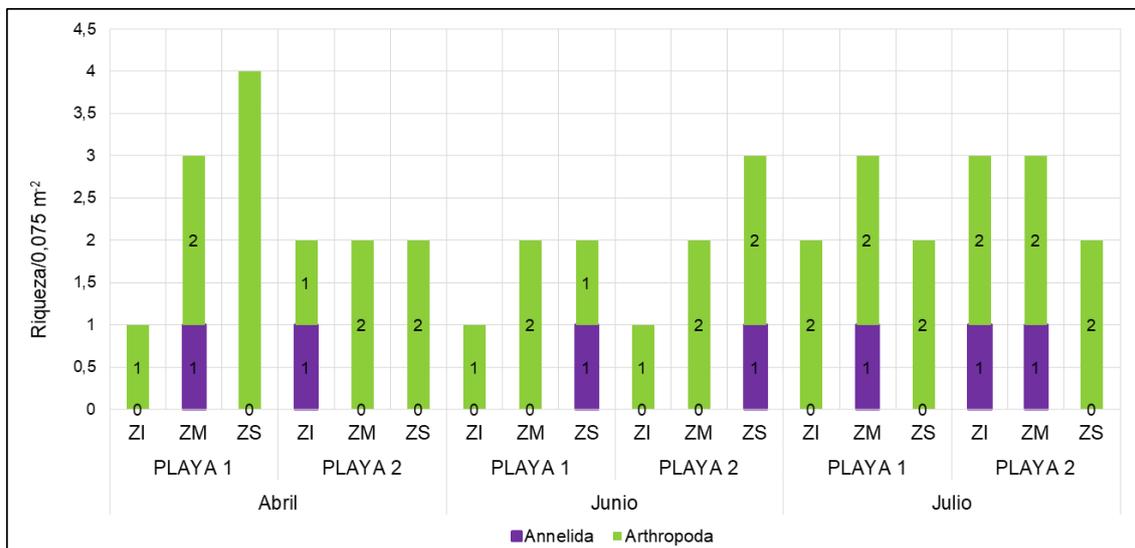
#### 6.4.1 Comunidad del macrobentos

##### 6.4.1.1 Zona 1

###### a) Ambiente Intermareal

En el ambiente intermareal, la comunidad de macrobentos estuvo conformada por un total de 7 especies considerando las evaluaciones de abril, junio y julio, distribuidas en 2 Phyla, donde Arthropoda estuvo compuesta por 6 especies (85,7 %), seguido de Annelida con 1 especie (14,3 %). En relación a las ejecuciones, en abril (primera ejecución) se registró 6 especies, en junio (segunda ejecución) 4 especies y julio (tercera ejecución) 5 especies; siendo Arthropoda, el phyla dominante para todas las evaluaciones. La lista de especies se presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.1: Resultados taxonómicos de la comunidad de macrobentos).

Los resultados de la riqueza de especies (número de especies) en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para cada ejecución son presentados en la Figura 6.16, donde se muestra que en abril, la mayor riqueza de especies se presentó en la zona supralitoral (ZS) de la PLAYA 1, con 4 especies; en junio, se presentó en la zona supralitoral (ZS) de la PLAYA 2, con 3 especies; y en julio fue en las zonas infralitoral y mediolitoral de la PLAYA 2, con 3 especies en ambas zonas. Por otro lado, se registró *Emerita analoga*, como única especie en la zona infralitoral en abril y junio de la PLAYA 1.

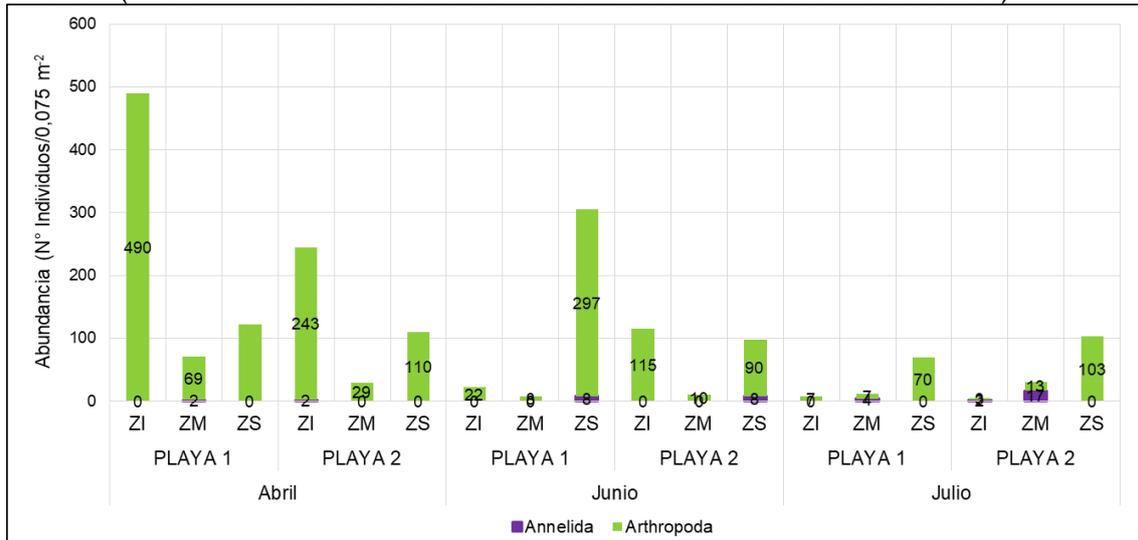


**Figura 6.16.** Número de especies por phylum de la comunidad del macrobentos en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, en las evaluaciones de abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 1 (al sur de Chancay)

Respecto a la densidad, la Figura 6.17 presenta los valores obtenidos de este parámetro para los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, en las evaluaciones de abril, junio y julio. Se destaca que la zona infralitoral (ZI) que en abril, los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, registraron la mayor abundancia con 490 ind/0,075 m<sup>2</sup> y 243 ind/0,075 m<sup>2</sup>, respectivamente. Aunque, para las ejecuciones de junio y julio se observó una reducción en la densidad, la zona supralitoral (ZS) de los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, registró los mayores valores.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

En general, para la zona 1 se determinó la dominancia del phyla Arthropoda, estando presente en todas las zonas (supralitoral, mediolitoral e infralitoral) de los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, de las evaluaciones de abril, junio y julio. Asimismo, se registró que *E. analoga* fue la especie más abundante con 559 ind/0,075 m<sup>2</sup> en abril, y seguido de la especie *Excirolana braziliensis* con 559 ind/0,075 m<sup>2</sup> en junio, en ambos casos en el punto PLAYA 1. La lista completa de las especies con sus respectivas abundancias se presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.1: Resultados taxonómicos de la comunidad de macrobentos).



**Figura 6.17.** Abundancia por phylum de la comunidad de macrobentos en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 1 (al sur de Chancay).

#### • Índices de diversidad alfa

En la Tabla 6.4 se presentan los valores calculados de los índices de diversidad verdadera N1 (número de Hill) y dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) en todos los puntos de muestreo del área de estudio.

En la evaluación de abril, el índice de diversidad verdadera N1 (número de Hill) presentó los menores valores en la zona infralitoral (ZI) de los puntos PLAYA 1 (1 especie efectiva) y PLAYA 2 (1,049 especies efectivas), manteniendo este comportamiento en la evaluación de junio (1 especie efectiva en la zona infralitoral). Por el contrario, en julio se registró los valores más altos, en las zonas infralitoral (2,87 especies efectivas) y mediolitoral (2,229 especies efectivas) para el punto PLAYA 2.

Respecto al índice de dominancia de Simpson, describe en la evaluación de abril una alta dominancia, con valores mayores a 0,9 para los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, en todas las zonas (ZI, ZM y ZS), siendo *E. analoga* la especie dominante. Por el contrario, en las evaluaciones de junio y julio, se registró una dominancia moderada, principalmente en la zona mediolitoral (ZM) de los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

**Tabla 6.4.** Índices de diversidad alfa de la comunidad de macrobentos en los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, ubicadas en playa El cascajo, en el ámbito del sur de Chancay.

| Ejecución | Playa   | Zonación | N1           | Simpson ( $\lambda$ ) |
|-----------|---------|----------|--------------|-----------------------|
| Abril     | PLAYA 1 | ZI       | 1            | 1                     |
|           |         | ZM       | 1,224        | 0,9183                |
|           |         | ZS       | <b>1,195</b> | 0,9359                |
|           | PLAYA 2 | ZI       | 1,049        | 0,9838                |
|           |         | ZM       | 1,162        | 0,9334                |
|           |         | ZS       | 1,053        | 0,982                 |
| Junio     | PLAYA 1 | ZI       | 1            | 1                     |
|           |         | ZM       | <b>1,938</b> | 0,5313                |
|           |         | ZS       | 1,129        | 0,9489                |
|           | PLAYA 2 | ZI       | 1            | 1                     |
|           |         | ZM       | 1,384        | 0,82                  |
|           |         | ZS       | 1,661        | 0,7451                |
| Julio     | PLAYA 1 | ZI       | 1,507        | 0,7551                |
|           |         | ZM       | 2,5          | 0,438                 |
|           |         | ZS       | 1,139        | 0,9445                |
|           | PLAYA 2 | ZI       | <b>2,872</b> | 0,36                  |
|           |         | ZM       | 2,229        | 0,4822                |
|           |         | ZS       | 1,1          | 0,9619                |

Nota: Los índices se calcularon en base a la sumatorio de los 3 transectos de cada playa. ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral.

#### • Índices de diversidad beta

Para el cálculo del índice de diversidad beta, el cual busca la comparación de comunidades a escala temporal (evaluaciones de abril, junio y julio) se realizó el análisis de similitud. De acuerdo con los resultados obtenidos se obtuvo la formación de 4 grupos, considerando los puntos PLAYA 1 (P1) y PLAYA 2 (P2), para las zonas infralitoral (ZI), mediolitoral (ZM) y supralitoral (ZS). El detalle de los puntos que integran cada uno de grupos formados y los porcentajes de similitud de estos se presentan en la Tabla 6.5.

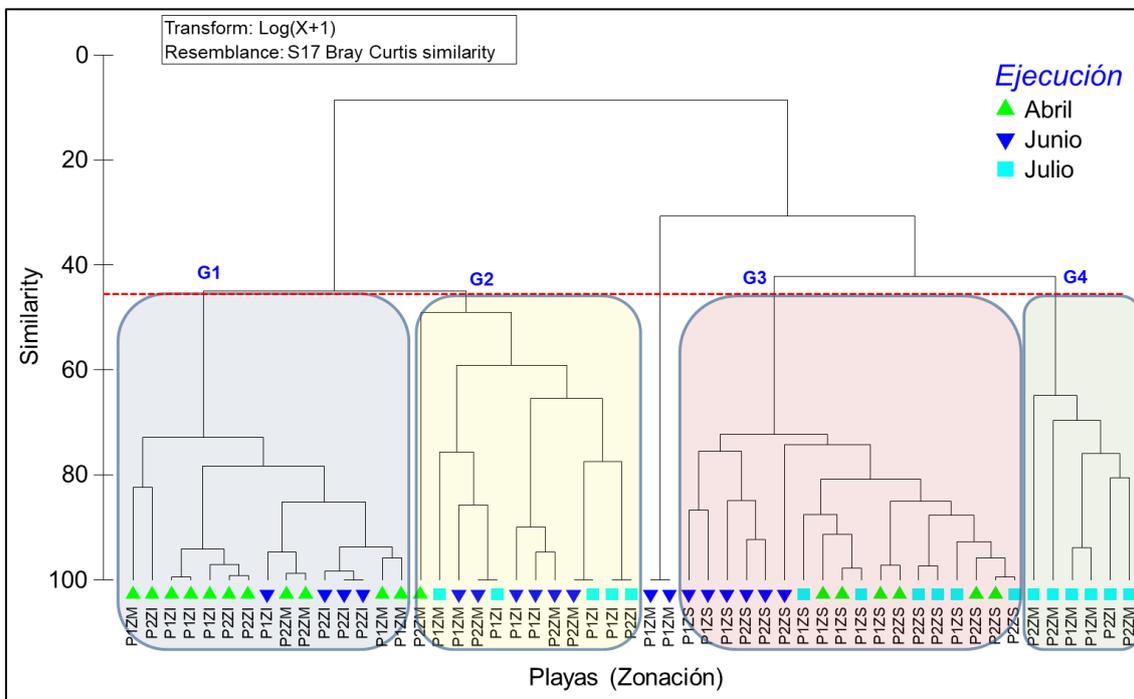
**Tabla 6.5.** Grupos formados del análisis de similitud de Bray-Curtis de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 1 (P1) y PLAYA 2 (P2), ubicadas en playa El Cascajo, en el ámbito del sur de Chancay

| Grupos formados     | Puntos de muestreo   | Similitud (%) |
|---------------------|--|---------------|
| <b>Grupo 1 (G1)</b> | P1ZM (abril), P1ZI (abril), P2ZI (abril), P2ZM (abril), P2ZI (junio).              | 69            |
| <b>Grupo 2 (G2)</b> | P1ZI (julio), P2ZM (junio)   | 45            |
| <b>Grupo 3 (G3)</b> | P1ZS (abril), P2ZS (abril), P1ZS (junio), P2ZS (junio), P1ZS (julio), P2ZS (julio) | 69            |
| <b>Grupo 4 (G4)</b> | P1ZM (julio), P2ZM (julio)   | 62            |

La Figura 6.18 se muestra el dendograma de similitud de la comunidad de macrobentos, donde los grupos formados se representan de colores distintos. El grupo 1 (G1) estuvo conformado por las zonas infralitoral (ZI) y mediolitoral (ZM), de los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, en la evaluación de abril. Por otro lado, el grupo 2 (G2) lo conformó los puntos PLAYA1 y PLAYA 2, en las zonas infralitoral y mediolitoral de las evaluaciones de julio y junio, respectivamente. Una asociación semejante se observó en el Grupo 4 (G4), formado por la zona mediolitoral de los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, con 62 % de similitud. Por último, el grupo 3 (G3) es el que agrupó una mayor cantidad de puntos y está formado solo

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

por puntos de la zona supralitoral (ZS) con un 69 % de similitud, para todas las evaluaciones (abril, junio y julio).

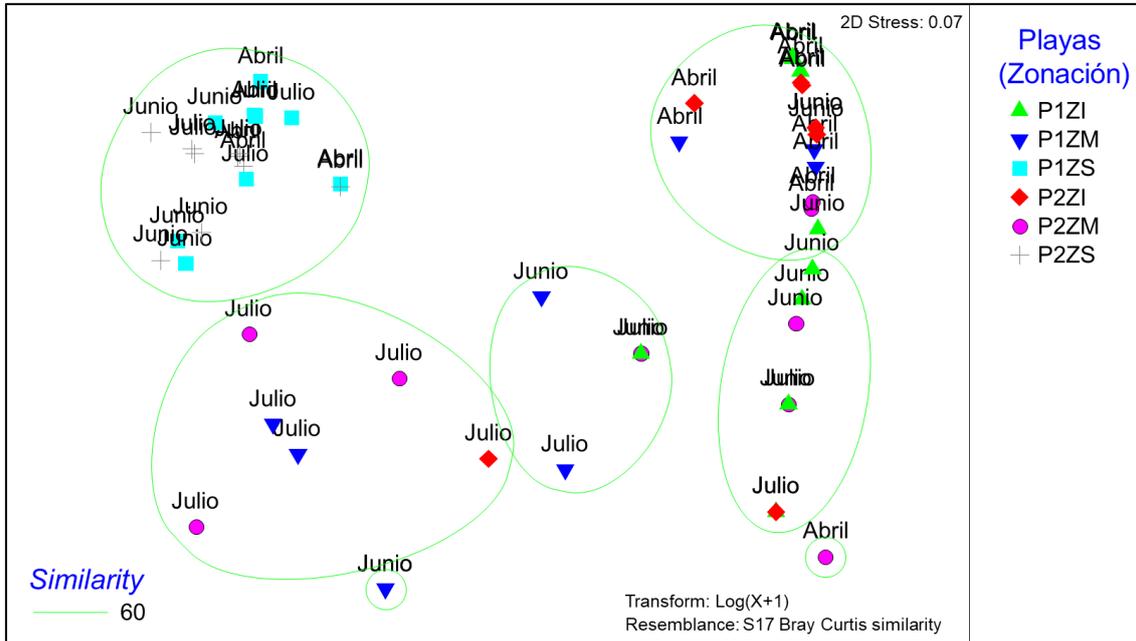


**Figura 6.18.** Dendrograma de similitud de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 1 (P1) y PLAYA 2 (P2), ubicadas en playa El cascajo, en el ámbito del sur de Chancay

#### • Análisis multivariados

Para evaluar las diferencias entre las zonas y playas evaluadas se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (MDS). El citado análisis toma en cuenta la similitud entre los puntos, el cual fue calculado mediante el índice de Bray Curtis. Lo descrito anteriormente (Tabla 6.5 y Figura 6.18) se puede observar en la Figura 6.19 donde se evidencia que los puntos de las zonas supralitoral (ZS) de las evaluaciones de abril, junio y julio conforman un solo grupo. Por otro lado, se registró una mayor asociación entre las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI), principalmente entre las evaluaciones de abril y junio. Este comportamiento evidencia un patrón de zonación moderadamente definido.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.19.** Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la comunidad de macrobentos de las zonas y playas evaluadas.

P1 (PLAYA 1) y P2 (PLAYA 2), ubicadas en playa El cascajo, en el ámbito del sur de Chancay (zona 1). Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral

En la Tabla 6.6, el análisis de PERMANOVA de 2 factores destacó interacciones altamente significativas tanto para el factor Ejecución ( $p-F=18,802$ ;  $p=0,0001$ ), evidenciando una segregación de la comunidad del macrobentos entre las evaluaciones de abril, junio y julio, y el factor Playa\_zonación ( $p-F=37,048$ ;  $p=0,0001$ ), en donde se registró cambios entre la comunidad del macrobentos entre las zonas y los puntos muestreados (PLAYA 1 y PLAYA 2) en cada ejecución.

El análisis pareado de la interacción de los factores Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Playa zonación, evidenció que solo se registró diferencias significativas entre las comunidades de los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2 de la zona infralitoral en la evaluación de junio (Tabla 6.7). Por otro lado, la interacción de los factores Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Ejecución, evidenció diferencias significativas principalmente en la zona infralitoral entre las evaluaciones de abril y junio; y abril y julio; tanto en la PLAYA 1 y PLAYA 2 (Tabla 6.8).

**Tabla 6.6.** Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para la comunidad de macrobentos, basado en la similitud de Bray Curtis (transformados Log (x+1))

| Fuente de variabilidad | d.f. | SS       | MS     | Pseudo-F | P(perm) |
|------------------------|------|----------|--------|----------|---------|
| Ejecución=Ej           | 2    | 16144    | 8072.2 | 18,802   | 0,0001  |
| Playa-Zonación=PIZn    | 5    | 79529    | 15906  | 37,048   | 0,0001  |
| EjxPIZn                | 10   | 28758    | 2875.8 | 6,6984   | 0,0001  |
| Res                    | 35   | 15026    | 429.32 |          |         |
| Total                  | 52   | 1,41E+02 |        |          |         |

\*: Existen diferencias significativas aun nivel de significancia  $p<0,001$



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

**Tabla 6.7.** Análisis de PERMANOVA entre los ensambles de poliquetos considerando la interacción entre los factores Ejecución (Ej) y Playa\_zonación (PI) basado en similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Playa\_zonación

| Test pareado | Agrupamientos (niveles) | t       | p Valor (test Permanova) | Permutaciones | p Valor (test Monte Carlo) |
|--------------|-------------------------|---------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| Abril        | P1ZI, P2ZI              | 1,825   | 0,0988                   | 10            | 0,1306                     |
|              | P1ZM, P2ZM              | 0,98389 | 0,498                    | 10            | 0,3832                     |
|              | P1ZS, P2ZS              | 1,0236  | 0,4908                   | 10            | 0,3751                     |
| Junio        | P1ZI, P2ZI              | 6,525   | 0,1006                   | 7             | <b>0,0023</b>              |
|              | P1ZM, P2ZM              | 2,9348  | 0,2075                   | 7             | 0,0518                     |
|              | P1ZS, P2ZS              | 2,2358  | 0,1032                   | 10            | 0,0624                     |
| Julio        | P1ZI, P2ZI              | 0,91708 | 0,6966                   | 7             | 0,4725                     |
|              | P1ZM, P2ZM              | 0,77938 | 0,7961                   | 10            | 0,5554                     |
|              | P1ZS, P2ZS              | 2,3679  | 0,0989                   | 10            | 0,0522                     |

**Tabla 6.8.** Análisis de PERMANOVA entre los ensambles de poliquetos considerando la interacción entre los factores Ejecución (Ej) y Playa\_zonación (PI) basado en similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Ejecución

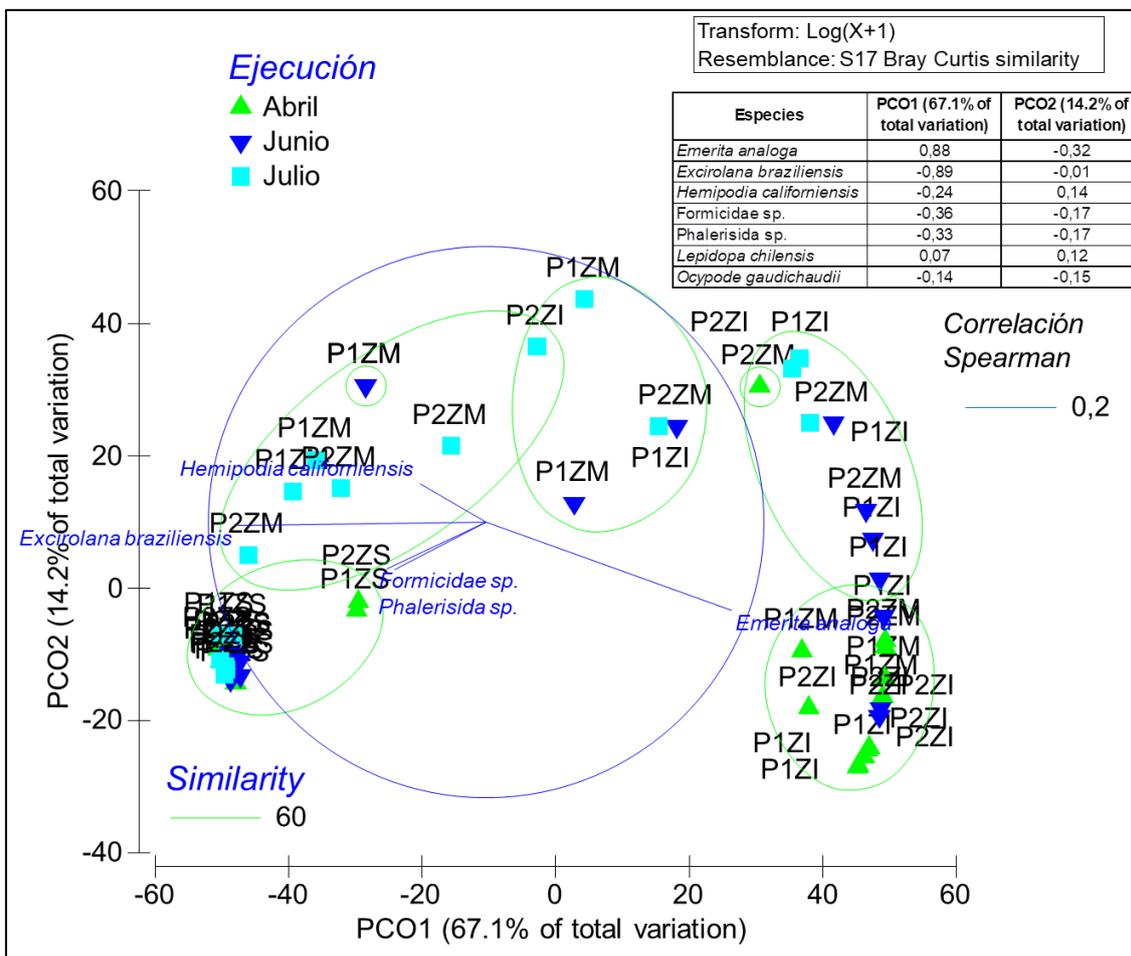
| Test pareado | Agrupamientos (niveles) | t       | p Valor (test Permanova) | Permutaciones | p Valor (test Monte Carlo) |
|--------------|-------------------------|---------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| P1ZI         | Abril, Junio            | 9,5059  | 0,0968                   | 10            | <b>0,0005</b>              |
|              | Abril, Julio            | 4,306   | 0,0976                   | 10            | <b>0,0029</b>              |
|              | Junio, Julio            | 2,1061  | 0,0957                   | 10            | 0,0611                     |
| P1ZM         | Abril, Junio            | 3,7988  | 0,0947                   | 7             | <b>0,009</b>               |
|              | Abril, Julio            | 3,4913  | 0,0995                   | 10            | <b>0,0149</b>              |
|              | Junio, Julio            | 0,84013 | 0,5967                   | 7             | 0,5193                     |
| P1ZS         | Abril, Junio            | 2,2377  | 0,0965                   | 10            | <b>0,0359</b>              |
|              | Abril, Julio            | 1,2852  | 0,3003                   | 10            | 0,2653                     |
|              | Junio, Julio            | 3,3006  | 0,0994                   | 10            | <b>0,0125</b>              |
| P2ZI'        | Abril, Junio            | 1,9276  | 0,0979                   | 7             | 0,0771                     |
|              | Abril, Julio            | 3,0405  | 0,1029                   | 10            | <b>0,0321</b>              |
|              | Junio, Julio            | 3,2023  | 0,105                    | 7             | <b>0,0212</b>              |
| P2ZM         | Abril, Junio            | 1,067   | 0,3979                   | 10            | 0,3624                     |
|              | Abril, Julio            | 3,2096  | 0,0994                   | 10            | <b>0,0085</b>              |
|              | Junio, Julio            | 4,4594  | 0,0976                   | 10            | <b>0,0046</b>              |
| P2ZS         | Abril, Junio            | 2,4509  | 0,1004                   | 10            | <b>0,0244</b>              |
|              | Abril, Julio            | 1,6742  | 0,195                    | 10            | 0,1422                     |
|              | Junio, Julio            | 1,4512  | 0,3025                   | 10            | 0,1951                     |

#### • Análisis de coordenadas principales

En la Figura 6.20, el análisis de coordenadas principales identificó una relación directa entre el primer componente (PCO1) y la especie *Emerita analoga* ( $z=0,88$ ), asociadas principalmente a las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI) de los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, en las evaluaciones de abril, junio y julio. Por otro lado, *Excirolana braziliensis* ( $z=-0,89$ ), presentó una relación inversa, presentando una alta asociación con la zona supralitoral (ZS) de los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, en las evaluaciones de abril, junio y julio.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.20.** Análisis de coordenadas principales (PCO) para la comunidad del macrobentos intermareal en relación a la ejecución (abril, junio y julio) y los puntos de muestreo (PLAYA 1 y PLAYA 2)

Se sobreponen las especies que se relacionan con los niveles mediante un vector mayor a 0,2 para la correlación de Spearman. P1 (PLAYA 1) y P2 (PLAYA 2). Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral.

### 6.4.1.2 Zona 2

#### a) Ambiente intermareal

En el ambiente intermareal, la comunidad de macrobentos estuvo conformada por un total de 16 especies considerando las evaluaciones de abril, junio y julio, distribuidas en 2 Phyla, donde Arthropoda estuvo compuesta por 12 especies (75 %), seguido de Annelida con 4 especie (25 %). En relación a las ejecuciones, en abril (primera ejecución) se registró 9 especies, en junio (segunda ejecución) 13 especies y julio (tercera ejecución) 7 especies; siendo Arthropoda, el phyla dominante para todas las evaluaciones. La lista de especies se presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.1: Resultados taxonómicos de la comunidad de macrobentos).

Los resultados de la riqueza de especies (número de especies) para las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6 para cada ejecución son presentados en la Figura 6.21, donde se muestra que, en abril, la mayor riqueza de especies se presentó en la zona supralitoral (ZS) de la PLAYA 5, con 4 especies; en junio, se presentó en la zona infralitoral (ZS) de la PLAYA 3, con 5 especies; y en julio fue en las zonas infralitoral de la PLAYA 4,



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

con 4 especies. Por otro lado, se registró a Excirolana braziliensis, como única especie en la zona supralitoral en PLAYA 3 en abril, PLAYA 6 en junio, y PLAYA 5 y PLAYA 6 en julio.

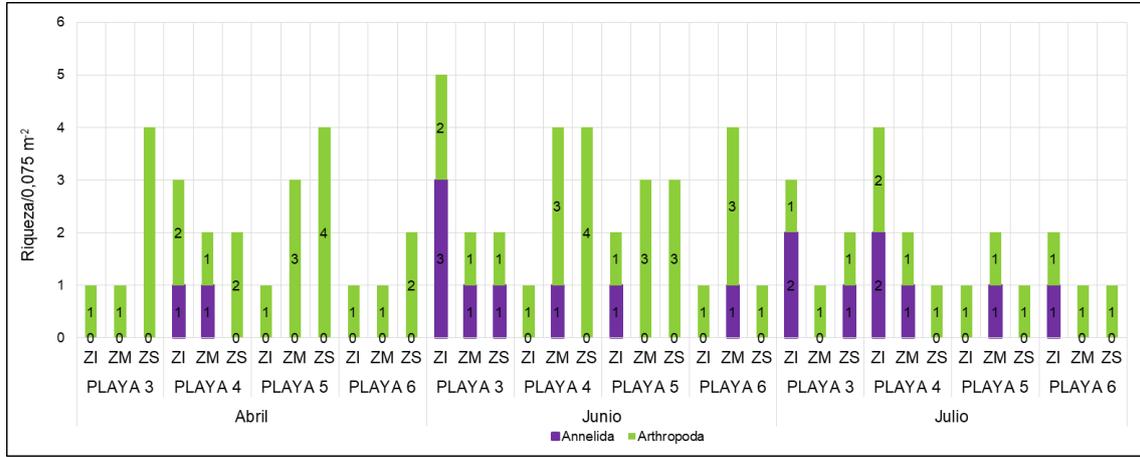


Figura 6.21. Número de especies por phylum de la comunidad del macrobentos en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 2 (en Chancay).

Respecto a la densidad, la Figura 6.22 presenta los valores obtenidos de este parámetro para los puntos PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, en las evaluaciones de abril, junio y julio. Siendo los puntos en PLAYA 3 (663 ind/0,075 m²) y PLAYA 6 (516 ind/0,075 m²), los que registraron una alta abundancia en la evaluación de abril. Sin embargo, presentaron una disminución en la evaluación de junio.

En tanto, se destaca que la zona supralitoral (ZS) en abril, el punto PLAYA 4, en junio los puntos PLAYA 4 y PLAYA 5; y en julio, los puntos PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, registraron la mayor abundancia.

En general, para la zona 2 se determinó la dominancia del phyla Arthropoda, estando presente en todas las zonas (supralitoral, mediolitoral e infralitoral) de los puntos evaluados para los meses de abril, junio y julio. Asimismo, se registró que E. analoga fue la especie más abundante con 509 ind/0,075 m² (PLAYA 4) en abril, y Excirolana braziliensis con 483 ind/0,075 m² (PLAYA 5) en junio y con 311 ind/0,075 m² (PLAYA 4) principalmente en la zona supralitoral (ZS). La lista completa de las especies con sus respectivas abundancias se presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.1: Resultados taxonómicos de la comunidad de macrobentos).

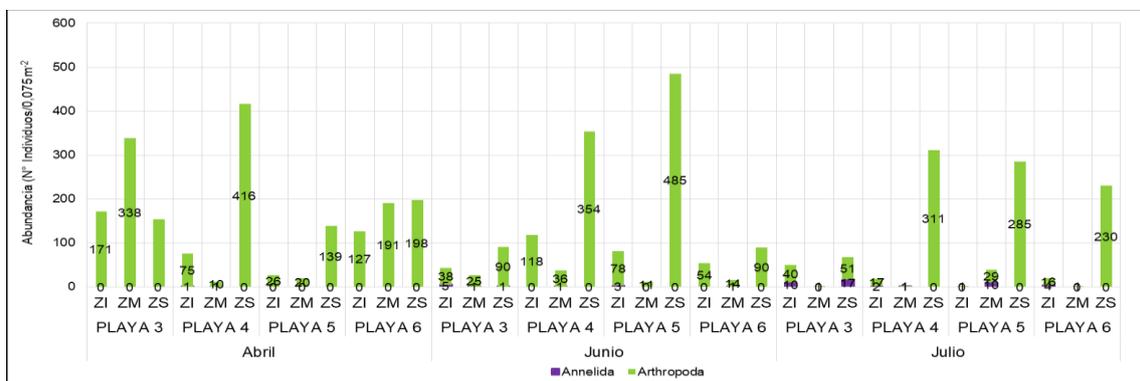


Figura 6.22. Abundancia por phylum de la comunidad del macrobentos en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 2 (en Chancay)



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

- **Índices de diversidad alfa**

En la Tabla 6.9 se presentan los valores calculados de los índices de diversidad verdadera N1 (número de Hill) y dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) en todos los puntos de muestreo del área de estudio.

En la evaluación de abril, el índice de diversidad verdadera N1 (número de Hill) presentó los menores valores en la zona infralitoral (ZI) y mediolitoral (ZM) de los puntos PLAYA 1 (1 especie efectiva) y PLAYA 6 (1 especies efectivas). Por el contrario, en la evaluación de junio se registró un incremento del número de especies efectivas, en la zona mediolitoral (ZM) de PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6; aunque en la evaluación de julio, presentó un comportamiento semejante a lo descrito en la evaluación de abril.

Respecto al índice de dominancia de Simpson, describe en la evaluación de abril una alta dominancia, con valores mayores a 0,8 para los puntos PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, en todas las zonas (ZI, ZM y ZS), siendo *E. analoga* y *E. braziliensis*, las especies dominantes. Por el contrario, en las evaluaciones de junio y julio, se registró una dominancia moderada, principalmente en la zona mediolitoral (ZM) de los puntos PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, debido a la presencia de otras especies del phyla Annelida, como *Scolecopsis* sp. y *Thoracophelia cf mucronata*.

**Tabla 6.9.** Índices de diversidad alfa de la comunidad de macrobentos en los puntos PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, en el ámbito de Chancay

| Ejecución | Playa   | Zonación | N1    | Simpson ( $\lambda$ ) |
|-----------|---------|----------|-------|-----------------------|
| Abril     | PLAYA 3 | ZI       | 1     | 1                     |
|           |         | ZM       | 1     | 1                     |
|           |         | ZS       | 1,159 | 0,949                 |
|           | PLAYA 4 | ZI       | 1,15  | 0,9484                |
|           |         | ZM       | 1,356 | 0,8347                |
|           |         | ZS       | 1,017 | 0,9952                |
|           | PLAYA 5 | ZI       | 1     | 1                     |
|           |         | ZM       | 1,679 | 0,735                 |
|           |         | ZS       | 1,449 | 0,8382                |
|           | PLAYA 6 | ZI       | 1     | 1                     |
|           |         | ZM       | 1     | 1                     |
|           |         | ZS       | 1,082 | 0,9702                |
| Junio     | PLAYA 3 | ZI       | 1,782 | 0,469                 |
|           |         | ZM       | 1,177 | 0,926                 |
|           |         | ZS       | 1,062 | 0,9783                |
|           | PLAYA 4 | ZI       | 1     | 1                     |
|           |         | ZM       | 2,621 | 0,4317                |
|           |         | ZS       | 1,076 | 0,9776                |
|           | PLAYA 5 | ZI       | 1,172 | 0,9287                |
|           |         | ZM       | 2,363 | 0,4876                |
|           |         | ZS       | 1,03  | 0,9918                |
|           | PLAYA 6 | ZI       | 1     | 1                     |
|           |         | ZM       | 3,262 | 0,3422                |
|           |         | ZS       | 1     | 1                     |
| Julio     | PLAYA 3 | ZI       | 1,76  | 0,6728                |
|           |         | ZM       | 1     | 1                     |
|           |         | ZS       | 1,755 | 0,625                 |
|           | PLAYA 4 | ZI       | 1,84  | 0,7175                |
|           |         | ZM       | 2     | 0,5                   |
|           |         | ZS       | 1     | 1                     |
|           | PLAYA 5 | ZI       | 1     | 1                     |
|           |         | ZM       | 1,767 | 0,6187                |
|           |         | ZS       | 1     | 1                     |



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

| Ejecución | Playa   | Zonación | N1    | Simpson ( $\lambda$ ) |
|-----------|---------|----------|-------|-----------------------|
|           | PLAYA 6 | ZI       | 1,649 | 0,68                  |
|           |         | ZM       | 1     | 1                     |
|           |         | ZS       | 1     | 1                     |

Nota: Los índices se calcularon en base a la sumatorio de los 3 transectos de cada playa. ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral.

- **Índices de diversidad beta**

Para el cálculo del índice de diversidad beta, el cual busca la comparación de comunidades a escala temporal y/o espacial se realizó el análisis de similitud. De acuerdo con los resultados obtenidos se obtuvo la formación de 4 grupos. El detalle de los puntos que integran cada uno de grupos formados y los porcentajes de similitud de estos se presentan en la Tabla 6.10.

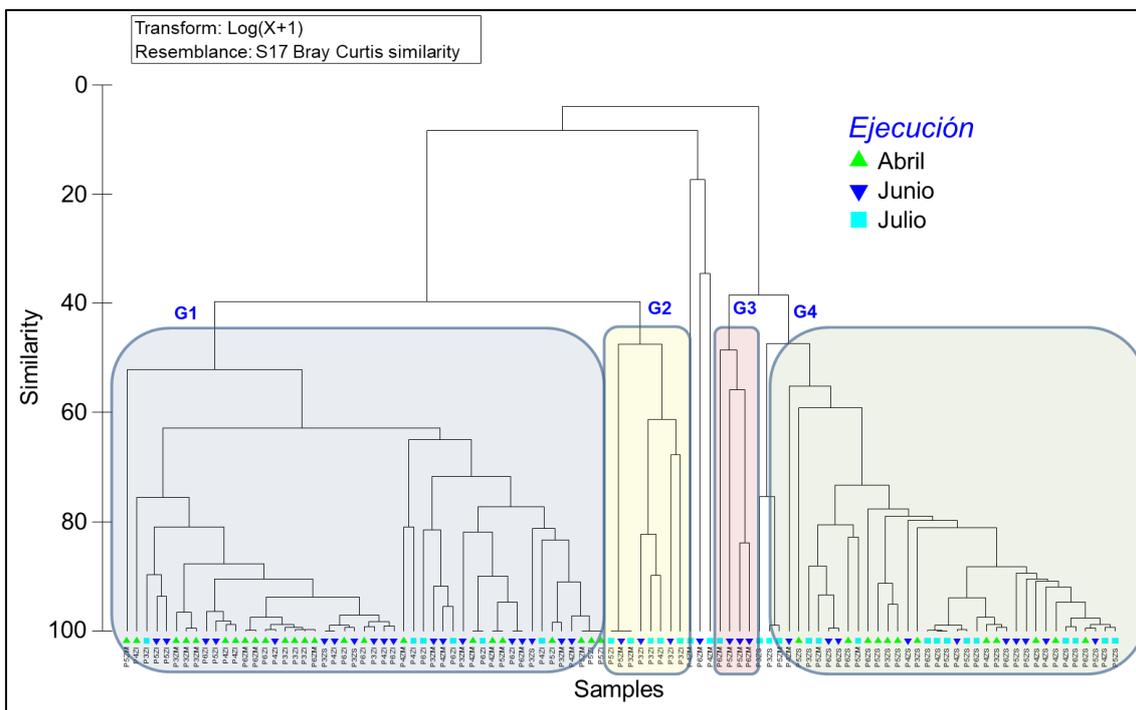
**Tabla 6.10.** Grupos formados del análisis de similitud de Bray-Curtis de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 3 (P3), PLAYA 4 (P4), PLAYA 5 (P5) y PLAYA 6 (P6), ubicadas en la zona 2, en el ámbito de Chancay

| Grupos formados     | Puntos de muestreo   | Similitud (%) |
|---------------------|--|---------------|
| <b>Grupo 1 (G1)</b> | P3ZM (abril), P4ZM (abril), P6ZM (abril), P3ZI (abril), P4ZI (abril), P5ZI (abril), P4ZM (junio), P6ZM (junio), P5ZI (junio), P4ZI (julio), P6ZI (Julio) | 52            |
| <b>Grupo 2 (G2)</b> | P3ZI (julio)   | 48            |
| <b>Grupo 3 (G3)</b> | P5ZM (junio), P6ZM (julio)   | 49            |
| <b>Grupo 4 (G4)</b> | P3ZS (abril), P4ZS (abril), P5ZS (abril), P6ZS (abril), P4ZS (junio), P5ZS (junio), P6ZS (junio), P3ZS (julio), P4ZS (julio), P5ZS (julio), P6ZS (julio) | 48            |

En la Figura 6.23 se muestra el dendrograma de similitud de la comunidad de macrobentos, donde los grupos formados se representan de colores distintos. El grupo 1 (G1) se caracterizó por estar formado por las zonas infralitoral (ZI) y mediolitoral (ZM) de los puntos PLAYA 3 y PLAYA 4, principalmente de la evaluación de abril, registrando una similitud de 52 %. En cambio, los grupos 2 (G2) y 3 (G3) registraron similaridad de 48 % y 49 %, respectivamente; aunque estuvieron conformados por un número reducido de puntos. En tanto, el grupo 4 (G4), estuvo definido principalmente por la zona supralitoral (ZS) para todos los puntos de playa y las evaluaciones, con un 48 % de similaridad.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

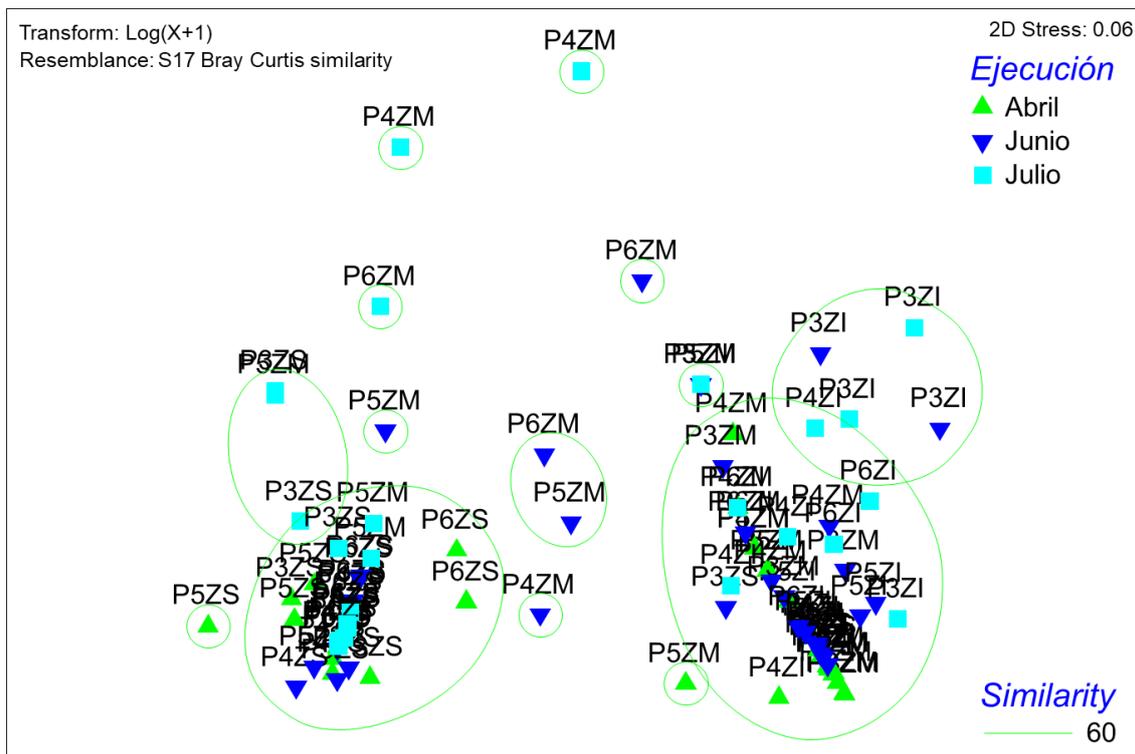


**Figura 6.23.** Dendrograma de similitud de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 3 (P3), PLAYA 4 (P4), PLAYA 5 (P5) y PLAYA 6 (P6), ubicados en la zona 2, en el ámbito de Chancay

• **Análisis multivariados**

Para evaluar las diferencias entre las zonas y playas evaluadas se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (MDS). El citado análisis toma en cuenta la similitud entre los puntos, el cual fue calculado mediante el índice de Bray Curtis. Lo descrito anteriormente, se puede observar en la Figura 6.24 donde se evidencia que los puntos de las zonas supralitoral (ZS) se diferencian claramente de los puntos de las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI), explicado por la heterogeneidad de estas dos últimas zonas, principalmente en las evaluaciones de junio y julio.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.24.** Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la comunidad de macrobentos de las zonas y playas evaluadas PLAYA 3 (P3), PLAYA 4 (P4), PLAYA 5 (P5) y PLAYA 6 (P6), ubicadas en la zona 1, ámbito de Chancay. Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral.

En la Tabla 6.11, el análisis de PERMANOVA de 2 factores destacó interacciones altamente significativas tanto para el factor Ejecución ( $p-F=14,005$ ;  $p=0,0001$ ), evidenciando una segregación de la comunidad del macrobentos entre las evaluaciones de abril, junio y julio, y el factor Playa\_zonación ( $p-F=26,541$ ;  $p=0,0001$ ), en donde se registró cambios entre la comunidad del macrobentos entre las zonas y los puntos muestreados (PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6) en cada ejecución.

El análisis pareado de la interacción de los factores Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Playa\_zonación, evidenció que solo se registró diferencias significativas entre las comunidades de los puntos PLAYA 3 y PLAYA 4, PLAYA 3 y PLAYA 5, y PLAYA 3 y PLAYA 6 de la zona supralitoral, principalmente en las evaluaciones de junio y julio. En cambio, en abril se registró diferencias significativas entre los puntos PLAYA 3 y PLAYA 4, PLAYA 3 y PLAYA 5, y PLAYA 3 y PLAYA 6 de las zonas infralitoral y mediolitoral (Tabla 6.12). Por otro lado, la interacción de los factores Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Ejecución, evidenció diferencias significativas en la zona supralitoral (ZS) en PLAYA 3, zona infralitoral (ZI) en PLAYA 5, y zona mediolitoral (ZM) en PLAYA 6, entre las comparaciones de las evaluaciones abril y junio, abril y julio, y junio y julio (Tabla 6.13).

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**Tabla 6.11.** Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa\_Zonación) para la comunidad de macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)).

| Fuente de variabilidad | d.f. | SS       | MS     | Pseudo-F | P(perm) |
|------------------------|------|----------|--------|----------|---------|
| Ejecución=Ej           | 2    | 15449    | 7724,5 | 14,005   | 0,0001  |
| Playa-Zonación=PIZn    | 11   | 1,61E+05 | 14639  | 26,541   | 0,0001  |
| EjxPIZn                | 22   | 64941    | 2951,9 | 5,3519   | 0,0001  |
| Res                    | 65   | 35851    | 551,56 |          |         |
| Total                  | 100  | 2,82E+05 |        |          |         |

\*: Existen diferencias significativas aun nivel de significancia  $p < 0,001$ **Tabla 6.12.** Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa\_Zonación) para la comunidad de macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Playa\_zonación

| Test pareado | Agrupamientos (niveles) | t          | p Valor (test Permanova) | Permutaciones | p Valor (test Monte Carlo) |
|--------------|-------------------------|------------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| Abril        | P3ZI, P4ZI              | 2,4923     | 0,0987                   | 10            | <b>0,0467</b>              |
|              | P3ZI, P5ZI              | 8,293      | 0,1016                   | 7             | <b>0,0005</b>              |
|              | P3ZI, P6ZI              | 2,5866     | 0,0989                   | 10            | 0,0613                     |
|              | P3ZM, P4ZM              | 4,4031     | 0,0996                   | 10            | <b>0,0039</b>              |
|              | P3ZM, P5ZM              | 3,7402     | 0,099                    | 10            | <b>0,0057</b>              |
|              | P3ZM, P6ZM              | 4,5881     | 0,1028                   | 10            | <b>0,0109</b>              |
|              | P3ZS, P4ZS              | 1,1598     | 0,3008                   | 10            | 0,315                      |
|              | P3ZS, P5ZS              | 1,1504     | 0,3901                   | 10            | 0,3231                     |
|              | P3ZS, P6ZS              | 1,2083     | 0,3047                   | 10            | 0,2762                     |
|              | P4ZI, P5ZI              | 3,3839     | 0,1014                   | 7             | <b>0,0222</b>              |
|              | P4ZI, P6ZI              | 1,8678     | 0,1055                   | 10            | 0,1211                     |
|              | P4ZM, P5ZM              | 1,454      | 0,2024                   | 7             | 0,1865                     |
|              | P4ZM, P6ZM              | 4,0598     | 0,1097                   | 10            | <b>0,0053</b>              |
|              | P4ZS, P5ZS              | 2,2674     | 0,104                    | 10            | <b>0,0471</b>              |
|              | P4ZS, P6ZS              | 1,4222     | 0,1976                   | 10            | 0,2128                     |
|              | Junio                   | P5ZI, P6ZI | 6,6727                   | 0,1042        | 7                          |
| P5ZM, P6ZM   |                         | 3,3603     | 0,0911                   | 10            | <b>0,009</b>               |
| P5ZS, P6ZS   |                         | 1,8598     | 0,1022                   | 10            | 0,0797                     |
| P3ZI, P4ZI   |                         | 1,6364     | 0,202                    | 10            | 0,1416                     |
| P3ZI, P5ZI   |                         | 0,99671    | 0,3939                   | 10            | 0,4042                     |
| P3ZI, P6ZI   |                         | 1,2172     | 0,3966                   | 10            | 0,2659                     |
| P3ZM, P4ZM   |                         | 0,91501    | 0,8056                   | 10            | 0,4707                     |
| P3ZM, P5ZM   |                         | 1,6896     | 0,101                    | 10            | 0,1351                     |
| P3ZM, P6ZM   |                         | 1,2025     | 0,2027                   | 10            | 0,2843                     |
| P3ZS, P4ZS   |                         | 8,0061     | 0,0976                   | 10            | <b>0,0004</b>              |
| P3ZS, P5ZS   |                         | 9,3198     | 0,1007                   | 10            | <b>0,0003</b>              |
| P3ZS, P6ZS   |                         | 9,7718     | 0,0974                   | 10            | <b>0,0005</b>              |
| P4ZI, P5ZI   |                         | 1,9191     | 0,2014                   | 10            | 0,1                        |
| P4ZI, P6ZI   |                         | 1,4694     | 0,1997                   | 10            | 0,2138                     |
| P4ZM, P5ZM   |                         | 1,4253     | 0,2027                   | 10            | 0,1996                     |
| P4ZM, P6ZM   |                         | 1,1537     | 0,1962                   | 10            | 0,2976                     |
| P4ZS, P5ZS   | 0,84565                 | 0,5042     | 10                       | 0,5303        |                            |
| P4ZS, P6ZS   | 2,8872                  | 0,1025     | 10                       | <b>0,0246</b> |                            |
| P5ZI, P6ZI   | 1,5346                  | 0,201      | 10                       | 0,1826        |                            |
| P5ZM, P6ZM   | 0,5831                  | 0,8998     | 10                       | 0,7159        |                            |
| P5ZS, P6ZS   | 5,0621                  | 0,0995     | 10                       | <b>0,0033</b> |                            |
| Julio        | P3ZI, P4ZI              | 1,66       | 0,1938                   | 10            | 0,1163                     |
|              | P3ZI, P5ZI              | 1,8244     | 0,2502                   | 4             | 0,1357                     |
|              | P3ZI, P6ZI              | 1,3897     | 0,2996                   | 10            | 0,2038                     |
|              | P3ZM, P4ZM              | 1          | 1                        | 1             | 0,5018                     |
|              | P3ZM, P5ZM              | 2,8241     | 0,2501                   | 4             | 0,0556                     |
|              | P3ZM, P6ZM              | No test    | -                        | -             | -                          |
|              | P3ZS, P4ZS              | 3,3106     | 0,0985                   | 10            | <b>0,0287</b>              |
| P3ZS, P5ZS   | 3,251                   | 0,0987     | 10                       | <b>0,0296</b> |                            |

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

| Test | Agrupamientos | t        | p Valor (test | Permutaciones | p Valor (test Monte |
|------|---------------|----------|---------------|---------------|---------------------|
|      | P3ZS, P6ZS    | 3,1303   | 0,0966        | 10            | <b>0,0344</b>       |
|      | P4ZI, P5ZI    | 1,302    | 0,2486        | 4             | 0,2852              |
|      | P4ZI, P6ZI    | Negative | -             | -             | -                   |
|      | P4ZM, P5ZM    | 1,7969   | 0,0984        | 10            | 0,1011              |
|      | P4ZM, P6ZM    | 1        | 1             | 1             | 0,4957              |
|      | P4ZS, P5ZS    | 0,40192  | 1             | 7             | 0,7099              |
|      | P4ZS, P6ZS    | 1,2191   | 0,2033        | 10            | 0,2859              |
|      | P5ZI, P6ZI    | 1,9602   | 0,2532        | 4             | 0,1442              |
|      | P5ZM, P6ZM    | 1,6614   | 0,2567        | 4             | 0,1737              |
|      | P5ZS, P6ZS    | 0,80181  | 0,3968        | 10            | 0,4686              |

**Tabla 6.13.** Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa\_Zonación) para la comunidad de macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Ejecución

| Test pareado | Agrupamientos (niveles) | t       | p Valor (test Permanova) | Permutaciones | p Valor (test Monte Carlo) |
|--------------|-------------------------|---------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| P3ZI         | abril, junio            | 1,7234  | 0,1027                   | 10            | 0,1286                     |
|              | abril, julio            | 3,4456  | 0,0966                   | 10            | <b>0,0233</b>              |
|              | junio, julio            | 0,57999 | 0,8025                   | 10            | 0,7192                     |
| P3ZM         | abril, junio            | 2,6116  | 0,0976                   | 10            | <b>0,0329</b>              |
|              | abril, julio            | 32,591  | 0,2534                   | 4             | <b>0,0005</b>              |
|              | junio, julio            | 1,5387  | 0,2529                   | 4             | 0,2564                     |
| P3ZS         | abril, junio            | 7,4061  | 0,1012                   | 10            | <b>0,0003</b>              |
|              | abril, julio            | 2,6011  | 0,0932                   | 10            | <b>0,0382</b>              |
|              | junio, julio            | 5,9005  | 0,1047                   | 10            | <b>0,0012</b>              |
| P4ZI'        | abril, junio            | 1,6502  | 0,1006                   | 10            | 0,1581                     |
|              | abril, julio            | 1,7189  | 0,0963                   | 10            | 0,1026                     |
|              | junio, julio            | 1,9543  | 0,0975                   | 10            | 0,0636                     |
| P4ZM         | abril, junio            | 1,3745  | 0,1005                   | 10            | 0,2061                     |
|              | abril, julio            | 2,1027  | 0,0942                   | 7             | 0,0609                     |
|              | junio, julio            | 1,841   | 0,0949                   | 7             | 0,0796                     |
| P4ZS         | abril, junio            | 0,92642 | 0,5026                   | 10            | 0,4793                     |
|              | abril, julio            | 0,1924  | 1                        | 10            | 0,917                      |
|              | junio, julio            | 0,79203 | 0,9047                   | 10            | 0,5356                     |
| P5ZI         | abril, junio            | 4,1235  | 0,0965                   | 7             | <b>0,0104</b>              |
|              | abril, julio            | 7,5146  | 0,2491                   | 3             | <b>0,0106</b>              |
|              | junio, julio            | 6,4994  | 0,2458                   | 4             | <b>0,0112</b>              |
| P5ZM         | abril, junio            | 1,8744  | 0,1018                   | 10            | 0,0896                     |
|              | abril, julio            | 4,5832  | 0,1022                   | 10            | <b>0,0014</b>              |
|              | junio, julio            | 1,4665  | 0,1963                   | 10            | 0,1853                     |
| P5ZS         | abril, junio            | 2,7315  | 0,1013                   | 10            | <b>0,0276</b>              |
|              | abril, julio            | 2,4259  | 0,0938                   | 10            | 0,0554                     |
|              | junio, julio            | 2,038   | 0,0963                   | 10            | 0,0724                     |
| P6ZI'        | abril, junio            | 1,5783  | 0,1047                   | 10            | 0,189                      |
|              | abril, julio            | 2,947   | 0,1041                   | 10            | <b>0,0162</b>              |
|              | junio, julio            | 1,3874  | 0,1974                   | 10            | 0,2017                     |
| P6ZM         | abril, junio            | 2,0499  | 0,1009                   | 10            | <b>0,0491</b>              |
|              | abril, julio            | 67,353  | 0,2487                   | 4             | <b>0,0002</b>              |
|              | junio, julio            | 1,3606  | 0,2436                   | 4             | 0,2682                     |
| P6ZS         | abril, junio            | 0,9885  | 0,502                    | 10            | 0,4135                     |
|              | abril, julio            | 1,2311  | 0,4069                   | 10            | 0,2749                     |
|              | junio, julio            | 3,5754  | 0,1031                   | 10            | <b>0,0217</b>              |

- **Análisis de coordenadas principales**

En la Figura 6.25, el análisis de coordenadas principales identificó una relación directa entre el primer componente (PCO1) y la especie *Emerita analoga* ( $z=0,87$ ), asociadas principalmente a las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI) de los puntos PLAYA 3,



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, en la evaluaciones de abril, junio y julio. Aunque en una baja correlación directa, se registró *Nephtys impressa* ( $z=0,04$ ) y *Scolecipis* sp. ( $z=0,16$ ). Por otro lado, *Excirolana braziliensis* ( $z=-0,85$ ), presentó una relación inversa, presentando una alta asociación con la zona supralitoral (ZS) de los puntos PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, en las evaluaciones de abril, junio y julio.

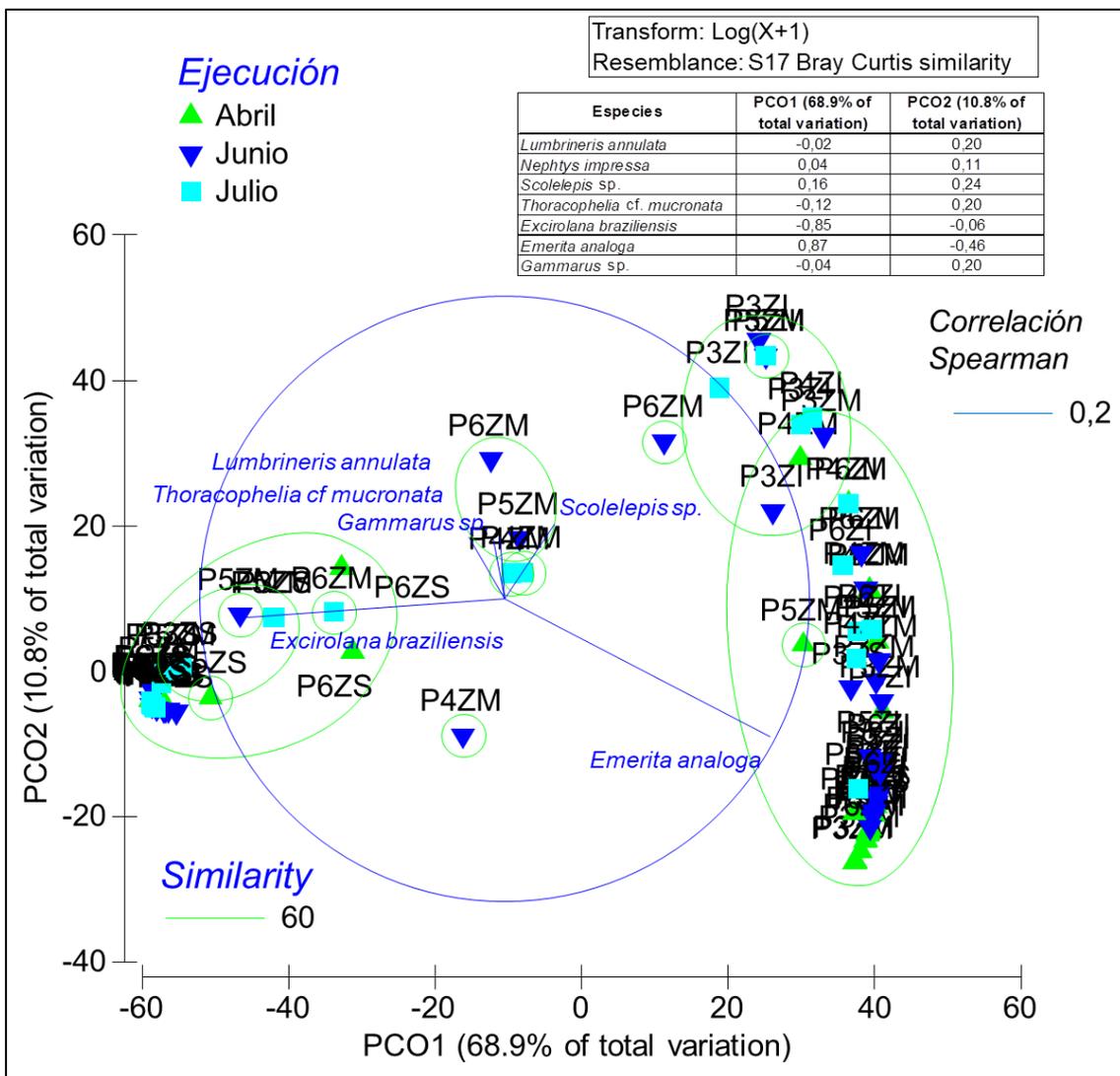


Figura 6.25. Análisis de coordenadas principales (PCO) para el ensamble de macrobentos en relación a la ejecución (abril, junio y julio). Se sobreponen las especies que se relacionan con los niveles mediante un vector mayor a 0,2 para la correlación de Spearman. P3 (PLAYA 3), P4 (PLAYA 4), P5 (PLAYA 5) y P6 (PLAYA 6). Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral

**b) Ambiente submareal**

Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron que la comunidad de macrobentos en el área de estudio estuvo conformada por 30 especies distribuidas en 7 Phyla, donde el phylum Annelida estuvo compuesta por 16 especies (53,3 %), seguido de los phylum Arthropoda y Mollusca con 5 especies cada una (16,7 %); y con una menor representatividad fueron Nemertea, Phoronida, Cnidaria y Echinodermata con 1 especie cada uno (3,3 %). La lista de especies se presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.1: Resultados taxonómicos de la comunidad de macrobentos).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Los resultados de la riqueza (número de especies) por especies en cada punto de muestreo evaluado son presentados en la Figura 6.26, donde se muestra que la mayor riqueza de especies se presentó en el punto AUS-EM, con 14 especies. Por otro lado, la menor riqueza de especies se presentó en COP-3, con 5 especies, siendo Annelida el más representativo en ambos puntos. En la misma figura se puede apreciar que los grupos más representativo en todas las playas evaluadas son Annelida y Mollusca, juntos representan en algunos puntos más del 80 % de especies presentes en el punto.

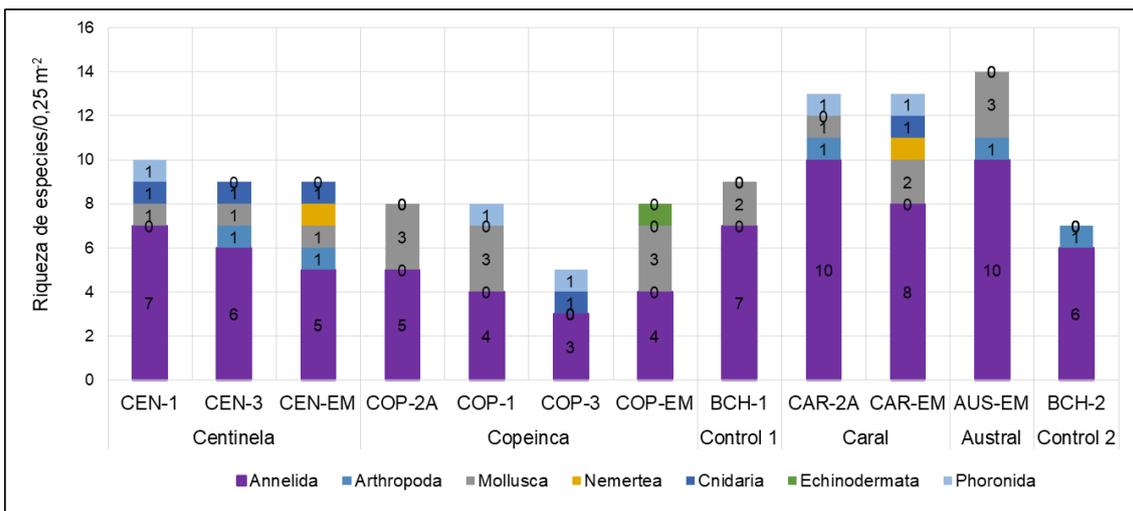


Figura 6.26. Número de especies por phylum de la comunidad de macrobentos en los puntos de muestreo en el ambiente submareal, en el ámbito de la bahía de Chancay (zona 2)

Respecto a la densidad, la Figura 6.28 presenta los valores obtenidos para los puntos evaluados en el ambiente submareal. De esta figura se destaca una mayor densidad en el punto CAR-EM y AUS-EM con 315 ind/0,075 m² y 275 ind/0,075 m², respectivamente. Por otro lado, la abundancia más baja se presentó en los puntos COP-3 y COP-1, asociados al efluente del EIP Copeinca, con 28 ind/0,075 m² y 31 ind/0,075 m², respectivamente. En donde, la especie Magelona phyllisae (172 ind/0,075 m²) y Owenia collaris (136 ind/0,075 m²) fueron las más representativas. La lista completa de las especies con sus respectivas abundancias se presenta en el Anexo 4 (sistematización de macrobentos).

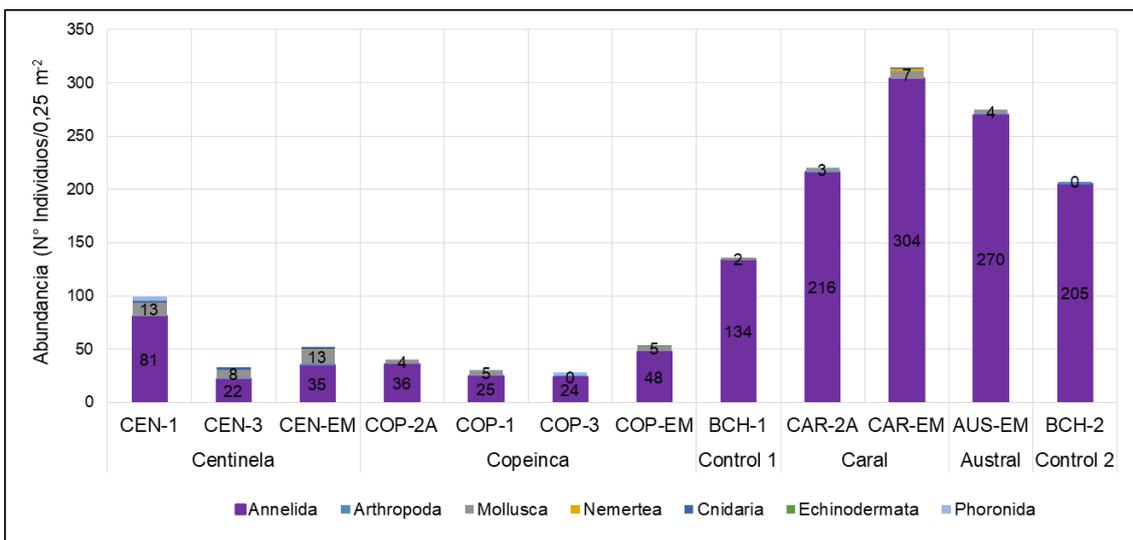


Figura 6.27. Abundancias de especies por phylum de la comunidad de macrobentos en los puntos de muestreo en el ambiente submareal, en el ámbito de la bahía de Chancay (zona 2)



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

### • Índices de diversidad alfa

En la Tabla 6.14 se presentan los valores calculados de los índices de diversidad verdadera N1 (número de Hill) y dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) en todos los puntos de muestreo en el ambiente submareal (zona 2).

En la evaluación de abril, el índice de diversidad verdadera N1 (número de Hill) presentó los mayores valores en los puntos CEN-3 (6,67 especies efectivas) y CEN-1 (5,52 especies efectivas). En tanto, el más bajo valor se registró en el punto BCH-1 (2,19 especies efectivas).

Respecto al índice de dominancia de Simpson, describe una distribución homogénea de la riqueza, presentando valores por debajo de 0,65; lo cual se sustenta la moderada riqueza de especies descritas en los puntos evaluados.

**Tabla 6.14.** Índices de diversidad alfa de la comunidad de macrobentos en los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9, ubicadas en el ambiente submareal (zona 2), en el ámbito de la bahía de Chancay

| Establecimiento Industrial Pesquero | Puntos de muestreo | N1   | Lambda |
|-------------------------------------|--------------------|------|--------|
| Centinela                           | CEN-1              | 5,52 | 0,24   |
|                                     | CEN-3              | 6,67 | 0,18   |
|                                     | CEN-EM             | 4,66 | 0,31   |
| Copeinca                            | COP-2A             | 4,55 | 0,32   |
|                                     | COP-1              | 3,39 | 0,48   |
|                                     | COP-3              | 2,19 | 0,63   |
|                                     | COP-EM             | 3,71 | 0,36   |
| Control 1                           | BCH-1              | 2,62 | 0,54   |
| Caral                               | CAR-2A             | 3,60 | 0,43   |
|                                     | CAR-EM             | 4,09 | 0,31   |
| Austral                             | AUS-EM             | 3,86 | 0,42   |
| Control 2                           | BCH-2              | 4,44 | 0,26   |

### • Índices de diversidad beta

Para el cálculo del índice de diversidad beta, el cual busca la comparación de comunidades a escala temporal y/o espacial se realizó el análisis de similitud. De acuerdo con los resultados obtenidos se obtuvo la formación de 2 grupos. El detalle de los puntos que integran cada uno de grupos formados y los porcentajes de similitud de estos se presentan en la Tabla 6.15.

**Tabla 6.15.** Grupos formados del análisis de similitud de Bray-Curtis de la comunidad de macrobentos en los puntos del ambiente submareal (zona 2), en el ámbito de la bahía de Chancay

| Grupos formados     | Puntos de muestreo                                  | Similitud (%) |
|---------------------|---|---------------|
| <b>Grupo 1 (G1)</b> | CEN-1, CAR-EM, BCH-1, AUS-EM, BCH-2                 | 48            |
| <b>Grupo 2 (G2)</b> | COP-3, COP-1, COP-2A, COP-EM, CAR-2A, CEN-3, CEN-EM | 38            |

En la Figura 6.28 se muestra el dendograma de similitud de la comunidad de macrobentos, donde los grupos formados se representan de colores distintos. El grupo 1 (G1) se caracteriza por estar formado por puntos ubicados estratos menos profundos, con una similitud de 48 %. El grupo 2 (G2) es el que agrupa a una mayor cantidad de puntos y está formado solo por COP-EM, asociado al efluente de Copeinca, y sus puntos control (COP-3, COP-1 y COP-2A); y del punto CEN-EM, asociado al efluente de Centinela, y su punto control CEN-3; registrándose un 38 % de similitud.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

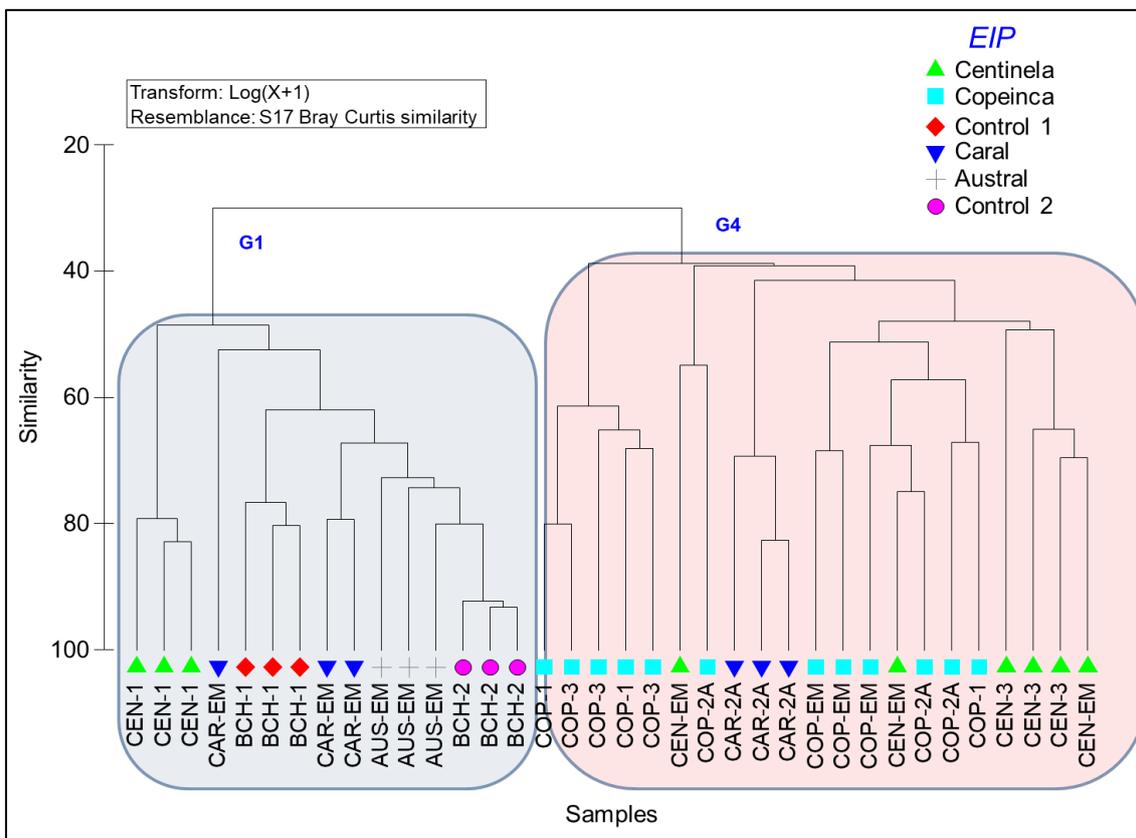
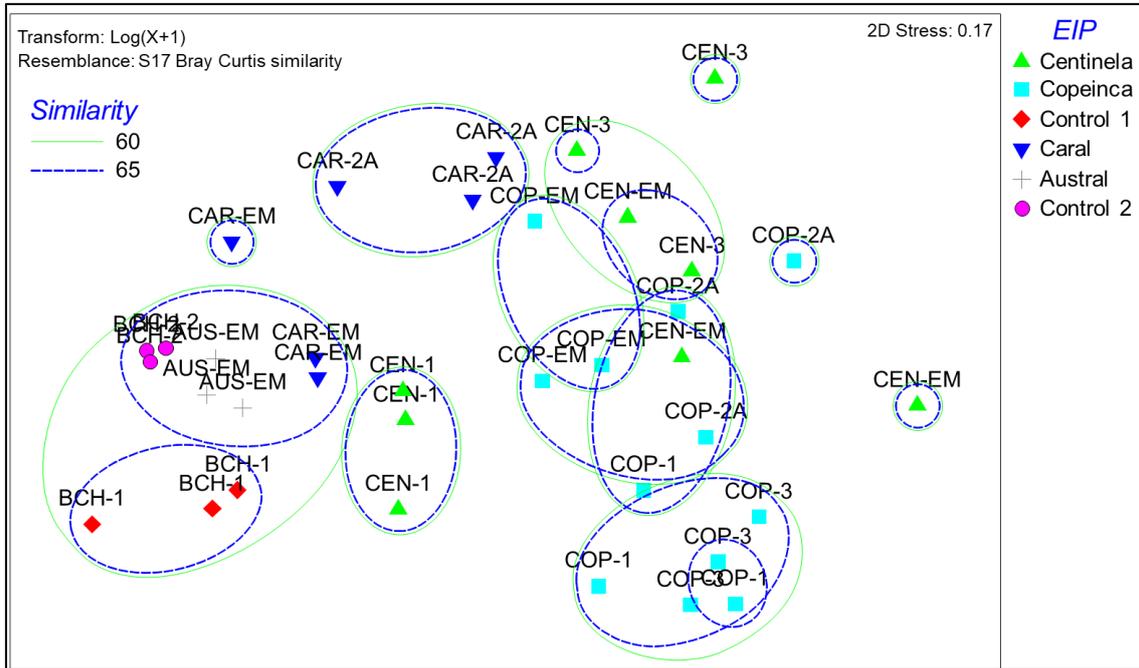


Figura 6.28. Dendrograma de similitud de la comunidad de macrobentos en los puntos del ambiente submareal (zona 2), en el ámbito de la bahía de Chancay

• **Análisis multivariados**

Para evaluar las diferencias entre los puntos submareales se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (MDS). Para ello, se tomó en cuenta la similitud entre los puntos, el cual fue calculado mediante el índice de Bray Curtis. Lo descrito anteriormente, se puede observar en la Figura 6.29 donde se evidenció que la comunidad el macrobentos de los puntos AUS-EM, CAR-EM y BCH-2 presentaron una similitud de 65%: Por el contrario, puntos ubicados en estratos más someros (menor profundidad), el patrón de agrupamiento fue heterogéneo.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.29.** Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la comunidad del macrobentos de los puntos del ambiente submareal (zona 2), en el ámbito de la bahía de Chancay

En la Tabla 6.16, el análisis de PERMANOVA para el factor punto de muestreo ( $p-F=21,373$ ;  $p=0,0001$ ) registró diferencias significativas, evidenciando una segregación de la comunidad del macrobentos entre los puntos evaluados (Tabla 6.16). En donde el test pareado, para el EIP Centinela no registra diferencias significativas entre el punto CEN-EM (punto asociado al emisario submarino) con respecto a los puntos control CEN-1 y CEN-3. Este mismo patrón se observó para el EIP Copeinca, entre los puntos COP-EM (emisario submarino), COP-1 y COP-2A. Por el contrario, en el EIP Caral, en donde se registró diferencias significativas entre CAR-EM (punto asociado al emisario submarino) y CAR-2A (punto control) (Tabla 6.17)

**Tabla 6.16.** Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para el ensamble de macrobentos, basado en la similitud de Bray Curtis (transformados Log (x+1))

| Fuente de variabilidad | d.f. | SS    | MS     | Pseudo-F | P(perm) |
|------------------------|------|-------|--------|----------|---------|
| Puntos de Muestreo=PM  | 11   | 51946 | 4722,3 | 6,9788   | 0,0001  |
| Res                    | 24   | 16240 | 676,67 |          |         |
| Total                  | 35   | 68186 |        |          |         |

\*: Existen diferencias significativas aun nivel de significancia  $p<0,001$

**Tabla 6.17.** Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para el ensamble de macrobentos, basado en la similitud de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Test pareado

| Test pareado | Agrupamientos (niveles) | t      | p Valor (test Permanova) | Permutaciones | p Valor (test Monte Carlo) |
|--------------|-------------------------|--------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| Centinela    | CEN-1, CEN-3            | 2,5176 | 0,0969                   | 10            | <b>0,022</b>               |
|              | CEN-1, CEN-EM           | 1,9615 | 0,0971                   | 10            | 0,0623                     |
|              | CEN-3, CEN-EM           | 1,0017 | 0,498                    | 10            | 0,416                      |
| Copeinca     | COP-2A, COP-1           | 1,3363 | 0,2034                   | 10            | 0,2028                     |
|              | COP-2A, COP-3           | 1,7952 | 0,1009                   | 10            | 0,0655                     |
|              | COP-2A, COP-EM          | 1,4261 | 0,2055                   | 10            | 0,1622                     |
|              | COP-1, COP-3            | 1,1151 | 0,3923                   | 10            | 0,3243                     |

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

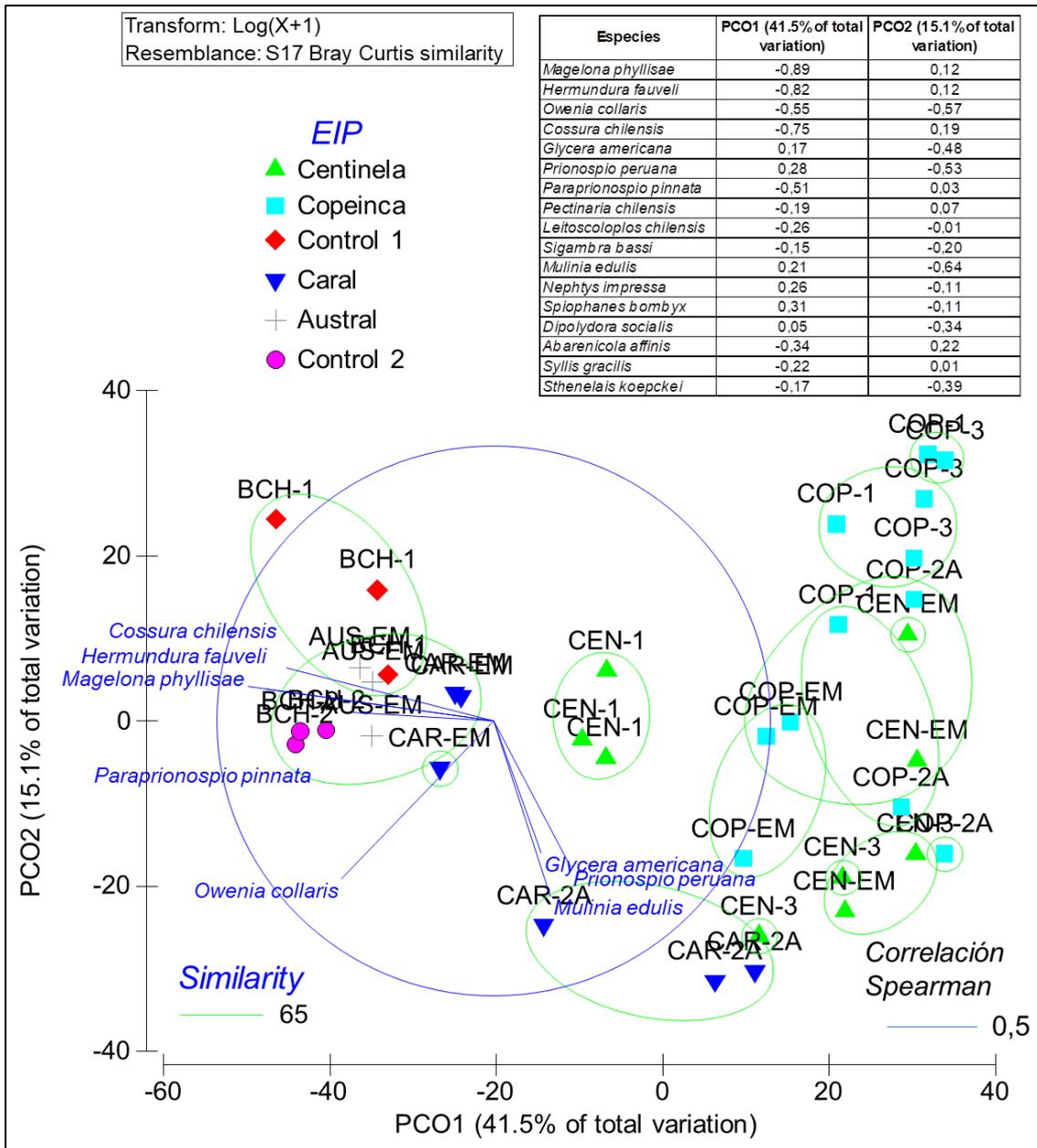
| Test pareado          | Agrupamientos (niveles) | t      | p Valor (test Permanova) | Permutaciones | p Valor (test Monte Carlo) |
|-----------------------|-------------------------|--------|--------------------------|---------------|----------------------------|
|                       | COP-1, COP-EM           | 1,4932 | 0,101                    | 10            | 0,1363                     |
|                       | COP-3, COP-EM           | 2,2184 | 0,0991                   | 10            | <b>0,0218</b>              |
| Control 1             | CEN-1, BCH-1            | 3,8672 | 0,0975                   | 10            | <b>0,0035</b>              |
|                       | CEN-3, BCH-1            | 3,4093 | 0,0983                   | 10            | <b>0,0054</b>              |
|                       | CEN-EM, BCH-1           | 2,8461 | 0,1071                   | 10            | <b>0,0105</b>              |
|                       | COP-2A, BCH-1           | 3,5087 | 0,1024                   | 10            | <b>0,0058</b>              |
|                       | COP-1, BCH-1            | 3,3799 | 0,1012                   | 10            | <b>0,0078</b>              |
|                       | COP-3, BCH-1            | 4,7353 | 0,0989                   | 10            | <b>0,0019</b>              |
|                       | COP-EM, BCH-1           | 3,5172 | 0,1012                   | 10            | <b>0,0077</b>              |
| Caral                 | CAR-2A, CAR-EM          | 2,4975 | 0,1015                   | 10            | <b>0,018</b>               |
| Control 2             | CAR-2A, BCH-2           | 5,0161 | 0,0994                   | 10            | <b>0,002</b>               |
|                       | CAR-EM, BCH-2           | 2,5528 | 0,106                    | 10            | <b>0,0205</b>              |
|                       | BCH-2, AUS-EM           | 1,8404 | 0,0986                   | 10            | 0,0624                     |
| Control 1 y Control 2 | BCH-1, BCH-2            | 3,731  | 0,1007                   | 10            | <b>0,0036</b>              |

- **Análisis de coordenadas principales**

En la Figura 6.30 el análisis de coordenadas principales identificó una relación directa entre el primer componente (PCO1) y las especies *Glycera americana* ( $z=0,17$ ), *Prionospio peruana* ( $z=0,28$ ) y *Mulinia edulis* ( $z=0,21$ ), asociadas principalmente a puntos ubicados en el estrato somero (<12 m de profundidad), y que corresponden a los EIP Centinela y Copeinca. Por otro lado, *Magelona phyllisae* ( $z=-0,83$ ), *Hermundura fauvelii* ( $z=-0,82$ ) y *Owenia collaris* ( $z=-0,55$ ), presentaron una relación inversa, describiendo una alta asociación con los puntos de las EIP Caral y Austral, ubicadas a mayor profundidad (18-20 m).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.30.** Análisis de coordenadas principales (PCO) para el ensamble de macrobentos en relación a los puntos del ambiente submareal (zona 2), en el ámbito de la bahía de Chancay. Se sobreponen las especies que se relacionan con los niveles mediante un vector mayor a 0,5 para la correlación de Spearman

• **Calidad ecológica (índice AMBI)**

Para la determinación de la calidad ecológica de la comunidad del macrobentos en los puntos de muestreo evaluados en la bahía de Chancay, se calculó el índice AZTI *Marine Biotic Index* (en adelante, AMBI).

De las 30 especies registradas en las muestras colectadas de la bahía de Coishco, de las cuales 9 especies no se encontraban incluidas en la base de datos de la lista de especies del índice, por lo tanto, se realizó la asignación a uno de los grupos ecológicos de acuerdo

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

al conocimiento de las características ecológicas y realizando la equivalencia con otras especies existentes previamente en la base de datos (Tabla 6.18).

**Tabla 6.18.** Especies asignadas a un grupo ecológico usando la equivalencia con especies existentes en la base de datos del índice AMBI

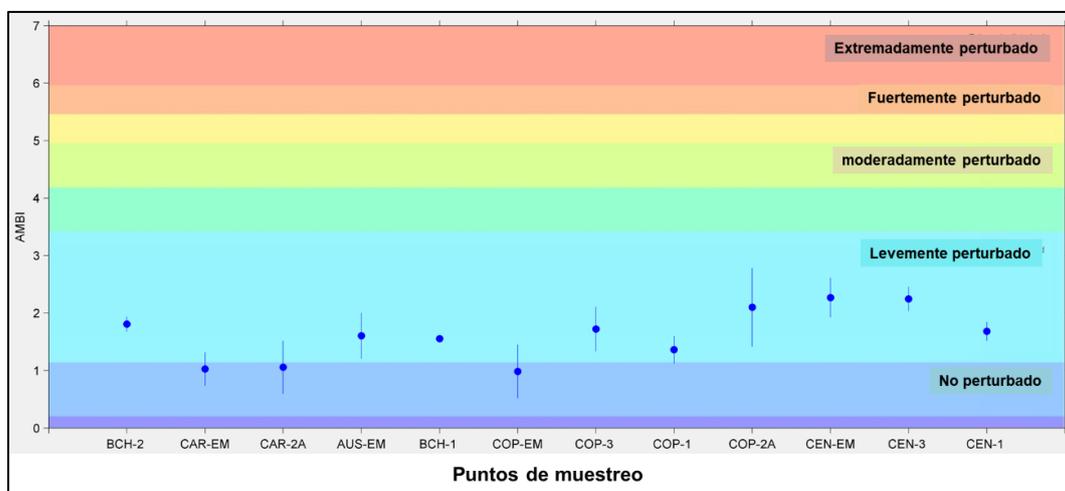
| Especie                   | Grupo ecológico (GE) asignado | Especies de equivalencia |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <i>Sthenelais koepcke</i> | GEII                          | <i>Sthenelais sp.</i>    |
| Lasaeidae                 | GEII                          | <i>Lasaea sp.</i>        |
| <i>Agripoma catharium</i> | GEI                           | <i>Pitar sp.</i>         |
| <i>Nemertea 3</i>         | GEII                          | NEMERTEA                 |
| Megalurotidae             | GEI                           | <i>Megaluropus sp.</i>   |
| <i>Pagurus villosus</i>   | GEII                          | <i>Pagurus sp.</i>       |

En la Tabla 6.19 se reportan los resultados del AMBI y su clasificación por nivel de perturbación, en la bahía de Chancay.

**Tabla 6.19.** Clasificación del nivel de perturbación a través del índice AMBI

| Puntos de muestreo | Índice AMBI (promedio) | Nivel de perturbación |
|--------------------|------------------------|-----------------------|
| CEN-1              | 1,683                  | Levemente perturbado  |
| CEN-3              | 2,247                  | Levemente perturbado  |
| CEN-EM             | 2,272                  | Levemente perturbado  |
| COP-2A             | 2,101                  | Levemente perturbado  |
| COP-1              | 1,364                  | Levemente perturbado  |
| COP-3              | 1,722                  | Levemente perturbado  |
| COP-EM             | 0,986                  | No perturbado         |
| BCH-1              | 1,557                  | Levemente perturbado  |
| AUS-EM             | 1,606                  | Levemente perturbado  |
| CAR-2A             | 1,059                  | No perturbado         |
| CAR-EM             | 1,029                  | No perturbado         |
| BCH-2              | 1,81                   | Levemente perturbado  |

Según la Figura 6.31, el índice AMBI presentó valores desde 0,986 con un nivel de perturbación «no perturbado» en el punto COP-EM hasta 2,272 con un nivel de perturbación de «levemente perturbado» en el punto CEN-EM, aunque sus puntos control presentaron una condición «levemente perturbado».



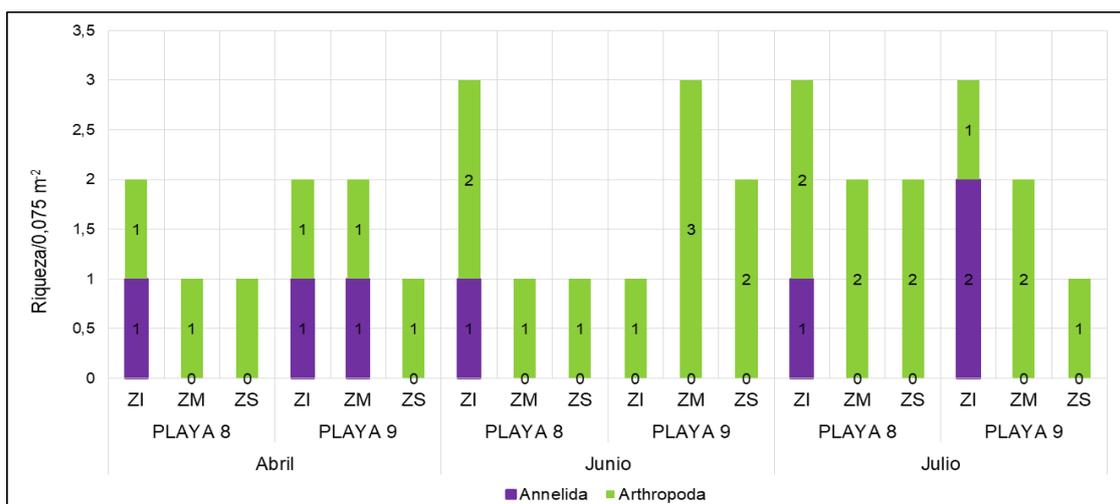
**Figura 6.31.** Distribución del promedio del índice AMBI en los puntos de muestreo de la bahía de Chancay.

### 6.4.1.3 Zona 3

#### a) Ambiente intermareal

En el ambiente intermareal, la comunidad de macrobentos estuvo conformada por un total de 7 especies considerando las evaluaciones de abril, junio y julio, distribuidas en 2 Phyla, donde Arthropoda estuvo compuesta por 4 especies (57,1 %), seguido de Annelida con 3 especies (42,9 %). En relación a las ejecuciones, en abril (primera ejecución) se registró 3 especies, en junio (segunda ejecución) 5 especies y julio (tercera ejecución) 5 especies; siendo Arthropoda, el phyla dominante para las evaluaciones de abril y junio. La lista de especies se presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.1: Resultados taxonómicos de la comunidad de macrobentos).

Los resultados de la riqueza de especies (número de especies) en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, para cada ejecución son presentados en la Figura 6.32, donde se muestra que en abril, la mayor riqueza de especies se presentó en la zona infralitoral (ZI) de la PLAYA 8 y PLAYA 9, ambas con 2 especies; en junio, se presentó en las zonas infralitoral (ZI) de la PLAYA 8, y mediolitoral (ZM) de la PLAYA 9, ambas con 3 especies; y en julio fue en la zona infralitoral (ZI) de la PLAYA 8 y PLAYA 9, con 3 especies en ambas zonas. Por otro lado, se registró *Emerita analoga*, como única especie en las zonas infralitoral y mediolitoral en abril, junio y julio, en PLAYA 8 y PLAYA 9.



**Figura 6.32.** Número de especies por phylum de la comunidad del macrobentos en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 2 (al norte de Chancay)

Respecto a la densidad, la Figura 6.33 presenta los valores obtenidos de este parámetro para los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9, en las evaluaciones de abril, junio y julio. Se destaca que la zona infralitoral (ZI) en abril, los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, registraron la mayor abundancia con 490 ind/0,075 m<sup>2</sup> y 243 ind/0,075 m<sup>2</sup>, respectivamente. Aunque, para las ejecuciones de junio y julio se observó una reducción en la densidad, la zona supralitoral (ZS) de los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, registró los mayores valores.

En general, para la zona 3 se determinó la dominancia del phyla Arthropoda, estando presente en todas las zonas (supralitoral, mediolitoral e infralitoral) de los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9, de las evaluaciones de abril, junio y julio. Asimismo, se registró que *E. analoga* fue la especie más abundante con 303 ind/0,075 m<sup>2</sup> en abril, y seguido de la especie *Excirolana braziliensis* con 88 ind/0,075 m<sup>2</sup> en junio, y 176 ind/0,075 m<sup>2</sup> en julio, en ambos casos en PLAYA 9. La lista completa de las especies con sus respectivas abundancias se



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.1: Resultados taxonómicos de la comunidad de macrobentos).

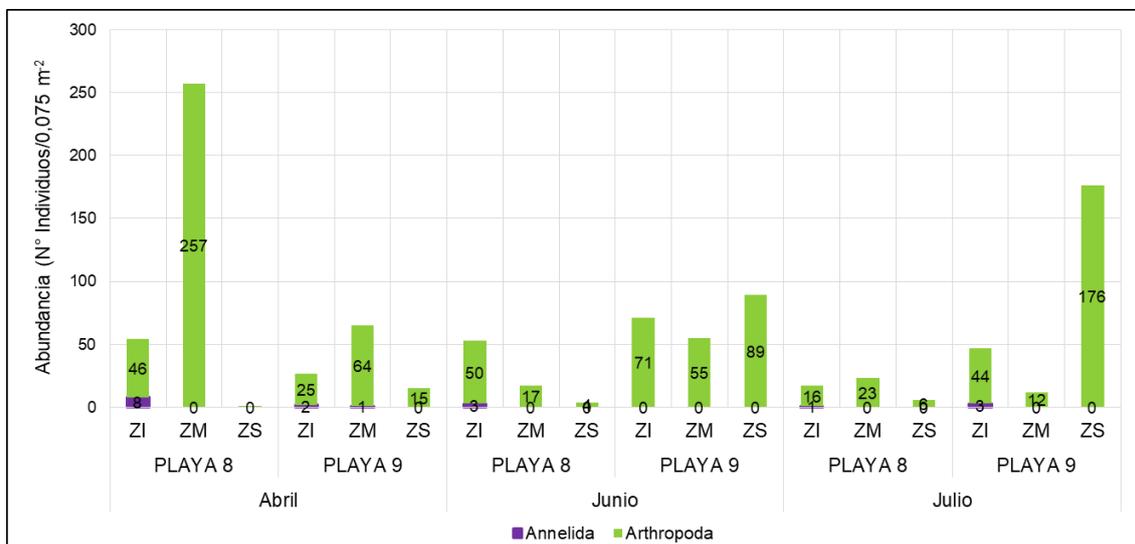


Figura 6.33. Abundancia por phylum de la comunidad de macrobentos en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, en las evaluaciones de Abril (primera ejecución), junio (segunda ejecución) y julio (tercera ejecución), en el ámbito de la zona 3 (al norte de Chancay)

Índices de diversidad alfa

En la Tabla 6.20 se presentan los valores calculados de los índices de diversidad verdadera N1 (número de Hill) y dominancia de Simpson (lambda) en todos los puntos de muestreo de la zona 3.

En la evaluación de abril, el índice de diversidad verdadera N1 (número de Hill) presentó los mayores valores en la zona infralitoral (ZI) de los puntos PLAYA 8 (1,521 especies efectivas) y PLAYA 9 (1,302 especies efectivas). En tanto, en julio se registró un incremento, principalmente en PLAYA 8, aunque con valores ligeramente menores en PLAYA 9.

Respecto al índice de dominancia de Simpson, describe en la evaluación de abril y junio una alta dominancia, con valores mayores a 0,7 para los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9, en todas las zonas (ZI, ZM y ZS), siendo E. analoga la especie dominante. Por el contrario, en la evaluación de julio, se registró un dominancia moderada, principalmente en la PLAYA 8.

Tabla 6.20. Índices de diversidad alfa de la comunidad de macrobentos en los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9, ubicadas en playa Chorrillos, en el ámbito del norte de Chancay

Table with 5 columns: Ejecución, Playa, Zonación, N1, Simpson (lambda). Rows include data for April and June across PLAYA 8 and PLAYA 9 in zones ZI, ZM, and ZS.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

| Ejecución | Playa   | Zonación | N1    | Simpson ( $\lambda$ ) |
|-----------|---------|----------|-------|-----------------------|
| Julio     | PLAYA 8 | ZI       | 1,783 | 0,6955                |
|           |         | ZM       | 1,849 | 0,5766                |
|           |         | ZS       | 1,89  | 0,5556                |
|           | PLAYA 9 | ZI       | 1,32  | 0,8787                |
|           |         | ZM       | 1,569 | 0,7222                |
|           |         | ZS       | 1     | 1                     |

Nota: Los índices se calcularon en base a la sumatorio de los 3 transectos de cada playa. ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral

- **Índices de diversidad beta**

Para el cálculo del índice de diversidad beta, el cual busca la comparación de comunidades a escala temporal y/o espacial se realizó el análisis de similitud. De acuerdo con los resultados obtenidos se obtuvo la formación de 3 grupos. El detalle de los puntos que integran cada uno de grupos formados y los porcentajes de similitud de estos se presentan en la Tabla 6.21.

**Tabla 6.21.** Grupos formados del análisis de similitud de Bray-Curtis de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 8 (P8) y PLAYA 9 (P9), ubicadas en playa Chorrillos, en el ámbito del norte de Chancay

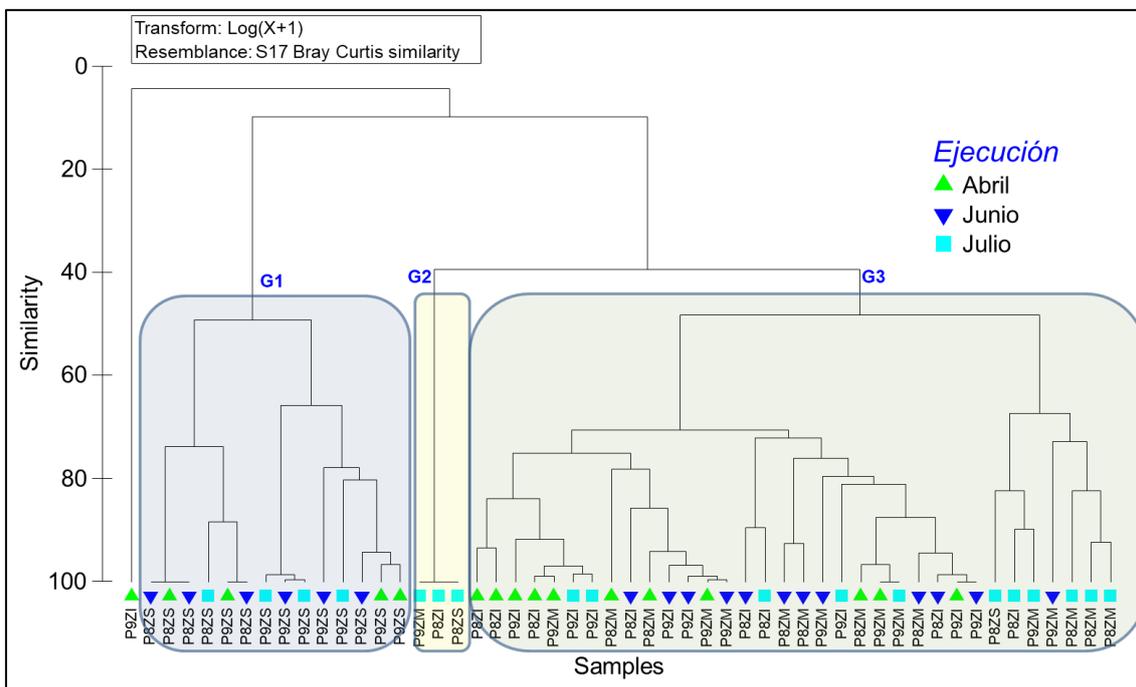
| Grupos formados     | Puntos de muestreo   | Similitud (%) |
|---------------------|--|---------------|
| <b>Grupo 1 (G1)</b> | P8ZS (junio), P9ZS (abril), P9ZS (junio), P9ZS (julio)   | 50            |
| <b>Grupo 2 (G2)</b> | P8ZS (julio)*, P8ZM (julio)*, P9ZM (julio)*  | 100           |
| <b>Grupo 3 (G3)</b> | P8ZM (abril), P9ZM (abril), P8ZM (junio), P9ZM (junio), P8ZM (julio), P9ZM (julio), P8ZI (abril), P9ZI (abril), P8ZI (junio), P9ZI (junio), P8ZI (julio), P9ZI (julio) | 50,1          |

(\*) Corresponden a una réplica

En la Figura 6.34 se muestra el dendrograma de similitud de la comunidad de macrobentos, donde los grupos formados se representan de colores distintos. El grupo 1 (G1) estuvo definido principalmente por la zona supralitoral (ZS) para PLAYA 8 y PLAYA 9, para todas las evaluaciones, con un 50 % de similaridad. Un comportamiento similar se registró en el grupo 3 (G3), agrupando las zonas infralitoral (ZI) y mediolitoral (ZM) de PLAYA 8 y PLAYA 9, registrando una similitud de 50 %. En cambio, el grupo 2 (G2) presentó un agrupamiento difuso.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



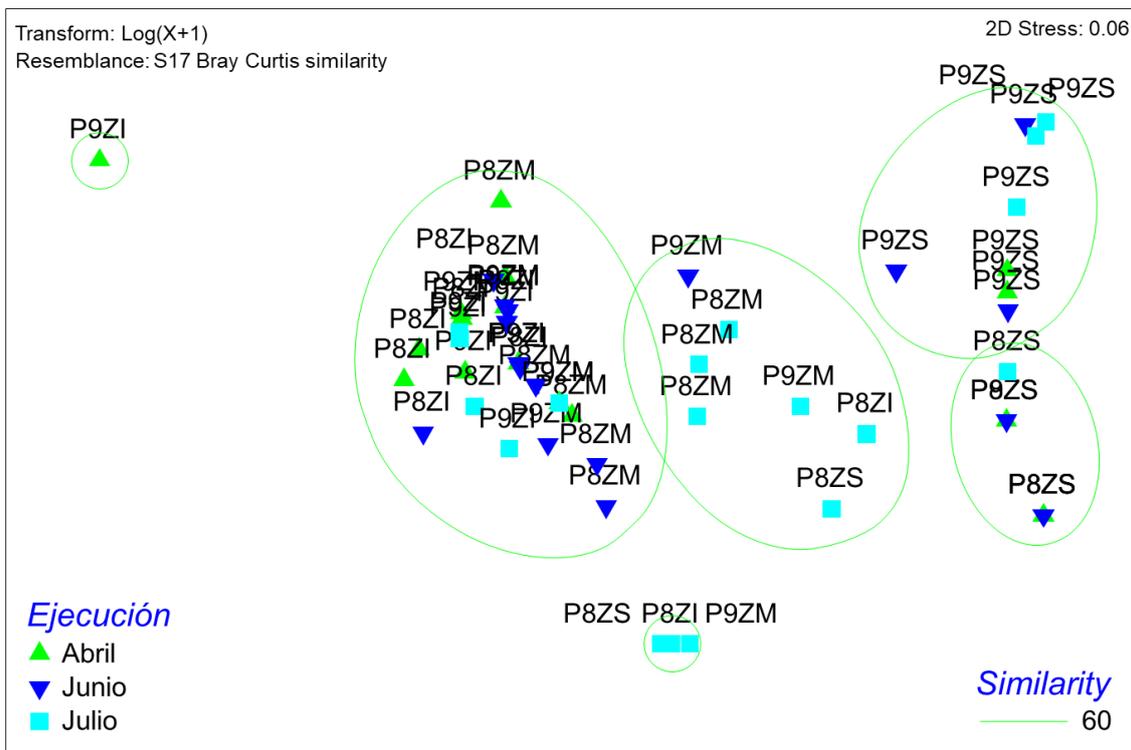
**Figura 6.34.** Dendrograma de similitud de la comunidad de macrobentos para los puntos PLAYA 8 (P8) y PLAYA 9 (P9), ubicados playa Chorrillos (zona 3), en el ámbito del norte de Chancay

• **Análisis multivariados**

Para evaluar las diferencias entre las zonas y playas evaluadas se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (MDS). Para ello, se empleó la similitud entre los puntos, el cual fue calculado mediante el índice de Bray Curtis. Lo descrito anteriormente, se puede observar en la Figura 6.35 donde se evidencia que los puntos de las zonas supralitoral (ZS) se diferencian claramente de los puntos de las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI), aunque no hay una segregación entre los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.35.** Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la comunidad de macrobentos de las zonas y playas evaluadas PLAYA 8 (P8) y PLAYA 9 (P9), ubicadas en la playa Chorrillos (zona 3), en el ámbito del norte de Chancay. Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral

En la Tabla 6.22, el análisis de PERMANOVA de 2 factores destacó interacciones altamente significativas tanto para el factor Ejecución ( $p-F=21,373$ ;  $p=0,0001$ ), evidenciando una segregación de la comunidad del macrobentos entre las evaluaciones de abril, junio y julio, y el factor Playa\_zonación ( $p-F=3,1612$ ;  $p=0,0001$ ), en donde se registró cambios entre la comunidad del macrobentos entre las zonas y los puntos muestreados (PLAYA 8 y PLAYA 9) en cada ejecución.

El análisis pareado de la interacción de los factores Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Playa\_zonación, evidenció que solo se registró diferencias significativas entre las comunidades de los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9 de la zona supralitoral en la evaluación de junio (Tabla 6.23). Por otro lado, la interacción de los factores Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Ejecución, evidenció diferencias significativas principalmente en la zona mediolitoral entre las evaluaciones de abril y julio; y junio y julio; en la PLAYA 8 (Tabla 6.24).

**Tabla 6.22.** Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para la comunidad del macrobentos, basado en la similitud de Bray Curtis (transformados Log (x+1))

| Fuente de variabilidad | d.f. | SS       | MS     | Pseudo-F | P(perm) |
|------------------------|------|----------|--------|----------|---------|
| Ejecución=Ej           | 5    | 73716    | 14743  | 21,373   | 0,0001  |
| Playa-Zonación=PIZn    | 2    | 4361,3   | 2180,7 | 3,1612   | 0,006   |
| EjxPIZn                | 10   | 16043    | 1604,3 | 2,3257   | 0,0023  |
| Res                    | 34   | 23454    | 689,82 |          |         |
| Total                  | 51   | 1,20E+05 |        |          |         |

\*: Existen diferencias significativas aun nivel de significancia  $p<0,001$



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

**Tabla 6.23.** Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para la comunidad del macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Playa\_zonación

| Test pareado | Agrupamientos (niveles) | t       | p Valor (test Permanova) | Permutaciones | p Valor (test Monte Carlo) |
|--------------|-------------------------|---------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| Abril        | P8ZI, P9ZI              | 0,48105 | 0,7039                   | 10            | 0,6459                     |
|              | P8ZM, P9ZM              | 0,66719 | 0,6038                   | 10            | 0,6123                     |
|              | P8ZS, P9ZS              | 2,0111  | 0,2515                   | 4             | 0,1658                     |
| Junio        | P8ZI, P9ZI              | 0,91753 | 0,595                    | 10            | 0,4463                     |
|              | P8ZM, P9ZM              | 1,7078  | 0,1042                   | 10            | 0,1062                     |
|              | P8ZS, P9ZS              | 3,2121  | 0,0982                   | 7             | <b>0,0132</b>              |
| Julio        | P8ZI, P9ZI              | 1,6106  | 0,1968                   | 10            | 0,135                      |
|              | P8ZM, P9ZM              | 1,26    | 0,3038                   | 10            | 0,2767                     |
|              | P8ZS, P9ZS              | 2,3016  | 0,0949                   | 10            | 0,056                      |

**Tabla 6.24.** Análisis de PERMANOVA bajo el diseño de dos factores (Ejecución y Playa-Zonación) para la comunidad del macrobentos, basado en la similaridad de Bray Curtis (transformados Log (x+1)). Ejecución\*Playa\_zonación, en relación al factor Ejecución

| Test pareado | Agrupamientos (niveles) | t       | p Valor (test Permanova) | Permutaciones | p Valor (test Monte Carlo) |
|--------------|-------------------------|---------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| P8ZI         | Abril, Junio            | 2,1253  | 0,1016                   | 10            | 0,0507                     |
|              | Abril, Julio            | 1,9417  | 0,0966                   | 10            | 0,0762                     |
|              | Junio, Julio            | 1,6077  | 0,3044                   | 10            | 0,1415                     |
| P8ZM         | Abril, Junio            | 1,8631  | 0,2073                   | 10            | 0,1186                     |
|              | Abril, Julio            | 2,5374  | 0,1002                   | 10            | <b>0,0369</b>              |
|              | Junio, Julio            | 2,8843  | 0,1009                   | 10            | <b>0,0205</b>              |
| P8ZS         | Abril, Junio            | 0,5     | 1                        | 1             | 0,6684                     |
|              | Abril, Julio            | 0,92029 | 0,7472                   | 4             | 0,4341                     |
|              | Junio, Julio            | 1,7299  | 0,2966                   | 7             | 0,1646                     |
| P9ZI'        | Abril, Junio            | 1,5274  | 0,2007                   | 7             | 0,2017                     |
|              | Abril, Julio            | 0,73738 | 0,6928                   | 10            | 0,4903                     |
|              | Junio, Julio            | 1,0585  | 0,596                    | 10            | 0,3603                     |
| P9ZM         | Abril, Junio            | 1,1607  | 0,2992                   | 10            | 0,3056                     |
|              | Abril, Julio            | 1,7547  | 0,2078                   | 7             | 0,0934                     |
|              | Junio, Julio            | 1,4796  | 0,1076                   | 10            | 0,163                      |
| P9ZS         | Abril, Junio            | 1,3058  | 0,2976                   | 10            | 0,2473                     |
|              | Abril, Julio            | 3,1444  | 0,0993                   | 10            | <b>0,0244</b>              |
|              | Junio, Julio            | 1,145   | 0,2051                   | 10            | 0,3146                     |

- **Análisis de coordenadas principales**

En la Figura 6.36, el análisis de coordenadas principales identificó una relación directa entre el primer componente (PCO1) y la especie *Emerita analoga* ( $z=0,88$ ), asociadas principalmente a las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI) de los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9, en las evaluaciones de abril, junio y julio. Aunque en una baja correlación directa, se registró *Scolecopsis* sp. ( $z=0,27$ ). Por otro lado, *Excirolana braziliensis* ( $z=-0,83$ ), presentó una relación inversa, describiendo una alta asociación con la zona supralitoral (ZS) de PLAYA 8 y PLAYA 9, en las evaluaciones de abril, junio y julio.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

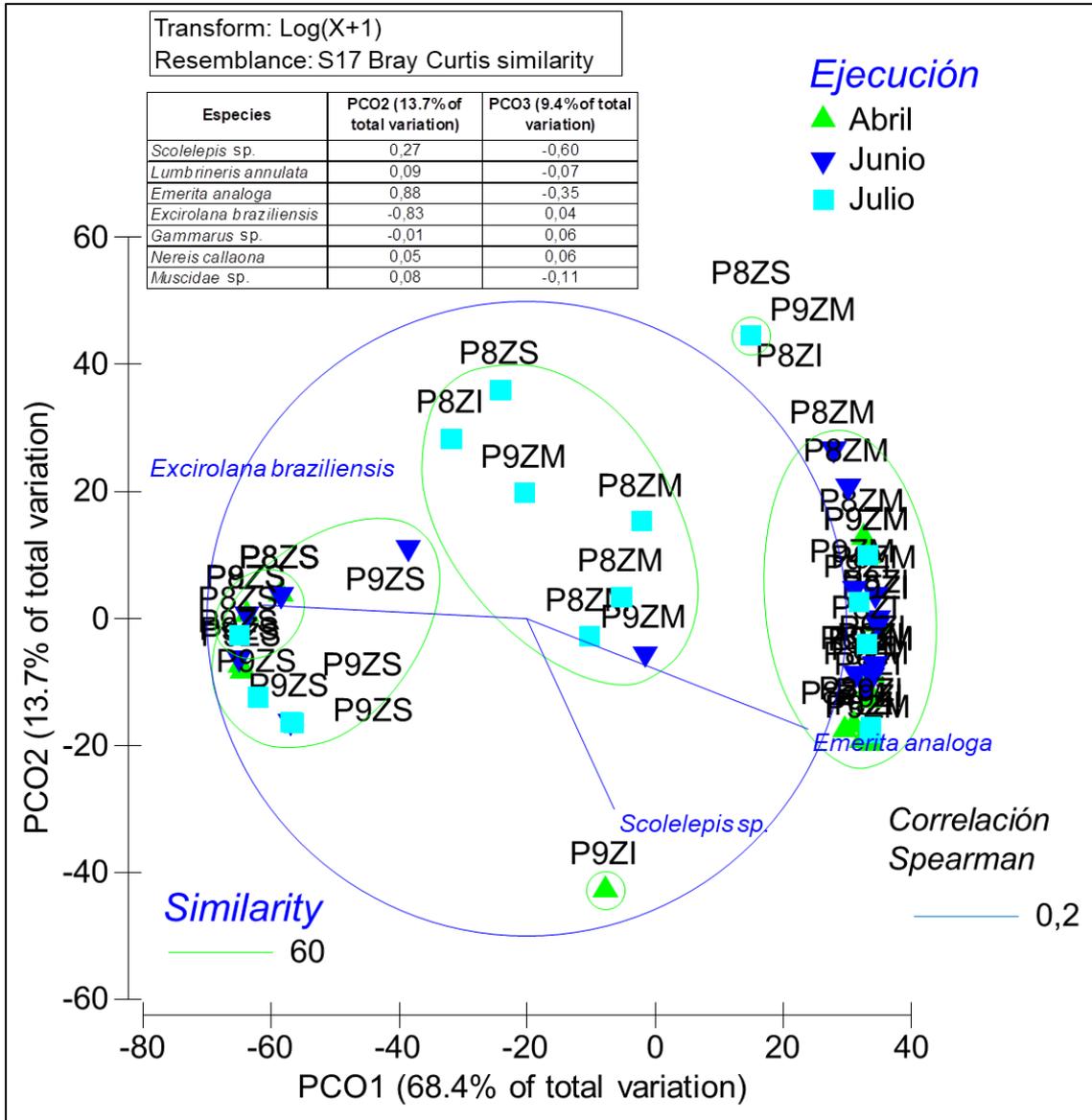


Figura 6.36. Análisis de coordenadas principales (PCO) para el ensamble de macrobentos en relación a la ejecución (Abril, Junio y Julio). Se sobreponen las especies que se relacionan con los niveles mediante un vector mayor a 0.2 para la correlación de Spearman. P8 (PLAYA 8) y P9 (PLAYA 9). Zonación ZI: zona infralitoral, ZM: zona mediolitoral, ZS: zona supralitoral

### 6.4.2 Estructura poblacional de *Emerita analoga* «muy muy»

#### 6.4.2.1 Zona 1:

##### a) Distribución de *Emerita analoga*

*E. analoga* se encontró distribuida en todos los niveles intermareales muestreados, pero con preferencia entre los 15 a 30 m del nivel intermareal. En PLAYA 1 de 96 a 124 ind/0,025 m<sup>2</sup> y en PLAYA 2 de 39 a 98 ind/0,025 m<sup>2</sup> en la evaluación de abril; en junio, en PLAYA 1 de 9 a 97 ind/0,025 m<sup>2</sup> y en PLAYA 2 de 2 a 95 ind/0,025 m<sup>2</sup>. Por el contrario, se evidenció una marcada reducción de la abundancia en la evaluación de julio, a lo largo del nivel intermareal, tanto en PLAYA 1 y PLAYA 2, registrando en 0 m de 0 y 2 ind/0,025 m<sup>2</sup> y



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

en 30 m de 0 y 3 ind/0,025 m<sup>2</sup> respectivamente (Figura 6.37). Este comportamiento se mantuvo con la distribución de la biomasa, en donde se observó un incremento en relación a un mayor nivel intermareal. Así, en abril se registró a 30 m el mayor valor en PLAYA 1 (120,931 g/0,025 m<sup>2</sup>) y 25 m en PLAYA 2 (123,7247 g/0,025 m<sup>2</sup>). Si bien en junio se observó una leve reducción a lo largo del nivel intermareal, como a 30 m en PLAYA 1 (89,8525 g/0,025 m<sup>2</sup>) y 35 m en PLAYA 2 (95,5297g/0,025 m<sup>2</sup>); en la evaluación de julio esta reducción fue muy marcada, presentando valores a 25 m en PLAYA 1 (1,313g/0,025 m<sup>2</sup>) y 30 m en PLAYA 2 (1,477 g/0,025 m<sup>2</sup>) (Figura 6.38). El registro biométrico se presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.2 Resultados de la estructura poblacional de *Emerita analoga*).

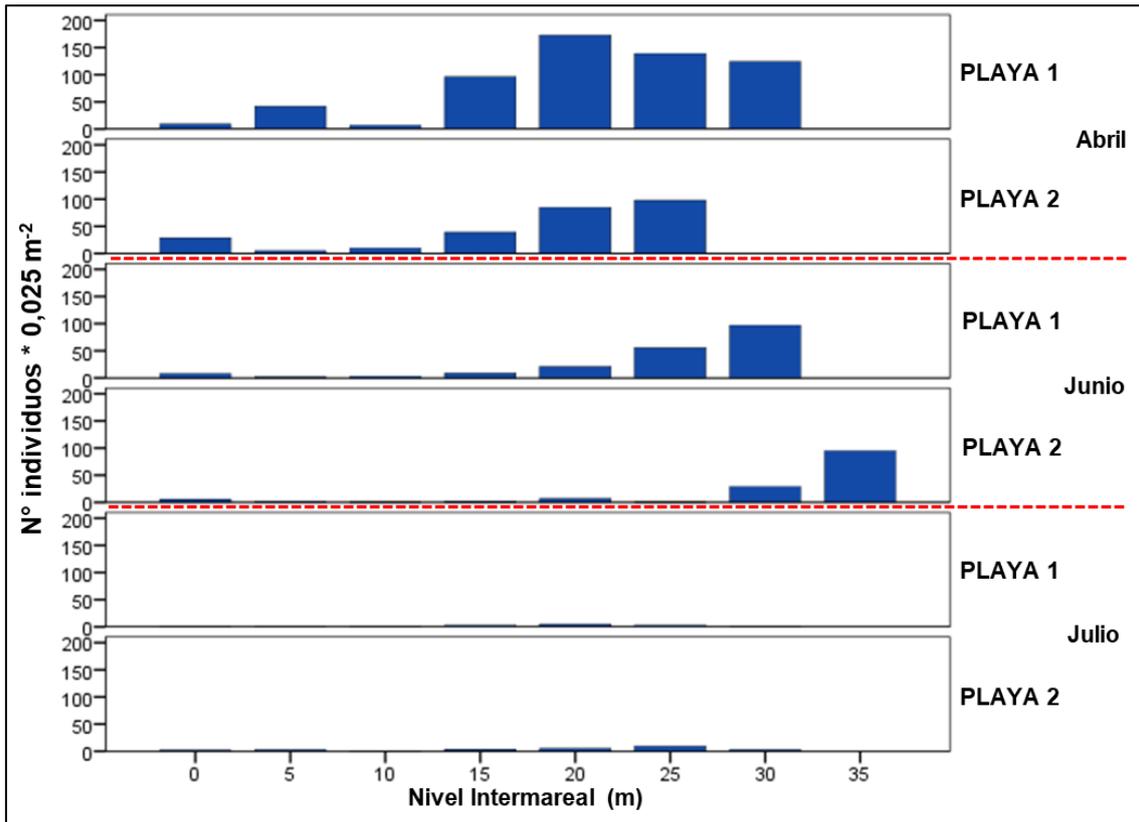


Figura 6.37. Distribución del N° de individuos de *E. analoga* en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

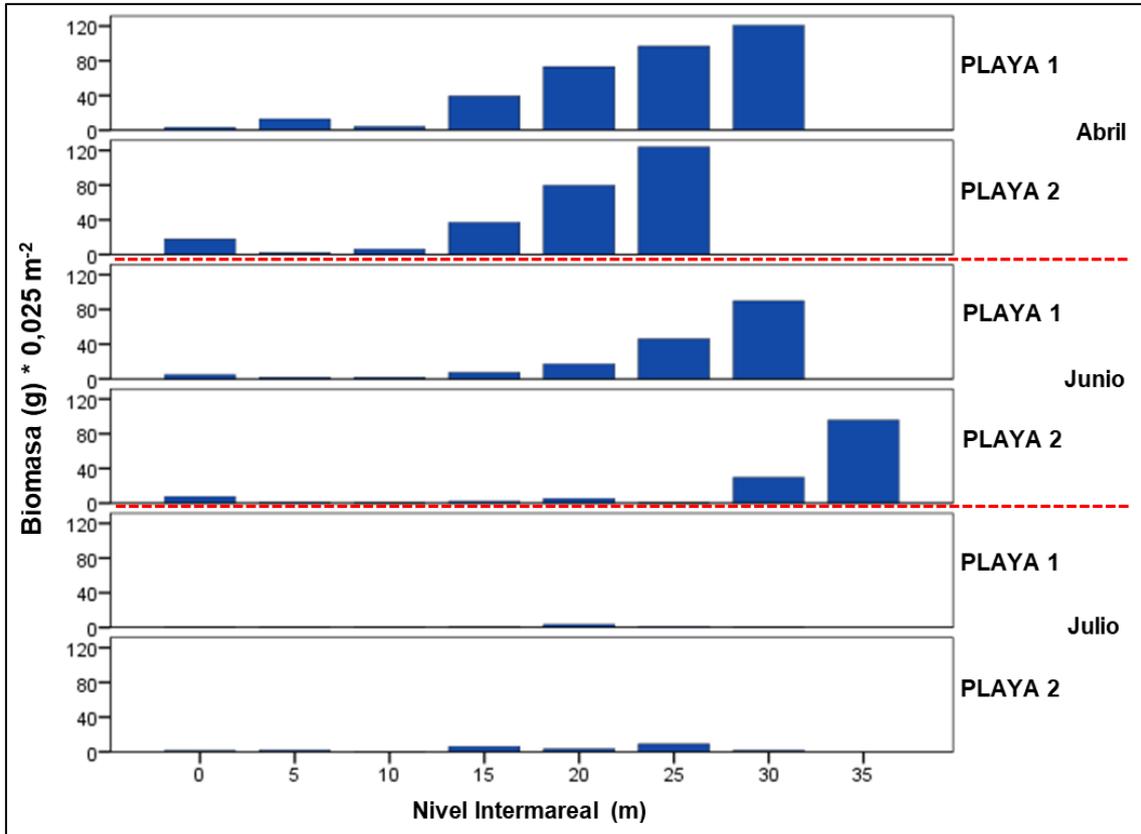
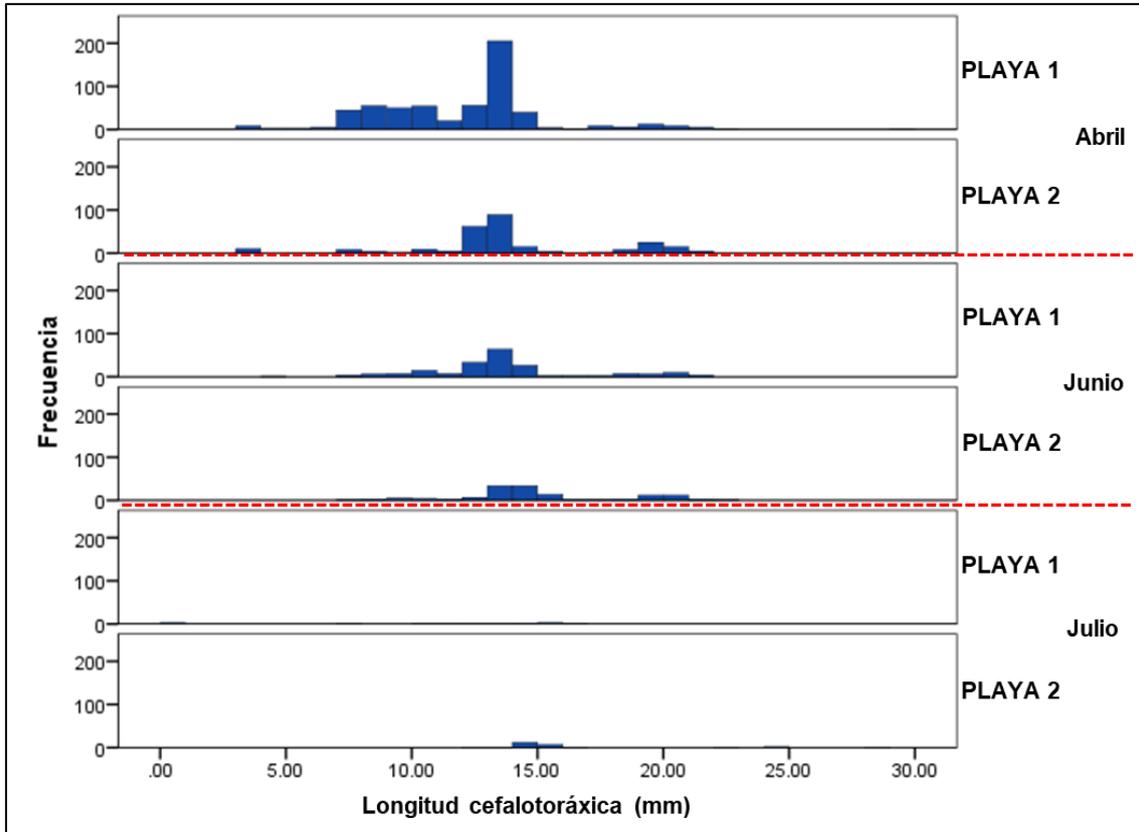


Figura 6.38. Distribución batimétrica de la biomasa (g) de *E. analoga* en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1

**b) Frecuencia de tallas**

Los histogramas del total de individuos de *E. analoga* en PLAYA 1 y PLAYA 2 muestran diferencias en la estructura de tallas para la evaluación de abril, registrando una longitud cefalotorácica promedio de 11,85 mm y 13,59 mm, respectivamente. Para junio, aun observándose una reducción en la abundancia, se registró un incremento en las tallas, siendo de 13,41 mm y 14,83 mm; y en julio se registró el mismo patrón con registro de 13,3 mm y 16,12 mm, en PLAYA 1 y PLAYA 2, respectivamente (Figura 6.39).

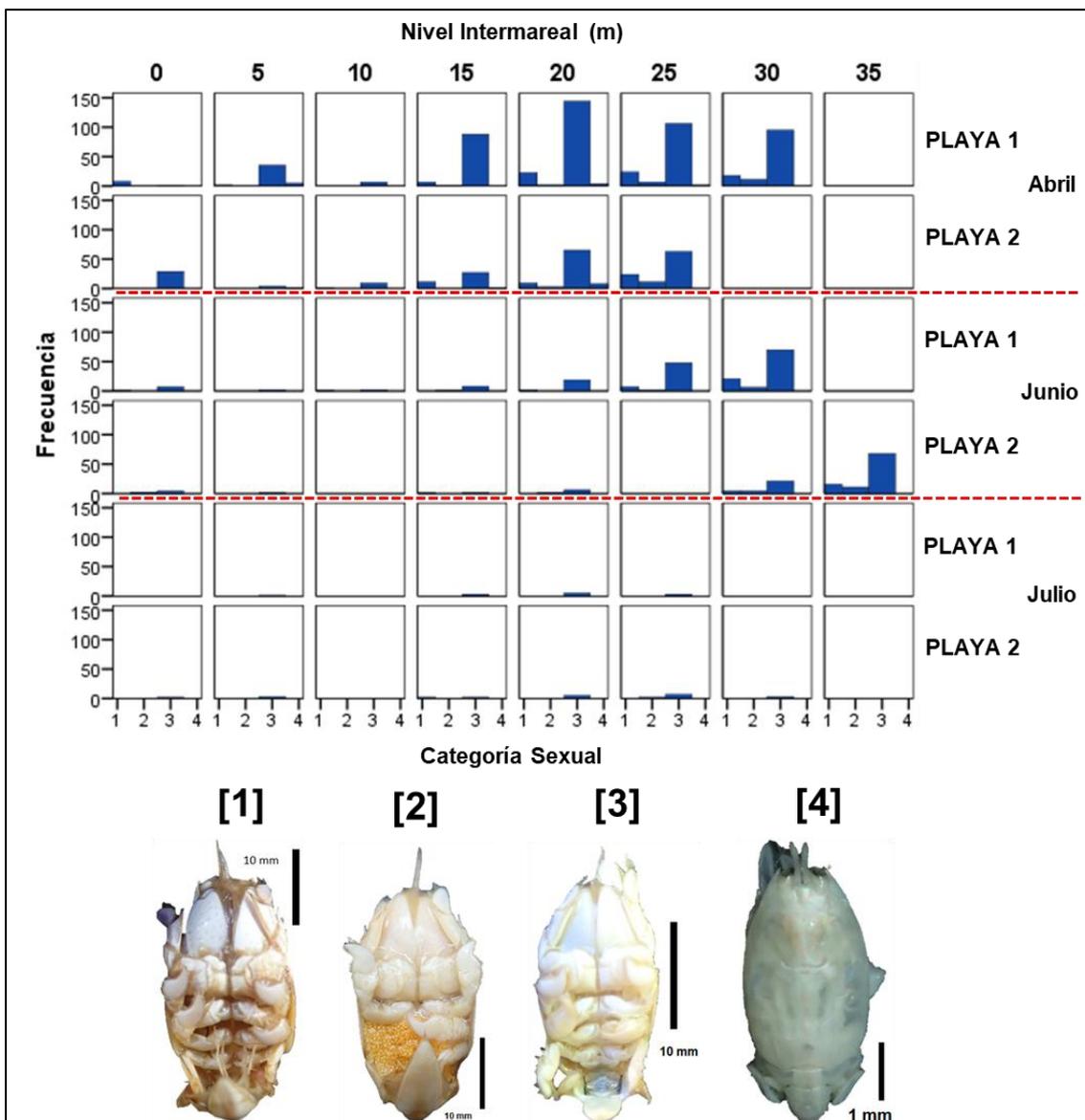
Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.39.** Frecuencia de tallas de *E. analoga* en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1

### c) Proporción y frecuencia de hembras, machos y juveniles

En la Figura 6.40 se muestra la proporción de juveniles (reclutas), machos, hembras y hembras ovígeras de *E. analoga*. Se destaca que en abril, gran parte del nivel intermareal (5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m y 30 m) se registró una mayor proporción de machos, con 144 ind/0,025 m<sup>2</sup> (20 m) y 106 ind/0,025 m<sup>2</sup> (25 m) siendo los más altos valores en PLAYA 1; este patrón fue similar en PLAYA 2, con valores de 65 ind/0,025 m<sup>2</sup> (20 m) y 63 ind/0,025 m<sup>2</sup> (25 m). Asimismo, para la evaluación de junio, PLAYA 1 presentó características semejantes resultados a los antes descritas. Sin embargo, en PLAYA 2 solo en el nivel 25 m se registró 21 ind/0,025 m<sup>2</sup>. Posteriormente, en la evaluación de julio, mostró una marcada reducción de la abundancia, registrándose solo machos en PLAYA 1; y 2 ind/0,025 m<sup>2</sup> de hembras y hembras ovígeras, en ambos puntos (PLAYA 1 y PLAYA 2).

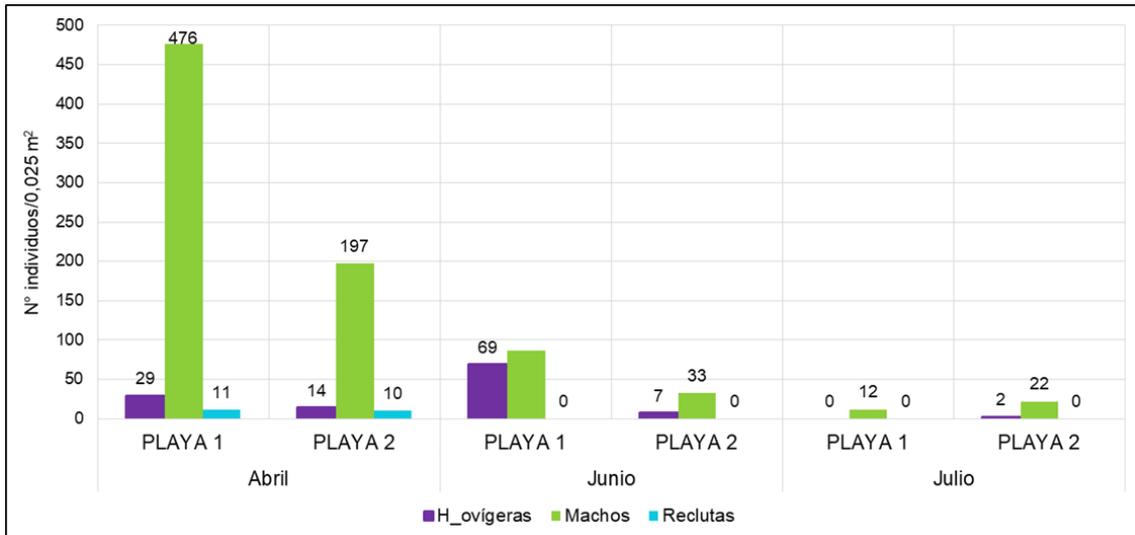
Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

**Figura 6.40.** Proporción de las categorías sexuales, en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1.

[1] Hembras, [2] Hembras ovígeras, [3] Machos y [4] Juveniles

En la Figura 6.41 se describe el comportamiento de la proporción de machos, hembras ovígeras y juveniles (reclutas) para la zona 1, en donde la categoría machos presentó el mayor predominio en PLAYA 1 y PLAYA 2, para todas la evaluaciones. Aunque, en la evaluación de juliok en PLAYA 2 presenta un leve incremento de la proporción de machos y hembras ovígeras. La presencia de juveniles (reclutas) solo se registró en la evaluación de abril; desapareciendo para las evaluaciones de junio y julio.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.41.** Proporción de hembras ovígeras, machos y reclutas, en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1

#### 6.4.2.2 Zona 2:

##### a) Distribución de *Emerita analoga*

*E. analoga* se encontró distribuida en todos los niveles intermareales muestreados, principalmente en abril y junio; pero con preferencia entre los 15 a 30 m del nivel intermareal en julio. Para abril, en PLAYA 3 el nivel de 0 m registró el valor más alto (363 ind/0,025 m<sup>2</sup>), y con bajos valores en los niveles de 25 m (35 ind/0,025 m<sup>2</sup>) y 30 m (23 ind/0,025 m<sup>2</sup>). En tanto, en PLAYA 4 y PLAYA 5, registraron valores <21 ind/0,025 m<sup>2</sup> a lo largo del intermareal (0 – 30 m); con excepción del nivel de 0 m en PLAYA 5 que registró 80 ind/0,025 m<sup>2</sup>. Por otro lado, en PLAYA 6 se mostró características semejantes a la PLAYA 3, aunque con una mayor abundancia en los niveles de 25 m y 30 m (> 45 ind/0,025 m<sup>2</sup>).

En relación a junio, no se observó una distribución heterogénea de la abundancia de *E. analoga*, y se registró que los niveles de 15 m, 20 m, 25 m y 30 m presentaron la mayor abundancia en PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, cuyos valores estuvieron entre 1 a 87 ind/0,025 m<sup>2</sup>. Sin embargo, en julio se registró una reducción de la abundancia evidente en PLAYA 3 y PLAYA 4, con valores entre 0 a 33 ind/0,025 m<sup>2</sup>; aunque, con un leve incremento en PLAYA 5 y PLAYA 6 entre 0 a 65 ind/0,025 m<sup>2</sup>, principalmente para los niveles 20 m, 25 m y 30 m (Figura 6.42).

En relación a la biomasa, se mantuvo el comportamiento descrito en la zona 1, en donde se observó un incremento en relación a un mayor nivel intermareal. Así, para abril en el nivel 25 m presentó la mayor biomasa, en PLAYA 4 (23,02 g/0,025 m<sup>2</sup>), PLAYA 5 (17,58 g/0,025 m<sup>2</sup>) y PLAYA 6 (62,77 g/0,025 m<sup>2</sup>); a diferencia de PLAYA 3, que presentó una distribución más homogénea, cuyos valores estuvieron entre 6 a 46 g/0,025 m<sup>2</sup>. En junio, en PLAYA 3 y PLAYA 6, en los niveles de 15 m, 20 m y 25 m del intermareal, se registró la mayor biomasa, la cual varió de 18,13 a 30,16 g/0,025 m<sup>2</sup>; en cambio, en PLAYA 4 y PLAYA 5 se presentó una ligera disminución, con valores menores a 16,13 y 18,43 g/0,025 m<sup>2</sup> para todo el intermareal, respectivamente.

Este último resultado se refuerza con lo registrado en la evaluación de julio, en donde la biomasa presentó valores por debajo de 16,41 g/0,025 m<sup>2</sup> (PLAYA 3), 4,46 g/0,025 m<sup>2</sup>



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

(PLAYA 4), 29,51 g/0,025 m<sup>2</sup> (PLAYA 5) y 22,68 g/0,025 m<sup>2</sup> (PLAYA 6) (Figura 6.43). El registro biométrico se presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.2 Resultados de la estructura poblacional de Emerita analoga).

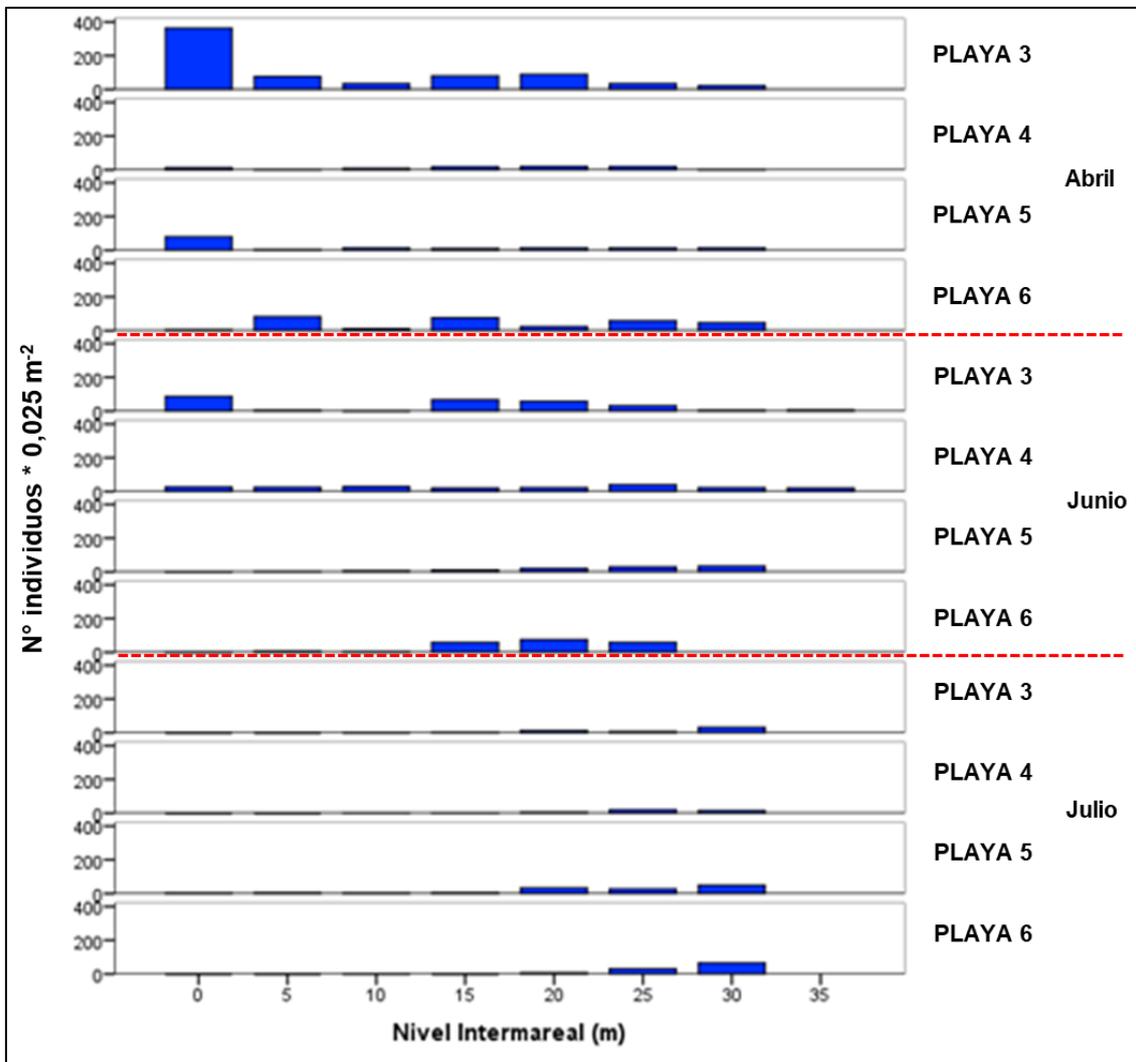
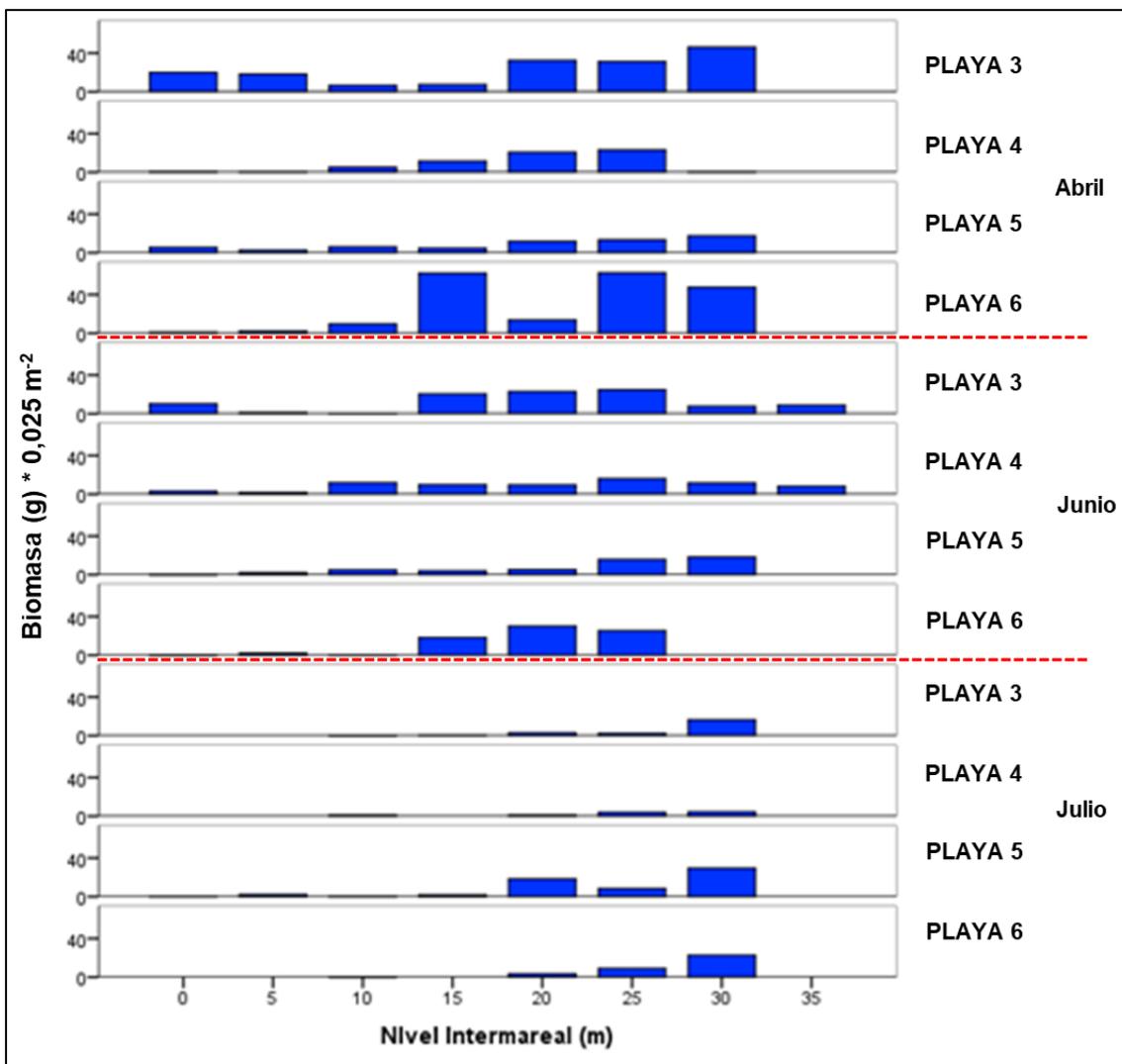


Figura 6.42. Distribución batimétrica del N° de individuos de *E. analoga* en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 2

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



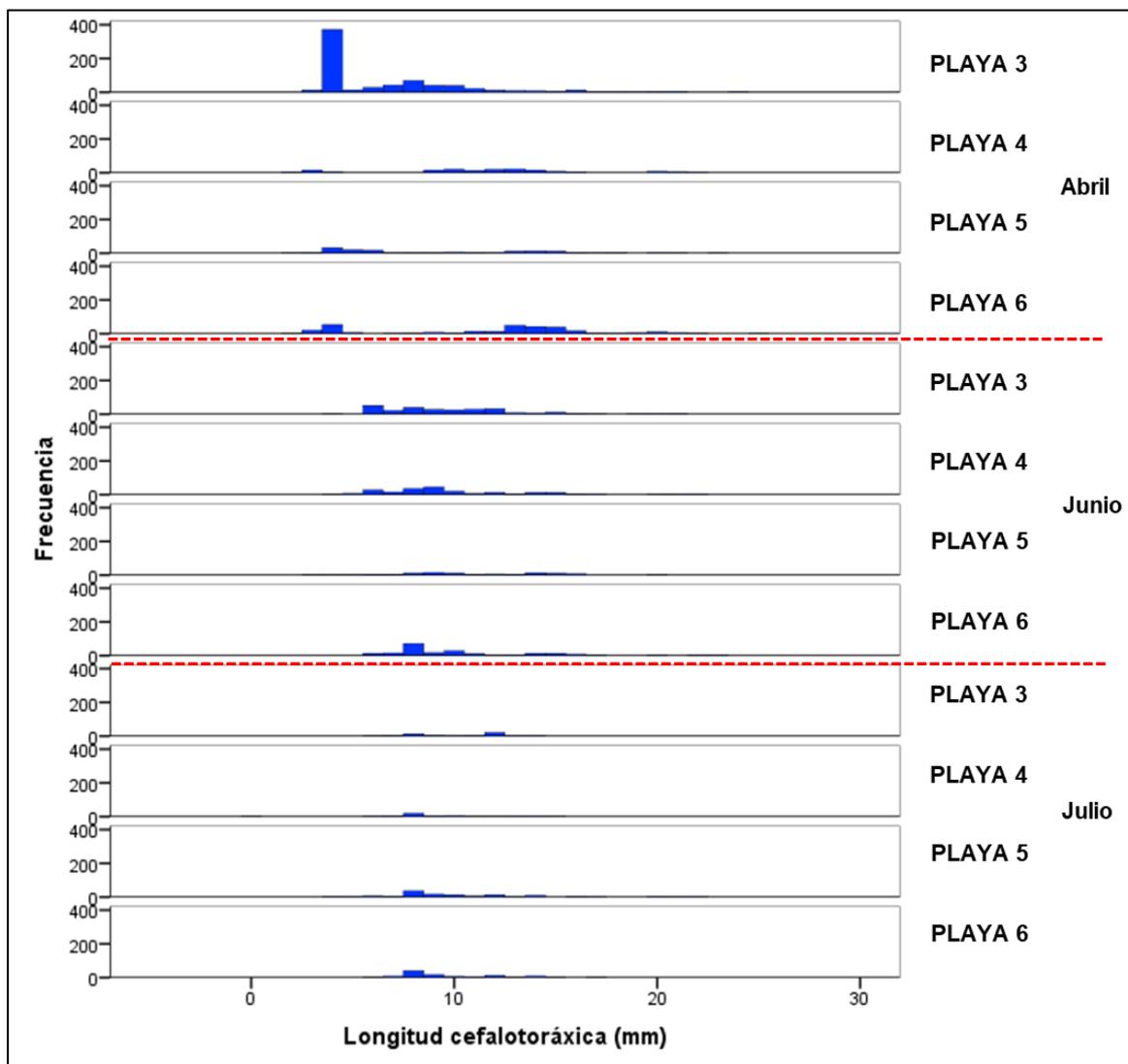
**Figura 6.43.** Distribución batimétrica de la biomasa (g) de *E. analoga* en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 2

## b) Frecuencia de tallas

Los histogramas del total de individuos de *E. analoga* evidenció que, en abril, PLAYA 3 registró 2 grupos, 1 conformado por individuos con una longitud cefalotorácica (LC) < 4 mm (reclutas) y el otro con un rango de 8 – 10 mm, que presentaron altas abundancias, principalmente los reclutas (con tallas < 4 mm). Adicionalmente, también se registró un grupo con tallas de 21 mm. En tanto, en PLAYA 5 y PLAYA 6, se mantuvo la presencia de juveniles (LC < 4mm) y tallas de 9 mm, aunque con una menor abundancia; pero con un incremento en la abundancia de tallas de 12 – 15 mm, incluso en PLAYA 4. En este último punto, tallas <4 mm registraron muy bajas abundancias (<15 ind/0,025 m<sup>2</sup>). En junio, para todos los puntos evaluados se registró un solo grupo, conformado por tallas de 6 – 12 mm, con una mayor abundancia de individuos. En donde, posiblemente serían los juveniles (< 4mm) descritos en abril, o los que se hubieron podido asentar en mayo (no se monitoreó). Un escenario diferente se identificó en julio, en donde para PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6 se registró un solo grupo, conformado por tallas de 6 – 9 mm; y siendo inexistente la presencia de juveniles (< 4mm). Adicionalmente, tallas de 12 – 16 mm presentaron

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

abundancia  $<15$  ind/ $0,025$  m<sup>2</sup>, lo cual podría tener relación con el grupo descrito en junio (Figura 6.44).



**Figura 6.44.** Frecuencia de tallas de *E. analoga* en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 2

### c) Proporción y frecuencia de hembras, machos y juveniles

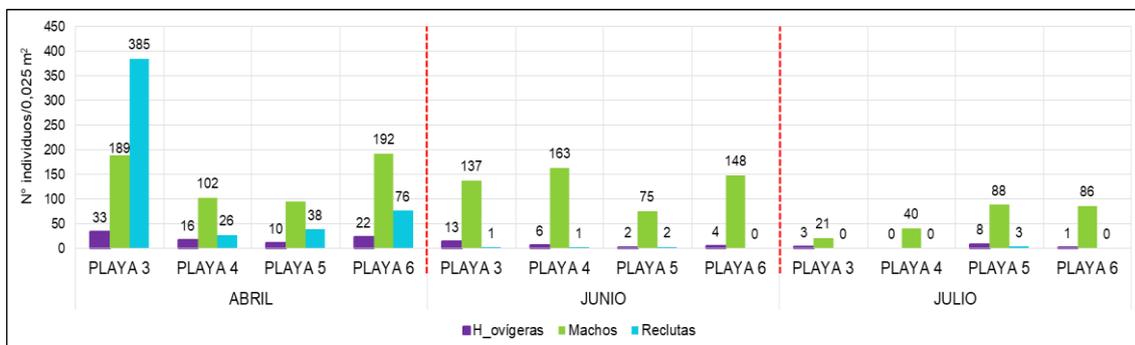
En la 6.45 se muestra la proporción de juveniles (reclutas), machos, hembras y hembras ovígeras de *E. analoga*. En abril, gran parte del nivel intermareal (5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m y 30 m) se registró una proporción de machos con 44 ind/ $0,025$  m<sup>2</sup> (5 m) y de hembras con 31 ind/ $0,025$  m<sup>2</sup> (5 m) siendo los más altos valores en PLAYA 3; adicionalmente, se registró un elevada abundancia de juveniles con 335 ind/ $0,025$  m<sup>2</sup> (0 m). Aunque en PLAYA 4 y PLAYA 5, la abundancia disminuyó para todas las categorías, solo los machos estuvieron presentes a lo largo del nivel intermareal, variando entre 2 a 32 ind/ $0,025$  m<sup>2</sup> (30 m y 20 m) y 4 a 42 ind/ $0,025$  m<sup>2</sup> (5 m y 0 m), respectivamente.

En PLAYA 6, se registró un incremento en la abundancia, favoreciendo a machos y hembras ovígeras; incluso a juveniles solo para los niveles de 0 m y 5m. En relación a junio, para todos los puntos evaluados (PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6) la



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

evaluaciones, con excepción de la PLAYA 3, en donde la proporción de juveniles fue más alta. Así, para cada una de las categorías, hembras ovígeras, machos y juveniles describen un descenso en sus abundancias en junio, y principalmente en julio.



**Figura 6.46.** Proporción de hembras ovígeras, machos y reclutas, en las playas PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 2

### 6.4.2.3 Zona 3

#### a) Distribución de *Emerita analoga*

*E. analoga* se encontró distribuida en todos los niveles intermareales muestreados. En abril, para PLAYA 8 varió de 14 a 65 ind/0,025 m<sup>2</sup>, en PLAYA 9 de 4 a 51 ind/0,025 m<sup>2</sup>, y en junio para PLAYA 8 varió de 2 a 28 ind/0,025 m<sup>2</sup> y PLAYA 9 de 2 a 47 ind/0,025 m<sup>2</sup>, lo cual evidenció una ligera disminución en la abundancia. Aunque en julio, los valores fueron < 20 ind/0,025 m<sup>2</sup> tanto en PLAYA 8 como en PLAYA 9 (Figura 6.47).

La distribución de la biomasa registró un descenso de los valores en julio, en comparación a abril y junio. Así, en abril a 25 m se registró el mayor valor en PLAYA 1 (32,11g/0,025 m<sup>2</sup>) y a 20 m en PLAYA 2 (44,53 g/0,025 m<sup>2</sup>); y en junio, los valores presentaron un incremento en PLAYA 9, principalmente para los niveles de 15 m, 20 m, 25 m, 30 m y 35 m, este último con el mayor valor (95,17 g/0,025 m<sup>2</sup>). En PLAYA 8, los valores estuvieron entre 0,18 g/0,025 m<sup>2</sup> (10 m) y 26,26 g/0,025 m<sup>2</sup> (35 m). Para julio, se registró el mismo patrón recurrente en la zona 1 y zona 2, presentando los más bajos valores, siendo en PLAYA 8 < 2,3 g/0,025 m<sup>2</sup> y PLAYA 9 < 18 g/0,025 m<sup>2</sup> (Figura 6.48). El registro biométrico se presenta en el Anexo 4 (Anexo 4.2 Resultados de la estructura poblacional de *Emerita analoga*).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

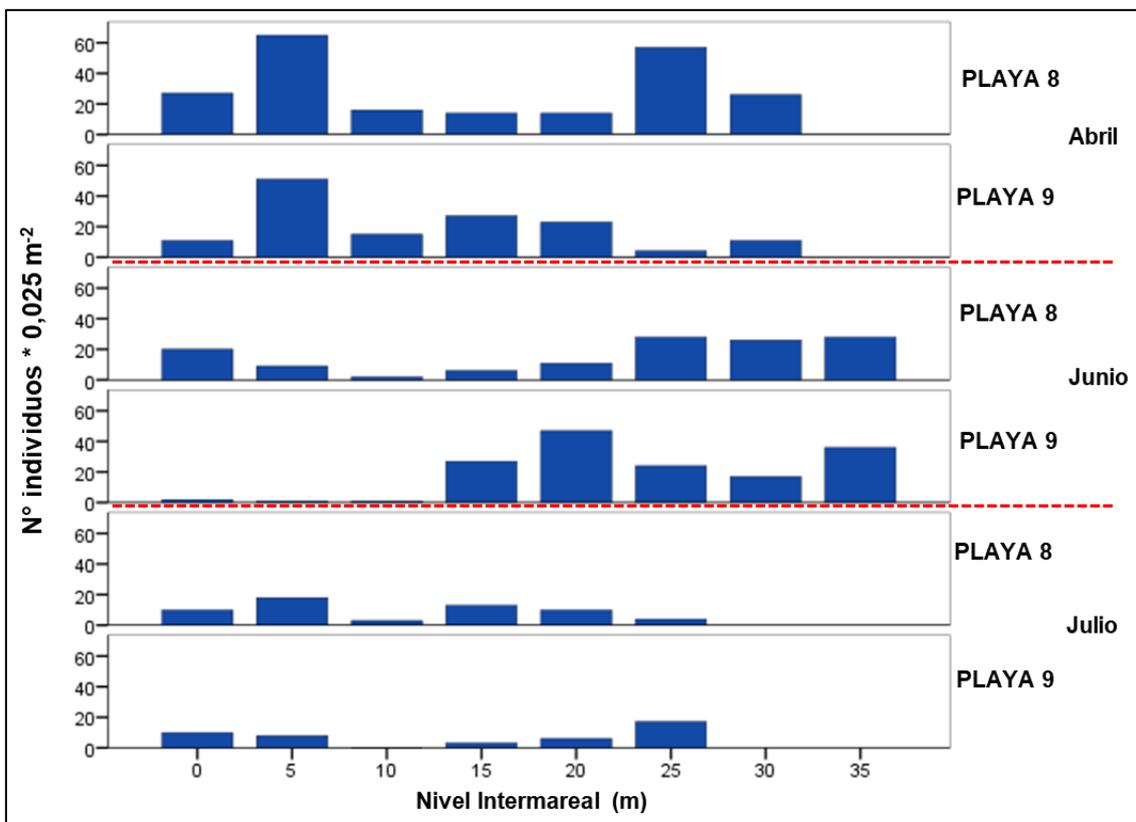


Figura 6.47. Distribución batimétrica del N° de individuos de *E. analoga* en las playas PLAYA 1 y PLAYA 2, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1

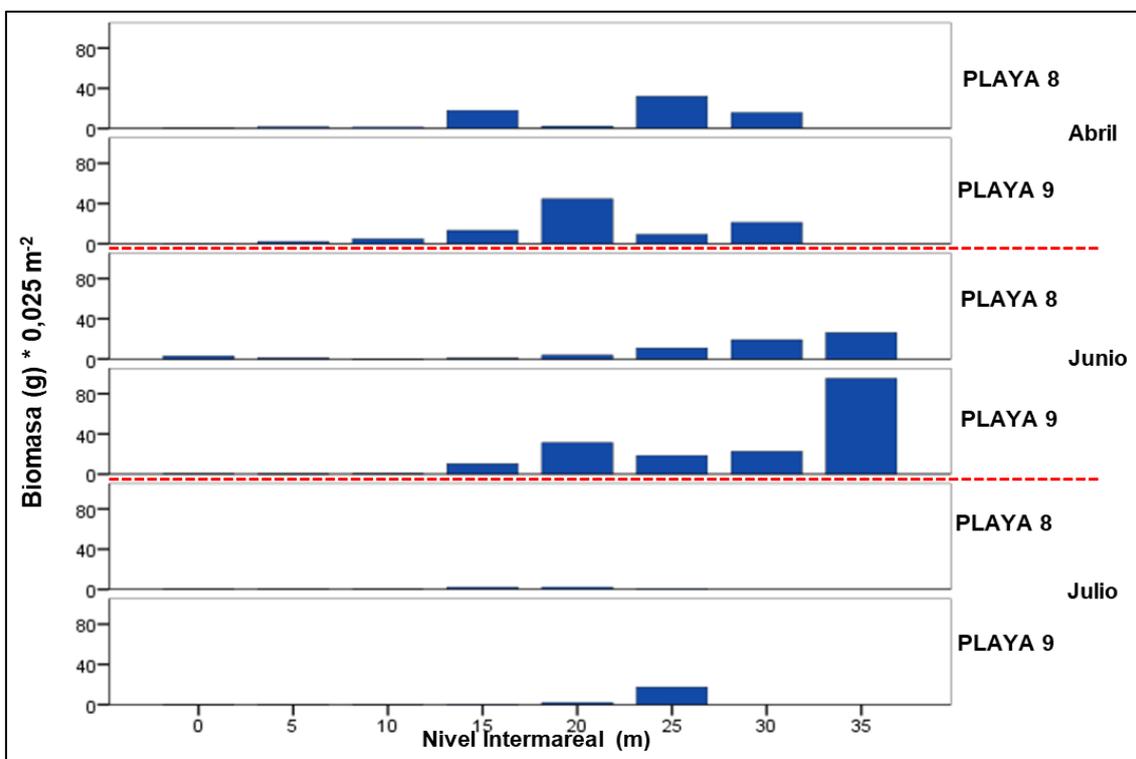
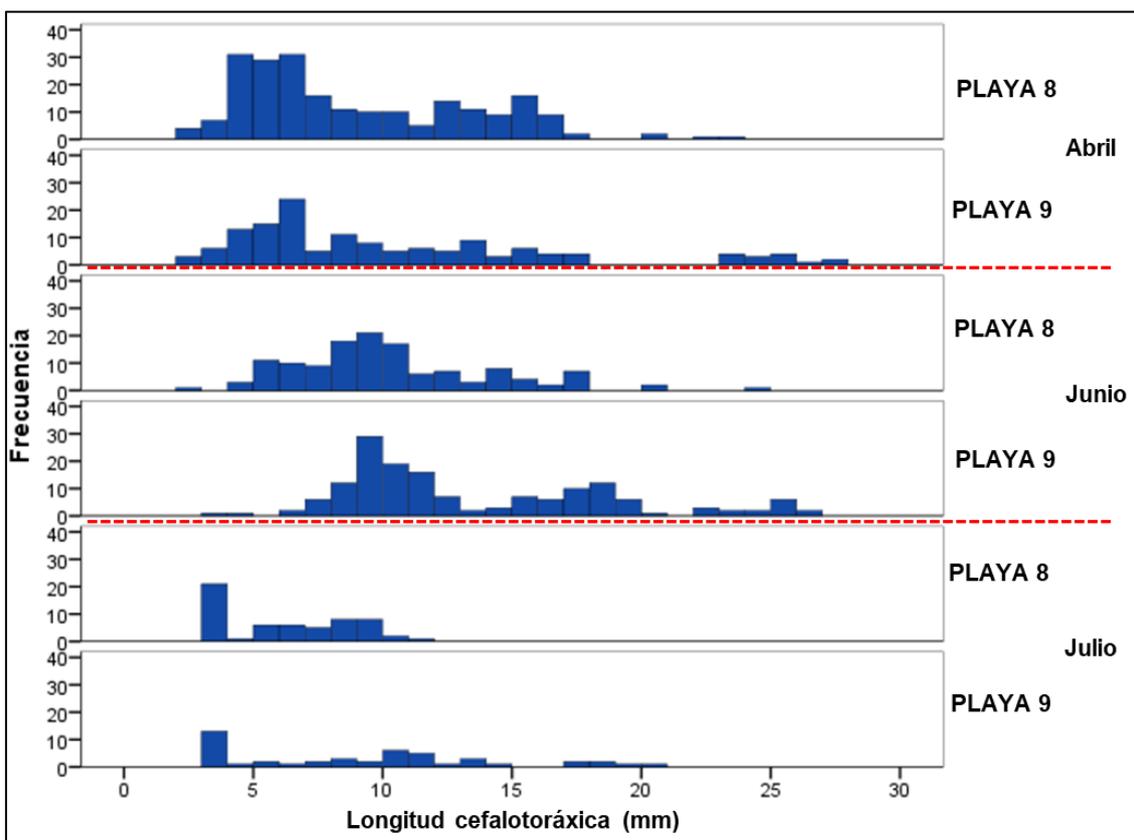


Figura 6.48. Distribución batimétrica de la biomasa (g) de *E. analoga* en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 3

## b) Frecuencia de tallas

Los histogramas del total de individuos de *E. analoga* evidenció ue, en abril, PLAYA 8 y PLAYA 9 registraron un grupo conformado por juveniles con longitud cefalotorácica (LC) < 4 mm, aunque la mayor abundancia la presentó la talla de 6 mm y 8 mm, respectivamente. En junio, las tallas 6 – 12 mm fueron más representativas (< 60 ind/0,025 m<sup>2</sup>), aunque en menor abundancia también se registró tallas de 18 – 24 mm (< 15 ind/0,025 m<sup>2</sup>). Por otro lado, en julio se registró juveniles (< 4 mm) con abundancias < 24 ind/0,025 m<sup>2</sup>, tanto en PLAYA 8 y PLAYA 9, aunque presentaron diferencias en tallas 5 – 11 mm (< 25 ind/0,025 m<sup>2</sup>) en PLAYA 8, y tallas 6 – 9 mm (< 18 ind/0,025 m<sup>2</sup>) y 12 – 19 mm (< 6 ind/0,025 m<sup>2</sup>) en PLAYA 9 (Figura 6.49).



**Figura 6.49.** Frecuencia de tallas de *E. analoga* en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 3

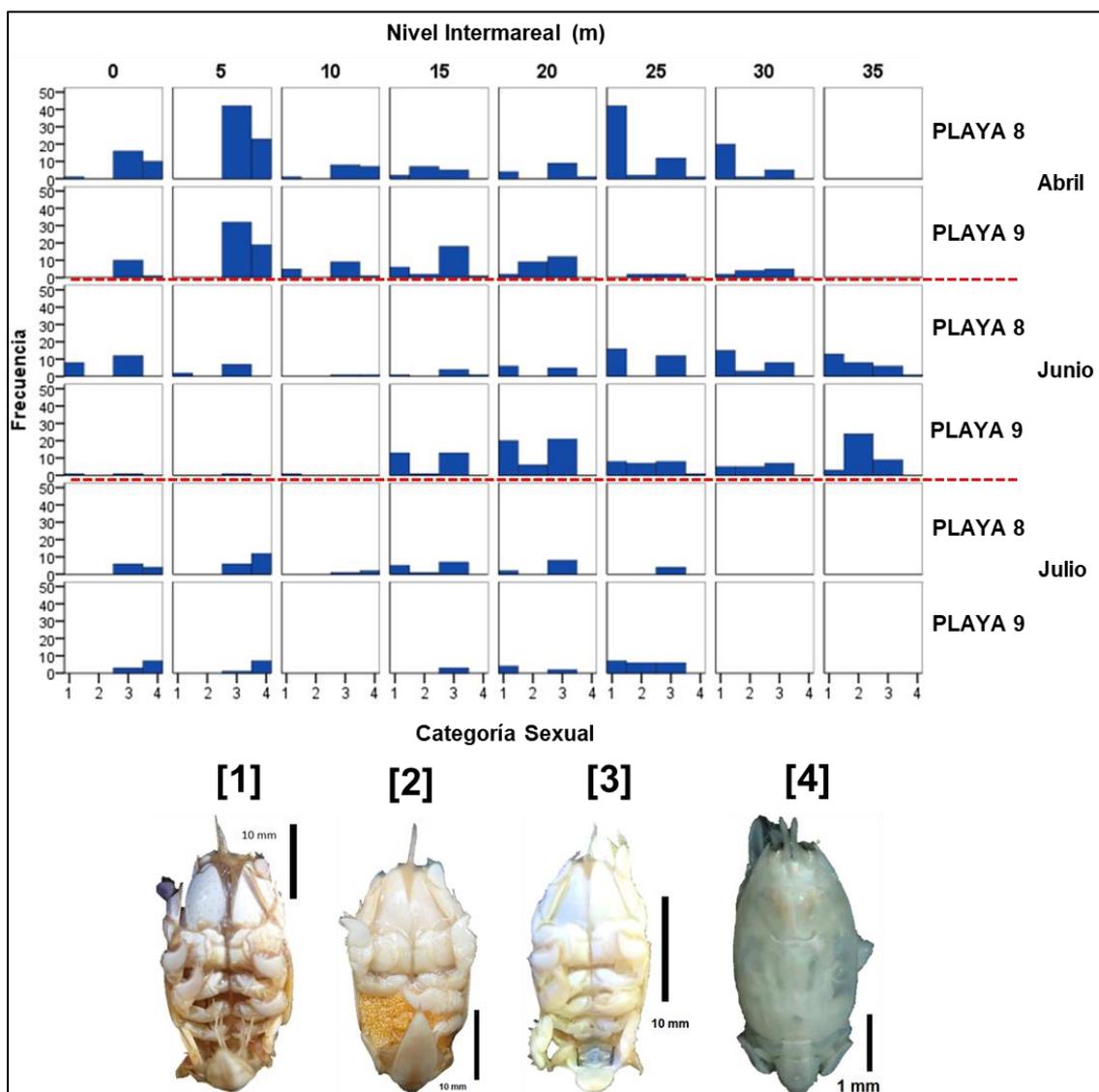
## c) Proporción y frecuencia de hembras, machos y juveniles

En la Figura 6.50 se muestra la proporción de juveniles (reclutas), machos, hembras y hembras ovígeras de *E. analoga*. En abril, gran parte del nivel intermareal (5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m y 30 m) se registró una proporción de machos con 42 ind/0,025 m<sup>2</sup> (5 m) y hembras con 42 ind/0,025 m<sup>2</sup> (30 m) siendo los valores más altos en PLAYA 8; adicionalmente, se registró juveniles con 23 ind/0,025 m<sup>2</sup> (5 m). Aunque en PLAYA 9, si bien machos con 32 ind/0,025 m<sup>2</sup> (5 m) y juveniles con 19 ind/0,025 m<sup>2</sup> (5 m) mantuvieron características semejantes a la PLAYA 8, presentaron bajos valores de abundancia.

En relación a junio, para PLAYA 8 y PLAYA 9 la abundancia de hembras fue < 21 ind/0,025 m<sup>2</sup>, aunque los machos presentaron una mejor proporción a lo largo del nivel

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

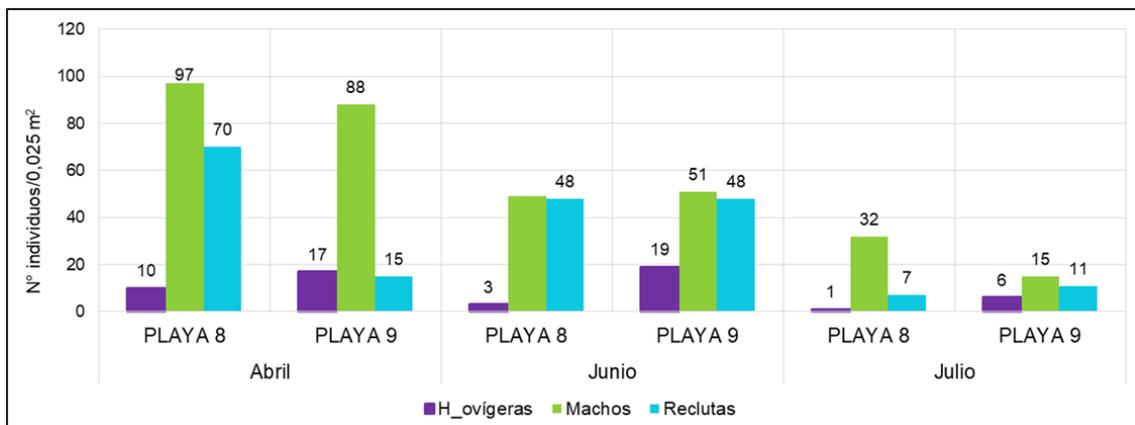
intermareal, variando de 1 a 12 ind/0,025 m<sup>2</sup> (PLAYA 8) y 1 a 21 ind/0,025 m<sup>2</sup> (PLAYA 9). Se destaca que en PLAYA 9 registró una mayor representatividad de hembras ovígeras. Por otro lado, juveniles presentaron abundancia de 1 ind/0,025 m<sup>2</sup> para todos los casos. En julio, los juveniles presentaron una mayor proporción en los niveles de 0 m y 5 m, en ambos puntos de muestreo. Por el contrario, hembras, hembras ovígeras y machos presentaron valores < 8 ind/0,025 m<sup>2</sup>, < 7 ind/0,025 m<sup>2</sup> y < 9 ind/0,025 m<sup>2</sup>, respectivamente.



**Figura 6.50.** Proporción de las categorías sexuales, en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 1. [1] Hembras, [2] Hembras ovígeras, [3] Machos y [4] Juveniles

En la Figura 6.51 se describe el comportamiento de la proporción de machos, hembras ovígeras y juveniles (reclutas) para la zona 3, en donde la categoría machos presentó el mayor predominio en PLAYA 8 y PLAYA 9 para todas la evaluaciones, Así, para cada una de las categorías, hembras ovígeras, machos y juveniles describen un descenso en sus abundancias en junio, y principalmente en julio. Aunque las proporciones entre PLAYA 8 y PLAYA 9 no presentaron marcadas diferencias en sus proporciones para cada evaluación.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 6.51.** Proporción de hembras ovígeras, machos y reclutas, en las playas PLAYA 8 y PLAYA 9, para las evaluaciones de abril, junio y julio, en la zona 3

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Agua de mar, agua residual y sedimentos

Con fines metodológicos, el área de estudio se ha dividido en 3 zonas las cuales fueron descritas en la sección de metodología. La evaluación se realizó en la temporada de veda (abril y julio 2019) y en la temporada de pesca (junio 2019).

#### 7.1.1 Zona 1

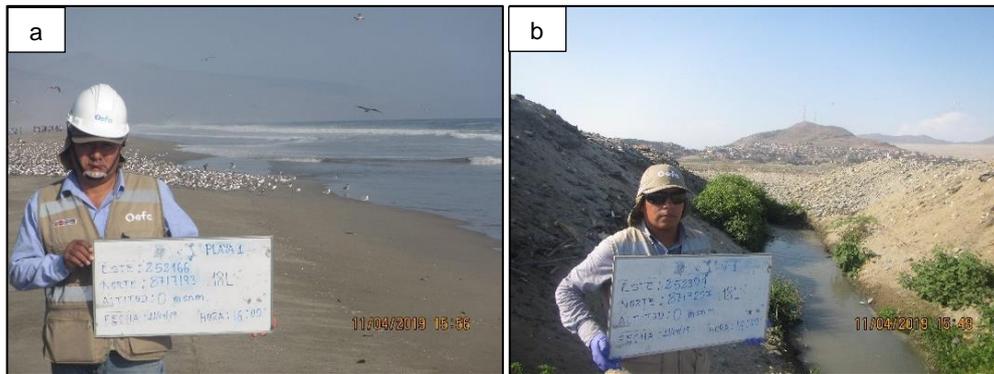
La zona 1 se encuentra ubicada en el sector de la playa El Cascajo al sur de Chancay (Figura 7.1).



**Figura 7.1.** Ubicación de los puntos de muestreo en la zona 1

En la Figura 7.2 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo PLAYA 1 y V-1

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 7.2.** Fotografía de los puntos a) PLAYA 1 y b) V-1

En el punto PLAYA 1 se registró concentraciones de coliformes termotolerantes, en junio y julio 2019, que exceden los ECA para agua de la categoría 1 B1, ello se debe a la presencia de vertimientos continuos de agua residual doméstica en la zona; sin embargo, en el muestreo realizado en abril 2019 la concentración fue menor a los ECA para Agua lo cual podría deberse a la influencia del río Chancay en época de avenida que favorece el proceso de dilución.

Así también, se registraron concentraciones de aceites y grasas (abril y julio 2019). La fuente de origen de estos parámetros es el vertimiento V-1 presente en el sector El Cascajo, que vierte de forma permanente, tal como se observa con las imágenes satelitales (Google Earth) presentadas en la Figura 7.3



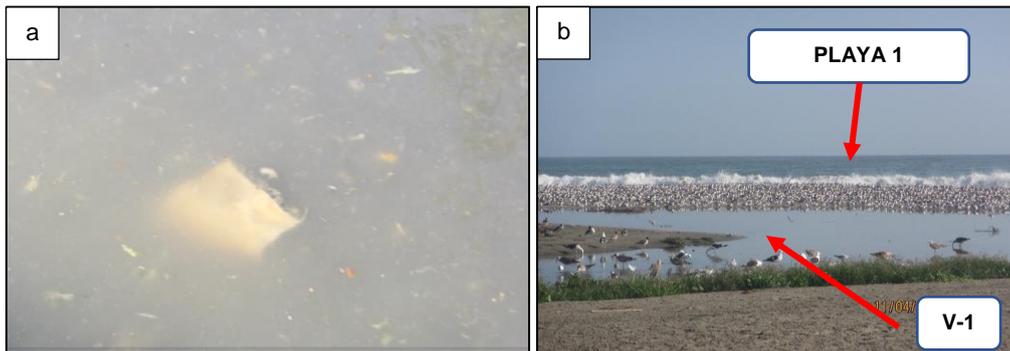
Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 7.3.** Imágenes satelitales de la zona 1 de los años 2012, 2013, 2014, 2016, 2017 y 2019

Fuente: Google Earth

En la Figura 7.4a se puede apreciar la presencia de agua residual del vertimiento (V-1), el cual presenta sólidos en suspensión y coloración gris, y en la Figura 7.4b, el área de la playa en donde descarga el vertimiento V-1, que según el Informe Técnico N.º 004-2018-ANA-AAA.CF-ALA.CHH-AT/EMRA, es un vertimiento no autorizado de aguas residuales municipales sin tratar provenientes del distrito de Chancay, el cual está bajo la administración de Emapa Chancay S.A.C.



**Figura 7.4.** a) Canal de agua residual del punto V-1 y b) zona de descarga de agua residual en la zona de playa

Con respecto a los sedimentos, las concentraciones de materia orgánica en el punto PLAYA 1 registró un valor menor al límite de detección (<0,3 %). Respecto al análisis de metales, se registraron concentraciones de cobre y zinc menores a la normativa canadiense referencial.

### 7.1.2 Zona 2

- **Ambiente intermareal**

En el ambiente intermareal de la zona 2 ubicada en el sector Chancay se consideraron los puntos PLAYA 3, PLAYA 5, PLAYA 4, PLAYA 6, V-2 y V-3 (Figura 7.5)

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 7.5.** Ubicación de los puntos de la zona 2

En el punto PLAYA 5 se registraron concentraciones de aceites y grasas (junio y julio 2019) y de coliformes termotolerantes (julio 2019) que superaron los ECA para Agua de la categoría 1 subcategoría B1. La Autoridad Nacional del Agua<sup>11</sup> registró también en este sector concentraciones de coliformes termotolerantes que superaron los ECA para Agua categoría 1 subcategoría B1 (abril 2019).

Los valores registrados de dichos parámetros se deben al vertimiento en el punto V-2 conformado por aguas residuales municipales sin tratar del distrito de Chancay, cuyo responsable es la empresa Emapa Chancay S.A.C. (Figura 7.6).

<sup>11</sup> Informe Técnico N.º 026-2019-AAACF-ALA.CHH-AT-EMRA

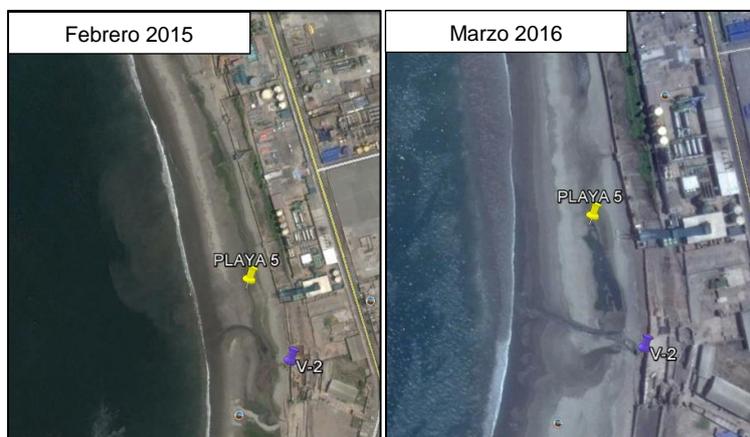
Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 7.6.** Fotografías de a) Vertimiento V-2, b) descarga de V-2 en la playa y c) PLAYA-5

Las muestras de agua del punto V-2 registraron elevadas concentraciones de coliformes termotolerantes ( $28 \times 10^6$  en junio y  $17 \times 10^6$  NMP/100ml en julio 2019), como también se presentó concentraciones de aceites y grasas de hasta 45,85 mg/l (abril 2019).

La Autoridad Nacional del Agua registró también en este sector concentraciones de coliformes termotolerantes que superaron los ECA para Agua categoría 1 B1. Las imágenes satelitales (Google Earth) permiten observar la pluma de dispersión de este vertimiento en los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 (Figura 7.7).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

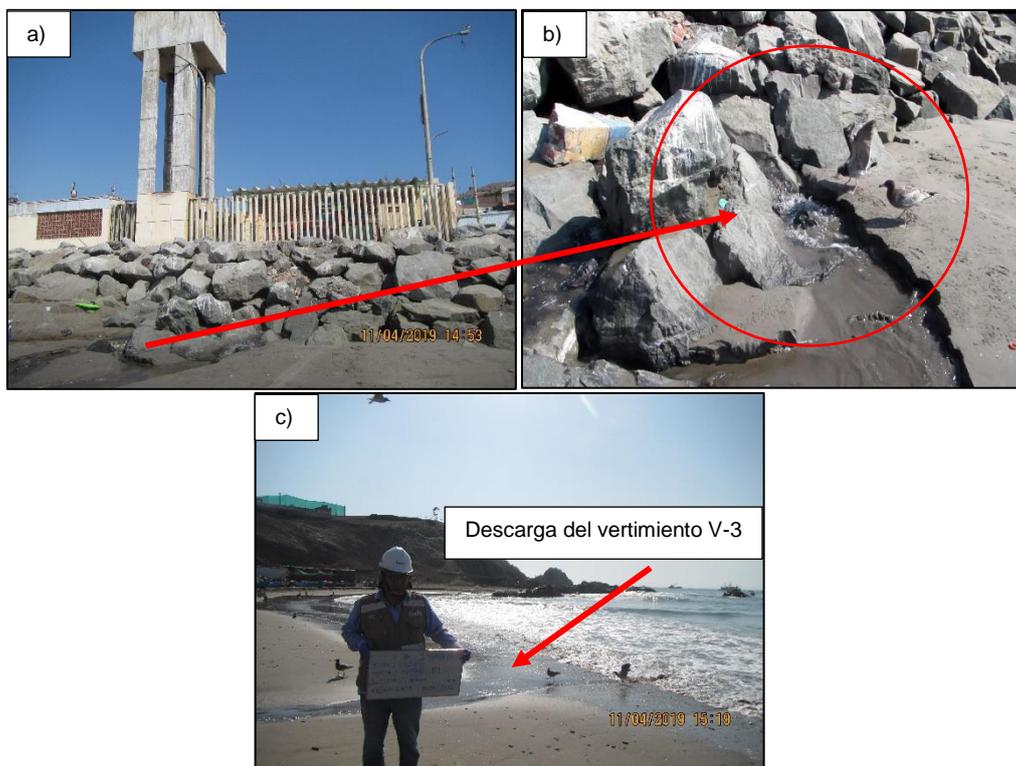
**Figura 7.7.** Variación de la pluma del vertimiento V-2  
Fuente: Google Earth

Por otro lado, en el punto PLAYA 3 se registró una concentración de coliformes termotolerantes mayor a los ECA para Agua categoría 1 subcategoría B1 en julio 2019. Dicha concentración estaría influenciada por la descarga del vertimiento V-3, ya que en este punto se registró una concentración de 1100 NMP/100ml de coliformes termotolerantes (abril 2019). Este vertimiento está conformado por el agua residual no tratada proveniente del procesamiento de productos hidrobiológicos del desembarcadero pesquero artesanal (DPA) de Chancay<sup>12</sup> (Figura 7.8).

<sup>12</sup>

Informe N.º 053-2019-OEFA/DEAM-STEC correspondiente a la visita de reconocimiento para la evaluación ambiental en la bahía de Chancay

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 7.8.** Fotografía de a) desembarcadero pesquero artesanal, b) vertimiento 3 y c) PLAYA 3

En relación al componente sedimento, en los puntos PLAYA 3 y PLAYA 5 se registró concentraciones de cromo, cobre y zinc menores a los valores ISQG y PEL de la normativa canadiense utilizada referencialmente. Por otro lado, se registró concentraciones de arsénico, cadmio, plomo y mercurio menor al límite de detección.

Se realizó, también, el análisis de sulfuros de hidrógeno en sedimento, pues este parámetro es uno de los compuestos resultantes de la descomposición de la materia orgánica que se puede encontrar en el agua sin tratamiento (Instituto Valenciano de Microbiología, 2018).

En el punto PLAYA 3 se registró una concentración de 146 mg/kg de sulfuros (junio 2019), lo cual también se debe a las descargas de agua residual proveniente del DPA de Chancay.

Además, se registró concentraciones de aceites y grasas en los puntos PLAYA 3 y PLAYA 5 con 88,6 mg/kg y 98,6 mg/kg, respectivamente (julio 2019), provenientes de los vertimientos V-3 y V-2, respectivamente.

Los derrames de aceites en el agua generan consecuencias subletales en peces como en algas y el zooplancton (Nriagu, 1983) y pueden llegar a ser tóxicos en algunas especies (Franco, 1994). Al respecto, es importante señalar que en enero de 2014<sup>13</sup> y mayo de 2018 ocurrió una varazón que afectó principalmente a la población *Emerita analoga* «muy muy» entre el DPA y el muelle de Enapu encontrándose grasa adherida en la arena (Imarpe, 2018).

<sup>13</sup> Nota del diario El Comercio, recuperado de: <https://elcomercio.pe/lima/chancay-5-empresas-pesqueras-investigadas-moluscos-varados-282146-noticia/>

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

- **Ambiente submareal**

**a) Calidad de agua**

En el ambiente submareal se tomaron los puntos BCH-1, BCH-2, AUS-EM, COP-EM, CAR-EM, CAR-EM, CAR-4, CEN-EM, CEN-1, CEN-3, CAR-2A (Figura 7.9).



**Figura 7.9.** Ubicación de los puntos de muestreo submareal en la zona 2

En el ambiente submareal se registró concentraciones que superaron los ECA para agua categoría 1 subcategoría B1 para el parámetro coliformes termotolerantes, pero en menores concentraciones que en el ambiente intermareal.

Los informes de monitoreo presentados por Austral Group en 2017 señala que en la zona 2, cerca de la línea costera, registró concentraciones de coliformes termotolerantes de 16000 NMP/100ml en superficie y fondo. Así también, los informes de monitoreo de Pesquera Caral indicaron concentraciones de este parámetro, 24000 NMP/100ml (julio 2016), 1400 NMP/100ml (agosto 2016) y de 24000 NMP/100ml (julio 2017). Esta condición se repite en el tiempo, ya que también en algunos meses de 2015 tampoco cumpliría con los ECA correspondientes a coliformes termotolerantes<sup>14</sup>.

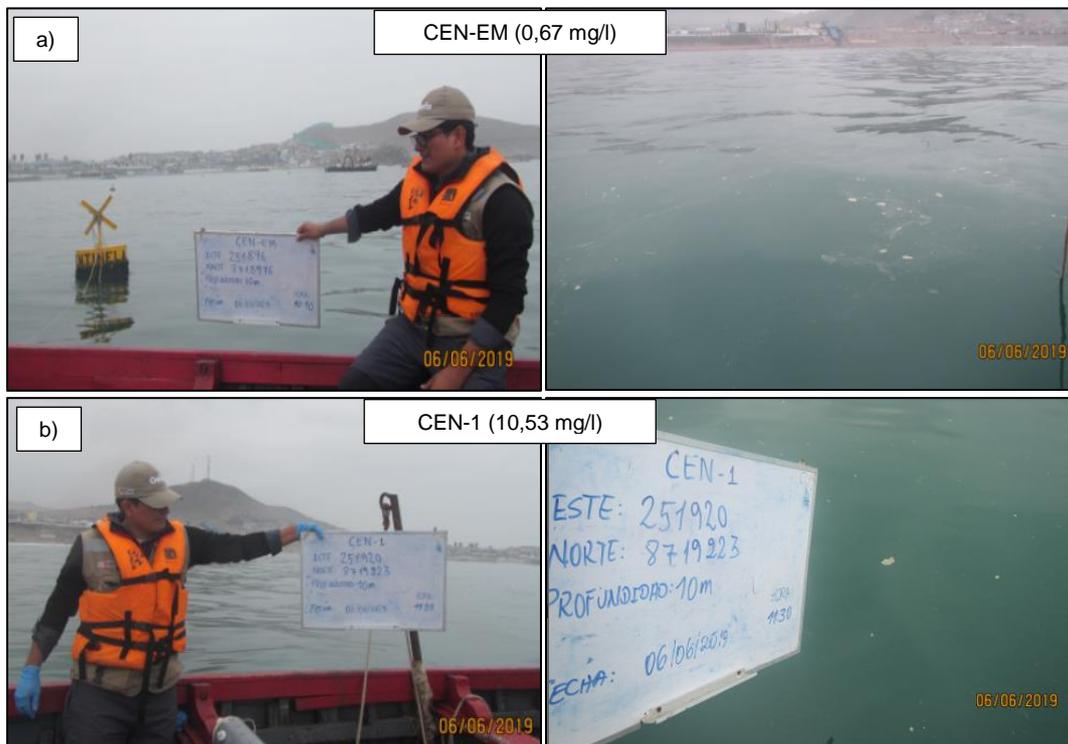
Del mismo modo, los resultados de los monitoreos realizados por Pesquera Centinela indicaron concentraciones de coliformes termotolerantes de 92000 NMP/100ml cerca del ex muelle de Chancay (octubre 2016) y 7900 NMP/100ml cerca del punto de vertimiento de aguas residuales del desembarcadero pesquero artesanal (DPA) de Chancay (Junio 2016).

Además, en la ejecución de junio 2019 se observó películas de grasas en los puntos CEN-EM, emisario submarino del EIP Centinela, y CEN-1, punto control ubicado a 250 m

<sup>14</sup> Informe Técnico N.º 1076-2016-ANA-DGCRH-EEIGA

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

al norte fuera de la zona de mezcla. Este resultado evidencia el incumplimiento de los ECA para Agua categoría 1 B1 que indica la ausencia de película de grasa en el agua (Figura 7.10).



**Figura 7.10.** Mancha de aceites y grasas en los puntos a) CEN-EM y b) CEN-1

En el informe de los resultados del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca Chancay Huaral y litoral marino costero del mar de Chancay de la ANA presentó registros de concentraciones de coliformes termotolerantes en la zona 2 que también superaron los ECA para Agua<sup>15</sup>.

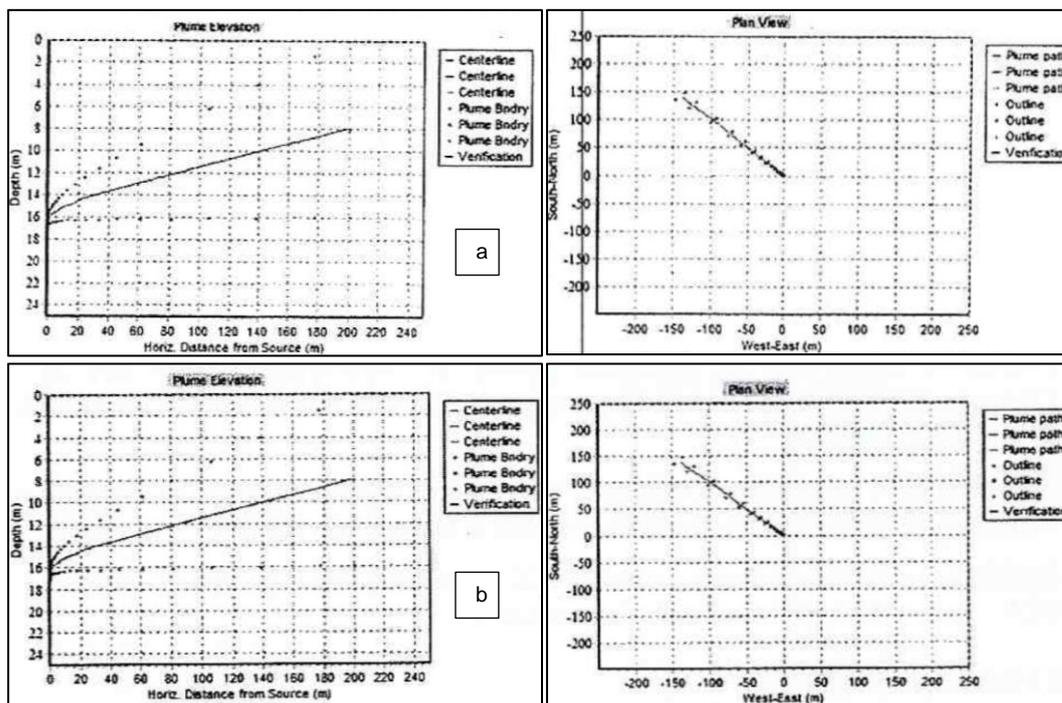
En esta evaluación, se registró concentraciones de aceites y grasas solo en los puntos CEN-EM y CEN-1 ubicados al final del emisario submarino de Centinela y a 250 m al norte de este emisario, lo cual indicaría que los aceites y grasas del punto CEN-EM provendrían del emisario de Centinela y que por efecto de la hidrodinámica de la bahía de Chancay estos llegarían hasta el punto CEN-1.

En 2016, la Autoridad Nacional del Agua<sup>16</sup> realizó una simulación de la dilución de sólidos suspendidos totales (Figura 7.11 a) y aceites y grasas (Figura 7.11 b) del efluente de Austral Group, en la cual determinó que a una distancia de 0,42 m medida desde el final del emisario submarino se da una dilución de los sólidos suspendidos totales de 51 veces, alcanzando una concentración de 48,49 mg/l con lo cual cumpliría con los ECA para Agua de la categoría 2 C3.

<sup>15</sup> Informe Técnico N.º 026-2019-ANA-AAAC.F-ALACH.H-AT/EMRA

<sup>16</sup> Informe Técnico N.º 726-2016-ANA-DGCRH-EEIGA

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 7.11.** Resultados de la simulación de dilución de los efluentes de Austral Group a) sólidos suspendidos totales y b) aceites y grasas  
Fuente: ANA (2016)

En el caso de los aceites y grasas, considerando una distancia de 4,45 m medida desde el final del emisario submarino, se da una dilución de 287 veces alcanzando una concentración de 1,6 mg/l la cual también cumpliría con los ECA para Agua de la categoría 2 C3.

Con relación al componente sedimento, la clase textural predominante fue la arenosa, con excepción del punto BCH-2 donde fue arena limosa. Se registraron porcentajes de materia orgánica superiores al límite de detección en los puntos BCH-1, BCH-2, AUS-EM, CAR-EM, CEN-EM y CEN-1, teniendo el mayor valor el punto BCH-2 (1,1 %). Estos valores son relativamente menores a los encontrados en la bahía del Callao en mayo 2019<sup>17</sup> (4,8 %) donde la actividad industrial se desarrolla a mayor escala que en la bahía de Chancay.

En el componente sedimento también se registraron concentraciones de sulfuros en los puntos BCH-1, BCH-2, AUS-EM, CAR-4 y CEN-1, respectivamente (Figura 7.11). La presencia de sulfuros en los puntos AUS-EM, CAR-4 y CEN-1 se debe a la cercanía con los puntos de vertimiento final de los emisarios submarinos de los EIP Austral Group, Caral y Centinela, y en el caso de los puntos BCH-1 y BCH-2 (puntos blancos), la presencia de sulfuros se debe a la acción de las corrientes marinas que transportan los efluentes de los emisarios submarinos hacia el norte (Cabrera, 2002). Respecto a los metales en sedimento, se registraron concentraciones de cobre y cadmio que superaron el valor ISQG de la normativa canadiense.

El cobre es un metal cuyas concentraciones en las muestras de sedimentos en los puntos BCH-1 y CEN-1 superaron el valor ISQG (18,7 mg/l) de la norma canadiense utilizada

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

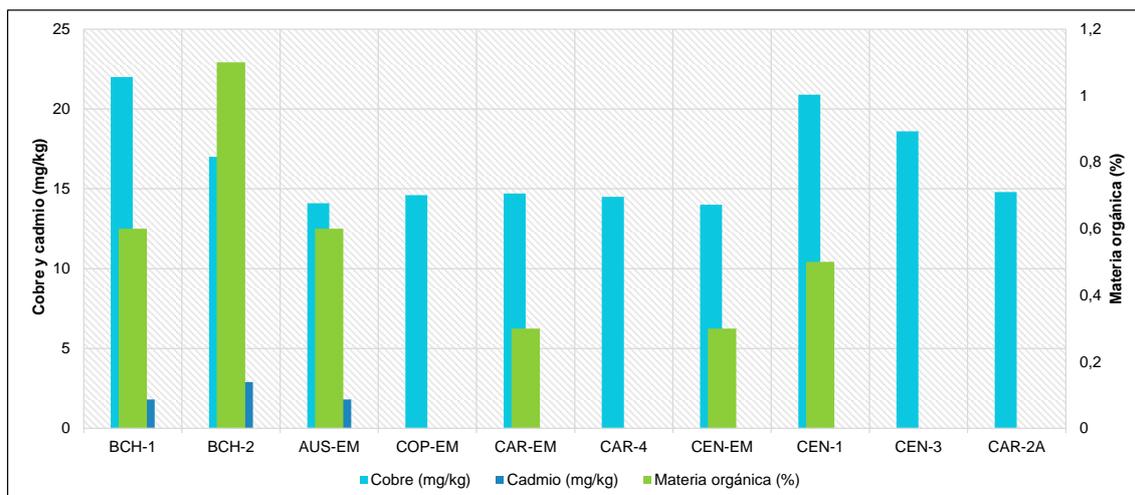
referencialmente. Al respecto, este metal es un biocida<sup>18</sup> utilizado en las pinturas *antifouling* (anti-incrustantes) que se utilizan en el revestimiento de la infraestructura marina (emisores, embarcaciones, etc.) para proporcionar mayor duración de las mismas.

Respecto al cadmio, en esta evaluación se registró concentraciones que superaron el valor ISQG (0,7 mg/kg) en los puntos BCH-1, BCH-2 y AUS-EM en junio 2019. La presencia de metales en el ambiente marino se debe a los aportes de origen natural (formaciones y erosión geológica) y antropogénico (Usero *et al.*, 1997). Por lo general, estos metales son hallados en el fondo marino pues tienden a precipitar y se depositan en los sedimentos. Al respecto, el cadmio no es un metal utilizado usualmente en la industria de procesamiento industrial pesquero, por lo cual podría tener como fuente de origen las descargas de agua residual en la bahía de Chancay que son transportados por acción de las corrientes marinas, o el vertimiento de sustancias peligrosas desde las embarcaciones que circulan por esta bahía. Al respecto, Cabello y Jacinto (2004) registraron residuos oleosos vertidos ilegalmente, por lo cual no se descarta que hayan sido vertidos desde las embarcaciones que circulan por la bahía o provengan de los emisarios submarinos.

Se ha encontrado una relación entre los porcentajes de materia orgánica y la presencia de metales como cobre y cadmio en el sedimento. En la Figura 7.11 se puede apreciar que el mayor porcentaje de materia orgánica se registró en el punto blanco BCH-2 y que en este mismo punto se registró la mayor concentración de cobre y cadmio en sedimento, observándose la misma relación en los puntos BCH-1 y AUS-EM.

En la Figura 7.12 se observa que hay mayor porcentaje de materia orgánica en el punto blanco BCH-2 como también de sulfuros, lo que tendría relación con los aportes de las descargas de los emisarios submarinos y descargas no autorizadas en la bahía de Chancay que producto de la hidrodinámica son trasladados hacia dicho punto.

Al respecto, en la evaluación ambiental realizada en la bahía del Callao (OEFA, 2019) y en la evaluación ambiental de la bahía de Coishco (2018), también se encontró una relación directa entre los porcentajes de materia orgánica y la presencia de metales en sedimento. Martínez (2016) señala que los metales tienden a unirse a la materia orgánica y tiene predisposición a ser absorbidos por distintos materiales inorgánicos debido a la baja solubilidad de las sales de la mayoría de metales pesados.



<sup>18</sup> Sustancia activa o preparado que contenga una o más sustancias activas, destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos. Recuperado de <https://dej.rae.es/lema/biocida>



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

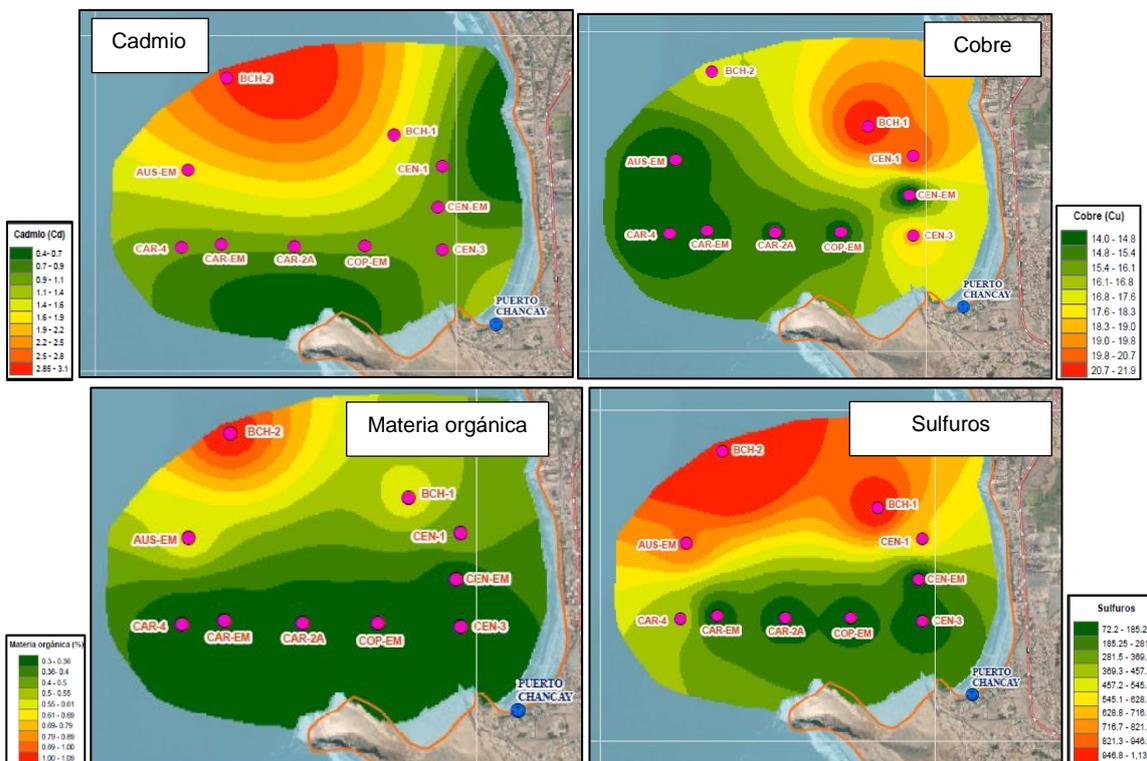


Figura 7.12. Relación entre las concentraciones de cobre, cadmio, sulfuros y porcentajes de materia

Se encontró también una relación entre los porcentajes de materia orgánica y las concentraciones de sulfuros en sedimentos, teniendo que en los puntos BCH-1, BCH-2 y AUS-EM se registraron las mayores concentraciones de sulfuros y materia orgánica como también presencia de cobre y cadmio. Así también, se observa que la mayor concentración de sulfuros se registró en los puntos blancos BCH-1 y BCH-2, lo cual podría atribuirse a la dinámica de corrientes marinas en la bahía de Chancay que transportar las sustancias vertidas mediante los emisarios submarinos que emergen en dirección norte (Cabrera, 2001).

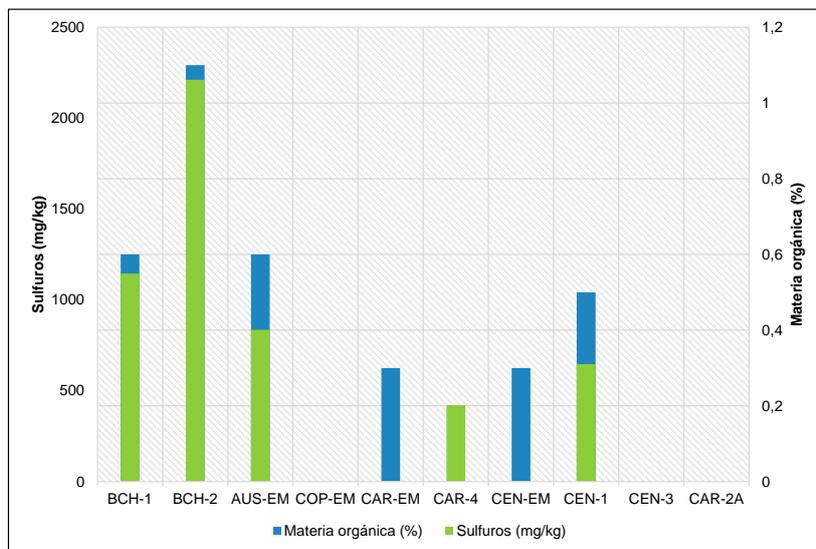


Figura 7.13. Relación entre las concentraciones de sulfuros y porcentajes de materia orgánica en sedimento

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

De las figuras anteriores se resalta también que en los puntos relacionados a los vertimientos autorizados de los EIP de Pesquera Caral y Centinela (CAR-EM, CEM-EM y CEN-1) se registraron concentraciones de cadmio, sulfuros y materia orgánica por lo cual los emisarios submarinos de estas empresas serían las fuentes de origen de estos parámetros, que debido a la dinámica de las corrientes marinas (Cabrera, 2002) son transportados hacia el norte de la bahía donde se ubican los puntos blancos BCH-1 y BCH-2.

En este contexto, Armas y Armas (2001) señalan que los desechos de la fabricación de harina de pescado generan grandes cantidades de efluentes conformados principalmente por agua de bombeo, agua de cola y sanguaza, los cuales están compuestos por agua y grandes cantidades de sólidos orgánicos, grasas, aceites y residuos peligrosos, como también metales pesados.

Con el transcurrir del tiempo y la recepción de vertimientos autorizados de los EIP y vertimientos no autorizados de agua residual no tratada, principalmente en las zonas donde se concentra la materia orgánica y sulfuros, podría desarrollarse un proceso de eutrofización debido a los aportes continuos de materia orgánica y nutrientes, pudiendo modificar las propiedades físicas, químicas y biológicas del ecosistema marino (García *et al.*, 2009).

### 7.1.3 Zona 3

La zona 3 comprende el sector de la playa Chorrillos al norte de la bahía de Chancay. En esta zona se consideraron los puntos PLAYA 7, PLAYA 8, V-4 y V-5 (Figura 7.14).



**Figura 7.14.** Ubicación de los puntos de muestreo de la zona 3

En el punto PLAYA 7 (Figura 7.15 a) se registró concentraciones de aceites y grasas como también de fósforo total y además elevadas concentraciones de coliformes termotolerantes que superaron los ECA para Agua en junio y julio 2019. Estas concentraciones serían el reflejo de los aportes de agua residual del vertimiento V-4 (Figura 7.15 b) el cual según la caracterización registró elevadas concentraciones de aceites y grasas, principalmente en abril 2019, como también concentraciones coliformes termotolerantes.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

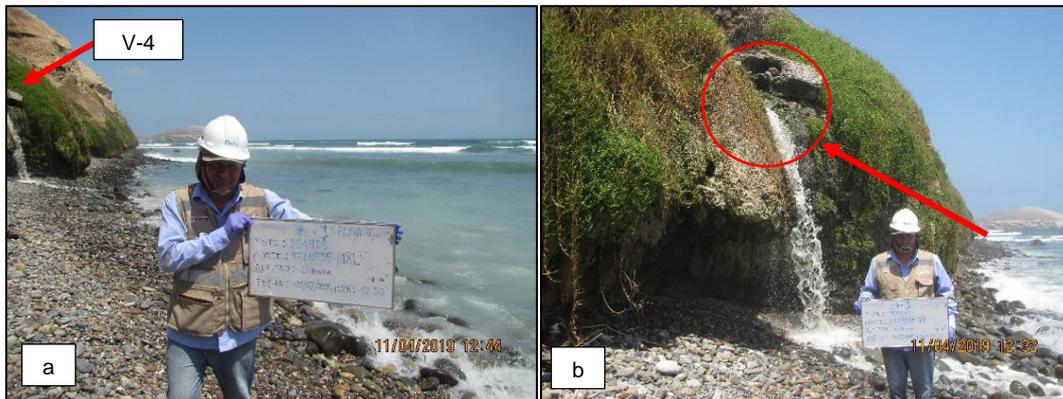


Figura 7.15. Puntos de muestreo a) PLAYA 7 y b) V-4

Como se ve en la imagen anterior, el vertimiento V-4 descarga sobre una orilla rocosa donde se realizan actividades de extracción de invertebrados comerciales (lapas, cangrejos, entre otros) evidencias durante la evaluación. Considerando las características del ambiente intermareal de esta zona (elevadas concentraciones de coliformes termotolerantes, fósforo total y aceites y grasas), los invertebrados extraídos no serían aptos para el consumo humano.

En el punto PLAYA 8 (Figura 7.16a) también se registraron elevadas concentraciones de aceites y grasas y coliformes termotolerantes que superaron los ECA para Agua de la categoría 1 B1, como también se registró concentraciones de fósforo total. Esto se debe a los aportes de agua residual no tratada que recibe del vertimiento V-5 (Figura 7.16b), en el cual se registró concentraciones de elevadas de aceites y grasas, sólidos suspendidos, sulfuros y coliformes termotolerantes en mayores concentraciones que el vertimiento V-4.

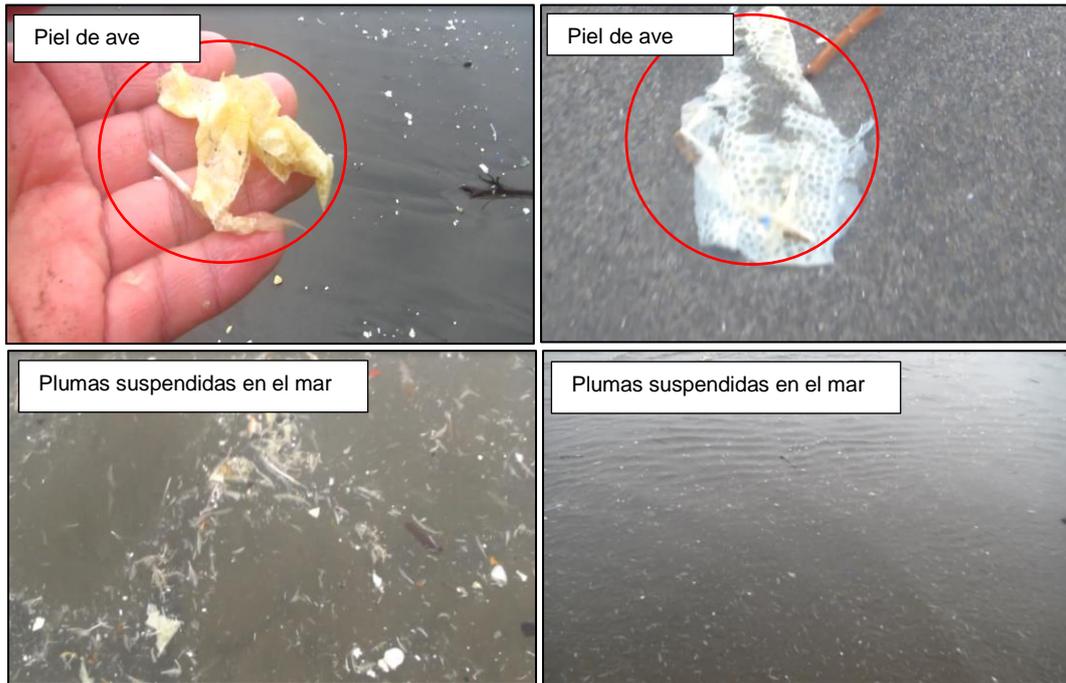


Figura 7.16. Puntos de muestreo a) PLAYA 8 y b) V-5

Pese a las concentraciones registradas en los vertimientos, las concentraciones en los puntos de playa fueron menores a las aportadas por V-4 y V-5, lo cual podría deberse al proceso de autodepuración del ambiente marino, que según autores como McFeters y Stuart, 1972; Mitchell y Chamberlin, 1974; Ayres, 1977; Anderson *et al.*, 1979; Fujioka *et al.*, 1981; McCambridge y McMeekin, 1981; Scheuerman *et al.*, 1988; El-Sharkawi *et al.*, 1989; Solic y Krstulovic, 1992; Alkan *et al.*, 1995; Gabutti *et al.*, 2000; Yang *et al.*, 2000, es impulsado por la salinidad, la radiación solar, temperatura, cambios en el pH, presencia de sustancia tóxica, competencia de nutrientes y depredación (Acevedo-Merino *et al.*, 2005). Asimismo, la dilución de estos parámetros se favorece por el agua proveniente de la escorrentía agrícola de los campos de cultivo aledaños a la bahía de Chancay.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Es importante destacar que el vertimiento V-4 contiene agua residual municipal no tratada la cual se encuentra bajo la administración de Emapa Chancay (ANA, 2018). Por otro lado, según el Informe Técnico de fuentes contaminantes en la cuenca del río Chancay y Hualar realizado por la ANA en 2017<sup>19</sup>, el vertimiento V-5 estaría conformado también por agua residual municipal no tratada; sin embargo, durante el trabajo de campo se encontraron plumas y piel de aves procedentes de la etapa de pelado de alguna planta de procesamiento de aves (Figura 7.17).



**Figura 7.17.** Fotografías de los restos de aves encontradas en PLAYA 8 (piel y plumas de aves)

En los alrededores de la zona de descarga del vertimiento V-5 (playa Chorrillos), se observaron residuos sólidos en la arena y flotando en el mar (Figura 7.18).

<sup>19</sup>

Informe Técnico N.º 004-2018-ANA-AAA.CF-ALA.CHH-AT/EMRA



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 7.18.** Presencia de residuos sólidos en los alrededores del punto V-5

Comparando ambos puntos de vertimientos se puede observar que el punto V-5 aporta cantidades más significativas de aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, sulfuros y coliformes termotolerantes, presentando una elevada demanda bioquímica de oxígeno mayor a la del punto V-4.

Las siguientes imágenes satelitales (Figura 7.19) de los años 2016, 2017, 2018 y 2019, demuestran que el vertimiento V-5 estaría modificando las concentraciones naturales del área de estudio por varios años.



**Figura 7.19.** Imágenes satelitales de los puntos PLAYA 8 y V-5 en los años 2016, 2017, 2018 y 2019. Fuente: Google Earth

## 7.2 Hidrobiología

### 7.2.1 Comunidad del macrobentos

#### 7.2.1.1 Zona 1

- Ambiente intermareal

La comunidad del macrobentos evaluada en PLAYA 1 y PLAYA 2, ubicadas en playa El Cascajo (sur de Chancay) de característica morfológica expuesta, presentó un bajo número de especies ( $\leq 7$  especies) en todas las evaluaciones (abril, junio y julio), lo que difiere de lo encontrado por Tarazona *et al.* (1988) en una playa expuesta, que registró un mayor número de especies (20 especies). Estas diferencias podrían deberse a variables morfológicas de dinámica de playas, como pendiente de la playa, granulometría y altura de ola (Defeo y McLachlan, 2005) y estacionalidad (Brazeiro *et al.*, 2005). Sin embargo, la presencia de descargas de aguas residuales domésticas (punto V-1), ubicado adyacente al punto PLAYA 1, sería un factor que genera cambios en la estructura comunitaria; incluso presentando influencia hasta el punto PLAYA 2. A diferencia del número de especies, la abundancia sí presentó una marcada variación entre las evaluaciones, siendo en abril, el mayor registro, y una consecutiva disminución en junio, y principalmente en julio; tanto en PLAYA 1 como PLAYA 2. Este comportamiento podría explicarse por la influencia del río Chancay, cuya pluma podría estar teniendo un efecto de dilución para zonas adyacentes (Figura 7.20). Por ello, la afectación de las aguas residuales del punto V-1 no son evidentes en la evaluación de abril, que tiene relación con los bajos valores de los parámetros de agua de mar en PLAYA 1 que incrementaron en junio, para los parámetros de fósforo total y coliformes termotolerantes. Por otro lado, en comparación a otros estudios en playas expuestas, se registró abundancias similares (Tarazona *et al.*, 1988, Aerts *et al.*, 2004).



Figura 7.20. Comportamiento de la pluma de descarga del río Chancay en zona 1.

Los resultados muestran que la comunidad del macrobentos de PLAYA 1 y PLAYA 2 presentó patrones de agrupación en relación al esquema de zonación (zona infralitoral, zona mediolitoral, zona supralitoral). Es decir, que la zona supralitoral (ZS) se segregó de las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI), en abril, junio y julio; presentando similares resultados en playas expuestas en Valdivia, Ecuador (Aerts *et al.*, 2014). Asimismo, el test de Permanova no evidenció diferencias significativas en la composición de especies entre los puntos PLAYA 1 y PLAYA 2, para cada evaluación (abril, junio y julio); en donde, el



efecto del efluente de agua residual (punto V-1) podría estar generando una baja heterogeneidad de la composición del macrobentos intermareal. Lo cual, se ve reflejado por la alta dominancia de especies del phylum Arthropoda, siendo característico *E. braziliensis* para la zona supralitoral, y *E. analoga* para las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI) (Figura 6.20).

Finalmente, considerando que los resultados de materia orgánica y granulometría fue uniforme en PLAYA 1, para todas las evaluaciones (abril, junio, julio), todas tienen concentraciones de materia orgánica por debajo del límite de detección y presentan como textura arenosa, esta condición nos indicaría que los parámetros del sedimento no estarían determinando los cambios temporales en la comunidad del macrobentos entre PLAYA 1 y PLAYA 2; sin embargo, es necesario continuar con estudios de la zona para tener una mejor descripción.

### 7.2.1.2 Zona 2

- **Ambiente Intermareal**

La comunidad del macrobentos evaluada en PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, ubicadas en playa Chancay (en la bahía de Chancay) de característica morfológica protegida y semi-expuesta, registró un bajo número de especies ( $\leq 16$  especies) en todas las evaluaciones (abril, junio y julio), presentando un comportamiento similar con la zona 1. Por el contrario, resultados en playas protegidas (bahía dos Santos, México) registró 22 especies, principalmente 11 especies del phylum Annelida (Jiménez *et al.*, 1992); y en playa Conchitas la bahía de Ancón (poco oleaje), con 14 especies (Tarazona *et al.*, 1988). Si bien, las variables morfológicas de dinámica de playas (Defeo y McLachlan, 2005) y estacionalidad (Brazeiro *et al.*, 2005) pueden tener un efecto sobre la estructura de la comunidad del macrobentos; adicionalmente, se identificó que el ambiente intermareal se desarrollan actividades económicas, recreativas, extractivas y, principalmente existen puntos de descarga de aguas residuales, puntos V-2 y V.3, como un agente de afectación inmediata (Baldó *et al.*, 2001). Así, la presencia de descargas de aguas residuales domésticas, puntos V-2 y V-3, ubicados adyacente a los puntos PLAYA 5 y PLAYA 3, tendrían la misma relación con lo identificado en la zona 1, y estaría generando cambios en la estructura comunitaria; incluso abarcando influencia hasta los puntos PLAYA 4 y PLAYA 6. En donde, la abundancia presentó evidente variación entre las evaluaciones, siendo en abril, el mayor registro, y una disminución en junio y julio, para todas las playas evaluadas.

Estos resultados son congruentes con los altos valores de fósforo total, para todas las evaluaciones, aceites y grasas y coliformes termotolerantes, que registraron altos valores en PLAYA 5, y únicamente en julio. Se ha registrado que playas con descargas de aguas residuales forman zonas abióticas, debido a la reducción del oxígeno disuelto del agua intersticial de los sedimentos, que obliga a los organismos macrobentónicos asentarse hacia otros sitios (Perés, 1980); impidiendo eventos de asentamiento y colonización de sus larvas (Jiménez *et al.*, 1992).

Los resultados multivariados muestran que la comunidad del macrobentos de PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6 presentó patrones de agrupamiento en relación al esquema de zonación (zona infralitoral, zona mediolitoral, zona supralitoral). Es decir, que la zona supralitoral (ZS) se segregó de las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI), en abril, junio y julio; un similar comportamiento se registró en la zona 1. Asimismo, el test de Permanova, evidenció diferencias significativas en las evaluaciones de abril, junio y julio de la composición de especies, en las zonas mediolitoral e infralitoral entre los puntos PLAYA 3 y PLAYA 5, y sus respectivos controles PLAYA 4 y PLAYA 6; en donde el efecto del



efluente de agua residual (puntos V-3 y V-2) podría estar generando una baja heterogeneidad de la composición del macrobentos intermareal. Lo cual, se ve reflejado por la alta dominancia de especies del phylum Arthropoda, siendo característico *E. braziliensis* para la zona supralitoral, y *E. analoga* para las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI) (Figura 6.25). Aunque en PLAYA 3, por su morfología de playa protegida y su cercanía a una orilla rocosa, es que se registró otros organismos característicos de las playas arenosas como los poliquetos *Thoracophelia* cf. *mucronata*, *Lumbrineris annulata* y *Scolelepis* sp.; también presentes en áreas perturbadas por contaminación orgánica e industrial (Hernández *et al.*, 1998).

Finalmente, considerando que los resultados materia orgánica en sedimentos fue mayor en PLAYA 3 para la evaluación de abril, tuvo relación con el vertimiento de aguas residuales provenientes del DPA Chancay (Figura 7.8), con características similares a la sanguaza (Anexo 5. Video efluentes del DPA Chancay). Lizárraga-Partida (1974) reportó la ausencia de organismos del macrobentos en playas, como un efecto de las aguas residuales (sanguaza y pedacería de pescado) que caen al mar durante las maniobras de descarga de la industria pesquera; generando una zona intermareal fuertemente afectada por las descargas de las aguas domésticas municipales y residuales de la industria pesquera.

Si bien, estas descargas fueron registradas solo en abril; queda entendido que se activan en relación a la actividad de desembarque de la pesca artesanal del puerto de Chancay. Asimismo, la presencia de sulfuros estaría ligada a los aportes de restos orgánicos en estos efluentes, característicos de las playas PLAYA 3 y PLAYA 5.

- **Ambiente submareal**

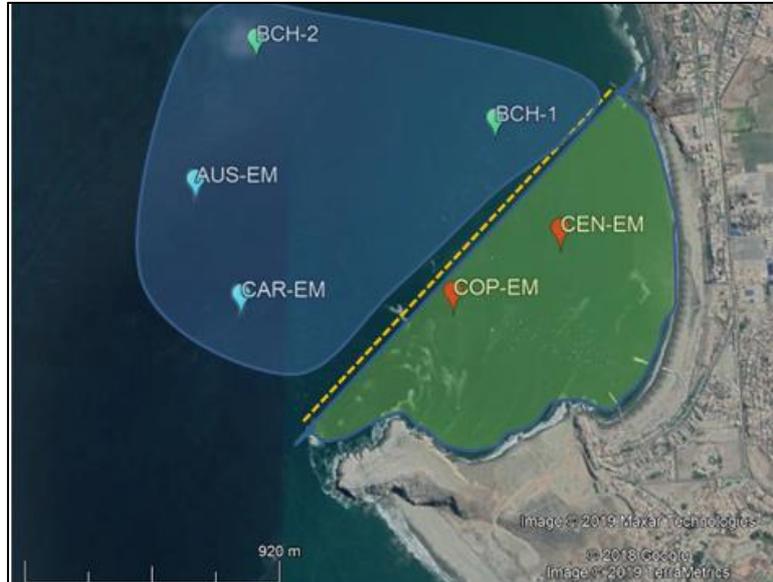
En la comunidad del macrobentos submareal, un mayor número de especies se presentó en los puntos de los emisarios submarinos de las EIP Caral (CAR-EM) y Austral (AUS-EM), que corresponde a un estrato de mayor profundidad (> 19 m), y por el contrario los puntos de evaluación del emisario submarino EIP Copeinca (COP-3, COP-2A y COP-1) registraron lo menores valores y corresponden a un estrato somero (<15 m de profundidad). Este mismo comportamiento se ve reflejado en la abundancia.

Este comportamiento describe una segregación de la comunidad del macrobentos, y posiblemente se explique por la influencia de las características hidrodinámicas de la bahía de Chancay, donde se ha registrado que presenta corriente superficial norte (Solís y Velasco, 2001 y Cabrera, 2002), teniendo los EIP Caral y Austral una mayor exposición a estas condiciones; a diferencia de las EIP Centinela, y principalmente Copeinca asociada a una condición semi-expuesta (Figura 7.9). Adicionalmente, los análisis multivariados confirman este patrón de comportamiento, en donde especies como *Magelona phyllisae*, *Hermudura fauveli*, *Paraprionospio pinnata*, *Cossura chilensis* y *Owenia collaris* se asociaron al estrato más profundo, en relación con bajos valores de oxígeno disuelto, mayor concentración de metales pesados, como cobre y cadmio, materia orgánica y un sustrato areno limoso, debido que presentan tolerancia a estas condiciones (Tarazona *et al.*, 1991).

Asimismo, en el estrato somero, no se determinó diferencias significativas en la comunidad del macrobentos entre el punto del emisario submarino de la EIP Centinela y EIP Copeinca, y sus puntos asociados, evidenciando una baja heterogeneidad de la estructura comunitaria del macrobentos; esto posiblemente dado por los eventos de descarga de efluentes y la propia hidrodinámica del área. Además, se observó que la pluma de

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

descarga del punto de vertimiento agua residual V-3, pueden llegar hasta el punto CEN-EM (Figura 7.21), generándose posiblemente un efecto mayor sobre la calidad ambiental.



**Figura 7.21.** Aproximación al grado de exposición a la hidrodinámica (corrientes) de los emisarios submarinos y puntos control. Condición expuesta (AUS-EM, CAR-EM, BCH-1 y BCH-2) y condición semi-expuesta (COP-EM y CEN-EM)

Para el periodo de evaluación, el índice AMBI presentó una condición del estado ecológico de «no perturbadas» para los puntos CAR-EM, CAR-2A y COP-EM; y para los demás puntos una condición «levemente perturbadas», lo cual evidencia que hay factores ambientales que podrían estar modulando calidad ambiental. Shimabukuro *et al.* (2016) argumentó que la hidrodinámica puede ser el factor clave que regule el comportamiento de la estructura de las comunidades bentónicas más allá de la influencia del tipo de sedimento y el oxígeno disuelto cerca al fondo. Por ello, el análisis de los efluentes provenientes de la producción de harina y aceite de pescado al cuerpo receptor deben considerar estas variables para determinar la magnitud de la afectación sobre la calidad ambiental.

### 7.2.1.3 Zona 3

- **Ambiente intermareal**

La comunidad del macrobentos evaluada en PLAYA 8 y PLAYA 9, ubicadas en playa Chorrillos (norte de Chancay) de característica morfológica expuesta, presentó un bajo número de especies ( $\leq 7$  especies) en todas las evaluaciones (abril, junio y julio). Por el contrario, Tarazona *et al.*, (1988) en una playa expuesta, registró un mayor número de especies. Estas diferencias podrían deberse a variables morfológicas de dinámica de playas, como pendiente de la playa, granulometría y altura de ola (Defeo y McLachlan, 2005) y estacionalidad (Brazeiro *et al.*, 2005). Sin embargo, la presencia de descargas de aguas residuales (punto V-5), ubicado adyacente al punto PLAYA 8; además de escorrentías provenientes de áreas agrícolas, podría estar generando cambios en el número de especies y abundancia, y por ende, en la estructura comunitaria; teniendo

influencia hasta el punto PLAYA 9, presentando una alta similitud a lo descrito en la zona 1 (sur de Chancay).

En relación a la abundancia, si bien en abril se presentó el mayor registro, junio se caracterizó por una disminución, siendo más evidente en julio, tanto para PLAYA 8 como PLAYA 9, este comportamiento podría explicarse por la influencia de las escorrentías agrícolas, cuya pluma podría estar teniendo un efecto de dilución para zonas adyacentes (Figura 7.22). Por ello, la afectación de las aguas residuales del punto V-5 no son evidentes en la evaluación de abril; que tiene relación con los bajos valores de los parámetros de agua de mar en PLAYA 8; y que presentaron un incremento en junio y julio, para aceites y grasas y coliformes termotolerantes (incumplió el ECA Agua). Por otro lado, en comparación a otros estudios en playas expuestas, se registró abundancias similares (Tarazona *et al.*, 1988, Aerts *et al.*, 2004), incluso con playas asociadas a contaminantes orgánicos e industriales (Hernández *et al.*, 1998, Jiménez *et al.*, 1992).



**Figura 7.22.** Presencia de escorrentías agrícolas en la zona 3, principalmente activas en la evaluación de abril 2019.

Los resultados muestran que la comunidad del macrobentos de PLAYA 8 y PLAYA 9 presentó patrones de agrupación en relación al esquema de zonación (zona infralitoral, zona mediolitoral, zona supralitoral). Es decir, que la zona supralitoral (ZS) se segregó de las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI), en abril, junio y julio, presentando similares resultados en la zona 1 y zona 2; lo que concuerda con un estudio en playas expuestas en Valdivia, Ecuador (Aerts *et al.*, 2014). Asimismo, el test de Permanova, no evidenció diferencias significativas en la composición de especies entre los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9, para cada evaluación (abril, junio y julio); en donde el efecto del efluente de agua residual (punto V-1) podría estar generando una baja heterogeneidad de la composición del macrobentos intermareal. Lo cual, se ve reflejado por la alta dominancia de especies del phylum Arthropoda, siendo característico *E. braziliensis* para la zona supralitoral, y *E. analoga* para las zonas mediolitoral (ZM) e infralitoral (ZI) (Figura 6.36). A excepción de la zona supralitoral entre PLAYA 8 y PLAYA 9, en junio; en donde si hay una significativa disminución de la abundancia y número de especies, teniendo relación con la influencia de las aguas residuales del punto V-5.



Finalmente, considerando que los resultados de granulometría, materia orgánica y metales en sedimentos fueron uniformes en PLAYA 8, para todas las evaluaciones (abril, junio, julio); queda en evidencia que estos parámetros del sedimento no fueron determinantes en la variación de la comunidad del macrobentos. Sin embargo, es necesario continuar con estudios de la zona para tener una mejor descripción.

## 7.2.2 Poblacional de *Emerita analoga*

### 7.2.2.1 Zona 1

En cuanto a las características biológicas de las poblaciones de *E. analoga* en PLAYA 1 y PLAYA 2, ubicadas en playa El Cascajo (sur de Chancay), se observaron tendencias semejantes, tanto en las fluctuaciones de la abundancia, como en la biomasa, considerando que PLAYA 1 presentó influencia directa del vertimiento de aguas residuales (V-1), inclusive hasta PLAYA 2. Aunque para abril, el aporte de material alóctono proveniente del río Chancay, podría haber tenido un efecto de dilución sobre las concentraciones de coliformes termotolerantes; y además de, proveer nutrientes y alimento para las poblaciones de *E. analoga* en ambos puntos de playa, ya que se registró un mayor número y biomasa de ejemplares por unidad de muestreo (0,025 m<sup>2</sup>). Sin embargo, la marcada variación entre junio y julio podría deberse a un desfase en el asentamiento y colonización de reclutas (Longitud cefalotorácica < 4 mm); y a la vez, la reducción del caudal del río Chancay, hace que su efecto de dilución genere que las aguas residuales del punto V-1 puedan tener mayor influencia, alterando la presencia y/o asentamiento de nuevos grupos.

Las proporciones entre la abundancia de reclutas, machos, hembras y hembras ovígeras en cada evaluación (abril, junio y julio), presentó mínimas diferencias entre ambas playas (PLAYA 1 y PLAYA 2) en 2 aspectos: 1) un desplazamiento hacia la derecha de los reclutas (juveniles, LC <4 mm) y de los machos con mayor LC, cuya explicación sería en los desplazamientos de los grupos identificados en abril y que continúan en junio. Sin embargo, ambas categorías desaparecen en julio, principalmente los reclutas; 2) La otra diferencia es que PLAYA 2 presenta, en general, menor proporción de machos que PLAYA 1, pero en ambas predominan los machos, para todas las evaluaciones de abril, junio y julio.

### 7.2.2.2 Zona 2

Las características biológicas de las poblaciones de *E. analoga* en PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6, ubicadas en playa Chancay (en Chancay), registró diferentes resultados en relación a la abundancia y biomasa. Ramírez y Jaramillo (1994) indicaron que la abundancia de *E. analoga* fue mayor en playas intermedias, es decir, aquellas que no son enteramente disipativas<sup>20</sup>, ni enteramente reflectivas<sup>21</sup>. Asimismo, Brazeiro (2005) sugiere que aspectos ecológicos de *E. analoga*, como tasa de crecimiento, biología reproductiva, capacidad de excavación, son afectados negativamente por las condiciones ambientales de playas reflexivas. En ese sentido, los puntos PLAYA 5 y PLAYA 6, presentaron una condición expuesta al oleaje; y los puntos PLAYA 4, y principalmente PLAYA 3 una condición semi-expuesta al oleaje (o semi-protegida); con base al tipo de playa, estas podrían catalogarse de tipo «intermedias<sup>22</sup>», siendo igual para los puntos PLAYA 1, PLAYA 2, PLAYA 8 y PLAYA 9.

<sup>20</sup> Playas disipativas, con amplios rangos de marea, con alta energía de ola; y el sedimento es arena fina, usualmente pueden desarrollarse vastas poblaciones de bivalvos (Defeo & McLachlan, 2005).

<sup>21</sup> Playas reflectivas, con olas y mareas pequeñas, y el sedimento es arena gruesa, sólo permanecen crustáceos supralitorales e insectos (Defeo & McLachlan, 2005).

<sup>22</sup> Playas que albergan características de playas reflectivas y disipativas (Defeo & McLachlan, 2005).



En relación a los puntos PLAYA 3 y PLAYA 5 estuvieron asociadas a los puntos de vertimiento V-3 y V-2, respectivamente; y en abril, se observó la presencia de reclutas (LC < 4 mm), principalmente en PLAYA 3, aunque en menor abundancia respecto a los demás puntos de playa. Sin embargo, fueron representativos en los niveles 0 m, 5 m y 10 m del intermareal. Lo que denota que podrían ser vulnerables a las aguas residuales descritas; haciéndose evidente en junio y julio, en donde desaparecen. Por otro lado, para grupos con una mayor talla presentaron una reiterativa disminución de sus abundancias a medida que se desplazan a la derecha, en junio; siendo aún más efectivo en julio, mostrando relación con el incremento en la concentración de los parámetros de agua residual en el punto V-2 y agua de mar (PLAYA 5 y PLAYA 3), siendo principalmente coliformes termotolerantes y fósforo total.

Las proporciones entre la abundancia de reclutas, machos, hembras y hembras ovígeras en cada evaluación (abril, junio y julio), presentó marcadas diferencias principalmente entre las playas PLAYA 3, PLAYA 4 y PLAYA 5 en abril y junio.

Los reclutas (LC < 4 mm) identificados en abril, registraron un desplazamiento para el mes de junio, principalmente en la PLAYA 3, donde fue abundante en abril, generando nuevos grupos de tallas. Sin embargo, tallas mayores a 15 mm desaparecen en julio. Asimismo, no se evidenció patrones de asentamiento, con nuevos reclutas en junio y julio. Solo se evidenció la dominancia de machos, con distribución heterogénea a lo largo del nivel intermareal. Por otro lado, en PLAYA 6 muestra un mejor escenario de desplazamiento de machos entre junio y julio.

### 7.2.2.3 Zona 3

Las características biológicas de las poblaciones de *E. analoga* en PLAYA 8 y PLAYA 9, ubicadas en playa Chorrillos (norte de Chancay), registró una tendencia similar, tanto en las fluctuaciones de la abundancia, como en la biomasa, considerando que PLAYA 8 presentó influencia directa del vertimiento de aguas residuales (V-5), llegando hasta PLAYA 2, siendo un comportamiento también descrito en la zona 1 (PLAYA 1 y PLAYA 2). Aunque para abril, las escorrentías provenientes de las áreas agrícolas, podría haber tenido el mismo efecto registrado para la zona 1, con el río Chancay; y además de, proveer nutrientes y alimento para las poblaciones de *E. analoga* en ambos puntos de playa, ya que se registró un mayor número y biomasa de ejemplares por unidad de muestreo (0,025 m<sup>2</sup>).

En la zona 3, a diferencia de la zona 1, las variaciones son moderadas entre junio y julio, en donde es evidente un proceso de asentamiento y colonización de reclutas (Longitud cefalotorácica < 4 mm) en julio; y la presencia de grupos de tallas mayores entre abril y junio, para luego desaparecer en julio; lo que podría tener relación con la reducción y/o desaparición de las escorrentías agrícolas disminuyendo el efecto de dilución de las aguas residuales del punto V-5, alterando la presencia y/o asentamiento de nuevos grupos, principalmente en los niveles intermareales (15 a 35 m), siendo principalmente coliformes termotolerantes, aceites y grasas y fósforo total.

Las proporciones entre la abundancia de reclutas, machos, hembras y hembras ovígeras en cada evaluación (abril, junio y julio), presentó mínimas diferencias entre ambas playas (PLAYA 8 y PLAYA 9), el cual repite lo descrito en la zona 1, desplazamiento de grupos de machos con mayor longitud cefalotorácica (LC) entre abril y junio, pero que desaparecen en julio; por el contrario los reclutas presentaron un grupo bien reducido tanto



en abril y junio; pero se incrementa en julio, lo que podría deberse a nuevos procesos de asentamiento. Para todas las evaluaciones de abril, junio y julio en la zona 3 fue evidente la menor proporción de machos en PLAYA 9, en comparación a PLAYA 8.

Consolidando algunos aspectos recurrentes para las zona 1, zona 2 y zona 3, se observó que esta predominancia de machos se registró en todas las playas evaluadas de la zona 1 (PLAYA 1 y PLAYA 2), zona 2 (PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6) y zona 3 (PLAYA 8 y PLAYA 9), lo que podría estar relacionada a una menor tasa de crecimiento de los machos, resultados similares fueron encontrados por Osorio *et al.* (1967), Conan *et al.* (1975) y Contreras y Jaramillo (1994), descartando con esto, la posibilidad de un proceso de reversión sexual, es decir de machos a hembras, debido a sus mínimas tallas. Sin embargo, aquí se propone que la predominancia numérica de los machos y la abrupta desaparición de hembras, y principalmente hembras ovígeras, en la distribución de las tallas mayores, puede deberse a 1) baja tasa de crecimiento, y reversión sexual, las cuales pueden ocurrir simultáneamente y 2) eventos de mortalidad, que presentarían mayor relación con los vertimientos de aguas residuales, que de los procesos naturales (mortalidad natural), sobretodo porque el efecto de la contaminación se registró en las evaluaciones de junio, y principalmente en julio. Al respecto, con el fin de ser más precisos es necesario recurrir a estudios mucho más sensibles de la dinámica poblacional, que incluyan análisis histológicos de las gónadas de los individuos de esta especie. Con ello, se puede trazar una afectación sobre los procesos de fecundidad (machos, hembras y hembras ovígeras) y por ende a eventos de asentamiento y colonización (megalopas y reclutas) para los puntos evaluados en la zona 1, zona 2 y zona 3.

### 7.3.3. Condiciones hidrodinámicas y los varamientos en la bahía de Chancay

Para una aproximación de las condiciones hidrodinámicas en la bahía de Chancay en el periodo de estudio, primera ejecución (abril), segunda ejecución (junio) y tercera ejecución (julio), se empleó datos del estado del mar registrados para la bahía de Ancón, ubicada aprox. a 100 km al sur de Chancay (fuente: [www.windguru.cz](http://www.windguru.cz)), debido que no hay registro de este tipo para el área de estudio.

Los vientos en los meses de abril, mayo, junio y julio tienen una mayor dinámica respecto a los meses de enero, febrero y marzo, cuyos valores fueron < 8 nudos. A diferencia de lo registrado para junio, que varió 6,75 a 9 nudos (Figura 7.23). Considerando que la velocidad de viento (nudos) ejerce tensión sobre la capa superficial del mar transmitiendo movimiento desde la superficie hacia niveles profundos de la columna de agua (Brown *et al.*, 2004), por ende, se torna en uno de los factores importantes que determinan las condiciones hidrodinámicas asociados a procesos de circulación marina (Quispe *et al.*, 2010).

Adicionalmente, el mismo comportamiento fue observado en el periodo de ola (Figura 7.24), presentando un incremento de sus valores en los meses de mayo y junio. Aunque, la altura de ola (Figura 7.25) y temperatura superficial (Figura 7.26), presentaron una marcada segregación entre los meses enero, febrero y marzo (verano) y los meses de abril, mayo, junio y julio (otoño-invierno), mostrando valores > 2 m para la altura de ola y una disminución de la temperatura de 21 °C a 15,5 °C.

Si bien, los datos descritos corresponden a la bahía de Ancón, presenta evidencias de cambios en la hidrodinámica respecto a la temporalidad (estacionalidad), lo que trae consigo cambios en las características físicas y químicas del agua de mar y sedimento, y de las respuestas de las comunidades biológicas (Tarazona *et al.*, 1991).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

En ese sentido, se podría inferir que los resultados obtenidos del periodo de evaluación de la bahía de Chancay (otoño-invierno 2019) se circunscriben en un escenario de moderada-alta hidrodinámica respecto a los meses de enero, febrero y marzo (verano 2019). En donde, la relación efluentes de los establecimientos industriales pesqueros y el cuerpo receptor (bahía de Chancay) dificulta discernir su efecto sobre la calidad ambiental debido a la influencia de la hidrodinámica local.

Por el contrario, en verano está relacionado a una menor hidrodinámica, generando eventos de hipoxia en los estratos menos profundos (someros), teniendo implicancias sobre las comunidades biológicas, principalmente sobre la comunidad del bentos (Tarazona *et al.*, 1999). Con base en lo descrito, en diciembre de 2013, se reportó una varazón de moluscos, crustáceos y peces, como por ejemplo pejerrey; en las playas del puerto de Chancay, que correspondería a la zona 2, en playa Chorrillos, en la zona 3; y playa Las Vinas<sup>23</sup> (fuente: El Comercio). Asimismo, Imarpe (2017)<sup>24</sup>, registró una varazón de varias especies de invertebrados marinos, como muy muy (*Emerita analoga*), cangrejo violáceo (*Platyxanthus orbigny*), pulpo (*Octopus mimus*), chorito (*Semimytilus algosus*) y cangrejo puñete (*Hepatus chilensis*) entre el 18 y 19 de enero de 2017, asociado a los bajos niveles de oxígeno y acidez del agua de mar. Posteriormente, Imarpe (2018)<sup>25</sup> nuevamente en mayo 2018, registró varazón de muy muy (*E. analoga*), cangrejo violáceo (*P. orbigny*) y cangrejo puñete (*H. chilensis*), asociando estos eventos a procesos de normalización posteriores a condiciones El Niño y/o La Niña; además de un efecto de actividades antropogénicas, relacionadas a la presencia de grasa en la playa. En ese sentido, se ha identificado que los vertimientos de aguas residuales de los puntos V-3, y principalmente V-2, estarían propiciando condiciones adversas.

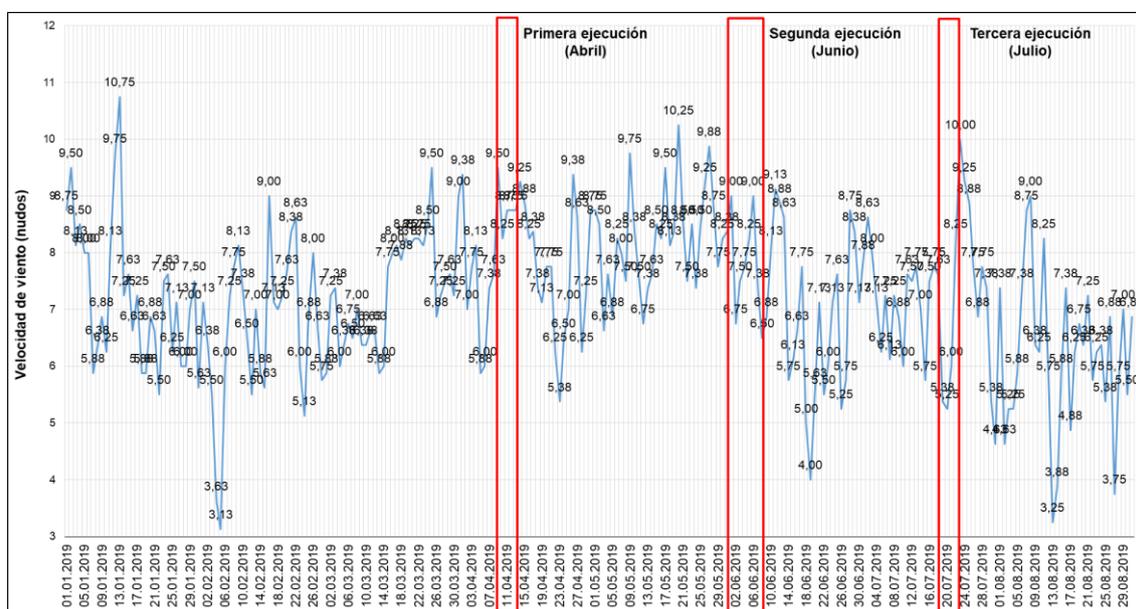


Figura 7.23. Valores promedio de velocidad de viento (nudos), para la bahía de Ancón desde enero a agosto 2019.

<sup>23</sup> Recuperado de: <https://elcomercio.pe/lima/varazon-animales-marinos-alarma-playas-chancay-282158-noticia/?foto=1>

<sup>24</sup> Fuente: [http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/noticia/imarpe\\_notic\\_npvarazonchancay.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/noticia/imarpe_notic_npvarazonchancay.pdf)

<sup>25</sup> Fuente: [http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/noticia/imarpe\\_notic\\_varazon\\_\(1\).pdf](http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/noticia/imarpe_notic_varazon_(1).pdf)



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

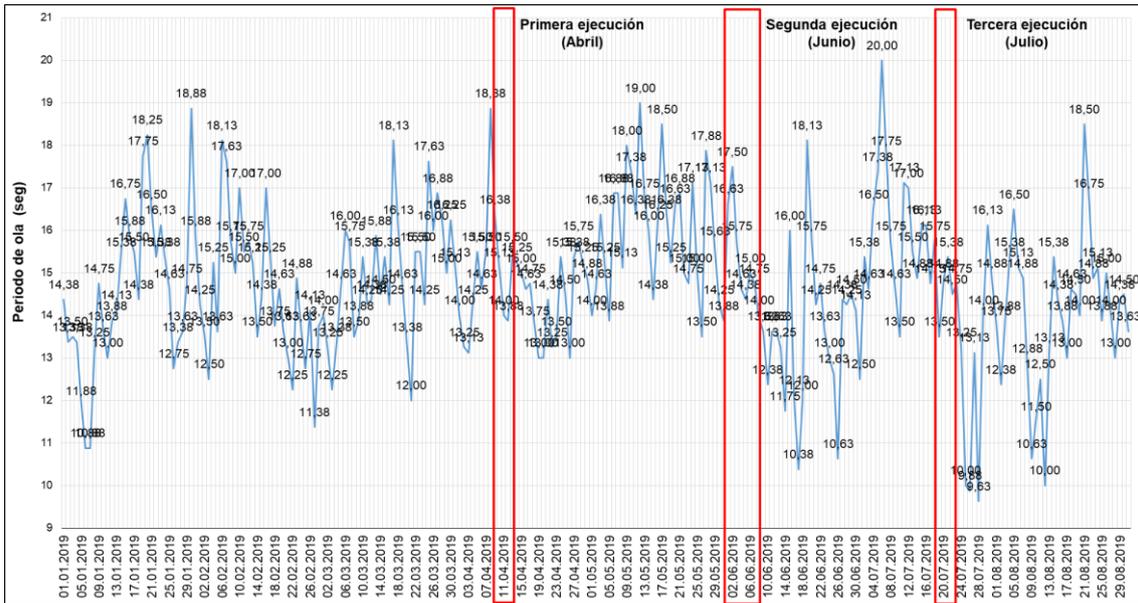


Figura 7.24. Valores promedio de periodo de ola (m), para la bahía de Ancón desde enero a agosto 2019.

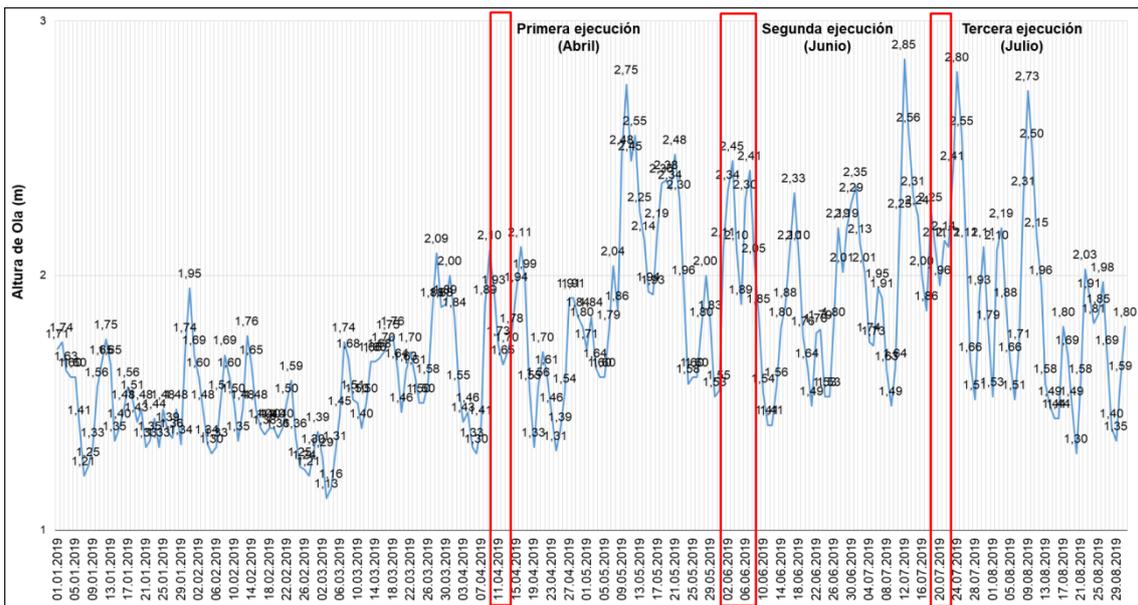


Figura 7.25. Valores promedio de altura de ola (m), para la bahía de Ancón desde enero a agosto 2019.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

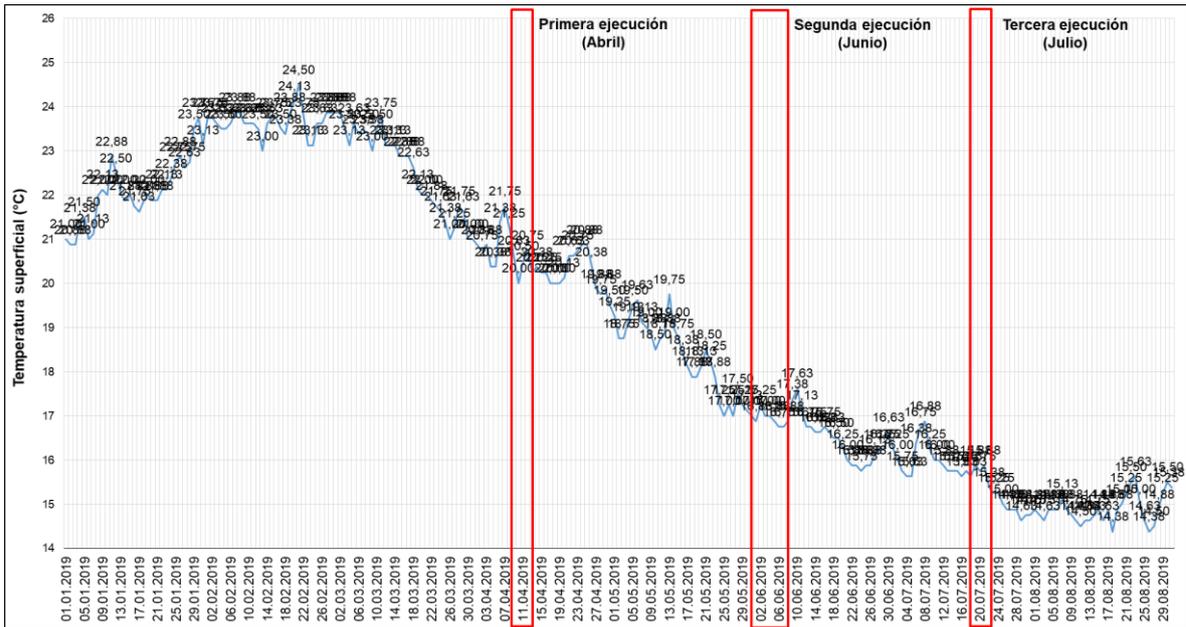


Figura 7.26. Valores promedio de periodo de ola (m), para la bahía de Ancón desde enero a agosto 2019.

8. CONCLUSIONES

8.1 Agua residual

- La mayor concentración de aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y sulfuros, entre las zonas evaluadas se presentó en el punto V-5 ubicado en la zona 3 (playa Chorrillos) correspondiente a un vertimiento de origen municipal y aparentemente industrial debido a la presencia de residuos de la industria de procesamiento de aves.
• La mayor concentración de coliformes termotolerantes se presentó en el punto V-1 de la zona 1 (playa El Cascajo), seguido del punto V-5 ubicado en la zona 3 (playa Chorrillos), generando condiciones de baja calidad en el ambiente intermareal del cuerpo receptor (mar de Chancay), de manera permanente.

8.2 Agua de mar y sedimento

Intermareal

- La zona 3 comprendida por los puntos PLAYA 7 y PLAYA 8 ubicados en la playa Chorrillos, es la zona con menor calidad de agua de mar del área de estudio en el ambiente intermareal, ya que se registraron elevadas concentraciones de aceites y grasas y coliformes termotolerantes superiores a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1 subcategoría B1, debido a los vertimientos de agua residual no autorizados V-4 y V-5.
• Los vertimientos no autorizados V-3 y V-2 de la zona 2, son fuentes del material extractable en hexano registrado en el sedimento de los puntos PLAYA 3 y PLAYA 5.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

- Los vertimientos V-3 y V-5 son fuentes de materia orgánica y sulfuros lo cual se reflejó en el sedimento de los puntos PLAYA 3 y PLAYA 8, lo cual podría impactar a las especies que viven en el ambiente intermareal.

### Submareal

- La presencia de coliformes termotolerantes que superaron los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1 subcategoría B1 en los niveles de superficie y fondo marino, es originada por las descargas autorizadas de los Establecimientos Industriales Pesqueros y además por los vertimientos de agua residual en el ambiente intermareal.
- La hidrodinámica de la bahía de Chancay favorece la dilución de las sustancias vertidas en la bahía como aceites y grasas y sólidos suspendidos.
- Se registró que la concentración de aceites y grasas superó el límite de detección en los puntos CEN-EM (emisario submarino del EIP Centinela S.A.C.) manteniéndose elevada en el punto control CEN-1(ubicado a 250 m al norte), siendo evidencia que la baja disolución supera la zona de mezcla, lo cual tendría implicancias sobre la calidad del agua.
- En el sedimento, se registró concentraciones de cobre (puntos BCH-1, BCH-2 y AUS-EM) y cadmio (puntos BCH-1 y CEN-1) que superaron el valor ISQG de la norma canadiense utilizada referencialmente, que podría atribuirse a la presencia de embarcaciones e infraestructura marítima revestida con pinturas *anti-fouling* (anti incrustante). Asimismo, su distribución y elevada concentración estaría asociada a la predominante corriente norte en la bahía de Chancay.
- Los mayores valores de materia orgánica y sulfuros se registraron en los puntos relacionados al emisario submarino de Austral Group (AUS-EM), Centinela (CEN-1) y el punto BCH-1, dado por un efecto acumulativo de los efluentes pesqueros, y que debido a la hidrodinámica de la bahía de Chancay se registran también en los puntos BCH-1 y BCH-2.

## 8.3 Hidrobiología

### 8.3.1 Comunidad del macrobentos

#### Intermareal

- Los resultados obtenidos en este estudio mostraron la existencia de claras tendencias en los patrones de distribución espacial y temporal de la comunidad del macrobentos, que indican los efectos de la contaminación del ambiente intermareal. La detección de bajos valores de número de especies (riqueza de especies) y abundancia, estimados principalmente en los puntos cercanos a los efluentes de aguas residuales, como PLAYA 1 (zona 1) y el vertimiento V-1, en PLAYA 3 y el vertimiento V-3, en PLAYA 5 y el vertimiento V-2 (zona 2), y en PLAYA 8 y el vertimiento V-5 (zona 3); y en sus respectivos controles PLAYA 2 (zona 1), PLAYA 4 y PLAYA 6 (zona 2) y PLAYA 9 (zona 3) han afectado la ecología de las playas, siendo más evidente en las evaluaciones de junio y julio.

#### Submareal

- La comunidad del macrobentos submareal presentó 2 grupos bien definidos, el primer grupo conformado por los puntos emisario submarino de la EIP Austral (AUS-EM),



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

emisario submarino de la EIP Caral (CAR-EM) y su punto asociado (CAR-2A), y los puntos control (BCH-1 y BCH-2).; y el segundo grupo, conformado por el emisario submarino de la EIP Copeinca (COP-EM) y sus puntos asociados (COP-1, COP-3, COP-2A), y el emisario submarino de la EIP Centinela (CEN-EM), y su puntos asociados (CEN-1 y CEN-3).

- En el primer grupo se registró un mayor número de especies (riqueza de especies) y abundancia, asociado a un estrato más profundo (> 19 m), con bajos valores de oxígeno disuelto y temperatura; y elevadas concentraciones de sulfuros y materia orgánica; y una macrofauna compuesta por especies tolerantes a condiciones de hipoxia.
- En el segundo grupo, además de encontrarse en un estrato somero (< 16 m), se registró bajos valores de número de especies y abundancia, con altos valores de coliformes termotolerantes; y una macrofauna compuesta por especies de respuesta sensible a las perturbaciones orgánicas. Es posible que este comportamiento se deba al sistema dinámico de la bahía de Chancay, lo cual incrementa la complejidad para identificar el efecto de los efluentes de los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros, de la variabilidad natural. Sin embargo, se registró que en los emisarios de Centinela (CEN-EM) y Copeinca (COP-EM), en relación a sus puntos asociados (CEN-1, CEN-3, COP-1, COP-2A, COP-3), la comunidad del macrobentos presentó una baja heterogeneidad, lo cual podría ser indicio de una comunidad alterada, sometida a constatare perturbación por parte de los efluentes pesqueros, en la temporada de pesca.
- El estrato somero, además de la influencia de los efluentes pesqueros de las EIP Centinela y Copeinca, activos en la temporada de producción, también recibe las descargas de los vertimientos de agua residual V-3 y V-5, provenientes del intermareal (playas) de manera constante, ambas fuentes estarían generando condiciones adversas para el sistema marino; y posiblemente sea un factor que genere eventos de mortandad de los organismos bentónicos, principalmente en la estación calidad (verano).

### 8.3.2 Poblacional *Emerita analoga*

- Las diferencias encontradas en la estructura poblacional de *Emerita analoga* en PLAYA 1 y PLAYA 2 (zona 1); en PLAYA 3, PLAYA 4, PLAYA 5 y PLAYA 6 (zona 2), y en PLAYA 8 y PLAYA 9 (zona 3) estuvo relacionada a las descargas de agua residual provenientes de la empresa municipal EMAPA-Chancay V-1 (zona 1), V-2 (zona 2) y V-4 (zona 3), las descargas del DPA Chancay (V-3) y las descargas de aguas residuales relacionadas a la industria avícola (V-5), generando una marcada disminución de las abundancias y la proporción sexual (machos y hembras) identificados en las evaluaciones de junio, principalmente en julio.

## 9. RECOMENDACIONES

- La evaluación del entorno de bahía Chancay en junio no evidenció efectos contundentes de los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros, principalmente en Caral y Austral, sobre la calidad de agua de mar, sedimento marino y la comunidad del macrobentos; presentando relación directa a una alta-moderada de las características hidrodinámicas. Por el contrario, en un escenario de baja-moderada hidrodinámica (de los meses noviembre-diciembre) presentarían



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

condiciones más estables y permitirían discriminar los efectos de los efluentes pesqueros, de la segunda temporada de pesca, sobre la calidad ambiental. Asimismo, es necesario que los estudios sean apoyados por el análisis de las condiciones hidrodinámicas (corrientes, vientos, circulación marina, etc). Con ello, tener una aproximación del tiempo de residencia y distribución (recorrido de la pluma) de los efluentes sobre el entorno de la bahía.

- Es necesario realizar inspecciones de las empresas asentadas al área adyacente a la zona 3 (PLAYA 8 y PLAYA 9), puesto que los resultados obtenidos en calidad de agua de mar, altos valores de aceites y grasas, fósforo total y coliformes termotolerantes; aunado la presencia de residuos de aves (plumas, pellejos y restos de patas), están relacionados a vertimientos de la industria avícola.

## 10. ANEXOS

- Anexo 1: Mapas  
Anexo 2: Reportes de campo  
Anexo 3: Reportes de resultados  
Anexo 4: Reportes de hidrobiología  
Anexo 4.1: Resultados taxonómicos de la comunidad del macrobentos  
Anexo 4.2: Resultados de la estructura poblacional de *Emerita analoga*  
Anexo 5: Videos y fotografías  
Anexo 5.1: Aguas residuales a) punto V-1, b) punto V-2, c) punto V-3, d) punto V-4 y e) punto V-5.  
Anexo 5.2: a) Residuos avícolas en el punto PLAYA 8 y b) Presencia de residuos sólidos entre los puntos PLAYA 8 y PLAYA 9.  
Anexo 5.3: a) Emisario submarino de la EIP Copeinca (COP-EM) y b) Emisario submarino de la EIP Centinela (CEN-EM).

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Merino, A., Garrido-Pérez, C., Nebot-Sanz, E., & Sales-Márquez, D.. (2005). Fenómenos de dilución y autodepuración de un vertido de aguas residuales urbanas en un ecosistema litoral: El caso del estuario del Río Iro (suroeste de España). *Ciencias marinas*, 31(1b), 221-230. Recuperado en 24 de septiembre de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018538802005000200009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018538802005000200009&lng=es&tlng=es).
- Acevedo-Merino, A., Garrido-Pérez, C., Nebot-Sanz, E., & Sales-Márquez, D.. (2005). Fenómenos de dilución y autodepuración de un vertido de aguas residuales urbanas en un ecosistema litoral: El caso del estuario del Río Iro (suroeste de España). *Ciencias marinas*, 31(1b), 221-230. Recuperado en 24 de septiembre de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018538802005000200009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018538802005000200009&lng=es&tlng=es).
- Aerts, K., Vanagt, T., Degraer, S., Guartatanga, S., Wittoeck, J., Fockede, N., Cornejo-Rodriguez, M.P., Calderón, J. and M. Vincx. 2004. Macrofaunal community structure and zonation of an Ecuadorian sandy beach (bay of Valdivia). *Belg. J. Zool.*, 134 (1): 17-24.
- Alkan, U., Elliot, D.J. and Evison, L.M. (1995). Survival of enteric bacteria in relation to simulated solar radiation and other environmental factors in marine waters. *Water Res.*, 29: 2071-2081.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

- Anderson, M. J., Goley, R., & Clarke, R. (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: guide to Software and Statistical Methods (1st ed.). Plymouth: University of Auckland
- Anderson, M. J. (2001). A new method for non parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26(2001), 32–46. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>
- Armas R. y Armas R. (2001). Tecnología ambiental en nuestro hogar la nave sideral tierra - Trujillo CONCYTEC 2001. Pág. 292-293.
- Autoridad Nacional del Agua. (2012). Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Anexo 7 Caracterización biológica y medioambiental.
- Ayres, P.A. (1977). Coliphages in sewage and the marine environment. In: F.A. Skinner and J.M. Shewan (eds.), *Aquatic Microbiology*. Academic Press, New York, pp. 275-298.
- Baldó F., Arias A. M. y Drake P. (2001). La comunidad macrobentónica del estuario del Guadalquivir. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 17 (1 y 2). 2001: 137-148.
- Brown, E., Colling, A., Park, D., Phillips, J., Rothery, D. & J. Wright 2004. *Ocean Circulation*. Open university course team. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Borja, A., Bricker, S. B., Dauer, D. M., Demetriades, N. T., Ferreira, J. G., Forbes, A. T., Zhu, C. (2009). Ecological integrity assessment, ecosystem-based approach, and integrative methodologies: Are these concepts equivalent? *Marine Pollution Bulletin*, 58(3), 457–458. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.12.003>
- Borja, A., Dauer, D. M., Díaz, R., Llansó, R. J., Muxika, I., Rodríguez, J. G., & Schaffner, L. (2008). Assessing estuarine benthic quality conditions in Chesapeake Bay: A comparison of three indices. *Ecological Indicators*, 8(4), 395–403. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.05.003>
- Borja, Á., Franco, J., & Pérez, V. (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within european estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12), 1100–1114. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00061-8).
- Borja, A., Muxika, I., & Franco, J. (2003). The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts, 46, 835–845. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(03\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00090-0).
- Borja, A., & Tunberg, B. G. (2011). Assessing benthic health in stressed subtropical estuaries, eastern Florida, USA using AMBI and M-AMBI. *Ecological Indicators*, 11(2), 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.05.007>
- Brazeiro, A. 2001. Relationship between species richness and morphodynamics in sandy beaches: what are the underlying factors?. *Mar Ecol Prog Ser.* Vol. 224: 35–44
- Brazeiro, A. (2005). Geomorphology induces life history changes in invertebrates of sandy beaches: the case of the mole crab *Emerita analoga* in Chile. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 85, 113-120.
- Cabello T. y Jacinto T. (2004). Hidrocarburos de petróleo en áreas marino costeras del Perú. Instituto del Mar del Perú. Pág. 72.
- Cai, L., Tam, N., Wong, T., Ma, L., Y, G., & Y, W. (2003). Using benthic macrofauna to assess environmental quality of four intertidal mudflats in Hong Kong and Shenzhen Coast. *Acta Oceanologica Sinica*, 22, 309–319.
- Cabrera, C. 2002. Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de chancay: propuesta de recuperación. Tesis de maestría, Universidad nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú, 177pp.
- Clarke, K. R., Somerfield, P. J., & Gorley, R. N. (2008). Testing of null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environment linkage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366(1–2), 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.07.009>
- Clarke, R., & Warwick, R. M. (2001). Change in marine communitis: An approach to statistical Analysis and Interpretation.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

- Conan, G., C. Melo & G. Yany. 1975. Evaluation de la production d'une population littorale du crabe hippidae *Emerita analoga* (Stimpson) par intégration des paramètres de croissance et de mortalité. 1th European Symposium on Marine Biology, Belgium, 21: 129-150.
- C. O. García-Sifuentes , R. Pacheco-Aguilar , S. Valdez-Hurtado , E. MárquezRios , M. E. Lugo-Sánchez & J. M. Ezquerro-Brauer (2009) Impacto del agua de cola de la industria pesquera: tratamientos y usos Impact of stickwater produced by the fishery industry: treatment and uses, *CyTA – Journal of Food*, 7:1, 67-77, DOI: 10.1080/11358120902850412
- Contreras, H. & E. Jaramillo. 1994. Historia natural de *Emerita analoga* (Anomura: Hippidae) en una playa arenosa del centro-sur de Chile. XIV Jornadas de Ciencias del Mar, Puerto Montt. Resumen: 83.
- Defeo, O. & A. McLachlan. 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Mar Ecol Prog Ser*. Vol. 295: 1–20.
- El-Sharkawi, F., Al-Attar, L., Gawad, A. and Molazem, S. (1989). Some environmental factors affecting survival of fecal pathogens and indicator organisms in seawater. *Water Sci. Technol.*, 21: 115-120.
- Fernández, J., Palarea, J., y Barceló, C. 2011. Técnicas composicionales para concentraciones geoquímicas por debajo del límite de detección. *Boletín Geológico y Minero*, 2011, vol. 122, núm. 4, p. 459- 468.
- Franco, P.j. (1984). Acute Toxicity of a synthetic oil, aniline and phenol to laboratory and natural populations of chironomide (díptera) larvae. *Environ. Pollut.* A34: 321 (Abstract)
- Fujioka, R.S., Hashimoto, H.H., Siwak, E.B. and Young, R.H.F. (1981). Effect of sunlight on survival of indicator bacteria in seawater. *Appl. Environ. Microbiol.*, 41: 690-696.
- Instituto Valenciano de Microbiología. Bacterias productora de H<sub>2</sub>S (reductora de sulfato, reductora de sulfito, reductoras de azufre, y otras moléculas con azufre): Importancia en el deterioro de los productos pesqueros y cárnicos- Cultivo cualitativo; Identificación molecular (PCR y secuenciación). 2018. Recuperado de: <https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-alimentos/5444-bacterias-productoras-de-h2s-reductoras-de-sulfato-reductoras-de-sulfito-reductoras-de-azufre-y-otras-moleculas-con-azufre-cultivo-cualitativo-y-cuantitativo-e-identificacion-molecular>
- Jiménez, L.C., Molina, F. & E. Núñez. 1992. Efectos de las aguas residuales sobre la macrofauna bentónica de playas arenosas en la bahía de Todos Santos. *Ciencias Marinas*, 13(1): 35-54.
- Lizárraga Partida, M.L. (1974). Organic pollution in Ensenda Bay, Mexico. *Marine Pollution Bull.*, 5 (7): 109-113.
- Martínez, G. (2016). Contaminación por metales pesados en sedimentos superficiales de seis regiones Marino-Costera del oriente de Venezuela. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11741.61924>
- McCambridge, J. and McMeekin, T.A. (1981). Effect of solar radiation and predacious microorganisms on survival of faecal and other bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 41: 1083-1087.
- McFeters, G.A. and Stuart, D.G. (1972). Survival of coliform bacteria in natural waters: Field and laboratory studies with membrane filter chambers. *Appl. Environ. Microbiol.*, 24: 805-811.
- Mitchell, R. and Chamberlin, G. (1974). Factors influencing the survival of enteric microorganisms in the sea.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: Alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(4), 1249–1261. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

- Morón O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Bol Inst. Mar Perú. 19(1-2): 179-204.
- Muniz, P., Venturini, N., Pires-Vanin, a. M. S., Tommasi, L. R., & Borja, Á. (2005). Testing the applicability of a Marine Biotic Index (AMBI) to assessing the ecological quality of soft-bottom benthic communities, in the South America Atlantic region. *Marine Pollution Bulletin*, 50(6), 624–637. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.01.006>
- Nriagu, J.O.(1983). *Aquatic Toxicology*. John Wiley & Sons, New York, N.Y.
- Osorio, C., Bahamonde, M. y. López, M.T. 1967. El Limanche [Emerita analoga (Stimpson)] en Chile (Crustacea, Decapoda, Anomura). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Tomo XXIX.
- Perés, J.M. (1980). *Polución de las aguas marinas*. Ed. Omega, Barcelona, España, 250 pp.
- Pernía, Beatriz, Mero, Mariuxi, Cornejo, Xavier, Ramírez, Nelson, Ramírez, Lisette, Bravo, Kenya, López, David, Muñoz, Jorge, & Zambrano, Josué. (2018). Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador. *Enfoque UTE*, 9(2), 89-105.
- Quintero Rendón, Luz A., & Agudelo, Edison A., & Quintana Hernández, Yamith A., & Cardona Gallo, Santiago A., & Osorio Arias, Andrés F. (2010). Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos. *Gestión y Ambiente*, 13(3), undefined-undefined. [fecha de Consulta 30 de Septiembre de 2019]. ISSN: 0124-177X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1694/169419996004>.
- Quispe, D., Graco, M., Correa, D., Tam, J., Gutiérrez, D., Morón, O., Flores, G. y C. Yamashiro. 2010. Variabilidad espacio-temporal de condiciones hidrofísicas en bahía independencia, pisco – Perú, desde 1995 al 2004. *Ecología Aplicada*, 9(1).
- Ramírez, S. & E. Jaramillo. 1994. Playas arenosas expuestas: climas de resaca y Emerita analoga (Crustacea, Anomura). XIV Jornadas de Ciencias del Mar, Puerto Montt. Resumen: 163.
- Ray, S. (1984). Bioaccumulation of cadmium in marine organisms. *Experientia*, 40(1), 14-23.
- Scheuerman, P.R., Schmidt, J.P. and Alexander, M. (1988). Factors affecting the survival and growth of bacteria introduced into lade water. *Arch. Microbiol.*, 150: 320-325.
- Shimabukuro, Maurício; Sandra Bromberg & Ana M. S. Pires-Vanin (2016): Polychaete distribution on the southwestern Atlantic continental shelf, *Marine Biology Research*, DOI: 10.1080/17451000.2015.1131299
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua Evaluación y diagnóstico*. Medellín, España: Ediciones del Instituto Valenciano de Microbiología. Bacterias productora de H<sub>2</sub>S (reductora de sulfato, reductora de sulfito, reductoras de azufre, y otras moléculas con azufre): Importancia en el deterioro de los productos pesqueros y cárnicos- Cultivo cualitativo; Identificación molecular (PCR y secuenciación). 2018. Recuperado de: <https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-alimentos/5444-bacterias-productoras-de-h2s-reductoras-de-sulfato-reductoras-de-sulfito-reductoras-de-azufre-y-otras-moleculas-con-azufre-cultivo-cualitativo-y-cuantitativo-e-identificacion-molecular>.
- Solic, M. and Krstulovic, N. (1992). Separate and combined effects of solar radiation, temperature, salinity, and pH on the survival of faecal coliforms in seawater. *Mar. Pollut. Bull.*, 24: 411-116.
- Solís, J & F. Velazco. 2001. Estudio sedimentológico y geoquímico en la bahía de Chancay. Setiembre 1999. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N°. 140.
- Solís, J. & J. Inca. Características hidroquímicas en la bahía de Chancay durante el periodo de intensa actividad pesquera. Octubre 1999. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N°. 140.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

- Tarazona, J., Indacochea, A., Valle, S., Córdova, C., Ochoa, N., Serrano, w. y T. Peña. 1999. Impacto de “El Niño 1997-98” sobre el ecosistema marino somero de la costa central del Perú. Rev. Peru. Biol. Vol. Extraordinario: 18-31.
- Tarazona, J., Canahuire, E., Salzwedel, H., Jeri, T. & Arntz, W. y L. Cid. 1991. Macrozoobenthos in two shallow areas of the Peruvian upwelling ecosystem, en Estuaries and coasts: spatial and temporal intercomparisons, vol. ECSA19 Symposium, University of Caen, France, M. Elliott y J.-P. Ducrottoy, Eds. Amsterdam: Olsen & Olsen, pp. 251-258.
- Tarazona, J., Paredes, S. & M. Igreda. 1986. Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Perú. Revista de Ciencias U.N.M.S.M., Vol. 74, N°. 1, pp. 103-116, Mar.
- Usero, J., Morillo, J., Gracia, I. “Contaminación por metales en sedimentos acuáticos. I. Metales en los ecosistemas acuáticos”. Tecnología del agua, 166, 44-50, 1997. José Vicente Alonso Felipe. “Evaluación de efectos de biocidas contenidos en recubrimiento “antifouling” (AF coatings) en ecosistemas marinos). Tesis para acceder al Master oficial en investigación, modelización y análisis del riesgo en medio ambiente. 2011.
- Villarreal de la Torre, D., Sánchez Moreira, J., & Cañarte Pin, J. (2016). Comparación y valoración de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en la especie Dorado (*Coryphaena hippurus*) que se consume en Manta, Ecuador. La Técnica: Revista de Las Agrociencias. ISSN 2477-8982, (16), 32.
- Yang, L., Chang, W. and Huang, M.N. (2000). Natural disinfection of wastewater in marine outfall fields. Water Res., 34(3): 743-750.

# **Anexos**

**Evaluación ambiental en el ámbito de las actividades del sector  
pesca desarrolladas en la Bahía de Chancay, distrito Chancay,  
provincia Huaral, departamento Lima, 2019**