Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Biológicas
Escuela Profesional de Ciencias Biológicas

Procesamiento e identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos marinos en evaluaciones biológicas de la costa central del Perú

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en Hidrobiología y Pesquería

AUTOR

Marianella Lucia REFULIO MANRIQUE

ASESOR

Maribel BAYLÓN CORITOMA

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Refulio, M. (2026). *Procesamiento e identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos marinos en evaluaciones biológicas de la costa central del Perú*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Marianella Lucia Refulio Manrique
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70272533
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4431-420X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Maribel Baylon Coritoma
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40039759
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7102-0680
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jerry Omar Arana Maestre
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42541058
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Dario Ruben Faustino Fuster
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	43213143
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.1.1.1 Biodiversidad y Ecología de Ecosistemas acuáticos
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Instituto del Mar del Perú País: Perú Departamento: Lima Provincia: Callao Distrito: La Punta

	Centro poblado: - Urbanización: - Manzana y lote: - Calle: Esquina Gamarra y General Valle S/N Latitud: -12.0670007 Longitud: -77.1578857 Edificio: Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Cercado de Lima Centro poblado: - Urbanización: - Manzana y lote: - Calle: Av. Carlos Germán Amezaga 375 Latitud: -12.0567801 Longitud: -77.0851046
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2022-2025
URL de disciplinas OCDE	Biología marina, Biología de agua dulce, Limnología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.12

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGA CON MENCIÓN EN HIDROBIOLOGÍA Y PESQUERÍA

(MODALIDAD: TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENCIAL)

Siendo a las 11:09 horas del 16 de julio del 2026, en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas y en presencia del jurado formado por los profesores que suscriben, se dio inicio a la sesión para optar al **Título Profesional de Bióloga con mención en Hidrobiología y Pesquería** de **MARIANELLA LUCIA REFULIO MANRIQUE.**

Luego de dar lectura y conformidad al expediente **N.° UNMSM-20260068418**, la titulando expuso el Trabajo de Suficiencia Profesional **PROCESAMIENTO E IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS MARINOS EN EVALUACIONES BIOLÓGICAS DE LA COSTA CENTRAL DEL PERÚ**, y el Comité de Expertos efectuó las preguntas del caso y evaluó las respuestas al balotario de preguntas propuesto, calificando la exposición y las respuestas con la nota ...16... calificativo: ...Aprobada...con...mención...honrosa

Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el **Título Profesional de Bióloga con mención en Hidrobiología y Pesquería** a **MARIANELLA LUCIA REFULIO MANRIQUE** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título conforme a ley.

Siendo las 11:55 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 16 de julio de 2026.

JERRY OMAR ARANA MAESTRE
PRESIDENTE

MARIBEL BAYLON CORITOMA
ASESORA

DARIO RUBEN FAUSTINO FUSTER
MIEMBRO

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, MARIBEL BAYLÒN CORITOMA en mi condición de Asesora acreditada con el Dictamen de la EPCB N° 000016-2026-EPCB-FCB/UNMSM del Trabajo de Suficiencia Profesional, cuyo título es: “Procesamiento e identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos marinos en evaluaciones biológicas de la costa central del Perú” presentado por la señorita Bachiller MARIANELLA LUCIA REFULIO MANRIQUE para optar el título profesional de Bióloga con mención en HIDROBIOLOGÍA Y PESQUERIA.

CERTIFICO, que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 7% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título profesional de Bióloga con mención en HIDROBIOLOGÍA Y PESQUERIA.

Lima, 24 de junio de 2026



Firma del Asesora

Nombres y Apellidos del Asesora: Maribel Baylón Coritoma

DNI: 40039759

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

RESUMEN

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional describe las actividades desarrolladas en el procesamiento e identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos marinos provenientes de diferentes zonas de la costa central del Perú. Las muestras analizadas correspondieron a evaluaciones realizadas a cargo del Programa de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad en el área de influencia de la Planta Melchorita de la compañía PERU LNG ubicada en Ica, así como, a las evaluaciones realizadas por el Instituto del Mar del Perú en playas comprendidas entre Ventanilla y Chancay, en el marco del seguimiento biológico posterior al derrame de petróleo ocurrido en el año 2022. Las actividades descritas incluyeron la recepción y procesamiento de muestras, la identificación taxonómica de los organismos colectados, la determinación de su abundancia y biomasa, además del registro de toda la información generada. La información obtenida contribuyó a la caracterización de las comunidades macrobentónicas presentes en las áreas evaluadas, proporcionando información relevante para la evaluación de las condiciones ecológicas de los ecosistemas marinos estudiados. La experiencia profesional permitió fortalecer competencias en el estudio de la biodiversidad biológica para generar información básica y aplicada, y en la evaluación del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos para la conservación de la biodiversidad marina.

Palabras clave: Macrobentos, taxonomía, biodiversidad, composición.

ABSTRACT

This Professional Competency Report describes the activities carried out in the processing and taxonomic identification of marine benthic macroinvertebrates from different areas along the central coast of Peru. The analyzed samples were collected during assessments conducted by the Biodiversity Monitoring and Assessment Program within the area of influence of the PERU LNG Melchorita Plant, located in Ica, as well as during surveys performed by the Peruvian Marine Research Institute (IMARPE) on beaches between Ventanilla and Chancay as part of the biological monitoring program following the oil spill that occurred in 2022. The activities described included sample reception and processing, taxonomic identification of collected organisms, determination of their abundance and biomass, and the recording of all generated information. The resulting data contributed to the characterization of macrobenthic communities in the assessed areas, providing relevant information for evaluating the ecological conditions of the studied marine ecosystems. This professional experience strengthened competencies in biodiversity studies aimed at generating basic and applied information, as well as in assessing the functioning of aquatic ecosystems for the conservation of marine biodiversity.

Keywords: macrobenthos, taxonomy, biodiversity, composition.

I. INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados bentónicos o macrobentos constituyen un componente fundamental de las comunidades acuáticas marinas. Se definen como organismos mayores a 500 micras que viven asociados al sustrato de fondo, ya sea enterrados, sobre él, desplazándose o habitando en sus inmediaciones. Este grupo incluye una amplia diversidad de grupos entre los que destacan principalmente poliquetos, moluscos (bivalvos y gasterópodos), crustáceos (anfípodos, isópodos y decápodos) y equinodermos (Carrasco, 1997). Esta diversidad refleja la gran variedad de estrategias adaptativas que presentan estos organismos de acuerdo con el tipo de sustrato en los que habitan (Gray & Elliott, 2009).

Los macroinvertebrados bentónicos son frecuentemente empleados como bioindicadores en programas de monitoreo ambiental y en la evaluación de impactos ambientales, debido a que presentan una serie de características como escasa movilidad, ciclos de vida relativamente largos, diferentes tolerancias al estrés y su papel fundamental en el reciclaje de nutrientes y el flujo de materia entre el sedimento y la columna de agua. (Borja et al., 2000; Dauvin et al., 2012).

Las perturbaciones ambientales afectan la composición, abundancia y biomasa de las comunidades macrobentónicas, generando cambios que reflejan el grado de disturbio del ecosistema. Estos patrones son utilizados en enfoques que permiten evaluar el impacto de las perturbaciones a partir de la estructura de la comunidad bentónica (Warwick & Clarke, 1994).

Bajo este contexto, el presente Trabajo de Suficiencia Profesional (TSP) describe las actividades desarrolladas durante mi participación en el Programa de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (BMAP por sus siglas en inglés) y en el Área Funcional de Investigaciones de Biodiversidad Marina (AFIB) del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), instituciones orientadas a la evaluación y estudio de la biodiversidad marina en el litoral peruano. El BMAP tiene como objetivo integrar la conservación de la biodiversidad en las actividades de construcción y operación de la planta de Gas Natural Licuado de PERU LNG (Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza, s.f). Por su parte, IMARPE es

una entidad dedicada a la investigación científica de los recursos hidrobiológicos, cuyos estudios contribuyen al aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros y a la conservación de la biodiversidad en el país (Instituto del Mar del Perú, s.f.).

El TSP busca resaltar la importancia de los estudios de macroinvertebrados bentónicos en las evaluaciones biológicas marinas, así como evidenciar el aporte de la identificación taxonómica como herramienta especializada para la generación de información confiable sobre la biodiversidad. Esta información es fundamental para el monitoreo ambiental y la toma de decisiones relacionadas con la gestión, conservación y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas marinos del Perú. En este contexto, el trabajo presenta las actividades desarrolladas en el procesamiento e identificación taxonómica de muestras biológicas obtenidas en diferentes estudios de biodiversidad marina realizados en la costa peruana.

II. INFORMACION DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

1. Programa de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (BMAP)

El Programa de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (BMAP) es una colaboración es una colaboración entre el Smithsonian Institution – Center for Conservation and Sustainability (CCS), la compañía PERU LNG y La Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (APECO), establecida desde el año 2011 y orientada al seguimiento periódico de las especies y hábitats marinos presentes en el área de influencia de la planta de procesamiento de gas natural y del terminal portuario de PERU LNG, ubicados en Melchorita, provincia de Chincha, departamento de Ica. A través de evaluaciones sistemáticas realizadas en distintos componentes del ecosistema marino costero, el programa genera información científica relevante para diversos grupos de interés nacionales e internacionales, con la finalidad de promover una coexistencia sostenible entre las operaciones industriales y el entorno natural. Asimismo, estas evaluaciones permiten determinar el estado de conservación de la biodiversidad y sus variaciones a lo largo del tiempo, proporcionando información que facilita la implementación de medidas de manejo adaptativo frente a los diferentes escenarios asociados al proyecto.

El BMAP constituye una iniciativa de monitoreo de largo plazo que permite documentar la composición y dinámica de las comunidades biológicas presentes en la zona de estudio, generando información continua sobre los principales componentes de la biodiversidad marina. Este enfoque resulta particularmente valioso debido a que proporciona una visión temporal de los ecosistemas evaluados, permitiendo identificar patrones naturales de variación, así como posibles cambios asociados a la influencia de la planta de procesamiento de gas natural en el lugar. La disponibilidad de información histórica favorece la comparación entre campañas de monitoreo y contribuye a una mejor comprensión de los procesos ecológicos que ocurren en el área de influencia de PERU LNG.

Las evaluaciones desarrolladas en el marco del BMAP abarcan diversos componentes de la biodiversidad marina, incluyendo comunidades bentónicas, organismos asociados a sustratos rocosos y arenosos, peces, aves marinas y otros grupos biológicos de importancia ecológica. La integración de la información obtenida para estos diferentes componentes permite generar una visión más completa del estado de los ecosistemas marinos y de las interacciones existentes entre sus distintos niveles de organización biológica.

La información generada por el BMAP no solo contribuye al conocimiento científico de la biodiversidad marina en Melchorita, sino que también constituye un insumo fundamental para el desarrollo de estrategias de conservación, gestión ambiental y monitoreo de largo plazo. En este sentido, el programa representa un importante esfuerzo de integración entre investigación científica, seguimiento ambiental y conservación de los ecosistemas marinos, promoviendo la generación de conocimiento especializado que puede ser utilizado para la protección y el manejo sostenible de la biodiversidad costera.

Durante un periodo de tres meses, comprendido entre junio y septiembre de 2025, participé en el BMAP desempeñándome como especialista en taxonomía de macroinvertebrados bentónicos asociados a sustratos duros. Todas mis actividades fueron realizadas bajo la supervisión de la Dra. Ximena Vélez-Zuazo, investigadora especializada en biodiversidad y monitoreo ambiental marino, quien brindó orientación técnica durante el desarrollo de las labores efectuadas en el marco del programa. El correo electrónico de contacto es el siguiente: VelezX@si.edu

2. Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE) es el principal organismo técnico especializado del Estado peruano en materia de investigación científica marina y de los recursos hidrobiológicos. Desde su fundación en el año 1963, esta institución ha desempeñado un papel central en el estudio y comprensión del mar peruano, sus recursos vivos y los ecosistemas acuáticos continentales. El objetivo de su creación fue generar conocimiento científico riguroso, veraz y oportuno que permita al Estado peruano tomar decisiones informadas sobre el aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros, la conservación de la biodiversidad marina y la protección del ambiente costero y oceánico.

La importancia estratégica del IMARPE para el país se sustenta en que el mar peruano es uno de los ecosistemas marinos más productivos y biodiversos del planeta, gracias a la influencia de la Corriente de Humboldt. En este contexto, el IMARPE cumple una función irremplazable al investigar de manera sistemática y con enfoque ecosistémico los procesos físicos, químicos y biológicos que determinan la dinámica del mar peruano, evaluando cómo los recursos hidrobiológicos interactúan entre sí y con su entorno, y cómo las actividades humanas y el cambio climático modifican estas relaciones. Esta información es la base científica sobre la que se sustenta la gestión pesquera nacional, la cual representa una de las actividades económicas más relevantes del Perú.

Para llevar a cabo sus funciones, el IMARPE se organiza en cinco Direcciones Generales especializadas que abordan el estudio de los recursos pelágicos, los recursos demersales y litorales, la oceanografía y el cambio climático, la acuicultura, y la hidroacústica junto al sensoramiento remoto y las artes de pesca. Además, cuenta con una red de laboratorios costeros distribuidos estratégicamente a lo largo del litoral peruano, desde Tumbes hasta Tacna, donde se realizan monitoreos continuos de las pesquerías y los recursos marinos de mayor importancia económica y ecológica. Esta infraestructura descentralizada permite al IMARPE tener una visión integral y actualizada del estado de los ecosistemas marinos en las distintas regiones del país.

Dentro de esta estructura institucional, el Área Funcional de Investigaciones en Biodiversidad Marina (AFIB) constituye una de las unidades científicas más especializadas del IMARPE. Su labor se centra en el estudio, evaluación y monitoreo de la diversidad biológica de los ecosistemas marinos del Perú. El AFIB no se limita a elaborar inventarios de especies, sino que adopta un enfoque ecosistémico que integra la información sobre la distribución espacial y temporal de los organismos, el tipo de hábitat que ocupan, su rol funcional dentro del ecosistema y las interacciones que establecen con otras especies y con los recursos de importancia comercial.

Las líneas de investigación del AFIB abarcan el análisis de comunidades bentónicas, demersales y pelágicas, tanto en ambientes someros como en zonas profundas, incluyendo la caracterización de hábitats marinos. Esta información resulta fundamental para detectar de manera temprana los impactos derivados de actividades antropogénicas como la contaminación por hidrocarburos, el vertimiento de residuos, la sobrepesca y las modificaciones físicas del litoral, así como para evaluar los efectos del cambio climático sobre las comunidades marinas a lo largo del tiempo.

Durante un periodo de cinco meses, distribuidos entre diciembre de 2022 y septiembre de 2023, me desempeñé como analista de muestras de comunidades macrobentónicas en el AFIB del IMARPE, bajo la supervisión de la Blga. Sara Margarita Clemente Capcha. En el marco de esta experiencia profesional, participé en el procesamiento e identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos marinos provenientes de evaluaciones realizadas en playas arenosas y orillas rocosas ubicadas entre los distritos de Ventanilla y Chancay, en el contexto del seguimiento biológico posterior al derrame de petróleo ocurrido en el año 2022. El correo electrónico de contacto es el siguiente: sclemente@imarpe.gob.pe

III. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

1. Organización de las actividades

1.1 Programa de monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (BMAP)

La actividad se desarrolló como parte del "Protocolo de Evaluación y Monitoreo del Bentos Marino" realizado durante el año 2025 y ejecutado por el BMAP. Este programa se orienta al seguimiento sistemático de los macroinvertebrados marinos en el área de influencia de la Planta de Gas Natural Licuado de PERU LNG.

El desarrollo de las actividades estuvo bajo la supervisión de la Ph. D. Ximena Velez-Zuazo, investigadora responsable del proyecto, quien coordinó las diferentes etapas del proceso, incluyendo la planificación de las campañas de muestreo, la colecta de muestras biológicas, su procesamiento inicial y la distribución hacia los especialistas encargados del análisis taxonómico correspondiente. Esta organización permitió asegurar la estandarización de los procedimientos y la continuidad del flujo de información dentro del programa.

Mi participación como analista se centró en el desarrollo de actividades relacionadas con el procesamiento de muestras biológicas y la identificación taxonómica de los organismos presentes en las muestras colectadas de macrobentos marino de fondo duro.

1.2 Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

La actividad se desarrolló en el marco del proyecto denominado "Evaluación biológica ambiental en la zona marino costera afectada por el derrame de crudo de petróleo entre Ventanilla y Chancay" realizado en tres temporadas de monitoreo posteriores al derrame de petróleo ocurrido en Ventanilla en el año 2022. Este proyecto estuvo a cargo del Área Funcional de Investigaciones de Biodiversidad Marina (AFIB) del Instituto del Mar del Perú.

Las actividades fueron supervisadas por la Blga. Sara Clemente Capcha, quien se encargó de realizar las diferentes etapas del proceso, desde el muestreo

hasta el procesamiento de las muestras biológicas colectadas en las diferentes temporadas. Verificando en el proceso el cumplimiento de los protocolos establecidos y asegurando la calidad y consistencia de la información generada durante las evaluaciones.

Mi participación como analista comprendió el desarrollo de actividades relacionadas con el procesamiento de muestras biológicas y la identificación taxonómica de los organismos recolectados. El trabajo se realizó a partir de muestras de bentos marino obtenidas en diferentes estaciones de muestreo distribuidas en las áreas impactadas a lo largo del litoral comprendido entre Ventanilla y Chancay, en los distintos periodos de evaluación posteriores al derrame.

2. Finalidad y objetivos de las actividades

La finalidad de las actividades fue contribuir al monitoreo y evaluación de la biodiversidad bentónica marina en el área de influencia de la Planta Melchorita durante el año 2025, así como en las zonas afectadas por el derrame de petróleo ocurrido en Ventanilla en el año 2022, mediante el procesamiento e identificación taxonómica de muestras bentónicas recolectadas durante las campañas de monitoreo biológico. Asimismo, estas actividades permitieron aplicar las competencias profesionales relacionadas con el estudio de la biodiversidad marina para la generación de información, así como con la evaluación del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos orientada a la conservación de la biodiversidad marina.

Los principales objetivos de las actividades fueron:

- Adquirir un mayor entrenamiento en la diagnosis para la identificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos marinos.
- Explicar las metodologías utilizadas para el análisis de abundancia y biomasa de la comunidad macrobentónica.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en el procesamiento e interpretación de datos biológicos para el monitoreo y evaluación de la biodiversidad bentónica marina.

3. Problemática

Las comunidades macrobentónicas desempeñan roles ecológicos muy importantes dentro de los ciclos biogeoquímicos y en la cadena trófica del ecosistema marino (Yupanqui et al., 2007). Estos organismos son frecuentemente utilizados como bioindicadores en programas de monitoreo ambiental debido a su rápida respuesta al estrés antropogénico y natural (Borja et al., 2000).

Las actividades antropogénicas asociadas a las plantas de gas natural licuado (LNG), pueden producir cambios físicos y químicos en el ambiente, por lo que la evaluación de las comunidades macrobentónicas en áreas cercanas a estas infraestructuras resulta fundamental para determinar el estado ecológico de los ecosistemas costeros y detectar posibles impactos derivados de su operación (Chunga-Llauce et al., 2023).

De igual manera, los derrames de petróleo representan una de las principales fuentes de contaminación antropogénica marina y constituyen una amenaza significativa para la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas marinos (Singh et al., 2020). La exposición a hidrocarburos puede ocasionar disminuciones en la abundancia, diversidad y biomasa de las comunidades macrobentónicas, además de modificar la composición específica y las relaciones ecológicas entre organismos (Ramirez, 2021). Estos compuestos pueden retenerse en el sedimento marino durante largos periodos de tiempo, en consecuencia, sus impactos no solo se manifiestan de forma inmediata, sino que también provocan alteraciones que pueden mantenerse durante años sobre las comunidades bentónicas y otros organismos asociados al fondo marino. (Fattorini, 2025).

Bajo este contexto, los programas de monitoreo ambiental requieren profesionales capacitados en el procesamiento e identificación taxonómica de organismos marinos, debido a que la información generada constituye la base para la evaluación de las comunidades y de los ecosistemas. En este sentido, los biólogos especializados en identificación taxonómica desempeñan un papel fundamental al proporcionar información confiable sobre la composición, abundancia y biomasa de los organismos presentes en las áreas de estudio.

4. Metodología y procedimientos

La metodología descrita a continuación comprende las diferentes etapas desarrolladas durante el procesamiento y análisis de muestras de macroinvertebrados bentónicos marinos. Mi participación profesional se inició a partir de la recepción y verificación de las muestras en laboratorio, continuando con el procesamiento, análisis e identificación taxonómica de los organismos, la determinación de la abundancia y biomasa, el registro de la información generada, la elaboración de un informe técnico y la entrega física de los organismos identificados. Cada una de estas etapas se describe en los siguientes items.

4.1 Colecta de muestras

4.1.1 Programa de monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (BMAP)

El muestreo fue llevado a cabo por personal del BMAP. Se colectó en el área de influencia de las instalaciones físicas del terminal marino de PLNG ubicado en Chincha, Ica. Este muestreo se realizó el mes de mayo del 2025. Se colectaron muestras de fondo duro y de profundidades entre 0, 5 y 10 m, empleando una picota para extraer la comunidad de bentos dentro de un marco cuadrado de 0.25 x 0.25 m², con 2 a 4 réplicas por punto de muestreo. Las muestras recolectadas en bolsas de tocuyo se transfirieron a bolsas de alta densidad o bolsas ziploc, dependiendo del volumen, para ser conservadas en alcohol al 90%. Posteriormente, se etiquetaron y almacenaron en envases herméticos para su transporte y análisis en laboratorio.

4.1.2. Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

El muestreo fue llevado a cabo por personal del IMARPE en 3 temporadas en playas distribuidas entre los distritos de Ventanilla y Chancay, Lima. Los cuales se detallan en la Tabla 1. Se colectaron muestras en playas de orilla rocosa y playas arenosas.

Tabla 1. Fechas y localidades en la que se realizó el muestreo

Año de colecta	Fecha de colecta	Localidad
2022	22 de octubre al 02 de noviembre	Costa Azul
		Playa Cavero
		Bahía Blanca
		Santa Rosa
		Las Conchitas
		Ancón
		Chacra y Mar
		Chancay
		Muelle Chancay
2023	27 de febrero al 07 de marzo	Costa Azul
		Playa Cavero
		Santa Rosa
		Las Conchitas
		Ancón
		Chacra y Mar
	11 al 17 de julio	Costa Azul
		Playa Cavero
		Santa Rosa
		Las Conchitas
		Ancón
		Chacra y Mar

Orilla rocosa

Para la colecta de muestras en orilla rocosa se estableció una zonificación en base a la presencia de especies indicadoras de ambientes intermareales (Paredes, 1974), las cuales fueron franja supralitoral, zona mediolitoral y franja infralitoral. En cada localidad evaluada se proyectaron transectos perpendiculares a la orilla entre los niveles de bajamar y pleamar. En cada uno de estos transectos, se colectó por triplicado muestras de la comunidad bentónica correspondiente a cada nivel del intermareal, para ello se emplearon cuadrantes de muestreo de 25 cm de lado ubicados aleatoriamente.

Las muestras obtenidas fueron tamizadas con una malla de 0.5 mm de diámetro de apertura, rotuladas debidamente y fijadas con alcohol para su posterior análisis en las instalaciones del Laboratorio de Biodiversidad del IMARPE.

Playa arenosa

Para la colecta de muestras en playa arenosa se establecieron las zonas del intermareal según la propuesta por Salvat (1964) que, de acuerdo con las características físicas de la playa, se clasifican como: zona de secado, zona de retención, zona de resurgencia y zona de saturación. En cada localidad evaluada se establecieron transectos perpendiculares a la orilla, desde la zona de línea de acarreo hasta la zona de rompiente. En cada transecto, se realizó un muestreo estratificado, mediante la colecta aleatoria de muestras de la comunidad de infauna en cada nivel del intermareal.

Las muestras fueron colectadas mediante el empleo de un tubo muestreador Penchaszadeh de 18,5 cm de diámetro y posteriormente tamizadas con una malla de 0.5 mm de diámetro de apertura. Finalmente, se rotularon y fijaron con alcohol para su posterior análisis en las instalaciones del Laboratorio de Biodiversidad del IMARPE.

4.2. Recepción y verificación de muestras

Las muestras de macroinvertebrados bentónicos fueron recibidas en bolsas herméticas debidamente rotuladas. Cada muestra debía contar con una etiqueta que indicara de forma clara la siguiente información: lugar de muestreo, estación o zona de colecta, profundidad de colecta (0, 5 y 10 m), código de muestra y fecha de colecta.

Durante la recepción, se verificó la correcta identificación de las muestras y el estado de conservación de las mismas. Asimismo, se comprobó que estuvieran debidamente preservadas con alcohol al 70 % en el volumen suficiente para cubrir completamente el material colectado, garantizando la conservación de los organismos hasta su posterior procesamiento.

Finalmente, las muestras fueron almacenadas temporalmente en recipientes adecuados y resguardadas en el laboratorio bajo condiciones apropiadas (temperatura ambiental, humedad relativa), permaneciendo en estas condiciones hasta el inicio de las etapas de procesamiento, separación e identificación taxonómica.

4.3. Procesamiento y análisis de muestras macrobentónicas

En el laboratorio, las muestras fueron procesadas mediante su lavado y tamizado empleando un tamiz de 500 µm de abertura de malla, con la finalidad de eliminar los sedimentos finos y retener los organismos macrobentónicos presentes en las muestras. Los organismos retenidos fueron transferidos a placas Petri mediante el empleo de pinzas y pisetas con alcohol al 70%.

La observación, separación e identificación taxonómica de los organismos se llevó a cabo utilizando un microscopio estereoscópico. El proceso de identificación taxonómica se realizó hasta el nivel taxonómico más bajo posible, empleando bibliografía especializada para los diferentes grupos de macroinvertebrados bentónicos (Aldea & Valdovinos, 2005; Paredes et al., 2016; Paredes & Cardoso, 2007; Chirichigno, 1970; Castillo, 1968; Fauchald, 1977; Keen, 1971; Hartman, 1962; Marincovich, 1973; Moscoso, 2012; Moscoso, 2013; De León-González et al., 2021; Méndez & Aguilar, 1977; Méndez, 1981; San Martín et al., 2017; Rozbaczylo & Bolados, 1980; Chapman, 2007; Guzmán et al. 1998, Clark, 1910; Prieto, 2010; Zúñiga et al., 2021; Arakaki et al., 2018; Carbajal et al., 2018; entre otros).

La nomenclatura y clasificación taxonómica de los organismos identificados fueron verificadas en la página web World Register of Marine Species (WoRMS), con el propósito de emplear nombres científicos válidos y asegurar la consistencia taxonómica de los registros generados durante el análisis de las muestras.

Cuando fue necesario, determinados organismos fueron examinados mediante un microscopio compuesto y teñidos con colorantes específicos como Azul de Metileno y Verde de Metilo, con el fin de resaltar caracteres morfológicos diagnósticos de importancia taxonómica, facilitando así su correcta identificación.

4.4. Determinación de la abundancia y biomasa de los organismos

Concluida la separación e identificación taxonómica de los organismos, se procedió a determinar la abundancia de cada taxón mediante el conteo directo de individuos empleando un contómetro manual cuando el número de individuos lo requería. Asimismo, se determinó la biomasa expresada como peso húmedo total en gramos. Para ello, se eliminó el exceso de humedad de los organismos empleando papel secante y posteriormente se realizó el pesaje empleando una balanza analítica con una precisión de 0,001 g.

4.5. Registro de la información biológica

Toda la información generada durante el procesamiento de las muestras fue inicialmente registrada en una bitácora proporcionada por la empresa. En esta se consignó la estación de muestreo y los taxones identificados en cada una de ellas, incluyendo sus respectivos valores de abundancia y biomasa. Además, se registraron observaciones relevantes sobre los taxones o muestras analizadas, tales como la presencia de microplásticos o el estadio juvenil de los especímenes.

Posteriormente, la información fue digitalizada en una matriz de datos proporcionada por la empresa, lo que permitió su organización, consolidación y posterior análisis.

4.6. Elaboración de un informe técnico

Se elaboró un informe técnico en el cual se describió brevemente la metodología empleada para el análisis de las muestras de macroinvertebrados, los resultados obtenidos, especificando el número de muestras analizadas por tipo de sustrato, así como la composición taxonómica registrada en cada una de ellas.

Como anexo, se adjuntó la base de datos en formato Excel, así como un registro fotográfico de los organismos identificados, el cual sirvió como respaldo visual para la verificación taxonómica.

4.7. Entrega de los organismos identificados

Como parte final de las actividades, se efectuó la entrega física de muestras de los especímenes de macroinvertebrados bentónicos identificados. Cada taxón fue separado en viales debidamente rotulados, con una etiqueta en papel canson donde se detalló el nombre del taxón, el código de estación de muestreo y la fecha de colecta. Además, las muestras se entregaron preservadas en alcohol al 70 %, garantizando su conservación para su posterior verificación, uso en procesos de control de calidad, revisión taxonómica o su incorporación a una Colección Científica.

5. Resultados

5.1. Muestras procesadas

Como resultado de las actividades desarrolladas se procesaron un total de 366 muestras de macroinvertebrados bentónicos marinos procedentes de las diferentes evaluaciones biológicas realizadas en la costa central del Perú. Del total de muestras analizadas, 287 correspondieron a evaluaciones efectuadas por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en sus tres temporadas de muestreo, mientras que 79 muestras fueron proporcionadas por el Programa de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (BMAP).

Las muestras estuvieron representadas por tres tipos de sustrato: playa arenosa, orilla rocosa y fondo duro, como se indica en la Tabla 2. La diversidad de ambientes evaluados permitió obtener una visión amplia de la composición de las comunidades macrobentónicas presentes en diferentes ecosistemas costeros de la región central del Perú.

Tabla 2. Número de muestras procesadas por sustrato

Empresa	Sustrato	# de muestras
BMAP	Fondo duro	79
IMARPE	Playa arenosa	232
	Orilla rocosa	55

5.2. Criterios para la identificación taxonómica

La identificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos marinos se efectuó mediante el análisis de caracteres morfológicos diagnósticos descritos en las bibliografías especializadas. La evaluación conjunta de todos estos caracteres permitió alcanzar el nivel taxonómico más bajo posible para la mayoría de los ejemplares analizados, contribuyendo a la elaboración de listados taxonómicos detallados y a la caracterización de las comunidades macrobentónicas presentes en las áreas de estudio.

Durante el proceso de identificación se observó que algunos ejemplares presentaban limitaciones asociadas a la fragmentación corporal, la pérdida de estructuras diagnósticas o las alteraciones ocasionadas durante la fijación y preservación de las muestras que dificultaron en ciertos casos la determinación taxonómica a nivel de especie. Por esta razón, algunas identificaciones fueron realizadas a nivel de género o familia.

A continuación, de manera general se presentan los principales caracteres utilizados para la determinación taxonómica de los phyla más representativos registrados en las muestras analizadas.

Phylum Annelida

Los organismos más representativos para este phylum registrados en las muestras analizadas correspondieron a la clase Polychaeta. Su identificación requirió muchas veces de la evaluación detallada de diversas estructuras morfológicas de menor tamaño para ello se utilizó un microscopio estereoscópico que permitieron observar características difíciles de apreciar a simple vista.

El primer conjunto de caracteres evaluados correspondió al extremo anterior del cuerpo, particularmente al prostomio y peristomio. Se analizaron aspectos como la forma del prostomio, la presencia, número y disposición de antenas, la presencia de palpos, órganos nucales y cirros tentaculares, estructuras que constituyen criterios diagnósticos para la diferenciación de familias y géneros. Asimismo, se examinó la fusión o separación entre prostomio y peristomio, característica útil en determinados grupos taxonómicos.



Figura 1. Prostomio de *Scoletoma tetraura*

Otro grupo de caracteres de gran importancia correspondió a las estructuras parapodiales. Para ello se evaluó la morfología de los notopodios y neuropodios, el grado de desarrollo de los lóbulos parapodiales, la presencia y forma de cirros dorsales y ventrales, así como la disposición y características de las acículas. Estas estructuras permitieron distinguir diversos grupos de poliquetos errantes y sedentarios presentes en las muestras.

Las setas constituyeron uno de los caracteres más utilizados durante el proceso de identificación. Se examinó el tipo de quetas presentes: capilares, falcígeras, espinígeras, simples, compuestas, ganchos y uncinos. Asimismo, se consideraron características relacionadas con su ornamentación, dentición y articulación, debido a que estos rasgos son frecuentemente empleados para la identificación a nivel de género y especie.



Figura 2. Setas de *Syllis gracilis*

En las familias de poliquetos errantes, especialmente aquellas pertenecientes al orden Phyllodocida, se examinaron las estructuras presentes en la faringe eversible. Se evaluaron caracteres como la presencia y disposición de paragnatos, papilas, dientes accesorios y piezas mandibulares, los cuales representan elementos diagnósticos fundamentales para la identificación de familias como Nereididae, Glyceridae y Goniadidae.



Figura 3. Paragnatos de *Nereis callaona*

Por otro lado, en los poliquetos sedentarios se analizaron características asociadas a la distribución de las branquias, el número de segmentos torácicos y abdominales, la presencia de estructuras especializadas de alimentación, así como la ubicación de quetas modificadas y uncinos. Estos caracteres fueron particularmente importantes para la identificación de organismos pertenecientes a familias como Terebellidae, Sabellidae, Spionidae y Capitellidae.

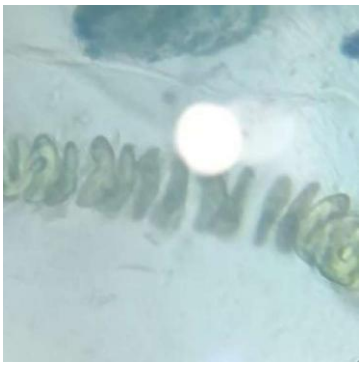


Figura 4. Uncinos de Terebellidae

En los poliquetos escamosos principalmente a la familia Polynoidae, la evaluación de los élitros constituyó un criterio de gran importancia para la identificación taxonómica. Estas estructuras presentan variaciones en su forma, tamaño, disposición y ornamentación que resultan útiles para diferenciar géneros y especies. Durante el análisis se examinó el número de pares de élitros presentes, su distribución e inserción a lo largo del cuerpo y la presencia de papilas o tubérculos característicos.

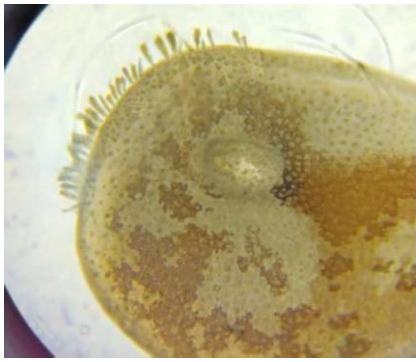


Figura 5. Papilas de los élitros de *Halosydna parva*

En determinados casos fue necesario complementar la observación morfológica mediante el uso de colorantes biológicos como Azul de Metileno y Verde de Metilo, los cuales permitieron resaltar estructuras anatómicas y patrones glandulares difíciles de observar bajo condiciones normales de iluminación. La aplicación de estas técnicas facilitó la delimitación de caracteres diagnósticos y contribuyó a mejorar la precisión de la identificación taxonómica.

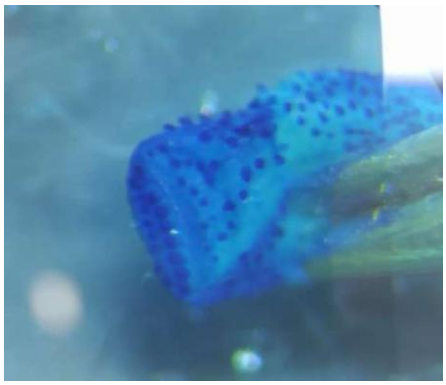


Figura 6. Papilas de la probóscide de *Eulalia peruana* resaltadas mediante tinción

Phylum Arthropoda

Los organismos pertenecientes al phylum Arthropoda identificados en las muestras correspondieron principalmente al subfilo Crustacea, grupo que presentó una amplia diversidad de formas y hábitos de vida.

En los anfípodos, la identificación se sustentó principalmente en las características de las coxas, gnatópodos, urópodos y telson. También se consideraron la distribución de espinas y setas, así como las proporciones de los distintos segmentos corporales, formas y estructuras del aparato bucal.



Figura 7. Gnatópodo de *Jassa marmorata*

En los caprélidos es importante detallar la configuración general del cuerpo, la longitud relativa de los pereonitos y la morfología de los gnatópodos. Asimismo, se observaron las ornamentaciones corporales como la proyección cefálica y la presencia o ausencia de tubérculos dorsales.



Figura 8. Proyección cefálica de *Caprella penantis* cf. *gibbosa*

En los cirrípedos la identificación se basó principalmente en las características de las placas calcáreas que conforman la pared externa del organismo. La forma, tamaño, ornamentación y disposición de dichas placas, junto con las particularidades de las estructuras operculares, proporcionaron los caracteres más útiles para la diferenciación taxonómica.

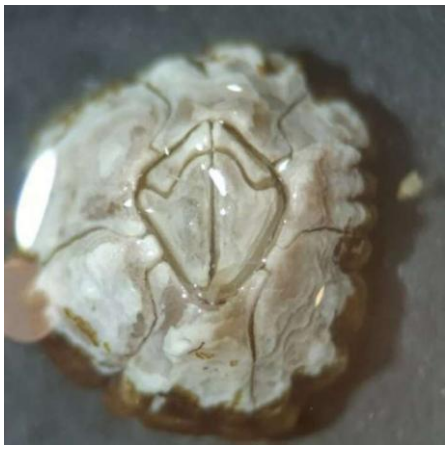


Figura 9. Disposición de las placas de *Jehlius cirratus*

En los decápodos braquiuros se evaluaron los caracteres morfológicos del caparazón, tales como su forma geométrica, la delimitación de las regiones dorsales y el tipo de ornamentación que pudiera presentar (gránulos, tubérculos o espinas). Además, se examinaron estructura como el rostro, órbitas oculares, la morfología de las piezas bucales (especialmente el tercer maxilípedo), las modificaciones adaptativas de los pereiópodos y el grado de robustez y simetría de los quelípedos.



Figura 10. Rostro de *Acanthonyx petiverii*

Phylum Mollusca

La identificación taxonómica de los moluscos registrados en las muestras analizadas se realizó mediante la evaluación de diversos caracteres morfológicos externos e internos de la concha. Los organismos identificados pertenecieron principalmente a las clases Gastropoda, Bivalvia y Polyplacophora, grupos ampliamente distribuidos en los ambientes arenosos, rocosos y de fondo duro evaluados durante el estudio.

En los gasterópodos, los caracteres más importantes para la identificación están relacionados con la morfología general de la concha. Se evaluó la forma de la espira, el número y la altura de las vueltas, el desarrollo del ápice, la presencia de costillas, estrías, nódulos o esculturas superficiales y las características de la abertura. Asimismo, se consideraron rasgos asociados al labio externo, la columela y la presencia o ausencia de canal sifonal.



Figura 11. Vueltas angulosas de *Tegula luctuosa*

En especies pertenecientes a las familias Fissurellidae y Calyptraeidae, la identificación requirió observar caracteres particulares de la región apical y de la superficie interna de la concha. Se examinó la posición y forma de la abertura apical, tabiques internos o plataformas calcáreas diagnósticas, las cuales constituyen características fundamentales para la determinación específica de estos grupos.



Figura 12. Borde interno de la concha de *Fissurella limbata*

En el caso de los bivalvos, la identificación se basó principalmente en la morfología de las valvas. Se examinaron aspectos relacionados con la forma general de la concha, la simetría entre valvas, la posición del umbo, el desarrollo de la charnela y la disposición de dientes cardinales y laterales. También se consideraron la ornamentación externa, las líneas de crecimiento y la forma de los márgenes de la concha.



Figura 13. Morfología de la concha de *Mulinia edulis*

En los poliplacóforos, la identificación taxonómica se realizó mediante la observación de la forma general del cuerpo y de las ocho placas dorsales articuladas características del grupo. Se analizaron aspectos relacionados con la ornamentación de las placas, la forma de las áreas centrales y laterales, así

como las características del cinturón periférico que rodea las valvas que puede o no presentar tipos de ornamentaciones como gránulos, espinas o pelos.

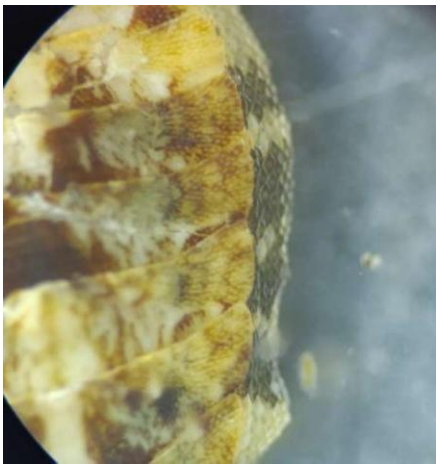


Figura 14. Gránulos en el cinturón de *Chiton cumingsii*

Durante el proceso de identificación se observó que algunos ejemplares correspondían a estadios juveniles, condición que representó una limitación para alcanzar una determinación taxonómica a nivel específico en determinados casos. Los organismos juveniles suelen presentar caracteres morfológicos poco desarrollados o diferentes a los observados en ejemplares adultos, dificultando la evaluación de estructuras diagnósticas utilizadas en las claves taxonómicas especializadas.

Phylum Echinodermata

La identificación taxonómica de los equinodermos se realizó mediante la evaluación de diversos caracteres morfológicos externos, considerando las particularidades de cada grupo registrado en las muestras analizadas. Entre los principales criterios utilizados se encontraron la forma general del cuerpo, la disposición de las placas calcáreas que conforman el endoesqueleto y la presencia de estructuras especializadas como espinas, pedicelarios y pies ambulacrales.

En el caso de los ofiuroideos, la determinación taxonómica se basó principalmente en las características del disco central y de los brazos. Se evaluaron aspectos como la forma y disposición de las placas dorsales y ventrales, la presencia de espinas en el disco, la longitud relativa de los brazos, el número y morfología de las espinas braquiales, así como la distribución de las escamas presentes en la superficie corporal.

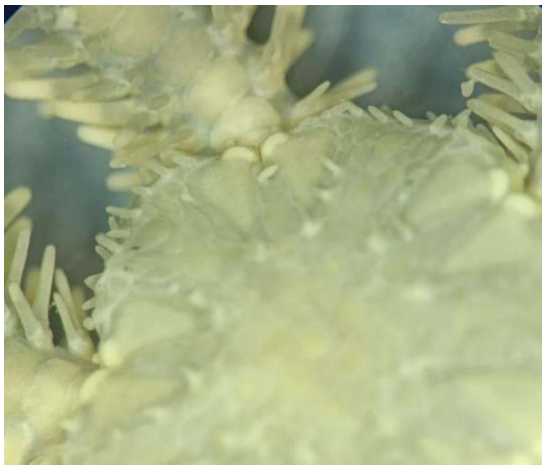


Figura 15. Espinas del disco de *Ophiactis kroeyeri*

Para otros grupos de equinodermos, la observación de las estructuras esqueléticas externas constituyó una herramienta importante durante la identificación. La disposición de las placas calcáreas, la forma de las espinas y la organización de las áreas ambulacrales proporcionaron información útil para la delimitación taxonómica de los organismos registrados. Asimismo, se consideró la simetría pentarradial característica del phylum y las modificaciones morfológicas asociadas a los diferentes modos de vida presentes dentro del grupo.

Durante el análisis también se tuvo en cuenta el estado de conservación de los ejemplares, debido a que la pérdida de espinas, brazos o placas superficiales puede dificultar la observación de caracteres diagnósticos importantes. Por esta razón, la identificación se realizó mediante la evaluación conjunta de múltiples estructuras morfológicas.

5.3. Formación especializada para la identificación taxonómica

La aplicación de los criterios taxonómicos utilizados durante la identificación de los poliquetos estuvo complementada con mi participación en cursos de capacitación enfocadas en la taxonomía de poliquetos marinos. Entre dichas capacitaciones se encuentran los cursos "Taxonomía de Poliquetos Bentónicos de Fondo Blando" y "Taxonomía de Poliquetos Bentónicos de Fondos Blandos en Chile", organizados e impartidos por el Laboratorio FAUNAMAR Ltda., Consultorías Medioambientales e Investigación Marina. Ambos cursos fueron dictados por los investigadores Oscar Díaz-Díaz y Nicolás Rozbaczylo, especialistas de reconocida trayectoria en el estudio de la taxonomía, sistemática y biodiversidad de poliquetos marinos en Latinoamérica.

La formación recibida en estos cursos me permitió profundizar en la evaluación de caracteres morfológicos utilizados para la determinación taxonómica de distintas familias, géneros y especies de poliquetos, así como en la interpretación práctica de claves de identificación especializadas. Los contenidos abordados resultaron especialmente útiles durante el análisis de las muestras procesadas, facilitando el reconocimiento de estructuras diagnósticas y la diferenciación de taxones con características morfológicas similares.

La combinación de la experiencia adquirida en laboratorio, los conocimientos obtenidos mediante la revisión bibliográfica y la capacitación especializada contribuyó a mejorar la precisión de las identificaciones realizadas y, por lo tanto, a mejorar la calidad de la información generada durante el procesamiento de las muestras macrobentónicas, fortaleciendo así las competencias profesionales asociadas al estudio de la biodiversidad marina.

5.4. Riqueza y composición de los macroinvertebrados bentónicos

Como resultado del procesamiento e identificación taxonómica de las 366 muestras analizadas, se registró una amplia diversidad de macroinvertebrados bentónicos. La composición taxonómica de estos varió entre los diferentes tipos de sustrato, reflejando las diferencias ambientales y ecológicas características de cada hábitat.

En las muestras procedentes de playa arenosa proporcionadas por IMARPE, se identificaron un total de 24 taxa distribuidos en cuatro phyla, como se detalla en la Tabla 3. El phylum Annelida fue el más representativo con 13 taxa, correspondiendo al 54% de la riqueza total registrada en este sustrato, seguido del phylum Arthropoda con 8 taxa (33%), Mollusca con 2 taxa (8%) y Nemertea con 1 taxón (4%).

Tabla 3. Organismos macrobentónicos identificados en muestras de playa arenosa proporcionadas por IMARPE.

Phylum	Taxa
Annelida	*Glycera* sp.
	Goniadides falcigera
	Hemipodia californiensis
	Hemipodia simplex
	Kinbergonuphis sp.
	Leodamas sp.
	Mediomastus californiensis
	Nephtys impressa
	Notomastus sp.
	Scolelepis sp.
	Scoletoma tetraura
	Sthenelais helenae
	Thoracophelia sp.
Arthropoda	*Callichirus seilacheri*
	Caprella penantis
	Emerita analoga
	Excirolana braziliensis
	Lepidopa chilensis
	Pagurus perlatus
	Hyalidae
	Megaluropidae
Mollusca	*Donax obesulus*
	Malvinasia molinae
Nemertea	Nemertea

En las muestras de orilla rocosa proporcionadas por IMARPE, se identificaron un total de 106 taxa distribuidos en 11 phyla, como se detalla en la Tabla 4. El phylum Annelida fue el más diverso con 30 taxa, correspondiendo al 28% de la riqueza total registrada en este sustrato, seguido del phylum Arthropoda con 23 taxa (22%), Mollusca con 19 taxa (18%), Rhodophyta con 11 taxa (10%) y Chlorophyta con 4 taxa (4%). Los phyla Echinodermata, Nemertea, Cnidaria, Bryozoa, Platyhelminthes y Ochrophyta completaron la riqueza registrada, con una contribución conjunta del 18% del total de taxa identificados.

En las muestras procedentes de fondo duro proporcionadas por el BMAP, se identificaron un total de 85 taxa distribuidos en 12 phyla, como se detalla en la Tabla 5. El phylum Annelida fue el más representativo con 33 taxa, correspondiendo al 39% de la riqueza total registrada en este sustrato, seguido de Arthropoda con 21 taxa (25%), Mollusca con 15 taxa (18%) y Bryozoa con 3 taxa (4%). Los phyla Rhodophyta, Cnidaria, Echinodermata, Phoronida, Nemertea, Pycnogonida, Platyhelminthes, Branchiopoda y Ochrophyta aportaron conjuntamente el 15% de los taxa restantes.

En conjunto, las evaluaciones realizadas por IMARPE y el BMAP permitieron registrar un total de 215 taxa de macroinvertebrados bentónicos marinos en los tres tipos de sustrato analizados. La orilla rocosa presentó la mayor riqueza taxonómica con 106 taxa, representando el 49% del total, seguida del fondo duro con 85 taxa (40%) y la playa arenosa con 24 taxa (11%). Cabe añadir que algunos taxa como *Scoletoma tetraura*, *Sthenelais helenae* y *Nemertea* fueron registrados en más de un tipo de sustrato.

Tabla 4. Organismos macrobentónicos identificados en muestras de orilla rocosa proporcionadas por IMARPE.

Phylum	Taxa
Annelida	*Acromegalomma pigmentum*
	Boccardia chilensis
	Cirratulus sp.
	Eulalia peruana
	Halosydna fuscomarmorata
	Harmothoe sp.
	Leodamas sp.
	Lepidonotus sp.
	Marphysa sp.
	Naineris brevicephala
	Nereis callaona
	Notomastus sp.
	Oxydromus furcatus
	Pherusa sp.
	Phragmatopoma peruensis
	Phyllodoce sp.
	Platynereis australis
	Protoariciella uncinata
	Pseudonereis gallapagensis
	Rhynchospio glutaea
	Scolelepis sp.
	Scoletoma tetraura
	Steggoa negra
	Sthenelais helenae
	Syllis gracilis
	Syllis magdalena
	Syllis sp.
	Terebellidae
	Hesionidae
	Nereididae
Arthropoda	*Acanthocyclus gayi*
	Acanthonyx petiverii
	Allopetrolisthes punctatus
	Apohyale sp.
	Balanus laevis
	Caprella penantis cf. *gibbosa*
	Cycloxanthops sexdecimdentatus
	Elasmopus sp.
	Ericthonius brasiliensis
	Jassa sp.
	Jehlius cirratus
	Notochthamalus scabrosus
	Pachygrapsus socius
	Paradella bakeri
	Petrolisthes armatus
	Plagusia immaculata
	Romaleon setosum

Phylum	Taxa
Arthropoda	*Romaleon setosum*
	Tanaidacea
	Apseudidae
	Corophiidae
	Hyalidae
	Joeropsididae
	Maeridae
Bryozoa	*Bugula neritina*
Chlorophyta	*Bryopsis* sp.
	Cladophora sp.
	Ulva cf. *Intestinalis*
	Ulva sp.
Cnidaria	Actiniaria
Echinodermata	*Ophiactis kroeyeri*
	Pattalus mollis
Mollusca	*Carditella tegulata*
	Chiton cumingsii
	Crepidula sp.
	Crepipatella peruviana
	Echinolittorina peruviana
	Eulithidium sp.
	Fissurella limbata
	Iselica carotica
	Lottia orbignyi
	Malvinasia molinae
	Perumytilus purpuratus
	Prisogaster niger
	Scurria sp.
	Semimytilus patagonicus
	Siphonaria lessonii
	Stramonita delessertiana
	Tegula atra
	Trochita trochiformis
	Chitonidae
Nemertea	Nemertea
Ochrophyta	*Petalonia fascia*
Rhodophyta	*Asterfilopsis furcellata*
	Centroceras clavulatum
	Ceramium virgatum
	Chondracanthus chamissoi
	Gelidium sp.
	Grateloupia sp.
	Gymnogongrus durvillei
	Neorubra decipiens
	Streblocladia camptoclada
	Symphyocladiella dendroidea
	Xiphosiphonia pennata
Platyhelminthes	Platyhelminthes

Tabla 5. Organismos macrobentónicos identificados en muestras de sustrato duro proporcionadas por BMAP.

Phylum	Taxa
Annelida	*Acromegalomma pigmentum*
	Caulleriella sp.
	Chrysopetalidae ND
	Cirratulus sp.
	Diopatra chiliensis
	Dodecaceria opulens
	Eteone sp.
	Eulalia peruana
	Eulalia sp.
	Eusyllis liniata
	Halosydna fuscomarmorata
	Halosydna johnsoni
	Halosydna parva
	Halosydna sp.
	Lepidonotus sp.
	Maldanidae ND
	Marphysa sp.
	Mediomastus sp.
	Naineris brevicephala
	Nereididae ND
	Nereis callaona
	Oxydromus furcatus
	Parasabella leucaspis
	Pherusa sp.
	Phragmatopoma virgini
	Polydora aggregata
	Proceraea micropedata
	Pseudonereis gallapagensis
	Schistomeringos annulata
	Scoletoma tetraura
	Steggoa negra
	Syllis gracilis
	Syllis sp.
Branchiopoda	*Discinisca lamellosa*
Bryozoa	*Bugula neritina*
	Crisiidae ND
	Jellyella tuberculata
Cnidaria	Actiniaria ND
	Ectopleura cf. *crocea*
Arthropoda	*Elasmopus rapax*
	Ericthonius brasiliensis
	Hyalidae ND
	Jassa marmorata

Phylum	Taxa
Arthropoda	*Laticorophium baconi*
	Maeridae ND
	Photis sp.
	Quadrimaera sp.
	Caprella penantis cf. *Gibbosa*
	Paracaprella sp.
	Austromegabalanus psittacus
	Balanus laevis
	Jehlius cirratus
	Megabalanus tintinnabulum
	Notochthamalus scabrosus
	Verruca laevigata
	Acanthonyx petiverii
	Pilumnoides perlatus
	Joeropsis sp.
	Paradella bakeri
	Tanaidacea ND
Echinodermata	*Ophiactis kroeyeri*
Phoronida	Phoronidae ND
Rhodophyta	*Ahnfeltiopsis* sp.
	Chondracanthus chamissoi
	Neorubra decipiens
	Polysiphonia sp.
	Pterosiphonia sp.
Mollusca	*Perumytilus purpuratus*
	Petricola olssoni
	Semimytilus algosus
	Crepipatella peruviana
	Eulithidium umbilicatum
	Fissurella limbata
	Scurria variabilis
	Stramonita biserialis
	Tegula atra
	Tegula luctuosa
	Thaisella chocolata
	Trochita trochiformis
	Xanthochorus buxeus
	Chaetopleura hennahi
	Chitonidae ND
Nemertea	Nemertea ND
Pycnogonida	Pycnogonida ND
Platyhelminthes	Platyhelminthes

5.5. Abundancia y biomasa de los macroinvertebrados bentónicos

En las muestras de playa arenosa procesadas para IMARPE, el phylum Arthropoda constituyó el grupo más abundante concentrando el 87.2% del total de individuos registrados, seguido del phylum Annelida con 12.4%, Mollusca con 0.2% y Nemertea con 0.2%. La distribución de la biomasa mostró un patrón similar al observado para la abundancia, con una marcada dominancia del phylum Arthropoda, que aportó el 99.8 % de la biomasa total registrada. En contraste, los demás phyla representando en conjunto apenas el 0.2 % restante.

La abundancia y biomasa del phylum Arthropoda en este sustrato estuvo principalmente representada por la especie *Emerita analoga.*

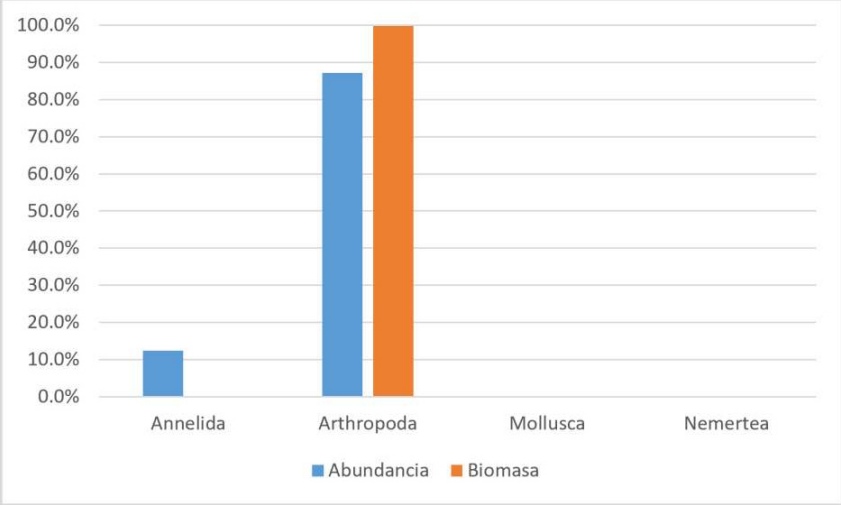


Figura 16. Abundancia y biomasa para cada phylum en sustrato de playa arenosa

En las muestras de orilla rocosa procesadas para IMARPE, el phylum Mollusca constituyó el grupo más abundante concentrando el 62% del total de individuos registrados, seguido por el phylum Annelida con 20%, Arthropoda con 15%, mientras que los phyla Cnidaria y Platyhelminthes presentaron una participación reducida, representando en conjunto el 2% de la abundancia total. De igual manera, la biomasa estuvo representada principalmente por el phylum Mollusca, que aportó el 85% de la biomasa total registrada. En contraste, los demás phyla contribuyeron conjuntamente con el 15 % restante.

Los elevados valores del phylum Mollusca en términos de abundancia y biomasa estuvo asociada principalmente a la presencia de las especies *Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus patagonicus*.

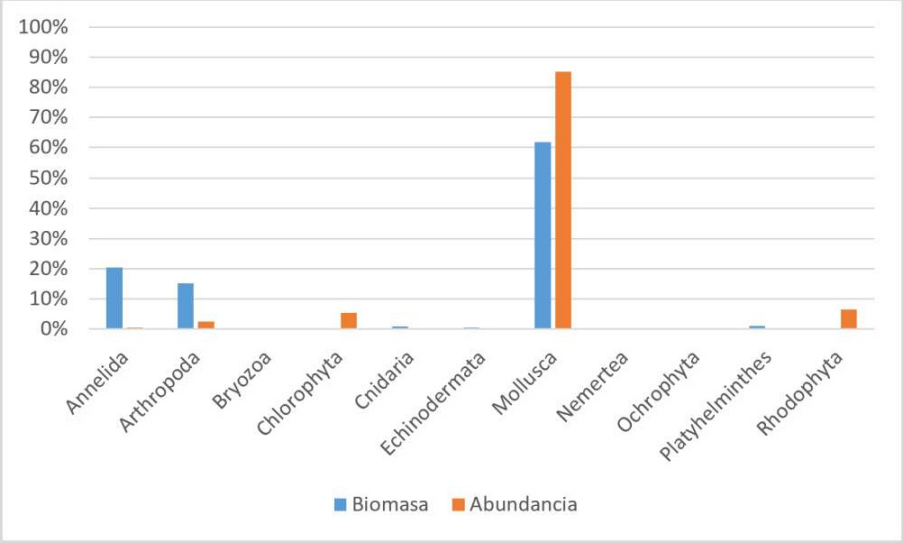


Figura 17. Abundancia y biomasa para cada phylum en sustrato de playa rocosa

En las muestras de fondo duro procesadas para el BMAP, el phylum Mollusca fue el grupo con mayor abundancia, concentrando el 65% del total de individuos registrados, seguido por el phylum Arthropoda con 17%, Annelida con 6%, mientras que los phyla Branchiopoda, Cnidaria, Echinodermata, Phoronida, Nemertea, Pycnogonida y Platyhelminthes representando en conjunto el 12% de la abundancia total. De igual manera, la biomasa estuvo representada principalmente por el phylum Mollusca, que aportó el 76% de la biomasa total registrada, seguido por el phylum Arthropoda con 14%, Rhodophyta con 9%. En contraste, los demás phyla contribuyeron conjuntamente con el 1 % restante.

La abundancia y biomasa del Phylum Mollusca en este sustrato estuvo principalmente representada por las especies *Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus patagonicus.*

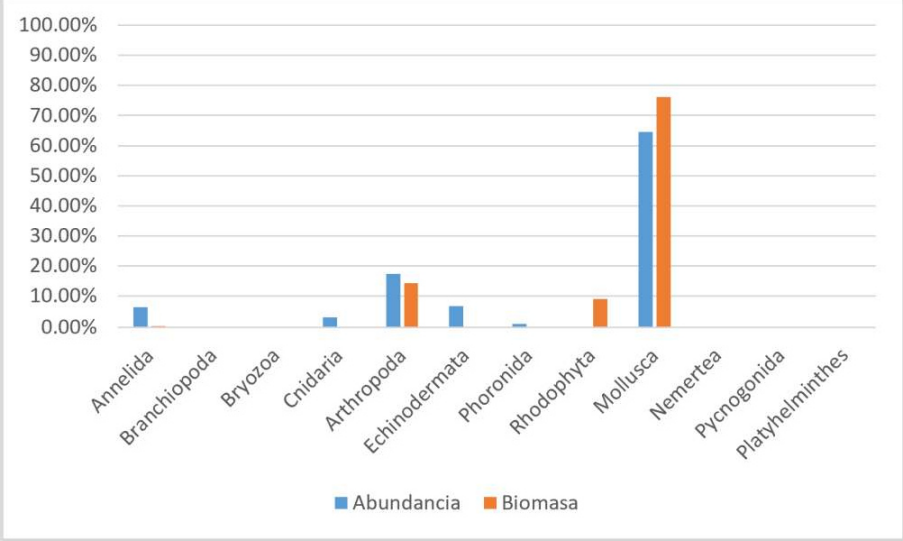


Figura 18. Abundancia y biomasa para cada phylum en sustrato de fondo duro.

5.6. Generación de base de datos

Se elaboraron bases de datos digitales destinadas al almacenamiento, organización y sistematización de la información biológica obtenida durante las evaluaciones.

La construcción de las bases de datos se realizó mediante el registro estandarizado de información correspondiente a cada muestra analizada, incluyendo variables asociadas al muestreo, tales como año, mes, tipo de sustrato, nivel de muestreo, estación, profundidad de muestreo y réplica. Asimismo, se incorporó la información taxonómica obtenida durante el proceso de identificación, registrándose los organismos al nivel taxonómico más bajo posible de acuerdo con el estado de conservación de los ejemplares y la disponibilidad de caracteres diagnósticos.

Para cada taxón identificado se registraron los valores de abundancia y biomasa obtenidos durante el procesamiento de las muestras, permitiendo generar una matriz de datos estructurada para posteriores análisis estadísticos. La incorporación de estas variables permitirá la evaluación de la composición de las comunidades bentónicas y la determinación de los grupos con mayor representatividad en los diferentes ambientes estudiados.

Como resultado de este proceso, la base de datos estructurada y entregada al Programa de Monitoreo de la Biodiversidad Marina constó de un total de 1550 filas, mientras que la matriz remitida al Instituto del Mar del Perú alcanzó las 1323 filas.

Durante la elaboración de las bases de datos se efectuó un proceso de control de calidad orientado a verificar la consistencia de los registros taxonómicos y numéricos. Este procedimiento incluyó la revisión de posibles errores de digitación, la uniformización de criterios de escritura de los nombres científicos y la validación de la nomenclatura taxonómica empleada. Asimismo, se verificó la correspondencia entre los registros contenidos en las hojas de laboratorio, las etiquetas de las muestras y la información incorporada a las matrices digitales.

La sistematización de la información permitió consolidar un conjunto de datos organizado y estructurado, facilitando la elaboración de listados taxonómicos, tablas de abundancia y biomasa, así como el desarrollo de análisis posteriores relacionados con la caracterización de las comunidades macrobentónicas. De esta manera, las bases de datos generadas constituyeron un insumo fundamental para la elaboración de informes técnicos y para el seguimiento de los programas de monitoreo y evaluación de la biodiversidad marina.

5.7. Presentación de un informe técnico

Se elaboraron dos informes técnicos en los que se documentó de manera sistemática toda la información generada durante el servicio de análisis biológico. Estos informes permitieron consolidar y expresar los resultados obtenidos, constituyendo una herramienta fundamental para la interpretación y utilización de la información producida en laboratorio.

En los informes se incluyó una introducción orientada a contextualizar el servicio realizado, describiendo los objetivos de la evaluación y el origen de las muestras analizadas. Posteriormente, se detallaron las metodologías empleadas durante el procesamiento de las muestras, incluyendo los procedimientos de separación, cuantificación e identificación taxonómica de los organismos, así como las referencias bibliográficas.

La sección de resultados comprendió la presentación de los listados taxonómicos completos de los organismos identificados, organizados de acuerdo con la clasificación taxonómica vigente. Asimismo, se incluyeron tablas y gráficos de abundancia y biomasa que permitieron visualizar la composición de las comunidades macrobentónicas y la representatividad de los principales grupos taxonómicos registrados en las áreas evaluadas. Esta información fue complementada con registros fotográficos de organismos seleccionados y con las bases de datos generadas durante el análisis.

La elaboración de estos informes constituyó una etapa fundamental dentro del servicio prestado, ya que transformó la información obtenida a partir de las muestras biológicas en un producto técnico especializado que será utilizado por las instituciones y empresas responsables de los programas de monitoreo ambiental permitiéndoles la elaboración de informes ambientales, así como el desarrollo de estrategias de monitoreo, manejo y gestión de la biodiversidad marina. De esta manera, la labor desarrollada como especialista en taxonomía contribuyó directamente a la generación de información básica y aplicada sobre la biodiversidad bentónica, así como a la evaluación del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, aportando evidencia científica relevante para la conservación y el uso sostenible de los ambientes marinos evaluados.

5.8. Entrega de muestras

Como resultado final de las actividades, se consolidó y entregó una colección de muestras de macroinvertebrados bentónicos compuesta por un total de 215 viales, de los cuales 130 fueron entregados a Instituto del Mar del Perú y 85 al Programa de Monitoreo de la Biodiversidad Marina. Todos los organismos fueron entregados preservados en alcohol al 70 % y rotulados según los estándares institucionales.

La entrega física de este material biológico asegura la trazabilidad del proceso, permite su disponibilidad para verificaciones de identificación taxonómica y la incorporación de las muestras a las colecciones científicas de ambas instituciones.

IV. CONCLUSIONES

La rigurosa aplicación de criterios taxonómicos, soportada por literatura especializada, claves dicotómicas regionales y herramientas de validación nomenclatural internacional, fue determinante para garantizar la obtención de registros biológicos confiables que reflejan con precisión la riqueza biológica de las áreas evaluadas. Asimismo, la digitalización y sistematización de los datos biológicos mediante la construcción de bases de datos, listados taxonómicos e informes técnicos optimizaron el manejo de variables analíticas claves como la abundancia y la biomasa. Este procesamiento ordenado de la información permitió generar informes estandarizados que contribuyen directamente a la interpretación de la estructura de las comunidades bentónicas dentro de los programas de monitoreo ambiental.

Las actividades desarrolladas durante el procesamiento y la identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos me permitieron consolidar y aplicar los conocimientos especializados en biodiversidad marina, contribuyendo a la generación de información científica de alta confiabilidad que se utilizará en los diferentes programas de monitoreo y evaluación ambiental. En este sentido, mi participación como analista fue fundamental para el soporte técnico de las evaluaciones ecológicas, ya que los datos generados constituyen la base para el análisis de la composición, distribución y variabilidad de las comunidades bentónicas en las áreas de estudio, tanto en el marco del BMAP como en evaluaciones de impacto ambiental realizadas por el IMARPE.

En conjunto, las actividades realizadas me permitieron fortalecer competencias profesionales propias de la carrera de Biología, particularmente las relacionadas con el estudio de la biodiversidad marina y la evaluación del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. La experiencia adquirida evidenció la importancia del trabajo analítico en laboratorio como parte esencial de los programas de monitoreo, donde la correcta identificación de los organismos y el manejo adecuado de los datos biológicos resultan indispensables para la toma de decisiones informadas en la gestión y conservación de los ecosistemas marinos.

.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda que las instituciones y empresas responsables de los programas de los monitoreos ambientales continúen desarrollando evaluaciones periódicas de las comunidades macrobentónicas, a fin de generar información que permita identificar cambios temporales en la biodiversidad y en la estructura de los ecosistemas marinos. Asimismo, resulta conveniente complementar estos estudios con la integración de variables ambientales, oceanográficas y sedimentológicas que contribuyan a una mejor interpretación de los patrones observados en las comunidades bentónicas.

De igual manera, se recomienda mantener y actualizar de forma continua las bases de datos biológicas generadas durante los programas de monitoreo, asegurando la utilización de nomenclatura taxonómica vigente y facilitando la comparación de resultados entre diferentes campañas de evaluación.

Además, se sugiere promover la capacitación especializada en taxonomía de macroinvertebrados bentónicos a los investigadores encargados, debido a que la calidad de la información utilizada para la gestión, conservación y toma de decisiones ambientales depende en gran medida de la precisión de las identificaciones taxonómicas realizadas y de la disponibilidad de especialistas capacitados en el estudio de la biodiversidad marina.

Finalmente, se recomienda evaluar la incorporación de herramientas complementarias de identificación taxonómica, como las técnicas moleculares basadas en análisis de ADN, especialmente en aquellos grupos que presentan dificultades para su determinación mediante caracteres morfológicos tradicionales. Este enfoque resulta particularmente útil en organismos cuyos caracteres diagnósticos pueden verse alterados durante los procesos de fijación y preservación de las muestras, como ocurre en algunos representantes del phylum Cnidaria. La integración de metodologías morfológicas y moleculares permitiría incrementar la precisión de las identificaciones taxonómicas, reducir incertidumbres asociadas a determinados taxones y fortalecer la calidad de la información generada en los programas de monitoreo de la biodiversidad marina.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Aldea, C., & Valdovinos, C. (2005). *Moluscos del intermareal rocoso del centro-sur de Chile (Gastropoda, Polyplacophora y Bivalvia)*. Universidad Austral de Chile.

Arakaki N., Gil-Kodaka P., Carbajal P., Gamarra A. & Ramírez M.E. (2018). I-Rhodophyta. En Macroalgas de la Costa Central del Perú (126 p). Lima, Perú: UNALM.

Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza. (s.f.). *Proyecto BMAP*. https://www.apeco.org.pe/web/iniciativas/proyecto-bmap

Borja, A., 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

Carbajal P., Arakaki N., Gil-Kodaka P., Gamarra A. & Ramírez M.E. (2018). II-Chlorophyta & Phaeophyceae. En Macroalgas de la Costa Central del Perú (126 p). Lima, Perú: UNALM.

Carrasco, F. (1997). *Organismos del bentos marino sub-litoral: algunos aspectos sobre abundancia y distribución*. En C. Werlinger (Ed.), *Biología marina y oceanografía: Conceptos y procesos* (Tomo I, pp. 315–332). Universidad Rafael Landívar. http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/BioMarina/11.pdf

Castillo, J. (1968). *Contribución al conocimiento de los ofiuroideos chilenos*. Instituto Central de Biología.

Chapman, J. W. (2007). Amphipoda. En J. T. Carlton (Ed.), *The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon* (4ª ed., pp. 545–618). University of California Press. https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/handle/1957/4776

Chirichigno, N. (1970). *Lista de crustáceos del Perú (Decápoda y Stomatopoda) con datos de su distribución geográfica* (Informe No. 35). Instituto del Mar del Perú.

Chunga-Llauce, J., Benavides, M., Borja, A., Vélez-Zuazo, X., Vildoso, B., Alonso, A., Pacheco, A., Tasso, V. (2023). Assessing the ecological quality status of macrobenthic communities in a marine terminal of liquefied natural gas in Peru. *Marine Environmental Research, 184*, 105860. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.105860

Clark, H. L. (1910). The echinoderms of Peru. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, *52*(17), 321–358. https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/24250

Dauvin, J. C., Ruellet, T., Desroy, N., & Janson, A. L. (2012). The ecological quality status of the Bay of Seine and the Seine estuary: Use of biotic indices. *Marine Pollution Bulletin, 64*(2), 266–280. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.11.010

De León-González, J. A., Bastida-Zavala, J. R., Carrera-Parra, L. F., García-Garza, M. E., Salazar-Vallejo, S. I., Solís-Weiss, V. y Tovar-Hernández, M. A. (Eds.). (2021). *Anélidos marinos de México y América tropical*. Universidad Autónoma de Nuevo

Fattorini, D. (2025). *Hydrocarbons in seawater: Sources, fate, impacts, and remediation strategies*. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution, 22*(6), 21–46. https://doi.org/10.36922/AJWEP025290224

Fauchald, K. (1977). *The polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera*. Natural History Museum of Los Angeles County.

Guzmán, N., Saá, S., & Ortlieb, L. (1998). Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23°S (Chile). *Estudios Oceanológicos*, *17*, 17-86

Gray, J. S., & Elliott, M. (2009). *Ecology of Marine Sediments: From Science to Management* (2nd ed.). Oxford University Press

Hartman. O. (1962). *Zweiter Beitrag zur Polychaetenfauna von Peru*. *Kieler Meeresforschungen, 18*, 109–147.

Instituto del Mar del Perú. (s.f.). *Que hacemos*. *https://www.imarpe.gob.pe/nosotros-seccion-que-hacemos/*

Instituto del Mar del Perú. (s.f.). *Laboratorio de Biodiversidad Marina*. https://www.imarpe.gob.pe/laboratory_art/laboratorio-de-biodiversidad-marina/.

Keen, A.M. (1971). *Sea shells of tropical West America: Marine mollusks from Baja California to Peru* (2.ª ed.). Stanford University Press.

Marincovich, L. (1973). *Intertidal mollusks of Iquique, Chile*. Natural History Museum of Los Angeles County.

Méndez, M. (1981). *Clave de identificación y distribución de los poliquetos de la provincia biogeográfica peruana del Pacífico sudoriental*. Instituto del Mar del Perú.

Méndez, M., & Aguilar, J. L. (1977). *Polychaeta (Annelida) del mar peruano: Clave para familias y géneros*. Instituto del Mar del Perú.

Moscoso, V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, *27*(1-2), 8-207.

Moscoso, V. (2013). Clave para identificación de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú [Key for identification decapod and stomatopod crustaceans of Peru]. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, *28*(1-2), 8-135. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2194

Paredes, C. (1974). *El modelo de zonación en la orilla rocosa del departamento de Lima*. *Revista Peruana de Biología, 1*(2), 168–191. https://doi.org/10.15381/rpb.v1i2.8422

Paredes, C., Cardoso, F., Santamaría, J., Esplana, J., & Llaja, L. (2016). Lista anotada de los bivalvos marinos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, *23*(2), 127-150. https://doi.org/10.15381/rpb.v23i2.12397

Paredes, C., & Cardoso, F. (2007). La familia Calyptraeidae en el Perú (Gastropoda: Caenogastropoda). *Revista Peruana de Biología*, *13*(3), 177-184. doi.org

Prieto, E. (2010). *Taxonomía de Holothuroidea (Echinodermata) del mar del Perú* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/CONC_2c28b4c32b499f896a6584fea434bceb

Ramirez, A. (2021). Análisis de los derrames de hidrocarburos procedente de buques y su gestión en el Perú. Rev. Inst. Investig. Fac. minasmetal. cienc. geogr., 24 (48), 143-152.

Rozbaczylo, N., & Bolados, J. (1980). Nereidos de Iquique, Chile. (Polychaeta, Nereidae). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, *37*, 205–224. https://boletinmnhn.cl/index.php/ojs/article/view/484

Salvat, B. (1964). *Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles intertidaux et la répartition verticale de la faune endogée*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 259*, 1576–1579.

San Martín, G., Rozbaczylo, N., & Díaz-Díaz, O. (2017). Guía y claves para el reconocimiento de las subfamilias, géneros y especies de Syllidae registradas a lo largo de la costa de Chile, archipiélago Juan Fernández e isla de Pascua (Annelida: Phyllodocida: Syllidae). *Anales del Instituto de la Patagonia*, *45*(2), 7-50. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2017000200007

Singh, H., Bhardwaj, N., Arya, Shailenra, K., & Khatri, M. (2020). *Environmental impacts of oil spills and their remediation by magnetic nanomaterials*. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 14*, 100305. https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100305

Yupanqui, W., Quipúzcoa, L., Marquina, R., Velazco, F., Enríquez, E., & Gutiérrez, D. (2007). Composición y distribución del macrobentos en la Ensenada de Sechura, Piura, Perú. *Revista Peruana de Biología, 14*(1), 75–85.

Warwick, R. M., & Clarke, K. R. (1994). Relearning the ABC: Taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities. *Marine Biology, 118*(4), 739–744. https://doi.org/10.1007/BF00347523

Zúñiga, J. G., Torres, E. G., & Hinostroza, J. D. (2021). Lista sistemática de isópodos marinos del Perú, primer registro de *Isocladus bahamondei* Carvacho, 1997 (CRUSTACEA, PERACARIDA) y aportes de su ecología para la costa peruana. *Revista de Investigaciones Marinas*, *41*(2), 22-35. https://www.vliz.be/imisdocs/publications/371018.pdf

VII. ANEXOS

Anexo A. Evidencias del procesamiento de muestras



Figura A1. Tamizado de las muestras



Figura A2. Separación de organismos en el microscopio estereoscópico.

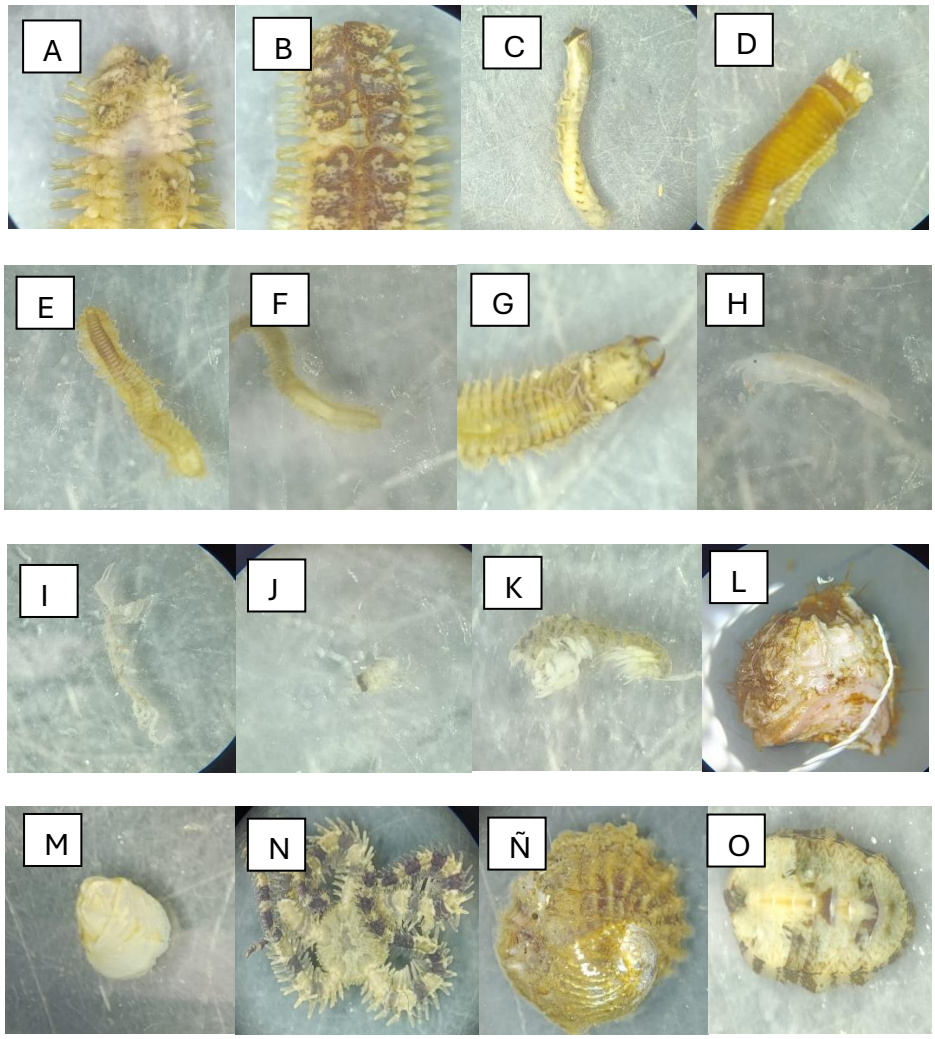


Figura A3. Determinación de la biomasa de cada organismo



Figura A4. Entrega de los organismos identificados

Anexo B. Fotografías de los organismos identificados



Anexo B1. Fotografías de algunos organismos encontrados en las muestras procedentes de BMAP e IMARPE. A. *Halosydna parva*, B. *Halosydna johnsoni,* C*. Phragmatopoma peruensis,* D*. Marphysa* sp*.,* E. *Syllis magdalena*, F. *Syllis gracilis*, G. *Nereis callaona*, H. Tanaidacea, I. *Caprella penantis* cf*. gibbosa*, J. *Joeropsis* sp., K. *Ericthonius brasiliensis*, L. *Austromegabalanus psittacus*, M. *Verruca laevigata*. N. *Ophiactis kroeyeri*, Ñ. *Trochita trochiformis*, O. *Chiton cumingsii*.

Anexo C. Certificados de capacitación especializada



FitoLandPerú

CERTIFICADO

OTORGADO A :

MARIANELLA LUCÍA REFULIO MANRIQUE

En calidad de **participante,** en el Curso Internacional de: **"Introducción a la Taxonomía de Poliquetos Bentónicos de Fondo Blando".** Evento organizado, en formato virtual por FitoLand Perú E.I.R.L, realizado el día 28 de marzo al 04 de abril, con un valor de (16) horas de duración.

Chimbote, 04 de abril, 2022

Blga. Susan Salvrosas Castillejo
DIRECTORA, FITOLAND

Blga. Sheyla López Saravia
GERENTE GENERAL, FITOLAND

Dr. Nicolás Rozbaczylo Naravéz
FAUNAMAR, CHILE

Dr. Oscar Díaz Díaz
FAUNAMAR, VENEZUELA

Figura C1. Certificado del curso "Introducción a la Taxonomía de Poliquetos Bentónicos de Fondo Blando".



FAUNAMAR Ltda.

UST

Certificado

Curso *online*

"Taxonomía de poliquetos bentónicos de fondos blandos en Chile"

Se certifica que ***Marianella Lucía Refulio Manrique***, participó y aprobó satisfactoriamente el curso *online* de formación y actualización taxonómica sobre poliquetos bentónicos de fondos blandos en Chile, organizado por el Laboratorio de FAUNAMAR Ltda., Consultorías Medio Ambientales e Investigación Marina, con el patrocinio de la Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Santiago, realizado los días 9, 11, 15 y 17 de julio de 2025, dictado por los profesores Oscar Díaz-Díaz y Nicolás Rozbaczylo (FAUNAMAR Ltda.).

El curso tuvo una duración total de 8 horas cronológicas en las que se revisaron las características morfológicas y estructuras con valor taxonómico de las familias Polynoidae, Sigalionidae, Nephtyidae, Syllidae, Spionidae, Cirratulidae, Ampharetidae, Melinnidae y Terebellidae, proporcionando a los participantes conocimientos de morfología, ecología y características taxonómicas relevantes de cada una de las familias y las herramientas necesarias para el reconocimiento y caracterización de las subfamilias, géneros y especies correspondientes, mediante el uso de claves taxonómicas, que les permitan enfrentar y realizar, de manera autónoma, trabajos posteriores sobre el grupo.

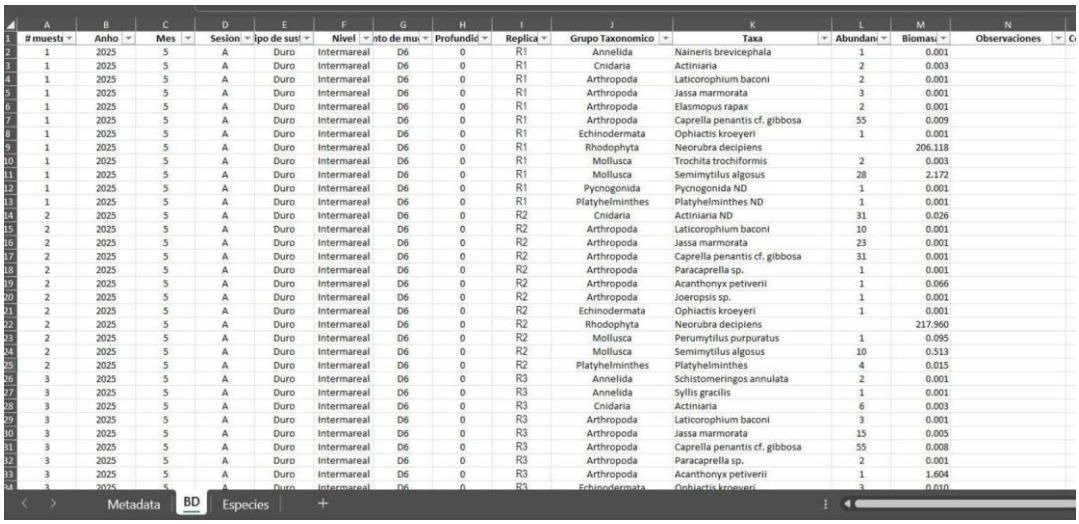
Oscar Díaz-Díaz
FAUNAMAR Ltda.

Nicolás Rozbaczylo N.
FAUNAMAR Ltda.

Santiago, 26 de agosto de 2025

Figura C2. Certificado del curso "Taxonomía de poliquetos bentónicos de fondos blandos en Chile".

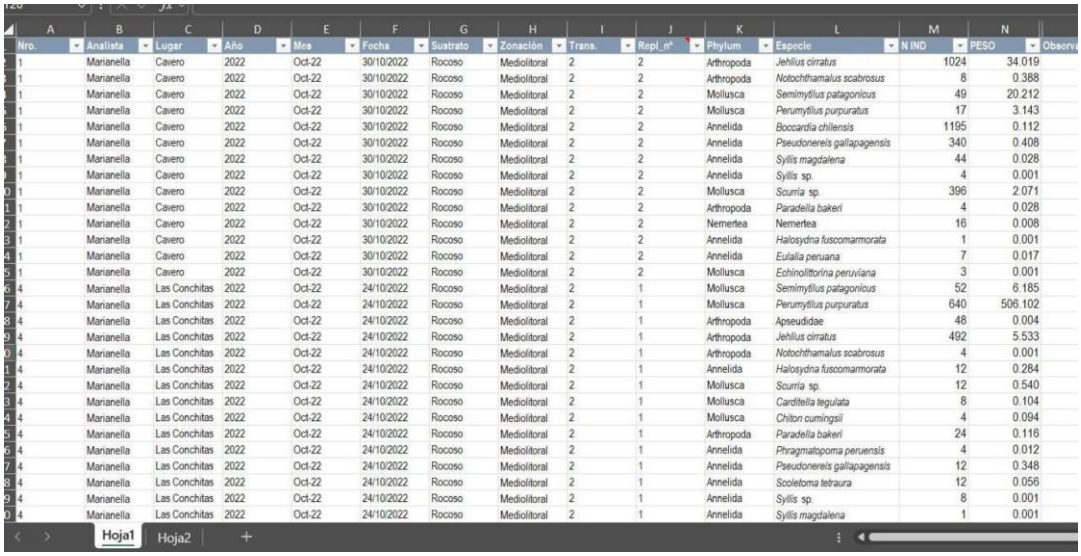
Anexo D. Bases de datos generadas



# muestr	Anho	Mes	Sesion	ipo de sust	Nivel	nto de mu	Profundid	Replica	Grupo Taxonomico	Taxa	Abundanc	Biomas	Observaciones
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Annelida	Naineris brevicephala	1	0.001	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Cnidaria	Actiniaria	2	0.003	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Arthropoda	Laticorophium baconi	2	0.001	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Arthropoda	Jassa marmorata	3	0.001	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Arthropoda	Elasmopus rapax	2	0.001	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Arthropoda	Caprella penantis cf. gibbosa	55	0.009	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Echinodermata	Ophiactis kroeyeri	1	0.001	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Rhodophyta	Neorubra decipiens		206.118	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Mollusca	Trochita trochiformis	2	0.003	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Mollusca	Semimytilus algosus	28	2.172	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Pycnogonida	Pycnogonida ND	1	0.001	
1	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R1	Platyhelminthes	Platyhelminthes ND	1	0.001	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Cnidaria	Actiniaria ND	31	0.026	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Arthropoda	Laticorophium baconi	10	0.001	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Arthropoda	Jassa marmorata	23	0.001	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Arthropoda	Caprella penantis cf. gibbosa	31	0.001	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Arthropoda	Paracaprella sp.	1	0.001	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Arthropoda	Acanthonyx petiverii	1	0.066	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Arthropoda	Joeropsis sp.	1	0.001	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Echinodermata	Ophiactis kroeyeri	1	0.001	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Rhodophyta	Neorubra decipiens		217.960	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Mollusca	Perumytilus purpuratus	1	0.095	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Mollusca	Semimytilus algosus	10	0.513	
2	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R2	Platyhelminthes	Platyhelminthes	4	0.015	
3	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R3	Annelida	Schistomeringos annulata	2	0.001	
3	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R3	Annelida	Syllis gracilis	1	0.001	
3	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R3	Cnidaria	Actiniaria	6	0.003	
3	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R3	Arthropoda	Laticorophium baconi	3	0.001	
3	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R3	Arthropoda	Jassa marmorata	15	0.005	
3	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R3	Arthropoda	Caprella penantis cf. gibbosa	55	0.008	
3	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R3	Arthropoda	Paracaprella sp.	2	0.001	
3	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R3	Arthropoda	Acanthonyx petiverii	1	1.604	
3	2025	5	A	Duro	Intermareal	D6	0	R3	Echinodermata	Ophiactis kroeyeri	3	0.010	

Metadata | BD | Especies

Figura D1. Base de datos generada para BMAP

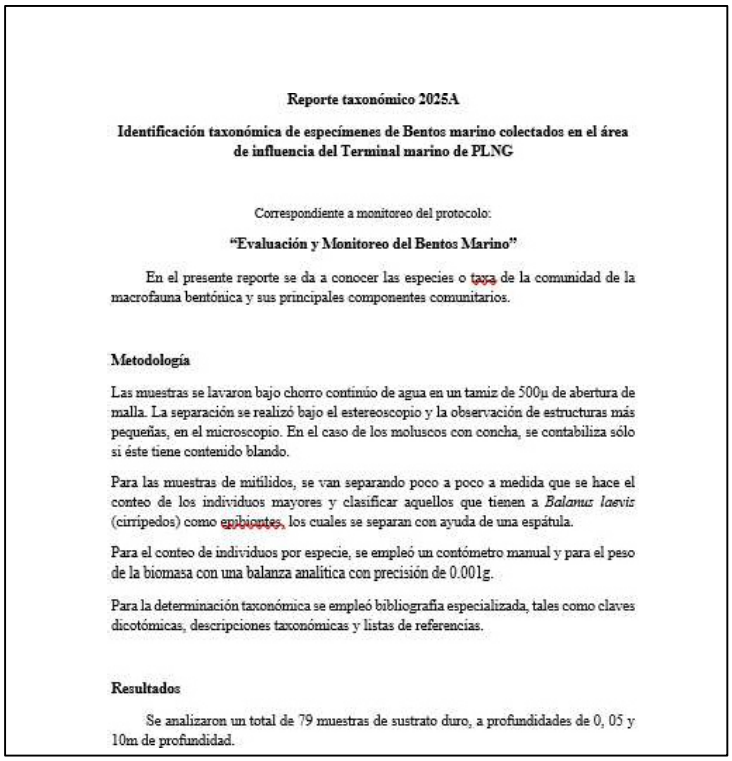


Nro.	Analista	Lugar	Año	Mes	Fecha	Sustrato	Zonación	Trans.	Repl_n°	Phylum	Especie	N IND	PESO	Observ
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Arthropoda	*Jehlius cirratus*	1024	34.019	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Arthropoda	*Notochthamalus scabrosus*	8	0.388	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Mollusca	*Semimytilus patagonicus*	49	20.212	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Mollusca	*Perumytilus purpuratus*	17	3.143	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Annelida	*Boccardia chilensis*	1195	0.112	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Annelida	*Pseudonereis gallapagensis*	340	0.408	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Annelida	*Syllis magdalena*	44	0.028	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Annelida	*Syllis* sp.	4	0.001	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Mollusca	*Scurria* sp.	396	2.071	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Arthropoda	*Paradella bakeri*	4	0.028	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Nemertea	Nemertea	16	0.008	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Annelida	*Halosydna fuscomarmorata*	1	0.001	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Annelida	*Eulalia peruana*	7	0.017	
1	Marianella	Cavero	2022	Oct-22	30/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	2	Mollusca	*Echinolittorina peruviana*	3	0.001	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Mollusca	*Semimytilus patagonicus*	52	6.185	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Mollusca	*Perumytilus purpuratus*	640	506.102	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Arthropoda	Apseudidae	48	0.004	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Arthropoda	*Jehlius cirratus*	492	5.533	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Arthropoda	*Notochthamalus scabrosus*	4	0.001	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Annelida	*Halosydna fuscomarmorata*	12	0.284	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Mollusca	*Scurria* sp.	12	0.540	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Mollusca	*Carditella tegulata*	8	0.104	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Mollusca	*Chiton cumingsii*	4	0.094	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Arthropoda	*Paradella bakeri*	24	0.116	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Annelida	*Phragmatopoma peruensis*	4	0.012	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Annelida	*Pseudonereis gallapagensis*	12	0.348	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Annelida	*Scoletoma tetraura*	12	0.056	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Annelida	*Syllis* sp.	8	0.001	
4	Marianella	Las Conchitas	2022	Oct-22	24/10/2022	Rocoso	Mediolitoral	2	1	Annelida	*Syllis magdalena*	1	0.001	

Hoja1 | Hoja2

Figura D2. Base de datos generada para IMARPE

Anexo E. Informes técnicos elaborados



Reporte taxonómico 2025A

Identificación taxonómica de especímenes de Bentos marino colectados en el área de influencia del Terminal marino de PLNG

Correspondiente a monitoreo del protocolo:

"Evaluación y Monitoreo del Bentos Marino"

En el presente reporte se da a conocer las especies o taxa de la comunidad de la macrofauna bentónica y sus principales componentes comunitarios.

Metodología

Las muestras se lavaron bajo chorro continúo de agua en un tamiz de 500µ de abertura de malla. La separación se realizó bajo el estereoscopio y la observación de estructuras más pequeñas, en el microscopio. En el caso de los moluscos con concha, se contabiliza sólo si éste tiene contenido blando.

Para las muestras de mitílidos, se van separando poco a poco a medida que se hace el conteo de los individuos mayores y clasificar aquellos que tienen a *Balanus laevis* (cirrípedos) como epibiontes, los cuales se separan con ayuda de una espátula.

Para el conteo de individuos por especie, se empleó un contómetro manual y para el peso de la biomasa con una balanza analítica con precisión de 0.001g.

Para la determinación taxonómica se empleó bibliografía especializada, tales como claves dicotómicas, descripciones taxonómicas y listas de referencias.

Resultados

Se analizaron un total de 79 muestras de sustrato duro, a profundidades de 0, 05 y 10m de profundidad.

Figura E1. Sección del informe técnico generado para BMAP



PERÚ Ministerio de la Producción — IMARPE

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME:

SERVICIO DE APOYO PARA ANÁLISIS DE MUESTRAS DE COMUNIDADES BENTÓNICAS OBTENIDAS EN LA ZONA MARINO COSTERA AFECTADA POR EL DERRAME DE HIDROCARBUROS ENTRE VENTANILLA, CHANCAY Y PUNTA SALINAS

1. INTRODUCCIÓN

En la presente se detalla el servicio ejecutado sobre el análisis de muestras de macroinvertebrados bentónicos, realizado durante los días del 01 de agosto al 11 de setiembre del 2023. Dicho servicio se dio en el marco de la Evaluación biológica ambiental en la zona marino costera afectada por el derrame de crudo de petróleo entre Ventanilla, Chancay y Puta Salinas. El objetivo del servicio fue la revisión e identificación taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos costeros obtenidas en la zona marino costera.

2. ACTIVIDADES Y RESULTADOS

Las actividades realizadas durante el servicio, consistieron en que cada muestra fue lavada y tamizada, con la finalidad de eliminar sedimentos finos y retener los organismos macrobentónicos; seguido de la separación, identificación, pesado y rotulado de las mismas. Utilizando un microscopio estereoscópico para la remoción de la macrofauna asociada, con aumentos de 1x y 4x

Figura E2. Sección del informe técnico generado para IMARPE