

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



**Biodiversidad y estructura comunitaria en los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol
(Áncash, Perú)**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO ACUICULTOR

Autores:

Bach. Salinas Quispe, Laura Estrella

Bach. Toscano Villanueva, Andrei Hernan

Asesor

Dr. Loayza Aguilar, Rómulo Eugenio

DNI: 32813184

ORCID: 0000-0002-1247-8277

Nuevo Chimbote, Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO ACUICULTOR

**Biodiversidad y estructura comunitaria en los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol
(Áncash, Perú)**

Bach. Salinas Quispe Laura Estrella
Bach. Toscano Villanueva Andrei Hernan

Revisado y aprobado por el asesor

Dr. Rómulo Loayza Aguilar

DNI: 32813194

ORCID: 0000-0002-1247-8277

Nuevo Chimbote, Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



**Biodiversidad y estructura comunitaria en los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol
(Áncash, Perú)**

Revisado y aprobado por el jurado evaluador

Lucio Encomendero Yépez
DNI:32969710
ORCID:0000-0002-2525-2549

Presidente

Mirian Velásquez Guarniz
DNI:32948162
ORCID:0000-0002-1789-9740

Secretaria

Rómulo Loayza Aguilar
DNI:32813194
ORCID:0000-0002-1247-8277

Integrante

Nuevo Chimbote – Perú

2025

ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en el Laboratorio de Biología Acuática, siendo las 12:00 horas del día 20 de mayo, dando cumplimiento a la Resolución N° 113-2025-UNS-FC, se reunió el Jurado Evaluador presidido por Lucio Encomendero Yépez, teniendo como miembros a Mirian Velásquez Guorniz (secretario) (a), y Rómulo Loayza Aguilar (integrante), para la sustentación de tesis a fin de optar el título de Biólogo Acuicultor realizado por el, (la), (los) tesista (as)

Laura Estrella Salinas Quispe y Andrei Hernan Toscano Villanueva, quien (es) sustentó (aron) la tesis intitulada: "Biodiversidad y Estructura comunitaria en los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrul (Ancash - Perú)"

Terminada la sustentación, el (la), (los) tesista (as)s respondió (ieron) a las preguntas formuladas por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como EXCELENTE asignándole un calificativo de DIECINUEVE puntos, según artículo 112° del Reglamento General de Grados y Títulos vigente (Resolución N° 337-2024-CU.-R-UNS).

Siendo las 14:00 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad


Nombre: Lucio Encomendero Yépez
Presidente


Nombre: Mirian Velásquez Guorniz
Secretario


Nombre: Rómulo Loayza Aguilar
Integrante

Distribución: Integrantes J.E (), tesistas () y archivo (02).



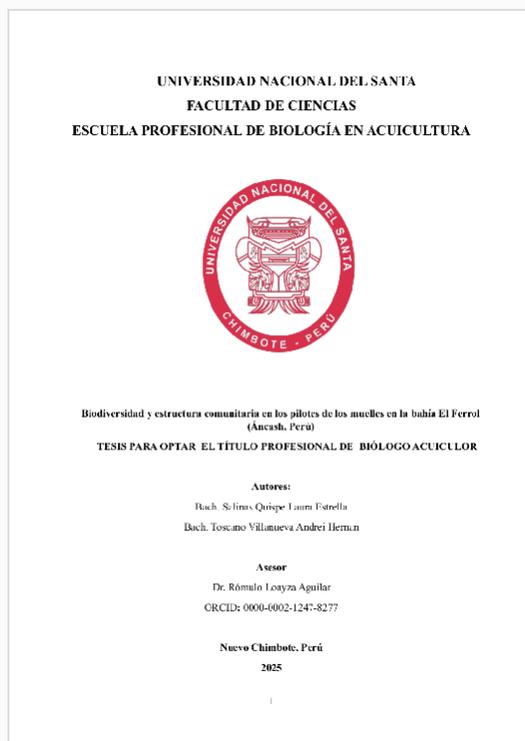


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Laura Estrella Salinas Quispe
Título del ejercicio: Biodiversidad y estructura comunitaria en los pilotes de los m...
Título de la entrega: Biodiversidad y estructura comunitaria en los pilotes de los m...
Nombre del archivo: Tesis_Salinas_y_Toscano_2025.pdf
Tamaño del archivo: 1.86M
Total páginas: 68
Total de palabras: 18,352
Total de caracteres: 91,343
Fecha de entrega: 26-may.-2025 11:56a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2685430840



9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	visionamazonia.minambiente.gov.co Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	<1%
6	Rómulo Loayza-Aguilar. "Evidencia de procesos erosivos en la bahía El Ferrol en Perú, para el periodo 1974-2020", Revista de Ciencias Ambientales, 2021 Publicación	<1%
7	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1%
8	www.produce.gob.pe Fuente de Internet	<1%
9	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios por darnos la vida y las fuerzas para seguir adelante y por ayudarnos a superar cualquier adversidad que se presentó en nuestro camino hasta aquí.

A nuestros padres, por todos los esfuerzos que hicieron para lograr nuestra formación profesional y por su apoyo incondicional en cada etapa de este camino.

A nuestro asesor y demás docentes, por su orientación y enseñanzas, que fueron fundamentales para la realización de esta tesis, por su respaldo y motivación constante.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional del Santa por ser nuestra casa de estudios y brindarnos la oportunidad de crecer académicamente. De manera especial, agradecemos a nuestro asesor Dr. Rómulo Loayza Aguilar por su invaluable orientación y apoyo durante el desarrollo de esta tesis, su experiencia y conocimientos fueron fundamentales para el éxito de este trabajo. El Laboratorio de Biología Acuática y la Blga. Heillyn Medina Quezada, por acogernos y apoyarnos durante el desarrollo de esta investigación, su colaboración, aporte significativo, dedicación y profesionalismo fueron de gran valor para nosotros.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento al Vicerrectorado de Investigación por la subvención económica otorgada, la cual fue fundamental para la realización de este trabajo de investigación, permitiéndonos acceder a recursos, herramientas y oportunidades que enriquecieron nuestra investigación.

A nuestras compañeras y amigas Luz Castañeda Quiñones y Milene Mendez Aguilar por su apoyo en la obtención de muestras en nuestras salidas de campo. Y, de manera especial, a nuestro compañero y amigo Leonardo Grau Cuya por estar en los momentos justos y necesarios y por ayudarnos a cerrar de la mejor manera esta etapa.

A todos ellos, gracias por su contribución al éxito de esta investigación y por ser parte importante de este logro académico.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
	Problema de la investigación	3
	Objetivos de la investigación	3
	Objetivo general	3
	Objetivos específicos	3
II.	MARCO TEÓRICO	3
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	7
IV.	RESULTADOS	12
V.	DISCUSIÓN	31
VI.	CONCLUSIONES	35
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de la bahía El Ferrol	7
Figura 2. Ubicación de las zonas de estudio en la bahía El Ferrol.	8
Figura 3. Representación porcentual promedio de la abundancia de los Phylum encontrados en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol	15
Figura 4. Representación porcentual de la abundancia de los Phylum encontrados en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol	16
Figura 5. Variación de la biomasa según el grupo trófico identificado en el ambiente comunitario	17
Figura 6. Biomasa de los organismos en función al Phylum por muelle	17
Figura 7. Red trófica de las especies del intermareal de los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol	18
Figura 8. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 1 ubicado en la zona A de la bahía El Ferrol	19
Figura 9. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 2 ubicado en la zona A de la bahía El Ferrol	20
Figura 10. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 3 ubicado en la zona B de la bahía El Ferrol	20
Figura 11. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 4 ubicado en la zona B de la bahía El Ferrol	21
Figura 12. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 5 ubicado en la zona B de la bahía El Ferrol	22
Figura 13. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 6 ubicado en la zona C de la bahía El Ferrol	22
Figura 14. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 7 ubicado en la zona C de la bahía El Ferrol	23
Figura 15. Relación entre el número de especies (S), el número de individuos (N) y la biomasa (B) de los muelles de la bahía El Ferrol	24

Figura 16. Análisis de similitud cuantitativa mediante el algoritmo Sorensen de los muelles de la bahía El Ferrol	25
Figura 17. Análisis de similitud cualitativa mediante el algoritmo Sorensen de los muelles de la bahía El Ferrol	26
Figura 18. Desviación estándar de la densidad numérica del intermareal de los muelles de la bahía El Ferrol a) Muelle 1. b) Muelle 2. c) Muelle 3. d) Muelle 4. e) Muelle 5. f) Muelle 6. g) Muelle 7	27
Figura 19. Desviación estándar de la densidad biomásica del intermareal de los muelles de la bahía El Ferrol a) Muelle 1. b) Muelle 2. c) Muelle 3. d) Muelle 4. e) Muelle 5. f) Muelle 6. g) Muelle 7	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Posición geográfica de los muelles en zonas de muestreo	9
Tabla 2. Índices de biodiversidad Alfa	10
Tabla 3. Índices de biodiversidad Beta	11
Tabla 4. Densidad numérica (ind. /m ²) y biomásica (g/m ²), macrozoobentónicas	12
Tabla 5. Grupo trófico de las especies del intermareal de los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol	14
Tabla 6. Índices de biodiversidad en los pilotes de los muelles en tres zonas de la bahía El Ferrol (A, B y C)	24
Tabla 7. Resultados de normalidad de la base de datos correspondientes a la densidad numérica en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol	28
Tabla 8. Resultados de normalidad de la densidad biomásica en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol	29
Tabla 9. Prueba de Kruskal - Wallis para datos no paramétricos de la densidad numérica	29
Tabla 10. Prueba de Kruskal - Wallis para datos no paramétricos de la densidad biomásica	29

RESUMEN

El proyecto abarcó la biodiversidad y estructura comunitaria en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol. Se realizaron muestreos en tres zonas de estudio dentro de la zona intermareal. Se recolectaron ejemplares mediante raspado con cincel y espátula en un área de 100 cm² de circunferencia del pilote. Los organismos fueron enjuagados con agua dulce y separados por especie en laboratorio. Se midió biomasa y abundancia con una balanza de 0.1 g de sensibilidad. Se aplicaron índices de biodiversidad alfa y beta en Excel, y se elaboraron curvas de dominancia SAB y dendrogramas. Se encontraron diferencias significativas entre los muelles: el muelle 7 presentó la mayor riqueza específica (32 especies), biomasa (1486.07 g/m²) y abundancia (6641 ind/m²), mientras que el muelle 1 tuvo los valores más bajos. El análisis de densidad por especie evidenció que *Balanus balanus* y *Semimitylus algosus* fueron los taxones más abundantes en la mayoría de los muelles. En cuanto a la estructura comunitaria, se observó una composición dominada por organismos filtradores y detritívoros, con presencia limitada de carnívoros.

Palabras claves: Biodiversidad, índices de biodiversidad, estructura comunitaria, pilotes de muelles, bahía El Ferrol.

ABSTRACT

The project covered biodiversity and community structure in the piles of the piers of El Ferrol Bay. Sampling was carried out in three study areas within the intertidal zone. Specimens were collected by scraping with chisel and spatula in an area of 10 cm circumference of the pile. The organisms were rinsed with fresh water and separated by species in the laboratory. Biomass and abundance were measured with a 0.1 g sensitivity balance. Biodiversity alpha and beta indices were applied in Excel, and SAB dominance curves and dendrograms were constructed. Significant differences were found between piers: pier 7 had the highest specific richness (32 species), biomass (1486.07 g/m²) and abundance (6641 ind/m²), while pier 1 had the lowest values. Density analysis by species showed that *Balanus balanus* and *Semimitylus algosus* were the most abundant taxa in most piers. In terms of community structure, a composition dominated by filter-feeding and detritivorous organisms was observed, with limited presence of carnivores.

Keywords: Biodiversity, biodiversity indices, community structure, jetty piles, El Ferrol bay

I. INTRODUCCIÓN

La bahía El Ferrol es un ecosistema donde se desarrollan muchas actividades económicas: puerto industrial pesquero y siderúrgico, intenso tránsito marítimo de embarcaciones industriales y artesanales, muelles de desembarques de productos hidrobiológico (Apaestegui, 2023), embarque y desembarque de hidrocarburos (Ganoza et al., 2020) y productos siderúrgicos. Además, es cuerpo receptor de los efluentes domésticos del distrito de Chimbote (García et al., 2019), que tiene aproximadamente más de 206 613 habitantes (INEI, 2017) y del sector pesquero industrial y artesanal (Apaéstegui, 2023). Estas actividades generan impactos principalmente por la contaminación por materia orgánica (García et al., 2019), hidrocarburos (Quispe, 2022), residuos sólidos (metal, vidrio, plástico, tecnopor, ropa, calzados, cabos, neumáticos, etc.) (Apaéstegui, 2023), metales pesados (Ganoza et al., 2020), pero también son fuentes de introducción de especies exóticas a la bahía (Ramírez & Espinel, 2019). Las formas de contaminación indicadas afectan a la columna de agua, al fondo marino, pero también a la biodiversidad bentónica (Romero et al., 2023), ya que el tránsito de las embarcaciones entre puertos, algunos internacionales, es un vector primario de la transferencia de especies extranjeras (Peters et al., 2019).

La introducción de especies por causa antropogénica se ve acrecentada en eventos El Niño, ya que la corriente ecuatorial, de aguas calientes, ingresa a la costa peruana transportando organismos, huevos y larvas, que logran colonizar el sistema bentónico (Espinoza-Morriberón et al., 2022), aunque esto es temporal hasta que culmine el evento. Adicionalmente a esta situación, se debe señalar que las aguas del litoral peruano se calientan de modo permanente, por efectos de cambio climático, lo que generará en el mediano plazo, cambios en la biodiversidad (Tambutti & Gómez, 2022), fundamentalmente en las especies estenotermas, con la desaparición de unas y la aparición de otras.

Los pilotes de los muelles son estructuras artificiales que sirven como hogar para una gran variedad de invertebrados, tanto sésiles como móviles (Gracia et al., 2013). Además, no solo proporcionan protección física a los ecosistemas marinos (Ruiz et al., 2023) sino que también ofrecen refugio a una gran cantidad de invertebrados y peces, de manera similar a los peñascos y salientes que se encuentran en los hábitats naturales (Herbert et al., 2021). A la vez, sirve como fuente de alimentos para muchos otros organismos como peces, e inclusive para el hombre, ya que puede utilizar las algas macroscópicas, percebes, mitílidos, o poliquetos que se usa como cebo para la pesca con anzuelo.

La recuperación ambiental de la bahía El Ferrol en Chimbote ha sido una preocupación constante de la sociedad civil, que desde mediados de los años 1950 se constituyó en receptor de efluentes de las industrias pesqueras y siderurgia, y los efluentes domésticos de la ciudad Chimbote, contaminación industrial y urbana. Este esfuerzo ha impulsado diversas iniciativas con el objetivo de restaurar la calidad de los ecosistemas acuáticos, y uno de los pilares para evaluar estos avances radica en el monitoreo de indicadores biológicos clave. Entre estos indicadores, la comunidad biológica asociada a los pilotes de los muelles se perfila como una herramienta eficiente y accesible para el monitoreo de los avances en la recuperación ambiental.

Las comunidades biológicas que se forman en los pilotes de muelles reflejan directamente las condiciones ambientales de la bahía El Ferrol, ya que estos sustratos artificiales albergan una gran diversidad de especies que responden a los cambios en los niveles de contaminación, la calidad del agua y la disponibilidad de nutrientes. En este sentido el análisis de la biodiversidad, abundancia y biomasa en los pilotes ofrece información crucial sobre la salud del ecosistema.

Frente a la problemática, generada por los diversos tipos de contaminación y los cambios que se generarán en la biota marina por efectos del cambio climático que ciertamente ocurrirán en la bahía El Ferrol, es necesario conocer la dinámica en la variación de la composición de la biodiversidad, que permite establecer estrategias en programas de vigilancia ambiental del ecosistema. En este contexto, los pilotes de los muelles se constituyen en escenarios importantes porque son albergues de una estructura comunitaria compleja, además, de fácil acceso para la toma de muestras.

Algunas especies de la estructura comunitaria constituyen indicadores biológicos de contaminación por materia orgánica (Romero et al., 2023), como pequeños crustáceos anfípodos e isópodos, anélidos poliquetos (Férez & Londoño, 2015), moluscos gasterópodos (Shasky & Campbell, 1964), bivalvos (Kimbrough et al., 2008); además, de indicadores de cambios ambientales como la presencia de El Niño y La Niña (Elías et al., 2020). Asimismo, esta comunidad de organismos incrustantes no solo revela cambios en la biodiversidad del entorno marino bentónico, sino que también indica modificaciones en el ecosistema de Humboldt debido al aumento de la temperatura del agua superficial por efecto del cambio climático. No obstante, la importancia que puede representar el conocimiento de la diversidad biológica de los pilotes de los muelles en bahía, la información existente es muy escasa (Rojas Israel, 2023; Madon et al., 2023)

La bahía El Ferrol enfrenta múltiples impactos directos e indirectos que afectan su biodiversidad. Entre los impactos directos destacan la descarga de aguas residuales, la presencia de residuos sólidos, hidrocarburos y metales pesados, así como el tránsito constante de embarcaciones y el aumento de la temperatura del mar. Estos factores alteran la calidad del agua, el hábitat bentónico y la composición de especies. De manera indirecta, se observa la acumulación de contaminantes en la cadena trófica, la fragmentación del hábitat, la introducción y proliferación de especies exóticas u oportunistas, así como la pérdida de especies sensibles al cambio climático. Además, los eventos naturales como El Niño y las infraestructuras costeras intensifican estas alteraciones, provocando cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema marino.

En el contexto descrito, es crucial establecer una línea de base que identifique las especies y las comunidades asociadas a los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol, que permita a la academia, investigadores y a los tomadores de decisiones, tener las evidencias de los impactos, tanto por causa natural, como antropogénicos en este ecosistema, a fin de tomar medidas para corregir y reducir los daños a la biodiversidad marina y promover como valor agregado el ecoturismo. Si no se toman las medidas pertinentes que nos permitan conocer, proteger y conservar la biodiversidad local marina, esta podría sufrir efectos irreversibles como la pérdida o disminución drástica de especies. Por ello, con el propósito de aportar nuevos conocimientos para la vigilancia ambiental se plantea como problema: ¿Cuál es la biodiversidad y estructura comunitaria que se establece en los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol?

Objetivos

Objetivo general

Estudiar la biodiversidad y estructura comunitaria que se establece en los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol, a fin de proveer información básica para evaluar los impactos del cambio climático, medir el grado de recuperación ambiental, fomentar la investigación, educación ambiental local y el ecoturismo.

Objetivos específicos

Determinar las especies que habitan los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol.

Cuantificar la densidad por especie en los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol.

Establecer la estructura comunitaria (productores, herbívoros, omnívoros y carnívoros, especies ingenieras de ecosistemas, especies clave) en los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol.

Determinar el estado de la diversidad biológica en los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol.

Elaborar un catálogo de biodiversidad de los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol para promover la investigación, educación ambiental y el ecoturismo.

II. MARCO TEÓRICO

La biodiversidad desempeña una función esencial en el mantenimiento del equilibrio biológico y contribuye a la salud de los ecosistemas (Enrique et al., 2023). Las métricas comúnmente empleadas para evaluar la diversidad de especies son fórmulas matemáticas que simplifican la evaluación de la variedad presente en un grupo de especies (González, 2012), proporcionan datos cuantitativos, como los índices de riqueza y diversidad, como el de Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, Jaccard, entre otros (Acevedo et al., 2006). La ecuación de Shannon-Weiner mide la diversidad de especies en un lugar; mientras que Margalef incluye las interacciones funcionales en las métricas de diversidad (Sherwin & Fornells, 2019). Pielou, mide el índice de uniformidad (Heip, 1974). Estos índices permiten comparar y contrastar información numérica entre diversas investigaciones, ya que, posibilitan la identificación de variaciones en la composición taxonómica de las comunidades (Quipúzcoa et al., 2018). La información que se obtiene del estudio de las comunidades biológicas puede ser representada mediante dendogramas que miden los grados de similitud entre muestras, estaciones y ecosistemas (Acevedo et al., 2006).

Las comunidades bentónicas, en la costa de Inglaterra, se caracterizan principalmente por la abundancia de esponjas/tunicados, que representan aproximadamente el 18,9% de la cobertura total en la zona (Herbert et al., 2021). En la bahía de Gåsevik, en la costa occidental de Suecia, son principalmente tunicados, hidroides, percebes, mejillones y anélidos serpúlidos (Andersson et al., 2009); mientras que, en la costa de México se encuentran diferentes especies de Sipunculidos, adheridos en sustrato arenoso y rocas (Silva & Gómez, 2021). Por otro lado, en Baja California Sur, el anélido serpúlido *Spirobranchus* sp. presenta mayor número de individuos (Pfeifer, 2018). En comparación con los otros grupos de invertebrados, en el Caribe colombiano, los crustáceos y moluscos destacan por ser los más abundantes, seguidos de anélidos, esponjas, cnidarios y finalmente equinodermos (Gracia et al., 2013).

El rompeolas del terminal portuario de gas natural licuado, ubicado en la costa central de Perú, se convirtió en un hábitat artificial para una gran comunidad de peces (Valle et al., 2021); mientras que, las plataformas petroleras y gas de la costa norte, albergan una abundante diversidad biológica que se manifiesta no solo en una gran cantidad de especies, sino también en una considerable biomasa de peces e invertebrados (Hooker, 2012).

La composición de invertebrados marinos asociados a estructuras artificiales como pilotes de muelles y plataformas de gas y petróleo, es similar a la que se registra en otros

tipos de sustratos duros naturales, como raíces de manglar, litoral rocoso, arrecifes de coral (Gracia et al., 2013).

Las interacciones entre organismos son un factor importante para determinar la distribución y abundancia de las especies (Jones et al., 1994), que no son exclusivamente tróficas o competitivas, sino que incluyen procesos físicos llevados a cabo por especies ingenieras, los cuales resultan en la alteración, conservación o formación de hábitats que son aprovechados por otras especies (Schejter, 2005). Las especies ingenieras de ecosistemas son organismos que regulan directa o indirectamente la disponibilidad de recursos para otras especies (distintas de ellas mismas) provocando cambios en el estado físico de materiales bióticos o abióticos (Jones et al., 1994)

Las especies ingenieras alogénicas incluyen una variedad de actividades que modifican la estructura de los sedimentos del fondo, cambian físicamente la estructura de las rocas y la suspensión de los sedimentos en la columna de agua (Gutiérrez et al., 2012), mientras que, los ingenieros autogénicos transforman el entorno mediante sus propias construcciones físicas, que incluyen tanto sus tejidos vivos como los muertos (Jones et al., 1994).

Los bivalvos constructores de arrecifes intermareales y submareales que se alimentan de seston, crean poblaciones densas, extensas y persistentes que se adhieren entre sí y al sustrato mediante hilos de biso (*Mytilus edulis*, *Musculista senhousia*, *Perumytilus purpuratus* y *Barbatia barbata*) o calcificación (*Crassostrea virginica*, *Crassostrea gigas* y *Ostrea edulis*) (Gutiérrez et al., 2012). En este sentido, conservar la existencia de estas especies garantizará un ecosistema biodiverso, de lo contrario, los elevados niveles de explotación de especies clave, como los mitílidos, resultarán en la disminución de refugios para otras especies del intermareal, lo que podría ocasionar una reducción considerable de la biodiversidad (Hidalgo et al., 2007)

El sistema bentónico alberga numerosas especies adaptadas a diversos tipos de sustrato, lo que da lugar a una amplia diversidad de formas de vida (Barrientos, 2003), principalmente invertebrados, como moluscos y crustáceos, que destacan por ser los más numerosos (Pozo et al., 2023). La bioincrustación, o biofouling, es un proceso en el que organismos como algas, los hongos, los bosques de algas macroscópicas, los briozoos, los moluscos, los cirrípedos y las ascidias a través de sus estadios iniciales se adhieren y desarrollan en diversos sustratos artificiales (Fitridge et al., 2012; Yan & Yan, 2003). Esto puede suceder en grandes estructuras marítimas, como cascos de barcos, tuberías, plataformas marinas y muelles (Flemming, 2002).

En la mayoría de los casos, la bioincrustación es provocada por microorganismos heterótrofos los que transforman material orgánico disuelto, en biomasa de manera local. Las biopelículas se originan de microorganismos que habitan en agrupaciones y necesitan entornos húmedos, en los cuales buscan una superficie para establecerse y empezar a liberar sustancias poliméricas extracelulares, ofreciendo adhesión, soporte y protección a estos microorganismos frente a su entorno (Wingender et al., 1999). Este mecanismo es el mismo que sustenta la tecnología de biopelículas, por lo tanto, la bioincrustación puede verse como un reactor de biopelículas en el lugar y momento inadecuados (Flemming, 2002).

En épocas húmedas en ambientes marinos, por ejemplo, supralitoral rocoso, se ha reportado que algunos grupos de macroinvertebrados incrustantes aumentan su densidad y cobertura en las placas dispuestas, entre ellos se encuentran los briozoos y los hidrozoos (Roldán-Pérez, 2016). Estos animales aprovechan la abundancia de alimento y la reducción de la competencia por el espacio que ocurre en esta temporada (García, 2024). Por otro lado, ciertos grupos como las esponjas y los poliquetos experimentan una reducción en su presencia en las estructuras, lo cual se atribuye a un aumento en la turbidez del agua y a una disminución en la calidad del sustrato, ya que estos organismos tienen una preferencia por ambientes más estables y con aguas más claras, ya que estas condiciones son más favorables para su desarrollo (Durán Bautista et al., 2018).

La temperatura del agua es el factor más importante para determinar la composición de las comunidades de biológicas, en términos de riqueza y abundancia (Chouikh et al., 2020). Los invertebrados sésiles son sensibles a los cambios en el medio ambiente debido a su poca movilidad y alta capacidad de bioacumulación (Pastorino et al., 2020), por lo que se utilizan como bioindicadores para evaluar la calidad del medio ambiente (Elías et al., 2020). Muchas especies de esta comunidad por tanto pueden constituirse en indicadores de cambio climático.

Las actividades humanas ejercen una influencia determinante en el declive de los parámetros comunitarios de los ecosistemas marinos (Uribe et al., 2019), por ejemplo, los Desembarcaderos Pesqueros Artesanales (DPA) son puntos que generan grandes cantidades de residuos que no tienen tratamientos y son vertidos al mar, lo que provoca situaciones de contaminación en el área circundante (Apaestegui, 2023). En algunos casos, esta influencia genera un cambio radical en el escenario que obstaculiza la recuperación o prolonga los tiempos de recuperación de los sistemas marinos (Riascos et al., 2016). La sensibilidad de la macrofauna marina ante las presiones ambientales se manifiesta en una significativa disminución como respuesta a actividades portuarias más intensas (Covazzi et al., 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la bahía El Ferrol, ubicada en la provincia del Santa, departamento de Áncash, en la costa central del Perú: 78°44' LW - 78°33' LW y 9°03' LS - 9°11' LS. (Fig 1.) Su litoral comprende los distritos de Chimbote y Nuevo Chimbote, con una población humana total de más de 500 000 habitantes.

La bahía se encuentra delimitada por los cerros: Península, al sur y La Paz, al norte; la existencia de cuatro islas: Ferrol del Sur, Ferrol del Centro y Ferrol del Norte y la Isla Blanca. Estas islas propician la condición de bahía muy cerrada, y además, desempeñan un rol muy importante como protección de la bahía ante vientos, oleajes y tsunamis (Loayza, 2021), pero además ocasionan que la dinámica oceanográfica sea lenta.

En la zona C y B de la bahía la presencia de nutrientes está asociada al aumento de desechos por vertidos industriales y residuos domésticos (Tresierra, 2007). La temperatura superficial varía entre máx. 24.1°C y min. 16.1°C

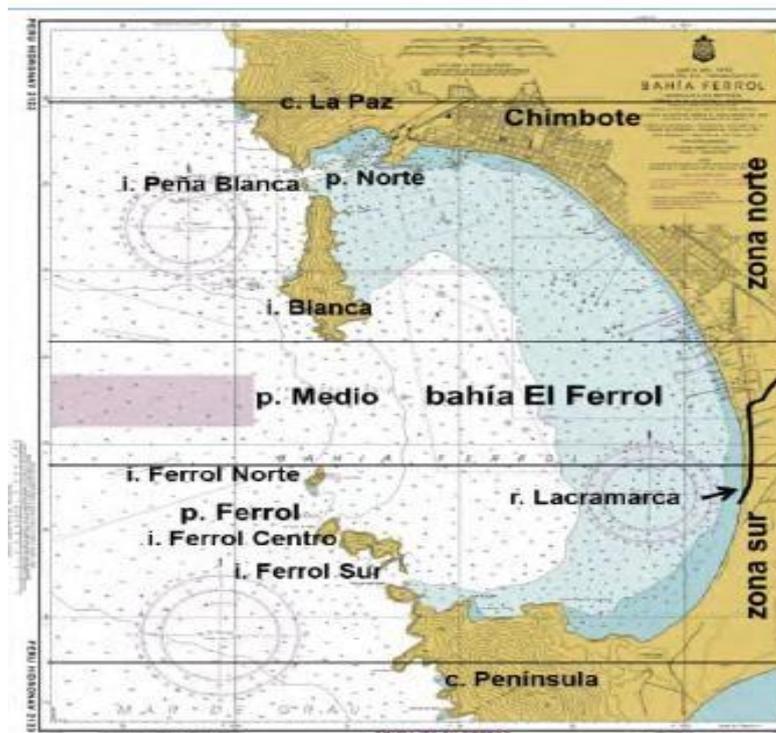


Fig 1. Localización geográfica de la bahía El Ferrol

3.2. Estaciones de muestreo

Las muestras fueron obtenidas de los pilotes de los siete muelles ubicados en tres zonas de estudio: Zona A, B y C, como se indica en la figura 2.

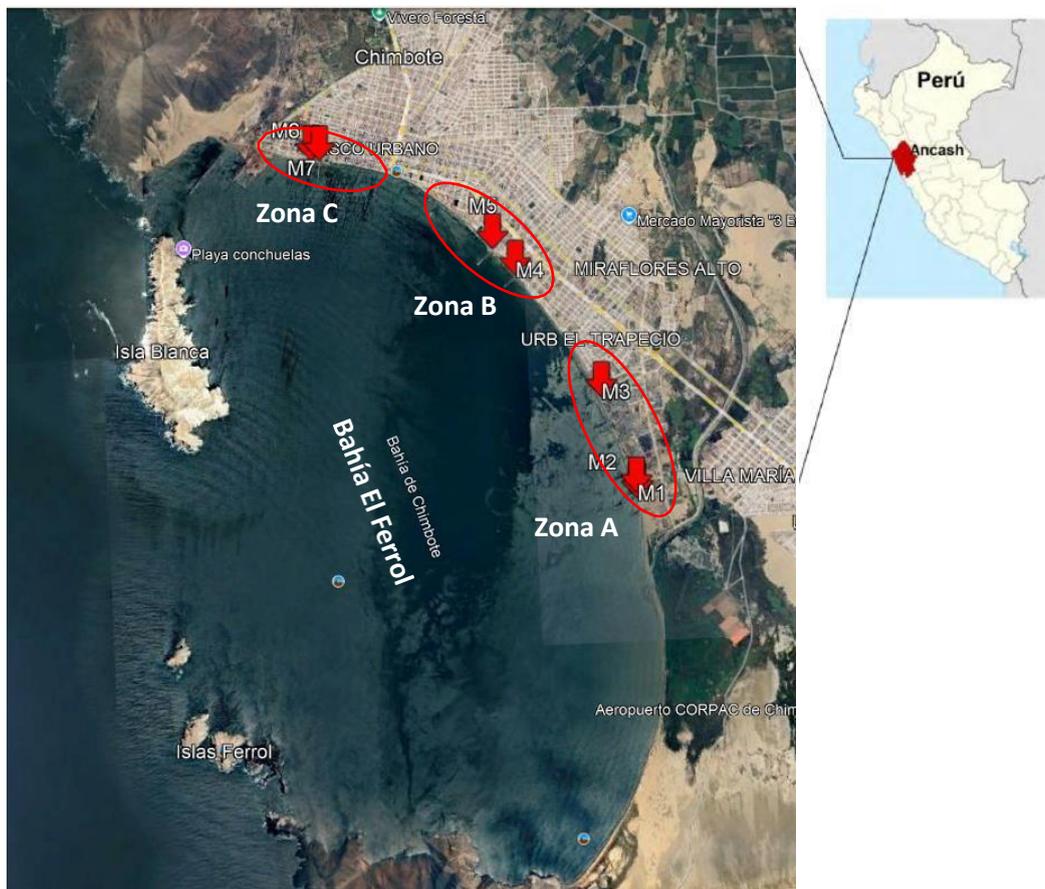


Fig 2. Ubicación de las zonas de estudio en la bahía El Ferrol.

La zona C y B fueron representadas por dos muelles, respectivamente y en la zona A, por su extensión, fue representada por tres muelles (Tabla 1). En cada muelle se establecieron tres estaciones de muestreo: al inicio, en la parte central y en el cabezo, con dos pilotes por cada estación. Los factores que definieron la ubicación de los puntos de muestreo fueron la accesibilidad y su posición con respecto al muelle.

Los muestreos se realizaron en la zona intermareal de los pilotes. Para tener acceso pleno a toda el área intermareal se revisó la tabla de mareas con el fin de determinar el momento de marea más baja.

Tabla 1: Posición geográfica de los muelles en zonas de muestreo.

Zona	Muelle	Coordenadas
A	1	9° 7'20.73'' S 78°33'39.74'' O
	2	9°7'18.00'' S 78°33'39.74'' O
	3	09°06'32.8'' S 78°33'53.9'' O
B	4	9°4'35.40'' S 78°36'0.16'' O
	5	9°4'35.52'' S 78°36'0.16'' O
C	6	9°5'34.00'' S 78°34'31.00'' O
	7	9°5'21.00'' S 78°34'41.00'' O

3.3. Recolección de las muestras

Para el análisis cuantitativo, se estableció un área de 100 cm² en toda la circunferencia del pilote en la parte superior e inferior de la zona intermareal. Todos los organismos que se encontraron adheridos en esta área de muestreo se extrajeron mediante la técnica de raspado con cincel y espátula; y posteriormente guardados dentro de bolsas Ziploc debidamente rotuladas con el número de muelle y estación correspondiente. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Biología Acuática de la Universidad Nacional del Santa en cajas térmicas. En el laboratorio, las muestras fueron congeladas a -20 °C.

Para el análisis cualitativo, se observó el área intermareal del pilote y se procedió a recolectar dos ejemplares de cada especie, los que fueron depositados en bolsas Ziploc previamente rotuladas.

3.4. Procesamiento de las muestras

El procesamiento inició con el vaciado de toda la muestra contenida en las bolsas Ziploc en bandejas con agua. Los organismos fueron separados, según las especies, con el uso de pinzas y pipetas de plástico para evitar la fragmentación de estos, y fueron colocados en placas Petri, con agua, por separado, para su identificación con la ayuda de un microscopio-estereoscópico y claves taxonómicas (Zagal & Hermosilla, 2007; García & Otero, 2010). Finalmente, se procedió a contar y a pesar los organismos por especie, en una

balanza con 0.1 g de sensibilidad. Las especies identificadas fueron fotografiadas utilizando una cámara profesional.

3.5. Análisis de datos

En base a información documental, se determinó el nivel trófico de las especies identificadas, su condición de especie ingeniera de ecosistema y especies clave (Loayza-Aguilar et al., 2024). La separación de los organismos a grandes grupos zoológicos se realizó desde grupos mayores (phylum, familia, clase) hasta el nivel taxonómico más bajo.

La variación en la diversidad fue evaluada con la curva de dominancia SAB (Lambshhead et al., 1983; Warwick, 1986). A través de las curvas SAB se relaciona el número de especies (S), el número de individuos (N) y la biomasa (B) de todos los muelles en estudio.

Para el análisis de la biodiversidad alfa se utilizó el concepto de riqueza de especies y los índices de biodiversidad de Margalef, Simpson, Shannon-Weaver (H') y Equitatividad de Pielou (Tabla 2), según las recomendaciones de Moreno (2001). Los datos fueron procesados Microsoft Excel.

Las similitudes que presentan las tres zonas de muestreo se observaron a través de dendogramas, con el fin de establecer las semejanzas entre la biodiversidad de los pilotes de los muelles estudiados, utilizando los índices de diversidad beta binario de Jaccard y no binario de Sorensen y describir patrones de similaridad (Everitt et al., 2011).

Tabla 2. Índices de biodiversidad Alfa que se aplicarán a la biodiversidad.

Índice	Formula	Fuente	Leyenda
Simpson (Si)	$S_i = \sum_{n=1}^s \frac{ni(ni - 1)}{n(n - 1)}$	Simpson (1949)	ni = número de individuos de la especie i n = número total de individuos para todas las S especies en la comunidad
Margalef (Im)	$I_m = \frac{S - 1}{\ln(n)}$	Margalef (1958)	S = número de especies n = número de individuos observados
Shannon – Weaver (H')	$H' = - \sum_{n=1}^s (p_i * \log_2 p_i)$	Shannon & Weaver (1949)	pi = proporción del número de células de la especie i en toda la muestra (pi = ni /N) N = número total de individuos de la muestra ni = número individuos de la especie i

Equitatividad de Pielou (J')	$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$	Pielou (1969)	H' = valor del Índice de Shannon-Weaver S = número total de especies en la comunidad
------------------------------	----------------------------	---------------	---

Tabla 3. Índices de biodiversidad Beta que se aplicarán a la biodiversidad.

Índice	Formula	Fuente	Leyenda
Jaccard (binario)	$J = \frac{c}{a + b - c}$	Moreno (2001)	a = número especies en el sitio 1 b = número especies en el sitio 2 c = número especies en ambos sitios
Sorensen (no binario)	$S = \frac{2pN}{aN + bN}$	Moreno (2001)	aN = número de individuos total sitio 1 bN = número de individuos total sitio 2 pN = sumatoria abundancia más baja de cada una de las especies compartidas en ambos sitios

3.6. Análisis estadísticos

Los datos se presentan en tablas estadísticas de entrada simple en términos absolutos y relativos; así como en figuras que permitan apreciar las diferencias y las tendencias. Para ello se utilizó el programa Excel 2016. Los datos de densidad numérica y biomásica, fueron analizados mediante el diseño estadístico completamente al azar y evaluados con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se determinaron al 95 % por análisis de varianza simple y con la prueba de Tukey, todo el procesamiento estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS versión 25 para Windows.

IV. RESULTADOS

4.1. Estructura comunitaria

4.1.1. Especies y abundancia

La tabla 4 muestra 35 especies macrozoobentónicas del intermareal registradas en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol. El phylum con el mayor número de especies fue Arthropoda con Crustacea (12), seguido de Mollusca (9), Annelida (7), Cnidaria (2), Equinodermata (2) y Chordata (1). Los pilotes con mayor número de especies fueron los del muelle 7, Zona C, con un total de 32 especies, mientras que la Zona A tuvo el menor número, muelle 2 con 12 especies.

Tabla 4. Densidad numérica (ind. /m²) y biomásica (g/m²), macrozoobentónicas.

Phylum	M 1		M 2		M3		M 4		M5		M 6		M 7		
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	
CNIDARIA															
<i>Phymactis clematis</i>	S	0	0	0	33	35.19	0	0	0	0	378	374.07	644	642.6	
<i>Phymantea pluvia</i>	S	222	220.37	1611	1072.2	500	503.7	1456	1450	811	809.3	122	120.37	44	48.15
<i>Tubularia</i> sp.	S	0	0	0	0	0	0	11	1.85	0	0	0	0	11	1.85
ANNELIDA															
Polychaeta															
<i>Eulalia</i> sp.	sd	33	37.04	11	1.85	133	133.33	133	137.04	67	55.56	56	57.41	111	109.3
<i>Halosydna brevisetosa</i>	sd	11	11.11	11	1.85	22	20.37	156	151.85	44	46.3	44	40.74	122	124.1
<i>Lumbrinereis</i> sp.	sd	56	51.85	67	44.44	889	888.89	1056	1051.9	222	224.1	67	64.81	56	59.26
<i>Marphysa sanguinea</i>	sd	22	18.52	56	33.33	67	68.52	56	51.85	11	14.81	22	20.37	89	83.83
<i>Marphysa</i> sp.	sd	0	0	11	7.41	11	1.85	0	0	11	1.85	11	1.85	11	7.41
<i>Owenia</i> sp.	sd	0	0	0	0	56	51.85	11	5.56	0	0	33	20.37	278	272.2
<i>Perinereis</i> sp.	sd	0	0	11	1.85	67	64.81	111	114.81	156	157.4	67	70.37	222	222.2
MOLLUSCA															
<i>Alia unifasciata</i>	sd	0	0	0	0	0	0	22	18.52	0	0	1067	1068.5	0	0
<i>Barbatia barbata</i>	S	11	30.7	11	1.85	444	446.3	644	638.89	644	642.6	344	342.59	1878	1870
<i>Cancellaria</i> sp.	sd	11	1.85	0	0	11	1.85	11	9.26	0	0	0	0	0	0
<i>Chiton cumingsi</i>	sd	11	7.41	0	0	11	9.26	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Perumytilus purpuratus</i>	S	0	0	0	0	789	787.04	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Placida</i> sp.	sd	0	0	0	0	11	1.85	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scurria ceciliana</i>	sd	44	42.59	44	31.48	11	9.26	56	55.56	11	7.41	0	0	0	0

<i>Semimytilus algosus</i>	S	2656	2653.7	2656	1766.7	1644	1646.3	9956	9953.7	7211	7215	14433	14437	20156	20152	
<i>Thermosphaeroma thermophilum</i>		0	0	0	0	0	0	11	5.56	0	0	11	12.96	0	0	
ARTHROPODA																
Crustacea																
<i>Acanthonyx petiveri</i>	sd	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.65	0	0	0	0	
<i>Ampelisca</i> sp.	sd	0	0	0	0	0	0	189	185.19	933	933.3	11	14.81	11	12.96	
<i>Argulus</i> sp.	sd	0	0	0	0	11	3.7	822	816.67	789	787	2111	1107.4	30100	30102	
<i>Balanus balanus</i>	S	4189	4185.19	5833	3890.7	5511	5513	2778	2781.5	1678	1672	200	198.15	411	405.6	
<i>Caprella equilibra</i>	sd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	278	0	
<i>Caprella verrucosa</i>	sd	22	16.67	0	0	11	1.85	44	46.3	444	440.7	1378	1372.2	8033	8306	
<i>Empididae</i> sp.		0	0	0	0	22	22.22	11	3.7	11	11.11	11	1.85	11	1.85	
<i>Gammarus</i> sp.	sd	0	0	0	0	11	3.7	233	227.78	722	716.7	13467	13463	10367	10361	
<i>Goniopsis pulchra</i>	sd	78	74.07	22	11.11	100	103.7	67	64.81	44	42.59	22	22.22	156	155.6	
<i>Orchomenella</i> sp.	sd	0	0	0	0	0	0	0	0	144	148.2	144	140.74	433	435.2	
<i>Pachycheles crinimanus</i>	sd	0	0	0	0	11	1.85	78	75.93	11	12.96	22	22.22	11	12.96	
<i>Pilumnoides perlatus</i>	sd	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3.7	11	3.7	11	3.7	
Pycnogonida																
<i>Phoxichilidium</i> sp.	sd	0	0	0	0	11	1.85	0	0	0	0	0	0	44	38.89	
EQUINODERMATA																
<i>Ophiactis kroeyeri</i>	sd	11	1.85	0	0	0	0	278	272.22	67	61.11	189	185.19	167	159.3	
<i>Holothuria</i> sp.	sd	0	0	0	0	0	0	22	20.37	11	12.96	11	9.26	122	124.1	
CHORDATA																
<i>Scartichthys gigas</i>	N=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.85
N		664		931		935		1639		1265		3081		6641		
S		15		12		27		27		27		30		32		

Semimytilus algosus está presente en todos los muelles, siendo extremadamente abundante en el muelle 7 (N=1814, B=20152 gm⁻²). *Balanus balanus*, también es común en todos los muelles, con picos en los muelles 1 y 2. En Cnidarios *Phymantea pluvia* muestra una amplia presencia, es más abundante en los muelles 2 (N=145, B=1072.2 gm⁻²) y 4 (N=131, B=1450 gm⁻²). En Annelida destaca *Lumbrinereis* sp. con altas densidades en los muelles 3 (N=80, B=888.89 gm⁻²) y 4 (N=95, B=1051.9 gm⁻²). *Ophiactis kroeyeri* alcanza mayor densidad en el muelle 4 (N=25, B=272.22 gm⁻²). Finalmente, *Scartichthys gigas* está presente solo en el muelle 7, con un ejemplar. Del total de especies se cuenta con 7 sésiles y 28 sedentarios.

4.2 Grupo trófico

La tabla 5 describe el grupo trófico, las características y relaciones que se establece entre cada especie del intermareal de los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol.

Tabla 5: Grupo trófico de las especies del intermareal de los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol.

Nombre científico	Grupo trófico	Descripción
<i>Phymactis clematis</i> <i>Phymantea pluvia</i> <i>Tubularia sp.</i>	F, Pr	Cnidarios con tentáculos que les permiten capturar plancton y pequeñas partículas, pero también pueden paralizar y capturar presas más grandes (Daly et al., 2006).
<i>Eulalia sp.</i> <i>Halosydna brevisetosa</i> <i>Lumbrinereis sp.</i> <i>Marphysa sanguinea</i> <i>Marphysa sp.</i> <i>Owenia sp.</i> <i>Perinereis sp.</i>	D, Pr	Poliquetos con probóscide que les permite ingerir sedimento y extraer materia orgánica, pero también pueden capturar pequeños organismos (Hutchings & Kupriyanova, 2018).
<i>Alia unifasciata</i>	F, Pr	Bivalvos con sifones que les permiten filtrar partículas del agua, pero también pueden capturar pequeños organismos que se acerquen a sus sifones (Ward & Shumway, 2004)
<i>Barbatia barbata</i> <i>Cancellaria sp.</i> <i>Chiton cumingsi</i> <i>Perumytilus purpuratus</i> <i>Placida sp.</i> <i>Scurria ceciliana</i> <i>Semimitylus algi</i>	F, H, D	Moluscos con rádula para raspar algas y otras superficies, pero también pueden filtrar partículas y consumir detritos (Haszprunar, 2020)
<i>Thermosphaeroma thermophilum</i>	D	Isópodo que se alimenta de materia orgánica en descomposición (Schmalzfuss, 2003)
<i>Acanthonyx petiveri</i> <i>Ampelisca sp.</i> <i>Argulus sp.</i> <i>Balanus Balanus</i> <i>Caprella argulius</i> <i>Caprella verrucosa</i> <i>Empididae sp.</i> <i>Gammarus sp.</i> <i>Goniopsis pulchra</i> <i>Orchomenella sp.</i> <i>Pachycheles crinimanus</i> <i>Pilumnoides perlotus,</i> <i>Phoxichilidium sp.</i>	D, Pr, O	Crustáceos con una gran variedad de adaptaciones para diferentes tipos de alimentación, desde filtrar partículas hasta capturar presas (Guerra-García et al., 2004)
<i>Ophiactis kroeyeri,</i> <i>Holothuria sp.</i>	D	Equinodermos que ingieren sedimento y extraen materia orgánica (Consejo consultivo de acuicultura, 2023)
<i>Scartichthys gigas</i>	O, Pr	Pez que se alimenta de una variedad de organismos, incluyendo algas, invertebrados y pequeños peces (Ojeda & Muñoz, 1999)

Nota: Pr = predador, F = filtrador, D=detritívoro, O = omnívoro, H = herbívoro, Co = comensal

En la figura 3 se representa la abundancia de organismos promedio por phylum encontrado en todos los pilotes estudiados.

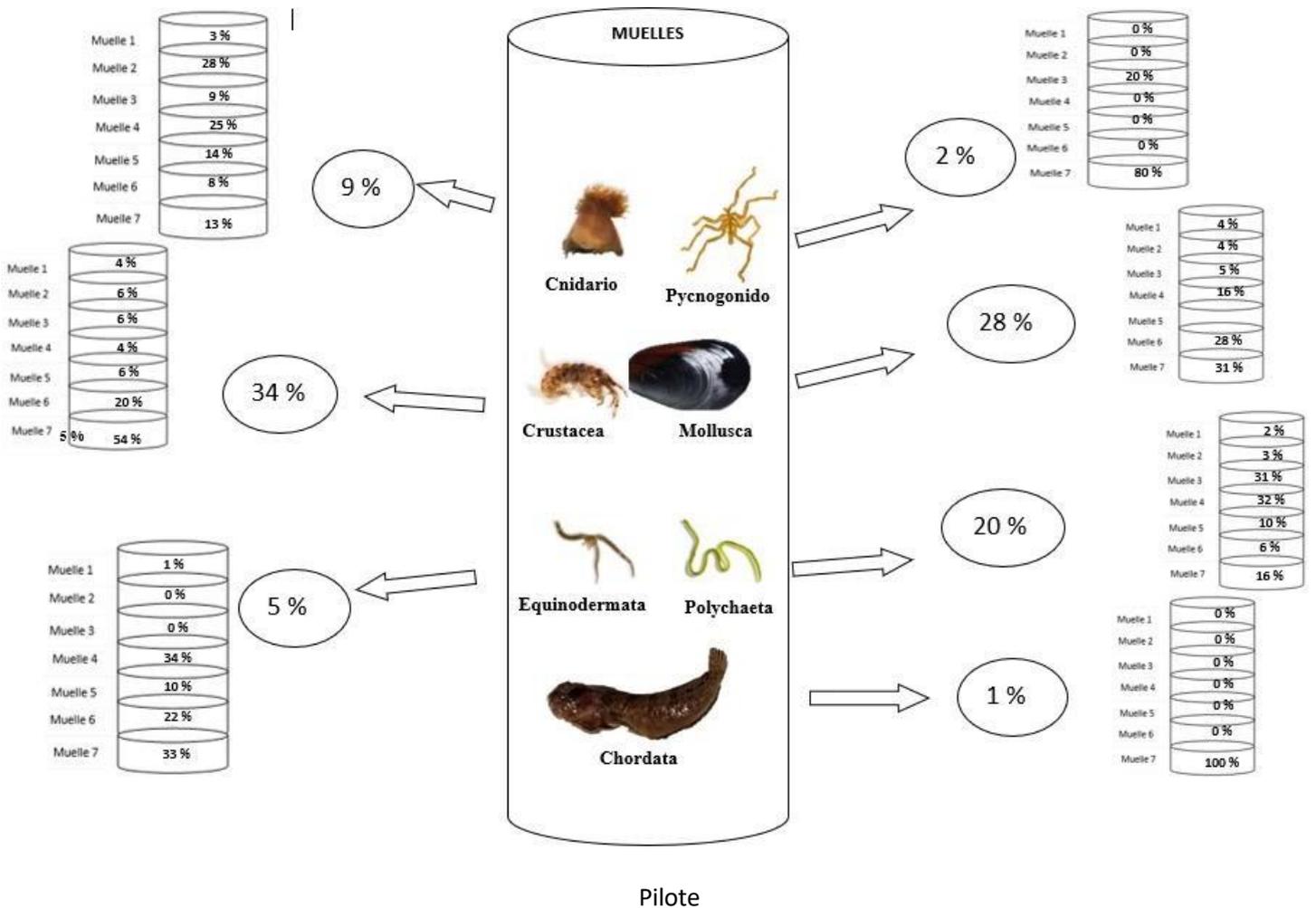
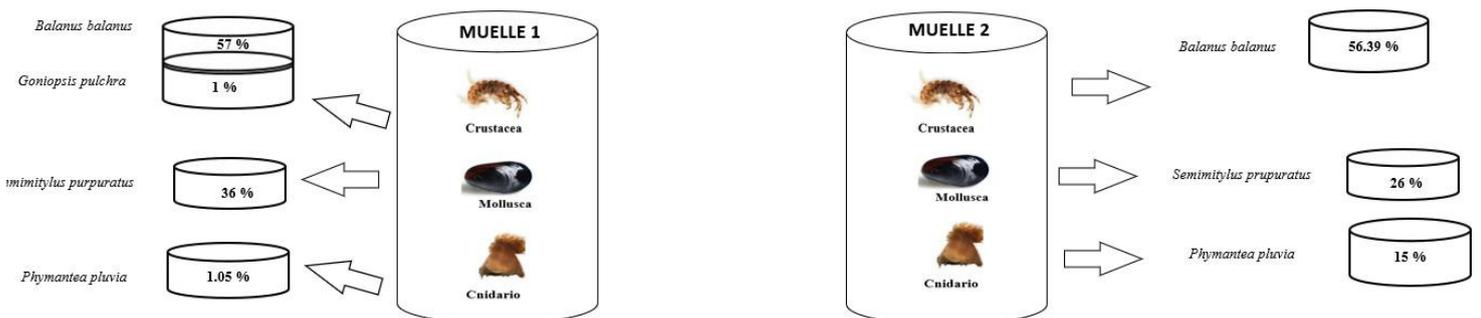


Fig 3. Representación porcentual promedio de la abundancia de los Phylum encontrados en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol

En la figura 4 se representa la distribución del número de especies por phylum encontrados en los pilotes de los muelles. El muelle con mayor número de especies es el muelle 7, Zona C, mientras que el muelle 2, Zona A, presenta el menor número.



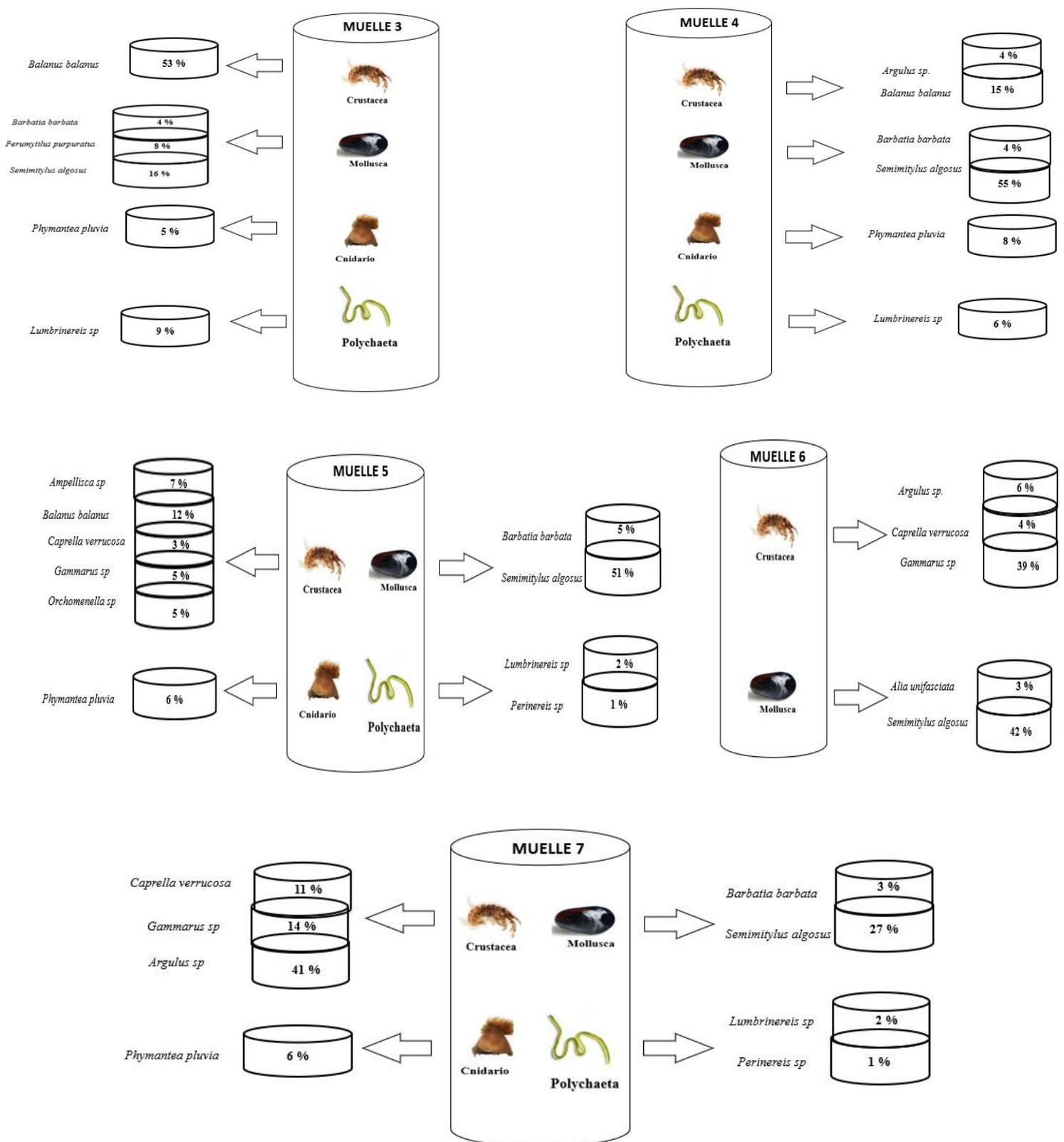


Fig 4. Representación porcentual de la abundancia de los Phylum encontrados en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol

Las figuras 5 y 6 describe la variación de la biomasa en función al Phylum y grupo trófico en los diferentes muelles en la bahía El Ferrol.

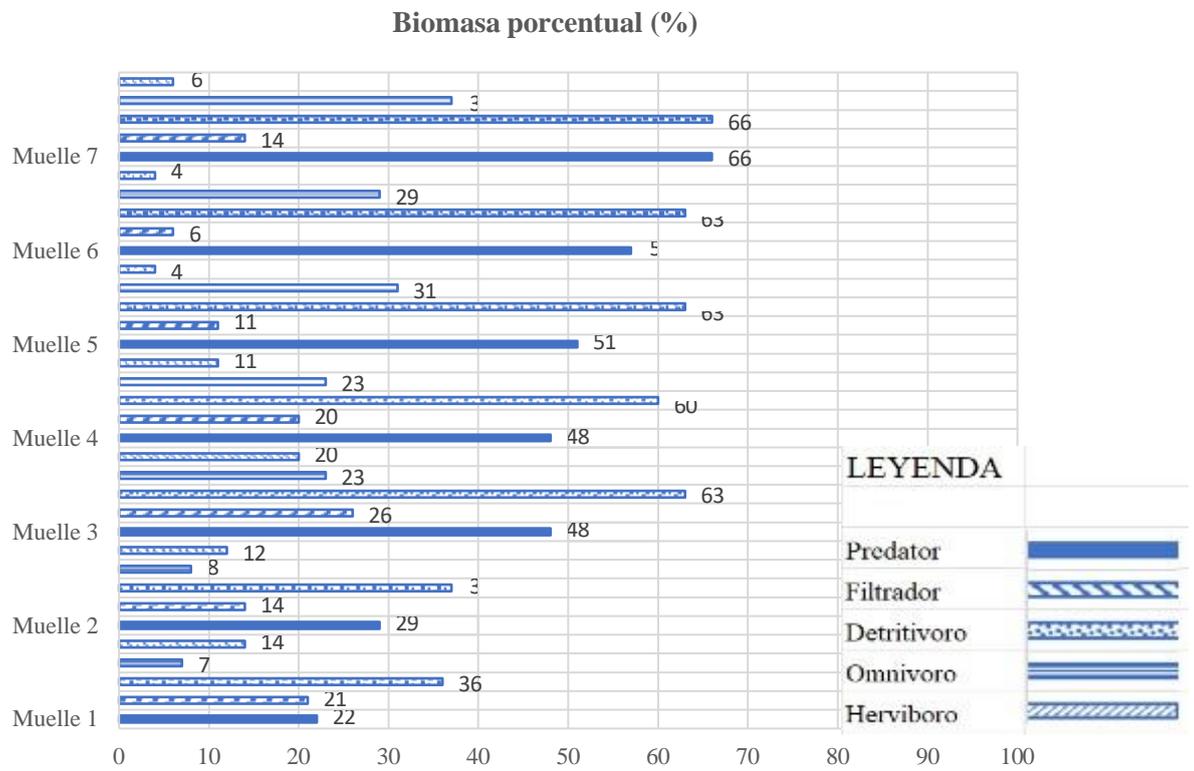


Fig 5. Variación de la biomasa según el grupo trófico identificado en el ambiente comunitario

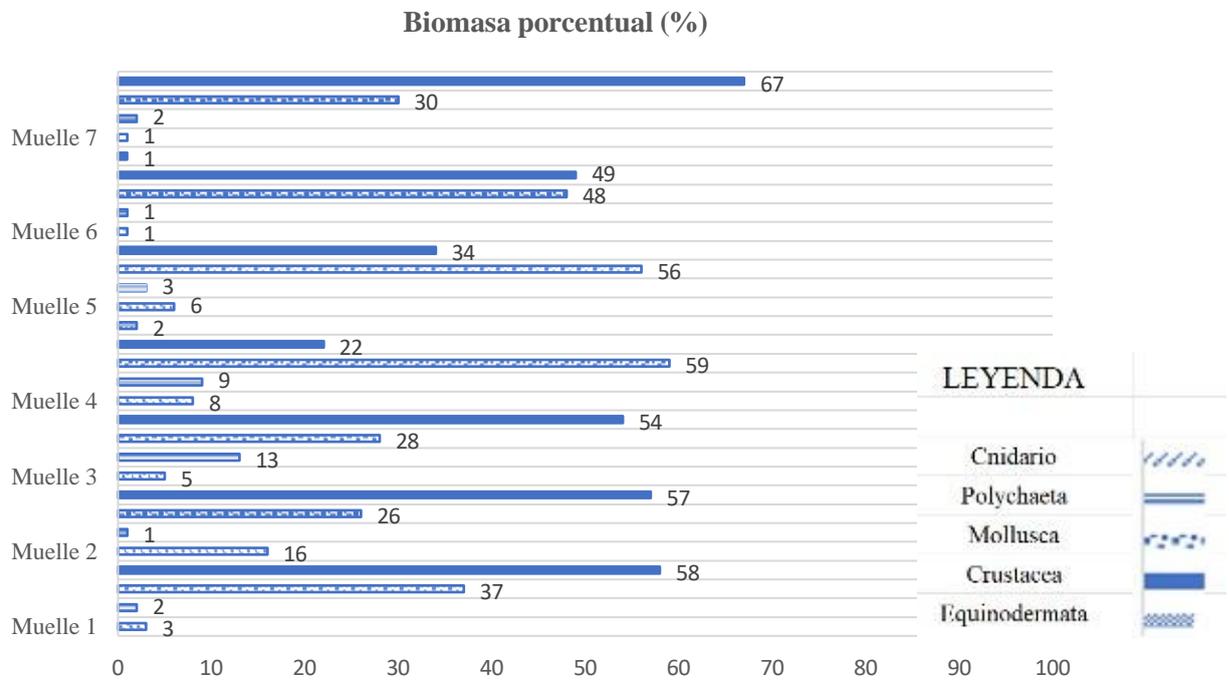


Fig 6. Biomasa de los organismos en función al Phylum por muelle

La comunidad bentónica tiene la siguiente estructura: 1) Las especies filtradoras sésiles representan el 20% de la biomasa, que depende básicamente del aporte externo de alimentos, en términos generales seston (fitoplancton, zooplancton y detritus orgánico). El 80 % de las especies está representada por organismos sedentarios, algunos depredadores y otros detritívoros, 2) De las especies sésiles, *Balanus balanus* y *Semimytillus algosus* se constituyen en especies ingenieras de ecosistemas. La estructura comunitaria depende del seston externo y en segundo lugar del detritus autogénico producido en la propia comunidad. Esta comunidad también se relaciona con el exterior, ya que exporta biomasa a depredadores del entorno, *Odontesthes regia*, *Scartichthys gigas*, *Engraulis ringens*, etc.

La fig 7. presenta la red trófica de las especies en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol.

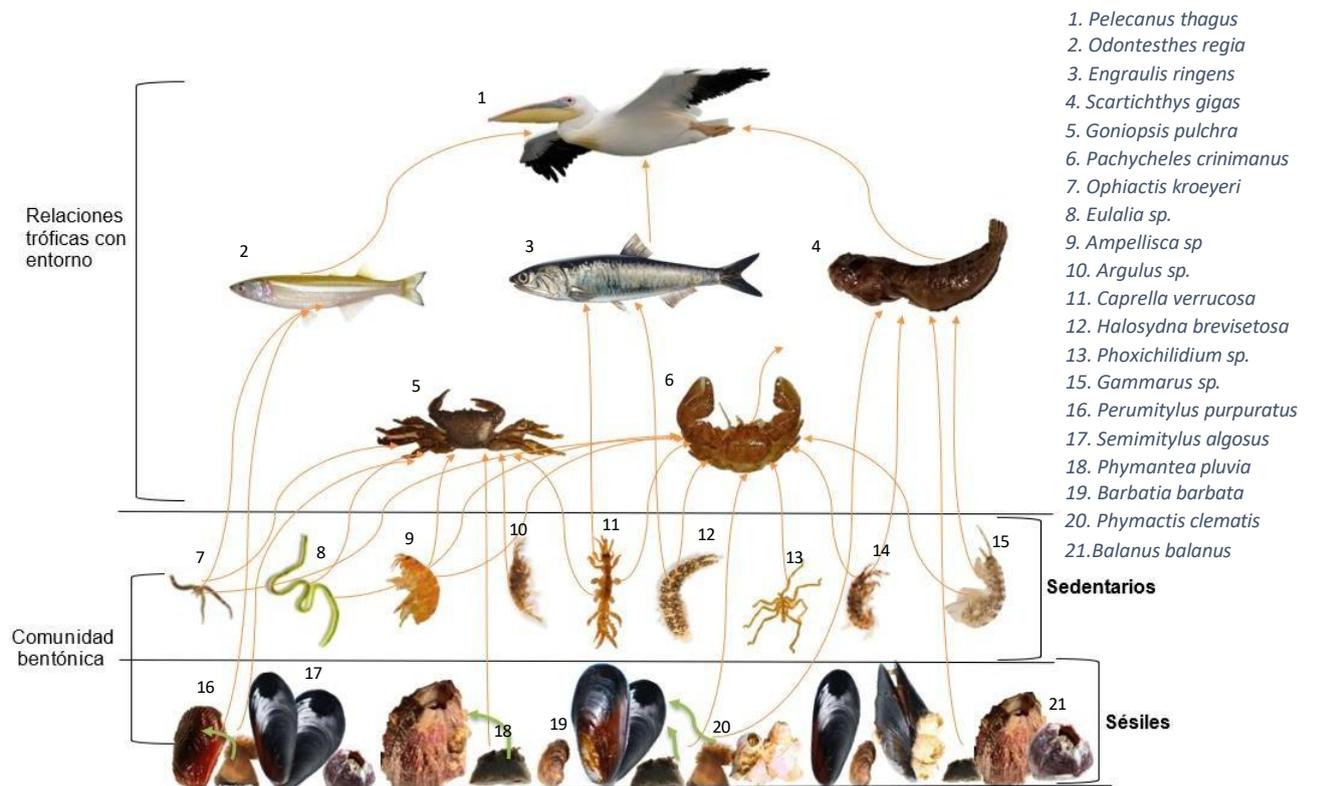


Fig 7. Red trófica de las especies del intermareal de los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol.

La red trófica presenta una estructura jerárquica típica, con las algas y el detrito como productores primarios. Estos sustentan a consumidores primarios como los herbívoros *Chiton cumingsi*, *Placida sp.* y *Scurria ceciliana*, así como a detritívoros como *Ophiactis kroeyeri* y *Holothuria sp.* Los filtradores, representados por *Alia unifasciata*, *Semimytillus*

algosus y *Perumytilus purpuratus*, capturan partículas en suspensión, mientras que diversos depredadores se alimentan de pequeños invertebrados. En el ápice de la pirámide trófica se encuentra *Scartichthys gigas*.

4.3 Diversidad biológica

4.3.1 Abundancia proporcional (%)

La figura 8 muestra el porcentaje en función de la abundancia numérica de desarrollo de diferentes especies en tres posiciones: inicio, centro y cabezo. El eje vertical representa porcentajes y el eje horizontal muestra las especies observadas. El comportamiento de los tres segmentos es parecido; por ejemplo, *B. balanus* es la especie dominante en todos los pilotes de los muelles seguido por *P. purpuratus*.

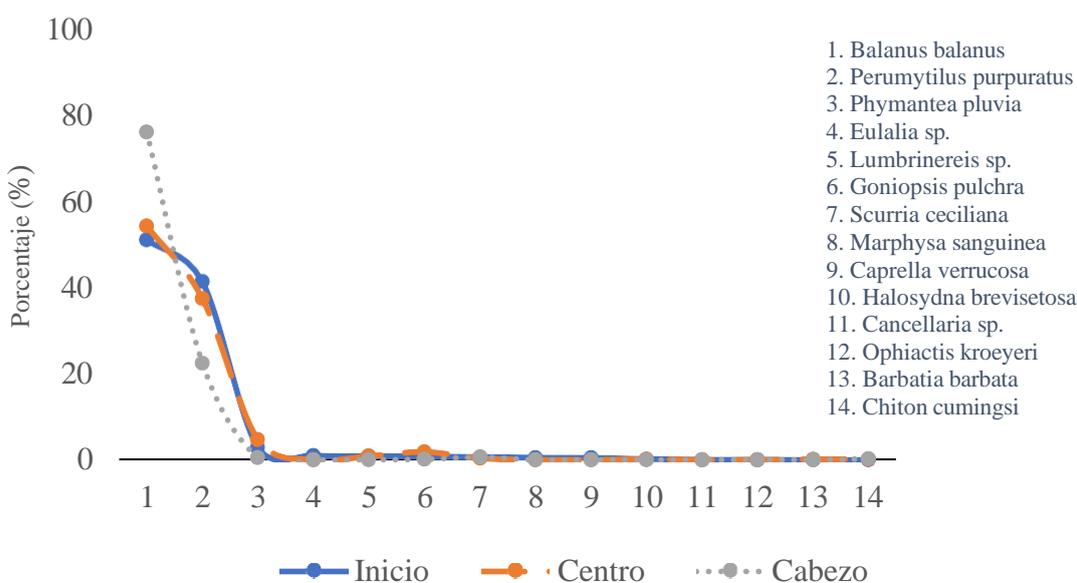


Fig 8. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 1 ubicado en la zona sur de la bahía El Ferrol.

Balanus balanus y *Phymantea pluvia* son los más abundantes en la parte inicial y central del muelle, con 51% de *Balanus* en la parte inicial y alrededor de 54% de *Phymantea pluvia* en la segunda posición. Asimismo, en el cabezo, *Balanus* tiene 76%. *Eulalia sp.*, *Halosydna brevisetosa*, *Lumbrinereis sp.*, *Marphysa sanguinea*, *Marphysa sp.*, *Perinereis sp.*, *Barbatia barbata* son bajos, con una presencia de 1% en las tres posiciones (Fig 8.).

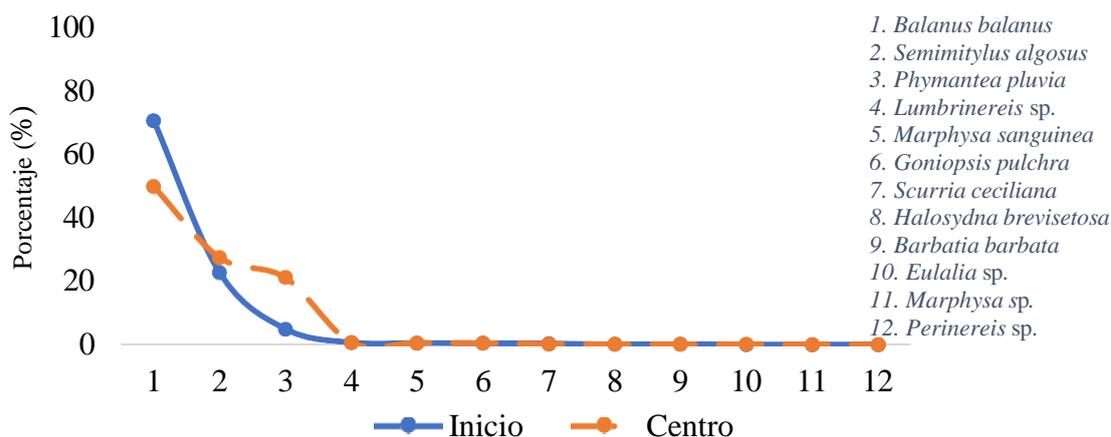


Fig 9. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 2 ubicado en la zona sur de la bahía El Ferrol.

Las especies con números bajos son uniformes en ambas posiciones, pero algunas especies tienen una diferencia significativa entre las posiciones inicial y centro. *Balanus balanus* tiene una posición inicial alta (70%) y menor en el centro con 50%. *Semimitylus algosus* tienen mayor presencia en la posición centro con 27%, frente a un 23% de la posición inicial. *Phymantea pluvia* tiene un bajo número de organismos en su primera posición con 5%, pero un aumento en su posición centro. *Eulalia* sp., *Halosydna brevisetosa*, *Lumbrinereis* sp., *Marphysa sanguinea*, *Marphysa* sp., *Perinereis* sp., *Barbatia barbata* son bajas, con una presencia baja casi nula en ambas posiciones (Fig 9).

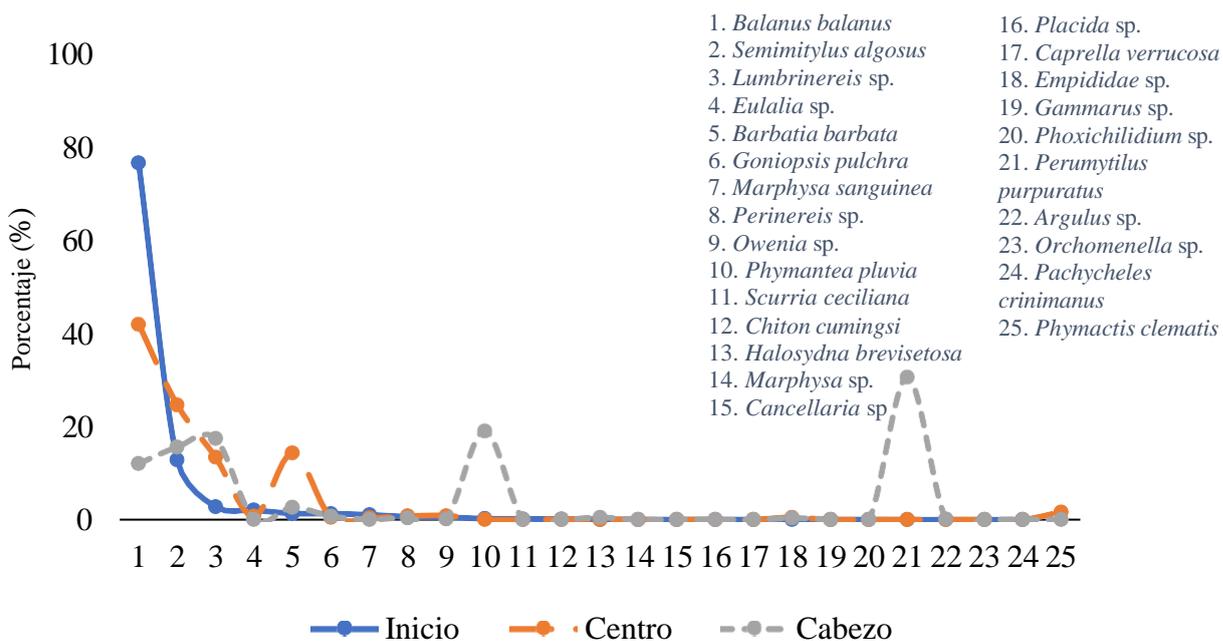


Fig 10. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 3 ubicado en la zona centro de la bahía El Ferrol.

Las especies *Balanus balanus* y *Semimitylus algosus* tuvieron proporciones más altas en la posición inicial, pero disminuyeron rápidamente en etapas posteriores. Por otro lado, *Phymantea pluvia* y *Perumytilus purpuratus*, mostraron mayores valores en la posición del cabezo a comparación de las posiciones inicial y centro, con valores de 19% y 31%, respectivamente. En general, el porcentaje de la mayoría de las especies tiende a disminuir a medida que avanza la etapa, pero hay algunas excepciones que se mantienen constantes (Fig 10).

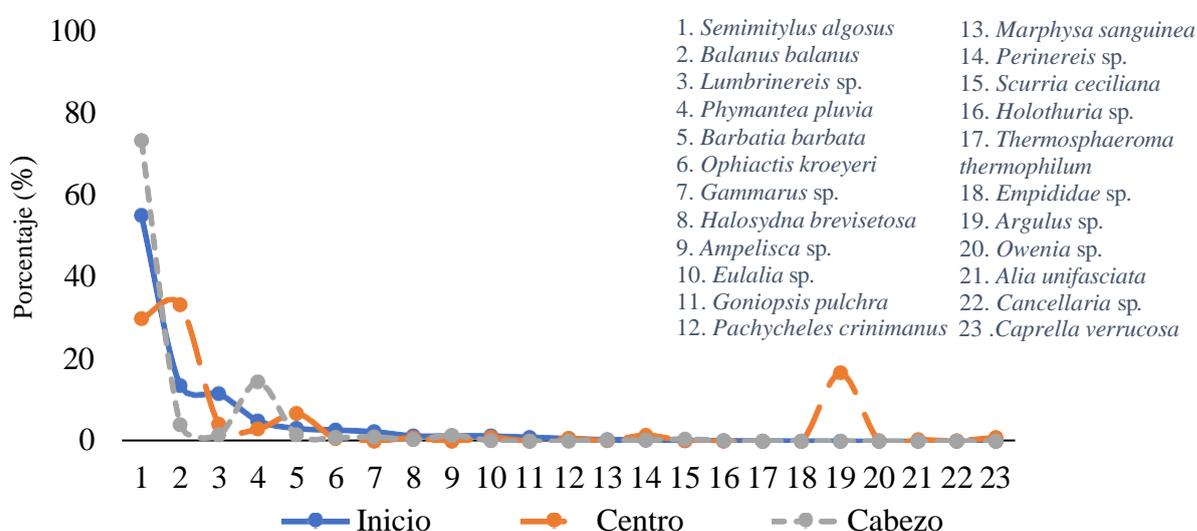


Fig 11. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 4 ubicado en la zona centro de la bahía El Ferrol

Semimitylus algosus y *Phymantea pluvia* presentan el mayor valor en el cabezo del muelle con un valor de 73% y 14%, respectivamente. Por otro lado, *Lumbrinereis* sp. y *Gammarus* sp. presentaron mayor valor en la posición inicial. *Balanus Balanus*, *Barbatia barbata* y *Argulus* sp. presentaron mayores proporciones en la posición del centro con 33%, 7% y 17%, respectivamente (Fig 11.).

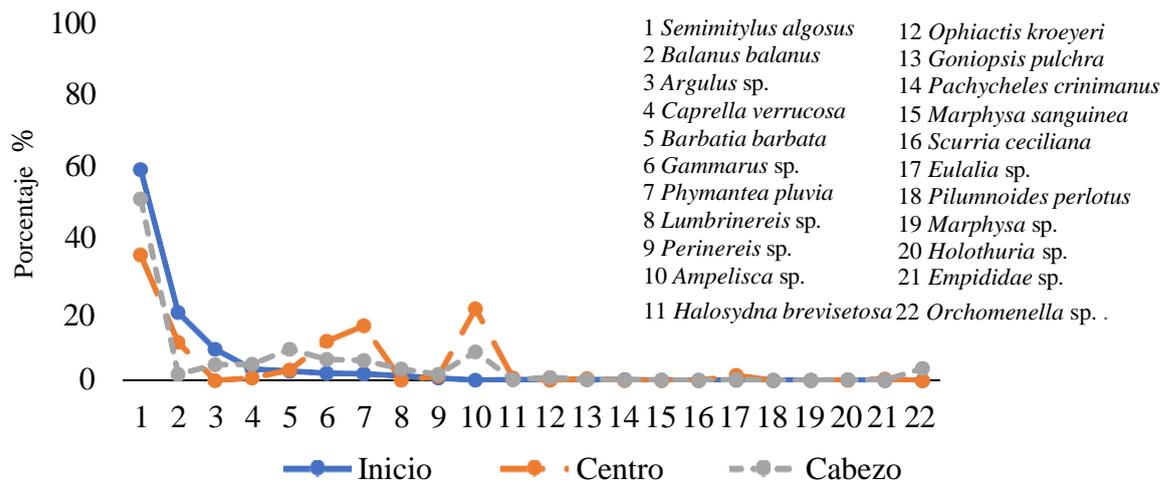


Fig 12. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo de los pilotes del muelle 5 ubicado en la zona centro de la bahía El Ferrol.

La figura 12 muestra que *Semimitylus algeosus* y *Balanus balanus* y *Argulus* sp. están presentes en mayores proporciones en la posición inicio, pero disminuyen en abundancia en las posiciones centro y cabezo del muelle. Por otro lado, *Phymantea pluvia* y *Ampellisca* sp. muestran sus mayores valores en la posición centro con 15 y 20%, respectivamente. *Barbatia barbata* y *Orchomenella* sp. mostraron sus mayores valores en la posición del cabezo del muelle con 9 y 3%, respectivamente.

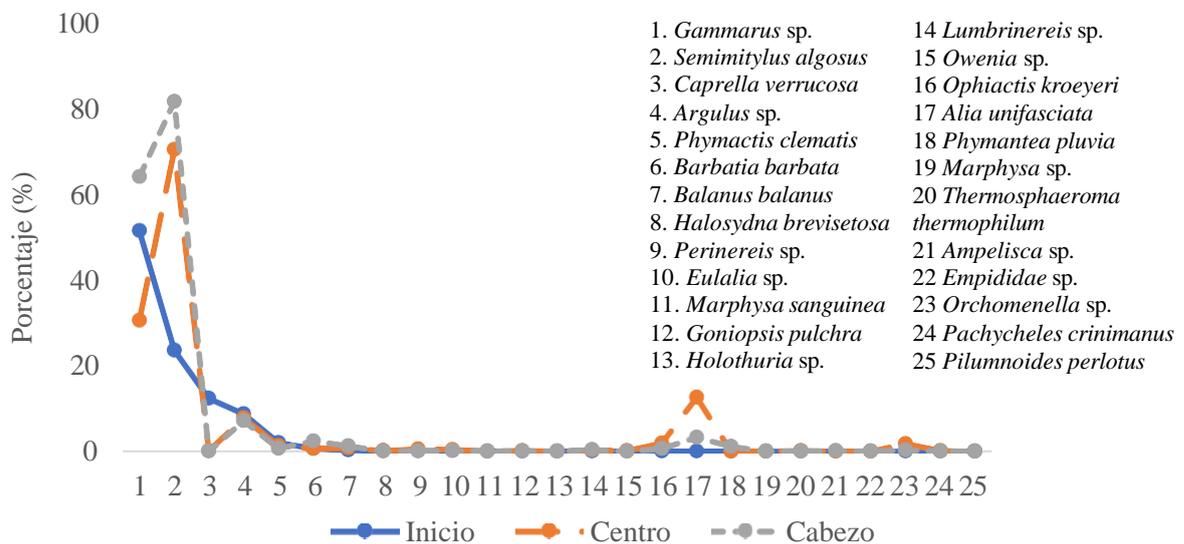


Fig 13. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo del muelle 6 de la ubicado al norte de la bahía El Ferrol.

Gammarus sp. y *Semimitylus algosus* muestran el mayor valor con 64 y 81% en la posición del cabezo del muelle. Asimismo, *Caprella verrucosa*, *Argulus* sp. y *Phymactis clematis*, exhiben valores altos en la posición inicial con 12, 9 y 2%, respectivamente. *Alia unifasciata* y *Orchomenella* sp., muestran mayores valores en la posición central con 13 y 2%, respectivamente (Fig 13).

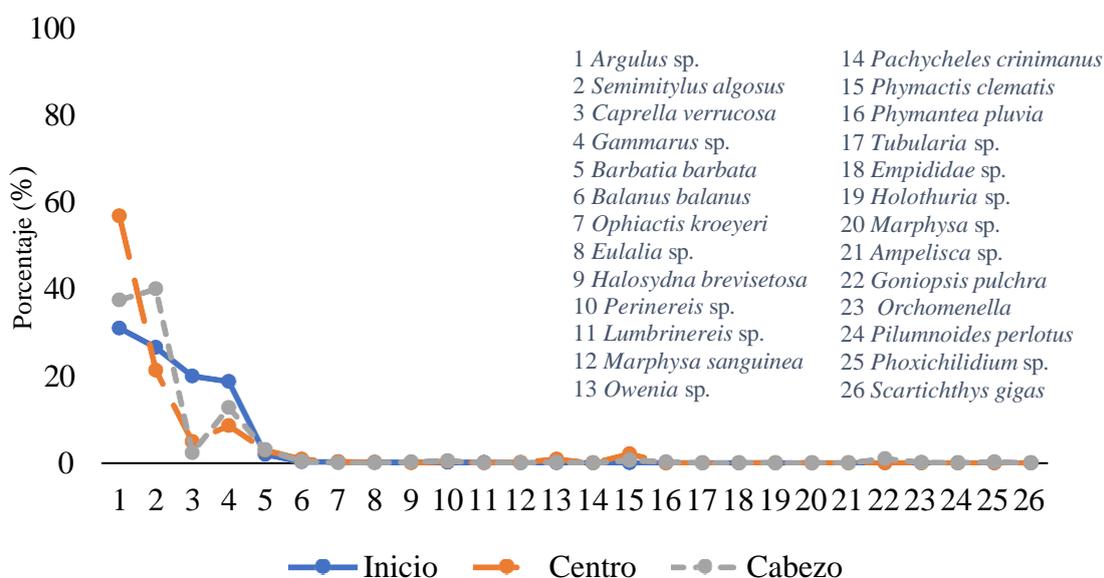


Fig 14. Abundancia proporcional de las especies presentes en el intermareal a lo largo del muelle 7 de la ubicado al norte de la bahía El Ferrol

Argulus sp., *Owenia* sp. y *Phymactis clematis* exhiben valores más alto en la posición centro con 57, 1 y 2 % respectivamente. *Semimitylus algosus* es mayor en la posición cabezo de muelle. Por otro lado, en la posición inicio destacan *Caprella verrucosa* y *Gammarus* sp. con 20 y 19 % respectivamente (Fig 14).

4.3.2 Abundancia acumulada

En la Fig 15 se observa que los valores de la biodiversidad tienden a mejorar del muelle 1 al muelle 7 tanto en abundancia, número de especies y biomasa.

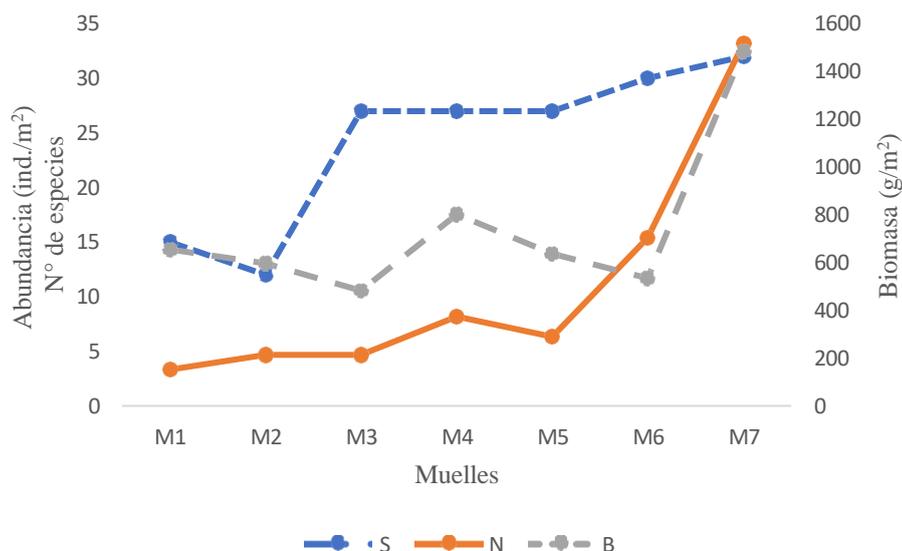


Fig 15. Relación entre el número de especies (S), el número de individuos (N) y la biomasa (B) de los muelles de la bahía El Ferrol.

El muelle 2 se distingue por presentar la menor riqueza específica (12 especies), a la vez que exhibe una biomasa desproporcionadamente alta (597.19 g/m²) en relación con su diversidad. En los muelles 3, 4 y 5, la riqueza específica se mantiene relativamente constante (27 especies), aunque la biomasa y la abundancia total muestran fluctuaciones homogéneas. El muelle 6 presenta una abundancia (3 081 ind/m²) que supera a su biomasa total (534.61 g/m²), mientras que el muelle 7 alcanza los valores máximos en términos de abundancia, riqueza y biomasa; sin embargo, su abundancia (6 641 ind/m²) supera a los valores de riqueza (32 especies) y biomasa (14 86.07g/m²) (Fig 15).

4.3.3 Índices de biodiversidad

En la Tabla 6 se observa los valores de los índices de biodiversidad alfa Simpson (Si), Margalef (Im), Shannon-Weaver (H'), y de equitatividad de los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol.

Tabla 6. Índices de biodiversidad en los pilotes de los muelles en tres zonas de la bahía El Ferrol (norte, centro, y sur).

Índices de biodiversidad	Zona sur			Zona centro		Zona norte	
	Muelle 1	Muelle 2	Muelle 3	Muelle 4	Muelle 5	Muelle 6	Muelle 7
Simpson (Si)	0.67	0.67	0.38	0.39	0.39	0.40	0.28
Margalef (Im)	2.00	1.60	3.80	3.51	3.39	3.61	3.52
Shannon - Weaver (H') bits/ind.	0.82	0.86	1.88	2.00	1.67	1.77	2.09
Equitatividad de Pielou (%)	20	23	18	42	35	36	41

La tabla 6 el índice de Simpson (S_i) indica una menor diversidad en el muelle 7 (0.28) y valores similares en los muelles 1 y 2 (0.67). Margalef (I_m) sugiere una mayor riqueza específica en los muelles 3, 4, 5, 6 y 7, con valores alrededor de 3.5, mientras que los muelles 1 y 2 tienen la menor riqueza. El índice de Shannon-Weaver (H') es más alto en el muelle 7 (2.09 bits/ind) y más bajo en los muelles 1 y 2 (alrededor de 0.82 bits/ind). La equitatividad de Pielou destaca una distribución más equitativa de especies en el muelle 4 (42%) y una menos equitativa en el muelle 3 (18%). Estos resultados sugieren variaciones significativas en la biodiversidad y distribución de especies a lo largo de las diferentes zonas de la bahía.

4.3.4 Similitud

Representación de similitud y disimilitud mediante clúster de los pilotes de los muelles de las bahía el Ferrol.

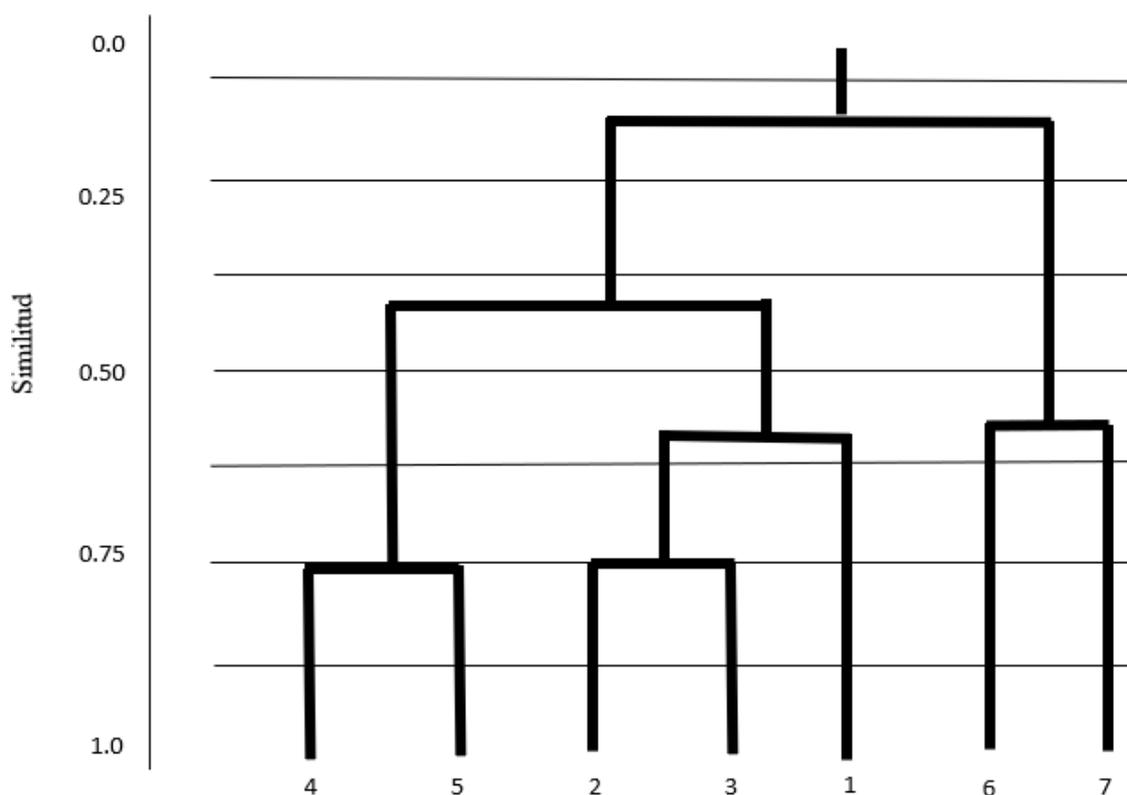


Fig 16. Análisis de similitud cuantitativa mediante el algoritmo Sorensen de los muelles de la bahía El Ferrol.

El dendrograma muestra la agrupación jerárquica de los muelles en función de su similitud cuantitativa. Inicialmente, los muelles 4 y 5, así como los muelles 2 y 3, forman los primeros conglomerados con una similitud alta de 0.75, lo que indica que presentan características

similares entre sí. Posteriormente, se agrupan los muelles 1, 2 y 3 con una similitud de 0.36, mientras que los muelles 6 y 7 se unen con una similitud de 0.35. Finalmente, todos los muelles se integran en un solo grupo con una similitud de 0.10, reflejando diferencias significativas entre algunos de ellos. Al realizar un corte en el 50% de similitud, el dendrograma muestra la formación de tres clusters principales: el primero compuesto por los muelles 1, 2 y 3; el segundo por los muelles 4 y 5; y el tercero por los muelles 6 y 7. Esto indica que, a este nivel de similitud, existen tres grupos diferenciados de muelles con características particulares en común.

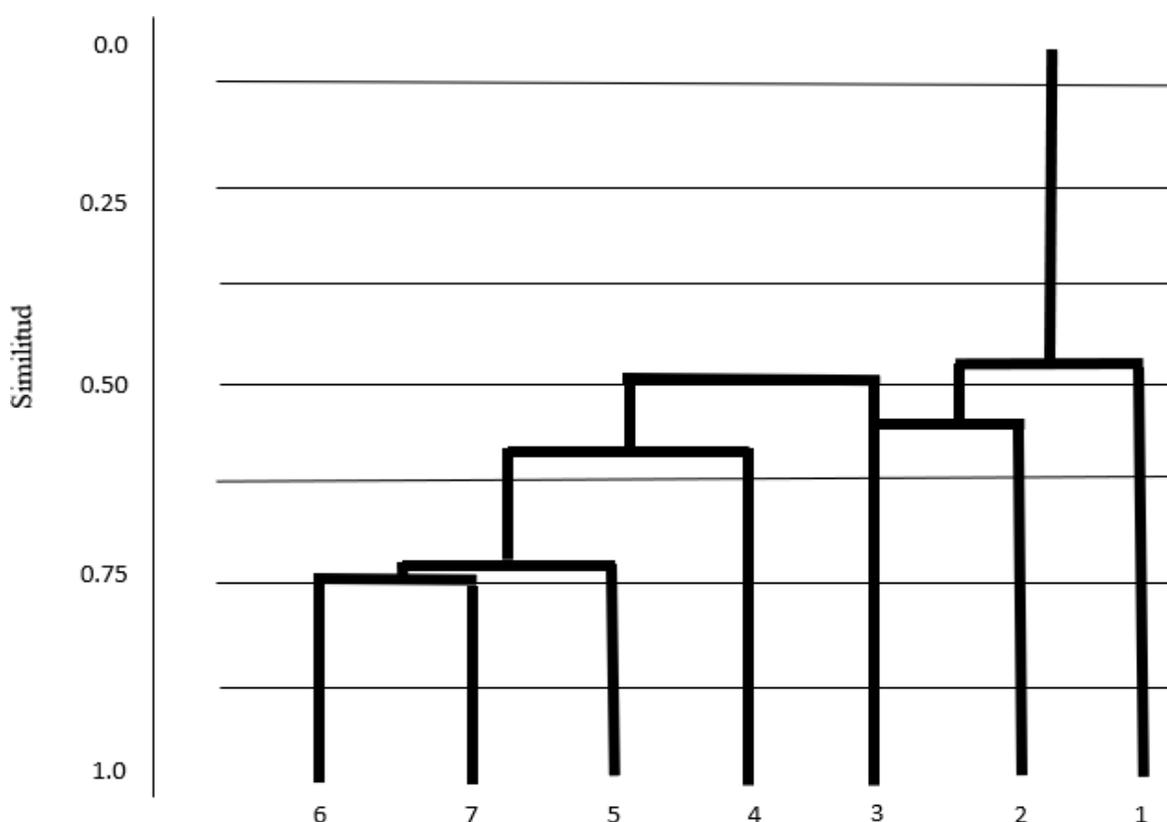


Fig 17. Análisis de similitud cualitativa mediante el algoritmo Sorensen de los muelle de la bahía El Ferrol.

El dendrograma representa un análisis de agrupamiento jerárquico basado en la similitud cualitativa de los muelles. Según la tabla, los primeros en agruparse son las unidades 6 y 7, seguidas de la 5, luego la 4, la 3, la 2 y finalmente la 1. Si se realiza un corte al 50% de similitud, se observan tres clústeres principales: el primero compuesto por las unidades 6, 7 y 5, el segundo por las unidades 4, 3 y 2, y el tercero por la unidad 1. Esto indica que, a este nivel de similitud, las playas o estaciones de muestreo se agrupan en tres conjuntos distintos.

5 Análisis estadístico

5.1 Densidad numérica

La figura 18 presenta la desviación estándar de la densidad numérica de los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol.

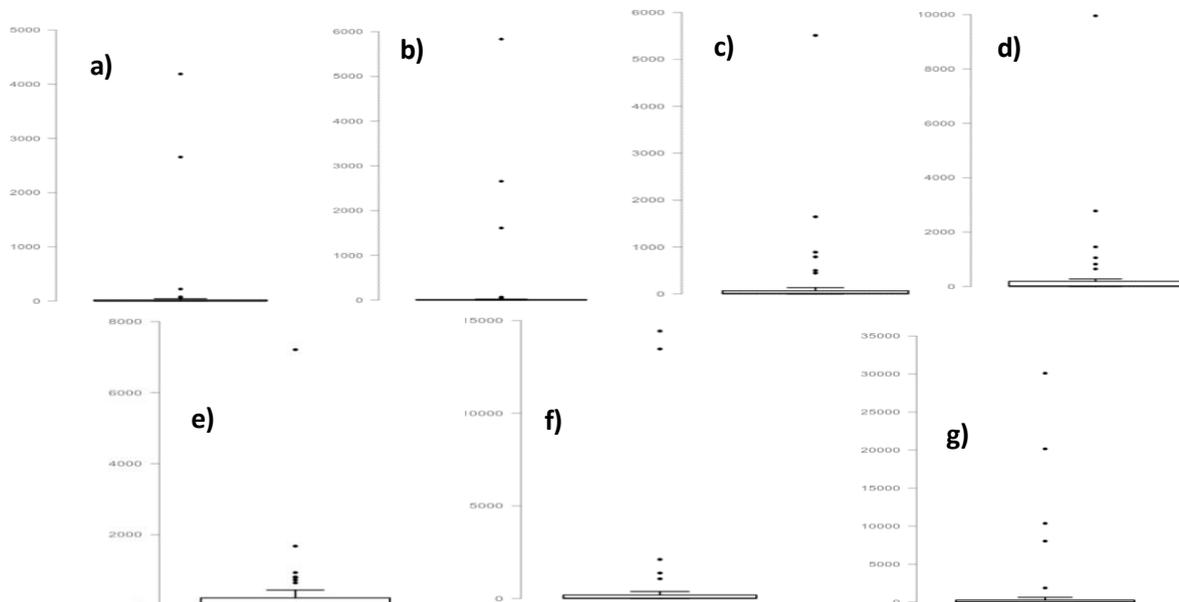


Fig 18. Desviación estándar de la densidad numérica del intermareal de los muelles de la bahía El Ferrol
a) Muelle 1. b) Muelle 2. c) Muelle 3. d) Muelle 4. e) Muelle 5. f) Muelle 6. g). Muelle 7.

5.2 Densidad biomásica

La figura 19 presenta la desviación estándar de la densidad biomásica de los pilotes de los muelles de la bahía EL Ferrol.

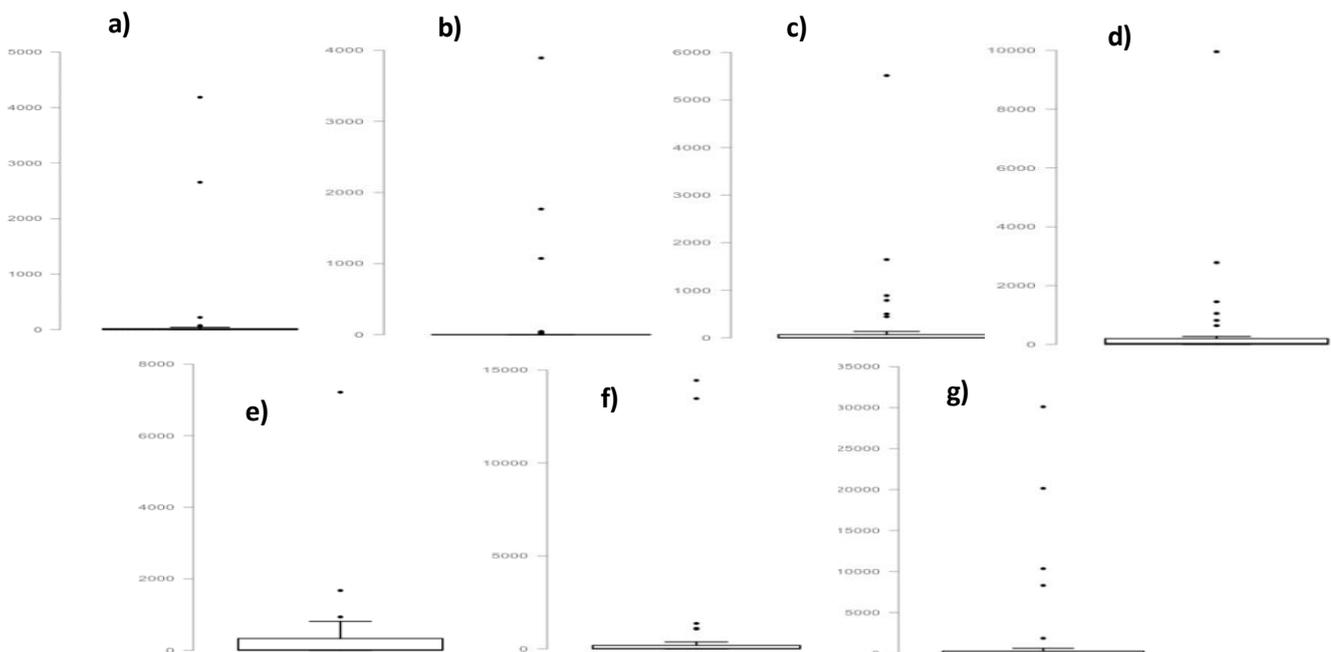


Fig 19. Desviación estándar de la densidad biomásica del intermareal de los muelles de la bahía El Ferrol
a) Muelle 1. b) Muelle 2. c) Muelle 3. d) Muelle 4. e) Muelle 5. f) Muelle 6. g). Muelle 7.

Tabla 7. Resultados de normalidad de la base de datos correspondientes a la densidad numérica en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol.

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	p
Muelle 1	0.278	35	0.000
Muelle 2	0.305	35	0.000
Muelle 3	0.336	35	0.000
Muelle 4	0.323	35	0.000
Muelle 5	0.343	35	0.000
Muelle 6	0.323	35	0.000
Muelle 7	0.389	35	0.000

a. Corrección
de significación de Lilliefors

Tabla 8. Resultados de normalidad de la densidad biomásica en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol.

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	P
Muelle 1	0.288	33	0.000
Muelle 2	0.315	33	0.000
Muelle 3	0.348	33	0.000
Muelle 4	0.334	33	0.000
Muelle 5	0.353	33	0.000
Muelle 6	0.321	33	0.000
Muelle 7	0.402	33	0.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 9. Prueba de Kruskal - Wallis para datos no paramétricos de la densidad numérica.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La distribución de Densidad Numérica es la misma entre categorías de Muelles.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Decisión $p = 0.001 < 0.05$ se rechaza H_0 , lo cual nos indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre la densidad numérica de los 7 muelles.

Tabla 10. Prueba de Kruskal - Wallis para datos no paramétricos de la densidad biomásica.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La distribución de Densidad biomásica es la misma entre categorías de Muelles.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.000	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Decisión $p = 0.000 < 0.05$ se rechaza H_0 , lo cual nos indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre la densidad biomásica de los 7 muelles.

5.3 Comparaciones múltiples

Pruebas post hoc: Prueba de Dunnett:

Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Variable dependiente: **Densidad Numérica**

T de Dunnett (bilateral)

Diferencia de medias		α	p	Decisión
Muelle 1	-1897.45714*	0.05	0.030	Si existe diferencia significativa
Muelle 2	-1812.68571*		0.042	Si existe diferencia significativa
Muelle 3	-1811.45714*		0.043	Si existe diferencia significativa
Muelle 4	-1587.88571		0.097	No existe diferencia significativa
Muelle 5	-1706.71429		0.063	No existe diferencia significativa
Muelle 6	-1130.17143		0.369	No existe diferencia significativa

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Variable dependiente: **Densidad Biomásica**

T de Dunnett (bilateral)^a

Diferencia de medias (I-J)		α	p	Decisión
Muelle 1	-1957.97275*	0.05	0.026	Si existe diferencia significativa
Muelle 2	-1971.91989*		0.024	Si existe diferencia significativa
Muelle 3	-1873.13503*		0.036	Si existe diferencia significativa
Muelle 4	-1634.50265		0.091	No existe diferencia significativa
Muelle 5	-1743.25890		0.065	No existe diferencia significativa
Muelle 6	-1192.40471		0.333	No existe diferencia significativa

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

V. DISCUSIÓN

Especies dominantes en pilotes de muelles y su dinámica ecológica

Los resultados evidencian la formación de ensamblajes comunitarios complejos, donde el biofouling actúa como una estructura ecológica dinámica y funcional. Tal como señalan Götzenberger et al. (2012) y HilleRisLambers et al. (2012), estos ensamblajes se configuran a partir de interacciones interespecíficas que dependen inicialmente del éxito en la colonización de especies pioneras como lo fueron en este estudio *Balanus balanus* y *Semimitylus algosus*. Estas especies, al establecerse, modifican condiciones hidrodinámicas locales al disminuir la velocidad de las corrientes, lo cual favorece la sedimentación y asentamiento de otras especies.

La progresiva acumulación de organismos incrementa el nivel de organización del biofouling, generando relaciones ecológicas diversas, como competencia por espacio y recursos, depredación y regeneración (WHOI, 1952; Manríquez et al., 2014; cfr. Monge-Nájera, 2015). Sin embargo, como argumentan Dean y Hurd (1980), el desarrollo de estas comunidades no siempre se ajusta a modelos clásicos de sucesión ecológica. Aun así, las interacciones entre especies forman una “valla biológica” que restringe el ingreso de nuevos colonizadores, al tiempo que favorece la estabilidad del ensamblaje frente a las condiciones abióticas fluctuantes, tales como temperatura, oxígeno disuelto, corrientes e intensidad lumínica (Götzenberger et al., 2012; HilleRisLambers et al., 2012).

Las especies dominantes del biofouling muestran rasgos funcionales clave que explican su éxito ecológico: alta capacidad de adherencia, tolerancia a amplios rangos ambientales (salinidad, temperatura, hidrodinamismo), y estructuras morfológicas resistentes como tubos calcáreos, conchas o esqueletos (Dobretsov & Miron, 2001; Hernández, 2017). Este perfil coincide con lo observado en la bahía El Ferrol, donde los principales grupos registrados incluyen cirrípedos, bivalvos y poliquetos tubícolas.

En este estudio *Balanus balanus* fue la más abundante en la mayoría de los muelles, repitiendo patrones de dominancia observados en otras regiones como la costa de Argentina (Roldán et al., 2014), la bahía de Cartagena (Meza et al., 2007), o en estructuras artificiales como cascos de buques (Aguilera et al., 2018), e incluso plataformas marinas en el golfo de México (Carney, 2005). Su éxito se debe a adaptaciones fisiológicas como glándulas adhesivas especializadas, poros de adhesión y vellosidades cuticulares (Manríquez et al.,

2014), lo que le permite imponerse en biomasa frente a otros invertebrados incrustantes (Gracia et al., 2013).

Por su parte, *S. algosus* fue una especie conspicua en todos los muelles, solo superada en abundancia por *B. balanus*. Este bivalvo no solo cumple un rol ecológico clave como filtro-alimentador, sino que también constituye un eslabón importante en las cadenas tróficas costeras (Hoyos et al., 1985), y ha sido registrado como dominante en sustratos rocosos de la bahía de Ancón (Tarazona et al., 1982).

Desde una perspectiva trófica, el desarrollo de especies incrustantes como *Mytilus* y *Balanus* se basa en el aprovechamiento de fitoplancton y detritos orgánicos (Bastida, 1971), que al ser transformados y eliminados como heces y pseudoheces, enriquecen el sustrato con material particulado, facilitando la instalación de epifauna asociada (Bastida & L'Hoste, 1976; Roman & Pérez, 1979; Marques, 1998; Anxo, 2004). En particular, los bivalvos filtran selectivamente las partículas alimenticias, envolviendo el material no ingerido en mucus que luego es expulsado como pseudoheces (Cáceres & Vásquez, 2014), lo que genera microhábitats ricos en materia orgánica aprovechables por otros organismos.

Estos hallazgos confirman que los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol funcionan como sistemas de alta complejidad ecológica, donde las especies del biofouling no solo estructuran la comunidad bentónica, sino que también contribuyen a su estabilidad funcional mediante mecanismos de filtración, adhesión, facilitación trófica y resistencia a disturbios.

Rareza de especies e influencia de factores bióticos y abióticos

La rareza de *Placida* sp., representada por un único ejemplar registrado en todos los puntos de muestreo a lo largo de la bahía El Ferrol, podría estar relacionada con actividades antropogénicas en la zona centro y sur de la bahía, donde se descargan efluentes procedentes de embarcaciones industriales (Apaéstegui, 2023). El tránsito marítimo, incluyendo rutas internacionales, constituye un vector primario para la introducción de especies exóticas (Peters et al., 2019). Además, factores abióticos como las corrientes oceánicas (Miller, 1993) y mecanismos indirectos asociados a las actividades navieras, como el agua de lastre, pueden facilitar la dispersión de estas especies, promoviendo su expansión geográfica (Borg et al., 2009).

En el Perú se dispone de escasa información sobre nudibranchios y sacoglossos marinos. La presencia de *Placida* sp. en la bahía El Ferrol podría estar vinculada a la disponibilidad de algas específicas que constituyen su dieta (Thompson, 1977), suelen encontrarse en áreas donde las algas son abundantes, ya que estas les proporcionan tanto alimento como un entorno adecuado para su desarrollo (Ortea, 1977).

Asimismo, eventos oceanográficos como El Niño pueden modificar los rangos de distribución de estos moluscos (Goddard et al., 2018). Durante eventos El Niño de gran intensidad, Vélez y Zeballos, (1985); Paredes et al., (1998) y Ramírez et al., (2003) reportaron la presencia de moluscos típicamente tropicales en aguas peruanas, atribuida al ingreso de masas de agua cálida. Esto sugiere que la presencia de *Placida* sp. podría ser transitoria, asociada a dichos desplazamientos de agua cálida, o bien reflejar una adaptación permanente a condiciones ambientales similares, tras sucesivos eventos de El Niño (Ashton et al., 2008).

Influencia del tipo de sustrato en la estructura comunitaria

Respecto a la estructura y naturaleza del sustrato según Anderson & Underwood, (1994) existe una relación entre el factor sustrato y el periodo de inmersión de las estructuras que se refleja tanto para las especies individuales como para la población comunitaria. En este estudio se observaron pilotes de muelles de concreto y de madera distribuidos en las tres zonas de muestreo. Sin embargo, no se evidenció una diferencia significativa en la estructura comunitaria asociada a estos diferentes materiales. Las diferencias entre las comunidades biológicas parecen estar determinadas principalmente por la distribución espacial respecto a la bahía y no por el tipo de sustrato sobre el que se establecen. La naturaleza del sustrato explica las diferencias entre las poblaciones de las estructuras artificiales tras periodos cortos de inmersión, pero no explica las diferencias que existen tras periodos más largos (Anderson & Underwood, 1994); es decir no existe diferencia significativa entre los distintos materiales en términos de biomasa y abundancia de especies a largo plazo (Andersson et al., 2009).

Variación espacial de la estructura comunitaria y su relación con factores ambientales y antrópicos en la bahía El Ferrol

El índice de diversidad de Shannon Wiener varía en un rango de 0 a 3 bits/ind., donde valores más cercanos a 0 indican la escasez de grupos taxonómicos, es un claro indicador de un ecosistema en grave deterioro; valores cercanos a 3 indican una gran variedad de especies y grupos taxonómicos (Magurran, 1983).

Los resultados de esta investigación indican una perturbación severa y crítica en el nivel de conservación ecosistémico en los muelles muestreados, a excepción del muelle 4 (zona B) y muelle 7 (zona C), presentaron valores por debajo a 2.0 bits/ind. Se debe tener en cuenta que en la bahía El Ferrol se identificó un total de 87 fuentes de contaminación de origen antropogénico, destacando 42 vertimientos industriales, 15 municipales, 2 botaderos municipales, 22 botaderos no municipales, y sustancias dispuestas *in situ* (combustible) (ANA, 2022). Además, el nivel intermareal se encuentra contaminado por una variedad de residuos sólidos, incluyendo botellas de plástico, carrizos, bolsas y vasos de plástico, además de otros objetos como envases de Tecnopor (Apaéstegui, 2023). La acumulación de basura representa una amenaza para la biodiversidad marina y la calidad ambiental de la zona. Esta elevada cantidad y diversidad de fuentes indica una contaminación compleja y multifactorial que resulta en un medio inestable que no permite el desarrollo de especímenes (Loyaga, 2018), lo que resulta en escasos grupos taxonómicos.

La acumulación de residuos orgánicos, como sanguaza, restos de pescado y mariscos, combinada con los desechos domésticos generados por la actividad comercial en el desembarcadero representa una fuente persistente de contaminación en la plataforma y las aguas circundantes (Apaéstegui, 2023). Esta práctica, llevada a cabo durante todo el año, genera una carga orgánica considerable que impacta negativamente en la calidad del agua y los ecosistemas marinos. Sin embargo, la mayor biodiversidad, biomasa y abundancia observadas en la zona C, se explicarían por fenómenos como la resiliencia ecológica, donde algunas especies son más resistentes a ambientes contaminados. La materia orgánica presente en estos entornos sirve como fuente de alimento para organismos detritívoros, favoreciendo así su proliferación. Por ejemplo, se observó un aumento de *Argulus* sp, *Caprella* y *Gammarus* sp a comparación del resto de los muelles. Estas especies son detritívoros y ajustan sus hábitos alimenticios conforme a la disponibilidad de recursos nutricionales (Guerra & Tierno, 2009). También son relativamente tolerantes a factores de

estrés ambiental como la contaminación y la degradación del hábitat (Grabowski et al., 2007), asimismo, son considerados como bioindicadores de la calidad ambiental por su sensibilidad a contaminantes y tóxicos en el ambiente (Alarcón et al., 2017). Por otro lado, *Owenia* sp. fue la especie que más número de individuos presentó en el muelle 7 (147 ind/m²), mismos resultados tuvieron Elías et al. (2001) en la costa de Mar de Plata, cuyo espejo de agua estaba contaminado por efluentes cloacales, por lo que estaba cargado con materia orgánica. La presencia de esta especie es un indicador de zonas marinas contaminadas (Zúñiga et al., 2019; Elías et al., 2001).

La zona B, donde se encuentra ubicado el muelle 4, se ve afectada por embarcaciones pesqueras industriales que vierten sus emisiones de efluentes en la zona centro y sur de la bahía (Apaéstegui, 2023). Tresierra et al. (2007), encontró el mayor porcentaje de materia orgánica total en el centro de la bahía, muy cerca del borde costero y frente a plantas pesqueras que conllevaría una reducción poblacional de organismos bentónicos e hidrobiológicos adyacentes en el área de estudio. Aunque se observa un mayor índice de Shannon en el muelle 4, ($H' = 2.00$ bits/ind.) a comparación del muelle 6 ($H' = 1.77$ bits/ind.) de la zona C, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas entre las zonas B y C en contraste con los muelles de la zona A ($H' = 0.82, 0.86$ y 1.88 bits/ind) donde sí se evidencia diferencia estadísticamente significativa. Cabe mencionar que el enriquecimiento de nutrientes como nitrógeno y fósforo (común en desechos orgánicos) debido a la contaminación podría estar promoviendo el crecimiento y supervivencia de ciertas especies, lo que sostiene una importancia fundamental para la vida acuática (Betancourt et al., 2011).

La baja biodiversidad y riqueza de la zona A puede ser explicado debido a que estos muelles fueron los que estuvieron más cerca a la desembocadura del río Lacramarca (< 2km). Debido a la combinación de agua dulce y salada, las fluctuaciones en la salinidad, la temperatura y la disponibilidad de oxígeno son extremas en los estuarios, asimismo, muchas especies marinas pueden sentirse estresadas por estas condiciones; esto limita la biodiversidad. Por tal motivo, De Marco et al., (2013) aporta que las especies marinas son más diversas donde hay más niveles de salinidad, que en lugares donde las aguas son mixohalinas. Cabe mencionar que durante el estudio no se han tomado muestras de los parámetros fisicoquímicos del agua a lo largo de la bahía y del estuario, por lo que no se tuvo conocimiento preciso de salinidad, además que no hay estudios recientes de la calidad de agua. Sin embargo, se hace referencia al estuario del río Chira, con valores de 16-20 UPS

(Sandoval & Marcial, 2022) y valores entre 2.1-27.7 UPS en la bahía Málaga (Betancourt et al., 2011)

Los cuerpos de agua de los estuarios pueden contener contaminantes domésticos, industriales y agrícolas, pesticidas, metales pesados y otros materiales tóxicos que afectan negativamente la biomasa y la biodiversidad al hacer que el ambiente sea menos habitable. Los efluentes industriales son mezclas complejas de sustancias químicas, que al ser vertidas en cuerpos de agua generalmente causan disturbios a nivel de poblaciones y comunidades presentes en el ecosistema (Gómez et al., 2001). En las cercanías del río Lacramarca se encuentran desechos de actividades domésticas, agrícolas e industriales (Melgarejo, 2022). Por otra parte, como resultado de la minería ilegal, del uso indiscriminado de insecticidas en los cultivos de las zonas cercanas y de las empresas pesqueras que segregan sus efluentes al río, el río Lacramarca presenta coliformes fecales y no cumple con los parámetros físicos, químicos y biológicos establecidos (Saravia & Vílchez, 2021). Adicionalmente, la afluencia del río de la bahía conlleva una mayor entrada de sedimentos y materia orgánica, lo que aumenta la turbidez del agua. Esto podría disminuir la luz disponible para las algas y otros productores primarios, lo que podría afectar negativamente la base de la cadena alimentaria y, por ende, la biomasa y la biodiversidad (Adrián & Klinger, 2021).

VI. CONCLUSIONES

Se registraron 35 especies macrozoobentónicas del intermareal en los pilotes de los muelles de la bahía El Ferrol. El phylum con el mayor número de especies fue Arthropoda con Crustacea (12), seguido de Mollusca (9), Annelida (7).

El análisis de densidad por especie evidenció que *Balanus balanus* y *Semimitylus algosus* fueron los taxones más abundantes en la mayoría de los muelles.

En cuanto a la estructura comunitaria, se observó una composición dominada por organismos filtradores y detritívoros, *Balanus balanus* y *Semimitylus algosus*, a la vez estas especies cumplen el rol de especies ingenieras. Se obtuvo presencia limitada de carnívoros y especies clave.

La biodiversidad y estructura comunitaria de los pilotes de los muelles en la bahía El Ferrol presentan una alta variabilidad, influenciada principalmente por la contaminación antropogénica y las características ambientales específicas de cada zona.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, J., Valdez, I., & Poggi, H. (2006). ¿Cómo medir la diversidad ? *Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec*, January.
- Adrián, G., & Klinger, P. (2021). *Efectos de la producción camaronesa sobre la calidad de sedimentos de estuarios con manglares en la Provincia de Esmeraldas*.
- Aguilera D., Arregoces S., & Andrade V. (2018). Invertebrados marinos bioincrustantes en el casco del buque ARC “20 de Julio.” *Boletín Científico CIOH*, 36, 3–16.
<https://doi.org/10.26640/22159045.435>
- Alarcon, L., Cupul, A., Rodriguez, A., & Cupul, F. (2017). Diversidad y distribución de los caprellidos (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) en la región del Pacífico oriental tropical: revisión documental. *Hidrobiologica*, 229–239.
- Anderson, M. J., & Underwood, A. J. (1994). Effects of substratum on the recruitment and development of an intertidal estuarine fouling assemblage. In *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* (Vol. 184).
- Andersson, M. H., Berggren, M., Wilhelmsson, D., & Öhman, M. C. (2009a). Epibenthic colonization of concrete and steel pilings in a cold-temperate embayment: A field experiment. *Helgoland Marine Research*, 63(3), 249–260.
<https://doi.org/10.1007/s10152-009-0156-9>
- Antonio González-Oreja, J. (2012). *Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon Biodiversity Studies View project Biodiversity Studies View project*.
<https://www.researchgate.net/publication/230634099>
- Anxo, J. 2004. Biodeposición del cultivo de mejillón de acuicultura en Galicia: ¿contaminante o recurso? *Comunicación Técnica CIVA 2004* (<http://www.civa2004.org>), 1-9.
- Apastegui, M. (2023). Calidad del agua de mar en el área circundante al desembarcadero pesquero artesanal de Chimbote en el 2019. *Ciencia, Realidad y Valores*, 2, 54–81.
www.revistacriv.org
- Ashton T, Riascos JM, Pacheco A (2008) First record of *Cymatium keenae* Beu, 1970 (Mollusca: Ranellidae) from Antofagasta Bay, northern Chile, in connection with El

Niño events. *Helgoland Marine Research* 62(S1): 107–110.

<https://doi.org/10.1007/s10152-007-0084-5>

Bastida, R. 1971. Las incrustaciones biológicas del puerto de Mar del Plata, período 1966/67. *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat "B. Rivadavia", Hidrobiol.*, 3(2): 203-285.

Bastida, R. & S. L'Hoste. 1976. *Relaciones tróficas de las comunidades incrustantes ("Fouling") Puerto del Mar del Plata*. LEMIT Anales, Serie II, 329, pp. 159-203.

Betancourt, J., Sánchez, J., & Mejía, L. (2011). Calidad de las aguas superficiales de bahía Malaga, Pacífico Colombiano. In *Colomb* (Vol. 16).

<http://siam.invemar.org.co/siam/redcam/index.htm>.

Bigatti, G., J. Signorelli & E. Schwindt. 2014. Potential invasion of the Atlantic coast of South America by *Semimytilus algosus* (Gould, 1850). *BioInvasions Records*, 3(4):241–246.

Borg JA, Schembri PJ, Evans J (2009) Occurrence of the alien nudibranch *Melibe viridis* (Kelaart, 1858) (Opisthobranchia, Tethydidae), in the Maltese Islands. *Mediterranean Marine Science* 10(1): 131–136. <https://doi.org/10.12681/mms.127>

Cáceres, J. & R. Vásquez. 2014. *Manual de buenas prácticas para el cultivo de moluscos bivalvos*. OIRSAOSPESCA pp. 117.

Carney, R. S. (2005). *Characterization of Algal-Invertebrate Mats at Offshore Platforms and the Assessment of Methods for Artificial Substrate Studies*.

Chouikh, N. eddine, Gillet, P., Langston, W. J., Cheggour, M., Maarouf, A., & Mouabad, A. (2020). Spatial distribution and structure of benthic polychaete communities of Essaouira intertidal rocky shores (Atlantic coast of Morocco). *Journal of Oceanology and Limnology*, 38(1), 143–155. <https://doi.org/10.1007/s00343-019-8286-7>

Consejo consultivo de acuicultura. (2023). *Recomendación sobre el bienestar de los moluscos*.

Covazzi, A., Albertelli, G., & Misic, C. (2012). Macro- and meiofaunal community features in the critical environmental system of a tourist harbour (Rapallo, Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Marine Environmental Research*, 74, 64–72. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2011.12.005>

Daly, M., Brugler, M. R., & Cartwright, P. (2006). *The Phylum Cnidaria: A Review Of Phylogenetic Patterns And Diversity 300 Years After Linnaeus* *.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.180149>

De Marco, S., Pan, J., Bassini, S., & Vallina, M. (2013). *Biodiversidad en estuarios*.

<https://www.researchgate.net/publication/282651778>

Dean, T. & L. Hurd. 1980. Development in a estuarine fouling community: the influence of early colonists on later arrivals. *Oecologia*, **46**:295-301.

Dobretsov, S. & G. Miron. 2001. Larval and post-larval vertical distribution of the mussel *Mytilus edulis* in the White Sea. Inter-Research Marine Ecology Progress series, **218**:179-187.

Elías, R., Bremec, C., & Vallarino, E. (2001). Poliquetos de una plataforma somera del Atlántico sudoccidental (Argentina, 38° S) afectada por efluentes cloacales. *Revista Chilena de Historia Natural*, 523–531.

Elías, R., Méndez, N., Muniz, P., Cabanillas, R., Gutiérrez-Rojas, C., Rozbaczylo, N., Londoño-Mesa, M. H., Gárate Contreras, P. J., Cárdenas-Calle, M., Villamar, F., Laverde-Castillo, J. J. A., Brauko, K. M., Araki Braga, M., Da Cunha Lana, P., & Díaz-Díaz, O. (2020). Los poliquetos como indicadores biológicos en Latinoamérica y el Caribe. *Marine and Fishery Sciences (MAFIS)*, 34(1), 37–107.

<https://doi.org/10.47193/mafis.3412021010301>

Enrique, C., González, V., & Lojka, B. (2023). *Agroforesteria para la conservacion de la biodiversidad en America Latina: una revision sistematica*.

<https://www.researchgate.net/publication/371221775>

Espinoza-Morriberón, D., Echevin, V., Colas, F., Díaz, E., Tam, J., Anculle, T., Ledesma, J., & Gutiérrez, D. (2022). Diferencias entre los impactos en la costa peruana de los eventos ENOS cálidos y El Niño Costero 2017. *Boletín Instituto Del Mar Del Perú*, 36(2), 329–348. <https://doi.org/10.53554/boletin.v36i2.341>

Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2011). *Cluster Analysis*.

Fernández, V., & Londoño, M. (2015). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) como indicadores biológicos de contaminación marina: casos en Colombia. *Gestion y Ambiente*, 18, 189–204. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169439782012>

- Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J., & de Nys, R. (2012). The impact and control of biofouling in marine aquaculture: A review. *Biofouling*, 28(7), 649–669. <https://doi.org/10.1080/08927014.2012.700478>
- Flemming, H. C. (2002). Biofouling in water systems - Cases, causes and countermeasures. In *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 59, Issue 6, pp. 629–640). <https://doi.org/10.1007/s00253-002-1066-9>
- Ganoza, F., Guzmán, M., García, V., Enríquez, E., & Velazco, F. (2020). Condiciones ambientales y sedimentológicas de la Bahía Ferrol. *Bol Inst Mar Perú*, 35(2), 304–334.
- García, A., Cruz, N., Borrero, G., Báez, D., & Santodomingo, N. (2013). Diversity of marine invertebrates associated to gas platforms in La Guajira (Colombian Caribbean Sea). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 42(2), 361–386.
- García, A., & Otero, S. (2010). *Guía del Intermareal*.
- García, C. (2024). *Composicion de organismos incrustantes en placas artificiales en el sector de Punta Las Vacas, Turbo*.
- García, V., Orozco, R., & Perea de la Matta, M. (2019). Calidad del ambiente marino y costero en la region Ancash, 2018 R. *Bol Inst Mar Peru*, 34.
- Gomez, L., Larduet, Y., & Abrahantes, N. (2001). Contaminacion y biodiversidad en ecosistemas acuaticos. El fitoplancton de la bahia de Santiago de Cuba. *Invest. Mar*, 191–197.
- Grabowski, M., Bacela, K., & Konopacka, A. (2007). How to be an invasive gammarid (Amphipoda: Gammaroidea) - Comparison of life history traits. *Hydrobiologia*, 590(1), 75–84. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-0759-6>
- Gracia, A., Cruz, N., Borrero, G., Patricia Báez, D., & Santodomingo, N. (2013). Invertebrados marinos asociados con las plataformas de gas en la Guajira (Caribe Colombiano). *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 2, 361–386.
- Goddard JH, Treneman N, Prestholdt T, Hoover C, Green B, Pence WE, Mason DE, Dobry P, Sones JL, Sanford E, Agarwal R, McDonald G, Johnson R, Gosliner TM (2018) Heterobranch sea slug range shifts in the northeast Pacific Ocean associated with the 2015–16 El Niño. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 65(4): 107–131.

- Gonzalez, J., J. Villagra, M. Hinojosa & R. Becerra. 1980. Potencialidad del cultivo en balsa de *Semimytilus algosus* (Gould) 1850, en la bahia de Concepcion (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae). *Bol Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **29**(2)187-189.
- Götzenberger, L., F. De Bello, K. Bråthen, J. Davison, A. Dubuis, A. Guisan, J. Lepš, R. Lindborg, M. Moora, M. Pärtel, L. Pellissier, J. Pottier, P. Vittoz, K. Zobel & M. Zobel. 2012. Ecological assembly rules in plant communities—approaches, patterns and prospects. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society* **87**:111-127.
- Guerra, J., & Tierno, J. (2009). What do caprellids (Crustacea: Amphipoda) feed on? *Marine Biology*, *156*(9), 1881–1890. <https://doi.org/10.1007/s00227-009-1220-3>
- Guerra-García, J. M., Emilio Sánchez-Moyano, / J., & Carlos García-Gómez, / J. (2004). *Los caprellidos (Crustacea: Amphipoda) del estrecho de Gibraltar y su utilidad como bioindicadores marinos*.
- Gutiérrez, J. L., Jones, C. G., Byers, J. E., Arkema, K. K., Berkenbusch, K., Commito, A., Duarte, C. M., Hacker, S. D., Lambrinos, J. G., Hendriks, I. E., Hogarth, P. J., Palomo, M. G., & Wild, C. (2012). Physical Ecosystem Engineers and the Functioning of Estuaries and Coasts. In *Treatise on Estuarine and Coastal Science* (Vol. 7, pp. 53–81). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374711-2.00705-1>
- Haszprunar, G. (2020). Mollusca (Molluscs). In *Encyclopedia of Life Sciences* (pp. 565–571). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0029219>
- Heip, C. (1974). A NEW INDEX MEASURING EVENNESS. In *J. mar. biol. Ass. U.K.*
- Herbet, R., Hall, A., Eames, M., Goudswaard, A., Greenhill, S., & Collins, K. (2021). Pier Beneath: Observations of the marine flora and fauna associated with Yarmouth pier, Isle of Wight. *Proc. Isle of Wight Nat. Hist. Archaeol. Soc*, *35*, 33–45.
- Hernández, E. 2017. Estudio del biofouling asociado a cultivos marinos “offshore” en el mediterráneo español. Tesis para optar al Título de Doctor, Universitat Politècnica de Valencia. Valencia, España. 146 p.
- Hidalgo, F. J., Silliman, B. R., Mari, M., Cielo Bazterrica, M., & Bertness, M. D. (2007). *Predation on the Rocky Shores of Patagonia, Argentina*.

- HilleRisLambers, J., P. Adler, W. Harpole, J. Levine & M. Mayfield. 2012. Rethinking community assembly through the lens of coexistence theory. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, **43**:227-248.
- Hooker, Y., & Gonzales Pestana, A. (2012). *Las plataformas petroleras (Tumbes, Perú) como centros de biodiversidad y conservación de especies amenazadas y recursos hidrobiológicos*.
- Hoyos, L., Tarazona, J., Shiga, B., & Chiong, V. (1985). *Algunos cambios en la ictiofauna y sus relaciones tróficas durante el fenómeno “El Niño” en la bahía de Ancon*.
- Hutchings, P., & Kupriyanova, E. (2018). Cosmopolitan polychaetes - Fact or fiction? Personal and historical perspectives. In *Invertebrate Systematics* (Vol. 32, Issue 1, pp. 1–9). CSIRO. <https://doi.org/10.1071/IS17035>
- INEI. (2023). *Ancash Compendio Estadístico 2023*.
- Jones, C. G., Lawton, J. H., Shachak Jones, M., & Lawton, -j H. (1994). *Organisms as ecosystem engineers*. <http://www.jstor.org/stable/3545850> .
- Kimbrough, K. L., Johnson, W. E., Lauenstein, G. G., Christensen, J. D., & Apeti, D. A. (2008). *An Assessment of Two Decades of Contaminant Monitoring in the Nation’s Coastal Zone. Silver Spring, MD. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 74 (Vol. 105)*.
- Lambshead, P. J. D., Platt, H. M., & Shawj, K. M. (1983). The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. *Journal of Natural History*, *17*(6), 859–874. <https://doi.org/10.1080/00222938300770671>
- Loayza-Aguilar, R. (2021). Evidencia de procesos erosivos en la bahía El Ferrol en Perú, para el periodo 1974-2020. *Revista de Ciencias Ambientales*, *55*(1), 86–117. <https://doi.org/10.15359/rca.55-1.5>
- Loayza-Aguilar, R., Carhuapoma-Garay, J., Ramos-Falla, K., Saldana-Rojas, G., Huamancondor-Paz, A, L. C.-V., A, F. M., A, G. E. O.-R., & A. (2024). Epibionts affect the growth and survival of *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) cultivated in Samanco Bay, Peru. In *Unam* (p. 2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740042>

- Loyaga, D. (2018). *Efecto de los agentes contaminantes en la biodiversidad macrobentónica del litoral Salaverry, La Libertad - Peru.*
- Madon, B., David, R., Torralba, A., Jung, A., Marengo, M., & Thomas, H. (2023). A review of biodiversity research in ports: Let's not overlook everyday nature! In *Ocean and Coastal Management* (Vol. 242). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106623>
- Manríquez, P. H., Fica, E., Ortiz, V., & Castilla, J. C. (2014). Marine bio-encrusting in the Chacao channel, Chile: A study of potential interactions with man-made structures. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(2), 243–265.
<https://doi.org/10.4067/s0718-19572014000200006>
- Marques, H. 1998. Criacao commercial de mexilhoes. Sao Paulo: Nobel. 109 p.
- Melgarejo, G. (2022). *Microplásticos del agua y sedimento en relación con su acumulación en peces y crustáceos de la cuenca baja del río Lacramarca (Ancash, Perú).*
- Meza, M. J., Calixto, D. M., Velosa, L. M., Acosta, E. M., Puyana A C José, M., Morales, A., & Panqueva, J. H. (2007). Valoración de la efectividad antiincrustante de recubrimientos aplicados a embarcaciones que operan en la Bahía de Cartagena. In *Año 1-n.º 1* (Vol. 1).
- Miller SE (1993) Larval period and its influence on post-larval life history: Comparison of lecithotrophy and facultative planktotrophy in the aeolid nudibranch *Phestilla sibogae*. *Marine Biology* 117(4): 635–645. <https://doi.org/10.1007/BF00349776>
- Monge-Nájera, J. 2015. ¿Existen realmente los ensamblajes ecológicos? *Rev. Biol. Trop.* 63(3):575-577.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. <http://entomologia.rediris.es/sea>
- Muniz, P., Venturini, N., & Elias, R. (2013). *Un manual de protocolos para evaluar la contaminación marina por efluentes domésticos*.
<https://www.researchgate.net/publication/283122827>
- Navarrete S., B. Broitman, E. Wieters, G. Finke, R. Venegas & A. Sotomayor. 2002. Recruitment of intertidal invertebrates in the southeast Pacific: Interannual variability and the 1997–1998 El Niño. *Limnology and Oceanography*, 47:791–802.

- Ojeda, P., & Muñoz, A. (1999). Feeding Selectivity of the Herbivorous Fish *Scartichthys Viridis*, Effects on Macroalgal Community Structure in a Temperate Rocky Intertidal Coastal Zone. *Marine Ecology Progress Series*.
- Ortea, J. (1977). *Contribucion a la actualizacion de la fauna de opistobranquios ibericos, sacoglossos*.
- Paredes, C. 1974. El modelo de zonación en la orilla rocosa del departamento de Lima. *Rev. Per. Biol.*, **1**(9):168-191.
- Paredes C, Tarazona J, Canahuire E, Romero L, Cornejo O, Cardoso F (1998) Presencia de moluscos tropicales de la provincia panameña en la costa central del Perú y su relación con los eventos «El Niño». *Revista Peruana de Biología* 5(2): 123–128.
<https://doi.org/10.15381/rpb.v5i2.8330>
- Pastorino, P., Pizzul, E., Bertoli, M., Perilli, S., Brizio, P., Salvi, G., Esposito, G., Abete, M. C., Prearo, M., & Squadrone, S. (2020). Macrobenthic invertebrates as bioindicators of trace elements in high-mountain lakes. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(6), 5958–5970. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07325-x>
- Peters, K., Sink, K., & Robinson, T. B. (2019). Aliens cruising in: Explaining alien fouling macro-invertebrate species numbers on recreational yachts. *Ocean and Coastal Management*, 182(September), 104986.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104986>
- Pfeifer, J. (2018). Caracterización de la epifauna bentónica en Punta El Limantur, Santa Rosalía, Baja California Sur, México. *Transcommunication*, 53(1), 1–8.
- Pozo, J. Q., Carlos, E., Ruiz, A., González Banchón, T., Borbor, E. V., & Rios Vera, J. (2023). *Macroinvertebrados de la zona intermareal rocosa de Capaes y Punta Blanca, provincia de Santa Elena Macroinvertebrate on the rocky intertidal zone of Capaes and Punta Blanca, province of Santa Elena*. 5, 63–85. <https://doi.org/10.54140/raop.v5i2.72>
- Quipúzcoa, M., Marino, T. B., & Base, L. (2018). *DIVERSITY OF BENTHIC MACROFAUNA IN AN UPWELLING ECOSYSTEM AREA OF THE CENTRAL COAST OF PERÚ (HUACHO, 11°S)*. <https://orcid.org/0000-0001-8224-4313>

- Quispe, M. S. (2022). Más tránsito de hidrocarburos en nuestro mar: ponen en peligro nuestros alimentos de origen marino. *Revista de Investigaciones de La Universidad Le Cordon Bleu*, 9(1), 125–131. <https://doi.org/10.36955/riulcb.2022v9n1.011>
- Ramírez, A., & Espinel, V. (2019). Pruebas ecotoxicológicas con aguas de lastre y gestión de los residuos marinos procedente de buques. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 22(44), 3–14. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i44.17281>
- Ramírez R, Paredes C, Arenas J (2003) Moluscos del Perú. *Revista de Biología Tropical* 51(Suppl. 3): 225–284.
- Rebaza, V., Tresierra, A., Alfaro, S., Vásquez, C., & Rebaza, V. (2013). El ambiente marino costero de la Región La Libertad. In *Inf Inst Mar Perú* (Vol. 40, Issue 4).
- Riascos, J. M., Uribe, R. A., Donayre, S., Flores, D., Galindo, O., Quispe, C., & Gonzalez, J. (2016). Human footprints on benthic communities in marine reserves: A study case in the most productive upwelling system worldwide. *Marine Ecology Progress Series*, 557(September), 65–75. <https://doi.org/10.3354/meps11857>
- Roldán, J. P., Carcedo, M. C., & Sandra, F. (2014). *Cambios en la diversidad de las comunidades macrobentónicas incrustantes del sector portuario de Bahía Blanca en los últimos 40 años*. <https://www.researchgate.net/publication/279961258>
- Roldán-Pérez, G. (2016). Macroinvertebrates as bioindicators of water quality: Four decades of development in Colombia and Latin America. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254–274. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Roman, G. & A. Perez. 1979. Estudio del mejillón y de su epifauna en los cultivos flotantes de la ria de Arosa. *Bol Inst. Oceano.*, 5(266):1-9.
- Romero, D., Merma-Mora, L., Marquina, R., Flores, G., Quipuzcoa, L., Solis, J., & Cardich, J. (2023). Trabajos originales Living benthic foraminifera from El Ferrol Bay : A pollution critical area in. *Revista Peruana de Biología*, 30(2), 1–12.
- Ruiz, J. R., Flores, Z., & Sandoval, L. F. (2023). Wave transmission on artificial reefs. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XLIV(2).

- Salazar, R., Debo, Y., Panta, R., & Molina, W. (2019). Estudiando los sedimentos en la bahía El Ferrol. *Dirección de Hidrografía y Navegación de La Marina de Guerra Del Perú*.
- Sandoval, I., & Marcial, R. (2022). Larvas de invertebrados en el estuario del río Chira, Vichayal, Perú. *Manglar*, 19(4), 349–356. <https://doi.org/10.57188/manglar.2022.044>
- Saravia, R., & Vilchez, G. (2021). *Gestión integrada y balance de los recursos hídricos de la cuenca del río Lacramarca para un aprovechamiento sostenible*.
- Schejter, L. (2005). *Asociación bentónicas en bancos de vieira patagónica (Zygochlamys patagonica) en el Mar Argentino*. <http://hdl.handle.net/1834/>
- Schmalfuss, H. (2003). *World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea)*.
- Serrano, L. M., Ramírez Landínez, D. M., Sierra S, E. R., Scott, O. M., Álvarez, C. A., Torres, J. M., Narváez, P. C., & Godoy, R. D. (2011). Efecto del hierro en el crecimiento y acumulación de lípidos en la microalga colombiana *Chlorella Vulgaris* LAUN 0019. *Iteckne*, 8(1), 15–22. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v8i1.257>
- Shasky, D., & Campbell, B. (1964). New and otherwise interesting species of Mollusks from Guaymas, Sonora, Mexico. *The Veliger*, 7, 114–120.
- Sherwin, W. B., & Fornells, N. P. I. (2019). The introduction of entropy and information methods to ecology by ramon margalef. In *Entropy* (Vol. 21, Issue 8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/E21080794>
- Silva-Morales, I., & Gómez-Vásquez, J. D. (2021). First records and two new species of sipunculans (Sipuncula) from the southern mexican pacific. *European Journal of Taxonomy*, 2021(740), 77–117. <https://doi.org/10.5852/ejt.2021.740.1283>
- Steneck, R. & J. Carlton. 2000. Human alterations of marine communities: students beware! In Bertness, M., S. Gaines & M. Hai (eds.). *Marine Community Ecology*. Sunderland, pp. 445-468.
- Tarazona, J., Paredes, C., Romero, L., & Blaskovich, V. (1982). *Características de la vida planctónica y colonización de los organismos bentónicos epilíticos durante el Fenómeno “El Niño.”*
- Thompson, T. (1977). *Jamaican opisthobranch molluscs*.

- Tresierra, A. , G. V. , H. M. , B. P. (2007). Recursos vivos y ambiente de las bahías Coishco, El Ferrol y Samanco de la Region Ancash, Peru. *Inst. Mar Peru*, 34, 1–45.
- Uribe, R. A., Perea, Á., García, V., & Huerto, M. (2019). Biodiversidad en el norcentro de la costa de Peru: Un enfoque para a evaluación de planas de manejo. *Bol. Inst Mar Peru*, 34(2), 332–350.
- Valle, M., Rosas-Puchuri, U., & Velez-Zuazo, X. (2021). Improving data deficiencies in length-weight relationships for fish species around an artificial breakwater and adjacent soft-bottom at the central coast of Peru. *Journal of Applied Ichthyology*, 37(1), 150–157. <https://doi.org/10.1111/jai.14089>
- Valqui J, Ibañez-Erquiaga B, Pacheco AS, Wilbur L, Ochoa D, Cardich J, Pérez-Huaranga M, Salas-Gismondi R, Pérez A, Indacochea A, Avila-Peltroche J, Rivera M, Carré M (2021) Changes in rocky intertidal communities after the 2015 and 2017 El Niño events along the Peruvian coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 250: 107142. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107142>
- Velez J, Zeballos J (1985) Ampliación de la distribución de algunos peces e invertebrados durante el fenómeno «El Niño» 1982–1983. In: Arntz W, Landa A, Tarazona J (Eds) “El Niño”: Su impacto en la fauna marina. Boletín Extraordinario IMARPE, Volumen Extraordinario, 173–180. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1206>
- Ward, J. E., & Shumway, S. E. (2004). Separating the grain from the chaff: Particle selection in suspension- and deposit-feeding bivalves. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 300(1–2), 83–130. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.03.002>
- Warwick, R. M. (1986). A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. In *Marine Biology* (Vol. 92). Springer-Verlag.
- WHOI. 1952. Marine fouling and its prevention. Contribution No. 580 from the Woods Hole Oceanographic Institute. U.S. Naval Institue, Annapolis, Maryland, U.S.A. 365 p.
- Wingender, J., Thomas, !, Neu, R., & Flemming, • Hans-Curt. (1999). *What are Bacterial Extracellular Polymeric Substances?*
- Yan, T., & Yan, W. X. (2003). Fouling of Offshore Structures in China-a Review. *Biofouling*, 19(sup1), 133–138. <https://doi.org/10.1080/0892701021000057927>
- Zagal, C., & Hermosilla, C. (2007). *Guia de Invertebrados Marinos del Sur de Chile*.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Organismos del intermareal registrados en los pilotes del muelle 1 en la zona sur de la bahía El Ferrol.

Grupo taxonómico	Especies	MUELLE 1											
		Inicio				Centro				Cabezo			
		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar	
		Nº	B	Nº	B	Nº	B	Nº	B	Nº	B	Nº	B
ALGAE	<i>Ulva lactuca</i>		2.6				12.3						
CNIDARIO	<i>Phymantea pluvia</i>	54	2.4			61	3.6				4	0.9	
POLYCHAETA	<i>Eulalia</i> sp.	20	1.4										
	<i>Halosydna brevisetosa</i>	4	1.6			2	0.5						
	<i>Lumbrinereis</i> sp.	17	0.8			11	0.3						
	<i>Marphysa sanguinea</i>	10	4.4										
MOLLUSCA	<i>Barbatia barbata</i>					2							
	<i>Cancellaria</i> sp.	1	0.9										
	<i>Chiton cumingsi</i>					2	6.5				2	8.2	
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	773	735.2			462	957.4	17	33.5			181	357.8
	<i>Scurria ceciliana</i>	13	1			3	0.5	2	0.3	5	2		
CRUSTACEA	<i>Balanus balanus</i>	940	1736.7	14	2.6	592	463.1	102	80.1	411	76.4	201	158.4
	<i>Caprella verrucosa</i>	9	1										
	<i>Goniopsis pulchra</i>	15	5.6			24	7.6					1	0.13
EQUINODERMATA	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	1											
TOTAL	Número total de individuos (N)	1857	2493.6	14	2.6	1159	1451.8	121	113.9	416	78.4	389	525.43
	Número total de especies (S)	13		1		10		3		2		5	

Anexo 2: Organismos del intermareal registrados en los pilotes del muelle 2 en la zona sur de la bahía El Ferrol.

Grupo taxonómico	Especies	MUELLE 2							
		Inicio				Centro			
		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar	
		N		N		N		N	
CNIDARIO	<i>Phymactis clematis</i>								
	<i>Phymantea pluvia</i>	61	3.6			518	22.8		
	<i>Tubularia</i> sp.								
POLYCHAETA	<i>Eulalia</i> sp.					1			
	<i>Halosydna brevisetosa</i>	1							
	<i>Lumbrinereis</i> sp.	8				16	0.3		
	<i>Marphysa sanguinea</i>	6	2.4			12	5.5		
	<i>Marphysa</i> sp.					4			
	<i>Owenia</i> sp.								
	<i>Perinereis</i> sp.					1	0.1		
MOLLUSCA	<i>Alia unifasciata</i>								
	<i>Barbatia barbata</i>	1							
	<i>Cancellaria</i> sp.								
	<i>Chiton cumingsi</i>								
	<i>Perumytilus purpuratus</i>								
	<i>Placida</i> sp.								
	<i>Scurria ceciliana</i>	4	0.4			2	0.1	11	2.1
	<i>Semimitylus algosus</i>	282	586.1			652	1350	20	41.4
	<i>Thermosphaeroma thermophilum</i>								
	CRUSTACEA	<i>Acanthonyx petiveri</i>							
<i>Ampelisca</i> sp.									
<i>Argulus</i> sp.									
<i>Balanus balanus</i>		713	480.4	164	128.24	775	606.9	449	351.1
<i>Caprella argulius</i>									
<i>Caprella verrucosa</i>									
<i>Empididae</i> sp.									
<i>Gammarus</i> sp.									
<i>Goniopsis pulchra</i>		5	1.5					1	0.2
<i>Orchomenella</i> sp.									
<i>Pachycheles crinimanus</i>									
<i>Pilumnoides perlotus</i>									
PYCNOGONIDA		<i>Phoxichilidium</i> sp.							
EQUINODERMATA	<i>Ophiactis kroeyeri</i>								
	<i>Holothuria</i> sp.								
PISCES	<i>Scartichthys gigas</i>								
TOTAL	N	1081	1074.4	164	128.24	1981	1985.7	481	394.8
	S	9		1		9		4	

Anexo 3: Organismos del intermareal registrados en los pilotes del muelle 3 en la zona centro de la bahía El Ferrol.

Grupo taxonómico	Especies	MUELLE 3											
		Inicio				Centro				Cabezo			
		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar	
		Nº	B	Nº	B	Nº	B	Nº	B	Nº	B	Nº	B
ALGAE	<i>Cladophora fascicularis</i>		0.07		10.7		0.6		0.1				4.6
	<i>Ulva lactuca</i>		214.1				68		29.15				
	<i>Ulva linza</i>		5.44		32.5						84		78.3
CNIDARIO	<i>Phymactis clematis</i>					13	0.3	6					
	<i>Phymantea pluvia</i>	3	0.04	4	0.3					113	5	152	6.7
POLYCHAETA	<i>Eulalia</i> sp.	10	0.27	53	1.1	4		4	0.07				1
	<i>Halosydna brevisetosa</i>	3	0.08			1				3	0.7	4	0.5
	<i>Lumbrinereis</i> sp.	40	0.61	45	0.7	110	1.7	43	0.47	141	2.2	101	1.7
	<i>Marphysa sanguinea</i>	16	3.2	16	7.9	2		2	2.63	1			
	<i>Marphysa</i> sp.			1									
	<i>Owenia</i> sp.	14	0.1	2		8		2		2			
	<i>Perinereis</i> sp.	18	0.31	2	0.5	9	0.3			6			
MOLLUSCA	<i>Barbatia barbata</i>	28	1.57	13	0.9	107	22.2	56	11.95	37	3		
	<i>Cancellaria</i> sp.			1	3.3								
	<i>Chiton cumingsi</i>			4	2.8			1	0.39				
	<i>Perumytilus purpuratus</i>									13	22	412	236.7
	<i>Placida</i> sp.			1	0.1								
	<i>Scurria ceciliana</i>			5									
	<i>Semimitylus algosus</i>	32	14.1	360	206.7	198	114	83	36.37	216	124.1		
CRUSTACEA	<i>Argulus</i> sp.									1			1
	<i>Balanus balanus</i>	1552	392.53	780	610	427	333.6	51	26.53	98	76.4	69	53.7
	<i>Caprella argulius</i>												
	<i>Caprella verrucosa</i>	1											
	<i>Empididae</i> sp.			1				6	0.03				5
	<i>Gammarus</i> sp.	1											1
	<i>Goniopsis pulchra</i>	5	1.6	35	30.6	3	1.6	3	0.9	8	1.1	2	0.5
	<i>Pachycheles crinimanus</i>											1	0.9
PYCNOGONIDA	<i>Phoxichilidium</i> sp.			1									
TOTAL	N	1723	634.02	1324	908.1	882	542.3	257	108.59	639	318.5	749	383.6
	S	16		19		13		13		13		13	

Anexo 4: Organismos del intermareal registrados en los pilotes del muelle 4 en la zona centro de la bahía El Ferrol.

Grupo taxonómico	Grupo taxonómico	MUELLE 4												
		Inicio				Centro				Cabezo				
		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar		
		N°	B	N°	B	N°	B	N°	B	N°	B	N°	B	
ALGAE	<i>Cladophora fascicularis</i>												0.3	
	<i>Ulva lactuca</i>						1.9						1.3	
	<i>Ulva linza</i>		86.8		36.5		28.5		77		15.1		103.6	
CNIDARIO	<i>Phymactis clematis</i>													
	<i>Phymantea pluvia</i>	159	7	15	0.5	41	1.8	38	1.7	110	6.7	420	29.1	
	<i>Tubularia</i> sp.							1						
	<i>Eulalia</i> sp.	33	0.7	12	0.3	9		15	0.2	1		4		
POLYCHAETA	<i>Halosydna brevisetosa</i>	36	6	10	13	14	2.4	8	0.2	7	1.4	7	0.8	
	<i>Lumbrinereis</i> sp.	380	5.9	22	1.2	20	0.3	90	1.5	15	0.9	41	0.8	
	<i>Marphysa sanguinea</i>	9	6.8	5	4.1			5	1.1			9	5.8	
	<i>Owenia</i> sp.					1		2						
	<i>Perinereis</i> sp.	11				25	0.8	14	0.4	7	0.2	5		
	<i>Alia unifasciata</i>					10	0.6							
	<i>Barbatia barbata</i>	81	17.3	28	3.5	150	8.1	30	6.5	28	4.7	28	4.5	
	<i>Cancellaria</i> sp.					5	66.2							
	MOLLUSCA	<i>Scurria ceciliana</i>	2		5				3	0.4			20	0.1
		<i>Semimitylus algius</i>	1502	863.4	403	231.6	498	208.2	290	166.8	1389	798.2	1293	742.9
<i>Thermosphaeroma thermophilum</i>		1		2										
<i>Ampelisca</i> sp.		46										54		
CRUSTACEA	<i>Argulus</i> sp.			1		320	0.8	120	0.3					
	<i>Balanus balanus</i>	169	132.3	302	236.4	510	409.8	370	303.6	2	2.3	149	117	
	<i>Caprella verrucosa</i>					18		7						
	<i>Empididae</i> sp.			2										
	<i>Gammarus</i> sp.	57	0.3	24				2				40	0.3	
	<i>Goniopsis pulchra</i>	22	11.5	12	6.9			1	0.3					
	<i>Pachycheles crinimanus</i>	22	4.7	2	0.6	6	0.8	11	4.2					
	EQUINODERMATA	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	67	0.9	28	3.5	13		5		5		29	
		<i>Holothuria</i> sp.	2	0.1	2	0.8					6	0.7	1	
	TOTAL	N	2599	1143.7	875	538.9	1640	730.2	1012	564.2	1570	830.2	2100	1006.5
S		18		18		17		19		11		17		

Anexo 5: Organismos del intermareal registrados en los pilotes del muelle 5 en la zona centro de la bahía El Ferrol.

Grupo taxonómico	Especies	MUELLE 5											
		Inicio				Centro				Cabezo			
		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar	
		Nº	B	Nº	B	Nº	B	Nº	B	Nº	B	Nº	B
ALGAE	<i>Cladophora fascicularis</i>							1.82		1.05			
	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>									0.28			
	<i>Ulva linza</i>		27.4		31.6		14.06					274.3	
CNIDARIO	<i>Phymantea pluvia</i>	45	2	21	1.3	77	2	164	1.67	66	3.2	64	1.04
POLYCHAETA	<i>Eulalia</i> sp.			3				22	1.2			5	0.5
	<i>Halosydna brevisetosa</i>	11	0.9			5	0.29	5	0.45	4	0.35		
	<i>Lumbrineris</i> sp.	32	0.5	13	0.1	1	0.01			11		64	1.5
	<i>Marphysa sanguinea</i>			5	1.9							3	0.6
	<i>Marphysa</i> sp.			1	0.2								
	<i>Perinereis</i> sp.	24	0.9	3		18	0.59	1	0.13	39	1.57		
MOLLUSCA	<i>Barbatia barbata</i>	71	14.1	25	1.8	17	2.95	30	1.95	204	43.46		
	<i>Scurria ceciliana</i>			4	2.7								
	<i>Semimitylus algosus</i>	931	534.6	1227	705.2	552	751.7					1186	681.6
CRUSTACEA	<i>Acanthonyx petiveri</i>									2	1.65		
	<i>Ampelisca</i> sp.			3		49	0.23	266	0.31			186	0.2
	<i>Argulus</i> sp.	320	0.8	1						104	0.26		
	<i>Balanus balanus</i>	425	332.7	270	211.4	7	37.1	161	64.05			40	37.8
	<i>Caprella verrucosa</i>	120	0.6			11	0.1			104	0.5	3	0.1
	<i>Empididae</i> sp.							5	0.03			1	0.01
	<i>Gammarus</i> sp.	75	1.6	1		23	0.11	150	0.91	132	0.26	6	0.1
	<i>Goniopsis pulchra</i>	1	0.5	8	2.6			8	5.44			6	1.1
	<i>Orchomenella</i> sp.									80			
	<i>Pachycheles crinimanus</i>	6	2.4							1	0.98		
	<i>Pilumnoides perlotus</i>	2	5.5										
	EQUINODERMATA	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	11				2	0.01			6		14
<i>Holothuria</i> sp.		1	0.3					1		5	1.82		
TOTAL	N	2075	924.8	1585	958.8	762	809.15	813	77.96	756	55.73	1578	998.95
	S	16		15		12		12		15		14	

Anexo 6: Organismos del intermareal registrados en los pilotes del muelle 6 en la zona norte de la bahía El Ferrol.

Grupo taxonómico	Especies	MUELLE 6											
		Inicio				Centro				Cabezo			
		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar	
		N°	B	N°	B	N°	B	N°	B	N°	B	N°	B
ALGAE	<i>Cladophora fascicularis</i>												0.96
	<i>Rhodomenia corallina</i>		27.8		1.46		0.3		0.01				
	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>												0.24
	<i>Ulva lactuca</i>				23.8								29.73
	<i>Ulva linza</i>		7.2		16.9								
CNIDARIO	<i>Phymactis clematis</i>	122	4.1			43	1.5			36	1.13	1	
	<i>Phymantea pluvia</i>			2	0.03							63	0.71
	<i>Eulalia</i> sp.	6	0.1	2		2		11	0.3			10	0.21
POLYCHAETA	<i>Halosydna brevisetosa</i>	13	1.3			3	4	3		1	0.04	2	0.06
	<i>Lumbrinereis</i> sp.	3	0.1					9		1	0.21	22	0.28
	<i>Marphysa sanguinea</i>	5	0.2			1	0.1					5	1.1
	<i>Marphysa</i> sp.					1	0.4						
	<i>Owenia</i> sp.	3	0.1					8					
MOLLUSCA	<i>Perinereis</i> sp.	12	0.4			6		14	0.1			6	
	<i>Alia unifasciata</i>	1	0.9			310	26.4	96	6.6	165	18	5	0.35
	<i>Barbatia barbata</i>	27	21.1	10	3.55	24	2			22	7.3	102	4.79
	<i>Semimitylus algosus</i>	113	16.19	1276	456.36	2273	1306.4			2527		1607	923.63
CRUSTACEA	<i>Thermosphaeroma thermophilum</i>							6				1	0.03
	<i>Ampelisca</i> sp.									8			
	<i>Argulus</i> sp.	520	1.3			240	0.6	13		364	0.96	1	
	<i>Balanus balanus</i>	13	21.6	2	0.88	8	13.2	20	143.5	1	20.42	63	33.59
	<i>Caprella verrucosa</i>	733	2.2			8							
	<i>Empididae</i> sp.												1
	<i>Gammarus</i> sp.	2125	8.5	912	3.7	988	3.9			2624	10.45	621	2.63
	<i>Goniopsis pulchra</i>	4	3.7			1	0.3	6	2.1	1	0.8		
	<i>Orchomenella</i> sp.					59				17			
	<i>Pachycheles crinimanus</i>					6	3	2	1.9	4	2.6		
EQUINODERMATA	<i>Pilumnoides perlotus</i>											2	0.49
	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	1		2		60	0.8	2		14	0.32	21	0.8
	<i>Holothuria</i> sp.	3	3.33	1	0.16					1	1.47		
TOTAL	N	3704	120.12	2207	506.84	4033	1363	190	154.51	5786	63.7	2533	999.6
	S	19		11		18		13		15		20	

Anexo 7: Organismos del intermareal registrados en los pilotes del muelle 7 en la zona norte de la bahía El Ferrol.

Grupo taxonómico	Especies	MUELLE 7												
		Inicio				Centro				Cabezo				
		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar		Bajamar		Pleamar		
		N°	B	N°	B	N°	B	N°	B	N°	B	N°	B	
ALGAE	<i>Cladophora fascicularis</i>		0.7						0.1					
	<i>Griffithsia chilensis</i>				0.1									
	<i>Rhodomenia corallina</i>				0.5			0.2		0.72				
	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>				0.7		5.6	0.1						
	<i>Ulva lactuca</i>						84	38.1		5.95				
	<i>Ulva linza</i>		9.8		10.6					10.5				
	CNIDARIO	<i>Phymactis clematis</i>	1					294	6.8				52	1.2
		<i>Phymantea pluvia</i>	1							25	1.74			
<i>Tubularia</i> sp.				1										
POLYCHAETA	<i>Eulalia</i> sp.	33	0.7	1		25	0.3							
	<i>Halosydna brevisetosa</i>	22	1.8	11	1.7	4		11	1.1	8	2.26	11	2.8	
	<i>Lumbrineris</i> sp.	23	0.5					6	0.1	1		2		
	<i>Marphysa sanguinea</i>	11	0.9	6	1.8	6	1.9	14	0.4	5	0.57	3	1.6	
	<i>Marphysa</i> sp.					4								
MOLLUSCA	<i>Owenia</i> sp.	12				102	0.8	20	0.5	13	0.1			
	<i>Perinereis</i> sp.	4		23	1.3	11		41	0.7	33	0.5	8	0.3	
	<i>Barbatia barbata</i>	33	5.8	332	70.8	31	6.7	366	78	54	27.85	194	41.5	
	<i>Semimitylus algosus</i>	3014	1182.5	1819	1045.5	19	78	2857	1641.3	572	898.39	2601	1497.7	
CRUSTACEA	<i>Ampelisca</i> sp.									7				
	<i>Argulus</i> sp.	3		5640	18.4	42		7600	19	1050	2.6	1920	4.8	
	<i>Balanus balanus</i>	38	68.1	20	4.4	120	165.1	7	25.2	27	49.72	7	24.9	
	<i>Caprella equilibria</i>			10		10						5		
	<i>Caprella verrucosa</i>	32		3595	1707	90	0.5	560	2.8	163	0.3	20		
	<i>Empididae</i> sp.	1												
	<i>Gammarus</i> sp.	1202	5.1	2220	6.5	62	0.1	1100	4.4	423	1.29	588	2.5	
	<i>Goniopsis pulchra</i>									83	0.18	1	1.2	
	<i>Orchomenella</i> sp.			220	0.6								15	
	<i>Pachycheles crinimanus</i>	2	0.3							1	0.39	4	3	
	<i>Pilumnoides perlotus</i>									1	0.09	1	3.6	
PYCNOGONIDA	<i>Phoxichilidium</i> sp.								16	0.24	5			
EQUINODERMATA	<i>Ophiactis kroeyeri</i>	41		6		28	0.1	11		5				
	<i>Holothuria</i> sp.	55	11.3	1	0.3	2	0.7	8	5.1			1	0.1	
PISCES	<i>Scartichthys gigas</i>			1	2.4									
TOTAL	N	4528	1287.5	13906	2872.6	556	343.8	12895	1823.9	2487	1003.39	5438	1585.2	
	S	20		19		16		18		21		17		

Anexo 8: Impactos Directos e indirectos en la bahía El Ferrol.

Categoría	Impactos Directos	Impactos Indirectos
Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> - Descarga de aguas residuales domésticas e industriales (García et al., 2019). - Presencia de residuos sólidos (Apaéstegui, 2023). - Hidrocarburos (Ganoza et al., 2020; Quispe, 2022). - Metales pesados (Ganoza et al., 2020). 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la calidad del agua y del fondo marino que afecta a especies sensibles. - Acumulación de contaminantes en la cadena trófica.
Tráfico marítimo	<ul style="list-style-type: none"> - Tránsito constante de embarcaciones (Apaéstegui, 2023). - Embarque/desembarque de hidrocarburos y productos pesqueros y siderúrgicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Introducción de especies exóticas marinas (Ramírez & Espinel, 2019; Peters et al., 2019) - Competencia con especies nativas. - Fragmentación del hábitat y pérdida de conectividad ecológica entre comunidades bentónicas.
Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento permanente de la temperatura del mar (Tambutti & Gómez, 2022). 	<ul style="list-style-type: none"> - Desplazamiento o desaparición de especies estenotermas. - Colonización de nuevas especies adaptadas al calentamiento.
Eventos naturales	<ul style="list-style-type: none"> - Ingreso de la corriente ecuatorial cálida durante El Niño (Espinoza-Morriberón et al., 2022). 	<ul style="list-style-type: none"> - Introducción temporal de especies tropicales (larvas, huevos, juveniles). - Cambios en la composición de la comunidad bentónica.
Efecto sobre organismos	<ul style="list-style-type: none"> - Mortalidad o reducción de poblaciones de especies filtradoras, bivalvos, poliquetos, etc. - Alteración inmediata en la composición y abundancia de especies debido a perturbaciones antrópicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proliferación de especies oportunistas o bioindicadoras de contaminación. - Disminución de funciones ecológicas del ecosistema. - Modificación progresiva en las redes tróficas y en los ciclos biogeoquímicos marinos.